

UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS

RODRIGO BRAZ DE MATOS

**A EFICIÊNCIA TÉCNICA DAS ESCOLAS MINEIRAS NOS ANOS
INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL EM 2015**

MONOGRAFIA

Mariana-MG

2018

RODRIGO BRAZ DE MATOS

**A EFICIÊNCIA TÉCNICA DAS ESCOLAS MINEIRAS NOS ANOS
INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL EM 2015**

Monografia apresentada ao curso de Ciências
Econômicas da Universidade Federal de Ouro
Preto como requisito parcial para obtenção do
título de bacharel em Ciências Econômicas.

Orientador: Prof. Dr. Victor Maia Senna Delgado

Mariana-MG
UFOP/ICSA/DECEG
2018

M433e Matos, Rodrigo Braz de.
A eficiência técnica das escolas mineiras nos anos iniciais do Ensino Fundamental em 2015 [manuscrito] / Rodrigo Braz de Matos. - 2018.

61f.:

Orientador: Prof. Dr. Victor Maia Senna Delgado.

Monografia (Graduação). Universidade Federal de Ouro Preto. Instituto de Ciências Sociais Aplicadas. Departamento de Ciências Econômicas e Gerenciais.

1. Análise de envoltória de dados. 2. Eficiência organizacional. 3. Escolas. 4. Educação. 5. Ensino fundamental. I. Delgado, Victor Maia Senna. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU: 33

Rodrigo Braz de Matos
Curso de Ciências Econômicas - UFOP

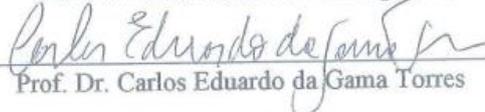
A Eficiência Técnica das Escolas Mineiras nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental em 2015

Trabalho apresentado ao Curso de Ciências Econômicas do Instituto de Ciências Sociais e Aplicadas (ICSA) da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências Econômicas, sob orientação do Prof. Dr. Victor Maia Senna Delgado.

Banca Examinadora:



Prof. Dr. Victor Maia Senna Delgado



Prof. Dr. Carlos Eduardo da Gama Torres



Bel. Márcio Vinícius de Oliveira

Mariana, 19 de Dezembro de 2018

Agradecimentos

A Universidade Federal de Ouro Preto, e todo seu corpo docente, administrativo, entre outros pela oportunidade de vislumbrar possibilidades maiores.

Ao Matheus pela grande ajuda no tratamento das bases de dados.

A todos que me acompanharam até aqui, em especial para Bruno Henrique, Bruno Mol, David, Gustavo, Izabelle, João, Laura, Leandro, Lucas, Luann, Matheus Moreira, Mateus Penna, e Yan pelo companheirismo e apoio.

A meu orientador Victor Maia Senna Delgado pelo suporte e inspiração.

A Rita por elevar minha confiança e incentivo.

A minha família e em especial a minhas irmãs Mariana e Marina pela motivação e força para superar dificuldades.

A meus pais pelo apoio incondicional e todas as oportunidades que me foram proporcionadas até hoje.

A todos que me acompanharam até aqui, meu mais sincero obrigado. Sem qualquer um de vocês nada disso teria sido possível.

Resumo

O método de Análise Envoltória de Dados (DEA – do inglês: Data Envelopment Analysis) utiliza sistemas de equações lineares para criar uma fronteira de eficiência. Esta monografia analisa os anos iniciais do ensino fundamental nas escolas públicas de Minas Gerais. Por meio do referido método, são identificadas as Unidades Decisórias (DMUs – do inglês: *Decision Making Units*) eficientes, o método considera o melhor uso dos produtos e insumos em cada escola. Para os produtos as seguintes variáveis são utilizadas: proficiência média em leitura e matemática, quantidade de alunos na idade correta (nível fundamental), número de alunos aprovados e porcentagem de professores que cumpriram 80% do currículo. Nos insumos as variáveis são: professores com formação superior, salário do diretor, salário médio dos professores, indicador de nível socioeconômico das escolas e horas de aula. Os resultados indicam maneiras de promover uma educação melhor na gestão destes produtos e insumos. Indicativos de como isso pode ajudar na redução das desigualdades escolares são apontados no fim deste trabalho.

Palavras-chave: DEA; eficiência; Escolas; Educação; Proficiência; Ensino Fundamental

Abstract

The Data Envelopment Analysis utilizes systems of linear equations to create an efficiency frontier. This monograph analyzes the elementary in Minas Gerais' public schools. By means of this method, efficient DMUs (Decision Making Units) are identified, the method considers the best use of the products and inputs in each school. For the products the following variables are used: average in reading and mathematics proficiency, number of students in the right age (basic level), number of students approved/passed and percentage of teachers who have met 80% of the curriculum. In variable inputs are: Teachers with higher education, the director's salary, the teachers' average salary, the schools' socioeconomic level indicator and hours of class. The results indicates ways to promote a better education in the management of these products and inputs. Indicatives of how this could help in reducing school inequality are shown at the end of this work.

Keywords: DEA; efficiency; Education; Proficiency; Elementary School.

LISTA DE FIGURAS

1. Gráfico 1 – Taxa de analfabetismo das pessoas com 15 anos ou mais no Brasil	14
2. Gráfico 2 – População de 15 a 39 anos que concluiu a 8 ^a série (1982)	15
3. Gráfico 3 – Proporção do departamento das escolas dos anos iniciais do fundamental em Minas Gerais (2015)	17
4. Gráfico 4 – Frequência Escolar de 7 a 14 anos (1981 – 2014)	18
5. Gráfico 5 – Média Anos de Estudo para pessoas com 25 anos ou mais	20
6. Gráfico 6 - Exemplo CCR <i>input-oriented</i>	24
7. Gráfico 7 - Histograma das Variáveis	32
8. Gráfico 8 - Correlação dos Insumos e Produtos	34
9. Gráfico 9 - Histograma para proporção das variáveis	40
10. Gráfico 10 – Correlação docentes com leitura	46
11. Gráfico 11 – Correlação docentes com mat	46
12. Gráfico 12 – Correlação docentes com aprovados	47
13. Gráfico 13 – Correlação docentes com currículo_80	47
14. Gráfico 14 – Correlação salários com leitura	48
15. Gráfico 15 – Correlação salários com mat	48
16. Gráfico 16 – Correlação salários com aprovados	49
17. Gráfico 17 – Correlação salários com currículo_80	49
18. Figura 5 – Mapa Mesorregiões de Minas Gerais	55

LISTA DE TABELAS

1. Tabela 1 - Fluxo Escolar modelo PROFLUXO (1982)	15
2. Tabela 2 - Investimento Público Direto em Educação por Estudante, com Valores Atualizados para 2014 pelo IPCA; e a Proporção do Investimento Público por Estudante da Educação Superior sobre o Investimento Público por Estudante da Educação Básica, por Nível de Ensino (2000-2014)	19
3. Tabela 3 - Quantidade de insumos e produtos exemplo CCR <i>input-oriented</i>	23
4. Tabela 4 - Descrição insumos	26
5. Tabela 5 - Descrição produtos	27
6. Quadro 1 - Descrição Níveis INSE	28
7. Tabela 6 - Sumário das Variáveis	32
8. Quadro 2 - Descrição modelos DEA	35
9. Tabela 7 - Novas Variáveis	39
10. Tabela 8 - Sumário das Variáveis de Proporção	40
11. Tabela 9 - Eficiência Modelos DEA CRS	41
12. Tabela 10 - Eficiência Modelos DEA VRS	42
13. Quadro 3 - Resultados do modelo de Regressão Linear para estimar quais os efeitos sobre leitura I	43
14. Quadro 4 - Resultados do modelo de Regressão Linear para estimar quais os efeitos sobre leitura II	43
15. Quadro 5 - Resultados do modelo de Regressão Linear para estimar quais os efeitos sobre prop_aprov.....	44
16. Quadro 6 - Resultados do modelo de Regressão Linear para estimar quais os efeitos sobre curriculo_80	45
17. Tabela 11 – Distribuição da Eficiência de acordo com o Departamento	50

18. Tabela 12 – Média dos insumos, produtos e eficiência por Departamento	51
19. Tabela 13 - Média dos insumos, produtos e eficiência pelo INSE	52
20. Tabela 14 - Média dos insumos, produtos e eficiência por Mesorregião	54

SUMÁRIO

1. Introdução	10
2. Revisão Bibliográfica	11
2.1. Capital Humano, Educação e Crescimento Econômico	11
2.2. Desigualdade social e eficiência	11
2.3. Educação Brasileira.....	13
2.3.1. CF/88 e a Lei de Diretrizes e Bases da Educação.....	15
2.3.2 Plano Nacional de Educação, Programa Novo Mais Educação e situação atual.....	18
3. Metodologia	21
3.1. Modelos DEA	21
3.2. Modelos CCR	23
3.3. Modelos BCC	25
4. Fonte dos Dados e Análise Exploratória.....	27
4.1. Descrição das variáveis	27
4.2. Análise Exploratória	32
4.3. Modelos Rodados	36
5. Resultados	52
6. Considerações finais.....	58
7. Referências Bibliográficas.....	60

1. Introdução

A educação é ferramenta importante para a integração do indivíduo na sociedade. Uma população mais educada é menos sujeita a anomalias sociais, tende a produzir mais riqueza e ser mais igualitária. Becker (1964) e Schultz (1971), pioneiros da área, argumentam que investimentos em capital humano explicam o crescimento econômico em longos períodos e o aumento de renda de cada indivíduo. Estudos mais recentes como Hanushek & Woessmann (2007) e Barro (2015) revisam os diversos trabalhos sobre esse tema e indicam que a relação entre educação e economia continua forte.

