

**FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA**

FELIPE AUGUSTO BELLÉ

**EFICIÊNCIA NA EDUCAÇÃO ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL:
AVALIAÇÃO PELO MÉTODO DE ANÁLISE ENVOLTÓRIA DOS DADOS**

Porto Alegre

2019

FELIPE AUGUSTO BELLÉ

**EFICIÊNCIA NA EDUCAÇÃO ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL:
AVALIAÇÃO PELO MÉTODO DE ANÁLISE ENVOLTÓRIA DOS DADOS**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Faculdade de Ciências Econômicas da UFRGS, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Economia, com ênfase em Economia Aplicada.

Orientador: Prof. Dr. Hudson da Silva Torrent

Coorientador: Prof. Dr. Flavio Vasconcellos

Comim

Porto Alegre

2019

CIP - Catalogação na Publicação

Belle, Felipe Augusto

Eficiência na Educação Estadual do Rio Grande do Sul: avaliação pelo método de análise envoltória dos dados / Felipe Augusto Belle. -- 2019.

53 f.

Orientador: Hudson da Silva Torrent.

Coorientador: Flavio Vasconcellos Comim.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Ciências Econômicas, Programa de Pós-Graduação em Economia, Porto Alegre, BR-RS, 2019.

1. DEA. 2. Eficiência na Educação. 3. Educação Pública. 4. Avaliação de Políticas Públicas. I. Torrent, Hudson da Silva, orient. II. Comim, Flavio Vasconcellos, coorient. III. Título.

FELIPE AUGUSTO BELLÉ

**EFICIÊNCIA NA EDUCAÇÃO ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL:
AVALIAÇÃO PELO MÉTODO DE ANÁLISE ENVOLTÓRIA DOS DADOS**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Faculdade de Ciências Econômicas da UFRGS, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Economia, com ênfase em Economia Aplicada.

Aprovada em: Porto Alegre, 19 de novembro de 2019.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Hudson da Silva Torrent – Orientador
UFRGS

Prof. Dr. Marco Tulio Aniceto França.
PUCRS

Prof. Dr. Sabino da Silva Porto Junior
ESPM

Prof. Dr. Sergio Marley Modesto Monteiro
UFRGS

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer inicialmente aos professores Hudson da Silva Torrent e Flavio Vasconcellos Comim pela orientação, cooperação, paciência e suporte que deram ao longo desta dissertação. Agradeço também ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul pelo mestrado acadêmico e pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela Bolsa de Mestrado concedida ao longo deste período. Agradeço também aos meus amigos e colegas do mestrado, pessoas que compartilharam desde os desafios acadêmicos até as cervejadas em final de semana.

Aos servidores da Secretaria da Fazenda, Guilherme Petry, Volnei Picolotto e Rafael Caminha, aos integrantes da Secretaria de Planejamento Orçamento e Gestão, da Secretaria da Educação e demais servidores que participaram ao longo do ano deixo um agradecimento especial pelo trabalho e estudo voluntário realizado ao longo de 2018. Foram discussões de políticas públicas de extremo valor, sempre com competência e respeito, e que contribuíram muito com conhecimento para esta dissertação.

Um agradecimento muito especial a minha namorada Rebeca Kalsing que esteve comigo desde o início da preparação ao mestrado, me incentivando e apoiando, dando suporte e carinho e, principalmente, sendo paciente comigo nestes últimos meses dessa etapa. Também à minha família. A minha mãe, Rosmari Lentes, e ao meu pai, Volmir Bellé, pelo amor incondicional que me deram e pelo apoio e incentivo de sempre permanecer nos estudos. Ao meu irmão, Rafael, que tanto construiu e contribuiu com a minha vida. A Eliane, Soraia, Sophia, Samantha, Ivandro, Gustavo, Daniel, Theo, Caio e Caetano que fazem parte hoje do meu círculo familiar e me dão muitas alegrias.

Por fim, a minha querida irmã Carolina, que apesar de atualmente não fazer mais parte deste mundo, fez eu ser a pessoa que eu sou, me ensinando valores como amor, sensibilidade, empatia e superação. Que me faz tentar ver e levar a vida em alta astral, com risadas, resiliência e um bom sorriso no rosto. Hoje uma estrela, que me acompanha na memória e no coração.

RESUMO

Esta dissertação procura investigar a existência de ineficiências e de potenciais determinantes na operação das escolas públicas de ensino médio do Estado do Rio Grande do Sul. Aplica-se um modelo de dois estágios utilizando dados do Sistema de Avaliação da Educação Básica, do Censo Escolar e da Secretaria da Fazenda do Estado do Rio Grande do Sul. A primeira etapa do processo utiliza a técnica não-paramétrica de Análise Envoltória dos Dados – Data Envelopment Analysis (DEA) – para detectar a fronteira de eficiência das unidades escolares. A segunda utiliza uma regressão truncada com bootstrap dos escores de eficiência sobre variáveis contextuais dos estudantes e das escolas. Os resultados demonstram que na média os níveis de proficiência em matemática dos alunos poderiam ser de 22 a 24% mais elevados, dependendo da amostra considerada. A análise sugere que a complexidade e porte das unidades escolares, as condições socioeconômicas, motivacionais e de apreço ao conteúdo pelos estudantes e algumas características dos docentes podem influenciar a eficiência de operação das unidades escolares. Por fim, a investigação aponta que a complementaridade e transversalidade entre insumos e políticas públicas podem melhorar o desempenho e a eficiência das escolas estaduais.

Palavras-chave: DEA. Eficiência na Educação. Educação Pública. Avaliação de políticas públicas.

ABSTRACT

This dissertation aims to investigate the existence of inefficiencies and potential determinants in the operation of public high schools in the state of Rio Grande do Sul. A two-stage model is applied using data from the Basic Education Evaluation System, the Brazilian School Census and of the State Treasury Department of Rio Grande do Sul. The first step of the process uses the non-parametric Data Envelopment Analysis (DEA) technique to detect the efficiency frontier of school units. The second is the bootstrap regression using efficiency scores on contextual variables of students and schools. Results show that on average students' math proficiency levels could be 22 to 24% higher depending on the sample considered. The analysis suggests that the complexity and size of the school units, the socioeconomic, motivational and teaching curriculum appreciation conditions by the students and some characteristics of the teachers may influence the operating efficiency of the school units. Finally, the research points out that complementarity and transversality between inputs and public policies can improve the performance and efficiency of state schools.

Keywords: DEA. Efficiency in Education. Public education. Evaluation of public policies.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Variáveis de Insumo e Produto do Primeiro Estágio.....	32
Tabela 2 – Variáveis de Controle Utilizadas na Estimação de Segundo Estágio.....	32
Tabela 3 – Resultados da Estimação DEA-BCC.....	35
Tabela 4 – Metas de Proficiência nas Escolas Mais Ineficientes.....	36
Tabela 5 – Resultados da Estimação de Segundo Estágio.....	40

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	08
2	EFICIÊNCIA NA EDUCAÇÃO ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL: AVALIAÇÃO PELO MÉTODO DE ANÁLISE ENVOLTÓRIA DOS DADOS	11
2.1	INTRODUÇÃO	11
2.2	REVISÃO DA LITERATURA: ECONOMIA DA EDUCAÇÃO E EFICIÊNCIA ..	15
2.3	METODOLOGIA	20
2.3.1	Função de Produção Educacional	20
2.3.2	Eficiência pela Análise Envoltória de Dados e Regressão de Segundo Estágio ...	21
2.4	DADOS E VARIÁVEIS	24
2.4.1	Base de Dados	25
2.4.2	Produtos, Insumos e Variáveis Contextuais	26
2.5	RESULTADOS	34
2.5.1	Análise de Primeiro Estágio	34
2.5.2	Análise de Segundo Estágio	36
2.6	DISCUSSÕES FINAIS	41
3	CONCLUSÃO	44
	REFERÊNCIAS	45
	APÊNDICE A – TABELAS	51

1 INTRODUÇÃO

Um dos possíveis objetivos das políticas públicas é o de ampliar e promover tanto a oferta quanto a qualidade da provisão de bens públicos. Para isso, a educação é um dos eixos principais na abordagem do desenvolvimento humano, proporcionando tanto oportunidades quanto capacidades para o desenvolvimento pessoal. O conhecimento é base fundamental para a inserção ao mundo contemporâneo e promove condições para que as pessoas atinjam seus desejos, sejam pessoais, sejam profissionais.

Entretanto, a aquisição de conhecimento é um processo bastante complexo. Não há um roteiro bem definido sobre como converter os insumos e recursos escolares (salários, infraestrutura, materiais de ensino e outros) em produtos (aprendizado e desenvolvimento humano), sendo impactado por características diversas. Assim, alcançar a eficiência, com a melhor utilização dos recursos disponíveis, não é uma tarefa fácil.

Para demonstrar a complexidade, Unesco (2005) elabora um diagrama do processo educacional, tais que os resultados, como aprendizado, habilidades e benefícios sociais, são alcançados a partir de uma combinação entre as características do aluno (aptidão, perseverança, etc.), os insumos facilitadores (tempo, métodos e materiais de ensino, recursos humanos – professores, diretores, etc. –, infraestrutura, etc.) e contexto (diversos outros fatores que envolvam, como apoio dos pais, condições de incentivo, recursos públicos e tantos outros). Portanto, os elementos que influenciam direta ou indiretamente os sistemas educacionais são inúmeros e requerem análises sobre esta ótica.

Porém, a conversão de insumos em produtos (níveis de aprendizado, por exemplo) não é exatamente perfeita. As comparações internacionais, como as realizadas pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico, evidenciam que comparativamente o Brasil ainda gasta menos por aluno que os países desenvolvidos na educação básica. Contudo, isso não anula a necessidade de que as atuais despesas sejam alocadas e utilizadas da melhor forma possível, principalmente em períodos de crises fiscais, procurando-se a melhor eficiência possível. Alocar mais recursos no sistema educacional não é, sempre, um significado de qualidade. Apesar disso, grande parte do debate e das discussões públicas são ainda voltadas principalmente a necessidade de ampliar os dispêndios na educação, desconsiderando como as despesas e os investimentos estão ocorrendo e dos seus impactos sobre o aprendizado.

Visto isso, este trabalho procura explorar e identificar possíveis origens de ineficiência no Ensino Médio do Sistema de Educação Pública do Estado do Rio Grande do Sul,

utilizando dados para o ano de 2017. Aplica-se um modelo de Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis – DEA*) em dois estágios, proposto por Simar e Wilson (2007), com dados do terceiro ano do Ensino Médio da Rede Estadual, obtidos pelo Censo Escolar (Inep/MEC), pelo Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb)(Inep/MEC) e de dados financeiros obtidos pela Secretaria da Fazenda do Estado do Rio Grande do Sul.

A inovação do trabalho deve-se principalmente a amplitude de dados que são utilizados, incluindo a nova base de dados do Saeb com escolas de 3º ano do Ensino Médio, a qual deixou de ser apenas amostral, e com dados primários fornecidos pela Divisão de Estudos Econômicos e Fiscais e Qualidade do Gasto da Secretaria da Fazenda do Estado do Rio Grande do Sul¹, que permitem uma análise individual de cada uma das escolas estaduais de ensino médio.

No escopo metodológico, a análise de primeiro estágio procura estimar os níveis de eficiência que as unidades escolares alcançam na conversão de insumos em produtos, de forma comparativa, pela técnica de análise envoltória de dados. Já a análise de segundo estágio efetua uma regressão dos escores de eficiência no primeiro estágio sobre variáveis contextuais, por uma regressão truncada com *bootstrap*, investigando possíveis elementos que possam influenciar a capacidade das escolas em converterem os recursos em aprendizado.

Esta metodologia é adotada principalmente por que os estudos na área da educação têm demonstrado que o nível de proficiência das crianças é oriundo de três principais fatores: o efeito família (características e background familiar); o efeito escola (inputs que a escola possui); e o ambiente social e comunitário (fatores locais que influenciam no aprendizado, como cultura, etc.) (MARIONI; FREGUGLIA; COSTA, 2014). Com isso, o resultado do processo educacional (conhecimento) está diretamente relacionado aos seus insumos, tanto os providos pelo sistema educacional, quanto por condições socioeconômicas e familiares ou habilidades inatas.

Portanto, espera-se contribuir com evidências de elementos relevantes que influenciam a provisão de educação pelo Setor Público, especialmente na identificação de fatores que atuam sobre a eficiência das escolas públicas estaduais do Rio Grande do Sul. O trabalho está estruturado em formato de artigo, sendo o capítulo 2 o conteúdo. A seção 2.1 é introdutória. A

¹ O autor deste trabalho é inteiramente grato à equipe da Divisão de Estudos Econômicos e Fiscais e Qualidade do Gasto da SEFAZ-RS, em especial aos servidores Volnei Picolotto, Guilherme Petry e Rafael Caminha Pahim, tanto pela provisão destes dados quanto pelo convite e colaboração em um Estudo de Análise de Eficiência que foi elaborado, voluntariamente, durante o ano de 2018, como contrapartida de programa de financiamento PROREDES do BIRD. Sou grato também a equipe da Secretaria da Educação, Secretaria do Planejamento Orçamento e Gestão, do Instituto de Previdência do Estado do Rio Grande do Sul e de demais pessoas que participaram do estudo amplo realizado em 2018, envolvendo oferta e demanda escolar, análise de eficiência e avaliação qualitativa do sistema de ensino.

seção 2.2 estabelece a revisão da literatura de economia da educação e eficiência; a seção 2.3 trata da metodologia; a seção 2.4 discorre dos dados e variáveis utilizadas; a seção 2.5 apresenta os resultados e; a seção 2.6 as discussões finais. Por fim, o capítulo 3 apresenta a conclusão.

2 EFICIÊNCIA NA EDUCAÇÃO ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL: AVALIAÇÃO PELO MÉTODO DE ANÁLISE ENVOLTÓRIA DOS DADOS

Felipe Augusto Bellé
Hudson da Silva Torrent
Flávio Vasconcellos Comim

Resumo: o objetivo deste artigo é o de investigar a existência de ineficiências e de potenciais determinantes na operação das escolas públicas de ensino médio do Estado do Rio Grande do Sul. Aplica-se um modelo de dois estágios utilizando dados do Sistema de Avaliação da Educação Básica, do Censo Escolar e obtidos pela Secretária da Fazenda do Estado do Rio Grande do Sul. A primeira etapa do processo utiliza a técnica não-paramétrica de Análise Envoltória dos Dados – Data Envelopment Analysis (DEA) – para detectar a fronteira de eficiência das unidades escolares. A segunda utiliza uma regressão truncada com bootstrap dos escores de eficiência sobre variáveis contextuais dos estudantes e das escolas. Os resultados demonstram que na média os níveis de proficiência em matemática dos alunos poderiam ser de 22 a 24% mais elevados, dependendo da amostra considerada. A análise sugere que a complexidade e porte das unidades escolares, as condições socioeconômicas, motivacionais e de apreço ao conteúdo pelos estudantes e algumas características dos docentes podem influenciar a eficiência de operação das unidades escolares. Por fim, a investigação aponta que a complementaridade e transversalidade entre insumos e políticas públicas podem melhorar o desempenho e a eficiência das escolas estaduais.

