

**Universidade Federal de Pernambuco
Centro de Ciências Sociais Aplicadas
Departamento de Ciências Administrativas
Programa de Pós-Graduação em Administração**

Allana Graziela Casé Silva

**Análise de Eficiência do Ensino Mediado por Tecnologia da
Informação e Comunicação nas Escolas Públicas de
Pernambuco**

**Recife
2023**

Allana Graziela Casé Silva

**Análise de Eficiência do Ensino Mediado por Tecnologia da Informação e Comunicação nas
Escolas Públicas de Pernambuco**

Orientadora: Profa. Dra. Taciana de Barros Jerônimo

Dissertação apresentada como requisito complementar para obtenção do grau de Mestre em Administração, na área de concentração em Tecnologia da Informação, Linha de Pesquisa Gestão Organizacional, do Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Federal de Pernambuco.

Recife, 2023

Catálogo na Fonte
Bibliotecária Ângela de Fátima Correia Simões, CRB4-773

S586a	Silva, Allana Graziela Casé Análise de eficiência do ensino mediado por Tecnologia da Informação e Comunicação nas escolas públicas de Pernambuco / Allana Graziela Casé Silva. – 2023. 73 folhas: il. 30 cm. Orientadora: Prof.^a Dra. Taciana de Barros Jerônimo. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade Federal de Pernambuco, CCSA, 2023. Inclui referências. 1. Políticas públicas de educação. 2. Ensino médio. 3. Análise Envoltória de Dados. I. Jerônimo, Taciana de Barros (Orientadora). II. Título. 658 CDD (22. ed.) UFPE (CSA 2023 – 106)
-------	--

Universidade Federal de Pernambuco
Centro de Ciências Sociais Aplicadas
Programa de Pós-Graduação em Administração - PROPAD

**Análise de Eficiência do Ensino Mediado por Tecnologia da Informação e Comunicação nas
Escolas Públicas de Pernambuco**

Allana Graziela Casé Silva

Dissertação submetida ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Administração
da Universidade Federal de Pernambuco e aprovada em 07 de julho de 2023.

Banca Examinadora:

Taciana de Barros Jerônimo, Dra., UFPE (Presidente)

Denis Silva da Silveira, Dr., UFPE (Examinador Interno)

Luis Henrique Romani de Campos, Dr., FUNDAJ (Examinador Externo)

À José Eduardo da Silva Fernandes, egresso da EREM Professor Mardonio Coelho.

Agradecimentos

Começo esses agradecimentos com uma abordagem um pouco unusual. O Centro de Ciências Sociais (CCSA) da UFPE foi minha casa por cinco anos, entre 2013 e 2018. Portanto, antes de mais nada, cumpre creditar o meu sincero agradecimento aos docentes e profissionais que atuam no CCSA, em especial no curso de administração. As oportunidades que a universidade nos dá são enormes, estou muito grata de poder concluir mais uma etapa, desta vez no Programa de Pós Graduação em Administração (PROPAD). Espero que seja um até logo a este mesmo CCSA, onde tanto vivi nos últimos anos. Boa demais a sensação de que a graduação foi um belo abre alas.

Dentre o corpo docente, quero destacar um agradecimento a alguns especialíssimos, que tanto contribuíram pra minha formação na graduação. Obrigada ao José Maria, meu orientador do TCC. Obrigada ao Marcos Primo, que acreditou no meu potencial desde a disciplina de logística. Agradeço a Josete, Gilson, Pierre, Daiana...

O agradecimento ao Jairo e Denis é tão grande, que merece um parágrafo exclusivo e um tanto exaustivo. Ao Jairo, um agradecimento específico, por me ensinar sobre decisão baseada em informação logo no segundo período do curso de graduação em administração. Decidi não cursar sua disciplina naquele período por saber que queria fazê-la bem feita. E assim, tive oportunidade de cursá-la com Denis, a quem agradeço em especial por me ensinar sobre processos de negócio, um conhecimento tão útil quanto caro para mim, afinal, de 2018 até agora... utilizo intensamente na minha atuação profissional. Por fim, um agradecimento pelo e ao NEPSI – uma das melhores descobertas que fiz nesses mais de dois anos intensos e velozes – Ressalto as contribuições dos então doutorandos Rodrigo e Luiza. Deixo um sonho audacioso de contribuir para que o NEPSI se fortaleça como o baluarte que é.

Ao Luis Henrique Romani de Campos, meu agradecimento não tem limites. Obrigada por ceder seu conhecimento, tão vívido, no campo da pesquisa social aplicada. Administração é uma área de conhecimento melindrosa (no sentido da raiz da palavra), fronteira, se enriquece justamente na exploração dessas fronteiras. Ter suas críticas como excelente pesquisador e econometrista que é, me foram de inestimável valor. Agradeço também à Isabel Raposo e ao Henrique Pavan, por suas contribuições para esta pesquisa.

Um agradecimento especial Juliane Guedes e Hadislayne Karine dos Santos. Parceiras na extensão, pesquisa e no ensino. Juntas estivemos a frente do projeto Levando Ciência neste tempo de desenvolvimento da pesquisa. Um projeto que ajudou a transformar as vidas de alguns e sem dúvida alguma, mudou a minha.

Agradeço à “ori”, Taciana, pelos ensinamentos de vida. Por não desistir 100% de mim e continuar comigo no início, meio e fim, mesmo com minha cuca ruim.

Agradeço aos amigos que permaneceram ao meu lado nesses últimos dois anos e alguns meses. Clarissa Leite, presente que o PROPAD deu, em especial. Falando em PROPAD, agradeço à Evelynne e ao Leonardo Mohandas, pela ajuda de última hora. Amigos de infância que permaneceram, em especial o Luiz Guilherme (baketa), Caio Alves, Derik Guimarães... Àquele que se foi em 2019, mas permanece no coração, e, por isso agradeço à professora Kátia Pires em seu lugar. Amigos da graduação com destaque para Aécio e Paulo (P10). Allyson e Eduarda, criaturas que tanto seguraram minha onda no trabalho, obrigada! Muitos amigos me deram toda sorte de apoio neste período tão especial pra mim. Foi uma honra inestimável poder compartilhar esse espaço e tempo com vocês.

Agradeço à Regina Helena Casé Silva, minha mãe. Sem ela, literalmente, não existiria eu (hehe). Mas, para o tanto que eu podia ser, se o que sou hoje é de alguma forma... interessante... 80% dos créditos vão para ela. Agradeço à minha família em geral, e, não posso me furtar aos

destaques... Meu pai, que me cedeu carisma e atenção para a indústria (não que a mãe não seja carismática). Às mulheres docentes da minha família (tem um corpo docente na minha família!). Começou em Edorice Casé, minha avó, professora da rede estadual de ensino... Lá na escola Severino Cordeiro de Arruda em Taquaritinga do Norte. Mas não parou por aí. Tia Diana e tia Bia, e, Alzenir (do lado do pai). E claro, minha irmã, Allyna – aventureira na gestão escolar da rede municipal de Jaboatão dos Guararapes (boa sorte!).

Foi tanta gente que contribuiu para que eu chegasse aqui... E um dos agradecimentos feitos com maior atenção é aos AGTICs que atuaram na Secretaria de Educação do Estado de Pernambuco. Não só pela disponibilização dos dados para essa pesquisa, mas também por acreditar na utilidade dela como ferramenta gerencial. É um agradecimento denso, cheio de nuances e da mais sincera tessitura. Preciso dar créditos gigantes à GG, Bruna van der Linden, e ao Super, Ivanildo Guerra. Sem o patrocínio de ambos... Não tinha a pesquisa que vos apresento. E à Ana Amélia também – aquela que representa bem mais do que a GISA, por quem tenho tamanha admiração e um respeito/carinho... Agradeço ao Henrique Lins, que me ajudou a ter uma visão do que era a Tecnologia Educacional, com sua experiência em 2020. Agradeço ao time de gestão como um todo, sempre comprometidos com o desenvolvimento adequado da política pública de TIC do estado. Obrigada André Castim e João Souza Neto, por toda ajuda com o desenvolvimento desta pesquisa. Um dos meus maiores desejos para essa pesquisa é que seja útil para avaliação e progresso do sistema público de educação.

Agradeço ao que chamam Deus, ao universo, às coisas belas que sustentam a vida. As realmente belas (que por si, também são úteis), são divinas. E nutrem, nos permite permanecer, nos dão algum sentido pra viver. Obrigada.

Resumo

O sistema educacional público brasileiro inicia o uso de tecnologias educacionais como política pública em meados de 1970 (OLIVEIRA, 1993), com marcos importantes para o ensino médio, como a configuração seriada em 1971, a obrigatoriedade progressiva em 1996 e a reforma do novo ensino médio em 2017. No entanto, apesar das avaliações educacionais se estabelecerem a nível nacional a partir do Plano de Desenvolvimento da Educação (PDE), em 2007, bem como, o ensino à distância (EAD) e uso de TICs na educação, terem sido evidenciados na reforma do novo ensino médio, apenas em 2023 a Política Nacional de Educação Digital atribui ao INEP a avaliação da política pública do ensino mediado por TICs. Avaliar a política pública de uso das TICs na educação é imprescindível, pois, esta traz diversos benefícios, como a ampliação do acesso ao ensino e maior letramento digital dos estudantes. Mas, também traz desafios, devido à disparidade de acesso às TICs na América Latina. Em Pernambuco, a pandemia acelerou a transformação do ensino mediado por tecnologia, impactando mais de meio milhão de estudantes em 2020. Adotou-se a solução do Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) Educa-PE, apesar das restrições observadas, relacionadas aos insumos de TICs nas escolas e nos domicílios. A partir deste caso, a pesquisa visa desenvolver um instrumento de avaliação da gestão do ensino médio público mediado por TICs em Pernambuco. Utilizou a análise envoltória de dados (DEA) para avaliar a eficiência das escolas, identificar pares de referências, características sociais e econômicas locais, bem como insights de melhores práticas e oportunidades de melhoria. O estudo considera a importância de estabelecer avaliações baseadas nos resultados escolares (JHUREE, 2005), os quais são expressos nas variáveis de produtos utilizadas. No tocante aos insumos, além daqueles nucleares para a escolarização, incluiu-se um conjunto de variáveis específicas para o contexto do ensino mediado por TICs. Adotou-se o modelo CCR, acrônimo de Charnes, Cooper e Rhodes (1978), para medir a eficiência das escolas, modelo que admite múltiplos insumos e produtos, num contexto de ausência de informações dos preços destes. Portanto, o estudo tem uma abordagem quantitativa e descritiva, e seus resultados contribuem para a avaliação de políticas públicas educacionais em larga escala, fornecendo um instrumento replicável em outros contextos e com aplicabilidade prática para o desenvolvimento da gestão escolar. Os resultados mostraram que apenas 6,5% das escolas foram classificadas como eficientes, enquanto 54,6% apresentaram um nível intermediário de eficiência. As mesorregiões de São Francisco Pernambucano e Sertão Pernambucano se destacaram por terem baixa representatividade de escolas eficientes, indicando que as escolas com menos estudantes nessas regiões podem ter melhores condições de gestão. Além disso, foi observado que as TICs, como computadores e dispositivos móveis, desempenharam um papel relevante nos resultados educacionais. No entanto, a pesquisa apontou limitações em relação à qualidade dos dados e recomendou a realização de estudos qualitativos para uma análise mais aprofundada das razões de eficiência das escolas. São destacadas as complexidades e desafios da gestão nas escolas públicas, como a restrição no tocante às aquisições de insumos pelos gestores, a diversidade de partes interessadas e os excessos da burocracia. Portanto, o uso eficiente das TICs é considerado estratégico para alcançar maiores potenciais dos resultados educacionais. A pesquisa recomenda ainda a investigação da aplicação do método para aferição do indicador de Eficiência Operacional das escolas, previsto na Lei estadual nº 15.973 de 2016. Também sugere a padronização dos insumos das escolas, em especial de dispositivos móveis e docentes por matrícula.

Palavras-Chave: Avaliação de política pública, Ensino médio mediado por TICs, Análise Envoltória de Dados (DEA)

Abstract

The Brazilian public educational system started using educational technologies as a public policy in the mid-1970s (OLIVEIRA, 1993), with important milestones for secondary education, such as the serial configuration in 1971, the progressive obligation in 1996 and the reform of the new education medium in 2017. However, despite the educational assessments being established at the national level from the PDE, in 2007, and, distance learning and the use of ICTs in education having been evidenced in the reform of the new secondary education, only in 2023 the National Policy of Digital Education attributes to INEP the evaluation of the public policy of teaching mediated by ICTs. Evaluating the public policy for the use of ICTs in education is essential, as this brings many benefits, such as expanding access to education and greater digital literacy of students. But it also brings challenges, given the disparity in access to ICTs in Latin America. In Pernambuco, the pandemic accelerated the transformation of teaching mediated by technology, impacting more than half a million students in 2020. The Virtual Learning Environment (AVA) Educa-PE was adopted as a component of the solution, despite the restrictions observed related to ICT inputs in schools and homes. From this case, the research aims to develop an instrument to evaluate the management of public secondary education mediated by ICTs in Pernambuco. It used data envelopment analysis (DEA) to assess the efficiency of schools, identify pairs of references, local social and economic characteristics, as well as insights into best practices and opportunities for improvement. The study considers the importance of establishing assessments based on school results (JHUREE, 2005), which are expressed in the product variables used. With regard to inputs, in addition to that core to schooling, a set of specific variables for the context of teaching mediated by ICTs was included. The CCR model, an acronym of Charnes, Cooper and Rhodes (1978), was adopted to measure the efficiency of schools, a model that admits multiple inputs and products, in a context of lack of information on their prices. Therefore, the study has a quantitative and descriptive approach, and its results contribute to the evaluation of educational public policies on a large scale, providing an instrument that can be replicated in other contexts and with practical applicability for the development of school management. The results showed that only 6.5% of the schools were classified as efficient, while 54.6% had an intermediate level of efficiency. The mesoregions of São Francisco Pernambucano and Sertão Pernambucano stood out for having a low representation of efficient schools, indicating that schools with fewer students in these regions may have better management conditions. Furthermore, it was observed that ICTs, such as computers and mobile devices, played a relevant role in educational outcomes. However, the research pointed limitations in relation to the quality of the data and recommended the performance of qualitative studies for a deeper analysis of the schools' efficiency ratios. The complexities and challenges of management in public schools are highlighted, such as the restriction regarding the acquisition of inputs by managers, incurring an insufficient level of resources, the diversity of interested parties and the excesses of bureaucracy. Therefore, the efficient use of ICTs is considered strategic to achieve greater potential educational outcomes. The research recommends carrying out additional studies, such as investigating the application of the method for measuring the Operational Efficiency indicator of schools, provided for in State Law No. 15.973 of 2016. It also suggests the standardization of school inputs, especially mobile devices and professors by enrollment, among others.

Keywords: Public policy assessment, ICT mediated teaching in secondary school, Data Envelopment Analysis (DEA)

Lista de Figuras

Figura 1 - Linha do tempo de fatos marcantes para a política pública do ensino médio e de adoção das TICs na educação (1937-1997)	32
Figura 2 - Linha do tempo de fatos marcantes para a política pública do ensino médio e de adoção das TICs na educação (2000-2017)	35
Figura 3 - Linha do tempo de fatos marcantes para a política pública do ensino médio e de adoção das TICs na educação (2020-2023)	37
Figura 4 - Cobertura de computadores em relação as matrículas do Ensino Básico das redes estaduais do Brasil.	39
Figura 5 - Papéis e funções componentes da arquitetura do negócio de Ensino Mediado pelo AVA Educa-PE.....	41
Figura 6 - Desenho do procedimento de pesquisa.....	45
Figura 7 - Processo Contextualizar caso	46
Figura 8 - Processo Executar Análise Envolvória de dados.....	47
Figura 9 - Processo de Pré-seleção de variáveis.....	47
Figura 10 - Processo Stepwise I-P.....	50
Figura 11 - Processo Modelo CCR	51
Figura 12 - Resultado preliminar do CCR.	54
Figura 13 - Razão de log após primeira remoção de outliers.	55
Figura 14 - Resultado do CCR após primeira remoção de outliers.....	55
Figura 15 - Razão de log após segunda remoção de outliers.	56
Figura 16 - Resultado final do CCR.....	56

Lista de Quadros

Quadro 1- Variáveis utilizadas na literatura para avaliação do ensino secundário.	29
Quadro 2 - Variáveis produzidas no processo de Pré-seleção.....	48

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Proporção de matrículas de ensino em tempo integral em relação ao total de matrículas no Brasil e Pernambuco	39
Tabela 2 - Comparação do número de matrículas em razão da projeção populacional de jovens na faixa de 15 a 19 anos para Brasil e Pernambuco.....	40
Tabela 3 - Resultados do Stepwise I-P.....	52
Tabela 4 - Estatísticas descritivas das variáveis do conjunto obtido a partir da seleção.....	53
Tabela 5 - Distribuição de escolas por faixa de eficiência.....	54
Tabela 6 - Estatísticas descritivas dos resultados de eficiência.....	54
Tabela 7 - Distribuição de escolas por faixa de eficiência após segunda remoção de outliers.	56
Tabela 8 - Estatísticas descritivas dos resultados de eficiência após segunda remoção de outliers.....	57
Tabela 9 - Ocorrência de escolas eficientes como referência para escolas ineficientes.....	58
Tabela 10 - Comparação entre escolas eficientes e totais por mesorregião.	59
Tabela 11 - Indicadores sociais e econômicos dos municípios com escolas eficientes.	60
Tabela 12 - Níveis dos principais insumos e produtos das escolas eficientes com maior ocorrência como pares para as escolas ineficientes.	61

Lista de Abreviaturas e Siglas

AVA	Ambiente Virtual de Aprendizagem
CadÚnico	Cadastro Único para Programas Sociais do Governo Federal
CCR	Charnes, Cooper e Rhodes
CEE	Conselho Estadual de Educação
CFE	Conselho Federal de Educação
DEA	<i>Data Envelopment Analysis</i>
EAD	Educação à distância
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDEB	Índice de Desenvolvimento da Educação Básica
IDEPE	Índice de Desenvolvimento da Educação de Pernambuco
INEP	Instituto
I-P	Insumo-Produto
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação
MEC	Ministério da Educação
Moodle	<i>Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment</i>
PDE	Plano de Desenvolvimento da Educação
PEE	Plano Estadual de Educação
PLANIN	Plano Nacional de Informática
PNAD	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua anual
Proinfo	Programa Nacional de Informática na Educação
PNE	Plano Nacional de Educação
PNED	Política Nacional de Educação Digital
PRONINFE	Programa Nacional de Informática Educativa
SAEB	Sistema de Avaliação da Educação Básica
SAEPE	Sistema de Avaliação Educacional de Pernambuco
SEE-PE	Secretaria de Educação do Estado de Pernambuco
SI	Sistemas de Informação
SIBC	Sistemas de Informação baseados em Computador
TICs	Tecnologias da Informação e Comunicação
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
UNICEF	Fundo das Nações Unidas para a Infância
UTD	Unidades de Tomada de Decisão

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO	14
1.2	OBJETIVOS	16
1.2.1	Objetivo geral.....	16
1.2.2	Objetivos específicos.....	16
1.3	JUSTIFICATIVA.....	17
2	REFERENCIAL TEÓRICO	20
2.1	TICs NA EDUCAÇÃO	20
2.2	GESTÃO DAS TICs NO CONTEXTO EDUCACIONAL	22
2.3	ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS	25
3	O SISTEMA E DUCACIONAL ESTADUAL PÚBLICO.....	30
3.1	CONTEXTO HISTÓRICO DO ENSINO MÉDIO PÚBLICO NO BRASIL.....	30
3.2	PROBLEMÁTICA DO ENSINO MEDIADO POR TICs EM PERNAMBUCO	37
3.3	CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO	42
4	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	44
4.1	CARACTERIZAÇÃO E PROCEDIMENTO OPERACIONAL DA PESQUISA.....	44
4.2	APLICAÇÃO DA ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS	46
4.2.1	Pré-seleção de variáveis	47
4.2.2	Seleção de variáveis e execução do CCR.....	50
5	APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	52
5.1	VARIÁVEIS SELECIONADAS	52
5.2	RESULTADOS DO MODELO	53
5.2.1	Detecção de <i>Outliers</i>	54
5.2.2	Resultado do Modelo Final	56
5.2.3	Discussão.....	58
6	CONCLUSÃO	63
6.1	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	63
6.2	LIMITAÇÕES.....	64
6.3	ESTUDOS FUTUROS.....	65
	REFERÊNCIAS	67

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

O sistema educacional público brasileiro teve suas primeiras iniciativas no tocante ao uso de tecnologias educacionais na década de 1970 (OLIVEIRA, 1993). No entanto, existem outros marcos históricos relevantes para o desenvolvimento do ensino médio como política pública. Por exemplo, a configuração seriada do ensino médio em 1971 (ASSIS, 2012; BRASIL, 1971) e a obrigatoriedade de sua progressiva extensão instituída pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação de 1996, no contexto democrático (BRASIL, 1996), são aspectos de grande importância. Além disso, a publicação do Plano de Desenvolvimento da Educação (PDE) em 2007, o qual ratifica a relevância da avaliação da política educacional (RAPOSO, 2009), também contribui significativamente para a compreensão do estado atual do ensino médio público brasileiro.