Acrescenta-se que a educação é forte aliada da igualdade social e das taxas de crescimento mais longínquas. Apesar disso, mesmo investindo cerca de 5% do PIB, o Brasil não têm obtido resultados positivos nesse quesito. Um fator que dificulta o salto educacional necessário é o cenário econômico desfavorável em que o país se encontra, a crise financeira mundial de 2008 e a crise fiscal de 2016 até os dias atuais. A atual recessão obrigou ajustes fiscais, com objetivos de regularizar as contas nacionais e retomar o crescimento. Já em 2016, após o impeachment do governo de Dilma Rousseff e com a entrada do governo de Michel Temer, uma das políticas adotadas foi o congelamento por 20 anos de todos os gastos reais para o orçamento da união, incluindo a educação. O Projeto de Emenda Constitucional nº. 55 (PEC 55) saiu como Emenda Constitucional (EC) em dezembro de 2016, EC nº 95. A tendência é, portanto, de ausência de investimentos da união na área educacional. Mesmo o ensino fundamental ser regulado em maioria pelos municípios, eles recebem investimentos da união por meio do Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica (FUNDEB). Diante disso, a dificuldade presente é a de reverter à baixa qualidade do ensino brasileiro com a extrema escassez de recursos.

Esta monografia avalia a eficiência das escolas públicas de Minas Gerais nos anos iniciais do Ensino Fundamental com dados de 2015. Eficiência é analisada como a quantidade de produtos que as escolas entregam dado os recursos que elas dispõem. A ideia é que não é possível cobrar resultados iguais de escolas com níveis de insumos diferentes e que a escola que apresenta os melhores produtos não necessariamente é a mais eficiente. Parte-se da hipótese de que muitas das escolas não utilizam seus recursos da maneira mais adequada e, portanto, não obtém os resultados esperados.

Para a análise da eficiência descrita utilizou-se o método não paramétrico *Data Envelopment Analysis* (DEA). Esse modelo calcula qual a eficiência de cada escola em um conjunto de produtos e insumos observados; com esses dados, o modelo produz uma fronteira que divide as escolas em dois grupos: eficientes, as que estão sobre a fronteira, e as ineficientes, que estão dentro da fronteira. As escolas eficientes obtém o melhor resultado possível, dadas as suas condições. A gestão foi analisada de acordo com o nível socioeconômico, as mesorregiões e para o estado como um todo. Estudou-se o que torna as escolas eficientes, o que as faz maximizar seus resultados e minimizar seus recursos. Quanto mais informações obtidas para as escolas e que possam guiar e auxiliar seu funcionamento e resultados, mais educação para todos, proporcionando melhores oportunidades aos brasileiros.

2. Revisão Bibliográfica

2.1. Capital Humano, Educação e Crescimento Econômico

Uma educação de qualidade é fator determinante para o crescimento econômico de um país. Segundo Schultz (1971), apesar da educação ser, em parte, uma forma de consumo, pelo fato de gerar satisfação imediata, ela é, em maior parte, um modo de investimento do próprio indivíduo em si mesmo, pois ao ampliar suas capacitações ele estará aumentando seus rendimentos futuros. Essa ampliação ocorre devido à melhora da produtividade e da capacidade de adaptação às novas tecnologias. Elevar o nível de educação das pessoas eleva o rendimento de todos. De maneira agregada, para todas as pessoas do país, esse investimento gera uma taxa mais elevada de crescimento econômico.

Ainda segundo Schultz (1971), investimentos em educação funcionam como incrementos de capital, para os quais uma forma de capital é algo que produz rendimentos no futuro. Entretanto, o capital formado não é nem físico e nem financeiro. O Capital Humano é formado por um conjunto de aptidões que favorecem a realização do trabalho, assim como no Capital físico, o propósito é obter maiores rendimentos. O Capital Humano se difere dos outros capitais, pois uma pessoa não pode ser separada do seu conhecimento. Em outras palavras, o bem de capital humano não pode ser separado do seu proprietário. A educação, assim como os outros bens de capital, é um bem de consumo durável, além disso, acompanha o seu proprietário durante a vida adulta.

Os primórdios da teoria do Capital Humano começam com Schultz (1961) e Becker (1964). Nestes dois trabalhos, os autores elucidam como ocorrem as melhorias da força de trabalho através da escolaridade, do treinamento, e como o Capital Humano possui reflexo nos serviços médicos e nos cuidados infantis. Por meio de análises empíricas, Becker (1964) apresenta as possibilidades para o crescimento do capital *per capita* de longo prazo. Antes desse trabalho, o crescimento do capital *per capita* era justificado através de incrementos de terra ou capital físico por trabalhador, ao cessarem os incrementos nessas variáveis, não haveria mais crescimento econômico.

Considerando estes fatores, como explicar o crescimento persistente de países como EUA, Japão, Alemanha, Noruega entre outros? O crescimento da terra e do capital *per capita* nesses países se tornou menor do que o crescimento da renda per capita. Mankiw, Romer e Weil (1992) indicam que parte desse crescimento é explicado pelos incrementos na educação dos países. Os autores mostraram esse resultado empírico por meio da expansão do modelo de Solow (1956) que considerava apenas capital e trabalho. Graças aos trabalhos relacionados e à Teoria do Capital Humano, hoje se sabe que a elevação dos anos de estudo e de outras medidas de estudo e educação da população proporcionam mais tecnologia e maior produtividade da força de trabalho, ou em outras palavras, aumenta sua renda e riqueza geral.

2.2 Desigualdade social e eficiência

É de comum acordo para a maioria dos pesquisadores que fatores socioeconômicos são muito relacionados com o desempenho educacional. O trabalho de Mortimore *et al* (1988), presente no livro de Brooke e Soares (2008), mostra que os resultados de testes cognitivos para alunos ingressantes no primeiro ano da escola primária, apresentam diferenças quando o fator socioeconômico é levado em consideração. A diferença dos resultados permanece (ou mesmo aumenta) durante os próximos anos de ensino. Nesses casos, as escolas não conseguem superar as deficiências iniciais dos alunos. Ademais, é mais prático corrigir essa defasagem nos anos iniciais da vida escolar, já que a diferença representa uma defasagem menor de conhecimento nesse período do que no ensino médio e superior, por exemplo. Dessa forma, é de extrema importância que as habilidades intelectuais sejam desenvolvidas e que a desigualdade seja diminuída, pois estamos tratando de habilidades críticas para a vida e participação na sociedade de forma integral.

Crianças com status social mais elevado tendem a ter melhores resultados acadêmicos e possuem incentivos a estudar por mais tempo. Normalmente, eles não precisam trabalhar, nem pegar empréstimos para pagar por seus estudos. Costumam ter um ambiente familiar mais propício para desenvolver habilidades intelectuais, além de provavelmente frequentarem escolas melhores. Outro fator muito ligado ao desempenho e tempo dedicado à vida acadêmica é o fator aspiração. Alunos de nível socioeconômico mais baixo costumam não acreditar que podem mudar seu ambiente e seu futuro. O trabalho de Coleman (1966), assim como o trabalho de Jencks (1972), presentes no livro de Brooke e Soares (2008), indica a importância das aspirações e fatores socioeconômicos na quantidade de educação que as pessoas recebem.

Como exposto na seção anterior, maiores níveis de educação estão ligados a uma maior renda *per capita*. Então, ao investir mais tempo da vida em educação, o indivíduo estará aumentando seus rendimentos futuros como demonstra Mincer (1975) em artigo presente no livro de Juster (1975):

$$\ln w = \alpha + \rho s + \beta_1 x + \beta_2 x^2$$

Onde w é o salário, α é o intercepto que representa o salário do indivíduo sem educação e experiência. A variável s é a quantidade de educação e x é a quantidade de experiência no mercado de trabalho, ambas medidas em anos. Já ρ é o parâmetro que mede o retorno da escolaridade, enquanto que β_1 e β_2 são parâmetros que medem o retorno da experiência.