Palavras-chave: DEA. Eficiência na Educação. Educação Pública. Avaliação de políticas públicas.

2.1 INTRODUÇÃO

A qualidade da educação recebida por crianças e adolescentes durante suas vidas pode determinar não apenas o bem-estar futuro, mas também o de próximas gerações. Indivíduos melhores educados obtêm uma ampliação do leque de oportunidades a que estão sujeitos na vida, impactando sua alocação no mercado de trabalho, seus níveis de rendimentos salariais, suas habilidades cognitivas e não cognitivas e diversos outros impactos que vão desde sua participação democrática até a forma que desenvolverão seus futuros filhos. Por razões como

esta que a Economia da Educação se desenvolveu e ampliou sua área de estudo desde metade do século XX.

O conhecimento provisiona não apenas uma ampliação da capacidade do ser humano de compreender e de se inserir no mundo real, como também constrói a base do conhecimento para quaisquer outras atividades fins, sejam profissionais, sejam pessoais. As escolas são ponto central da capacidade de aprendizado e de desenvolvimento que as pessoas estão inseridas, surgindo ainda durante a educação infantil. Mas o processo de ensino não é uma tarefa simples, das quais sua produção dependa unicamente da conversão de insumos em produtos e que estejam sob controle das instituições de ensino. Sob a abordagem do desenvolvimento humano de Sen (2010, 2011), Nussbaum (2010, 2011, 2013) e Saito (2003) e dos trabalhos de Barbosa Filho e Pessoa (2010) e Cunha e Heckman (2007), mas não unicamente, a expansão das capacidades pessoais depende de fatores multidimensionais e do encadeamento entre eles, como por exemplo, crianças bem alimentadas e com ótima saúde estão mais sujeitas ao aprendizado.

A preocupação com a educação deve-se a fatores que envolvem tanto a qualidade de vida individual, quanto de prosperidade enquanto país. Conforme Barro (2001), Hanushek e Kimko (2000) e Hanushek e Woessmann (2012), promover a capacidade de aprendizado e de capital humano nos membros da sociedade tem impacto positivo no crescimento econômico e por isso são elementos centrais nas políticas públicas. Ainda, as despesas públicas em educação são alguns dos maiores itens nos orçamentos públicos nacionais e estaduais (SANTÍN; SICILIA, 2015). Portanto, as políticas públicas na educação podem estar orientadas não apenas em promover os resultados de aprendizagem, mas também que seja viabilizado com os recursos correntes, por meio de ganhos de eficiência.

O Brasil ao longo das últimas décadas elevou as taxas de matrículas e de frequência escolar, porém, em termos de aprendizado, o progresso não foi tão positivo. Segundo dados do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA¹ –, o país praticamente universalizou a educação fundamental em 2015, alcançando uma taxa de frequência escolar de crianças² de 7 a 14 anos – faixa de escolaridade obrigatória – de 98,7%.

¹ O IPEA disponibiliza um conjunto de dados para acesso no Ipeadata. Disponível em: <http://www.ipeadata.gov.br>.

² Razão entre o número de pessoas de 7 a 14 anos de idade que frequentam a escola e o total de pessoas nesta faixa etária.

Em termos financeiros, enquanto o Estado do Rio Grande do Sul empenhou R\$ 2,291 bilhões na função de educação no ano de 2010, em 2017 o total foi de R\$ 3,976 bilhões³. Ao mesmo tempo, o número de matrículas foi reduzido na rede estadual, principalmente por fatores demográficos, passando de 1.134.595 para 952.188 matrículas⁴. Com isso, a despesa por matrícula aumentou nestes anos, mesmo se descontada a inflação pelo IPCA⁵ do período.

Porém, os resultados de aprendizagem e de retenção dos alunos não foram acompanhados por esse acréscimo nas despesas públicas. O sistema de ensino estadual do Rio Grande do Sul tem passado por uma estagnação nos últimos anos, com elevadas taxas de reprovação e abandono e com baixo progresso nos níveis de aprendizado. Conforme dados da Prova Brasil⁶, para o 9º ano de ensino da rede estadual, apenas 14% dos estudantes em 2013 obtiveram conhecimento considerado proficiente ou avançado e de 20% para 2017. No caso do abandono e da reprovação, para o 9º ano do ensino fundamental, a taxa de distorção idade-série⁷ passou de 27% em 2010 para 31% em 2017.

Como consequência destes resultados, o sistema público de educação do Estado do Rio Grande do Sul não é apenas um problema para os *policymakers* e o governo, mas também para os professores, estudantes e familiares envolvidos no processo de educação, principalmente à população de menor renda que depende majoritariamente da provisão de bens públicos. Conforme destacado por Santín e Sicilia (2015), grande parte ainda das discussões são voltadas a necessidade de elevar as despesas públicas em educação. Porém, como mostrado por Hanushek (2003), ainda não há evidência empírica conclusiva de que maiores dispêndios em educação levam a melhores resultados de aprendizagem, mesmo avaliando estudos para países desenvolvidos ou em desenvolvimento.

Igualmente ao destacado em Santín e Sicilia (2015) para o caso da performance do sistema de educação Uruguaio, as soluções para a rede de ensino estadual do Rio Grande do Sul não passam necessariamente por adicionar recursos no atual sistema, mas também em rever atuais práticas não efetivas e identificar determinantes e fatores que possam estar contribuindo para o baixo progresso em termos de aprendizagem e para a baixa eficiência na

³ Disponível no Relatório Resumido de Execução Orçamentária do Governo do Estado do Rio Grande do Sul, do 6º bimestre de cada ano. Valores considerados de empenho. Fonte: Contadoria e Auditoria-Geral do Estado do Rio Grande do Sul.

⁴ Rede pública Estadual de Ensino do Estado do Rio Grande do Sul. Consideradas as etapas de creche, pré-escola, ensino fundamental, ensino médio, educação de jovens e adultos e em educação especial. Fonte: Censo Escolar/INEP de 2010 e 2017.

⁵ Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo do IBGE.

⁶ A Prova Brasil é uma avaliação censitária das escolas públicas e privadas brasileiras, aplicada pelo Inep/MEC, com o objetivo de avaliar a qualidade do ensino.

⁷ Taxa que indica a proporção de estudantes, para um determinado ano/série, com dois anos ou mais acima da idade recomendada para a etapa. Fonte: Inep/MEC.

conversão de insumos educacionais (recursos escolares) em produtos (proficiência dos estudantes). Explorar e identificar elementos que geram ineficiências escolares são fundamentais para a promoção de políticas públicas.

Uma das principais técnicas para mensurar eficiência é a Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis* - DEA). O DEA é uma metodologia de análise de eficiência, no qual é calculado um índice de eficiência que compara diferentes unidades produtivas com unidades reveladas como eficientes e que formam a chamada fronteira de eficiência. A principal razão da sua elevada utilização, quando comparada à outras técnicas de análises de eficiência, é pela sua flexibilidade e o fato de que permite múltiplos insumos e produtos e não requer informações de preços ou de tecnologia de produção. Assim, a técnica não requer atribuições prévias de pesos às variáveis consideradas no estudo. Por outro lado, a flexibilidade do modelo possui o preço de dificultar a interpretação do papel dos insumos na determinação do produto no nível eficiente, sendo uma limitação.

Para Casado (2007), a técnica emprega a programação matemática para construir fronteiras de produção de unidades produtivas (*decision making units* – DMU) que utilizam processos tecnológicos semelhantes para transformar insumos em produtos. Estas fronteiras são utilizadas para avaliar a eficiência relativa dos planos de operação executados pelas DMUs e servem, também, como referência para o estabelecimento de metas eficientes para cada unidade produtiva. Para o caso educacional, o modelo possibilita comparar e identificar os níveis de eficiência de diferentes escolas, utilizando para isso um conjunto definido de insumos e produtos.

Santín e Sicilia (2015) e Simar e Wilson (2007) destacam que modelos semi-paramétricos de dois estágios estão entre os modelos mais conhecidos para estimar origens de ineficiência. Nestes procedimentos, em um primeiro estágio a técnica de DEA é utilizada para estimar a função de produção e definir quais unidades são eficientes ou ineficientes. No segundo estágio, técnicas de regressão são utilizadas para explicar possíveis variáveis contextuais que impactem a eficiência, sendo as técnicas de Mínimos Quadrados Ordinários, regressão censurada (Tobit) e regressão truncada as mais comuns (SANTÍN; SICILIA, 2015; SOUZA et al.; 2009).

A técnica proposta por Simar e Wilson (2007) para a estimação de segundo estágio é adotada neste trabalho. A abordagem tem o objetivo de encontrar a influência das variáveis ambientais sobre a eficiência das DMUs. Simar e Wilson (2007) indicam que devido a construção dos escores de eficiência e das correlações entre as variáveis utilizadas no primeiro e no segundo estágio, regressões no segundo estágio por técnicas de mínimos quadrados

ordinários e Tobit podem gerar resultados enviesados. Assim, a metodologia dos autores procura contornar o problema de correlação serial por dois procedimentos bootstrap distintos.

Visto que nos esforços dos autores não foi encontrada literatura publicada que avaliasse unicamente a eficiência educacional do Rio Grande do Sul, o principal objetivo deste trabalho é o de explorar e identificar as possíveis origens de ineficiência no Ensino Médio do Sistema de Educação Pública do Estado do Rio Grande do Sul, utilizando dados para o ano de 2017. Aplica-se um modelo de DEA em dois estágios, proposto por Simar e Wilson (2007), com dados do terceiro ano do Ensino Médio da Rede Estadual, obtidos pelo Censo Escolar, pelo Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb) e de dados financeiros obtidos pela Secretaria da Fazenda do Estado do Rio Grande do Sul. Por último, em comparação com a literatura de análise de eficiência encontrada pelos autores, poucos são os trabalhos que analisam a eficiência com variáveis de despesas por unidade educacional e não por municípios ou países, sendo um adicional deste trabalho.

Portanto, procura-se contribuir com evidências de elementos relevantes que influenciam a provisão de educação pelo Setor Público estadual. O trabalho é organizado da seguinte forma. Na seção 2 é apresentada uma breve revisão da literatura sobre economia da educação e de estudos com análise envoltória de dados na educação. A seção 3 apresenta a metodologia principal e as técnicas utilizadas. Na seção 4 são descritos a origem dos dados e as variáveis utilizadas para a análise de eficiência. A seção 5 apresenta os resultados obtidos. E, por fim, a seção 6 contempla as discussões finais.

2.2 REVISÃO DA LITERATURA: ECONOMIA DA EDUCAÇÃO E EFICIÊNCIA

A partir da segunda metade do século 20, diversas publicações e estudos passaram a estudar e avaliar como o processo educacional poderia ser alcançado, procurando evidências sobre determinantes do sucesso educacional dos alunos. A introdução deste tema promoveu a disseminação de estudos empíricos que tratassem o desenvolvimento educacional a partir da conversão de variáveis de insumos – como recursos escolares e características e contextos dos alunos – em variáveis de produtos – principalmente desempenho acadêmico.

O Relatório Coleman de 1966, Coleman et al. (1966), foi uma das primeiras tentativas de encontrar determinantes e elementos que tivessem impactos no processo educacional. A partir disso, o aprendizado passou a ser cada vez mais explorado, analisando em suas múltiplas dimensões, fatores que pudessem influenciar o ambiente de ensino e aprendizagem (COLEMAN *et al.*, 1966; HANUSHEK, 1986, 1995, 2013).

Nos trabalhos de Hanushek (1997, 2013), BIRD (2014) e Woessman (2003) os elementos contextuais dos estudantes, sejam de perfil socioeconômico, sejam de características dos pais e de incentivos pró-estudo são algumas das variáveis continuamente significativas nos estudos de avaliação de desempenho. Assim, fatores além dos intraescolares são importantes para o processo de aprendizagem.

Apesar de que grande parte das investigações sugerem que ações com foco exclusivo nos insumos escolares dificilmente são efetivas, isso não significa que os recursos não importam. Com isso, Betti (2016) e Chiu e Khoo (2005) apontam que é possível que alunos que frequentem escolas com melhores dotações de recursos, ou em patamares adequados, atinjam melhores níveis de eficiência. Conforme destacado por Gamoran e Long (2006), os sistemas educacionais que apresentam níveis adequados de recursos ou que realizem investimentos visando sua ampliação e correção de deficiências estruturais e pedagógicas, podem e tendem a se beneficiar com retornos positivos no aprendizado.

Porém, essa relação e conversão entre insumos (recursos intra e extraescolares) e produtos (níveis de aprendizado, por exemplo) não é exatamente perfeita. Alocar mais recursos no sistema educacional não é, sempre, um significado de qualidade. Eficiência significa escolher o mix mais eficiente e decidir onde investir. Por este motivo, análises de eficiência sobre as políticas e despesas públicas são algumas das formas de efetuar comparações entre diferentes sistemas e características, provendo informações e transparência à sociedade. Portanto, a técnica de Análise Envoltória de Dados é frequentemente utilizada para avaliar a eficiência educacional.

Os resultados de investigações de eficiência em sua maioria constataam que as unidades em análise poderiam elevar sua eficiência quando comparadas com outras unidades que utilizam os mesmos insumos e padrões de tecnologias. Além disso, investigações que utilizaram modelos de dois estágios também fortalecem que variáveis contextuais impactam a transformação de insumos em produtos na ótica da provisão de bens públicos e de educação. Devido a isso, diferentes variáveis incluídas ou não em estimações de eficiência podem levar a resultados completamente contrários na mensuração de eficiência e precisam ser escolhidas com cautela (BOGETOFT; HEINESEN; TRANAES, 2015).

Para Silva e Almeida (2012), os municípios do estado do Rio Grande do Norte apresentaram uma baixa eficiência na conversão do gasto público na educação municipal com indicadores da avaliação educacional de 2005, sugerindo que diversos municípios poderiam ter atingidos níveis melhores de reprovação e de evasão escolar se tivessem elevado a eficiência no gasto público. Com isso, indicam que melhorar a alocação dos recursos do

Fundef, procurando reduzir as taxas de reprovação e de abandono escolar, e a presença de conselhos educacionais, refletindo na importância para o planejamento e fiscalização, podem elevar os escores de eficiência. Como a gestão de recursos está sob a responsabilidade dos prefeitos, os autores indicam que maturidade e nível educacional são alguns dos requisitos para uma boa gestão pública e que a participação da sociedade civil na cobrança e na fiscalização é fundamental para que ações educacionais logrem êxito.

Para Wilbert e D'Abreu (2013), o total gasto por aluno nem sempre é convertido em melhores desempenhos educacionais. Sua avaliação para municípios do estado do Alagoas, Brasil, indicaram que enquanto os municípios menos eficientes foram aqueles com melhores condições de partida, isto é, melhor PIB per capita e elevado gasto por aluno, os mais eficientes foram os que justamente apresentaram menores condições iniciais, com baixos níveis de gastos por alunos.