A partir do PDE, outros instrumentos na esfera estadual foram criados (RODRIGUES, 2018), em um contexto de esforços para alocação de recursos na educação intensificados desde a década de 1990. É importante ressaltar que mais direcionados para o ensino fundamental e com resultados de desempenho praticamente estáveis (INEP, 2010). Por isso, sistemas de avaliação a nível nacional e outros subsistemas desenvolveram-se no Brasil. Neste sentido, a avaliação da eficiência do ensino deve ser pautada em métodos científicos, quantificáveis e capazes de compreender a pluralidade de perfis das escolas e estudantes.

A avaliação educacional é consolidada por meio de legislação, a qual institui metodologias e regramentos para a atividade de gestão pedagógica, no sentido de formar uma escola mais eficiente e eficaz na preparação dos indivíduos para o mercado de trabalho (PAULILO, 2007). É por meio da avaliação educacional que se pode investigar a histórica vagueza das diretrizes do ensino na escola pública (DIAS; ZOUAIN, 2021), as limitações no tocante à capacidade de manter os estudantes até o término do programa escolar, bem como a falta de recursos e técnicas padronizados para a gestão e ensino. Além disso, figura como preocupação a formação contínua do professor, para que este esteja capacitado para implementar um ensino formador, além de ampliar os anos de estudo na educação brasileira, equiparando-a aos países mais desenvolvidos.

No contexto educacional, o uso das Tecnologia da Informação e Comunicação (TICs) apresenta uma gama de possíveis benefícios, tais como aumento da empregabilidade dos estudantes, instrumental administrativo para docentes e administradores, e, sobretudo, o incremento do acesso à educação e à educação inclusiva nas escolas (JHUREE, 2005). Por outro lado, a interação com as TICs impõe um severo desafio ao ensino público, uma vez que coexistem na América Latina o cenário de estudantes imersos no contexto digital, dispondo de acesso a computadores em suas casas, como também o daqueles que possuem pouca ou nenhuma interação com as tecnologias (FERREIRO, 2011). No cenário pernambucano, apesar de se ter aparelhos *smartphone* em 99% dos domicílios, apenas 25% dispunham de um computador ou *tablet* para acesso à internet (IBGE, 2022). A pandemia da Covid-19 acabou por impulsionar a transformação do ensino mediado por tecnologia em todos os aspectos da vida, deixando como legado uma urgência ainda maior de se repensar as estruturas de ensino para o futuro (VIEIRA; RICCI, 2020).

Em Pernambuco, cerca de 582.407 estudantes, distribuídos nas 1060 escolas do sistema educacional público estadual, com abrangência nos 185 municípios do estado (BRASIL, 2021), foram impactados pela pandemia da Covid-19 em 2020. Fato que 51,5% desses estudantes estavam inseridos no ensino secundário, concentrados em 790 escolas (INEP, 2020a).

No contexto pandêmico, como medida para viabilizar a continuidade do ensino em Pernambuco, implementou-se o programa Educa-PE, uma solução composta por um ambiente virtual de aprendizagem (AVA), transmissão de aulas pelo *Youtube* e TV aberta. O AVA foi desenvolvido na plataforma *moodle* ("*Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*", em tradução livre "Ambiente de Aprendizagem Dinâmico Modular Orientado a Objeto"), um software de código aberto, combinado com o uso do *Google Classroom* e transmissão de aulas por *Youtube* e pela TV. O ambiente virtual de aprendizagem pode ser conceituado como um artefato de software com funcionalidades desenhadas para apoio à educação a distância (BURCI et al., 2020).

Tendo em vista os resultados obtidos, em termos globais, no tocante às respostas dos sistemas educacionais à pandemia, a UNESCO (2020) e a UNICEF (2020) posicionaram-se pela importância do planejamento para a educação em contexto emergencial, indicando estratégias. Para além do contexto emergencial, é relevante à análise as recentes alterações na estrutura curricular do ensino médio, em ocasião da Lei nº 13.415 de 2017, que prevê o uso do ensino à distância mediado por TICs como possibilidade de cumprimento de carga horária letiva

(BRASIL, 2017). Bem como, o advento da recém sancionada Política Nacional de Educação Digital (BRASIL, 2023).

Diante da estratégia de ensino mediado por TICs adotada no contexto emergencial e da recente flexibilização do currículo, em benefício do uso da educação mediada por TICs para alcance dos objetivos curriculares, esta pesquisa se dedica a responder à questão: **Como aferir a eficiência do ensino médio público em Pernambuco mediado por Tecnologia da Informação e Comunicação?**

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Elaborar um instrumento de avaliação da gestão, no que tange à escolarização mediada por TICs dos estudantes do ensino médio público, no Estado de Pernambuco.

1.2.2 Objetivos específicos

- Realizar modelagem matemática para avaliar a eficiência do desempenho da gestão na escolarização mediada por TICs, no contexto das escolas públicas do ensino médio em Pernambuco, utilizando dados do ano de 2020 e as técnicas de análise envoltória de dados (DEA);
- Avaliar as escolas por meio do ranqueamento de eficiência, considerando seus resultados e suas características sociais e econômicas;
- Analisar os níveis de produtos¹ e insumos apresentados, identificando melhores práticas e oportunidades de melhoria para as escolas consideradas ineficientes.

Esse tipo de análise é fundamental, pois trata-se de uma medida de eficiência que resultará na fronteira que compreende o conjunto de possibilidades de produção eficientes (RAY, 2004), propondo uma alternativa às avaliações de eficiência tradicionais (RAPOSO, 2009; RAY 2004; CHARNES; COOPER; RHODES, 1978). Por meio dela, é possível comparar o desempenho entre as escolas estaduais de ensino médio.

¹ No contexto deste estudo o uso do termo “*Produto*” equivale a “*Resultado*”, uma vez que o processo de ensino gera ativos intangíveis.

A análise é pautada no processo que adota o ensino mediado pelo software de ambiente virtual de aprendizagem, sem requerer informações de preços dos insumos e produtos. Isso permite mensurar a distância entre o ponto correspondente ao nível de insumos e produtos alcançado por cada escola e aquele situado sobre a fronteira de eficiência, permitindo aferir a combinação de insumos e produtos que seria eficiente para cada escola. Além disso, indica as escolas eficientes que podem servir como referências para as demais, denominadas “*pares*” (RAY, 2004). Neste sentido, este trabalho responderá às seguintes perguntas:

1. Qual foi o desempenho quantitativo da gestão das escolas públicas estaduais pernambucanas em termos de escolarização com a adoção do ensino mediado por TICs no ano de 2020?
2. Quais escolas se apresentaram como mais eficientes e quais são as características sociais e econômicas que as diferenciam?
3. Quais os níveis de insumo e produto, ou melhores práticas, que podem ser adotados pelas escolas ineficientes para melhorar seu desempenho?

1.3 JUSTIFICATIVA

De acordo com a publicação *Responses to Educational Disruption Survey* (em tradução livre: pesquisa de respostas à disrupção educacional) da UNESCO, em abril de 2020 estima-se que 90% dos estudantes do mundo foram impactados pelo fechamento das escolas (MEINCK; FRAILLON; STRIETHOLT, 2022). Neste contexto, vários países adotaram o ensino remoto como alternativa de enfrentamento a crise (MEINCK; FRAILLON; STRIETHOLT, 2022; VIEIRA; RICCI, 2020). No entanto, surgiram desafios como a disparidade de acesso à internet e dispositivos digitais, a indisponibilidade de parentes ou família para apoiar o ensino remoto e a falta de familiaridade do professorado com abordagens de ensino remoto.

Apesar do sistema educacional público estadual pernambucano já dispor de recursos de TICs para emprego em atividades pedagógicas desde 1988 (OLIVEIRA, 1993), o parque à disposição dos estudantes no ano de 2020 era demasiado tímido, cobrindo apenas 3,5% dos estudantes matriculados no ensino médio com dispositivos digitais móveis (INEP, 2020a). Isso sugere heterogeneidade na distribuição desses recursos, uma vez que dados do censo escolar apontam para essa disparidade. Embora 19% das escolas afirmarem ter distribuído equipamentos digitais para estudantes sem acesso (INEP, 2020b), inexistem dados sobre a

cobertura alcançada pela iniciativa. Além disso, disparidades no acesso à internet devem ser consideradas, uma vez que Pernambuco possui uma taxa de acesso menor do que o Brasil, ainda que seu resultado seja superior à média nordestina (IBGE, 2022).

Além das demandas de preparação para momentos emergenciais, evidenciadas no período pós-pandemia, como visto no posicionamento da UNESCO (2020) sobre a adoção de estratégias, como fazer com que tecnologias livres e de código aberto estejam disponíveis para docentes e estudantes, bem como proteger os espaços de aprendizagem, incluindo o digital. Há intensa legislação brasileira que versa sobre o desenvolvimento de habilidades digitais; vide a Base Nacional Curricular Comum vigente, e a Lei nº 14.533/2023, que aprova a Política Digital Nacional de Educação; bem como, sobre o uso da modalidade de Ensino à Distância para cumprimento de componentes curriculares do ensino médio, conforme Lei nº 13.415/2017. Além disso, está fixada a obrigatoriedade do estado quanto à oferta de internet de alta velocidade nas escolas, bem como o aparelhamento de TICs para uso pedagógico, e foram intensificadas ao longo dos anos as políticas públicas com esse escopo.

Observam-se avanços quanto ao acesso à internet no Brasil e em Pernambuco. No entanto, ao comparar os anos de 2021 a 2019 (IBGE, 2020; 2022), constata-se que houve uma redução de 2% para o Brasil e 10% para o nordeste no tocante ao uso de *tablet* e microcomputadores para acesso à rede (IBGE, 2022). Em 2021, 75% dos domicílios pernambucanos não dispunham nem de *tablet* nem microcomputador para acesso à internet (IBGE, 2022). De acordo com dados do censo escolar, em 2020, 199 das 790 escolas estaduais de ensino médio pernambucanas não dispunham nem de *tablet* nem *notebook* para acesso à internet (INEP, 2021).

Esses dados sugerem uma escassez de recursos que precisa ser compreendida e levada em consideração. Desta forma, torna-se imprescindível desenvolver adequadamente o ensino mediado por TICs não só como resposta às situações emergenciais, mas também como um instrumento de ampliação do acesso ao ensino médio público com qualificação tecnológica.

Destarte, justifica-se a realização da pesquisa sobre eficiência no sentido de prover um instrumento para apoiar os gestores públicos na avaliação do emprego dos recursos de TICs para o ensino à distância. Isso parte dos resultados no contexto emergencial e projeta-se para a avaliação do ensino à distância em outros contextos, como no âmbito do novo ensino médio. Tal pesquisa permitirá a consolidação de um instrumento capaz de identificar o nível de eficiência das escolas no processo de ensino mediado por TICs, inicialmente pelo AVA Educa-PE.

Foi aplicada a análise envoltória de dados (DEA), uma técnica que permite identificar quais escolas foram mais eficientes na adoção da educação à distância mediada por TICs, bem como, qual foi o desempenho global da rede estadual de ensino em Pernambuco. Foram analisadas as características destas em comparação com as demais, no intuito de identificar possibilidades de melhoria no emprego dos recursos. Isso busca tornar o sistema educacional mais eficiente no emprego de futuras políticas educacionais mediadas por TICs.

Tais políticas visam atender à demanda por inclusão digital e capacitar os jovens para o mercado de trabalho cada vez mais dependente e intensivo em tecnologia. Essas ações estão em congruência com o art. 35 da Lei nº 9.394 de 1996, que foi modificado pela Lei nº 13.415 de 2017. Essa lei preconiza que o estudante de ensino médio deve demonstrar “*domínio dos princípios científicos e tecnológicos que presidem a produção moderna*” (BRASIL, 2017). Este desenvolvimento é condicionado ao acesso de conteúdos, metodologias e processos formativos disponibilizados por meio de atividades mediadas por TICs diversas, inclusive *online*.

Diante do contexto de restrição de recursos para implementar uma estratégia de ensino mediado por TICs, a análise de eficiência técnica das escolas no tocante ao uso do AVA no desempenho escolar dos estudantes mostra-se muito importante. Essa análise possibilita compreender como a aplicação dos recursos disponíveis relaciona-se com as características produtivas na execução do processo educacional daquelas unidades com maior eficiência e permite evidenciar as melhores práticas adotadas.

Sabe-se que eficiência é compreendida como a capacidade da escola produzir o máximo possível, dado uma quantidade específica de insumos, e constitui uma medida relativa (RAY, 2004). Desta forma, propõe-se a elaboração de um instrumento de avaliação da gestão no que tange à escolarização mediada pelo AVA dos estudantes do ensino médio público no Estado de Pernambuco no contexto emergencial.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 TICs NA EDUCAÇÃO

Jhurree (2005) argumenta que as TICs podem aprimorar o ensino e a gestão escolar, desde que sejam integradas apropriadamente aos processos pedagógicos e administrativos. Esse ponto de vista está em linha com os achados de Orlikowski (1996) sobre a implantação de sistema de informação baseado em computador (SIBC). O construto de metamorfose, em alusão à ciclos transformativos durante os estágios de desenvolvimento do SIBC, é útil para compreender a questão da integração das TICs nos processos finalísticos e de gestão pedagógica. Essa aplicabilidade ocorre por se tratar de um ambiente sociotécnico, mais especificamente no contexto de um sistema de trabalho, em que processos organizacionais são executados mediante a interação constante de pessoas e máquinas para alcance de objetivos produtivos (ALTER, 2006).

É notável que Alter (2006) suscita um argumento que pode ser alinhado ao construto de estratégia de sistemas de informação (SI), que posiciona o SI como uma função dentro das organizações (CHEN et al., 2010). Ou seja, as funções de administração educacional, escolar e pedagógica, sob esse ponto de vista, se desenvolvem num arranjo articulado com os SIBCs, em que a estratégia de SI não é, por si só, uma escolha estratégica do negócio. Desta forma, compreende-se que seu uso deve ser administrado de forma acoplada à administração do negócio, com o objetivo de alocar os recursos de TICs disponíveis da maneira mais eficiente possível (CHEN et al., 2010).

De forma complementar à visão funcional, a integração das TICs, tal como proposta por Jhurree (2005), suscita o conceito de apoio à estratégia do negócio. Enquanto a concepção funcional se apresenta como focada nos aspectos dos SIBCs em si (CHEN et al., 2010), a concepção do uso de SI em apoio à estratégia do negócio assume que a estratégia de SI é intrínseca à estratégia do negócio, ou seja, se constitui como fator crítico para o alcance do posicionamento estratégico. É notável que o impacto desejável desta concepção está relacionado à eficácia do negócio em implementar e alcançar uma posição estratégica do negócio.

Chen *et al.* (2010) também apresentam uma terceira abordagem para o desenvolvimento da estratégia de SI nas organizações, em que ocorre um alinhamento dinâmico desta com a estratégia do negócio. Esta abordagem é centrada no nível organizacional e se embasa na

concepção de que há uma visão compartilhada sobre o papel do uso dos SIBCs dentro da organização, a qual guia os investimentos e implementações de TICs na organização (CHEN et al., 2010).

O uso das TICs, então, implica numa relação de alinhamento estratégico ao negócio (HAES; GREMBERGEN, 2009), presente nas três concepções apresentadas por Chen *et al.* (2010). Desta forma, pode-se assumir que as três concepções de estratégia de SI são úteis ao entendimento do uso integrado das TICs na educação, uma vez que a adoção de um SIBC é um processo que ocorre, de acordo com Orlikoski (1996), em uma transformação contínua.

Para este estudo, adota-se como lente teórica predominante a concepção que se preocupa com a eficiência do uso das TICs, aqui aplicada no contexto educacional e escolar, assumindo que é necessário um desenvolvimento funcional estratégico do SIBC. Além disso, assume-se que sua adequação requer uma atitude gerencial sobre seu uso, tendo em vista o constante ajuste entre tecnologia e tarefa (BRIGGS; VREEDE; NUNAMAKER, 2003), o qual habilita o alcance dos resultados em conformidade aos objetivos do negócio. Portanto, a estratégia de SI, através da concepção funcional, intenciona identificar e planejar os ativos de SI requeridos para alcance dos objetivos organizacionais, incluindo pessoal e suas competências, estruturas e processos, bem como, tecnologias (CHEN et al., 2010).

Na educação, os usos das TICs são diversos e podem trazer uma gama de benefícios. Jhuree (2005) exemplifica a aplicação das TICs como ferramenta administrativa para docentes, em apoio aos processos de planejamento das aulas, controle de frequência, desenvolvimento de conteúdo didático, preparação de exames avaliativos e registro de resultados acadêmicos. Para administradores escolares e de sistemas educacionais, as TICs apoiam o cômputo do desempenho escolar e do sistema educacional, coleta e manutenção de registro dos colaboradores, bem como preparação do orçamento (JHUREE, 2005).

Dentre as aplicações pedagógicas, os objetos digitais de aprendizagem podem ser utilizados para aprimorar ambientes de aprendizagem, seja numa abordagem construtivista ou como complemento à instrução em sala de aula. As TICs, portanto, permitem incremento do acesso à educação para todos os estudantes, promovendo possibilidades de aprendizado inclusivas em diversos aspectos (JHUREE, 2005).

A adoção de ambientes virtuais de aprendizagem (AVA) permite o acesso a variados objetos digitais de aprendizagem (SALVADOR et al., 2017). O AVA consiste em um software com funcionalidades de salas de aula, repositórios de conteúdo. Além disso, ele habilita a gestão

pedagógica das atividades desenvolvidas pelos estudantes no âmbito digital pelos docentes, por meio da disponibilização de métricas de acesso e consumo dos conteúdos.

Para utilizá-lo, é necessário possuir um aparelho computacional adequado, como computador, *tablets* ou celulares e acesso à internet. Além disso, é necessário ter letramento digital. Portanto, trata-se de um SIBC destinado a apoiar as atividades dos docentes e discentes em grupos ou turmas, aproximando-se do conceito de *groupware*. Isso ocorre porque o desempenho das atividades está subordinado a um objetivo comum aos usuários, ao mesmo tempo em que o sistema provê uma interface para um ambiente compartilhado (ELLIS; GIBBS; REIN, 1991).

2.2 GESTÃO DAS TICs NO CONTEXTO EDUCACIONAL

O sistema educacional público brasileiro passou por diversas evoluções em termos de ideiação no tocante à gestão escolar entre os séculos XX e XXI, perpassando por momentos políticos diversos e assumindo diversas configurações (LOPES; RIBEIRO, 2014). Somente com o advento da constituição federal de 1988, a educação passa a ter o *status* de direito humano (FONTOURA, 2021), e o ensino médio é elencado como obrigatório apenas a partir da Lei nº 9.394/96 (BRASIL, 1996). Todo esse histórico culminou em um modelo de escola pública entendido como locus de transformação social, apresentando demandas de gestão para além do ensino, atividade nuclear deste tipo de instituição (ROGGERO; PEREIRA KUBO; ALMEIDA, 2021).

Além da multifuncionalidade requerida do gestor de escola pública, que é responsável não apenas pela gestão do ensino desenvolvido na escola, como também pelas atividades administrativas de manutenção e logística, há também a demanda por interação com diversos atores da sociedade e da própria estrutura dos sistemas educacionais (ROGGERO; PEREIRA KUBO; ALMEIDA, 2021). Ou seja, o gestor escolar possui autonomia para tomar decisões e desenvolver o projeto político pedagógico da instituição que coordena. No entanto, encontra-se limitado em sua ação organizacional pelas restrições estabelecidas a partir de políticas educacionais a nível estadual e nacional, incluindo-se aquelas relacionadas à distribuição de recursos.