Portanto, ao investir em mais educação, elevar sua qualidade e torná-la acessível para todos os seus habitantes, a tendência é que os índices de pobreza e desigualdade social diminuam.

Uma forma de melhorar as desigualdades educacionais está sugerida na obra de Coleman (1966) no livro de Brooke e Soares (2008). Segundo o autor, quando alunos de origem sociais diferentes estudam na mesma escola, os desempenhos são bastante variados. Isso ocorre porque os alunos que possuem melhores condições inicialmente têm o desempenho menos afetado pela escola, enquanto os alunos com resultados mais baixos têm

seu desempenho mais influenciado pela escola. Em outras palavras, os alunos vindos de um nível socioeconômico mais alto alteram muito pouco seu desempenho quando estudam em uma escola com maioria de nível socioeconômico mais baixo. Porém, quando um aluno desfavorecido economicamente estuda em uma escola predominantemente de alunos de níveis sociais mais altos, seu desempenho aumenta de forma significativa.

A variação do desempenho escolar entre as escolas costuma ser maior do que variações do desempenho dos alunos dentro da mesma escola. Parte disso se deve ao fato de que os alunos de uma mesma escola vivem em ambientes parecidos. Vários outros fatores também vêm a influenciar na qualidade escola.

Uma das maiores responsabilidades e principal finalidade das escolas é transmitir habilidades intelectuais aos alunos. Apesar disso, a escola com maiores resultados em testes cognitivos nem sempre é a escola mais eficiente. Para a economia, o conceito de eficiência equivale a maximizar o produto dada uma quantidade de insumos, ou minimizar o uso de insumos dada uma mesma quantidade de produtos (COOPER, SEIFORD e ZHU, 2011). Ao analisar a eficiência em educação, avalia-se também a qualidade do ensino. Desse modo, uma escola com alunos predominantemente de níveis socioeconômicos mais baixos pode não ter os maiores resultados nos testes mas, mesmo assim, ser a escola mais eficiente. O capítulo 4 trata da avaliação da eficiência das escolas dos anos iniciais do Ensino Fundamental para todo estado de Minas Gerais em 2015.

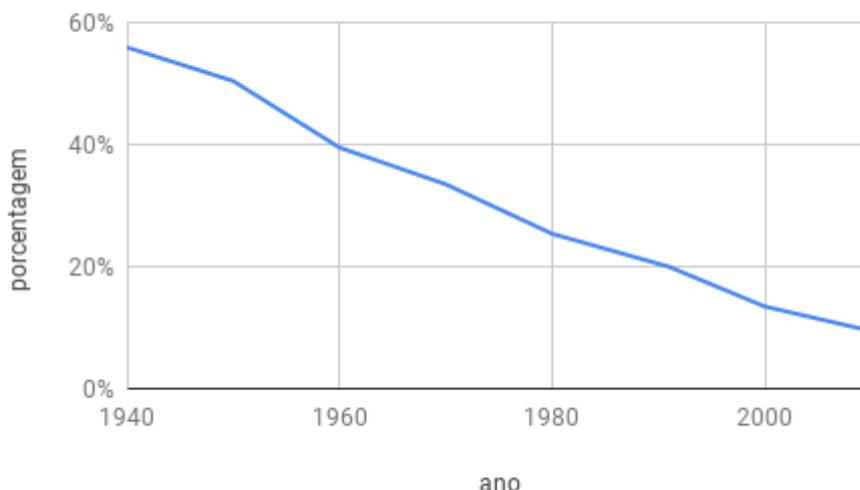
2.3 Educação Brasileira

A história da educação no Brasil começa pouco depois da chegada dos portugueses. Ela tem início com a chegada dos jesuítas no século XVII, período no qual os padres acumulavam funções de catequistas e de professores dos índios (RIBEIRO, 1993). Durante os primeiros séculos de colonização, os jesuítas eram os únicos encarregados por ensinar a população. Apesar de expulsos em meados do século XVIII, a relação entre letramento e religião permaneceu como regra

Foi na constituição imperial de 1824 que a educação gratuita passou a ser prevista pela lei, porém apenas para cidadãos livres. De maneira geral, a intervenção governamental na educação foi mínima até o século XX. Apenas em 1934, por meio de uma nova constituição, que o direito à educação primária se tornou universal. Ainda nesse período, o Ministério da Educação foi criado, em conjunto com o ministério da Saúde. Também desse período foi o advento do profissionalizante (SENAI – Serviço Nacional de Aprendizagem industrial; SENAC – Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial; e SESI –Serviço Social da Indústria).

Segundo informações do censo educacional do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), a década de 40, e principalmente a de 50, foi marcada pela intensificação do combate ao analfabetismo, que atingia a maioria da população naquele tempo. Taxas altas de analfabetismo costumam ser comuns para países em desenvolvimento. O gráfico 1 a seguir apresenta a evolução das taxas de analfabetismo para o período de 1940 a 2010.

Taxa de analfabetismo das pessoas com 15 anos ou mais no Brasil

**Gráfico 1** – Taxa de analfabetismo das pessoas com 15 anos ou mais no Brasil.

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 1940/2010. Elaboração do autor

Ainda hoje, o Brasil convive com o baixo atendimento escolar e desigualdade social, variáveis que estão muito relacionadas às altas taxas de analfabetismo do país. As camadas mais abastadas da sociedade tinham, e ainda têm, maior acesso à educação. O baixo atendimento escolar se traduz em menor formação, como pode ser observado no Gráfico 2.

Além disso, até a década de 80, a dificuldade de aumentar a escolaridade brasileira era diagnosticada de maneira equivocada. As pesquisas desconsideravam o principal fluxo de alunos: a alta taxa de repetência. A falha se encontrava nos resultados obtidos que apontavam valores maiores do que os reais para a taxa de evasão, principalmente para as primeiras séries. Ribeiro (1991) corrigiu esse problema de interpretação das taxas de evasão com o modelo denominado de PROFLUXO. Por meio deste modelo o autor mostrou que a taxa de evasão aumentava da quarta para a quinta série, como pode ser visto na tabela 1. Nas séries anteriores, o problema se encontrava na repetência, os alunos ficavam com idade elevada para a série de ensino frequentada e isso acabava por ser um dos motivos principais da evasão.

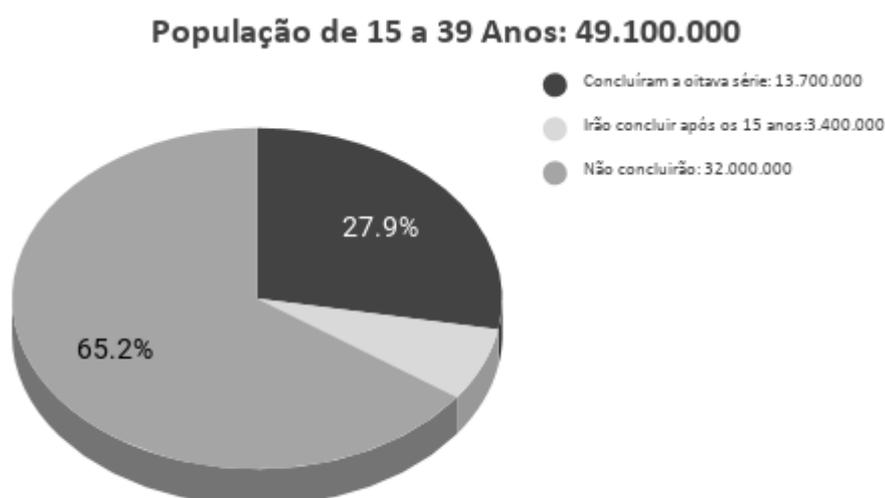


Gráfico 2 – População de 15 a 39 anos que concluiu a 8ª série (1982).

Fonte: RIBEIRO (1991, p. 13). Adaptado pelo autor.

Modelo PROFLUXO 1982			
Série	Repetência	Promoção	Evasão
1	0,524	0,453	0,023
2	0,342	0,616	0,042
3	0,265	0,665	0,070
4	0,215	0,601	0,184
5	0,318	0,597	0,085
6	0,192	0,720	0,088
7	0,165	0,729	0,107
8	0,195	0,603	0,202

Tabela 1 – Fluxo Escolar modelo PROFLUXO (1982).

Fonte: RIBEIRO (1991, p. 8).