Avaliando o impacto de recursos escolares sobre desempenho, Ramzi, Afonso e Ayadi (2016) verificam que enquanto recursos financeiros, materiais e humanos não exerceram relação significativa com o desempenho dos alunos, diferenças de características socioeconômicas regionais e variáveis de pobreza e emprego influenciaram os escores de eficiência em 24 regiões da Tunísia.

Para Schettini (2018), diferenças nos escores de eficiência dos municípios brasileiros na educação fundamental são significativas, sofrendo impacto pela escassez de insumos não discricionários e pelo efeito positivo de programas de reforço de aprendizagem e de redução nas taxas de abandono ou reprovação sobre os níveis de eficiência.

Schettini (2014) estima a eficiência técnica de municípios brasileiros na educação pública do primeiro ciclo de ensino (1º ao 5º ano). Utilizando dados de gastos por aluno, proficiência em matemática pelo Saeb, de insumos de capital e trabalho na região e de variáveis exógenas, os autores encontram que diversos fatores ambientais, fora de controle do gestor municipal no curto prazo, estão correlacionados com os escores de eficiência. Elementos como de condições precárias de saúde, de instrução da população local, desemprego e desigualdade de renda influenciaram negativamente a eficiência. Novamente, identificam que a existência de um plano municipal de educação está relacionada a melhores resultados, possivelmente por sinalizar medidas de planejamento na área.

No estudo de Santín e Sicilia (2015), os autores encontram que houve redução no percentual de escolas em eficiência máxima entre os anos de 2009 e 2012, analisando as escolas do Uruguai que participaram do exame do PISA. Apontam que políticas públicas objetivadas a reduzir os elevados graus de repetição, em promover técnicas de ensino e

aprendizagem e a contínua avaliação dos alunos por meio de testes e tarefas de casa podem melhorar os níveis de eficiência. Observam ainda que há efeitos positivos na eficiência das escolas públicas em prover responsabilidade da distribuição de recursos dentro da escola aos diretores.

Para Rosano-Peña, Albuquerque e Marcio (2012), há elevada ineficiência na educação em municípios Goianos, sendo impactados por fatores como a ineficiência de escala (porte inadequado), impacto do entorno não controlável e por ineficiência de gestão. Com isso, indicam que a maior alocação de insumos não garante melhores resultados se antes não se solucionar a ineficiência das unidades educacionais, podendo assim ser traduzidas em maiores desperdícios. Para Schettini (2018), D’Inverno, Carosi e Ravagli (2018) e Wolszczak-Derlacz (2017), economias de escala na provisão de ensino, sejam por turmas com maiores alunos, sejam de escolas de maior porte, também são evidentes, influenciando os níveis de eficiência na educação básica e superior.

Referente aos docentes, Santín e Sicilia (2018) comparam a eficiência entre diferentes professores da educação primária na Espanha. Seus resultados demonstram que há elevada diferença na eficiência dos professores entre as escolas e que elementos como a experiência dos professores e treinamento acadêmico não influenciaram os escores de eficiência. Entretanto, permanecer na mesma escola por cinco ou mais anos, ser do sexo feminino e ter classes menores afetaram positivamente a eficiência dos professores.

Na comparação com dados do PISA de 2003 para 25 países, Afonso e St. Aubyn (2005), utilizando técnica DEA e um procedimento de segundo estágio, constatam a presença de ineficiência em muitos destes países. Na estimação de segundo estágio os autores observam que variáveis como PIB per capita e o nível de escolaridade dos pais são altamente e significativamente correlacionados com os escores de eficiência. Assim, ambientes mais prósperos e cultivados são condições importantes para um desempenho melhor dos alunos. Para Kirjavainen e Loikkanen (1998), a inclusão do efeito da educação dos pais na avaliação da eficiência de escolas secundárias da Finlândia também reduziram os níveis de ineficiência das escolas.

Agasisti e Zoido (2018) avaliaram os níveis de eficiência para mais de 8 mil escolas em 30 países que participaram do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes, da OCDE, de 2012. Seus resultados novamente corroboram com a presença de diferenciais de eficiência entre as escolas, em que na média os resultados de aprendizagem poderiam ser 27% mais altos, caso mantidas as mesmas quantidades de insumos. Na estimação de segundo

estágio os autores observam que a presença de colegas de classe com baixos níveis de aprendizado influencia os seus pares de sala de aula.

Em Bradley, Johnes e Little (2010) a eficiência de escolas na Inglaterra varia entre os anos de 1999 a 2003. Com uma análise multivariada, os autores observam que variáveis relacionadas ao aluno, como gênero, etnia e faixa etária são mais importantes que as variáveis relacionadas aos funcionários na determinação da eficiência. Ainda, o desemprego local exerce impacto sobre o provedor de educação.

Haelermans e Ruggiero (2013) aplicam a técnica de DEA para avaliar a eficiência alocativa das escolas secundárias holandesas. Seus resultados demonstram que apesar da eficiência alocativa impactar os níveis de eficiência, a ineficiência técnica ainda é determinante e que o impacto do ambiente contextual é extremamente custoso para as escolas.

Delgado e Machado (2007) efetuam uma avaliação de eficiência de dois estágios para as escolas públicas estaduais de Minas Gerais. Seus resultados também sugerem que uma complementaridade dos insumos, dentro e fora da escola, possibilita o melhor desempenho em termos de eficiência. Escolas localizadas em mesorregiões do estado onde há mais abundância de recursos educacionais possuem chance maior de serem mais eficientes e prestarem um ensino de melhor qualidade. Suas conclusões ainda evidenciam que alguns fatores, como a infraestrutura, desempenham papel importante para propiciar melhores resultados de eficiência. Condições familiares, entre elas a escolaridade da mãe e o estímulo a leitura, contribuem para alcançar melhores desempenhos nas provas de matemática e português. Assim, as escolas públicas captam o efeito da vizinhança da escola.

Por fim, Dufrechou (2016) também efetua uma análise de DEA em dois estágios, seguindo o modelo de Simar e Wilson (2007). Em sua comparação da eficiência das despesas públicas em educação de países da América Latina com países de alta renda, elementos como níveis de globalização, de democracia e de renda são centrais para sua explicação.

Os estudos que procuram avaliar a eficiência nos sistemas de ensino em grande maioria encontram elevadas desigualdades nas capacidades das escolas de converterem insumos em produtos. As evidências sugerem que múltiplos elementos podem influenciar a eficiência das escolas e que muitas dessas não estão completamente sobre controle do sistema educacional. Por isso, análises de eficiência que incluam segundos estágios colaboram com a identificação e explicação sobre ineficiências nos sistemas educacionais.

Além disso, nos esforços dos autores não foi encontrada literatura que avaliasse unicamente a eficiência educacional do Rio Grande do Sul. Por isso, este trabalho procura investigar e verificar se o sistema público de educação do Estado do Rio Grande do Sul está

operando eficientemente e, seguindo a técnica por dois estágios, verificar possíveis elementos que influenciam a operação. Comparando com a literatura encontrada pelos autores, observa-se o acréscimo à literatura de análise de eficiência pela inclusão de variáveis de despesas por unidade educacional e não por municípios ou países como a maior parte da bibliografia.

2.3 METODOLOGIA

O processo educacional é formado por inúmeros fatores. A metodologia adotada neste trabalho permite que diversos aspectos que afetam os sistemas educacionais sejam incluídos e relacionados. Assim, esta seção apresenta a abordagem da Função de Produção Educacional, a técnica para análise de eficiência denominada Análise Envoltória de Dados e a metodologia para a regressão de segundo estágio.

2.3.1 Função de Produção Educacional

O processo educacional é bastante amplo e está sujeito a diversos elementos. Neste estudo adotou-se uma metodologia que permitisse a inclusão de diversos aspectos que afetam os sistemas educacionais, sejam eles diretos sobre a gestão educacional, sejam indiretos e relacionados a condições dos estudantes. A abordagem da Função de Produção Educacional procura englobar parte destes efeitos em um modelo similar a da microeconomia e de funções de produção.

A abordagem metodológica aqui adotada, que relaciona recursos educacionais, níveis de aprendizado e fatores contextuais sobre uma ótica de análise de eficiência, está baseada principalmente no trabalho de Santín e Sicilia (2015). Apesar de que técnicas de análise envoltória de dados e aplicações do modelo proposto por Simar e Wilson (2007) estejam presentes em diversos outros estudos, Santín e Sicilia (2015) demonstram a eficiência por meio da abordagem de função de produção educacional, sendo de interesse para este trabalho.

A partir disso, a função de produção educacional se refere a relação entre insumos e produtos para uma dada tecnologia de produção. A função de produção educacional apresentada por Santín e Sicilia (2015) e baseada em Levin (1974), Hanushek (1979) e Hanushek et al. (2013):

$$A_i = f(B_i, S_i),$$

onde o subíndice i refere-se à escola e A_i representa o vetor de produtos educacionais para a escola i , geralmente considerado como as notas em testes padronizados. Do outro lado, os insumos educacionais estão divididos em B_i , ao qual denota o background familiar e socioeconômico do estudante, e S_i são os recursos escolares.

A eficiência da conversão de insumos em produtos pode ser impactada por múltiplos fatores, sejam ele oriundos do ambiente escolar – como de baixa motivação e qualidade dos professores e gestão escolar e de sala de aula – sejam oriundos do background familiar ou individual do aluno – baixa motivação, problemas de saúde, disfunções de desenvolvimento, entre outros. Como destacado por Santín e Sicilia (2015), apesar de que todos estes fatores não sejam diretamente insumos, eles podem afetar significativamente o desempenho do estudante.

Neste caso, estima-se a fronteira de produção na qual as unidades escolares eficientes pertenceriam a fronteira de produção educacional. Com isso, as unidades relativamente eficientes atingem o máximo observado de produto. As unidades ineficientes não pertencem a fronteira e seus níveis de ineficiência são mensurados pela distância radial entre a escola e a fronteira construída. Assim, a fronteira de produção a ser estimada, conforme Santín e Sicilia (2015), no nível escolar pode ser

$$A_i = f(B_i, S_i)u_i,$$

onde $0 < u_i \leq 1$ denota a eficiência ao nível escolar. Valores de $u_i = 1$ implicam que a escola analisada seja totalmente eficiente, convertendo seus insumos, para dada tecnologia, no máximo de produtos possíveis. Valores de $u_i < 1$ indicam que a escola seja ineficiente e $\theta_i = 1/u_i$ indica o quanto os produtos poderiam ser multiplicados se a escola atingisse a fronteira de eficiência.

Por fim, a análise em primeiro estágio procura aplicar a modelagem de DEA para mensurar os níveis de eficiência técnica e o segundo estágio consiste na análise de regressão para identificar principais elementos que impactam positivamente ou negativamente a eficiência.

2.3.2 Eficiência pela Análise Envoltória de Dados e Regressão de Segundo Estágio

Segundo Casado (2007), a partir dos trabalhos de Koopmans (1951), Farrel (1957) e Debreu (1951), técnicas não paramétricas são utilizadas para avaliar se um plano de operação

é produtivo. A partir da década de 70 ocorreu um grande progresso na aplicação dessas técnicas, revelando resultados de aplicação bastante expressivos. Charnes, Cooper e Rhodes (1978) generalizaram os estudos de Farrel, tanto no sentido de trabalhar com múltiplos recursos e resultados, quanto na obtenção de um indicador que atendesse ao conceito de eficiência de Koopmans (CASADO, 2007).

Esta generalização originou a técnica de construção de fronteiras de produção e de indicadores de eficiência produtiva, conhecida como Análise Envoltória de Dados e do Modelo CCR⁸. Para Casado (2007), a técnica emprega a programação matemática para construir fronteiras de produção de unidades produtivas (*decision making units* – DMU) que utilizam processos tecnológicos semelhantes para transformar insumos em produtos. Estas fronteiras são utilizadas para avaliar a eficiência relativa dos planos de operação executados pelas DMUs e servem, também, como referência para o estabelecimento de metas eficientes para cada unidade produtiva. A técnica permite, segundo Casado (2007), decompor a eficiência produtiva em dois componentes. O primeiro é quanto a eficiência de escala, associada a variações da produtividade decorrentes de mudanças na escala de produção. A segunda se refere a eficiência técnica, associada à habilidade gerencial da organização. Esta decomposição partiu do trabalho de Banker, Charnes e Cooper (1984), tal que ficou conhecida como modelo BCC.

Para Santín e Sicilia (2015), desde o trabalho pioneiro de Charnes, Cooper e Rhodes (1978) e Banker, Charnes e Cooper (1984)⁹, o modelo de DEA se tornou bastante utilizado na mensuração de eficiência em diversas áreas das despesas públicas. A principal razão da utilização é pela sua flexibilidade e o fato de que permite múltiplos insumos e produtos e não requer informações de preços ou de tecnologia de produção.

Utilizaremos a abordagem DEA orientada a produtos sobre retornos variáveis de escala (DEA-BCC). Sua formulação para cada unidade analisada é dada por

$$\theta_i^{DEA} = \max_{\lambda, \theta} \{ \theta_i \mid \theta_{yi} \leq Y\lambda; x_i \geq X\lambda; n1'\lambda = 1; \lambda \geq 0; \forall_i = 1, \dots, n \},$$

onde para a i -ésima DMU, $\theta_i \geq 1$ é o escore de eficiência, y_i é o vetor de produtos ($q \times 1$) e x_i é o vetor de insumos ($p \times 1$) e X e Y são as matrizes ($p \times n$) e ($q \times n$) de insumos e produtos, respectivamente. O vetor λ ($n \times 1$) contém os pesos virtuais determinada para cada unidade pela solução do problema. Quando $\theta_i = 1$ a unidade pertence a fronteira de produção

⁸ Devido ao sobrenome dos autores Charnes, Cooper e Rhodes. Permite uma avaliação objetiva da eficiência global e identifica as fontes e estimativas de montantes das ineficiências identificadas.

⁹ Modelo DEA-CCR, com retornos constantes de escala, e modelo DEA-BCC, com retornos variáveis de escala.

(completamente eficiente) e $\theta_i > 1$ indica que a unidade é ineficiente, sendo θ_i a distância radial entre a i -ésima unidade e a fronteira. Em outras palavras, θ_i indica a expansão equiproporcional de produtos necessárias para alcançar a fronteira. Por fim, quanto maior o valor de θ_i , maior é o nível de ineficiência da unidade escolar.

Conforme já exposto, inúmeras variáveis não consideradas no modelo podem afetar os escores de eficiência, inclusive fatores que estão fora do controle das escolas. Para investigar essas causas, os coeficientes calculados no primeiro estágio são utilizados como variáveis dependentes, ou endógenas, em uma regressão.