Isto ocorre porque o sistema educacional público, em especial o estadual, é complexo por sua extensão, a qual demanda uma estrutura administrativa regionalizada. Essa estrutura busca torná-lo apto à ação localizada e adequada às necessidades das regiões, no sentido de

formar estudantes para atuar em atividades profissionais e acadêmicas compatíveis aos sistemas produtivos locais (ROZTOCKI; WEISTROFFER, 2016). Neste sentido, Jhuree (2005) argumenta que a integração das TICs nos processos educacionais requer o desenvolvimento de um conjunto de planos holísticos em diversos níveis, compreendendo desde a sala de aula, escola, sistemas educacionais do município, estado e nacional.

Portanto, considerar essas diversas instâncias de gestão é imprescindível, uma vez que a gestão possui uma relevância salutar no desenvolvimento de SIBCs (ORLIKOWSKI, 1996). É necessário compreender esse encadeamento e os desafios da coordenação, decorrentes da própria configuração da administração pública. Essa configuração respalda-se no fato de que a política pública possui atividades consideradas complexas, por abranger interesses difusos e, portanto, um escopo amplo (LINDBLOM, 1959). Essa complexidade se agrava no cenário brasileiro, não somente em virtude de seu vasto território, bem como de sua acentuada verticalização da estrutura administrativa do estado (MARQUES et al., 2020). Tal complexidade, de acordo com Marques et al (2020), implica em desafios à inovação.

Ianonne (2021) endossa a necessidade de coordenação de ações dentro de uma estratégia educacional ao argumentar que ações avulsas realizadas pelos atores do sistema educacional são pouco efetivas. Por isso, é preciso que exista uma estratégia educacional entendida como um conjunto de objetivos e ações para o desenvolvimento de um conjunto de escolas, adequados à escala contida em seu escopo. Isso demanda um desenho que conecte as diversas realidades socioeconômicas e territoriais, bem como integração dos gestores escolares na formulação dessa estratégia. A partir dessa estratégia, devem-se desenvolver as políticas públicas educacionais.

É preciso considerar o papel do gestor regional, o qual atua como elo entre o gestor escolar e os gestores que desempenham funções a nível estadual. Estes últimos compõem uma estrutura de gestão centralizada responsável por articular ações na escala estadual, e que interage, por sua vez, com os atores a nível do sistema nacional. Essa coordenação articulada é necessária para assegurar o engajamento da gestão e operação na apropriação da nova tecnologia, influenciando os ciclos de aprendizagem e ajustando a tecnologia à tarefa e vice-versa (BRIGGS; VREEDE; NUNAMAKER, 2003).

Essa atuação encadeada entre os níveis de gestão é especialmente relevante no primeiro ciclo de implementação de um novo processo mediado por TICs, onde as mudanças mais significativas devem acontecer (ORLIKOWSKI, 1996). No entanto, essa consideração deve possuir caráter permanente, uma vez que os SIBCs permanecem em evolução ao longo do tempo,

em virtude da interação dinâmica dos usuários com as TICs, o que requer uma constante adequação entre a prática organizacional e seu uso (ORLIKOWSKI, 1996; BRIGGS; VREEDE; NUNAMAKER, 2003).

Outro aspecto importante diz respeito à gestão de pessoas, uma vez que competências em gestão são consideradas cruciais para o desempenho e funcionamento escolar. Trata-se de competências administrativas críticas do gestor, expressas na capacidade de estabelecer objetivos e monitorar o desempenho escolar (CALDWELL, 2015; TAVARES, 2015). Essa necessidade não abrange somente o gestor escolar, mas, estende-se aos atores responsáveis pela política educacional em todos os níveis.

Ainda no escopo de gestão de pessoas, a qualificação dos docentes também deve ser ressaltada, uma vez que se apresenta como fator crítico para o desempenho escolar (CALDWELL, 2015). No cenário brasileiro, em que prevalece o ensino tradicional com formação docente direcionada ao ensino presencial (BURCI et al, 2020), o desenvolvimento do ensino mediado por TICs enfrenta um desafio severo.

Isto ocorre porque os usuários do SIBC só podem ser eficazes em seu uso caso possuam habilidades desenvolvidas mediante interação com as TICs (ORLIKOWSKI, 1996). Esse letramento digital requer disponibilidade de acesso a esses recursos e capacitação para desenvolver-se (BRANCO et al, 2020). Neste sentido, é preciso que formuladores de políticas educacionais nos diversos níveis, bem como os gestores escolares, considerem a necessidade de atualização permanente dos docentes.

Uma vez que decisões sobre diretrizes educacionais e investimentos, sobretudo quanto a aquisição de recursos de informática e comunicação digital nas escolas, predominantemente fogem à alçada dos gestores escolares, reitera-se a necessidade de desenvolvimento da política pública educacional mediada por TICs em cascata. Assim, deve-se buscar que o uso dos SIBCs ocorra em consonância com as prioridades educacionais, por meio de atividades de gestão articuladas entre os diversos níveis do sistema educacional, tendo por finalidade obter um arranjo eficaz e eficiente.

Por este motivo, deve-se contemplar o planejamento da integração dos recursos de TICs no contexto educacional, não só em termos de infraestrutura e desenvolvimento de pessoal, bem como de provimento do suporte técnico às escolas e no estabelecimento de avaliações baseadas nos resultados escolares (JHUREE, 2005).

2.3 ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS

O DEA teve sua origem na década de 70 com a proposta de medida de eficiência de unidades de tomada de decisão de Charnes, Cooper e Rhodes (1978) para avaliação de uma política pública educacional. Essa medida de eficiência foi baseada na medida de eficiência de Farrell (1957). Os autores propuseram um modelo apropriado para aferir a eficiência técnica de organizações com múltiplos insumos e produtos, como escolas, sendo uma solução alternativa aos métodos tradicionais de avaliação de eficiência. Esse modelo é especialmente adequado para organizações sem fins lucrativos, em que não é possível conhecer os preços dos insumos e produtos (CHARNES; COOPER; RHODES, 1978; RAY, 2004).

Partindo de construtos como o da função de produção e de firmas, que pressupõem que as unidades de tomada de decisão (UTD) são sistemas de relacionamentos estabelecidos a partir de decisões sobre recursos alocados mediante atitude gerencial, o modelo é construído para admitir múltiplos insumos e produtos em um conjunto de unidades produtivas que utilizam um aporte tecnológico semelhante (CHARNES; COOPER; RHODES, 1978).

A abordagem é não paramétrica, pois não requer definição de parâmetros, o que é visto como uma de suas vantagens em comparação com as abordagens tradicionais para avaliar a eficiência em sistemas produtivos (RAY, 2004; RAPOSO, 2009). Consiste na resolução de problemas de programação linear com o objetivo de minimização ou maximização, respectivamente. O modelo pode ter duas orientações: ao insumo, em que o patamar eficiente é obtido quando uma quantidade fixada de produção é atingida, mediante redução dos insumos, ou; orientação ao produto, em que um conjunto de insumos é fixado para estimar o volume de produto que torne a unidade eficiente (RAY, 2004).

Se por um lado, não ser preciso especificar uma função de produção apresenta-se como uma vantagem (PEDRAJA-CHAPARRO et al, 1999; RAY, 2004), por outro, torna a qualidade do modelo demasiadamente sensível à qualidade dos dados, sobretudo os modelos determinísticos, como os tradicionais (EMROUZNEJAD; WITTE, 2010). Por esse motivo, é preciso realizar uma avaliação da qualidade dos dados para identificar dados faltantes ou não positivos, a fim de definir a abordagem de tratamento mais adequada. De acordo com Emrouznejad e Witte (2010), essa questão se torna ainda mais crítica em situações em que há dados coletados por métodos distintos, ou seja, primários e secundários, ou ainda, de fontes distintas.

O método, introduzido de forma pioneira por Charnes, Cooper e Rhodes (1978), conhecido como CCR, consiste em resolver um problema de programação fracionária por meio de uma programação linear equivalente (RAY, 2004), a partir do qual se obtém o escore de eficiência relativa para cada UTD. Ou seja, para cada UTD, uma programação linear é solucionada, a qual procura pela combinação linear de outras UTD que produzem mais dado o mesmo nível de insumos (PEDRAJA-CHAPARRO et al, 1999).

Por meio da ponderação de entradas e saídas, calculada a partir do “*envelopamento*” dos dados observáveis (JESSON; MAYSTON; SMITH, 1987), é possível determinar a fronteira de eficiência produtiva, que consiste em uma isoquanta, ou seja, conjunto de possibilidades de produção (CHARNES; COOPER; RHODES, 1978). Neste conjunto estão definidos os pontos observáveis, compreendendo, sobre a fronteira de eficiência, as UTD consideradas eficientes, bem como os pontos geométricos correspondentes àquelas UTD consideradas ineficientes (RAPOSO, 2009).

O modelo CCR assume retornos constantes de escala e, por este motivo, os resultados da eficiência orientados a insumo e produtos são equivalentes (RAY, 2004; RAPOSO, 2009). Isso difere do modelo apresentado por Banker, Charnes e Cooper, conhecido como BCC, que assume retornos variáveis de escala (BANKER; CHARNES; COOPER, 1984), possibilitando a obtenção da eficiência técnica global, a qual compreende a eficiência técnica e a de escala (RAY, 2004). Ambos pressupõem que a tecnologia é convexa, o que significa que se há duas diferentes combinações de insumos para produzir uma determinada quantidade de produto, sua média ponderada produz pelo menos uma unidade de produto.

O problema de programação fracionária a ser resolvido pelo CCR orientado a produto consiste em:

$$Max h_0 = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{r0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i0}}$$

Sujeito às restrições:

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1; j = 1, \dots, n.$$

$$u_r, v_i \geq 0; \quad r = 1, \dots, s; \quad i = 1, \dots, m.$$

Onde y_{rj}, x_{ij} são, respectivamente, os positivos produtos e insumos da j -ésima UTD e $u_r, v_i \geq 0$ são os pesos das variáveis a serem determinadas pela solução do problema a partir

dos dados de todas as UTD que estão sendo usadas no conjunto de referência. A eficiência de um membro do conjunto de $j = 1, \dots, n$ UTD é então ranqueada relativamente às outras.

Em seguida, obtém-se o primal deste problema:

$$\text{Min } f_0 = \frac{\sum_{i=1}^m v_i x_{i0}}{\sum_{r=1}^s u_r y_{r0}}$$

Sujeito às restrições:

$$\frac{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}}{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}} \geq 1; \quad j = 1, \dots, n.$$

$$v_i, u_r \geq 0$$

A qual constitui um problema de formulação não linear não convexa que será substituído por seu dual, considerando:

$$\text{Max } z_0$$

Restringido por:

$$- \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j + y_{r0} z_0 \leq 0; \quad r = 1, \dots, s,$$

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

$$\lambda_j \geq 0; \quad j = 1, \dots, n.$$

A qual permite obter o ponto ótimo f_0^* ou h_0^* , bem como os pesos de $v_i^*, u_r^* \geq 0$.

O resultado obtido pela diferença entre a produção aferida de cada UTD e o seu ponto correspondente na fronteira de possibilidades de produção equivale à “folga” que precisaria ser preenchida para que esta se torne eficiente (CHARNES; COOPER; RHODES, 1978). Desta forma, de acordo com Pedraja-Chaparro *et al.* (1999), o DEA resulta em metas de melhoria significativas para as UTD ineficientes.

Os valores dos insumos e produtos ponderados são entendidos como observações de decisões passadas dos gestores das UTD, ou seja, com base nos padrões de decisões dos gestores, determinam-se os pesos dos vetores. Portanto, reconhece-se que as UTD eficientes são aquelas que possuem as melhores práticas (RAPOSO, 2009), ou seja, quando seu escore de eficiência equivale a 1 (CHARNES; COOPER; RHODES, 1978).

Esse escore só é atingido quando não é possível identificar nenhum grupo de UTD que produza mais com o mesmo nível de insumos (PEDRAJA-CHAPARRO et al, 1999). Portanto, o conceito de eficiência pressuposto pelo modelo é no sentido de Pareto-Koopmans, que assume que uma UTD somente poderá incrementar sua produção à medida que outra se torne menos eficiente (RAPOSO, 2009).

Apesar de Pedraja-Chaparro *et al.* (1999) argumentarem que uma das vantagens do DEA é não requerer um julgamento sobre a importância relativa dos insumos e produtos, verifica-se na literatura procedimentos para seleção de variáveis para o DEA. São notáveis o uso de métodos como a análise de componentes principais (RAPOSO, 2009), que consiste em um método estatístico que mensura a correlação entre variáveis e fornece uma gradação da intensidade dessa correlação, permitindo a redução de dados em modelos consistentes (MACKIEWICS; RATAJZAKM, 1992).

Outro método utilizado é o *I-P stepwise* exaustivo completo, que tem como premissa a seleção de variáveis pautada na máxima relação causal (z) entre insumos e produtos, obtida por meio de sucessivas seleções de combinações de insumo-produto (*I-P*) de maior eficiência média observada por meio de cálculos do DEA (SENRA et al., 2007). Primeiramente, todas as combinações de pares de insumo e produto são testadas por meio do DEA, procedimento que permite identificar o par com maior eficiência média. Em seguida, acrescenta-se uma das variáveis por vez e verifica-se o quanto cada acréscimo de eficiência média é significativo (SENRA et al., 2007). Desta forma, é possível eliminar as variáveis menos significativas e essenciais no tocante ao incremento de eficiência média no modelo.

O DEA tem sido usado para avaliar diversos tipos de atividades produtivas, sendo aplicado para medir desde a eficiência energética (MARDANI, 2017), de projetos (BERJIS; SHIROUYEHZAD; JOUZADANI, 2020), de sistemas de informação (ČIKOVIĆ; LOZIĆ, 2022), e, em especial, de atividades sem-fins lucrativos como saúde (FURTADO, 2014) e educação, em linha com a proposta de Charnes, Cooper e Rhodes (1978).

Observa-se na literatura a realização de pesquisas que aplicam o DEA para avaliar o ensino secundário em diversos países, como Itália, Canadá e Reino Unido (AGASISTI, 2013; OUELLETTE, P.; VIERSTRAETE, 2005; BARNETT et al. 2002). No entanto, é notável que as pesquisas brasileiras são predominantes no recorte do ensino fundamental (RAPOSO, 2009; SARTORI; SITJA; NETO, 2021; PIRAN; LACERDA; CARDOSO, 2021).

Quadro 1- Variáveis utilizadas na literatura para avaliação do ensino secundário.

Tipo	Variável	Tipo
Insumo	Quantidade de docentes (bruto, razão por estudante ou inverso da razão por estudante)	Burney et al., 2013; Haelermans; Ruggiero, 2017; Piran; Pacheco Lacerda, Gois Cardoso, 2021; Mou; Atkinson; Marshall, 2019; Ouellette, Vierstraete, 2005; Agasisti, 2013.
Insumo	Carga horária dos docentes	Ouellette; Vierstraete, 2005.
Insumo	Formação dos docentes	Piran; Pacheco Lacerda, Gois Cardoso, 2021; Agasisti, 2013.
Insumo	% de estudantes em situação de vulnerabilidade social	Haelermans; Ruggiero, 2017.
Insumo	Computadores disponíveis por estudante	Piran; Pacheco Lacerda, Gois Cardoso, 2021; Agasisti, 2013.
Produto	Resultados de estudantes em exames de avaliação em escala	Aristovnik; Obadić, 2018; Haelermans; Ruggiero, 2017; Piran; Pacheco Lacerda, Gois Cardoso, 2021; Mou; Atkinson; Marshall, 2019; Agasisti, 2013.
Produto	Carga horária dos estudantes	Ouellette; Vierstraete, 2005.
Produto	Estudantes egressos	Burney et al., 2013
Produto	Evasão Escolar	Piran; Pacheco Lacerda, Gois Cardoso, 2021

É importante considerar os objetivos ao escolher as variáveis no DEA para medir a eficiência. (PEDRAJA-CHAPARRO et al, 1999). No contexto da política pública de ensino mediado por TICs, é recomendando que a avaliação ocorra em termos resultados educacionais (JHUREE, 2005). Essa abordagem está presente em variadas aplicações do DEA para avaliação do ensino secundário, conforme exemplificado no Quadro 1. Portanto, ao medir a eficiência do ensino mediado por TICs, é possível utilizar as variáveis já utilizadas na avaliação do ensino secundário como referência, uma vez que o uso de computadores é reconhecido como relevante para alcançar esses resultados, conforme observado no estudo de Agasisti (2013). No entanto, nenhum dos estudos analisados aqui utilizou insumos relacionados às AVAs. Ou seja, nenhum adotou variáveis para medir o uso de um software educacional.

3 O SISTEMA EDUCACIONAL ESTADUAL PÚBLICO

3.1 CONTEXTO HISTÓRICO DO ENSINO MÉDIO PÚBLICO NO BRASIL

O engajamento de estudiosos no campo de educação, visando influenciar políticas públicas educacionais no Brasil, ganhou destaque a partir das décadas de 1920 e 1930, quando o movimento dos “*pioneiros da escola nova*” conseguiu influenciar a constituição de 1937 (PINHEIRO, 2015). No entanto, somente em 1942 que foi estabelecida a conhecida “*lei orgânica do ensino médio*” pelo então Ministro da Educação e Saúde Gustavo Capanema (BRASIL, 1942). Essa lei instituiu o ensino médio, ou secundário, em dois ciclos: o ciclo ginásial, que habilitava o estudante ao ensino profissional, e o ciclo colegial, que era subsequente ao ciclo ginásial. Somente após conclusão do ciclo colegial, os estudantes estariam habilitados a ingressar no nível superior (BRASIL, 1942).

Inicialmente, não havia instrumentos de planejamento educacional formais e articulados de forma a compreender um projeto nacional. Essa realidade se estende até 1961, ano em que foi promulgada a primeira Lei de Diretrizes e Bases para a educação (LDB), após treze anos de tramitação no congresso. Essa lei foi influenciada por um movimento semelhante ao dos “*pioneiros da escola nova*” (PASINATO; SOUZA, 2018). De acordo com Marchelli (2014), a função da LDB é regulamentar os dispositivos constitucionais relacionados à educação. Ela também institui o Conselho Federal de Educação (CFE) e os Conselhos Estaduais de Educação (CEE), formados de membros com experiência e conhecimento em educação, indicados pelo presidente da República e pela autoridade competente dos estados, conforme legislação estadual específica (BRASIL, 1961; MARCHELLI, 2014).

Neste mesmo ano, o CFE elaborou o primeiro plano nacional de educação (I PNE), que foi substituído no ano subsequente pelo plano trienal de educação (SOUZA, 2020). Uma década depois da promulgação da primeira LDB para a educação e quatro anos após a constituição

federal instituída no período da ditadura militar, foi promulgada a segunda Lei de Diretrizes e Bases para a educação. A Lei 5.692 de 1971 modificou o ensino secundário, até então formatado em ciclos, para a configuração seriada que perdura até os momentos atuais. Neste contexto, marcado pela resistência ao autoritarismo, educadores progressistas reiteraram a importância de integração das etapas da jornada escolar no período, até então pouco alcançada em termos de coordenação da expansão da educação pública balizada por diretrizes nacionais (PAULILO, 2007).

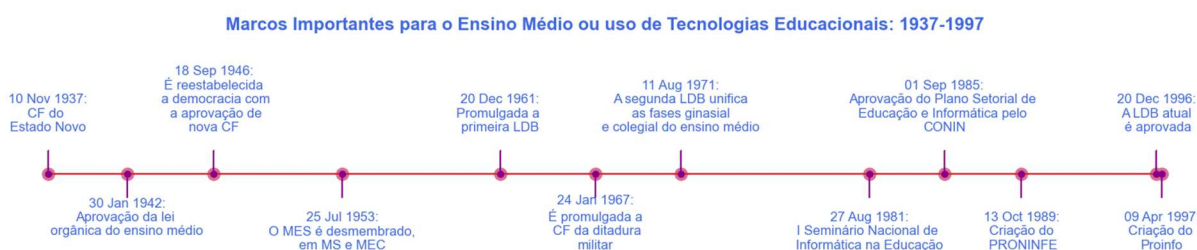
Por outro lado, a partir do segundo plano nacional de desenvolvimento, com vigência de 1975 a 1979, as tecnologias educacionais começam a ganhar espaço nos instrumentos de planejamento para o sistema de ensino brasileiro (OLIVEIRA, 1993). Inicialmente, foram evocadas as tecnologias de comunicação em massa como a TV e o rádio. Somente em 1980 as TICs e o uso de computadores começaram a ser discutidos como estratégia educacional (MEC, 2019), inicialmente por meio de um planejamento centralizado voltado para o ensino superior. O projeto EDUCOM foi resultado desse movimento inicial, tendo por alvo o ensino secundário e sendo executado por algumas universidades federais em parceria com as Secretarias de Educação dos Estados, incluindo a Universidade Federal de Pernambuco (MORAES, 1993; OLIVEIRA, 1993).