O período de redemocratização brasileira, ocorrido durante a década de 80, culmina na aprovação da nova Constituição, CF/88. Ela representa o primeiro marco da educação universal e equitativa no Brasil.

2.3.1 CF/88 e a Lei de Diretrizes e Bases da Educação

Segundo a constituição em vigor, a educação é um direito de todos e dever do Estado. A sociedade deve propiciar igualdade nas condições de acesso e a permanência na escola. Além disso, deve propiciar ao indivíduo o exercício da cidadania e o qualificar para o trabalho. Todavia, nos anos 90, o cenário era diferente do que a constituição previa. O país se encontrava com um número alto de crianças e adolescentes fora das escolas, quadro cada vez mais grave para níveis mais elevados de ensino.

Entre as realizações da constituição federal no âmbito educacional, vale ressaltar o artigo 212 em que se estabelecem valores mínimos para serem destinados à manutenção e desenvolvimento do ensino. De sua receita de impostos, a união é obrigada a gastar 18% de sua receita e os estados e municípios 25%.

Em 1996, foi promulgada a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira, a LDB. A LDB reafirma a Constituição Federal no que tange ao direito à educação e representa o segundo marco educacional brasileiro, possui papel disciplinador em relação à educação escolar. A LDB passa também a definir as responsabilidades do estado, dividido em União, Estados e Municípios. A atuação do estado ocorre por meio da colaboração, o intuito é garantir os princípios estipulados na lei e as obrigações de cada ente. Alguns desses princípios são: garantia de ensino público, comprimento do piso de recurso financeiro investido pelo Estado na educação, preparar os estudantes ao mundo do trabalho, entre outros.

Ainda de acordo com a LDB, a educação brasileira se divide em dois diferentes níveis: o ensino básico e o superior. Começando por esse último, o ensino superior é da competência da União, cabe a ela o orçamento da esfera pública e de regular as instituições privadas nesta etapa. O ensino básico é dividido em outros três níveis: a Educação Infantil, grupo formado por creches para crianças até 3 anos, e as pré-escolas, para a faixa etária de 4 a 5 anos, a responsabilidade dessa etapa é municipal; o ensino fundamental, também de competência dos municípios e comumente dividido em anos iniciais (primeiro ao quinto ano) e anos finais (sexto ao nono ano). Apesar dos municípios serem os competentes para esta etapa, temos muitas escolas estaduais nesse nível de ensino, principalmente em Minas Gerais. A última etapa do ciclo básico é o Ensino Médio, a responsabilidade sobre esta etapa recai sobre os estados. Em alguns casos, além do conteúdo comum, esse nível pode ser ministrado com cursos técnicos profissionalizantes em conjunto.

Atualmente, o ensino fundamental brasileiro passa por uma descentralização, ocorre maior municipalização. Dessa forma, os municípios passam a ser majoritariamente responsáveis por esse nível de ensino. Os dados do presente trabalho seguem a lógica da divisão legal vigente em Minas Gerais. Nos dados constam 3 escolas federais, 1314 estaduais e 2147 municipais, totalizando 3464 escolas dedicada aos anos iniciais do ensino fundamental. É importante frisar que esse número não representa o total real de escolas, porém nem todas elas responderam em totalidade o censo escolar e/ou o censo da Prova Brasil, impossibilitando a sua inclusão na mostra. O capítulo tecerá detalhes sobre essa amostra.

Proporção do departamento das escolas dos anos iniciais do fundamental-MG

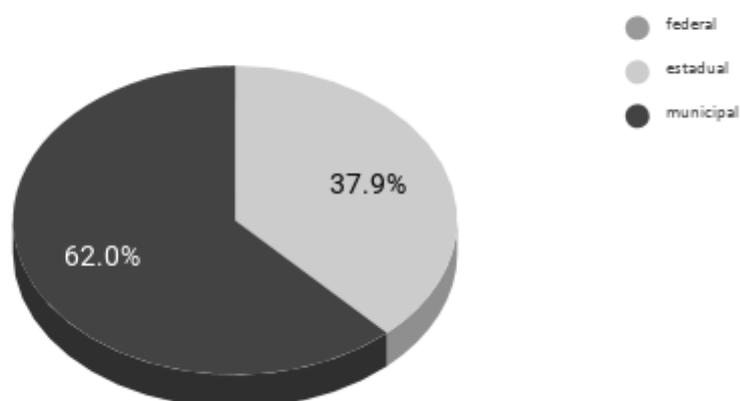


Gráfico 3 – Proporção do departamento das escolas dos anos iniciais do fundamental em Minas Gerais (2015).

Fonte: Elaboração do autor, dados da Prova Brasil, 2015.

A ideia de trazer a gestão escolar para os municípios é facilitar na identificação de demandas, no trabalho dos gestores responsáveis, além da redução da burocracia. Entretanto, na perspectiva dos municípios, o aumento dos custos não foi acompanhado de forma proporcional às arrecadações. Portanto, essa descentralização tem acarretado em custos médios maiores. Além disso, existe uma grande diferença de recursos destinados a cada um deles, fazendo com que locais com maior arrecadação sejam favorecidos. Um dos objetivos deste trabalho é avaliar a eficácia da transferência intragovernamental através da mensuração da eficiência das escolas da amostra.

O problema da repetência, apontado por Ribeiro (1991), também foi abordado pela LDB. Como o abandono era estimulado devido à alta taxa de repetência, a LDB sugere a Progressão Continuada. Esse procedimento se baseia na permissão do aluno avançar sem interrupções até o final do ciclo. A progressão continuada se tornou tendência nos anos iniciais do ensino fundamental com a lei. A intenção é contribuir com a permanência dos alunos e universalizar a educação básica. É importante deixar claro a não obrigatoriedade da Progressão Continuada, apenas as escolas que quiserem adotam a medida.

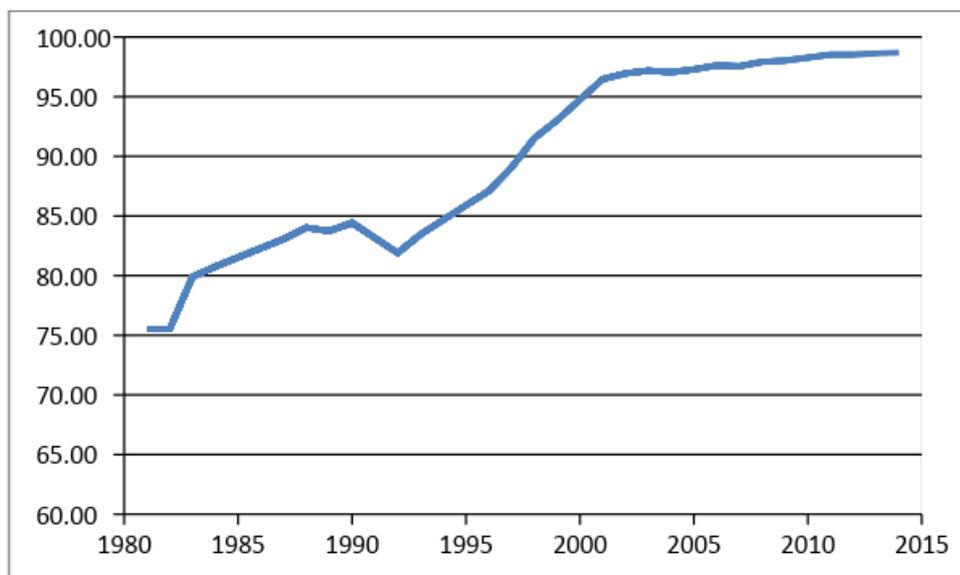


Gráfico 4 – Freqüência Escolar de 7 a 14 anos (1981 – 2014).

Fonte: IPEA, PNAD/IBGE de 1981 a 2014. Exceto anos 1991, 2000 e 2010, Censo Demográfico do IBGE.

Muito se abordada que o problema da educação no país é o baixo investimento público. Segundo Ioschpe (2014), o que ocorre é um grande desequilíbrio na distribuição do investimento. Investe-se mais no Ensino Superior do que no Ensino Básico. Vale lembrar que grande parte dos estudantes do superior brasileiro é oriunda de classes mais altas, enquanto o ensino básico público é majoritariamente composto pelas camadas mais pobres da população. Nos últimos anos, a disparidade tem diminuído, mas o Brasil ainda gasta quase 4 vezes mais em um estudante do Ensino Superior do que em relação a um aluno do Ensino Fundamental.

2.3.2 Plano Nacional de Educação, Programa Novo “Mais Educação” e situação atual

O Brasil se encontra num ponto em que para melhorar seu fluxo escolar é necessário que haja melhoria do aprendizado. Mesmo com a evolução em alguns pontos, como a diminuição do alfabetismo, o conhecimento de nossos alunos tem ficado cada vez pior em relação ao de países desenvolvidos.