Com isso, os escores de eficiência $\hat{\theta}_i$ obtidos no primeiro estágio pelo DEA são regredidos sobre um vetor $Z = (z_1, z_2, \dots, z_k)$ de variáveis contextuais das escolas ou dos alunos, tais que não são diretamente insumos mas que estejam relacionadas ao processo de aprendizagem:

$$\hat{\theta}_i = f(Z_i, \beta_i)$$

O método de dois estágios é utilizado seguindo a metodologia proposta por Simar e Wilson (2007) e tem o objetivo de encontrar a influência das variáveis ambientais sobre a eficiência das DMUs. A metodologia dos autores procura contornar o problema de correlação serial, originados no DGP (*data-generating process*), pela inclusão de procedimento de bootstrap em modelos de regressão truncadas.

A motivação desta abordagem deve-se aos problemas de validação originadas na construção dos indicadores de eficiência e da conseqüente regressão, levando a inconsistências por dois principais problemas: (1) correlação serial entre as estimativas do DEA e; (2) correlação das entradas e saídas utilizadas no primeiro estágio com as variáveis ambientais do segundo estágio. Deste modo, o problema de correlação serial surge porque as estimativas de eficiência mudam dependendo do desempenho das DMUs incluídas na amostra, já que são construídas de forma relativa e interdependentes com as unidades da amostra. Quanto ao segundo problema, a complicação surge, pois, as variáveis ambientais na regressão estarão correlacionadas com os termos de erro, violando pressupostos básicos da regressão.

Simar e Wilson (2007) propõem dois algoritmos na sua metodologia. A diferença é de que o algoritmo #2 incorpora um segundo bootstrap no primeiro estágio, amenizando as estimativas dos escores de eficiência. Para pequenas amostras (inferiores a 400 observações e com até 3 produtos e 3 insumos), o algoritmo #1 ajusta melhor os resultados do que o

algoritmo #2, que é mais eficiente para amostras com mais de 800 observações (SANTÍN; SICILIA, 2015). Visto que nossa amostra contempla menos de 800 observações, utilizaremos o algoritmo #1 proposto por Simar e Wilson (2007), conforme abaixo¹⁰:

- a) estime os escores de eficiência $\hat{\theta}_i \forall i = 1, 2, \dots, n$ pela análise envoltória de dados;
- b) use o método de máxima verossimilhança para estimar $\hat{\beta}_i$ e $\hat{\sigma}_\varepsilon$ em uma regressão truncada de $\hat{\theta}_i$ em z_i , usando $m < n$ observações (i.e., elimine as observações com eficiência unitária), onde $\hat{\theta}_i > 1$.
- c) repita os passos 3.1 a 3.3 abaixo L vezes para obter o conjunto de repetições *bootstrap* $A = \left\{ (\hat{\beta}^*_b, \hat{\sigma}^*_b) \right\}_{b=1}^L$.
 - para cada $i = 1, \dots, m$ extraia ε_i de uma distribuição normal truncada a esquerda em $(1 - z_i \hat{\beta})$.
 - para $i = 1, \dots, m$ estime $\theta_i^* = z_i \hat{\beta} + \varepsilon_i$.
 - use o método de máxima verossimilhança para estimar a regressão truncada de θ_i^* em z_i , obtendo as estimações de $\hat{\beta}^*$ e $\hat{\sigma}_\varepsilon^*$.
- d) Use as L repetições *bootstrap* em A para construção dos intervalos de confiança de β e σ_ε .

As próximas seções apresentam a base de dados e as variáveis utilizadas nas estimações de primeiro e segundo estágio e os resultados obtidos.

2.4 DADOS E VARIÁVEIS

Para a aplicação de um modelo DEA em dois estágios, a seleção e a especificação das bases de dados e variáveis são essenciais. Para isso, utilizaram-se dados do terceiro ano do Ensino Médio da Rede Estadual do Rio Grande do Sul, obtidos pelo Censo Escolar, pelo Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb) e de dados financeiros obtidos pela Secretaria da Fazenda do Estado do Rio Grande do Sul. Portanto, esta seção descreve a origem dos dados e as variáveis utilizadas para a análise de eficiência.

¹⁰ De acordo com Simar e Wilson (2007), também definimos L=2000.

2.4.1 Base de Dados

Os dados utilizados consistem do Sistema de Avaliação da Educação Básica (Inep/MEC), Censo Escolar (Inep/MEC) e de dados fiscais fornecidos pela Divisão de Estudos Econômicos e Fiscais e Qualidade do Gasto da Secretaria da Fazenda do Estado do Rio Grande do Sul.

Os dados do Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb) são disponibilizados em microdados pelo sítio do INEP¹¹. O Saeb é composto pela Avaliação Nacional da Educação Básica (Aneb) e pela Avaliação Nacional do Rendimento Escolar (Anresc), também conhecida por Prova Brasil. Esta avaliação tem caráter censitário ou amostral, para escolas públicas e privadas, ocorrendo de forma bianual envolvendo alunos do 3º, 5º e 9º anos do Ensino Fundamental e do 3º ano ou 4ª série do Ensino Médio.

Instituído em 1990, o Saeb é atualmente composto por um conjunto de avaliações externas em larga escala e tendo como objetivo principal realizar um diagnóstico da educação básica brasileira e de alguns fatores que possam interferir no desempenho do estudante, fornecendo um indicativo sobre a qualidade do ensino ofertado. Desta forma, desempenha um importante papel de avaliação, monitoramento e acompanhamento da evolução da qualidade do ensino e do perfil dos estudantes, tanto do Ensino Fundamental quanto do Ensino Médio.

Ao longo do tempo, o Saeb passou por mudanças. Durante 2005, o sistema foi reformulado e passou a ser composto por duas avaliações: a Avaliação Nacional da Educação Básica (Aneb), que manteve as características, objetivos e procedimentos efetuados até aquele momento pelo Saeb, e a Avaliação Nacional do Rendimento Escolar (Anresc), conhecida como Prova Brasil, criada com o objetivo de avaliar a qualidade do ensino nas escolas da rede pública. Em 2013, a Avaliação Nacional da Alfabetização (ANA) foi incorporada ao Saeb, visando aferir os níveis de alfabetização e letramento em Língua Portuguesa e Matemática.

A Portaria nº 564, de 19 de abril de 2017, alterou o público alvo do Saeb, instituindo a ampliação da avaliação para todas as escolas públicas e privadas, localizadas em zonas urbanas e rurais, que possuam pelo menos dez estudantes matriculados em turmas regulares na 3ª série do Ensino Médio ou na 4ª Série do Ensino Médio, quando esta for a série de conclusão da etapa. Portanto, a base de microdados para escolas do Ensino Médio foi expandida a partir de 2017, deixando de ser apenas amostral e sim mais ampla, permitindo um novo conjunto de dados a serem estudados.

¹¹ Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Os microdados estão disponíveis em <http://portal.inep.gov.br/microdados>.

Os instrumentos utilizados na Aneb e Prova Brasil são testes padronizados de proficiência em língua portuguesa e matemática e de questionários contextuais. Os testes de proficiência são elaborados a partir de matrizes de referência, ou seja, a partir de conteúdos e habilidades que se espera que os estudantes tenham desenvolvidos ao final de cada período de análise. Além disso, os métodos escalares baseados na Teoria de Resposta ao Item (TRI) são utilizados para mensurar a proficiência dos alunos. Por fim, os questionários contextuais são preenchidos por alunos, turmas, professores, diretores e por escola. No caso dos alunos, são respondidas perguntas sobre o ambiente e as condições familiares e econômicas, seus hábitos domésticos e atitudes escolares.

O Censo Escolar é uma pesquisa de caráter censitária, compulsória e efetuada anualmente por regime de colaboração entre a união e as secretarias estaduais e municipais de educação, incluindo todos os estabelecimentos de ensino público e privado. Esta pesquisa fornece informações sobre as escolas, turmas, alunos e profissionais, de forma declaratória pelas instituições de ensino.

Os dados fornecidos pela Secretaria da Fazenda do Rio Grande do Sul proporcionaram a possibilidade de avaliar individualmente cada unidade escolar. Os principais estudos de análise de eficiência que incluem variáveis financeiras, de despesas, são consolidados por municípios ou por estados. Assim, este estudo incorpora na avaliação de eficiência a variável quantitativa de despesa em cada unidade escolar.

2.4.2 Produtos, Insumos e Variáveis Contextuais

Os dados do Saeb de 2017 fornecem informações sobre desempenho em Língua Portuguesa e Matemática e de elementos contextuais dos estudantes, professores, diretores e escolas. Dados sobre as condições socioeconômicas dos estudantes, seus níveis de conhecimento cognitivo e informações sobre incentivo e motivação dos pais e de professores são fornecidos em seu conjunto informacional. Assim, é possível obter uma coleção ampla de dados para compor tanto insumos e produtos do primeiro estágio da estimação, quanto para o segundo estágio.

As informações contidas no Censo Escolar fornecem conhecimento sobre as situações das unidades escolares. Número de matrículas e professores, condições de infraestrutura escolar, descrições sobre o corpo docente escolar e outras que contextualizam a condição escolar são disponibilizados.

Os dados fornecidos pela Secretaria da Fazenda do Estado do Rio Grande do Sul propiciaram a inclusão de insumos financeiros anuais relativos a cada unidade escolar. A partir disso, foi possível considerar a despesa por aluno matriculado que cada escola incorreu, sendo incluída como variável de insumo.

Como apresentado em Dyson et al. (2001) e Santín e Sicilia (2015), a execução do método DEA requer que as DMU's sejam mais homogêneas possíveis. Devido a isso, é necessário aproximar, o máximo que possível, a hipótese de que as unidades escolares estejam operando sobre as mesmas tecnologias de produção e ainda sobre contextos e circunstâncias similares. Para isso, algumas considerações e seleções foram realizadas nas bases de dados.

Primeiramente, destaca-se que a base de dados envolve apenas escolas públicas estaduais da rede de ensino do Estado do Rio Grande do Sul, que tenham alunos matriculados no 3º ano do ensino médio e que possuem informações de aprendizagem e contextuais escolares e dos estudantes no Saeb de 2017. Assim, escolas públicas municipais e federais e escolas privadas não incluem a base amostral. Ademais, foram mantidas apenas escolas em locais urbanos, reduzindo a influência de que regiões rurais podem ter sobre o funcionamento das escolas. Por fim, as denominadas escolas militares ou os colégios Tiradentes também foram excluídas, pois estas possuem processos de seleção para escolha dos seus alunos, alterando significativamente a estrutura discente.

Um dos desafios encontrados foi a grande quantidade de escolas com questionários contextuais dos estudantes censurados, seja por baixa representatividade, baixo número de respostas ou por solicitação da unidade escolar. A partir disso, para a regressão de segundo estágio dois modelos foram estimados. O primeiro deles é mais amplo, com 657 observações na amostra e que utiliza informações disponibilizadas sem a necessidade dos questionários contextuais. O segundo modelo contém 298 observações, em que incluem 5 variáveis adicionais para o segundo estágio, sendo três indicadores construídos por análise de componentes principais.

Após a organização dos dados, obteve-se uma base amostral com informações contextuais escolares e dos alunos. Foram construídas variáveis pelo método de análise de componentes principais¹², procurando agrupar questões que refletissem significados iguais ou próximos. Variáveis construídas pelo Inep/MEC também foram utilizadas, principalmente as que refletem informações contextuais das escolas.

¹² Procedimento de análise fatorial comumente utilizado como técnica de redução de dimensionalidades. O critério de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) foi adotado para identificar se o modelo de análise fatorial em construção está adequadamente ajustado aos dados. Em todas as variáveis construídas por PCA, o KMO foi superior a 0,5.

A partir disso, assumimos que as unidades escolares da amostra em avaliação estão sujeitas as mesmas tecnologias de produção, de leis e diretrizes básicas para o ensino e contextos organizacionais e curriculares. Análises de correlação foram realizadas para confirmar a monotonicidade entre variáveis de insumo e de produtos.

Por fim, algumas últimas considerações foram efetuadas para a definição de variáveis que fossem compor os insumos do primeiro estágio ou da regressão de segundo estágio. Conforme a estimação de dois estágios em McCarty e Yaisawarng (1993), o procedimento separou por variáveis que estivessem sobre controle direto ou não das unidades escolares, em quais a política educacional, a princípio, não tem controle. Para Santín e Sicilia (2015), a seleção entre o que seria um insumo educacional (primeiro estágio) e uma variável explicativa de ineficiência ou variável contextual (segundo estágio) seguiu a consideração de que uma variável é um fator explicativo de eficiência, e não um insumo educacional, quando não é estritamente essencial na produção educacional, mas que pode afetar os resultados de ensino por meio do termo de eficiência. Apesar de que não haja um manual específico para esta escolha de variáveis, sendo muitas vezes arbitrário, procurou-se ao máximo aproximar desta linha de orientação.

Assim, algumas condições como as apresentadas por Santín e Sicilia (2015) também foram consideradas na seleção das variáveis contextuais:

- a) a variável reflete algum aspecto da gestão e organização escolar e/ou do processo de ensino e aprendizagem promulgada em sala de aula;
- b) a variável é dicotômica, categórica ou não tem uma mensuração contínua;
- c) a assunção de monotonicidade não é mantida na prática, i.e., as variáveis selecionadas não apresentam correlação positiva com os produtos acadêmicos;
- d) a variável é um indicador baseado em opiniões, com alta subjetividade e dificuldade de contrastar.

Com base nos ajustes e considerações, foram selecionadas duas variáveis de insumos, uma de produto e quinze variáveis contextuais, sendo nove no modelo 1 e quinze no modelo 2. Foram estimados 3 modelos de regressão, todos com as mesmas variáveis de insumos e produtos, mas com diferenças nas variáveis explicativas.

2.4.2.1 Produtos e Insumos de Primeiro Estágio

Identificar variáveis que reflitam o nível de aprendizagem dos estudantes e de que sejam fundamentais para o processo de ensino e aprendizagem não é trivial. Porém, para o

caso dos produtos há um consenso na literatura sobre a utilização de testes padronizados como medida de resultados educacionais. Assim, foi utilizada como variável de produto para a estimação de eficiência as notas médias escolares obtidas pelos alunos em matemática para cada unidade escolar no Sistema de Avaliação da Educação Básica de 2017.

Para os insumos, duas variáveis foram construídas, dado que refletissem condições mínimas necessárias para a operação das escolas. A primeira delas é a de despesa média por aluno dos últimos três anos da unidade escolar. O período de três anos foi escolhido por abranger as três séries que fazem parte do Ensino Médio. Como o exame de proficiência do Saeb é realizado no 3º ano do Ensino Médio, a média dos últimos três anos procura representar o período em que o aluno esteve presente na unidade escolar e que despesas de períodos anteriores poderiam exercer algum efeito sobre o ano da aplicação.

Para essa variável de insumo, utilizou-se as despesas anuais empenhadas por cada escola nos anos de 2015, 2016 e 2017, compreendendo tanto os custos relacionados aos docentes, quanto de servidores e de outras despesas correntes, como energia elétrica, água e material escolar. Com os dados do Censo Escolar de 2015, 2016 e 2017 foram obtidos os números de alunos para cada ano. A partir destas foi composta a despesa média por aluno no período, procurando, além de abranger os três anos do ensino, reduzir a possibilidade de que alguma alteração brusca no número de alunos ou na despesa, para algum dos anos, pudesse afetar bruscamente a medida de insumo.