Em meados dos anos 1980, em consonância às iniciativas de inclusão de artefatos tecnológicos nas escolas públicas, surgiram questionamentos mais amplos sobre a adequação do currículo escolar às necessidades produtivas do Brasil. Esse debate abrangeu as configurações do sistema educacional público mediado por tecnologias educacionais, em especial sobre o uso da tecnologia e comunicação (INEP, 2010; PAULILO 2007). Além disso, houve uma ampliação da discussão sobre a participação democrática da sociedade no planejamento educacional (PINHEIRO, 2015).

Nesse contexto, a incipiente democracia brasileira é refletida na baixa articulação entre os órgãos públicos responsáveis pela concepção do projeto EDUCOM em Pernambuco e os profissionais de educação encarregados de sua execução em 1988 (OLIVEIRA, 1993). No ano seguinte, emerge o Programa Nacional de Informática Educativa (PRONINFE), cujo objetivo era desenvolver a informática educativa com base em fundamentos pedagógicos, abrangendo os três níveis de educação e a educação especial (MORAES, 1993). Com esse propósito, propunha-se equipar infraestruturas de suporte para habilitação de núcleos para pesquisa e desenvolvimento das políticas de informática na educação, incluindo a capacitação contínua dos docentes (MORAES, 1993).

Em 1996, ocorreu uma atualização da Lei de Diretrizes e Bases da Educação, que está em vigor até os dias de hoje. Essa atualização trouxe a inclusão da educação pré-escolar, fundamental e médio na educação básica. No início, foi estabelecida a ampliação progressiva da obrigatoriedade e gratuidade para o ensino médio (BRASIL, 1996). Após uma década, a lei foi modificada para assegurar a universalização do ensino médio gratuito (BRASIL, 2009). No ano seguinte, o Ministério da Educação (MEC) criou o Programa Nacional de Informática na Educação (Proinfo), em parceria com as Secretarias de Educação dos Estados e Municípios. Esse programa adotou uma configuração em que as Coordenações Estaduais eram responsáveis pelas ações de informatização nas escolas públicas sob sua jurisdição (MOTA et al., 2012).

Figura 1 - Linha do tempo de fatos marcantes para a política pública do ensino médio e de adoção das TICs na educação (1937-1997)



Fonte: Esta pesquisa (2023).

Quase uma década depois da criação do Proinfo, o ensino à distância foi regulamentado pelo Decreto 5.622 (BRASIL, 2005). De acordo com as diretrizes estabelecidas, o uso do ensino à distância para a educação básica é restrito às situações emergenciais ou de inviabilidade da educação presencial, ou ainda na forma de complemento do conteúdo ministrado presencialmente. Além disso, o regulamento prevê que atividades avaliativas e práticas sejam realizadas de forma presencial, sem estabelecer um sistema de avaliação específico para a modalidade.

Em 2007, o Proinfo passou por uma reformulação por meio do Decreto nº 6.300. Esse decreto tinha como objetivo promover o uso pedagógico das TICs nas redes públicas de ensino, tanto nas áreas urbanas e rurais. Ele estabeleceu uma gama de responsabilidades aos diversos atores, e em especial, atribuiu ao MEC à disponibilização de conteúdos educacionais, soluções e sistemas da informação. Além disso, exigia que as escolas aderentes ao programa

contemplassem o uso das TICs em seus projetos político-pedagógicos (BRASIL, 2007). Neste interim, é notável a adoção de um novo foco para o papel das TICs na educação, apresentando uma passagem de aprender a utilizar as TICs, para aprender conteúdos por meio das TICs.

Neste mesmo ano, a avaliação da política educacional ganhou evidência com a publicação do Plano de Desenvolvimento da Educação (PDE) em 2007 (RAPOSO, 2009). A partir do PDE, outros instrumentos na esfera estadual foram criados (RODRIGUES, 2018), em um contexto de esforços para alocação de recursos na educação intensificados desde a década de 1990, ainda que mais direcionados para o ensino fundamental e com resultados de desempenho praticamente estáveis (INEP, 2010). Desde então, sistemas de avaliação em nível nacional e outros subsistemas desenvolveram-se no Brasil, contribuindo para uma cultura de gestão educacional mais robusta. Santos e Silva (2019) ressaltam que esta consolidação ocorreu por meio do Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB), desenvolvido pelo INEP. Posteriormente, foi implementado o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) como uma medida adicional.

No ano seguinte, em 2008, foi lançado o bônus de Desempenho Educacional no âmbito do estado de Pernambuco (PERNAMBUCO, 2008). O decreto de nº 32.300 estabeleceu que esse bônus seria condicionado aos resultados do Índice de Desenvolvimento da Educação de Pernambuco (IDEPE), que é calculado com base em dois componentes. O primeiro é o Sistema de Avaliação Educacional de Pernambuco (SAEPE), que segue a metodologia do SAEB. O segundo componente é o fluxo escolar, que leva em consideração as taxas de aprovação, abandono e reprovação (PERNAMBUCO, 2008).

De acordo com Rodrigues (2018), desde então, o sistema educacional tem se desenvolvido, com base na concepção de qualidade de ensino, adotando amplamente indicadores de avaliação da educação básica. Uma vez firmado, o monitoramento passou a exercer influência sobre a organização pedagógica. No entanto, o desenvolvimento das políticas públicas educacionais enfrenta desafios como a integração entre os níveis de ensino e sustentabilidade desse modelo de gestão do sistema educacional, enfrentando entraves nas sucessivas reconfigurações da própria gestão pública, que enseja rupturas e descontinuidades (SILVA, 2020).

Após três anos do término do período de vigência do plano nacional de educação em 2011, foi sancionada a Lei nº 13.005 de 2014, vigente até o presente momento. Nesse instrumento, está previsto o programa nacional de renovação do ensino médio, garantindo-se a aquisição de equipamentos e laboratórios, bem como a formação continuada dos docentes e

articulação com instituições acadêmicas, esportivas e culturais (BRASIL, 2014). De forma consistente ao recém aprovado plano nacional de educação, o plano estadual de educação do Estado de Pernambuco é sancionado pela Lei nº 15.533 de 2015, que estabeleceu a promoção do uso pedagógico das TICs no ensino médio. O plano aborda metas como a universalização do acesso à internet em banda larga de alta velocidade e o aumento da proporção entre computadores e estudantes na escola. Além disso, firma o compromisso de garantia da formação continuada a docentes e pessoal de apoio para o uso de tecnologias da informação, bem como de informatizar integralmente a gestão das secretarias de educação municipais e estadual, bem como das escolas públicas (PERNAMBUCO, 2015).

O uso estratégico das TICs no ensino secundário foi consolidado pela Lei nº 13.415 de 2017 (BRASIL, 2017). Além de fixar a possibilidade de os sistemas de ensino realizarem convênios com instituições de educação à distância, a lei admite como uma das formas de comprovação, para fins de cumprimento das exigências curriculares, cursos realizados presencialmente mediados por tecnologias educacionais (BRASIL, 2017).

Através dessa alteração, o dispositivo também reorganiza o currículo do ensino médio, incluindo itinerários formativos à escolha do estudante. Essa mudança, ancorada no plano nacional de educação, visa ampliar o ensino integral (FERRETTI, 2017). No entanto, alguns pesquisadores apontam que essa abordagem fortalece uma orientação excessiva e restritiva em relação à preparação dos estudantes para um segmento do mercado de trabalho pouco qualificado, uma vez que reduz o número de disciplinas obrigatórias, comprometendo a base do estudante no ensino médio regular. Além disso, essa abordagem limita as opções de carreira dos estudantes, uma vez que recorre à especialização sob responsabilidade do estudante.

Por outro lado, ao fomentar a ampliação das horas de estudo na modalidade de ensino em tempo integral, esse modelo acaba gerando desigualdades, pois os estudantes que trabalham durante a idade escolar têm menos oportunidades de aprendizado e acesso a um escopo limitado de experiências e conhecimento (CHAMORRO et al, 2019).

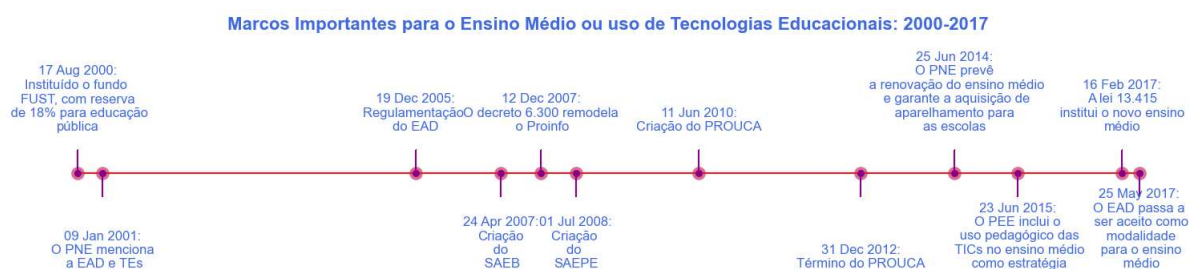
As rupturas com a lógica de construção da base curricular anterior, que admitem a flexibilização e autonomia dos estudantes na escolha das trilhas formativas, são justificadas pela necessidade de tornar o ensino médio mais atraente aos jovens e, assim, mitigar uma das causas da evasão escolar dos estudantes (FERRETTI, 2017). A regra de atribuir às escolas quais trilhas ofertar é baseada no pressuposto de que isso promoverá uma melhor adequação às necessidades produtivas e culturais locais, estimulando a autonomia da gestão escolar.

No entanto, como aponta Ferretti (2017), o currículo em si é apenas uma das causas da evasão escolar nessa etapa da educação básica. É necessário considerar outros fatores, como a falta de condições econômicas das famílias dos estudantes, a violência doméstica e nas escolas, bem como a falta de recursos para o desempenho da atividade pedagógica, incluindo infraestrutura adequada e formações para desenvolvimento do capital humano dos docentes e gestores. Neste sentido, a Lei n.º 13.415 de 2017 mostra-se limitada e não há articulação com outros dispositivos que abordem essas questões.

Considerando as restrições impostas aos investimentos públicos, estabelecidas pela emenda constitucional nº 95/2016 para o período de 20 anos, como parte das medidas instituídas pelo governo do ex-presidente Temer, é evidente a contradição da política pública da época, a qual sequer previa ou condicionava o incentivo aos estados a investirem em infraestrutura adequada para a atividade pedagógica. Desta forma, o entusiasmo quanto à efetividade da política pública torna-se frágil, já que está sendo implementada sem considerar o redesenho estrutural necessário às próprias escolas, as quais por vezes já se encontram, neste aspecto, defasadas.

Ainda em 2017, foi sancionado o Decreto 9.057, que estabelece um novo regulamento para a EAD e a admite para o ensino médio, mantendo a restrição de adoção da modalidade apenas em casos emergenciais para o ensino fundamental e infantil (BRASIL, 2017).

Figura 2 - Linha do tempo de fatos marcantes para a política pública do ensino médio e de adoção das TICs na educação (2000-2017)



Fonte: Esta pesquisa (2023).

Em 2020, enquanto países como China, Canadá e Portugal instituíram políticas nacionais para lidar com a situação pandêmica mundial, o Brasil não conseguiu implementar um projeto federal abrangente, limitando-se apenas à autorização do ensino remoto com a Lei nº 14.040/2020. Portanto, coube aos Estados e Municípios a implementação de ações para

continuidade do ensino e aprendizagem no contexto de isolamento social, culminando em uma diversidade de estratégias (VIEIRA; RICCI, 2020).

Essa mudança abrupta para o ensino remoto causou uma ruptura significativa na modalidade de ensino presencial, pressionando o mundo para uma intensificação de práticas habilitadas por tecnologias da informação (MEINCK; FRAILLON; STRIETHOLT, 2022; BURCI et al, 2020). A tendência para a transformação digital na educação, no sentido de adoção de novos processos pedagógicos mediados por TICs, até poucos anos restrita a iniciativas isoladas no ensino profissionalizante e superior, sendo pouco difundidas no âmbito da educação básica pública, tornou-se imediata e imprescindível para o desenvolvimento da estratégia de ensino em resposta à situação emergencial de saúde pública instaurada desde março de 2020 (BURCI et al, 2020; VIEIRA; RICCI, 2020), e, encerrada apenas em maio de 2023.

Após três meses da declaração do estado emergencial, em junho de 2020, foi apresentado o projeto de Lei nº 3.477/2020, acerca da disponibilização de recursos para garantir o acesso à internet e viabilizar a educação mediada por TICs. A justificativa do projeto endossa que o grande gargalo ao desenvolvimento da política pública educacional é o acesso à internet, apesar de não apresentar análises quantitativas a respeito. Apenas um ano depois, esse projeto foi convertido na Lei nº 14.172/2021, que destinava recursos de R\$ 3.501.597.083,20 aos Estados e Municípios, com o objetivo de garantir a oportunidade de acesso à internet por estudantes e docentes, a ser executado no exercício financeiro vigente à época. O foco principal desse investimento era a aquisição de soluções de conectividade móvel para a realização e o acompanhamento de atividades pedagógicas não presenciais (BRASIL, 2021), com prioridade para os estudantes do ensino médio.

Em janeiro de 2022, foi sancionado o Decreto nº 10.952, que estabelecia critérios para transferência automática dos recursos financeiros provenientes da Lei nº 14.172/2021. Somente em maio do mesmo ano, por meio da Lei nº 14.351 em 2022, foi instituído o programa “*Internet Brasil*”, que permitia a utilização excepcional dos recursos destinados à contratação de soluções de conectividade móvel, conforme previsto na Lei nº 14.172, com a finalidade de promover o acesso gratuito à internet em banda larga móvel para estudantes da educação básica. A abrangência do programa foi ampliada, contemplando principalmente estudantes de escolas públicas, comunidades indígenas e quilombolas, além de alunos de escola especial sem fins lucrativos, desde que sejam integrantes de famílias inscritas no Cadastro Único para Programas Sociais do Governo Federal (CadÚnico) (BRASIL, 2022).

Reitera-se, então, o escopo restrito de oferecer acesso gratuito à internet em banda larga móvel, com o intuito de viabilizar o acesso aos estudantes a recursos digitais, ampliar sua participação em atividades pedagógicas a distância, promover a inclusão digital de famílias e estudantes, e apoiar a execução das políticas públicas digitais do governo (BRASIL, 2022). Desta forma, o dispositivo estabelece as responsabilidades do Ministério das Comunicações em relação à operacionalização e avaliação da política pública, enquanto atribui ao MEC a função de apoio à gestão, monitoramento e avaliação do programa. Além disso, são definidas as fontes de recurso e o regramento para que Estados e Municípios possam captar e utilizar os valores na execução do programa.

Figura 3 - Linha do tempo de fatos marcantes para a política pública do ensino médio e de adoção das TICs na educação (2020-2023)



Fonte: Esta pesquisa (2023).

Por fim, em 2023, é sancionada a Lei nº 14.533, que institui a Política Nacional de Educação Digital. Com essa lei, são incluídas redações específicas sobre a educação digital na LDB, garantindo o acesso à educação digital e a conectividade de todas as instituições públicas da educação básica à internet de alta velocidade (BRASIL, 2023). A LDB passa a expressar o compromisso com o letramento digital, tendo em vista o desenvolvimento de jovens e adultos, produção digital, colaboração, segurança e resolução de problemas (BRASIL, 2023).

3.2 PROBLEMÁTICA DO ENSINO MEDIADO POR TICs EM PERNAMBUCO

A análise do ensino mediado por TICs requer uma compreensão abrangente do acesso às TICs, uma vez que a condição das regiões em que as escolas se localizam impactará as oportunidades de interação com esses recursos e, consequentemente, no letramento digital dos

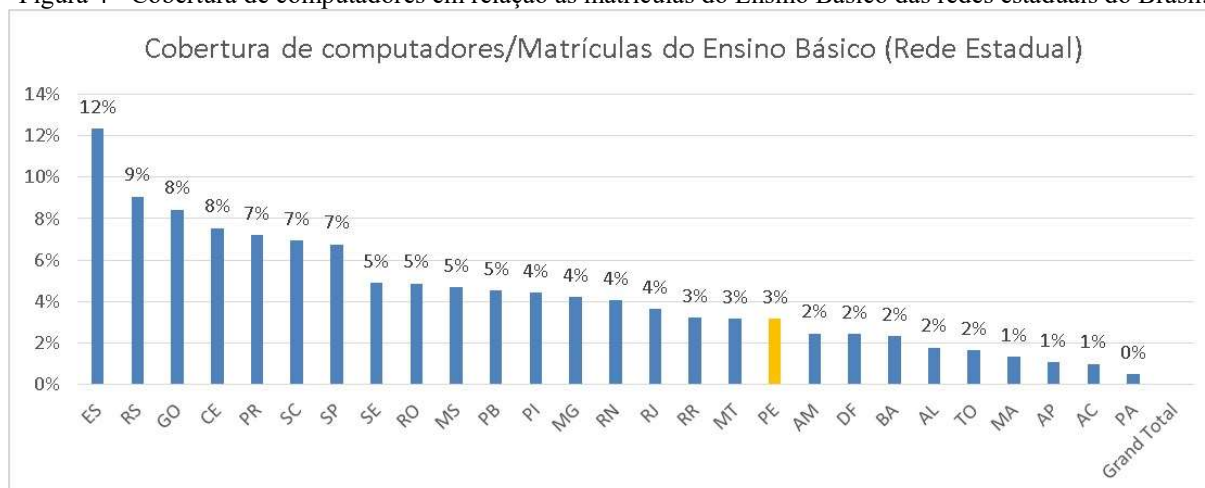
estudantes. Neste sentido, dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua anual (PNAD contínua), entre 2019 e 2021, revelam que, aproximadamente 24% de brasileiros com mais de dez anos passaram a ter acesso à internet neste período. Deste grupo de novos usuários, 32% não acessavam internet antes por “*falta de interesse*” (IBGE, 2022), o que revela um indicador importante para a compreensão da adesão ao uso.

No Nordeste brasileiro, o panorama apresentou uma variação entre 26% e 36% (IBGE, 2022) para os indicadores mencionados. Em relação aos dispositivos usados para acessar a internet, os telefones móveis celulares mantiveram a mesma porcentagem para o Brasil e Nordeste nos anos de 2019 e 2021 (99%), enquanto o uso de *tablets* e microcomputadores para acesso à internet teve uma redução no ano de 2021 em relação a 2019 da ordem de 2% para o Brasil e 10% para o nordeste (IBGE, 2022).

Por outro lado, observa-se um aumento proporcionalmente semelhante na quantidade de domicílios sem *tablet* e microcomputadores no Brasil (4%), no Nordeste (4%) e, em maior proporção, em Pernambuco (6%), durante o mesmo período (IBGE, 2022). Essa redução do acesso aos dispositivos computacionais, como *tablet* e microcomputadores, pode ser um reflexo do encarecimento desses itens, restrições de renda e deterioração do poder de compras das famílias ao longo desse período. Em 2021, 75% dos domicílios em Pernambuco não dispunham nem de *tablet* e nem microcomputador para acessar a internet (IBGE, 2022).

No tocante às escolas, em 2022, a média de matrículas cobertas por dispositivos computacionais nas redes estaduais de ensino foi de 4,3% (INEP; 2023). Pernambuco está abaixo dessa média, apresentando 3% de cobertura (INEP; 2023), sendo o décimo pior resultado quando comparado aos demais estados. Essa análise considera todos os dispositivos disponíveis para uso pedagógico nas escolas em relação ao total de matrículas da educação básica.

Figura 4 - Cobertura de computadores em relação as matrículas do Ensino Básico das redes estaduais do Brasil.



Fonte: Elaborado a partir de dados do INEP (2023)

Pernambuco destaca-se por ter a maior proporção de estudantes matriculados em regime de tempo integral no ensino médio em comparação ao restante do Brasil. Em 2020, no ensino público, 56% das matrículas em Pernambuco eram de estudantes em regime de tempo integral, enquanto no âmbito nacional esse número era de apenas 13% (INEP, 2021). Apesar das vantagens relativas, com maior carga horária de ensino e ampliação das oportunidades de aprendizagem para os jovens, é importante ampliar a análise considerando o alcance do público-alvo desta política pública.