De acordo com Ioschpe (2014), tanto os resultados brasileiros no Pisa (Programa Internacional de Avaliação de alunos) quanto os do SAEB (Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica) vem caindo. Ainda segundo o autor, em 2009, apenas 25% da população brasileira era plenamente alfabetizada.

Ano	Investimento Público Direto por Estudante R\$1,00								Proporção da Educação Superior sobre a Educação Básica (Estudante)
	Todos os Níveis de Ensino	Níveis de Ensino						Educação Superior	
		Educação Básica	Educação Infantil	Ensino Fundamental		Ensino Médio			
				De 1ª a 4ª Séries ou Anos Iniciais	De 5ª a 8ª Séries ou Anos Finais				
2000	2,338	1,946	2,455	1,866	1,954	1,878	21,341	11,0	
2001	2,416	2,014	2,191	1,846	2,129	2,112	21,089	10,5	
2002	2,397	1,986	2,051	2,174	2,051	1,423	19,531	9,8	
2003	2,355	1,978	2,338	2,088	1,977	1,578	17,067	8,6	
2004	2,497	2,135	2,353	2,385	2,205	1,441	16,157	7,6	
2005	2,660	2,254	2,188	2,556	2,378	1,528	17,409	7,7	
2006	3,164	2,749	2,391	2,863	3,125	2,123	18,023	6,6	
2007	3,696	3,218	2,899	3,365	3,552	2,576	19,044	5,9	
2008	4,183	3,695	3,097	3,877	4,134	2,980	17,602	4,8	
2009	4,601	4,046	3,101	4,374	4,567	3,142	19,769	4,9	
2010	5,294	4,654	3,808	5,000	5,010	3,958	21,013	4,5	
2011	5,791	5,045	4,507	5,175	5,189	4,906	22,389	4,4	
2012	6,168	5,472	5,313	5,572	5,353	5,582	20,335	3,7	
2013	6,601	5,847	5,783	5,873	5,809	5,902	22,753	3,9	
2014	6,669	5,935	5,878	5,911	5,927	6,021	21,875	3,7	

Tabela 2 - Investimento Público Direto em Educação por Estudante, com Valores Atualizados para 2014 pelo IPCA; e a Proporção do Investimento Público por Estudante da Educação Superior sobre o Investimento Público por Estudante da Educação Básica, por Nível de Ensino (2000-2014).

Fonte: Inep/MEC - Tabela elaborada pela Deed/Inep

Em 2014, o governo criou o Plano Nacional de Educação (PNE). O intuito do plano é direcionar os esforços para ampliar a qualidade da educação. Foram estabelecidas 20 metas para os próximos 10 anos. As metas estão dispostas em todos os níveis da educação. Algumas metas ainda estão relacionadas com o grau de atendimento, onde o Brasil espera ter todos os seus jovens até 17 anos frequentando a escola. Mas também existem metas em relação ao desempenho. Como exemplo, vale citar a meta de alfabetizar todas as crianças até o 3º ano do fundamental e a meta de 95% dos jovens até 14 terem se formado no 9º ano do fundamental. Entretanto, para a aplicação do plano, seria necessário ampliar o investimento público em educação para 10% do PIB (meta 20). No ano de início do plano (2014), o nível de investimento era de 6% do PIB em educação. Com a Emenda Constitucional nº 95/2016 (PEC 95), que limita as despesas primárias da União, o sucesso dessa e de outras metas do plano pode ter se comprometido.

Conjuntamente ao PNE, foi implementado em 2018 o Programa Novo “Mais Educação”. O programa objetiva melhorar a aprendizagem em língua portuguesa e matemática. Sua realização será dada através de acompanhamento pedagógico e complementação da carga horária. A carga horária semanal das escolas que aderirem o programa será ampliada em 5 horas, e para esta carga será realizada um acompanhamento pedagógico. As escolas indicadas como prioridade para receber o programa são as escolas de nível socioeconômico mais baixo e com baixo desempenho escolar.

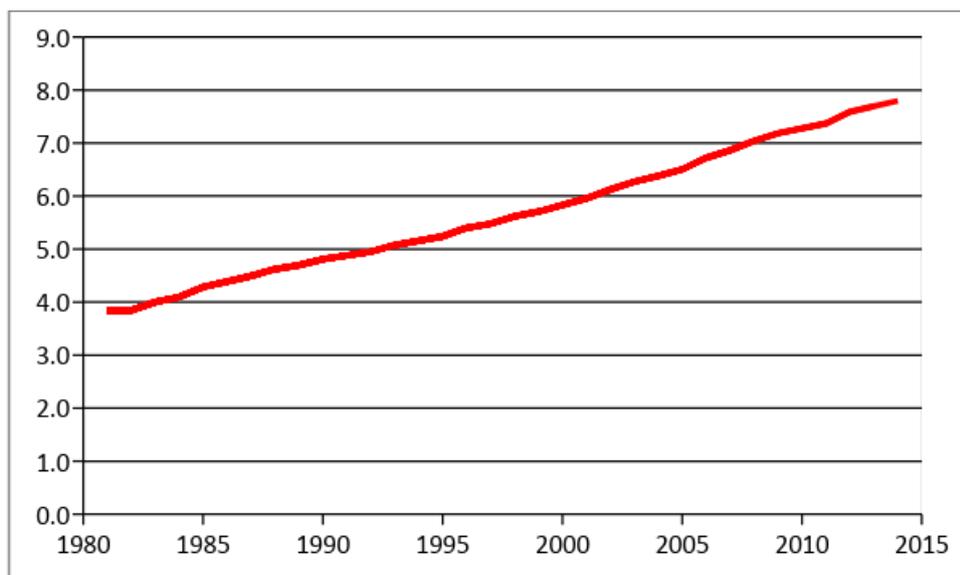


Gráfico 5 – Média Anos de Estudo para pessoas com 25 anos ou mais.

Fonte: IPEA – elaboração do autor

É consenso quase geral de que a educação do país vai mal. Agravando ainda mais esse quadro, o país convive com uma recessão. Segundo Ioschpe (2014), há ainda o baixo nível de formação dos profissionais escolares. Como dito anteriormente, a PEC 95 congela o aumento do investimento público na educação para os próximos anos. A melhoria da educação ainda é possível, mesmo sem aumento de investimento pois existem formas de melhorar os níveis de aprendizado da população com a mesma quantidade de insumos gastada hoje. Para fazer isso é necessário a utilização dos recursos de maneira eficiente. Este trabalho pretende apontar recomendações aos profissionais da área da educação, principalmente os diretores, possibilitando o país ampliar os níveis de eficiência, tão necessária diante de tamanha escassez.

3. Metodologia

3.1 Modelos DEA

A Análise Envoltória de Dados, DEA (do inglês – *Data Envelopment Analysis*), é um método fundamentado na Teoria da Produção. Para sua construção são utilizados alguns dos fundamentos microeconômicos cujo objetivo é verificar a presença de eficiência entre as unidades produtoras.

Segundo Cruz (2018), os elementos básicos da Economia de Produção são utilizados como arcabouço teórico dos modelos DEA. Entre estes elementos estão as funções de produção, as produtividades médias e marginais, as Isoquantas, a Taxa Marginal de Substituição Técnica, a Curva de Possibilidade de Produção, a Taxa Marginal de Transformação e os Retornos de escala. É necessário que o modelo se baseie em princípios teóricos bem fundamentados para uma melhor mensuração e avaliação da eficiência.

Apesar de estar atrelado à Teoria de Produção microeconômica, oriunda de meados do século XIX, o DEA tem como marco teórico a obra de Farrell (1957), porém somente após Charnes, Cooper e Rhodes (1978) que o método recebeu esse nome. Desde então o DEA passou a ser utilizado como análise da eficiência dos recursos públicos, entre eles a educação.

Os modelos DEA são não-paramétricos, ou seja, não utilizam testes de coeficientes ou parâmetros para uma função previamente especificada. O método também não utiliza regressões e sua metodologia é direcionada para fronteiras e não possui tendências centrais. O objetivo é estimar a eficiência relativa de Unidades Produtivas que tomam decisões, DMUs (sigla do inglês para *Decision Making Units*). O cálculo é feito através dos vários produtos e insumos sem precisar converter as medidas de suas variáveis.

Segundo Ferreira & Gomes (2009), o DEA tem quatro vantagens principais: 1) captar as DMUs mais eficientes; 2) avaliar o *benchmark* (referência) entre as DMUs; 3) permitir a utilização de múltiplos insumos e produtos para uma mesma fronteira; e 4) não exige relações funcionais pré-estabelecidas entre as variáveis.