A segunda variável reflete as condições de infraestrutura da unidade de ensino. Pela técnica de análise de componentes principais um Indicador de Recursos Escolares (IRE) foi construído, contendo dimensões de condições básicas, dependências escolares e de equipamentos. Utilizaram-se informações contidas no Censo Escolar de 2017 relativas a presença de água filtrada, abastecimento de água por rede pública, coleta periódica de lixo, presença de sala de diretoria, sala de professores, laboratório de informática e ciências, sala de atendimento especial, quadra esportiva coberta, cozinha, biblioteca, sala de secretaria, refeitório, auditório, pátio coberto, fotocopadora, impressora, aparelhos multimídia (Datashow), rede de internet e banda larga e alimentação escolar. A tabela A.1 do apêndice contém as informações das variáveis contidas no Indicador de Recursos Escolares e suas estatísticas descritivas.

Portanto, três variáveis foram ao todo incluídas na estimação de eficiência. A seleção destas variáveis deve-se principalmente ao fato de que sem aprendizado, sem infraestrutura e sem despesas financeiras não é possível operar a unidade escolar. Destaca-se novamente que para a estimação DEA há exigência de correlação positiva entre variáveis de insumo e de

produto. Assim, a hipótese de monotonicidade implica que quanto maior a quantidade de insumos, igual ou maior será a quantidade de produtos obtidas. Portanto, as variáveis selecionadas satisfazem esta condição. A tabela 1 apresenta informações e estatísticas descritivas das variáveis de insumo e produto.

2.4.2.2 Variáveis Contextuais

Para as variáveis contextuais, buscou-se identificar fatores que influenciassem insumos e produtos e que estão sujeitas a uma ou mais das quatro condições explicitadas anteriormente. Sobre estes critérios e baseada na literatura sobre economia da educação, 15 variáveis foram selecionadas, sendo 3 construídas pelo método de análise de componentes principais. A tabela 2 apresenta as descrições das variáveis e suas estatísticas descritivas. As variáveis foram obtidas pelo Censo Escolar de 2017, pelo questionário contextual do estudante do Saeb de 2017 e por variáveis elaboradas pelo Inep/MEC com as mesmas bases de dados.

As causas encontradas na literatura quanto à baixa performance dos estudantes e quanto a capacidade de operação das escolas são múltiplas e dependem de elementos como de efeito família, efeito escola e do ambiente social e comunitário (MARIONI; FREGUGLIA; COSTA, 2014). Os estudos como os de Bergman (2013), Bipath (2002; 2005), Banco Mundial (2004), Cunha e Heckman (2007), Hanushek (1986, 1995, 2002, 2013), Woessmann (2003), Barros et al. (2001) e Menezes-Filho (2007) ressaltam que não apenas elementos escolares como níveis de aprovação e taxas de absenteísmo prejudicam o aprendizado, mas problemas estruturais e institucionais são relevantes, tais como regimes e incentivos de trabalho, origem socioeconômica dos estudantes, a presença e influência da família e atividades criminais próximas.

O trabalho de Hanushek (2013) apresenta diversas variáveis que ao longo do tempo foram avaliadas em estudos de economia da educação, contemplando elementos intra e extraescolares. Ainda, em Hanushek (1997, 2003, 2006, 2014), Hanushek e Luque (2003), Hanushek e Kimko (2000), Gamoran e Long (2006), Albornas, Ferreira e Franco (2002), Gundlach et al. (2001) e Gundlach e Woessmann (2011), aspectos como as despesas escolares, tamanhos de classe, experiência, qualificação e credencial dos professores foram avaliadas ou discutidas. Por isso, quatro variáveis que possuem relação ao tamanho das turmas e tamanho das escolas foram selecionadas para investigação: alunos por docente,

número de salas, alunos por turma e de complexidade da gestão escolar. Espera-se que o porte da unidade escolar possa impactar a eficiência de operação.

Considerando também os trabalhos de BIRD (2014), Woessmann (2001), Rice e Schwartz (2008), Hu et al. (2017) e Santín e Sicilia (2015, 2018), considerou-se quatro variáveis que indicassem a formação e experiência dos professores: idade média dos docentes, adequação da formação docente, percentual de professores com pós-graduação e forma de contratação dos professores. Estas variáveis procuram refletir questões sobre aprendizado dos professores, se estão lecionando nas respectivas disciplinas de formação, se a idade média dos professores e se contratação efetiva ou temporária de docentes alteram a capacidade da unidade escolar operar de forma eficiente ou não.

Com relação principalmente ao efeito família e comunitário na educação, quatro variáveis foram selecionadas. A primeira é quanto a escolaridade da mãe ou mulher responsável do estudante, ao qual reflete a importância da influência materna ao longo de todo processo de desenvolvimento das crianças e jovens. As outras três, construídas pela técnica de análise de componentes principais e com elementos que refletissem características similares, são: Indicador de Nível Socioeconômico (INSE), Índice de Apoio Familiar (IAF) e Índice de Aprendizagem Pessoal (IAP). O INSE procura refletir principalmente as condições de renda familiar dos estudantes. O IAF contém informações sobre os incentivos que os pais dão aos seus filhos quanto a educação, i.e., se incentivam a estudar. Por fim, o IAP avalia o apreço e a motivação individual dos estudantes e se os professores corrigem os deveres de aula. As tabelas A.2, A.3 e A.4 do apêndice contém as informações das variáveis contidas em cada um dos indicadores.

A seleção destes quatro elementos foi baseada principalmente pela grande presença nos estudos que avaliam determinantes de aprendizagem. Os trabalhos de Hanushek (1986, 1995, 2002, 2013), Barros et al. (2001), Menezes-Filho (2007) e Bergman, Bergman e Gravett (2011) demonstram que a motivação aos estudos, a origem socioeconômica, a disponibilização de alimentação adequada, com bons níveis de nutrientes, a presença de livros, jornais e computadores no ambiente domiciliar, hábitos de leitura e um ambiente emocional favorável à criança são fatores chaves no desenvolvimento cognitivo e não cognitivo.

Tabela 1- Variáveis de Insumo e Produto do Primeiro Estágio

Variável = Média na Escola	Nome_var	Descrição	Modelo 1			Modelo 2		
			n	Média	DP	n	Média	DP
<i>Produto</i>								
Proficiência em Matemática 3º ano/4ª série do ensino médio	Nota_MT	Nota média da escola para os alunos do 3º ano/4ª série do Ensino Médio.	657	275,9	19,8	298	283,4	18,4
<i>Insumos</i>								
Despesa Por Aluno	Despesa_Media3_Aluno	Despesa total da escola nos últimos 3 anos pelo total de alunos da escola dos últimos 3 anos. Média do período.	657	3.675	1599,2	298	4.374	1686,7
Índice de Recursos Escolares	IRE_1_norm_pos	Indicador construído pelo método de Análise dos Componentes Principais. O indicador foi normalizado e compreendido para valores >1 para utilização na Análise Envoltória de Dados.	657	10,7	1,0	298	10,8	0,7

Fonte: elaboração própria com dados do Censo Escolar de 2015, 2016 e 2017 (INEP, 2015; 2016; 2017), do Sistema de Avaliação da Educação Básica (INEP, 2018) e primários obtidos pela Secretaria da Fazenda do Estado do Rio Grande do Sul. DP é o desvio padrão.

Tabela 2 - Variáveis de Controle Utilizadas na Estimação de Segundo Estágio

Variável = Média na Escola	Nome_var	Descrição	Modelo 1			Modelo 2		
			n	Média	DP	n	Média	DP
Idade Média dos Docentes	Idade_Media_Docentes	Idade média dos docentes em cada escola.	657	42,4	3,00	298	41,8	3,09
Alunos por Docente	Alunos_Docente_2017	Número de alunos na escola pelo total de docentes.	657	16,4	5,18	298	13,9	4,40
Número de Salas	Salas_Existentes	Quantidade de salas existentes na escola.	657	14,0	6,35	298	11,4	4,98
Adequação da Formação Docente	Pc_Formacao_Docente_Medio	Variável construída pelo INEP em que mensura a proporção de professores no grupo 1 do Indicador de Adequação da Formação Docente do Ensino Médio (grupo 1 envolve docentes com formação superior de licenciatura (ou bacharelado com complementação pedagógica) na mesma área da disciplina que leciona).	657	57,3	11,61	298	56,9	11,84
Docentes com Pós-Graduação	Docente_Pos_Graduacao	Número de professores com pós-graduação dividido pelo total de professores na escola.	657	0,50	0,20	298	0,57	0,20
Tipo de Contratação dos Docentes	Tipo_Contratacao	Proporção de professores concursados/estáveis/efetivos sobre o total de docentes. Outros tipos de contratação incluem temporários, terceirizados e por CLT.	657	0,59	0,18	298	0,62	0,19

Variável = Média na Escola	Nome_var	Descrição	Modelo 1			Modelo 2		
			n	Média	DP	n	Média	DP
Alunos por Turma	Alunos_Turma	Número de Alunos por Turma na Escola.	657	22,7	5,82	298	20,2	5,02
Complexidade da Gestão Escolar	Ind_Complex_Gestao_Escolar	Indicador construído pelo INEP em que classifica as escolas em níveis de 1 a 6 de acordo com sua complexidade de gestão, níveis elevados indicam maior complexidade. Com base nos dados disponíveis do Censo da Educação Básica, considerou-se que a complexidade de gestão está relacionada às seguintes características: porte da escola, número de turnos de funcionamento, quantidade e complexidade de modalidades/etapas oferecidas.	657	4,59	1,02	298	4,24	1,03
Distorção Idade-Série	Distorcao_IdadeSerie_EM	A distorção idade-série é a proporção de alunos com mais de 2 anos de atraso escolar.	657	0,31	0,13	298	0,25	0,10
Sexo dos Alunos	Sexo	Proporção de alunos do sexo masculino na turma.				298	0,44	0,12
Escolaridade da Mãe ou Mulher Responsável	Mae_Escolaridade	Variável com a média de escolaridade das mães dos alunos na escola. Valores estão entre 0 = nunca estudou e 5 = completou a faculdade.				298	2,79	0,42
Reprovação dos Alunos	Ja_Reprovou	Proporção de alunos que já reprovaram alguma vez.				298	0,47	0,23
Índice de Nível Socioeconômico	INSE_2_norm_pos	Indicador normalizado construído por uma série de variáveis.				298	2,68	1,00
Índice de Apoio Familiar	IAF_2_norm_pos	Indicador normalizado construído por uma série de variáveis.				298	4,25	1,00
Índice de Aprendizagem Pessoal	IAP_3_norm_pos	Indicador normalizado construído por uma série de variáveis.				298	3,44	1,00

Fonte: elaboração própria com dados do Censo Escolar de 2017 (INEP, 2017) e do Sistema de Avaliação da Educação Básica (INEP, 2018). DP é o desvio padrão.

Além disso, em Mulis (2012), Paiva e Lourenço (2011), Jensen (2013), Cunha e Heckman (2007), Kautz et al. (2014), Heckman e Mosso (2014) e Primi e Santos (2014) os aspectos socioemocionais são componentes fundamentais no desenvolvimento das crianças e dos jovens. Elementos como perseverança, esforço, esperança individual, apreço ao aprendizado e apoio e incentivo dos pais e professores são fundamentais para o desenvolvimento cognitivo dos estudantes.

Por fim, outras três variáveis foram consideradas, buscando investigar seus efeitos na eficiência. As duas primeiras são relacionadas a reprovações e idades defasadas. Assim, as variáveis de distorção idade-série e de reprovação dos alunos foram incluídas, procurando avaliar se efeitos de pares ou de alunos que estão em idade escolar atrasada impactam a eficiência escolar. Por último, a proporção de alunos do sexo masculino na escola foi considerada, sendo uma variável geralmente incluída em investigações de aprendizado, ao qual poderia indicar efeitos de diferenças de comportamento nas unidades escolares.

2.5 RESULTADOS

Esta seção apresenta os resultados obtidos na análise de eficiência pela metodologia DEA-BCC e de estimação de segundo estágio conforme Simar e Wilson (2007).

2.5.1 Análise de Primeiro Estágio

A tabela 3 apresenta os principais resultados e a figura 1 apresenta a distribuição dos escores de eficiência, $\hat{\theta}_i$, estimadas pelo modelo DEA-BCC orientado aos produtos para os dois conjuntos amostrais. Os resultados indicam que na média a eficiência das escolas foi de 1,24 para o modelo 1 e de 1,22 para o modelo 2. As escolas poderiam ter obtido níveis de proficiência em matemática 24% ou 22% maiores do que as atingidas, utilizando as mesmas quantidades de insumos, se operassem em melhores níveis de eficiência. Isto é, a análise relativa entre diferentes escolas, com base nas variáveis de primeiro estágio, demonstra que, para escolas com insumos similares, enquanto algumas estão obtendo níveis de proficiência bem superiores outras estão aquém do que poderiam alcançar. Além disso, verifica-se que para o modelo 1 uma unidade escolar obteve escore de 1,6, indicando o potencial de aumentar em 60% seus níveis de produtos. Apenas 5,9% das escolas alcançaram escores de eficiência de até 1,1, indicando baixo potencial de elevar seus produtos sem alteração na quantidade de insumos.

Tabela 3 - Resultados da Estimação DEA-BCC

Modelo	Min	Max	Média	Mediana	DP
Modelo 1 (n=657)	1,000	1,606	1,242	1,240	0,097
Modelo 2 (n=298)	1,000	1,570	1,218	1,212	0,089

Fonte: elaboração própria. DP é o desvio padrão.

Verifica-se também uma elevada concentração no modelo 1 de escolas com escores entre 1,2 e 1,3. Para o modelo 2, há uma distribuição mais homogênea entre duas classificações, em que os escores de 1,1 a 1,3 compreendem 76,5% das escolas. A categoria com escolas de ineficiência superiores a 30% compreendeu 177 escolas no modelo 1 e 49 escolas no modelo 2. A distribuição também revela o caráter relativo pela quantidade de insumos e produtos serem de apenas três variáveis, que é a da fronteira de eficiência não ser tão dispersa quanto a de modelos com maiores quantidades de variáveis de insumo e/ou produto. Com isso, os pesos relativos são mais comparáveis, reduzindo a possibilidade de estimar um número maior de escolas sobre a fronteira de eficiência produtiva.