Tabela 1 - Proporção de matrículas de ensino em tempo integral em relação ao total de matrículas no Brasil e Pernambuco

Ano	Brasil	Pernambuco
2010	1%	7%
2020	13%	56%
Var.	759%	701%

Fonte: Elaborado a partir de dados do INEP (2011, 2021)

Bernado e Silva (2019) trazem uma reflexão sobre o alarmante dado do observatório do PNE, que 1,5 milhões de jovens de 15 a 17 anos estavam fora da escola. Desta forma, há de se considerar que historicamente o Brasil tem mantido suas matrículas no ensino médio em quantidades estáveis, enquanto que Pernambuco apresenta queda em sua cobertura. Comparando esses números com a projeção populacional para a faixa de pessoas de 15 a 19 anos para o Brasil, observa-se que a cobertura em 2020 apresenta uma variação mínima, de apenas -1% em relação a 2010 (IBGE, 2018; INEP, 2020).

No entanto, em Pernambuco, o cenário é de um decréscimo de 15% (IBGE, 2018; INEP, 2020). Há uma redução expressiva na cobertura do estado de Pernambuco ao longo dos anos, apesar de ser o estado com maior proporção de estudantes em regime de tempo integral. Em 2017, essa queda é ainda mais expressiva, representando uma redução de 23% em relação ao início da série analisada. Embora tenha havido uma recuperação nos anos subsequentes, não foi suficiente para retornar ao resultado do início da série.

Tabela 2 - Comparação do número de matrículas em razão da projeção populacional de jovens na faixa de 15 a 19 anos para Brasil e Pernambuco.

Ano	Brasil	Pernambuco
2010	49%	52%
2011	49%	49%
2012	48%	47%
2013	48%	46%
2014	48%	46%
2015	47%	43%
2016	47%	43%
2017	47%	40%
2018	47%	42%
2019	46%	42%
2020	48%	44%
Média	48%	45%

Fonte: Elaborado a partir de dados do IBGE (2011-2021) e INEP (2011-2021)

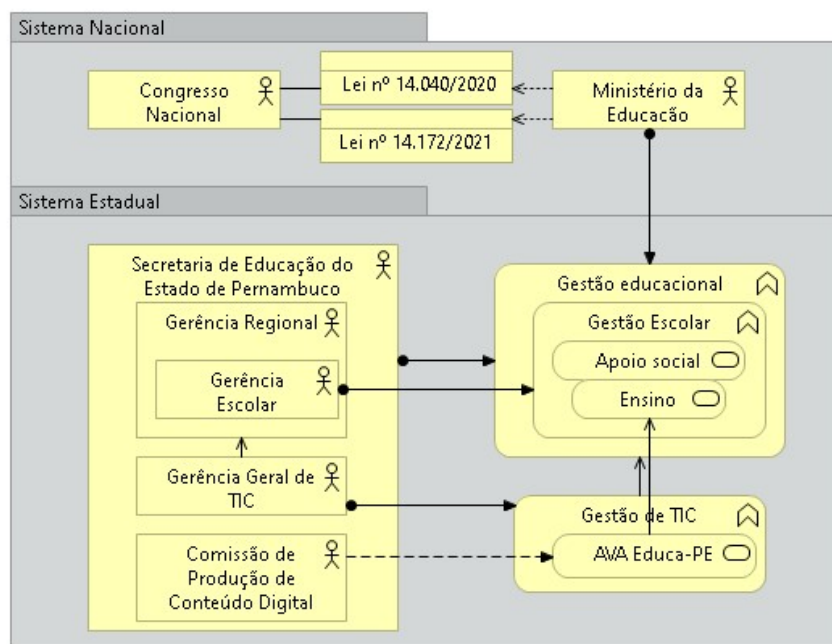
Outro ponto notável é o menor incremento no contingente de docentes nesta mesma comparação. Em Pernambuco, houve um aumento de 22% no contingente de docentes em 2020 quando comparado a 2010, enquanto o incremento de docentes na rede pública estadual foi da ordem de 36% no Brasil neste mesmo período.

No tocante ao uso de AVAs, embora a rede estadual de Pernambuco já tivesse um histórico desde 2001 para a educação profissional (PERNAMBUCO, 2015), apenas em 2020 essa solução foi implementada para toda as modalidades do ensino médio e anos finais do fundamental. Apesar do intervalo de cerca de cinco anos meses entre o início do período pandêmico e a autorização por lei do uso das TICs para o ensino remoto, a solução do AVA para continuidade do ensino em Pernambuco ocorreu em maio de 2020.

Além disso, a decisão de desenvolver o software pela Secretaria de Educação do Estado de Pernambuco mostrou-se mais econômica do que a alternativa de desenvolvimento ou aquisição e implementação pelas próprias escolas. Isso ocorreu devido à redução marginal dos custos de desenvolvimento, produção de conteúdo e processamento de dados em virtude da escala. Além disso, o *know how* necessário para o desenvolvimento já estava disponível na rede estadual pernambucana, o que permitiu maior agilidade na implementação da solução.

Para proceder à implementação da solução no contexto emergencial, parte da estrutura organizacional foi mobilizada para agir coordenadamente. A Figura 5 ilustra o conjunto de papéis e funções dentro da estrutura administrativa da educação do Estado de Pernambuco, que teve um papel de destaque no desenvolvimento do ensino mediado pelo AVA Educa-PE.

Figura 5 - Papéis e funções componentes da arquitetura do negócio de Ensino Mediado pelo AVA Educa-PE.



Fonte: Esta pesquisa (2023).

A Figura 5 torna explícito os atores, funções, serviços e dispositivos legais mais relevantes para compreensão do serviço do AVA Educa-PE. No âmbito estadual, a Secretaria de Educação mobilizou as Gerências das Regionais, que desempenham funções da Gestão Educacional e Gerências Escolares, responsável pela Gestão Escolar. A Gestão Escolar é parte integrante da Gestão Educacional, sendo responsável por sua realização. É notável que os serviços diretamente gerenciados pela Gerência Escolar, no cumprimento de sua função, são de Apoio social e Ensino.

O serviço de Ensino, conforme ilustrado na Figura 5, é prestado pelo AVA Educa-PE. Nesse sentido, a função da Gestão de TICs serve à Gestão educacional e de seus componentes. O papel da Gerência Geral de TICs, da Secretaria de Educação do Estado de Pernambuco, é responsável pela Gestão das TICs, a partir da qual é provido o serviço do AVA é fornecido. No entanto, a produção de conteúdo, ou seja, o abastecimento da ferramenta, é realizada por uma Comissão de Produção de Conteúdo Digital, que foi estabelecida devido à situação emergencial.

Desta forma, o gestor escolar está contido numa estrutura que gerencia o sistema educacional em nível estadual e nacional. O Congresso Nacional e a Presidência autorizaram, por meio das Leis n.º 14.040/2020 e n.º 14.172/2021, respectivamente o ensino remoto e recursos para conectividade móvel. Vale ressaltar que esses instrumentos legais foram sancionados com uma diferença de cinco meses e um ano e três meses após o início da pandemia. Portanto, coube à administração dos estados e municípios desenvolverem a política pública de ensino remoto no contexto emergencial, com respaldo legal tardio.

O gestor escolar da rede estadual pernambucana insere-se num contexto de articulação com a estrutura centralizada da Secretaria de Educação, no tocante à adoção do AVA para o ensino remoto. Além disso, ele teve de lidar com a falta dos recursos adequados para operacionalizar a solução, principalmente quando se trata da fatia de estudantes mais vulneráveis. Além disso, a qualificação dos docentes, sempre presente como fator crítico para o desempenho escolar nas pesquisas (CALDWELL, 2015), desponta nesse cenário como pautada no ensino tradicional, com formação docente direcionada ao ensino presencial (BURCI et al, 2020).

3.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

O ensino médio público brasileiro sofreu uma sequência de reconfigurações ao longo das oito décadas analisadas, e sua garantia só foi instituída em 2009 (BRASIL, 2009). Coincidentemente, nessa mesma época, as políticas sobre o uso de tecnologias educacionais mediadas por computador e o ensino à distância na educação básica já se mostram presentes na legislação brasileira.

Embora haja uma presença expressiva de políticas de uso de tecnologias educacionais nas redes de ensino em instrumentos de planejamento, tal como observado desde a década de 80, seu desenvolvimento inicial possuía uma conotação desenvolvimentista. O fato da política pública da educação mediada por TIC estar contida no PLANIN, que tem por objetivo promover a indústria informática no Brasil, deixa clara a intenção de tornar os estudantes aptos a usar e produzir TICs.

Apenas a partir dos instrumentos de planejamento dos órgãos governamentais responsáveis pelos sistemas de ensino é que se vislumbra uma articulação explícita entre o desenvolvimento de atividades pedagógicas e o uso de tecnologias educacionais. Esse movimento ocorre a partir do PNE de 2014-2024 e, em nível estadual, do PEE de Pernambuco

de 2015-2025. As tecnologias educacionais são contextualizadas como estratégias para alcance das metas educacionais traçadas pelos formuladores, em consonância com outras estratégias de infraestrutura previstas em legislação.

Embora a avaliação dos resultados educacionais venha se desenvolvendo desde meados dos anos 2000, e a discussão acerca das tecnologias educacionais já tivesse um histórico, principalmente no que diz respeito à educação básica, nos instrumentos analisados não há uma avaliação específica do ensino mediado por TICs, nos moldes das avaliações externas, por exemplo.

Em 2017, com o advento do novo ensino médio e permissão do ensino à distância na educação básica, novas potencialidades de desenvolvimento educacional se tornaram possíveis para as redes de ensino públicas. No entanto, o modelo vigente era conservador, coexistindo com algumas iniciativas em conformidade com o formulado na Lei nº 13.415 de 2017. Somente com a aprovação da PNED, em 2023, é que se estabelece a diretriz para que o INEP avalie os resultados da educação digital no âmbito da educação básica (BRASIL, 2023).

Portanto, demanda-se políticas públicas educacionais eficientes em termos de letramento digital e igualdade de oportunidades de acesso às TICs e aprendizagem para os jovens pernambucanos, a fim de torná-los competitivos. A avaliação de eficiência é imprescindível para nortear as ações em sistemas educacionais em escala, considerando as restrições de infraestrutura, de acesso a computadores ou *tablets* nos domicílios pernambucanos e outros percalços históricos, como as dificuldades de manter os estudantes na rede escolar.

Neste sentido, a avaliação de eficiência do ensino mediado por TICs, considerando os recursos de informática e comunicação digital disponíveis e o desempenho do processo de ensino, é fundamental. Por meio dela é possível conhecer os níveis de insumos ideais, bem como, identificar quais escolas adotam práticas que levam a melhores resultados escolares. Esse conhecimento aplica-se para a formulação de diretrizes úteis ao desenho mais eficaz da política pública, por meio da definição de caminhos que a tornem mais eficiente em termos globais.

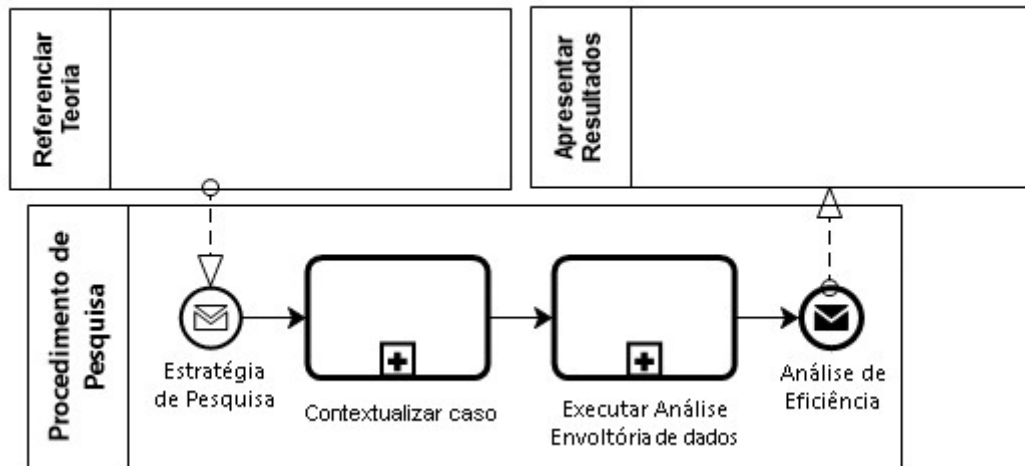
4 PROCEDIMENTOS METODOLOGICOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO E PROCEDIMENTO OPERACIONAL DA PESQUISA

Este estudo segue um formato quantitativo ao estabelecer pressupostos para as relações de produção no ensino mediado por TICs, os quais foram verificados (CRESWELL, 2014). Além disso, dedica-se a compreender a aplicação da DEA como instrumento avaliativo do processo escolar mediado por TICs no ensino médio público em Pernambuco. A pesquisa tem natureza aplicada e cunho descritivo, uma vez que intenciona gerar conhecimentos científicos contributivos para a compreensão de um problema específico (SILVA; MENEZES, 2005), neste caso, a avaliação quantitativa do ensino mediado por TICs.

Foi realizado o referencial teórico, no qual foram articulados os principais conceitos presentes na literatura sobre o uso de TICs, sua aplicação no contexto educacional, a gestão de ambos e o uso do DEA, sobretudo para avaliação de políticas educacionais. Essa etapa inicial é essencial para fundamentar empiricamente a aplicação da teoria da DEA, que se desenvolve a partir do constructo da função de produção (RAY, 2004). Por meio dessa etapa, ilustrada na Figura 6 como o processo “*Referenciar Teoria*”, foram levantadas as variáveis de insumo e produtos com a finalidade de avaliar a eficiência das escolas, por meio de revisão da literatura disponível em artigos científicos. Desta forma, foi possível elaborar a estratégia de pesquisa para execução dos processos subsequentes.

Figura 6 - Desenho do procedimento de pesquisa.

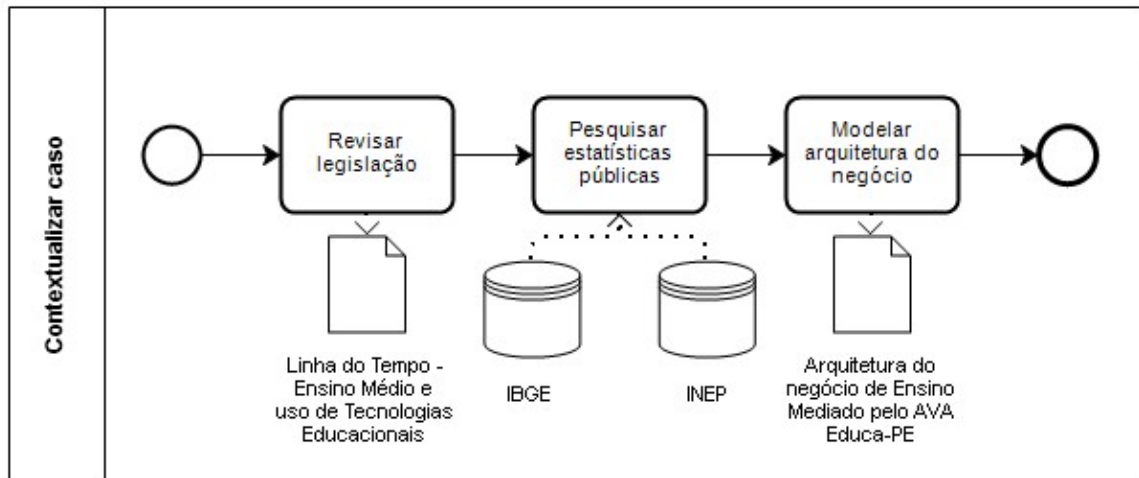


Fonte: Esta pesquisa (2023).

Em seguida, foi executado o subprocesso “*Contextualizar caso*”, que consistiu em uma pesquisa documental, sobretudo da legislação, acerca do desenvolvimento do sistema educacional brasileiro, sob o enfoque do ensino médio e da adoção das TICs na rede pública. Os marcos históricos relevantes ao entendimento da problemática foram sintetizados. Além disso, neste processo, também foi feito um levantamento de estatísticas públicas disponíveis relacionadas ao tema.

A pesquisa foi conduzida utilizando bases de dados disponíveis aos cidadãos, como o Censo Escolar do INEP e a PNAD Contínua do IBGE. Por fim, de posse das informações mencionadas, foi elaborado um desenho da arquitetura do negócio, construído para explicitar os principais papéis e serviços relacionados ao ensino mediados pelo AVA Educa-PE em Pernambuco, com base no fenômeno ocorrido em 2020.

Figura 7 - Processo Contextualizar caso



Fonte: Esta pesquisa (2023).

O processo “*Contextualizar caso*” permitiu o entendimento da problemática em análise, fundamentada em base conceitual, provendo uma construção prática para a interpretação dos resultados de eficiência a serem analisados. Em seguida, foi possível executar o processo “*Executar Análise Envoltória de dados*”, descrito na seção 4.2.

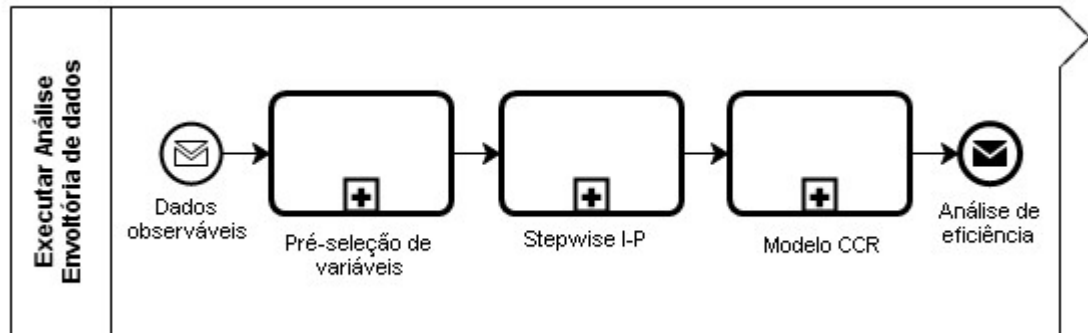
O modelo escolhido foi o CCR (1981), orientado a produto, uma vez que a pesquisa se dedica à problemática de maximização da produção, considerando os insumos fixos. Esse modelo assume convexidade na fronteira de eficiência e retornos constantes de escala (CHARNES; COOPER; RHODES, 1978), o que tem por vantagem a definição de metas mais desafiantes, conhecidas como *benchmarks* (JOHNES; PORTELA; THANASSOULIS, 2017). A opção foi feita por se tratar de um modelo que não requer informação dos preços dos insumos e produtos, adequando-se a problemática de avaliação de políticas públicas como a educacional, com caráter sem fins lucrativos.

4.2 APLICAÇÃO DA ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS

Nesta seção, é apresentado o processo “*Executar Análise Envoltória de dados*” no contexto da pesquisa. Esse processo é composto por três subprocessos “*Pré-Seleção de*

Variáveis”, “*Stepwise I-P*” e “*Modelo CCR*”, conforme ilustrado na Figura 8. Cada subprocesso é detalhado nas subseções 4.2.1, 4.2.2 e 4.2.3, respectivamente.

Figura 8 - Processo Executar Análise Envoltória de dados.

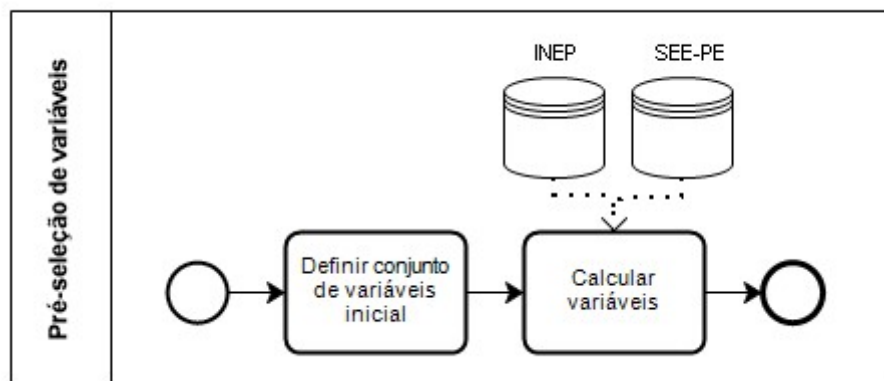


Fonte: Esta pesquisa (2023).