No modelo DEA, as curvas de eficiência podem ter rendimentos constantes, crescentes ou decrescentes. Capta a melhor prática existente e fornece um *benchmark* para o setor analisado. Nesta monografia as DMUs analisadas são escolas de Ensino Básico do estado de Minas Gerais.

De acordo com Delgado & Machado (2007), a construção dos índices é feita radialmente com base na origem e em relação à fronteira. Tal índice possui duas formas de construção: orientada pelos insumos (*input-oriented*) ou orientada pelos produtos (*output-oriented*). Com retornos constantes de escala, ambas as orientações fornecem os mesmos resultados.

Para quaisquer retornos de escala, há um conjunto de observações eficientes, O número de DMUs eficientes no modelo BCC, retornos variáveis de escala, é sempre maior ou igual ao número de eficientes do modelo CCR, retornos constantes (Cooper, Seiford e Zhu,

2011). As DMUs limítrofes, em conjunto com a suposição de convexidade, compõem a fronteira. As DMUs que se encontram sobre ela são eficientes e são padrão de referência para as demais.

3.2 Modelos CCR

Charnes, Cooper & Rhodes (1978) propuseram um modelo DEA *input-oriented* com retornos constantes de escala. O modelo proposto é chamado CCR/CRS (acrônimo com o nome dos autores e da sigla em inglês para *Constant Return to Scale*) ou ainda RCE (Retornos Constantes de Escala). Segundo Ferreira & Gomes (2009), o modelo pode ser formulado com a seguinte notação:

$$\text{Max } \mu, v \quad E_{fo} = \frac{\sum_{j=1}^m \mu_j y_{jo}}{\sum_{i=1}^r v_i x_{io}}$$

$$\text{s. a.} \quad \frac{\sum_{j=1}^m \mu_j y_{jk}}{\sum_{i=1}^r v_i x_{ik}} \leq 1, \forall k$$

$$\mu_j, v_i \geq 0, \forall i, j$$

Considerando uma DMU_o (objetivo) de um conjunto k de DMUs, ($k = 1, 2, 3, \dots, o, \dots, n$), em que E_{fo} é igual à sua eficiência técnica. É formada por produtos y_{mo} , ou seja, o produto m na DMU_o com insumos x_{ro} , que é o insumo r na DMU_o e os pesos μ_j, v_i , para cada produto j ($j = 1, 2, 3, \dots, m$) e para cada insumo i ($i = 1, 2, 3, \dots, r$). Os produtos e insumos são conhecidos e os pesos ainda são desconhecidos, obtidos apenas após a resolução dos n problemas de programação linear. As variáveis são discricionárias, instrumentais e de decisão das DMUs do modelo.

Como especificado, é realizada uma programação matemática para cada DMU n e os pesos ótimos são obtidos por meio da Programação Linear. Os resultados obtidos para os pesos são os valores que maximizam a medida de eficiência da DMU_o, sujeitos às restrições, os pesos são deixados livres e devem ser maiores ou iguais a zero. Quando a DMU_o possui E_{fo} com valor igual a um ela é eficiente, enquanto para valores menores que a unidade ela é ineficiente.

Outra forma de apresentar o mesmo modelo é adotando uma nova restrição tornando denominador da função-objetivo igual à unidade. Ele é conhecido como modelo dos multiplicadores CCR/CRS:

$$\text{Max } \mu, v \quad E_{fo} = \sum_{j=1}^m \mu_j y_{jo}$$

$$\text{s. a.} \quad \sum_{i=1}^r v_i x_{io} = 1$$

$$\sum_{j=1}^m \mu_j y_{jk} - \sum_{i=1}^r v_i x_{ik} \leq 0, \forall i, j$$

$$\mu_j, v_i \geq 0, \forall i, j$$

Outra forma de realizar o processo é conhecida como o problema dual ou modelo envoltório CCR/CRS:

$$\text{Min } \theta, \lambda \quad \theta$$

$$\text{st } \theta x_{io} - \sum_{i=1}^n \lambda_k x_{ik} \geq 0, \forall i$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_k y_{mk} - y_{mo} \geq 0, \forall m$$

$$\lambda_k \geq 0, \forall k$$

Nesse modelo, as variáveis de decisão são θ , que é a medida de eficiência, e o vetor de pesos λ_k . A medida de eficiência é multiplicada por todos os insumos com o intuito de colocar a DMU na fronteira eficiente, por meio do decréscimo dos valores dos insumos.

As notações matemáticas apresentadas acima são todas *input-oriented*. Como dito anteriormente, para retornos constantes de escala os resultados são iguais, independente da orientação e por isso as notações *output-oriented* não serão apresentadas.

Para ilustrar a fronteira de um DEA CCR *input-oriented* apresenta-se o exemplo abaixo retirado de COELI, et al (2005, p.165 a 167). O exemplo está resumido na tabela 3 que possui as firmas (DMUs) nas linhas e produtos e insumos nas colunas.

Firma	q	x ₁	x ₂	x ₁ /q	x ₂ /q
A	1	2	5	2	5
B	2	2	4	1	2
C	3	6	6	2	2
D	1	3	2	3	2
E	2	6	2	3	1

Tabela 3 – Quantidade de insumos e produtos exemplo CCR *input-oriented*.

Fonte: COELI, et al (2005, p.165)

Em que a coluna q representa o produto e x₁ e x₂ representam os insumos. As duas últimas colunas são a divisão de cada insumo pelo produto realizado. As DMUs B e E são eficientes e se encontram sobre a fronteira eficiente. Enquanto A, C e D se encontram aquém da fronteira e representam DMUs não eficientes. Observando apenas a firma A no gráfico, podemos ver que ela apresenta folga no insumo x₁, pois ela pode produzir o mesmo produto q com menor quantidade do insumo o que a torna não eficiente.

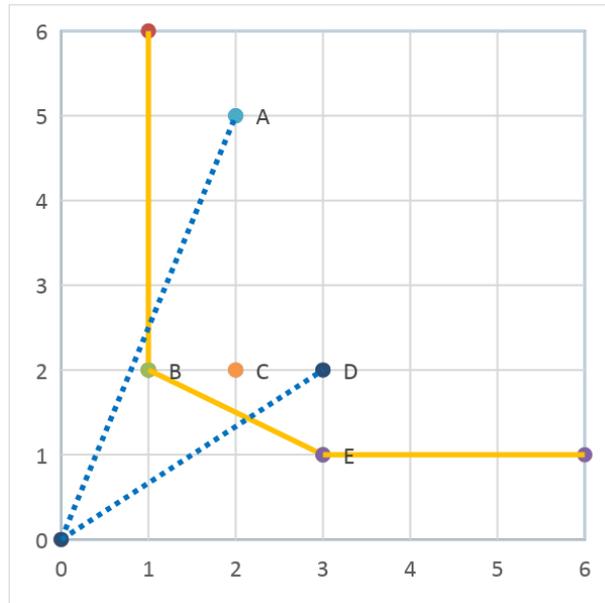


Gráfico 6 – Exemplo CCR *input-oriented*.
 Fonte: COELI, et al (2005, p.167) , adaptado.

3.3 Modelo BCC

Logo após a criação dos modelos CCR, foram propostos os modelos BCC (acrograma com o nome dos autores) por Banker, Charnes & Cooper (1984), sendo também chamado de VRS (sigla do inglês para *Variable returns to scale*). Nesse modelo não se tem a suposição obrigatória de retornos constantes de escala, considerando também rendimentos crescentes e decrescentes. O BCC permite as DMUs que operem com altos valores nos inputs terem retornos decrescentes de escala e as que operam com baixos valores terem retornos crescentes.

No modelo orientado por insumos, sua notação matemática é dada por:

$$\text{Max } \mu, v \quad E_{fo} = \sum_{j=1}^m \mu_j y_{jo} + \mu_0$$

$$\text{s. a.} \quad \sum_{i=1}^r v_i x_{io} = 1$$

$$\sum_{j=1}^m \mu_j y_{jk} - \sum_{i=1}^r v_i x_{ik} + \mu_0 \leq 0, \forall k$$

$$\mu_j, v_i \geq 0(\varepsilon), \forall i, j$$

Independente de como são supostos os retornos de escala, a Análise Envoltória de Dados pode ajudar as DMUs ineficientes as orientando para eventuais medidas a serem tomadas para aumentar a eficiência técnica. Alguns exemplos são: indicar quais os insumos

mais importantes em relação aos outros; qual a necessidade de aumento no conjunto dos produtos; e qual a necessidade de redução nos insumos utilizados.