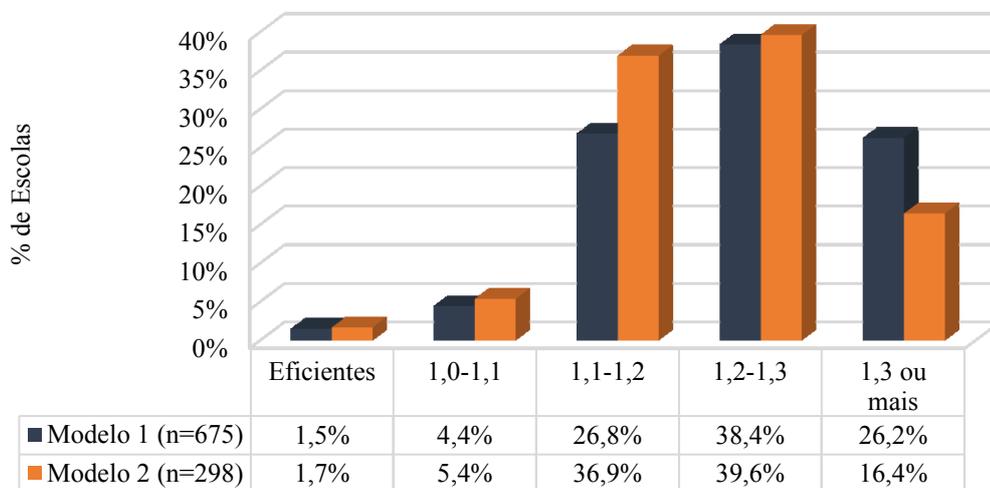


Figura 1: Distribuição dos Escores de Eficiência. Fonte: elaboração própria.

A tabela 4 apresenta as médias de proficiência em matemática das 10 unidades escolares com maiores ineficiências do modelo 1 de estimação. Assim, observa-se que estas escolas poderiam obter níveis de proficiência muito superiores aos observados no Sistema de Avaliação da Educação Básica de 2017 se operassem na máxima eficiência utilizando as mesmas quantidades de insumo.

Tabela 4 - Metas de Proficiência nas Escolas Mais Ineficientes

DMU	Eficiência Estimada	Proficiência Observada em Matemática	Possibilidade Percentual de Aumento no Produto	Proficiência em Matemática com Eficiência Máxima
1	1,606	217,4	60,6%	349,2
2	1,570	222,4	57,0%	349,1
3	1,550	223,6	55,0%	346,6
4	1,535	212,3	53,5%	325,8
5	1,504	232,2	50,4%	349,2
6	1,479	236,1	47,9%	349,2
7	1,474	227,9	47,4%	336,0
8	1,473	237,0	47,3%	349,2
9	1,473	233,2	47,3%	343,5
10	1,470	237,5	47,0%	349,2

Fonte: elaboração própria com resultados do modelo 1.

Porém, as estimações de segundo estágio revelam que alguns fatores contextuais afetam a capacidade das escolas converterem eficientemente insumos em produtos. Com isso, comparar simplesmente escores de eficiência com base nos insumos e produtos escolhidos neste trabalho pode não demonstrar algumas realidades a que as escolas estão sujeitas. A regressão truncada com *bootstrap* de segundo estágio permite indicar possíveis elementos que reduzam a eficiência das escolas.

2.5.2 Análise de Segundo Estágio

Na estimação de segundo estágio, os escores de eficiência obtidos na estimação do DEA-BCC com orientação a produtos são regredidos sobre variáveis contextuais seguindo a regressão truncada com *bootstrap* proposta por Simar e Wilson (2007). Dois modelos foram propostos e três estimações foram realizadas: o primeiro modelo contém um número maior de observações, com nove variáveis contextuais; o segundo modelo inclui variáveis obtidas com uso de informações dos questionários contextuais aplicados pelo Saeb de 2017 aos estudantes do Ensino Médio das Escolas Estaduais do Estado do Rio Grande do Sul. No caso do segundo modelo, duas estimações foram efetuadas, sendo a primeira com as mesmas variáveis explicativas do modelo 1 e a segunda estimação com a inclusão de outras seis variáveis explicativas obtidas ou construídas pela técnica de análise de componentes principais. Os

resultados são apresentados na tabela 5, com informações dos coeficientes, erros padrões e valor do teste *t*.

Inicialmente, há um conjunto de variáveis que não foram significativas em nenhuma das estimações, indicando que não exercem efeito sobre a eficiência das escolas em nossa regressão. Entre elas estão o número de salas de aula presentes na escola e a quantidade de alunos por turma. As duas estão relacionadas a escala de operação da escola, em que quanto maior os seus valores, maiores seriam a utilização de recursos por cada aluno ou espaço escolar. Porém, as duas variáveis podem não indicar perfeitamente este fato, pois as salas de aula podem não estar sendo utilizadas e a quantidade de alunos por turma também pode não representar exatamente como os recursos são utilizados na escola. Além disso, para o caso de alunos por turma, o resultado se alinha com os obtidos em Santín e Sicilia (2015) e a evidência teórica ainda é inconclusiva quanto ao efeito de tamanhos de turma sobre o aprendizado e, portanto, pode não ocorrer algum impacto da variável sobre a capacidade de prover aprendizagem para os alunos (HANUSHEK, 2003)

Entretanto, a variável de alunos por docente foi significativa nas três estimações e seu coeficiente indica que quanto maior o seu valor, melhor será a eficiência da escola. Este resultado possibilita duas explicações. A primeira é a de que uma das variáveis de insumo é relativa as despesas financeiras por aluno e incluem as despesas com folha de pagamento de professores. Escolas que estejam concentrando um número maior de alunos por professor tentem a apresentar despesas por alunos menores e, portanto, utilizando níveis menores de insumos conforme selecionamos no primeiro estágio. Um segundo fato deve-se novamente ao impacto ainda inconclusivo na literatura do efeito de alunos por turma sobre o aprendizado, principalmente para estudantes de idade e grau de escolaridade mais avançada, como de Ensino Médio. Por fim, destaca-se que neste momento o efeito dessa variável sobre as condições dos professores, de prática de sala de aula e sobre desgaste didático, não foi avaliado, mas é sim de ponderação relevante para políticas públicas. Como destacado em Santín e Sicilia (2018), classes menores são mais fáceis de serem gerenciadas e professores poderiam ter facilidade em lecionar, porém a literatura ainda é inconclusiva.

A variável da complexidade da gestão escolar foi significativa apenas para o modelo 1. Na amostra do modelo 2, tanto sua média quanto seu desvio padrão foi reduzido e, por isso, pode ter surtido algum efeito sobre sua significância. Além disso, o modelo 1 inclui diversas escolas que não tiveram dados contextuais dos estudantes divulgados, podendo ter algum reflexo nas diferenças amostrais. Quanto a sua significância, avalia-se a possibilidade de que quanto maior a complexidade de gestão, que contempla fatores como porte da escola, número

de turnos de funcionamento e quantidade e complexidade de modalidades/etapas de ensino oferecidas, mais dificultoso pode ser a capacidade da escola de gerar esforços diretamente apenas para uma etapa de ensino, no nosso caso do Ensino Médio, ou de acompanhar a situação individual dos seus alunos. Assim, escolas mais complexas podem necessitar de mais elementos administrativos, humanos e pedagógicos para sua efetividade.

Quatro variáveis relativas aos professores foram avaliadas. A proporção de docentes com pós-graduação e o tipo de contratação dos professores (proporção de professores com contratação efetiva) não foram significativas. No caso da contratação, os professores estão sujeitos as mesmas regras curriculares, sejam efetivos, sejam temporários/emergenciais. Algumas diferenças podem ainda gerar efeitos contrários. No que se refere a remuneração, professores efetivos tendem a ter salários mais elevados, melhorando suas condições pessoais. Porém, os professores temporários necessitam manter seus vínculos contratuais anualmente, sem a segurança da estabilidade obtida pelos efetivos. Portanto, a variável pode demonstrar efeitos múltiplos e divergentes.

A variável da proporção de professores com pós-graduação não sinalizou efeito sobre a eficiência das escolas, podendo indicar que habilitações em graus superiores por parte dos professores não geram algum impacto sobre o aprendizado. A variável de idade média dos docentes foi significativa no modelo 1 e aponta que quanto maior a idade dos professores, menor é a eficiência das escolas. As duas variáveis descritas, pós-graduação e idade média, demonstram dois pontos. Um deles é de que a experiência ao longo do tempo ou também a aquisição de graus maiores de escolaridade por parte dos professores pode não impactar diretamente os níveis de proficiência dos alunos ou os escores de eficiência. Entretanto, as duas variáveis podem exercer efeitos sobre as despesas com professores, já que variações remuneratórias podem ocorrer por questões de antiguidade dos professores ou por mudanças em seus níveis de qualificação¹⁴. Assim, a despesa por aluno em cada unidade escolar pode ser maior e elevar a quantidade de insumo na função de produção educacional.

A adequação da formação docente foi significativa nas três estimações. A variável indica a proporção de professores que possuem formação superior de licenciatura (ou bacharelado com complementação pedagógica) na mesma área da disciplina que leciona. Assim, ter professores atuando no processo de ensino no mesmo campo de sua formação pode melhorar a eficiência das unidades escolares.

¹⁴ Informações legais a respeito dos servidores do magistério estadual estão disponíveis na Lei 6.672 de 1974 do Rio Grande do Sul, que dispõe sobre o Estatuto e Plano de Carreira dos Servidores do Magistério Estadual.

A última variável que contempla os dois modelos foi a de distorção idade-série, que indica a proporção de alunos com mais de 2 anos de atraso escolar. Sua significância indica que valores maiores reduzem a eficiência das escolas e o seu resultado ficou alinhado ao obtido em Santín e Sicilia (2015). Este impacto se deve a condição de que alunos que se encontram em atraso escolar podem apresentar tanto abandono quanto reprovação em seu histórico. Em ambos os casos, seus níveis de proficiência podem ser insuficientes e, portanto, reduzem os produtos escolares e conseqüentemente seus níveis de eficiência. Propor novas políticas educacionais que alterem a retenção de séries, seja por reduzir o abandono escolar, seja por incluir medidas de reforço escolar para reduzir a repetência, identificando os jovens em situação de risco, podem contribuir substancialmente com a eficiência na educação.

Na segunda estimação do modelo 2, seis variáveis foram incluídas por serem disponibilizadas nos questionários contextuais do Saeb. Tanto o gênero dos alunos quanto a escolaridade das mães ou mulher responsável não foram significativas na explicação da eficiência escolar. Porém o Indicador de Nível Socioeconômico, que reflete as condições de renda familiar dos estudantes da escola, foi significativa e indica que quanto maior o seu valor, maior é a eficiência da escola. A proporção de alunos que já reprovaram demonstrou novamente seu impacto sobre a eficiência, sendo os motivos similares aos já destacados no caso da distorção idade-série.

Por fim, o Indicador de Apoio Familiar não foi significativo, que procurava sinalizar elementos relativos aos incentivos recebidos pelos pais à educação. Este resultado pode indicar que para os estudantes de ensino médio o resultado dos incentivos pelos pais aos estudos já não seja significativo como para o caso de etapas anteriores de educação. Apesar do resultado indicar sentido inverso ao apontado em Mulis (2012) e Paiva e Lourenço (2011), o desenvolvimento cognitivo e não cognitivo desenvolvido em Cunha e Heckman (2007) pode corroborar com o resultado obtido. Já o Indicador de Aprendizagem, que avalia o apreço do aluno pelas matérias de aula, de realização das tarefas de aula e de correção dos deveres de casa pelos professores, foi significativo na explicação da eficiência escolar, novamente se alinhando aos resultados obtidos por Santín e Sicilia (2015). Assim, métodos de avaliação dos estudantes e estudos cotidianos por parte do estudante pode melhorar o ambiente de ensino e aprendizagem escolar.

Tabela 5 - Resultados da Estimação de Segundo Estágio

Variável Explicativa	Modelo 1 ^a			Modelo 2: Estimação 1 ^b			Modelo 2: Estimação 2 ^c		
	Coef.	Erro Padrão	t	Coef.	Erro Padrão	t	Coef.	Erro Padrão	t
Idade Média dos Docentes	0,0043	0,0013	3,2161 ***	0,0021	0,0019	1,1405	0,0009	0,0016	0,5336
Alunos por Docente	-0,0032	0,0011	-2,8195 ***	-0,0052	0,0017	-3,1542 ***	-0,0035	0,0015	-2,3527 **
Número de Salas	-0,0010	0,0006	-1,5804	0,0015	0,0011	1,3173	0,0006	0,0010	0,6109
Adequação da Formação Docente	-0,0013	0,0003	-4,2656 ***	-0,0016	0,0004	-3,7628 ***	-0,0012	0,0004	-3,0278 ***
Docentes com Pós-Graduação	-0,0028	0,0216	-0,1298	0,0075	0,0305	0,2461	-0,0052	0,0275	-0,1886
Tipo de Contratação dos Docentes	0,0360	0,0238	1,5119	0,0375	0,0336	1,1167	0,0096	0,0307	0,3126
Alunos por Turma	-0,0003	0,0009	-0,3773	-0,0002	0,0012	-0,1784	-0,0007	0,0011	-0,6817
Complexidade da Gestão Escolar	0,0097	0,0037	2,5981 ***	0,0080	0,0054	1,4697	0,0076	0,0048	1,5660
Distorção Idade-Série	0,3344	0,0295	11,3443 ***	0,2926	0,0566	5,1700 ***	0,0955	0,0567	1,6849 *
Sexo dos Alunos							0,0232	0,0378	0,6125
Escolaridade da Mãe ou Mulher Responsável							-0,0130	0,0124	-1,0442
Reprovação dos Alunos							0,0678	0,0205	3,3011 ***
Índice de Nível Socioeconômico							-0,0332	0,0054	-6,1103 ***
Índice de Apoio Familiar							0,0032	0,0048	0,6625
Índice de Aprendizagem Pessoal							-0,0107	0,0048	-2,2124 **
constante	1,0449	0,0539	19,4032 ***	1,1494	0,0740	15,5435 ***	1,3548	0,0795	17,0424 ***
/sigma	0,0815	0,0024	33,5523 ***	0,0776	0,0035	21,9693 ***	0,0676	0,0030	22,6532 ***

Fonte: elaboração própria utilizando a metodologia de Simar e Wilson (2007).

Notas: * p-valor <0,10, ** p-valor <0,05, *** p-valor <0,01.

^a Modelo de regressão truncada com 10 observações censuradas a esquerda em valor 1. Observações = 675.

^b Modelo de regressão truncada com 05 observações censuradas a esquerda em valor 1. Observações = 298.

^c Modelo de regressão truncada com 05 observações censuradas a esquerda em valor 1. Observações = 298.

2.6 DISCUSSÕES FINAIS

Este trabalho efetuou uma análise de eficiência com modelo de dois estágios para as escolas estaduais de ensino médio do Rio Grande do Sul. Aplicou-se a metodologia proposta em Simar e Wilson (2007) que procura contornar problemas de correlação serial com a inclusão de *bootstrap* na regressão truncada. Neste tipo de procedimento, em um primeiro estágio a técnica de DEA é utilizada para estimar a função de produção e definir quais unidades são eficientes ou ineficientes. No segundo estágio, a regressão truncada com *bootstrap* é utilizada para explicar possíveis variáveis contextuais que impactem a eficiência.