4.2.1 Pré-seleção de variáveis

No subprocesso “*Pré-seleção de variáveis*”, abordado na Figura 9, foram consideradas as variáveis utilizadas em estudos anteriores que aplicaram a DEA, sobretudo no contexto do ensino secundário, como referência inicial.

Figura 9 - Processo de Pré-seleção de variáveis.



Fonte: Esta pesquisa (2023).

Foi utilizada a Secretaria de Educação do Estado de Pernambuco como uma das fontes de dados, conforme solicitado com base na Lei nº 14.804 de 2012, conhecida como Lei de Acesso à Informação. A Secretaria de Educação do Estado de Pernambuco forneceu

microdados que continham informações granulares por estudante/docente. Para garantir a privacidade dos indivíduos, os identificadores de cada estudante/docente foram mascarados por meio de processo de anonimização, em conformidade com a Lei nº 13.709 de 2018, conhecida como Lei Geral de Proteção de Dados. Outra fonte utilizada foi o censo escolar, que é uma publicação periódica de microdados realizada pelo INEP.

Ao todo, foram utilizados treze conjuntos de dados, sendo 11 disponibilizados pela Secretaria de Educação do Estado de Pernambuco e os demais obtidos pelo *website* do INEP. A produção das variáveis para o modelo foi feita de observando-se os objetivos de medição e a modelagem inicial, apresentada na seção 2.3, referente à literatura já existente acerca da aplicação do DEA em escolas. Foram adicionadas variáveis relacionadas ao uso do AVA Educa-PE, ao planejamento pedagógico e ao regime de ensino em tempo integral.

Durante o processo de manipulação dos dados disponibilizados, alguns ajustes foram realizados nas métricas das variáveis para melhor adequação à realidade dos dados. O conjunto resultante de variáveis incluiu dez variáveis de insumo e três variáveis de produto.

O tratamento dos dados foi realizado utilizando o *software* gratuito Anaconda, por meio da aplicação *Jupyter Notebook* e da linguagem de programação *Python* 3.10. O pacote *Pandas* foi utilizado para realizar os procedimentos, que foram divididos em três etapas: produção das variáveis dos estudantes, produção das variáveis dos docentes e produção das variáveis do modelo por escola.

Quadro 2 - Variáveis produzidas no processo de Pré-seleção

Id	Variável	Descrição	Conjunto de Dados/ Fonte
IN01	computadoresmóveisEstudante	Razão da quantidade de dispositivos móveis disponíveis na escola em relação ao total de matrículas dos estudantes (<i>tablets, notebooks e netbooks</i>)	Censo Escolar/ INEP
IN02	matrículasEstudanteintegral	Razão de matrículas de estudantes na modalidade Ensino Médio Integral em relação ao total de matrículas de estudantes	SIEPE/ SEE-PE
IN03	proporçãoDocentesformaçãoTIC/ TE	Razão de docentes com formação em TICs ou em Tecnologia Educacional fornecidas pela própria Secretaria de Educação do Estado em relação ao total de docentes ativos	AVA Educa-PE/ SEE-PE Censo Escolar/ INEP
IN04	quantidadeAcessosestudantesAV A	Média de acessos realizados pelos estudantes ao ambiente virtual de aprendizagem Educa-PE	AVA Educa-PE/ SEE-PE Censo Escolar/ INEP

IN05	visualizaçõesConteúdoestudantesAVA	Média das visualizações de conteúdo realizadas pelos estudantes no ambiente virtual de aprendizagem Educa-PE	AVA Educa-PE/ SEE-PE Censo Escolar/ INEP
IN06	quantidadeAcessosdocentesAVA	Média de acessos realizados pelos docentes ao ambiente virtual de aprendizagem Educa-PE	AVA Educa-PE/ SEE-PE SIEPE/ SEE-PE
IN07	visualizaçõesConteúdodocentesAVA	Média das visualizações de conteúdo realizadas pelos docentes no ambiente virtual de aprendizagem Educa-PE	AVA Educa-PE/ SEE-PE SIEPE/ SEE-PE
IN08	docentesUsuáriosAVA	Razão entre os docentes que acessaram ao AVA Educa-PE em relação ao total de matrículas dos estudantes	AVA Educa-PE/ SEE-PE Censo Escolar/ INEP
IN09	quantidadedeDocentes	Razão de docentes ativos nas escolas em relação ao total de matrículas de estudantes	Censo Escolar/ INEP
IN10	atualizaçãoPPP	Escolas com Proposta Política Pedagógica atualizada no último ano (Binária: 1 - Sim, 0 - Não)	Censo Escolar/ INEP
PR01	mediadaProficiênciaLP	Média dos resultados obtidos pelos estudantes pelo Sistema de Avaliação da Educação de Pernambuco (SAEPE) em língua portuguesa	SAEPE/ SEE-PE
PR02	mediadaProficiênciaMT	Média dos resultados obtidos pelos estudantes pelo Sistema de Avaliação da Educação de Pernambuco (SAEPE) em matemática	SIEPE/ SEE-PE
PR03	inversoAbandonoescolar	Valor complementar do % abandono escolar	Censo Escolar/ INEP

Com exceção das variáveis IN01 – computadores móveis disponíveis por estudante, IN02 – proporção de matrículas de estudantes no ensino médio integral e IN10 – proposta política pedagógica atualizada, todas as variáveis foram calculadas utilizando dados fornecidos diretamente pela Secretaria de Educação do Estado de Pernambuco. A variável IN08 – docentes usuários do AVA e as variáveis de visualização e acessos ao AVA (IN04, IN05, IN06 e IN07) foram especialmente produzidas como insumos relacionados ao uso do AVA. A variável IN01 – proporção de docentes com formação em TIC/TE foi inspirada na literatura, mas adaptada ao contexto da pesquisa.

Durante a produção das variáveis, foi constatada uma perda de dados nas relacionadas ao uso do AVA pelos estudantes (IN04 e IN05), que foram obtidas ao cruzar dois conjuntos de dados provenientes da SEE-PE. Após o procedimento, apenas 31% das observações do conjunto inicial referente ao AVA foram preservados. É importante observar que os dados utilizados para cálculo dessas variáveis foram extraídos de aplicações distintas, portanto, divergências entre os parâmetros da consulta realizada em cada uma podem ser a causa da

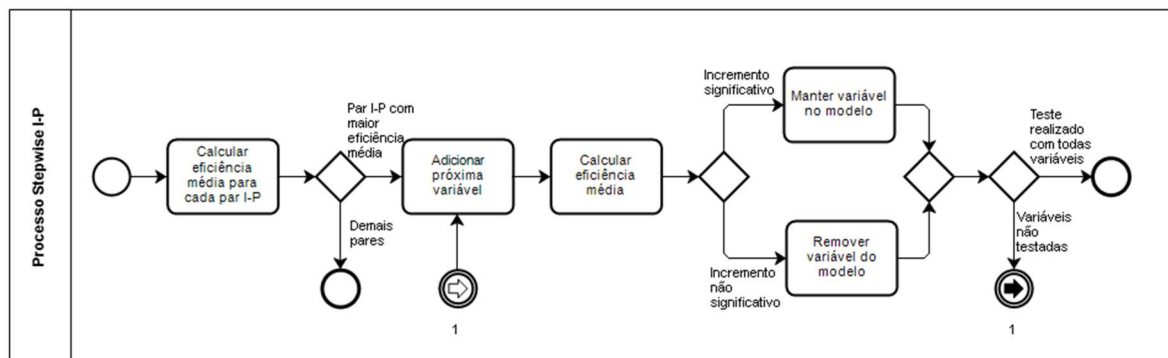
perda. Além disso, foi observado no conjunto de dados referente ao SAEPE, utilizado para calcular as variáveis PR1 e PR2, a existência de 61 escolas com uma cobertura acentuadamente inferior às demais. Esse conjunto apresentou uma média de participação de 61,3% dos estudantes, o que representa uma queda de 28% em relação à média global das variáveis (85,6%).

4.2.2 Seleção de variáveis e execução do CCR

Após obtenção do conjunto de variáveis a partir dos dados observáveis, o processo de seleção de variáveis, denominado “*Stepwise I-P*”, foi executado no *Software R Studio* 2023.03.0, utilizando o pacote *Benchmarking*. O procedimento *Stepwise I-P* exaustivo consiste na execução de uma instância do DEA para cada combinação possível de insumo e produto, utilizando as variáveis do conjunto inicial. Ou seja, são executadas n instâncias de DEA, onde n é equivalente ao produto da quantidade de variáveis de insumos pela quantidade de variáveis de produtos disponíveis no conjunto inicial de variáveis. Em seguida, é selecionada a combinação com maior eficiência média (SENRA et al., 2007).

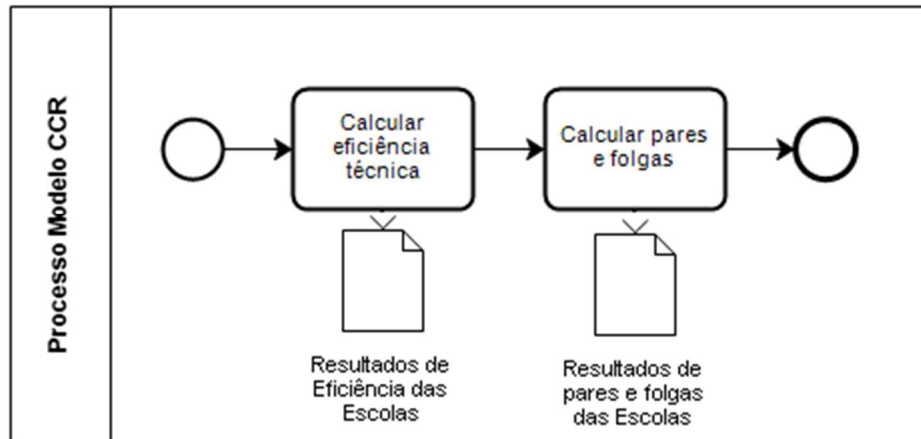
A partir dessa combinação, cada variável de insumo e produto é adicionada ao modelo, uma por vez, verificando-se o incremento de cada uma para a eficiência média global, ou seja, a eficiência média do conjunto de todas UTDs. As variáveis menos relevantes são aquelas que contribuem menos para o incremento de eficiência média global em cada instância e, portanto, devem ser retiradas do modelo. Caso uma variável contribua significativamente para o incremento da eficiência média, ela deve ser mantida no modelo e adicionar a próxima variável. Esse processo de avaliação em relação à eficiência média é repetido a cada adição de variável, até que todas as variáveis tenham sido testadas.

Figura 10 - Processo Stepwise I-P



Selecionado o conjunto de insumos e produtos, o modelo CCR é executado, conforme Figura 11.

Figura 11 - Processo Modelo CCR



Nesta etapa, a análise foi realizada no *Software R Studio 2023.03.0*, utilizando o pacote *Benchmarking*. Foram utilizadas as funcionalidades necessárias para remoção de *outliers*, calcular a eficiência técnica das UTDs, determinar as UTDs pares e avaliar a existência de folgas em relação aos níveis de insumos e produtos.

5 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

5.1 VARIÁVEIS SELECIONADAS

Como resultado da aplicação do *Stepwise I-P*, obteve-se como o par de insumo e produto com maior eficiência média, a *quantidadeDeDocentes* e *mediadaProficiênciaLP* (proficiência dos estudantes em Língua Portuguesa), insumo e produto respectivamente. Este par apresentou 0,538672 de eficiência média. É importante destacar que todos os testes realizados com a variável *quantidadeDeDocentes* obtiveram escores de eficiência média superiores aos testes feitos com os pares constituídos pelos demais insumos. Este fato indica uma forte correlação entre o insumo “Quantidade de docentes” em relação aos produtos selecionados. Com o resultado do teste das demais variáveis, obteve-se os valores de eficiência média expressos na tabela 3.

Tabela 3 - Resultados do Stepwise I-P

Id	Variável	Eficiência Média após adição	Var. Após adição	Inclusão da variável no conjunto de Insumo-Produto
IN01	computadoresmóveisEstudante	0,574946	3,5%	Sim
IN02	matrículasEstudanteintegral	0,5766673	0,3%	Sim
IN03	proporçãoDocentesformaçãoTIC/TE	0,6004747	4,1%	Sim
IN04	quantidadeAcessosdestudantesAVA	0,6068848	1,1%	Sim
IN05	visualizaçõesConteúdoestudantesAVA	0,612068	0,9%	Sim
IN06	quantidadeAcessosdocentesAVA	0,6123649	0,0%	Não
IN07	visualizaçõesConteúdodocentesAVA	0,6123543	0,0%	Não
IN08	docentesUsuáriosAVA	0,6134605	0,2%	Sim
IN09	quantidadeDeDocentes	-	-	Conjunto básico
IN10	atualizaçãoPPP	0,6822724	11,2%	Sim
PR01	mediadaProficiênciaLP	-	-	Conjunto básico
PR02	mediadaProficiênciaMT	0,5507043	2,2%	Sim
PR03	inversoAbandonoescolar	0,5556081	0,9%	Sim

Foram removidos os insumos *quantidadeAcessosdocentesAVA* e *visualizaçõesConteúdodocentesAVA*, uma vez que não apresentaram contribuição significativa para os resultados de eficiência média global. Isso significa que essas variáveis de insumo não acrescentam informação ao modelo, provavelmente por possuírem correlação forte com outras

variáveis. A Tabela 4 apresenta as estatísticas descritivas das variáveis do conjunto obtido a partir do processo de seleção de variáveis. É notável a média de dispositivos móveis disponíveis por estudantes é de apenas 4,8%, com 199 escolas sem nenhum e a escola com o máximo de cobertura observada possuindo 48% de cobertura. Em relação ao uso do AVA, observa-se que pelo menos 25% das escolas não tinham docentes capacitados em 2020. A escola com maior percentual de corpo docente capacitado alcançou 70%. A média de docentes usuários do AVA por estudante é de apenas 1,6%, ou seja, a cada 100 estudantes, apenas 1,6 docentes utilizaram o AVA em 2020. Também chama a atenção a proporção de docentes por estudantes, com a menor razão sendo de 0,02 e a maior de 0,285.

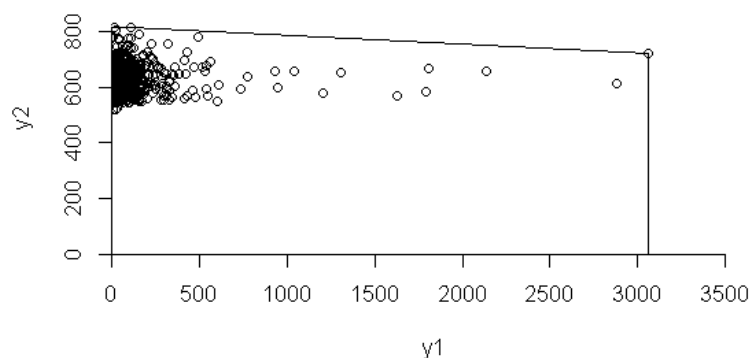
Tabela 4 - Estatísticas descritivas das variáveis do conjunto obtido a partir da seleção.

Variável	Min.	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	Max.
computadoresmóveisEstudante	0.00000	0.00000	0.03192	0.04837	0.06323	0.48690
matrículasEstudanteintegral	0.0000	0.0000	0.7210	0.5272	1.0000	1.0000
proporçãoDocentesformaçãoTIC/TE	0.00000	0.00000	0.04545	0.09029	0.15385	0.70000
quantidadeAcessosestudantesAVA	0.01396	0.73546	2.17610	4.27031	4.78909	105.3544
visualizaçõesConteúdoestudantesAVA	0.0301	5.7718	17.6644	68.9499	51.9598	2953.7634
docentesUsuáriosAVA	0.00000	0.00000	0.01313	0.01659	0.02709	0.13077
quantidadedeDocentes	0.02439	0.03947	0.04762	0.05410	0.06103	0.28571
atualizaçãoPPP	0.000	1.000	1.000	0.862	1.000	1.000
mediadaProficiênciaLP	197.6	233.6	246.8	249.1	261.1	328.2
mediadaProficiênciaMT	216.8	249.6	267.3	272.9	290.7	405.5
inversoAbandonoescolar	84.70	100.00	100.00	99.84	100.00	100.00

5.2 RESULTADOS DO MODELO

A aplicação do modelo CCR resultou no gráfico mostrado na Figura 12. Das 732 escolas analisadas, um total de 47 apresentaram escore de eficiência igual a 1. No entanto, é notável a distribuição esparsa das escolas no gráfico, o que indica a existência de *outliers*.

Figura 12 - Resultado preliminar do CCR.



A Tabela 5 apresenta a distribuição de escolas por faixa de eficiência. É possível observar uma grande concentração de escolas com escore de eficiência entre 0.6 e 0.9, correspondendo a 54,4% das escolas incluídas na análise.

Tabela 5 - Distribuição de escolas por faixa de eficiência.

Intervalo de Eficiência	Quantidade de Escolas	%
$0.2 \leq E < 0.3$	16	2.2
$0.3 \leq E < 0.4$	45	6.1
$0.4 \leq E < 0.5$	74	10.1
$0.5 \leq E < 0.6$	97	13.3
$0.6 \leq E < 0.7$	149	20.4
$0.7 \leq E < 0.8$	147	20.1
$0.8 \leq E < 0.9$	102	13.9
$0.9 \leq E < 1$	55	7.5
$E = 1$	47	6.4

Já na Tabela 6, observa-se que 75% das escolas estão com escore de eficiência acima de 0.55, sendo o valor mínimo verificado igual a 0.2.

Tabela 6 - Estatísticas descritivas dos resultados de eficiência.

Min.	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil.	Max.
0.2183	0.5538	0.6871	0.6820	0.8226	1.0000

5.2.1 Detecção de *Outliers*

Foi realizado procedimento para identificação de dois *outliers*. Cada um deles apresentou valores para o insumo visualizaçõesConteúdoestudantesAVA 2021% e 2220%

superiores à média global de todas as escolas, constituindo o terceiro e o primeiro maiores valores para a variável no conjunto de dados. Apesar da *isoquanta*, após retirada dos *outliers*, apresentar uma forma mais próxima do esperado de uma fronteira de produção eficiente, ainda persiste uma dispersão notória entre um grupo limitado de UTDs no eixo da abscissa, o que sugere o consumo de insumos superior às mais concentradas no quadrante superior esquerdo. É notável a existência de uma UTD eficiente solitária no quadrante superior direito, delineando o limite da *isoquanta* orientada a produto, conforme apresentado na Figura 13. Após a retirada dos *outliers*, o conjunto de escolas eficiente, no entanto, não foi alterado.

Figura 13 - Razão de log após primeira remoção de *outliers*.

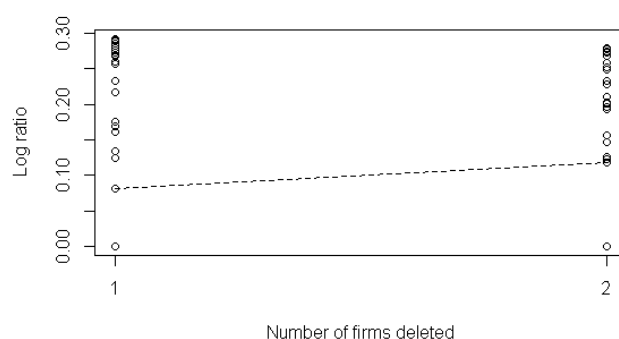
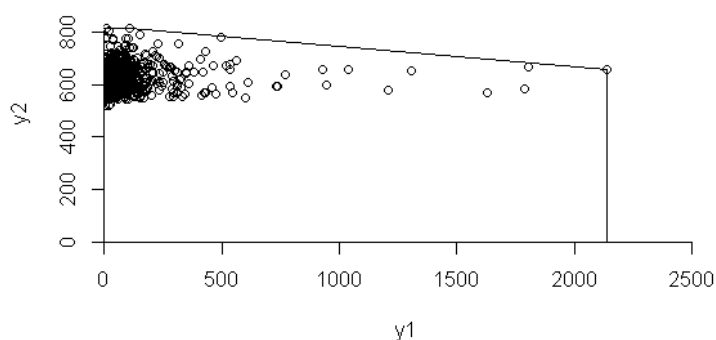
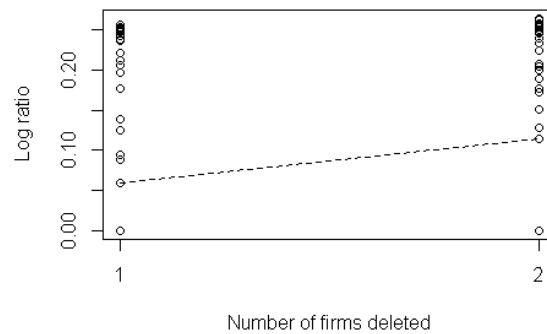


Figura 14 - Resultado do CCR após primeira remoção de *outliers*

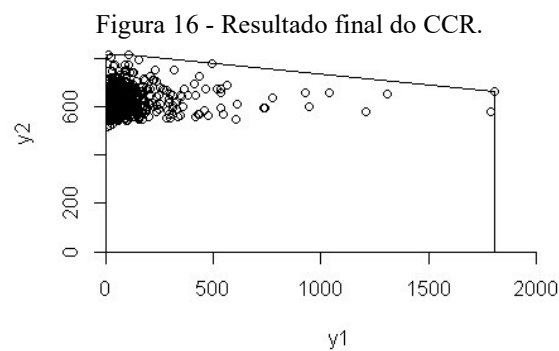


Foi realizada uma segunda rodada de identificação de *outliers* no conjunto de UTDs remanescentes após o primeiro procedimento. Foram retirados mais duas UTD *outliers*. Nesta rodada, mais uma vez, uma das escolas removidas apresentou o valor máximo do conjunto para a variável visualizaçõesConteúdoestudantesAVA. Após essa rodada, a média para essa variável foi reduzida de 68,9 para 56,5.