4. Fonte dos Dados e Análise Exploratória

4.1 Descrição das variáveis

Nesta seção serão expostas as fontes de dados disponíveis para a análise. Além disso, será explicado como foram calculados cada um dos insumos e produtos usados no DEA. Ademais, é feita uma exploração inicial das variáveis. Por fim, serão apresentados os resultados das eficiências das escolas mineiras.

Os dados principais desta monografia foram retirados do Inep. Foram coletados Indicadores dos microdados da Prova Brasil, do Censo Escolar e do INSE, disponibilizado também pelo INEP. Com essas informações foram construídos índices que serviram como insumos e produtos do modelo. Os dados utilizados são referentes ao ciclo inicial do Ensino Fundamental para o ano de 2015. O recorte foi feito para escolas públicas do estado de Minas Gerais.

Como insumos foram utilizados: horas aula, docentes com formação superior adequada, docentes com formação superior inadequada, docentes sem formação superior, média do salário bruto dos diretores, média do salário bruto dos professores e o INSE (Indicador de Nível Socioeconômico das Escolas de Educação Básica). Já para os produtos foram usados: proficiência média em língua portuguesa, proficiência média em matemática, número de alunos em idade incorreta, número de alunos em idade correta, número de alunos aprovados e a porcentagem de professores que cumpriram mais de 80% do currículo escolar. As tabelas 4 e 5 trazem o nome usado para as variáveis de insumo e uma breve descrição.

Insumos	
Nome da Variável	Descrição
horas_aula	Média horas-aula diária
prof_adequados	Docentes com formação superior na mesma área da disciplina que leciona.
prof_inadequados	Docentes com formação superior em uma área diferente da disciplina que leciona
sem_superior	Docentes sem formação superior
salario_dir	Média do salário bruto do diretor
salario_prof	Média do salário bruto dos professores
inse_valor	Indicador de Nível Socioeconômico

Tabela 4- Descrição insumos.

Fonte: Elaboração do autor

Para os insumos a média de horas-aula diária por escola foi utilizada. Este indicador pode estar relacionado com uma maior cobertura do currículo ensinado, resultando em um maior aprendizado. Muitas vezes para passar todo o conteúdo de forma plena e clara é necessária uma dada quantidade de horas aula. Todavia, escolas que utilizam poucas horas-aula e apresentam bons resultados, demonstram certa eficiência para ensinar.

Produtos	
Nome da Variável	Descrição
leitura	Proficiência média em língua portuguesa
mat	Proficiência média em matemática
idade_incorreta	Número de alunos em idade incorreta
idade_correta	Número de alunos em idade correta
aprovados	Número de alunos aprovados
curriculo_80	Porcentagem de professores que cumpriram mais de 80% do currículo escolar

Tabela 5 - Descrição produtos.

Fonte: Elaboração do autor

O número de docentes foi dividido em três categorias: Docentes com formação superior na mesma área que leciona; docentes com formação superior em uma área diferente da disciplina que leciona e docentes sem formação superior. Como os docentes possuem diferentes cargas horárias nas escolas e podem inclusive trabalhar em mais de uma escola foi preciso fazer uma adequação, o indicador utilizado nesta monografia é mais próximo de professor-hora, mas a quantidade de horas que o professor dedica ao ensino não é muito acurada. O indicador aqui utilizado é apenas uma *proxy*.

No cálculo das variáveis de professor, foi usada uma taxa multiplicada pelo número efetivo de docentes da mesma escola. Esse indicador foi realizado por professor. Nesse número foi relativizada a quantidade e duração das turmas. Isto se justifica pois se busca descobrir quanto tempo é gasto pela escola para cada tipo de docente. Tornou-se necessário descobrir quantas e qual o tempo de cada turma que o docente leciona.

O processo do cálculo da adequação dos professores pode se dividir em três etapas.

1° - cálculo de uma “razão turma”. Ela representa o tempo que cada professor i se dedica a cada escola j . A amostra foi censurada para um máximo de 56 horas semanais por professor.

$$\text{razão turma} = \frac{\text{total de turmas numa escola} * \text{duração total das turmas numa escola}}{\text{total de turmas} * \text{duração total das turmas}}$$

2° - fez-se a média “Razão Turma” de todos os professores para cada escola. Onde i representa os docentes, j as escolas e k representa o total de professores da escola j .

$$\text{média razão turma} = \frac{\sum_{i=1}^k \text{razão turma}_{ij}}{k}$$

3° - multiplicar a média razão turma pelo percentual de cada categoria docente (adequado, inadequado ou sem superior).

Para os salários do diretor e dos professores foi feita a média do salário bruto de cada categoria para cada escola. Essas variáveis são um dos principais fatores gastos e permite observar se os resultados dos estudantes estão relacionados a maiores salários e identificar escolas eficientes com menor investimento.

O Indicador de Nível Socioeconômico das Escolas foi criado no segundo semestre de 2014. Sua medida retrata a situação das escolas de acordo com seu conjunto de alunos. Esse indicador engloba a posse de bens domésticos, renda e contratação de serviços pela família dos alunos e pelo nível de escolaridade de seus pais. As fontes de dados para o cálculo do INSE são referentes a Prova Brasil, da Aneb e do ENEM. Os resultados são categorizados em 7 níveis. As categorias estão definidas na tabela 6.

Em relação às variáveis categorizadas como produto, temos a Avaliação Nacional do Rendimento Escolar (Ansresc), também conhecida mais abreviadamente como “Prova Brasil”. Na Prova Brasil se mensura a qualidade do ensino nas escolas da rede pública. A avaliação ocorre bianualmente e é realizada de forma censitária para escolas com turmas de mais 20 alunos. Dessa prova obtém-se as proficiências de Língua Portuguesa e Matemática.

Para balancear questões que dizem respeito ao fluxo e à aprendizagem utilizou-se o número de alunos em idade correta como produto. Um dos objetivos da escola é que seus alunos aprendam o conteúdo e sejam aprovadas. Usar o número de alunos em idade correta é importante, pois mostra se a escola consegue manter seus estudantes na idade adequada.

Níveis	Descrição
<p>Nível I - Até 30 (Muito Baixo)</p>	<p>Este é o menor nível da escala e os alunos, de modo geral, indicaram que há em sua casa bens elementares, como uma televisão em cores, uma geladeira, um telefone celular, até dois quartos no domicílio e um banheiro; não contratam empregada mensalista e nem diarista; a renda familiar mensal é de até 1 salário mínimo; e seus pais ou responsáveis possuem ensino fundamental completo ou estão cursando esse nível de ensino.</p>
<p>Nível II (30;40] (Baixo)</p>	<p>Neste, os alunos, de modo geral, indicaram que há em sua casa bens elementares, como uma televisão em cores, um rádio, uma geladeira, um telefone celular, dois quartos e um banheiro; bem complementar, como videocassete ou DVD; não contratam empregada mensalista e nem diarista; a renda familiar mensal é de até 1 salário mínimo; e seus pais ou responsáveis possuem ensino fundamental completo ou estão cursando esse nível de ensino</p>

<p>Nível III (40;50] (Médio Baixo)</p>	<p>Neste, os alunos, de modo geral, indicaram que há em sua casa bens elementares, como uma televisão em cores, um rádio, uma geladeira, um telefone celular, dois quartos e um banheiro; bens complementares, como videocassete ou DVD, máquina de lavar roupas, computador e possuem acesso à internet; não contratam empregada mensalista ou diarista; a renda familiar mensal está entre 1 e 1,5 salários mínimos; e seu pai e sua mãe (ou responsáveis) possuem ensino fundamental completo ou estão cursando esse nível de ensino</p>
<p>Nível IV (50;60] (Médio)</p>	<p>Já neste nível, os alunos, de modo geral, indicaram que há em sua casa bens elementares, como um rádio, uma geladeira, dois telefones celulares, até dois quartos e um banheiro e, agora, duas ou mais televisões em cores; bens complementares, como videocassete ou DVD, máquina de lavar roupas, computador e possuem acesso à internet; bens suplementares, como freezer, um ou mais telefones fixos e um carro; não contratam empregada mensalista ou diarista; a renda familiar mensal está entre 1,5 e 5 salários mínimos; e seu pai e sua mãe (ou responsáveis) possuem ensino fundamental completo ou estão cursando esse nível de ensino</p>
<p>Nível V (60;70] (Médio Alto)</p>	<p>Neste, os alunos, de modo geral, indicaram que há em sua casa um quantitativo maior de bens elementares como três quartos e dois banheiros; bens complementares, como videocassete ou DVD, máquina de lavar roupas, computador e acesso à internet; bens suplementares, como freezer, um ou mais telefones fixos, um carro, além de uma TV por assinatura e um aspirador de pó; não contratam empregada mensalista ou diarista; a renda familiar mensal é maior, pois está entre 5 e 7 salários mínimos; e seu pai e sua mãe (ou responsáveis) completaram o ensino médio</p>
<p>Nível VI (70;80] (Alto)</p>	<p>Neste nível, os alunos, de modo geral, indicaram que há em sua casa um quantitativo alto de bens elementares como três quartos e três banheiros; bens complementares, como videocassete ou DVD, máquina de lavar roupas, computador e acesso à internet; bens suplementares, como freezer, telefones fixos, uma TV por assinatura, um aspirador de pó e, agora, dois carros; não contratam empregada mensalista ou diarista; a renda familiar está acima de 7 salários mínimos; e seu pai e sua mãe (ou responsáveis) completaram a faculdade e/ou podem ter concluído ou não um curso de pós-graduação</p>