Pela ótica da Função de Produção Educacional, adotou-se inicialmente duas variáveis de insumos, despesa média por aluno e um indicador de recursos escolares por escola, e uma variável de produto, nota média em matemática no Saeb, para avaliar e comparar a eficiência das unidades escolares. Verificou-se que na média as escolas estaduais de Ensino Médio do Estado do Rio Grande do Sul poderiam ter obtidos proficiências em matemática 24% superiores as observadas, na estimação com amostragem ampla, ou 22% na amostra reduzida. Ou seja, comparando os níveis de utilização de insumos, as escolas estaduais poderiam, em média, ter alcançado níveis de aprendizado mais elevados se operassem na mesma eficiência que as escolas que estão sobre a fronteira de eficiência. Para as 10 escolas mais ineficientes, os níveis de proficiência poderiam ser 47% maiores, refletindo em um desenvolvimento educacional e cognitivo extremamente importante para seus alunos.

Na etapa de segundo estágio, dois modelos foram estimados. O primeiro possuía um tamanho amostral superior, pois não incluía a necessidade das respostas dos alunos nos questionários contextuais do Saeb, mas permitindo apenas a inclusão de 9 variáveis explicativas. Para o segundo caso, com amostra reduzida e com a inclusão de variáveis obtidas pelos questionários contextuais, a estimação foi realizada em dois momentos: o primeiro com as mesmas variáveis explicativas da primeira estimação e o segundo com a inclusão de 6 variáveis contextuais.

Os resultados do segundo estágio indicaram que alguns fatores de escala, ou seja, do porte das escolas, podem ser significantes na eficiência educacional em converter insumos em produtos. A variável de complexidade da gestão escolar foi significativa e apontou que quanto mais complexa for a unidade escolar, mais ineficiente a escola tende a ser, representando as dificuldades relacionadas de gestão. Além dessa variável, a quantidade de alunos por docente eleva a eficiência quanto maior for a sua quantidade. Este caso está relacionado

principalmente ao fator das despesas na educação, em que um único professor estará atendendo a um número maior de alunos e, portanto, reduzirá a despesa por aluno.

Quanto ao fator docente, duas variáveis foram significativas. A primeira delas é quanto à adequação da formação docente, que indica se o professor está lecionando em sua matéria de formação. Para este caso quanto maior for o percentual de professores na unidade escolar que esteja atuando sobre sua mesma formação, maior será o nível de eficiência. Para a variável de idade média do docente, o efeito é de redução da eficiência conforme o aumento da idade média dos docentes nas unidades escolares. Este efeito pode surgir tanto por elevações nas despesas por docentes bem como pela redução ou neutralidade na capacidade de ensinar os estudantes.

Outra variável importante é a de distorção idade-série e de reprovação dos estudantes. As duas contemplam que a permanência dos estudantes nas unidades de ensino impactam a eficiência possivelmente por duas formas: uma delas pela elevação nas despesas, devido a manutenção do estudante na unidade escolar, e a segunda é relacionada ao grau de aprendizado, em que a reprovação de estudantes pode estar sujeita a defasagem de conhecimento, reduzindo assim a proficiência média em matemática da unidade escolar. Políticas que alterem a retenção, reprovação e incrementem as medidas de reforço escolar podem ser positivas para alcançar melhores níveis de eficiência.

A análise reiterou o fato de que os níveis socioeconômicos dos alunos e da comunidade escolar são significantes tanto para a aquisição de conhecimento, quanto para a operação eficiente das unidades escolares. Assim, as escolas que possuem proporções de estudantes em condições socioeconômicas desvantajosas tendem a ser menos eficientes, principalmente pela relação significativa entre nível econômico familiar e proficiências cognitivas. E o Indicador de Aprendizagem Pessoal também foi significativo, apontando que o apreço pelo aluno das matérias de aula e a realização e correção das tarefas de aula pelos professores também colaboram com a eficiência das escolas. Promover políticas que motivem os estudantes aos conteúdos escolares e que busquem reduzir os efeitos de desigualdades socioeconômicas podem colaborar com a melhor utilização dos insumos nas unidades escolares.

Por último, cabe destacar algumas limitações e possíveis extensões para trabalhos futuros. Em primeiro lugar ressalta-se que devido à forma como a análise envoltória de dados é estimada os resultados não permitem a extrapolação de suas conclusões, sendo restrita as unidades e variáveis em análise. Além disso, a flexibilidade do modelo tem o preço de dificultar a interpretação que o papel dos insumos educacionais possui sobre os produtos no

nível de eficiência. Como última limitação ressalva-se que ainda não há na literatura um entendimento conclusivo sobre quais são as melhores técnicas para análises de segundo estágio, sendo possível que outras técnicas tenham desempenho superior a empregada neste trabalho. Porém, a metodologia de Simar e Wilson (2007) é robusta e frequentemente utilizada nas literaturas, como debatido em Santín e Sicilia (2015). Como extensão futura abre-se a possibilidade de avaliar para os próximos anos se a eficiência alterou-se durante o período, pela inclusão de análises com dados em painel, ou também pela contínua análise de variáveis que sejam significativas tanto para a explicação do primeiro estágio, quanto para o segundo estágio.

3 CONCLUSÃO

Esta pesquisa teve como objetivo geral avaliar a eficiência das escolas estaduais de ensino médio do Rio Grande do Sul na conversão de insumos em produtos. Aplicou-se a técnica de Análise Envoltória dos Dados (DEA) e de metodologia proposta em Simar e Wilson (2007) que procura contornar problemas de correlação serial com a inclusão de *bootstrap* na regressão truncada. Neste tipo de procedimento, em um primeiro estágio a técnica de DEA é utilizada para estimar a função de produção e definir quais unidades são eficientes ou ineficientes. No segundo estágio, a regressão truncada com *bootstrap* é utilizada para explicar possíveis variáveis contextuais que impactem a eficiência.

A inovação do trabalho deveu-se principalmente a amplitude de dados que foram utilizados, incluindo a nova base de dados do Saeb com escolas de 3º ano do Ensino Médio e com os dados primários fornecidos pela Divisão de Estudos Econômicos e Fiscais e Qualidade do Gasto da Secretaria da Fazenda do Estado do Rio Grande do Sul, que permitiram uma análise individual de cada uma das escolas estaduais de ensino médio.

Os resultados de forma geral destacaram que tanto para a amostra utilizada quanto para as variáveis selecionadas de insumos e produtos as escolas estão operando na média sobre uma ineficiência de 22 a 24%. Ou seja, os níveis de proficiência dos estudantes poderiam ser mais elevados do que o observado se as escolas operassem sobre a fronteira de eficiência. Porém, as estimações de segundo estágio relevam que variáveis contextuais também influenciam a conversão de forma eficiente dos insumos em produtos. Aspectos relacionadas a escala de operação das unidades escolares, níveis de distorção idade-série, condições socioeconômicas e melhores alocações dos professores podem afetar os graus de eficiência de operação das escolas estaduais.

Em suma, o diagnóstico permite concluir que existem oportunidades para uma mudança de patamar na eficiência educacional do sistema de ensino público do Estado do Rio Grande do Sul, mas esse objetivo requer uma visão abrangente de elementos que impactam a conversão de insumos em produtos. Políticas integradas e transversais, que alinhem e engajem as diversas estruturas e programas públicos, podem ser possibilidades para melhorar a utilização de recursos na educação. Por fim, melhorar a eficiência das unidades escolares não se deve apenas a questão de recursos, mas também por permitir alcançar melhores níveis de aprendizados entre os jovens e que reduzam as desigualdades de oportunidades.

REFERÊNCIAS

- AFONSO, A.; ST. AUBYN, M. **Cross-Country Efficiency of Secondary Education Provision: a semi-parametric analysis with nondiscretionary inputs**. European Central Bank, 2005. (Working Paper, 494).
- AGASISTI, T.; ZOIDO, P. Comparing the efficiency of schools through international benchmarking: results from an empirical analysis of OECD PISA 2012 data. **Educational Researcher**, v. 47, n. 6, p. 352-362, 2018.
- BANCO INTERNACIONAL PARA A RECONSTRUÇÃO E DESENVOLVIMENTO – BANCO MUNDIAL. **World Development Report 2004: Making Services Work for Poor People**. Washington DC: World Bank/Oxford University Press, 2004.
- BANCO INTERNACIONAL PARA RECONSTRUÇÃO E DESENVOLVIMENTO – BIRD. **Professores Excelentes: como melhorar a aprendizagem dos estudantes na América Latina e no Caribe**. Fórum sobre o desenvolvimento na América Latina. Washington, 2014.
- BANKER, R.D.; CHARNES A.; COOPER, W.W. Some Models for Estimation Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. **Management Science**, v. 30, n. 9, p. 1078-1092, 1984.
- BARBOSA FILHO, F. H.; PESSÔA, S. A. Educação e Crescimento: o que a evidência empírica e teórica mostra? **Revista EconomiA** (Brasília), v. 11, n. 2, p.265-303, maio/ago. 2010.
- BARRO, R. J. Human capital and growth. **American economic review**, v. 91, n. 2, p. 12-17, 2001.
- BARROS, R. P. *et al.* Determinantes do desempenho educacional no Brasil. **IPEA Texto para Discussão**, n. 834, p. 1-38, 2001.
- BERGMAN, M. M. What is a dysfunctional school? **Africa Education Review**, Pretoria, v. 10, n. 2, p. 381-390, 2013
- BERGMAN, M. M.; BERGMAN, Z. W.; GRAVETT, S. The explanatory model of school dysfunctions. **South African Journal of Education**, Pretoria, v. 31, n. 4, p. 461-474, Nov. 2011.
- BETTI, L. P. Característica da Escola e Desempenho Acadêmico: uma análise sobre o impacto da distribuição desigual de recursos escolares nas notas dos alunos brasileiros. 2016. 120 f. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.
- BIPATH, K. **Differentiating between functional and dysfunctional schools**. 2002. 140p. Mini-dissertation (Magister Educations in Educational Management) – Faculty of Education and Nursing, Rand Afrikkans University, Johannesburg, 2002.

- BIPATH, K. **The leadership of a functional and dysfunctional schools**. 2005. 342p. Thesis (Doctor Educationis in Educational Management) – in Faculty of Education, University of Johannesburg, Johannesburg, 2005.
- BRADLEY, S.; JOHNES, J.; LITTLE, A. Measurement and determinants of efficiency and productivity in the further education sector in England. **Bulletin of Economic Research**, v. 1, n. 21. p. 307-337, 2010.
- CASADO, F. L. Análise envoltória de dados: conceitos, metodologia e estado da arte na educação superior. **Sociais e Humanas**, v. 20, n. 1, p. 59-71, 2007.
- CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. **European Journal of Operational Research**, v. 2, p. 429-444, 1978.
- CHIU, M.; KHOO, L. Effects of Resources, Inequality, and Privilege Bias on Achievement: country, school, and student level analyses. **American Educational Research Journal**, v. 42, n. 4, p. 575-603, 2005.
- COLEMAN, J. S. *et al.* **Equality of educational opportunity**. Washington, DC: US Printing Office, 1966.
- CUNHA, F; HECKMAN, J. The technology of skill formation. **AEA papers and proceedings**, [S. l.], v. 97, n. 2, p.31-47, 2007.
- D'INVERNO, G.; CAROSI, L.; RAVAGLI, L. Global public spending efficiency in Tuscan municipalities. **Socio-Economic Planning Sciences**, v. 61, p. 102-113, 2018.
- DEBREU, G. The coefficient of resource utilization. *Econometrica*, **Journal of the Econometric Society**, v.19, no 3, 1951.
- DELGADO, V. M. S.; MACHADO, A. F. Eficiência das escolas públicas estaduais de Minas Gerais. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v. 37. n. 3, dez. 2007.
- DUFRECHOU, P. A. The Efficiency of Public Education Spending in Latin America: a comparison to high-income countries. **International Journal of Education Development**, v. 49, p. 188-203, 2016.
- DYSON, R. G. *et al.* Pitfalls and protocols in DEA. **European Journal of operational research**, v. 132, n. 2, p. 245-259, 2001.
- FARREL, M.J. The measurement of productive efficiency. *J. Royal Statistical Society*, v. 120, Part III, 253-290, 1957.
- GAMORAN, A.; LONG, D. A. Equality of Educational Opportunity: a 40-year retrospective. **WCER Working Paper**, n. 2006-9, Madison: University of Wisconsin–Madison, Wisconsin Center for Education Research, Dec. 2006.
- GUNDLACH, E.; WOESSMANN, L.; GMELIN, J. The Decline of Schooling Productivity in OECD Countries. **Economic Journal, Weinheim**, v. 111, n. 1999, p. C135–C147, 2001.

GUNDLACH, E.; WOESSMANN, L. The Fading Productivity of Schooling in East Asia. **Journal of Asian Economics**, v. 12, n. 3, p. 401-417, 2001.

HAELERMANS, C.; RUGGIERO, J. Estimating technical and Allocative Efficiency in the Public Sector: a nonparametric analysis of Dutch schools. **European Journal of Operational Research**, v. 227, n.1, p. 174-181, 2013.

HANUSHEK, E. A. Conceptual and empirical issues in the estimation of educational production functions. **Journal of human Resources**, p. 351-388, 1979.

HANUSHEK, E. A. The Economics of Schooling: production and efficiency in public schools. **Journal of Economic Literature**, Pittsburgh, v. 24, n. 3, p. 1141-1177, 1986.

HANUSHEK, E. A. Production Functions in Education. In: HUSÉN, T.; POSTLETHWAITE, T. N. **The International Encyclopedia of Education**, Oxford: Pergamon Press, p. 4059-4070, 1995.

HANUSHEK, E. A. Assessing the Effects of School Resources on Student Performance: an update. **Educational Evaluation and Policy Analysis**, [S. l.], v. 19, n. 2, p. 141-164, 1997.

HANUSHEK, E. A. Publicly Provided Education. In: AUERBACH, A. J.; FELDSTEIN, M. (ed.). **Handbook of Public Economics**. Amsterdam: North Holland, p. 2045-2141, 2002.

HANUSHEK, E. A. The Failure of Input-based Schooling Policies. **Economic Journal**, Weinheim, v. 113, n. 485, p. 64-98, 2003.

HANUSHEK, E. A. School Resources. In: HANUSHEK, E. A.; WELCH, F. **Handbook of the Economics of Education**, v. 2, Amsterdam: North Holland, p. 865-908, 2006.

HANUSHEK, E. A. Financing Schools. In: HATTIE, J.; ANDERMAN, E. M. **International Guide to Student Achievement**. New York: Routledge, p. 134-136, 2013.

HANUSHEK, E. A. Boosting Teacher Effectiveness. In: FINN, C. E.; SOUSA, R. (Ed.). **What Lies Ahead for America's Children and Their Schools**. Stanford, CA: Hoover Institution Press, p. 23-35, 2014.

HANUSHEK, E. A.; KIMKO, D. D. Schooling, Labor-Force Quality, and the Growth of Nations. **The American Economic Review**, Pittsburgh, v. 90, n. 5, p. 1184-1208, Dez. 2000.

HANUSHEK, E. A.; LUQUE, J. A. Efficiency and Equity in Schools Around the World. **Economics of Education Review**, Princeton, v. 22, n. 5, p. 481-502, 2003.