Figura 15 - Razão de log após segunda remoção de *outliers*.

5.2.2 Resultado do Modelo Final

Dentre as 47 escolas com escore de eficiência igual a 1, três apresentaram folgas em relação aos níveis de produtos. Dessas três escolas, duas são referenciadas por apenas 3 outras escolas juntas em conjunto. No entanto, a terceira escola é referenciada por 28 escolas (representando 1,1% do total de pares eficientes). Ao observar o Gráfico 16, percebe-se que ainda há uma considerável dispersão das UTDs abaixo da fronteira de eficiência. Esse resultado pode indicar problemas na qualidade dos dados ou inadequações nas especificidades do modelo adotado.



Os resultados do escore de eficiência obtidos classificaram apenas 6,5% das escolas como eficientes. Já 54,6% das escolas apresentaram escore de eficiência entre 0.6 e 0.8. A distribuição das escolas nos intervalos de eficiência é apresentada na Tabela 7.

Tabela 7 - Distribuição de escolas por faixa de eficiência após segunda remoção de *outliers*.

Intervalo de Eficiência	Quantidade de Escolas	%
-------------------------	-----------------------	---

$0.2 \leq E < 0.3$	16	2.2
$0.3 \leq E < 0.4$	45	6.2
$0.4 \leq E < 0.5$	73	10.0
$0.5 \leq E < 0.6$	95	13.0
$0.6 \leq E < 0.7$	149	20.5
$0.7 \leq E < 0.8$	147	20.2
$0.8 \leq E < 0.9$	101	13.9
$0.9 \leq E < 1$	55	7.6
$E = 1$	47	6.5

Tabela 8 - Estatísticas descritivas dos resultados de eficiência após segunda remoção de *outliers*.

Min.	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil.	Max.
0.2183	0.5538	0.6873	0.6824	0.8226	1.0000

Uma maneira de interpretar a importância de uma UTD eficiente em relação aos resultados globais é considerar a frequência com que ela aparece como par de referência para outras UTDs. Neste sentido, das 44 UTDs eficientes, 12 concentram 80% das ocorrências como par de referência eficiente. Em relação às folgas, 676 das UTDs possuem folgas em seus níveis de insumos e produtos, correspondendo a 92% do conjunto de UTDs avaliadas. Apenas 4 UTDs apresentaram folgas exclusivamente nos produtos. Os resultados de ocorrência de escolas eficientes como pares de referência para escolas ineficientes são apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 - Ocorrência de escolas eficientes como referência para escolas ineficientes.

Escola	Contagem de ocorrências	%	Escola	Contagem de ocorrências	%
37	5	0,2%	280	30	1,2%
38	164	6,7%	304	27	1,1%
43	286	11,7%	305	1	0,0%
49	156	6,4%	309	215	8,8%
59	44	1,8%	314	7	0,3%
62	2	0,1%	320	225	9,2%
89	175	7,1%	332	180	7,3%
91	43	1,8%	347	1	0,0%
95	32	1,3%	349	4	0,2%
175	2	0,1%	370	26	1,1%
180	3	0,1%	379	3	0,1%
187	3	0,1%	389	61	2,5%
194	84	3,4%	444	3	0,1%
210	53	2,2%	466	7	0,3%
212	217	8,8%	515	4	0,2%
214	50	2,0%	519	6	0,2%
216	13	0,5%	531	52	2,1%
222	16	0,7%	548	9	0,4%
225	7	0,3%	594	51	2,1%
240	68	2,8%	599	28	1,1%
242	8	0,3%	605	53	2,2%
246	7	0,3%	696	7	0,3%
254	3	0,1%	711	3	0,1%

5.2.3 Discussão

Em todas as escolas classificadas como eficientes, que não apresentaram folgas em seus níveis de insumo e produto, houve uso do AVA pelos estudantes. Dentro desse conjunto, 84% possuíam uma proposta político-pedagógica atualizada, o que indica um hábito predominante de planejamento escolar nas escolas eficientes. Embora 31,8% das escolas eficientes não possuíssem matrículas em tempo integral na época, mais da metade dessas escolas atuavam em

regimento totalmente integral. Para compreender melhor os resultados obtidos, considerando a escala considerável do estado de Pernambuco, é necessário analisar os achados em uma unidade de agregação de menor nível. Desta forma, é possível contextualizar indicadores sociais e econômicos para cada agrupamento, bem como características gerais dos conjuntos de escolas eficientes em relação ao total. Para alcançar esse objetivo, as escolas foram agrupadas por mesorregião pernambucana. Inicialmente, foram utilizados dois indicadores para a análise: a proporção de escolas por mesorregião e a média de matrículas para os conjuntos de escolas eficientes e totais. A Tabela 10 apresenta os resultados comparativos.

Tabela 10 - Comparação entre escolas eficientes e totais por mesorregião.

Mesorregião	% Escolas Eficientes	Média Matrículas Ensino Básico – Eficientes	% Escolas com Ensino Médio (Rede Estadual)	Média Matrículas Ensino Básico - Escolas com Ensino Médio (Rede Estadual)
Agreste Pernambucano	27%	672	23%	589
Mata Pernambucana	20%	437	15%	527
Metropolitana de Recife	39%	743	33%	699
São Francisco Pernambucano	2%	352	13%	453
Sertão Pernambucano	11%	343	16%	526
Total	100%	2547	100%	2795

Fonte: Elaborada a partir de dados da pesquisa e do Censo Escolar (INEP, 2021).

As escolas eficientes são representadas em valores muito próximos em relação ao total de escolas de cada mesorregião, com exceção da mesorregião do São Francisco Pernambucano. Nessa região, o São Francisco Pernambucano, possui apenas 2% da população de escolas classificadas como eficientes (apenas uma escola), enquanto representa 13% do total de escolas que ofertam ensino médio da rede estadual.

Destaca-se que essa mesorregião possui a menor média de matrículas de ensino básico entre as escolas com ensino médio da rede estadual. O conjunto de escolas eficientes nessa mesorregião tem uma soma de matrículas 22% menor em relação ao conjunto total desse estrato. Um padrão semelhante é identificado para a mesorregião do Sertão Pernambucano, com a diferença que de que a média de matrícula das escolas eficientes é 34% menor em comparação com o mesmo indicador para o total de escolas. Esse resultado pode indicar que as escolas com menor quantidade de estudantes nessas mesorregiões apresentaram melhores condições de gestão de seus recursos em relação às demais.

Tabela 11 - Indicadores sociais e econômicos dos municípios com escolas eficientes.

Mesorregião	Média por / Município	PIB médio	Escolarização média (Fundamental)	Densidade demográfica média
Agreste Pernambucano	Bom Conselho	R\$ 12.413,59	96,2	57,44
	Brejão	R\$ 22.800,04	96,3	55,35
	Jataúba	R\$ 8.418,25	97,6	23,53
	Lajedo	R\$ 12.172,78	97,9	193,7
	Limoeiro	R\$ 13.397,11	98	202,53
	Panelas	R\$ 7.863,70	98,6	69,14
	Pesqueira	R\$ 11.238,93	97,4	63,21
	Santa Cruz do Capibaribe	R\$ 22.249,15	93	74,03
	São Bento do Una	R\$ 14.102,77	95,7	261,2
	São Caitano	R\$ 14.056,36	97,4	13,14
	Surubim	R\$ 12.521,00	97,8	231,42
Mata Pernambucana	Barreiros	R\$ 10.675,18	94,6	174,54
	Catende	R\$ 7.479,17	95,2	182,49
	Primavera	R\$ 17.454,35	96,7	121,97
	Ribeirão	R\$ 10.369,17	92,9	154,35
	Rio Formoso	R\$ 13.084,59	89,5	97,39
	Sirinhaém	R\$ 12.661,34	94,1	107,57
	Tracunhaém	R\$ 9.962,65	97	110,27
Metropolitana de Recife	Cabo de Santo Agostinho	R\$ 48.296,36	96,5	412,33
	Camaragibe	R\$ 13.577,05	97,4	2818,46
	Igarassu	R\$ 22.371,51	97,9	333,88
	Ilha de Itamaracá	R\$ 9.751,91	97,6	328,17
	Jaboatão dos Guararapes	R\$ 18.809,45	96,8	2491,82
	Moreno	R\$ 11.992,97	95,8	289,16
	Olinda	R\$ 14.314,03	96,9	9063,58
	Recife	R\$ 30.427,69	97,1	7039,64
São Francisco Pernambucano	Santa Maria da Boa Vista	R\$ 10.876,52	97,2	92,23
Sertão Pernambucano	Araripina	R\$ 12.408,05	95,2	40,84
	Ibimirim	R\$ 10.605,89	93,7	14,14
	Iguaracy	R\$ 8.133,91	98,7	14,05
	Quixaba	R\$ 8.485,99	99,2	31,98
	Serra Talhada	R\$ 18.214,14	96,7	26,59

Fonte: Elaborado a partir de dados do IBGE (2022).

Em relação aos resultados dos indicadores sociais e econômicos dos municípios com escolas eficientes, é notável que aqueles localizados na mesorregião metropolitana do Recife

são mais densamente povoados em termos de população, apesar de apresentarem uma expressiva variação nos valores mínimo e máximo desse indicador (289,16 e 7039,64 habitantes por km², respectivamente). Esses municípios também possuem uma maior média alta para o PIB per capita e uma maior taxa de escolarização para o ensino fundamental, como demonstrado na Tabela 11. É importante ressaltar que 33% das escolas eficientes estão situadas nesta mesorregião.

Os municípios do Agreste têm a segunda maior participação de escolas eficientes nos resultados obtidos, e também apresentaram a segunda maior média para o indicador de PIB per capita. Por outro lado, a densidade demográfica média varia consideravelmente entre os municípios, com um valor mínimo 23,53 habitantes por km² e um valor máximo 261,2 habitantes por km². Já a zona da mata, apesar de ter uma densidade populacional com menor variação para o conjunto de municípios analisados, apresenta o terceiro pior resultado em relação à média do PIB per capita.

O único município da região do São Francisco que possui uma escola eficiente apresenta uma densidade demográfica maior do que todos os municípios da mesorregião do Sertão. Nota-se que, quanto maior o PIB médio, considerando as mesorregiões, maior é a quantidade de escolas eficientes, o que sugere uma influência entre as condições produtivas do local e a eficiência das escolas. O município de Cabo de Santo Agostinho, possui a maior renda per capita da amostra, também abriga a maior quantidade de escolas eficientes do conjunto (quatro escolas).

Tabela 12 - Níveis dos principais insumos e produtos das escolas eficientes com maior ocorrência como pares para as escolas ineficientes.

Mesorregião/ Município/ UTD	Dispositivo móvel por estudante	Docentes Certificados em TIC ou TE	Inverso da taxa de abandono	Proficiência Média em Língua Portuguesa	Proficiência Média em Matemática
Agreste Pernambucano	4%	13%	100,00	271,20	246,37
Lajedo	2%	0%	100,00	312,55	276,20
UTD 89	2%	0%	100,00	312,55	276,20
Pesqueira	9%	38%	100,00	247,22	225,48
UTD 605	9%	38%	100,00	247,22	225,48
Santa Cruz do Capibaribe	2%	0%	100,00	253,83	237,43
UTD 43	2%	0%	100,00	253,83	237,43
Mata Pernambucana	5%	17%	100,00	300,44	271,27
Catende	3%	20%	100,00	289,08	268,73

UTD 194	3%	20%	100,00	289,08	268,73
Primavera	6%	13%	100,00	311,80	273,80
UTD 210	6%	13%	100,00	311,80	273,80
Metropolitana de Recife	3%	8%	100,00	266,77	246,18
Cabo de Santo Agostinho	1%	25%	100,00	269,23	248,39
UTD 212	2%	22%	100,00	287,02	261,80
UTD 309	0%	29%	100,00	251,43	234,98
Camaragibe	5%	0%	100,00	246,18	228,87
UTD 320	3%	0%	100,00	240,73	230,11
UTD 49	0%	0%	100,00	255,08	233,59
UTD 332	13%	0%	100,00	242,74	222,92
Igarassu	2%	5%	100,00	304,44	268,06
UTD 240	2%	5%	100,00	304,44	268,06
Recife	4%	0%	100,00	285,98	271,79
UTD 389	4%	0%	100,00	285,98	271,79
Média Total	4%	11%	100,00	273,49	250,41

As mesorregiões do Sertão e São Francisco pernambucanos não estão representadas no conjunto das 12 escolas que influenciaram mais os resultados de eficiência, conforme observado na Tabela 12, que discrimina o nível de insumos e produtos de cada escola (UTD) com maior ocorrência como pares eficientes. Além disso, 58% dessas escolas pertencem à região metropolitana. Nesse conjunto, nota-se que as escolas com maior cobertura de computadores por matrícula também possuem a maior proporção de docentes por matrícula. É importante ressaltar que, conforme verificado na seção 5.1, esses dois insumos possuem uma relevância destacável em relação aos demais, em termos de contribuição para os resultados de eficiência global. Das escolas desse conjunto, apenas duas escolas não possuíam dispositivos móveis, ambas situadas na Região Metropolitana do Recife. Todas as escolas desse conjunto apresentaram valor máximo (100%) para a variável *inversoAbandonoescolar*. A mesorregião da Mata apresentou o melhor resultado médio para as variáveis de Proficiência Média em Língua Portuguesa e Proficiência Média em Matemática.

6 CONCLUSÃO

6.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados obtidos a partir da aplicação do DEA, é notável sua utilidade para avaliação do ensino mediado por TICs. As disparidades entre as mesorregiões, verificadas em indicadores sociais e econômicos, foram notórias nos resultados de eficiência neste estudo. É necessário compreender como as dinâmicas produtivas locais influenciam a capacidade de eficiência das escolas e vice-versa, para que se possa desenhar políticas públicas de desenvolvimento educacional e regional com maior assertividade. O uso das TICs na escolarização deve contribuir, inclusive, para a formação de uma mão-de-obra mais alinhada com atividades produtivas intensivas em conhecimento, num contexto de incessante transformação dos requisitos de capital humano nesta direção. É importante ressaltar que os insumos de TICs mostraram-se contributivos para o alcance dos resultados educacionais no período de análise.

A pesquisa contribui, portanto, com a avaliação de políticas públicas educacionais em larga escala, provendo um modelo passível de replicação em outros contextos semelhantes. Nas escolas públicas, as complexidades e os desafios enfrentados pela gestão estão relacionados a diversos fatores, tais como a dependência dos recursos do Governo Estadual (que se mostram insuficientes tanto para a manutenção das atividades fins e meio quanto para investimentos em infraestrutura), a diversidade de partes interessadas (estudantes, professores, técnicos administrativos, governo, mercado de trabalho, empresas terceirizadas e fornecedores), os excessos da burocracia (a legislação que trata da contratação de compras e serviços, por exemplo, é aplicada a toda administração pública de forma indistinta, o que inviabiliza a flexibilização para o contexto da gestão educacional) e a função social que cabe a essas instituições desempenham (considerando os níveis de desigualdades social e econômica da população).

Tais complexidades e desafios alcançam a gestão das políticas públicas implementadas no âmbito das escolas, especialmente no que tange às ações de assistência estudantil, cuja demanda tem crescido ao longo dos anos, como descrito anteriormente. Por isto, é necessário estabelecer formas gerenciais de utilização dos insumos de TICs para o alcance dos resultados educacionais.

Ao listar esses elementos, o trabalho aqui proposto evidencia um caminho a ser trilhado na busca do aprimoramento das práticas e fluxos dos processos gerenciais das escolas públicas em relação à adesão às TICs. Além disso, o modelo de eficiência proposto contribui ao iniciar a execução do diagnóstico e propor soluções para alcançar os resultados de escolarização na rede pública. Isso possibilita, inclusive, uma avaliação entre regiões e escolas de diferentes portes.

6.2 LIMITAÇÕES

A pesquisa requer refinamentos, no sentido de serem feitos testes adicionais, tais como a análise de sensibilidade com uso do *Bootstrap* e a investigação da adequação dos retornos de escala. Além disso, é possível explorar melhor a abrangência territorial da amostra, aplicando o instrumento apresentado em cada sub-região pernambucana. Este exercício pode proporcionar uma compreensão mais aprofundada das dinâmicas locais, provendo mais uma camada de análise para os achados dessa pesquisa.

É salutar considerar a possibilidade de os dados possuírem uma qualidade aquém da desejada, o que compromete a qualidade dos resultados. Uma vez que foram utilizados dados de duas fontes distintas e os dados solicitados à SEE-PE foram providos após a troca do governo, apesar de solicitados durante o período pré-eleitoral. É possível que o período de transição tenha abalado o alinhamento entre as áreas responsáveis pelo fornecimento dos dados dentro da própria secretaria.

Por se tratar de uma pesquisa quantitativa, este estudo não permite uma análise aprofundada das razões pelas quais uma escola é mais eficiente do que outra. No entanto, com base nos achados apresentados, é possível guiar a execução de pesquisas qualitativas, que oferecem caminhos para um diagnóstico mais detalhado. Desta forma, é possível não só validar os resultados apresentados a partir de evidências qualitativas, como também conhecer outros aspectos relevantes para a formulação da política pública, adequando o instrumento à sua complexidade.

6.3 ESTUDOS FUTUROS

São recomendadas as seguintes ações aos administradores no nível de política educacional, com potencial de incremento da eficiência global do ensino médio público pernambucano:

- Observar a importância da qualidade dos dados para a avaliação do sistema educacional. Como o setor é estratégico para o desenvolvimento social e econômico de uma região, é essencial adotar boas práticas de gestão de dados, assegurando que o processo decisório seja embasado em informações de qualidade;
- Aplicar o instrumento para avaliar regiões que compõem o sistema educacional. Essa análise em nível regional pode contribuir para uma interpretação mais adequada dos resultados.
- Investigar a aplicação do instrumento para aferição do Indicador de Eficiência Operacional das escolas, componente do Índice de Eficiência Gerencial previsto pela Lei estadual nº 15.973 de 2016. Essa aplicação se torna pertinente, pois a eficiência é aferida em termos de processo atualmente, considerando o cumprimento de carga horária dos docentes. No entanto, a eficiência das escolas neste estudo é aferida em termos de resultados de escolarização.
- Aplicar o instrumento em outros contextos, além do EAD, uma vez que o modelo obtido pode ser facilmente adaptado.
- Utilizar os resultados desta pesquisa como base para direcionar pesquisas qualitativas, de forma a prover uma visão mais completa e significativa dos achados apresentados.
- Usar os resultados desta pesquisa para promover ações de *benchmarking* entre as escolas, investigando mais a fundo as escolas eficientes e seus respectivos pares ineficientes.
- Padronizar os insumos, levando em consideração os níveis das escolas eficientes que contribuem mais para os resultados apresentados, bem como os portes e as mesorregiões em que estão inseridas. Essa padronização deve ser pensada para os insumos de dispositivos móveis e docentes por matrículas.
- Desenvolver estratégias de desenvolvimento da gestão educacional direcionadas, priorizando as escolas com menores níveis de eficiência e insumos. É importante

considerar a redução das desigualdades entre mesorregiões, bem como o alinhamento da oferta de escolarização com as potencialidades produtivas locais.