HANUSHEK, E. A.; WOESSMANN, L. The Economics of International Differences in Educational Achievement. In: HANUSHEK, E. A.; MACHIN, S.; WOESSMANN, L. **Handbook of the Economics of Education**, vol. 3, Amsterdam: North Holland, p. 89-200, 2011.

HANUSHEK, E. A.; LINK, S.; WOESSMANN, L. Does school autonomy make sense everywhere? Panel estimates from PISA. **Journal of Development Economics**, v. 104, p. 212-232, 2013.

HECKMAN, J. J.; MOSSO, S. The Economics of Human Development and Social Mobility. **NBER Working Paper**, n. 19925, p. 1-73, 2014.

HU, B. Y. *et al.* Preschool Expenditures and Chinese Children's Academic Performance: the mediating effect of teacher-child interaction quality. **Early Childhood Research Quarterly**, [s.l.], v. 41, p.37-49, 2017.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA – INEP. **Microdados do Censo Escolar 2015**. Brasília: Inep. 2015.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA – INEP. **Microdados do Censo Escolar 2016**. Brasília: Inep. 2016.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA – INEP. **Microdados do Censo Escolar 2017**. Brasília: Inep. 2017.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA – INEP. **Microdados da Aneb e da Anresc 2017**. Brasília: Inep. 2018.

JENSEN, E. How Poverty Affects Classroom Engagement. **Educational Leadership**, v. 70, n. 8, p. 23-30, 2013.

KAUTZ, T. *et al.* Fostering and Measuring Skills: improving cognitive and non-cognitive skills to promote lifetime success. **NBER Working Paper**, n. 20749, p. 1-124, 2014.

KIRJAVAINEN, T.; LOIKKANEN, A. H. Efficiency Differences of Finnish Senior Secondary Schools: an application of DEA and Tobit Analysis. **Economics of Education Review**, v. 17, n. 4, p. 377-394, 1998.

KOOPMANS, T. C. Efficient allocation of resources. **Econometrica**, v.19, no.1, 1951.

LEVIN, H. M. Measuring efficiency in educational production. **Public Finance Quarterly**, v. 2, n. 1, p. 3-24, 1974.

MARIONI, L. S.; FREGUGLIA, R. S.; COSTA, A. B. M. Impacts of School Management on Educational Development: a longitudinal analysis from the teacher's perspective. In. **XLII Encontro Nacional de Economia da Anpec**, 2014, Natal. Anais do 42º Encontro Nacional de Economia da Anpec, 2014.

MCCARTY, T. A.; YAISAWARNG, Suthathip. Technical efficiency in New Jersey school districts. **The measurement of productive efficiency: Techniques and applications**, p. 271-287, 1993.

MENEZES-FILHO, N. **Os determinantes do desempenho escolar do Brasil**. São Paulo: Instituto Futuro Brasil; Ibmecc-SP; FEA-USP, 2007. Disponível em: <<http://www.todospelaeducacao.org.br/arquivos/biblioteca/f4e8070a-8390-479c-a532-803bbf14993a.pdf>>. Acesso em: 27 fev. 2018.

MULIS, I.V.S. *et al.* **TIMSS 2011 International Results in Mathematics**. Chestnut Hill, MA, United States: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College, 2012.

NUSSBAUM, M. C. **Creating capabilities: The human development approach**. Cambridge, Massachusetts and London, England: The Belknap Press Of Harvard University Press, 2011.

NUSSBAUM, M. C. **Not For Profit: why democracy needs the humanities**. Hardcover: Princeton University Press, 2010.

NUSSBAUM, M. C. **Political Emotions: why love matters for justice**. Cambridge, Massachusetts and London, England: The Belknap Press Of Harvard University Press, 2013.

PAIVA, M. O. A.; LOURENÇO, A. A. Rendimento Acadêmico: influência do autoconceito e do ambiente de sala de aula. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, Brasília, v. 27, n. 4, p.393-402, 2011. Out-dez.

PRIMI, R.; SANTOS, D. **Desenvolvimento Socioemocional e Aprendizado Escolar: uma proposta de mensuração para apoiar políticas públicas**. São Paulo: Instituto Ayrton Senna, 2014.

RAMZI, S.; AFONSO, A.; AYADI, M. Assessment of Efficiency in Basic and Secondary Education in Tunisia: a regional analysis. **International Journal of Educational Development**, v. 51, p. 62-76, 2016.

RICE, J. K.; SCHWARTZ, A. E. Toward an Understanding of Productivity in Education. In: LADD, H. F.; FISKE, E. B. **Handbook of Research in Education Finance and Policy**, New York: Routledge, p. 131-145, 2008.

ROSANO-PEÑA, C.; ALBUQUERQUE, P. H. M; MARCIO, C. J. A Eficiência dos Gastos Públicos em Educação: evidências georreferenciadas nos municípios goianos. **Economia Aplicada**, v. 16, n. 3, p. 421-443, 2012.

SAITO, M. Amartya Sen's Capability Approach to Education: a critical exploration. **Journal of Philosophy of Education**, v. 37, p. 17-33, 2003.

SANTÍN, D.; SICILIA, G. Measuring the Efficiency of Public Schools in Uruguay: main drivers and policy implications. **Latin American Economic Review**, v.24, n. 1, p. 1-28, 2015.

SANTÍN, D.; SICILIA, G. Using DEA for measuring teachers' performance and the impact on students' outcomes: evidence for Spain. **Journal of Productivity Analysis**, v. 49, n. 1, p. 1-15, 2018.

SCHETTINI, B. **Eficiência Técnica dos Municípios Brasileiros na Educação Pública: Escores Robustos e Fatores Determinantes**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada-IPEA, 2014.

SCHETTINI, B. P. Avaliação da eficiência técnica dos municípios brasileiros na educação pública. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v. 48, n. 1, 2018.

SEN, A. K. **Desenvolvimento como Liberdade**. São Paulo: Companhia das letras, 2010.

SEN, A. K. **A ideia de justiça**. 3. ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2011. 492 p.

SILVA, J.L. M. da; ALMEIDA, J. C. L. de. Eficiência no Gasto Público com Educação: uma análise dos municípios do Rio Grande do Norte. **Planejamento e Políticas Públicas**, v. 2, n. 39, p. 219-242, 2012.

SIMAR, L.; WILSON, P. W. Estimation and Inference in Two-Stage Semi-Parametric Models of Production Processes. **Journal of Econometrics**, v. 136, p. 31-64, 2007.

SOUZA, M. O. de; SOUZA, G. da S.; STAUB, Roberta Blass. Influência de variáveis contextuais em medidas não-paramétricas de eficiência: uma aplicação com métodos de reamostragem. **Pesquisa Operacional**, v. 29, n. 2, p. 289-302, 2009.

UNESCO. **Relatório de monitoramento global de EPT 2005**: Educação para todos: o imperativo de qualidade. São Paulo: Moderna, 2005.

WILBERT, M. D.; D'ABREU, E. C. C. F. Eficiência dos gastos públicos na educação: análise dos municípios do Estado de Alagoas. **Advances in Scientific and Applied Accounting**, São Paulo, v. 6, n. 3, p. 348-372, 2013.

WOESSMANN, L. New Evidence on the Missing Resource-Performance Link in Education. **Kiel Institute of World Economics Working Paper**, n. 1051, Kiel, Jun. 2001.

WOESSMANN, L. Schooling Resources, Educational Institutions and Student Performance: the International Evidence. **Oxford Bulletin of Economics and Statistics**, Malden, v. 65, n. 2, p. 117-170, maio 2003.

WOLSZCZAK-DERLACZ, J. An Evaluation and Explanation of (in)Efficiency in Higher Education Institutions in Europe and the US with the Application of Two-Stage Semi-Parametric DEA. **Research Policy**, v. 46, n. 9, p. 1595-1605, 2017.

APÊNDICE A - TABELAS

Tabela A.1: Variáveis utilizadas para o Índice de Infraestrutura Escolar (IRE)

Variável	Nome_var	Descrição	n	Média	DP
<i>Condições Básicas</i>					
Fornecimento de água filtrada	Agua_Filtrada	Variável binária: 1 se há, 0 c.c.	657	0,31	0,46
Abastecimento de água pela Rede Pública	Agua_Rede_Publica	Variável binária: 1 se há, 0 c.c.	657	0,97	0,17
Destinação do Lixo - Coleta Periódica	Lixo_Coleta_Periodica	Variável binária: 1 se há, 0 c.c.	657	0,998	0,04
<i>Dependências</i>					
Sala de Diretor	Sala_Diretoria	Variável binária: 1 se há, 0 c.c.	657	0,97	0,18
Sala de Professores	Sala_Professores	Variável binária: 1 se há, 0 c.c.	657	0,97	0,16
Laboratório de Informática	Lab_Informatica	Variável binária: 1 se há, 0 c.c.	657	0,96	0,19
Laboratório de Ciências	Lab_Ciencias	Variável binária: 1 se há, 0 c.c.	657	0,89	0,31
Sala de recursos Multifuncionais para Atendimento Educacional Especializado (AEE)	Sala_Atend_Espec	Variável binária: 1 se há, 0 c.c.	657	0,58	0,49
Quadra de Esportes Coberta	Esportes_Coberta	Variável binária: 1 se há, 0 c.c.	657	0,51	0,50
Cozinha	Cozinha	Variável binária: 1 se há, 0 c.c.	657	0,97	0,16
Biblioteca	Biblioteca	Variável binária: 1 se há, 0 c.c.	657	0,97	0,17
Secretaria	Secretaria	Variável binária: 1 se há, 0 c.c.	657	0,97	0,16
Refeitório	Refeitorio	Variável binária: 1 se há, 0 c.c.	657	0,82	0,38
Auditório	Auditorio	Variável binária: 1 se há, 0 c.c.	657	0,43	0,50
Pátio Coberto	Patio_Coberto	Variável binária: 1 se há, 0 c.c.	657	0,37	0,48
<i>Equipamentos</i>					
Copiadora	Copiadora	Variável binária: 1 se há, 0 c.c.	657	0,83	0,38
Impressora	Impressora	Variável binária: 1 se há, 0 c.c.	657	0,92	0,27
Projetor Multimídia (Datashow)	Multimidia	Variável binária: 1 se há, 0 c.c.	657	0,99	0,10
Acesso à Internet	Internet	Variável binária: 1 se há, 0 c.c.	657	0,99	0,10
Banda Larga	Banda_Larga	Variável binária: 1 se há, 0 c.c.	657	0,92	0,27
Alimentação	Alimentacao	Variável binária: 1 se há, 0 c.c.	657	0,98	0,15

Fonte: elaboração própria com dados do Censo Escolar de 2017, INEP (2018). DP é o desvio padrão.

Tabela A.2: Variáveis utilizadas para o Índice de Nível Socioeconômico (INSE)

Variável = Média na Escola	Nome_var	Descrição	n	Média	DP
Televisores	Televisores	Número de televisores na residência: 0, onde não há, até 4 em que são quatro ou mais.	298	1,66	0,30
Geladeira	Geladeiras	Valor atribuído: 1 = existência e 0 = inexistência	298	1,00	0,01
Máquina de Lavar Roupa	Maquina_Roupas	Valor atribuído: 1 = existência e 0 = inexistência	298	0,91	0,08
Carros	Carros	Número de carros na residência: 0, onde não há, até 4 em que são quatro ou mais.	298	1,10	0,25
Computadores	Computadores	Número de computadores na residência: 0, onde não há, até 4 em que são quatro ou mais.	298	1,00	0,26
Banheiros	Banheiros	Número de banheiros na residência: 0, onde não há, até 4 em que são quatro ou mais.	298	1,42	0,20
Quartos	Quartos	Número de quartos na residência: 0, onde não há, até 4 em que são quatro ou mais carros.	298	2,89	0,22

Fonte: elaboração própria com dados do Sistema de Avaliação da Educação Básica, INEP (2018). DP é o desvio padrão.

Tabela A.3: Variáveis utilizadas para o Índice de Apoio Familiar (IAF)

Variável = Média na Escola	Nome_var	Descrição	n	Média	DP
Incentivos aos Estudos	Incentivo_Estudar	Pais, ou responsáveis, incentivam a estudar. 1 = sim; 0 = não.	298	0,99	0,02
Incentivos ao Dever de Casa e/ou Tarefas	Incentivo_Dever_Tarefas	Pais, ou responsáveis, incentivam. 1 = sim; 0 = não.	298	0,94	0,05
Incentivo à Leitura	Incentivo_Leitura	Pais, ou responsáveis, incentivam. 1 = sim; 0 = não.	298	0,85	0,09
Incentivo à Escola e a Frequência	Incentivo_IrEscola_NaoFaltar	Pais, ou responsáveis, incentivam. 1 = sim; 0 = não.	298	0,98	0,03
Acontecimentos na Escola	Conversam_Escola	Pais, ou responsáveis, conversam sobre o que acontece na escola. 1 = sim; 0 = não.	298	0,75	0,10

Fonte: elaboração própria com dados do Sistema de Avaliação da Educação Básica, INEP (2018). DP é o desvio padrão.

Tabela A.4: Variáveis utilizadas para o Índice de Aprendizagem (IAP)

Variável = Média na Escola	Nome var	Descrição	n	Média	DP
Apreço por Língua Portuguesa	Apreco_Estudar_LP	Se o estudante gosta de estudar Língua Portuguesa. 1 = sim; 0 = não.	298	0,67	0,15
Faz o Dever de Língua Portuguesa	Dever_Casa_LP	Se o estudante faz ou não o dever de casa. 2 = sempre ou quase sempre; 1 = de vez em quando; 0 = nunca, quase nunca ou o professor não passa.	298	1,14	0,29
Correção do Dever de Língua Portuguesa	Prof_Corrige_Deber_LP	Se o professor corrige ou não o dever de língua portuguesa. 2 = sempre ou quase sempre; 1 = de vez em quando; 0 = nunca, quase nunca ou o professor não passa.	298	1,69	0,25
Apreço por Matemática	Apreco_Estudar_MT	Se o estudante gosta de estudar Matemática. 1 = sim; 0 = não.	298	0,68	0,12
Faz o Dever de Matemática	Dever_Casa_MT	Se o estudante faz ou não o dever de casa. 2 = sempre ou quase sempre; 1 = de vez em quando; 0 = nunca, quase nunca ou o professor não passa.	298	1,24	0,27
Correção do Dever de Matemática	Prof_Corrige_Deber_MT	Se o professor corrige ou não o dever de Matemática. 2 = sempre ou quase sempre; 1 = de vez em quando; 0 = nunca, quase nunca ou o professor não passa.	298	1,78	0,21
Utilização da Biblioteca e/ou Sala de Leitura	Uso_Biblio_SalaLeitura	Se o estudante utiliza ou não a biblioteca e/ou sala de leitura de sua escola. 2 = sempre ou quase sempre; 1 = de vez em quando; 0 = nunca, quase nunca ou a escola não possui.	298	0,70	0,26

Fonte: elaboração própria com dados do Sistema de Avaliação da Educação Básica, INEP (2018). DP é o desvio padrão.