REFERÊNCIAS

ALTER, S. The Work System Method: Connecting People, Processes, and IT for Business Results. Work System Press, Larkspur, CA. 2006.

AGASISTI, T. The efficiency of Italian secondary schools and the potential role of competition: A data envelopment analysis using OECD-PISA 2006 data. *Education Economics*, v. 21, n. 5, p. 520–544, 2013.

ARISTOVNIK, A.; OBADIĆ, A. Measuring relative efficiency of secondary education in selected EU and OECD countries: the case of Slovenia and Croatia. *Technological and Economic Development of Economy*, 2014. v. 20, n. 3, p. 419–433.

ASSIS, R. M. DE. A educação brasileira durante o período militar: a escolarização dos 7 aos 14 anos. *Educação em Perspectiva*, v. 3, n. 2, p. 320–339, 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufv.br/educacaoem perspectiva/article/view/6512>>.

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, 1984.

BARNETT, R. R. et al. Size, performance and effectiveness: Cost-constrained measures of best-practice performance and secondary-school size. *Education Economics*, v. 10, n. 3, p. 291–311, 2002.

BARRETO, A. C. F.; ROCHA, D. S. Covid 19 E Educação: Resistências, Desafios E (Im)Possibilidades. *Revista Encantar*, v. 2, n. 1, p. 01–11, 2020.

BERJIS, N.; SHIROUYEHZAD, H.; JOUZDANI, J. A new approach to determine the weights of project activities using data envelopment analysis: a case of Mobarakeh steel company. *International Journal of Managing Projects in Business*, v. 13, n. 6, p. 1187–1217, 2020.

BRANCO, E. P. et al. Recursos tecnológicos e os desafios da educação em tempos de pandemia. *Congresso Internacional de Educação e Tecnologias - Encontro de Pesquisadores em Educação a Distância*, 2020. v. 17, n. 2, p. 44–53. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/emtese/article/view/1806-5023.2020v17n2p44>>.

BRASIL, Decreto-Lei nº 4.244, de 9 de abril de 1942. Lei orgânica do ensino secundário. *Diário Oficial da União*, DF, Vol. 3, Pág. 20, 1942.

_____, Lei nº 5692, de 11 de agosto de 1971. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. *Diário Oficial da União*, DF, Seção 1, Pág. 6592, 1971.

_____, Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. *Diário Oficial da União*, DF, Ed. 248, Pág. 27833, 1996.

_____, Lei nº 13.415, de 16 de fevereiro de 2017. Altera as Leis nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, e 11.494, de 20 de junho 2007, que regulamenta o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação, a Consolidação das Leis do Trabalho - CLT,

aprovada pelo Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943, e o Decreto-Lei nº 236, de 28 de fevereiro de 1967; revoga a Lei nº 11.161, de 5 de agosto de 2005; e institui a Política de Fomento à Implementação de Escolas de Ensino Médio em Tempo Integral. Diário Oficial da União, DF, Ed. 35, Seção 1, 2017.

_____, Lei nº 13.979, de 6 de fevereiro de 2020. Dispõe sobre as medidas para enfrentamento da emergência de saúde pública de importância internacional decorrente do coronavírus responsável pelo surto de 2019. Diário Oficial da União, Brasília, DF, Ed. 27, Seção 1, 2020a.

_____, Portaria nº 329, 11 de março de 2020. Institui o Comitê Operativo de Emergência do Ministério da Educação - COE/MEC, no âmbito do Ministério da Educação. Diário Oficial da União, Brasília, DF, Ed. 49, Seção 1, 2020b.

_____, Lei nº 14.021, 7 de julho de 2020. Dispõe sobre medidas de proteção social para prevenção do contágio e da disseminação da Covid-19 nos territórios indígenas; cria o Plano Emergencial para Enfrentamento à Covid-19 nos territórios indígenas; estipula medidas de apoio às comunidades quilombolas, aos pescadores artesanais e aos demais povos e comunidades tradicionais para o enfrentamento à Covid-19; e altera a Lei nº 8.080, de 19 de setembro de 1990, a fim de assegurar aporte de recursos adicionais nas situações emergenciais e de calamidade pública. Diário Oficial da União, DF, Ed. 165-A, Seção 1-Extra, 2020c.

_____, Lei nº 14.040, de 18 de agosto de 2020. Estabelece normas educacionais excepcionais a serem adotadas durante o estado de calamidade pública reconhecido pelo Decreto Legislativo nº 6, de 20 de março de 2020; e altera a Lei nº 11.947, de 16 de junho de 2009. Diário Oficial da União, DF, Ed. 159, Seção 1, 2020d.

BRIGGS, R. O.; VREEDE, G. J. DE; NUNAMAKER, J. F. Collaboration engineering with thinklets to pursue sustained success with group support systems. *Journal of Management Information Systems*, v. 19, n. 4, p. 31–64, 2003.

BURCI, T. V. L. et al. Ambientes Virtuais de Aprendizagem: a contribuição da Educação a Distância para o ensino remoto de emergência em tempos de pandemia. Em Teia | Revista de Educação Matemática e Tecnológica Iberoamericana, v. 11, n. 2, 2020.

BURNEY, N. A. et al. The efficiency of public schools: the case of Kuwait. *Education Economics*, 2013. v. 21, n. 4, p. 360–379.

CALDWELL, B. J. *School Management*. Second Edition ed. [S.l.]: Elsevier, V. 21, 2015.

CHAMORRO, C. F. S. et al. impossibilidades para a formação integral no Ensino Médio, v. 2, p. 147–159, 2019.

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

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Evaluating Program and Managerial Efficiency: An Application of Data Envelopment Analysis to Program Follow Through. *Management Science*, v. 27, n. 6, p. 668–697, 1981.

CHEN, D. Q., MOCKER, M., PRESTON, D. S. & TEUBNER, A. Information systems strategy: reconceptualization, measurement, and implications. *MIS Quarterly*. 34 (2): 233-259. 2010.

ČIKOVIĆ, K. F.; LOZIĆ, J. Application of Data Envelopment Analysis (DEA) in Information and Communication Technologies. *Tehnički glasnik*, v. 16, n. 1, p. 129–134, 2022.

COASE, R. H. The Nature of the Firm. *Economica*, v. 4, n. 16, p. 386–405, 15 nov. 1937. Disponível em: <<https://www.taylorfrancis.com/books/9781000627855/chapters/10.4324/9780367351496-3>>.

CRESWELL, J. W. Research Design. Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches. 4a ed. London, United Kingdom: SAGE, 2014.

ELLIS, C. A.; GIBBS, S. J.; REIN, G. L. Groupware. Some Issues and Experiences. *Communications of the ACM*. v. 34, n. 1, p. 39–58, 1991.

EMROUZNEJAD, A.; WITTE, K. DE. COOPER-Framework: A unified process for non-parametric projects. *European Journal of Operational Research*, v. 207, n. 3, p. 1573–1586, 2010.

FARRELL, M. J. The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society*, v. 120, n. 3, p. 253–290, 1957.

FERREIRO, E. Alfabetización digital. ¿De qué estamos hablando? *Educación y Pesquisa*, v. 37, n. 2, p. 423–438, 2011.

FONTOURA, J. S. D. De Á. A efetivação do direito à educação com qualidade social: o início do contexto pandêmico no estado do Rio Grande do Sul na percepção de gestores escolares. *Revista Educação e Políticas em Debate*, 1 out. 2021. v. 10, n. 3, p. 1072–1089. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/revistaeducaopoliticas/article/view/62228>>.

FURTADO, B. A. Heterogeneidades e idiosincrasias: eficiências municipais na saúde básica a partir de gastos com pessoal. *Texto para Discussão*, N. 1971. Brasília, DF: [s.n.], 2014.

HAELERMANS, C.; RUGGIERO, J. Non-parametric estimation of the cost of adequacy in education: The case of Dutch schools. *Journal of the Operational Research Society*, 2017. v. 68, n. 4, p. 390–398. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1057/jors.2015.68>>.

HAES, S. DE; GREMBERGEN, W. VAN. An Exploratory Study into IT Governance Implementations and its Impact on Business/IT Alignment. *Information Systems Management*, 14 abr. 2009. v. 26, n. 2, p. 123–137. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10580530902794786>>.

IANNONE, L. R. Desafios para gestores escolares em tempos de incerteza. *Revista Educação - UNG-Ser*, 24 dez. 2021. v. 16, n. 3, p. 6. Disponível em: <<http://revistas.ung.br/index.php/educacao/article/view/4800>>.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Nacional de Amostra aos Domicílios Anual 2019. 2020. Disponível em:

<<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/trabalho/9171-pesquisa-nacional-por-amostra-de-domicilios-continua-mensal.html?=&t=destaques>>. Acesso em agosto de 2022.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Nacional de Amostra aos Domicílios Anual 2020a. 2021. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/trabalho/9171-pesquisa-nacional-por-amostra-de-domicilios-continua-mensal.html?=&t=destaques>>. Acesso em agosto de 2022.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Nacional de Amostra aos Domicílios Anual 2021. 2022. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/trabalho/9171-pesquisa-nacional-por-amostra-de-domicilios-continua-mensal.html?=&t=destaques>>. Acesso em agosto de 2022.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Projeções da População 2020b. 2022. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao.html>>. Acesso em novembro de 2022.

INEP. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Base de microdados do Censo Escolar da Educação Básica. 2020a. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/microdados>>. Acesso em junho de 2022.

_____. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Consulta Matrículas do Censo Escolar da Educação Básica. 2016. Disponível em: <<https://www.gov.br/inep/pt-br/aceso-a-informacao/dados-abertos/inep-data/consulta-matricula>>. Acesso em julho de 2022.

_____. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Pesquisa Resposta Educacional à Pandemia de COVID-19 Ano Base 2020. 2020b. Disponível em: <<https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/pesquisas-estatisticas-e-indicadores/censo-escolar/pesquisas-suplementares/pesquisa-resposta-educacional-a-pandemia-de-covid-19>>. Acesso em junho de 2022.

_____. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Melhores práticas em escolas do ensino médio no Brasil. Brasília, 2010.

JESSON, D.; MAYSTON, D.; SMITH, P. Performance Assessment in the Education Sector: Educational and economic perspectives. *Oxford Review of Education*, v. 13, n. 3, p. 249–266, 1987.

JHURREE, V. Technology integration in education in developing countries: Guidelines to policy makers. *International Education Journal*, v. 6, n. 4, p. 467–483, 2005.

JOHNES, J.; PORTELA, M.; THANASSOULIS, E. Efficiency in education. *Journal of the Operational Research Society*, v. 68, n. 4, p. 331–338, 2017.

LINDBLOM, C. E. The Science of "Muddling Through". *Public Administration Review*, v. 19, n. 2, p. 79–88, 1959.

LOPES, N. F. M.; RIBEIRO, R. Institucionalização da gestão escolar no Brasil: em foco as primeiras décadas do século XX (1911 – 1950). *Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação*, v. 9, n. 2, p. 378–389, 2014.

MACKEY, A. The effect of CEOs on firm performance. *Strategic Management Journal*, 29: 1357-1367. 2008.

MARCHELLI, P. S. Da LDB 4.024/61 ao debate contemporâneo sobre as bases curriculares nacionais. *Revista e-Curriculum*, v. 12, n. 3, p. 1480-1511, out/dez. 2014.

MARDANI, A. et al. A comprehensive review of data envelopment analysis (DEA) approach in energy efficiency. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 70, p. 1298–1322, 2017.

MARTINS, R. X. Competências em tecnologia da informação no ambiente escolar. *Psicologia Escolar e Educacional*, v. 9, n. 2, p. 323–326, 2005.

MEDEIROS NETA, O. M. et al. Organização e estrutura da educação profissional no Brasil: Da Reforma Capanema Às Leis De Equivalência. *Revista Holos*. v. 4, ano 34, p. 223–235, 2018.

MEINCK, S.; FRAILLON, J.; STRIETHOLT, R. The impact of the COVID-19 pandemic on education International evidence from the Responses to Educational Disruption Survey (REDS). Revised ed. Paris, France: UNESCO, 2022.

MINTZBERG, H.; WATERS, J. A. of Strategies, Deliberate and Emergent. *Strategic Management Journal*, v.6, n.3, p.257-273, jul.-sep. 1985.

MORAES, M. C. Informática Educativa No Brasil: Uma História Viva, Algumas Lições Aprendidas* As Primeiras Iniciativas. *Revista Brasileira de Informática na Educação – Número*, 1997. v. 1. Disponível em: <<http://www.lbd.dcc.ufmg.br/colecoes/rbie/1/1/003.pdf>>.

MORAES, M. C. Informática educativa no brasil: um pouco de história. Em Aberto, 1993. v. 12, n. 57, p. 17–26. Disponível em: <[https://repositorio.ucb.br:9443/jspui/bitstream/123456789/7727/1/Informática Educativa no Brasil um Pouco de História.pdf](https://repositorio.ucb.br:9443/jspui/bitstream/123456789/7727/1/Informática%20Educativa%20no%20Brasil%20um%20Pouco%20de%20História.pdf)>.

MOTA, V. M. V. et al. Informática Educativa Nas Escolas Públicas Do Município De Uberlândia E Perfil Dos Professores Laboratoristas: Um Processo De Inclusão. *Cadernos da FUCAMP*, 2012. v. 11, n. 14, p. 37–61.

MOU, H.; ATKINSON, M. M.; MARSHALL, J. Budgeting for efficiency? A case study of the public K-12 education systems of Canada. *Applied Economics*, v. 51, n. 34, p. 3740–3757, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/00036846.2019.1584380>>.

ORLIKOWSKI, W. Improvising Organizational Transformation Over Time: A Situated Change Perspective. *Information Systems Research*. V. 7, N. 1, 1996.

OUELLETTE, P.; VIERSTRAETE, V. An evaluation of the efficiency of Québec's school boards using the Data Envelopment Analysis method. *Applied Economics*, v. 37, n. 14, p. 1643–1653, 2005.

PEDRAJA-CHAPARRO, F.; SALINAS-JIMÉNEZ, J.; SMITH, P. On the quality of the data envelopment analysis model. *Journal of the Operational Research Society*, v. 50, n. 6, p. 636–644, 1999.

PERNAMBUCO, Lei Nº 4391, de 1 de março de 1963. Cria o Conselho Estadual de Educação. Dispõe sobre a sua composição e competência e dá outras providências. *Diário Oficial do Estado, PE*, 1963. Acesso em julho de 2022.

_____, Decreto Nº 47.297, de 12 de abril de 2019. Regulamenta os critérios e procedimentos para realização do processo de seleção para função de representação de diretor escolar e diretor adjunto das escolas estaduais. *Diário Oficial do Estado, PE*, 2019. Acesso em julho de 2022.

_____, Lei Nº, de 31 de dezembro de 1973. Dispõe sobre o Estatuto do Magistério de 1.º e 2.º graus em Pernambuco. *Diário Oficial do Estado, PE*, 1974. Disponível em: <https://legis.alepe.pe.gov.br/dadosReferenciais.aspx?id=8380>. Acesso em julho de 2022.

_____, Decreto Nº 48.809, 14 de março de 2020. Regulamenta, no Estado de Pernambuco, medidas temporárias para enfrentamento da emergência de saúde pública de importância internacional decorrente do coronavírus, conforme previsto na Lei Federal nº 13.979, de 6 de fevereiro de 2020. *Diário Oficial do Estado, PE*, 2020a. Disponível em: <https://legis.alepe.pe.gov.br/texto.aspx?id=49417&tipo=TEXTTOORIGINAL>. Acesso em agosto de 2022.

_____, Decreto nº 49.055, de 31 de maio de 2020. Sistematiza as regras relativas às medidas temporárias para enfrentamento da emergência de saúde pública de importância internacional decorrente do novo coronavírus, conforme previsto na Lei Federal nº 13.979, de 6 de fevereiro de 2020. *Diário Oficial do Estado, PE*, 2020b. Disponível em: <https://legis.alepe.pe.gov.br/texto.aspx?tiponorma=6&numero=49055&complemento=0&ano=2020&tipo=&url=>. Acesso em julho de 2022.

_____, Lei Nº 17.322, de 15 de junho de 2021. Autoriza a ação governamental de “Inclusão Digital dos Profissionais da Rede Estadual de Ensino”, com o objetivo de mitigar os efeitos na educação pública estadual, da emergência de saúde pública de importância internacional decorrente do novo coronavírus. *Diário Oficial do Estado, PE*, 2021. Disponível em: <https://legis.alepe.pe.gov.br/texto.aspx?id=55745&tipo=TEXTTOATUALIZADO>. Acesso em maio de 2022.

PINHEIRO, C. M. O Fórum Nacional em Defesa da Escola Pública e o princípio de gestão democrática na Constituição Federal de 1988. [S.l.]: Universidade Estadual Paulista, 2015.

PIRAN, F. S.; LACERDA, P. CARDOSO, I. G. A DEA model to assess the educational system in Brazil. *International Journal of Management in Education*, v. 15, n. 3, p. 1, 2021.

PORTELA, M. C. A. S.; CAMANHO, A. S. Analysis of complementary methodologies for the estimation of school value added. *Journal of the Operational Research Society*, 2010. v. 61, n. 7, p. 1122–1132. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1057/jors.2009.85>.

RAPOSO, I. Eficiência Educacional das Escolas Públicas do Ensino Fundamental do São Francisco Pernambucano: Uma Avaliação a partir da Técnica de Análise Envoltória de Dados. Recife: [s.n.], 2009.

RAY, S. C. Data Envelopment Analysis. Theory and Techniques for Economics and Operations Research. Cambridge University Press, New York, 2004.

RIBEIRO, M. L. História da Educação Brasileira. A Organização Escolar. Campinas, Autores Associados, 2003.

RODRIGUES, L. A. R. Gestão Educacional em Pernambuco e os Impactos na Organização Pedagógica. CAMINE: Caminhos da Educação, v. 10, n. 2, p. 202–224, 2018.

ROGGERO, R.; PEREIRA KUBO, G.; WEISS DE ALMEIDA, S. C. Ser diretor de escola em tempos de pandemia e seu papel gerencialista na escola como agência multifuncional. Olhares: Revista do Departamento de Educação da Unifesp, 2021. v. 9, n. 2, p. 33–52.

ROMANELLI, O. História da educação no Brasil 1930-73. Petrópolis, Vozes, 1978.

ROZTOCKI, N.; WEISTROFFER, H. R. Conceptualizing and Researching the Adoption of ICT and the Impact on Socioeconomic Development. Information Technology for Development, v. 22, n. 4, p. 541–549, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/02681102.2016.1196097>>.

SALVADOR, P. T. C. de O. et al. Objeto e ambiente virtual de aprendizagem: uma análise de conceito. Revista brasileira de enfermagem, 2017. v. 70, n. 3, p. 572–579. Disponível em: <<http://www.scielo.br/j/reben/a/DnCS4GNJYW3vVq93bDxQDZx/?lang=en>>.

SANTOS, M. L. S. Dos; SILVA, K. N. P. Avaliações em larga escala e educação integral no ensino médio. Revista e-Curriculum, v. 17, n. 3, p. 1312–1331, 2019.

SENRA, L. F. A. C. et al. Estudo sobre métodos de seleção de variáveis em DEA. Pesquisa Operacional, v. 27, n. 2, p. 191-207, p. 191-207, 2007.

SILVA, M. A. R. Da. Inclusão digital nas escolas públicas: O uso pedagógico dos computadores e o PROINFO Natal/RN. Natal, RN: [s.n.], 2018.

SITJA, H. S.; NETO, G. B. Eficiência dos gastos públicos em educação básica nos municípios brasileiros. Economic Analysis of Law Review, v. 10, n. 1, p. 193–219, 2012.

TAVARES, P. A. The impact of school management practices on educational performance: Evidence from public schools in São Paulo. Economics of Education Review, v. 48, p. 1–15, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.econedurev.2015.05.002>>.

VIEIRA, L.; RICCI, M. C. C. A educação em tempos de Pandemia: Soluções emergenciais pelo mundo. Observatório do ensino médio de Santa Catarina, 2020. Disponível em: <<http://www.udesc.br/ensinomedioemsc>>.

WILSON, P. W. Detecting Outliers in Deterministic Nonparametric Frontier Models with Multiple Outputs. Journal of Business & Economic Statistics, v. 11, n. 3, p. 319–323, 1993.