<p>Nível VII - Acima de 80 (Muito Alto)</p>	<p>Este é o maior nível da escala e os alunos, de modo geral, indicaram que há em sua casa um quantitativo alto de bens elementares, como duas ou mais geladeiras e três ou mais televisões em cores, por exemplo; bens complementares, como videocassete ou DVD, máquina de lavar roupas, computador e acesso à internet; maior quantidade de bens suplementares, tal como três ou mais carros e TV por assinatura; contrata, também, empregada mensalista ou diarista até duas vezes por semana; a renda familiar mensal é alta, pois está acima de 7 salários mínimos; e seu pai e sua mãe (ou responsáveis) completaram a faculdade e/ou podem ter concluído ou não um curso de pós-graduação</p>
--	---

Quadro 1 – Descrição Níveis INSE.

Fonte: Nota Técnica INSE das Escolas – Elaboração do autor

Outra forma de mensurar o rendimento da escola é através do número de alunos aprovados, pois como abordado anteriormente esse é um dos objetivos da escola. Essa variável também é útil, pois balanceia a questão da aprendizagem. Se as escolas estiverem retendo seus alunos para obterem maiores notas na Prova Brasil, ela irá ter um número menor de aprovados e não apresentar o melhor nível de eficiência possível. A variável foi calculada pela multiplicação da taxa de aprovação, retirado dos micros dados da Prova Brasil, pelo número de matrículas, obtido no Censo Educacional.

O número de alunos em idade incorreta é calculado da mesma forma que o número de alunos em idade correta. Este número representa o quando a escola falha em manter o fluxo de alunos em idade ideal para aquele ano.

A porcentagem de professores que cumpriram mais de 80% do currículo escolar mede quantos professores em cada escola conseguiram alcançar ou passar essa meta. É ideal que os professores cumpram 100% do conteúdo programático, porém vários fatores podem afetar esse resultado. Além de manter os alunos em idade correta, ter um alto número de aprovados e obter boas notas na Prova Brasil, é de grande importância que todo o conteúdo programado seja ensinado aos alunos.

4.2 Análise Exploratória

Antes de aplicar o modelo DEA foi realizada uma análise dos dados. Vários fatores são de extrema relevância e interesse. Pela tabela 7 é possível observar que tanto o mínimo, quanto a mediana, a média e o máximo das notas de matemática são maiores que na prova de língua portuguesa. Entretanto os valores são bem próximos e mostram desempenho parecido no aprendizado das disciplinas. Para as idades incorretas vemos que a grande maioria das escolas possuem alunos nessa categoria, mas que a grande maioria dos alunos se encontra com a idade adequada para o seu ano. Também é apresentado um dado alarmante: em que há cinquenta e um alunos em idade incorreta para uma escola, valor bem expressivo mesmo

quando comparado com o máximo de duzentos e quarenta e um em idade correta nessa mesma escola.

Para horas-aula temos uma grande variação entre o mínimo e máximo, mas isso se deve a uma escola apresentar 10,2 horas diárias. Por meio do primeiro e terceiro quartil, nota-se que a grande maioria das escolas se encontra com 4,3 até 4,4 horas-aula por dia, ou seja, existe pouca variação entre todas as escolas, diferentemente do que indica a variação total entre os valores.

Para as variáveis que medem a adequação dos docentes, existem escolas para os primeiros anos do ensino fundamental em Minas Gerais sem nenhum professor com superior adequado, inadequado ou inadequado. Isso quer dizer que pelo menos uma escola não tem professores em uma das áreas de formação. Mesmo não sendo ideal que existam escolas com nenhum docente com superior adequado, tem-se que a maioria dos professores se encaixam nessa categoria. Além disso, pelo menos 25% das escolas não possuem professores com superior inadequado ou sem nenhum curso superior.

Ao observar a média dos salários, vemos que nos pontos extremos os diretores recebem menos que os professores. Mas ao observar toda a amostra, os diretores têm salários maiores. A conclusão é obtida ao observarmos a média, o primeiro e terceiro quartil. Segundo Ioschpe (2014), maiores salários para os diretores são justificáveis, pois normalmente o perfil do profissional é ser mais ambicioso que a média e, portanto, ele se esforça mais à medida que sua renda aumenta.

Sobre a quantidade de currículo dado, os dados são preocupantes. Todas as escolas têm baixa porcentagem de professores com mais de 80% do currículo programático dado. Os valores variam de 1 a 28% e a média não chega nem aos 6%.

Sobre o INSE, na amostra para Minas Gerais, nenhuma escola foi categorizada tendo nível socioeconômico muito baixo, alto ou muito alto. A maioria das escolas se encontra ou na categoria médio baixo ou na categoria médio, variando entre 48,40 e 53,18. A média do INSE foi de 50,68, se enquadrando no nível médio, que inicia com 50.

O histograma ajuda na visualização da distribuição dos dados. A maioria das variáveis apresenta distribuição assimétrica. Apenas leitura e mat são mais simétricas na distribuição. A mais próxima delas é a `inse_valor`, pois tem valores maior contração em torno da média mas possuindo maior concentração à esquerda, ou seja, a maioria dos dados é referente a valores mais baixos. E também, é facilmente perceptível que para `horas_aula` temos uma concentração muito grande entre 4 e 4,5 horas.

Os histogramas de `aprovados` e `idade_correta` tem distribuição muito semelhante, assim como `idade_incorreta` e `sem_superior` também tem distribuição assimétrica parecida. Outro par com distribuição parecida é `prof_adequados` e `currículo_80`. Para `salário_prof` decaimento acelerado depois de atingir o maior nível de contração. Isso mostra que temos uma concentração maior em salários até 2500. O salário dos diretores tem distribuição bem

peculiar com relação as demais. Possui espaçamento entre os níveis, mas apresenta concentrações maiores para salários de 2500 a 3000, 3500 a 4000 e 4500 a 5000 reais. Além disso, havia sido observado que o valor máximo dos salários de professores e diretores era igual, mas através do histograma se torna claro o maior número de diretores aferindo tais rendimentos. O histograma do gráfico 7 ajuda na visualização da distribuição dos dados. A maioria das variáveis apresenta distribuição assimétrica. Apenas leitura e mat são mais simétricas na distribuição. A mais próxima delas é a inse_valor, pois tem valores de maior contração em torno da média mas leve assimetria à esquerda, ou seja, valores discrepantes mais baixos “puxam” os indicadores dessa distribuição. É facilmente perceptível que para horas_aula temos uma concentração muito grande entre 4 e 4,5 horas.

Nome da Variável	Mínimo	1° Quantil	Mediana	Média	3° Quantil	Máximo
leitura	152,9	202,0	214,8	214,9	227,8	272,8
mat	166,1	212,6	225,6	226,4	239,9	289,7
idade_incorreta	0,00	0,91	2,00	3,12	4,00	51,00
idade_correta	11,66	30,00	46,00	52,39	66,25	241,00
horas_aula	3,900	4,300	4,300	4,428	4,400	10,200
aprovados	16,00	31,00	48,00	54,25	69,00	242,00
prof_adequados	0,000	7,899	13,000	14,524	19,492	64,002
prof_inadequados	0,000	0,000	1,615	2,381	3,416	27,368
sem_superior	0,000	0,000	0,728	1,616	2,428	22,624
salario_dir	788,00	2561,00	3546,00	3646,00	4728,00	7788,00
salario_prof	985,00	1904,00	2288,00	2575,00	2906,00	7788,00
curriculo_80	0,0100	0,0400	0,0500	0,0581	0,0800	0,2800
inse_valor	34,12	48,40	50,91	50,68	53,18	63,05

Tabela 6 – Sumário das Variáveis.

Fonte: Elaboração do autor

Os histogramas de aprovados e idade_correta tem distribuição muito semelhante, assim como idade_incorreta e sem_superior também tem distribuição assimétrica parecida. Outro par com distribuição parecida é prof_adequados e curriculo_80.

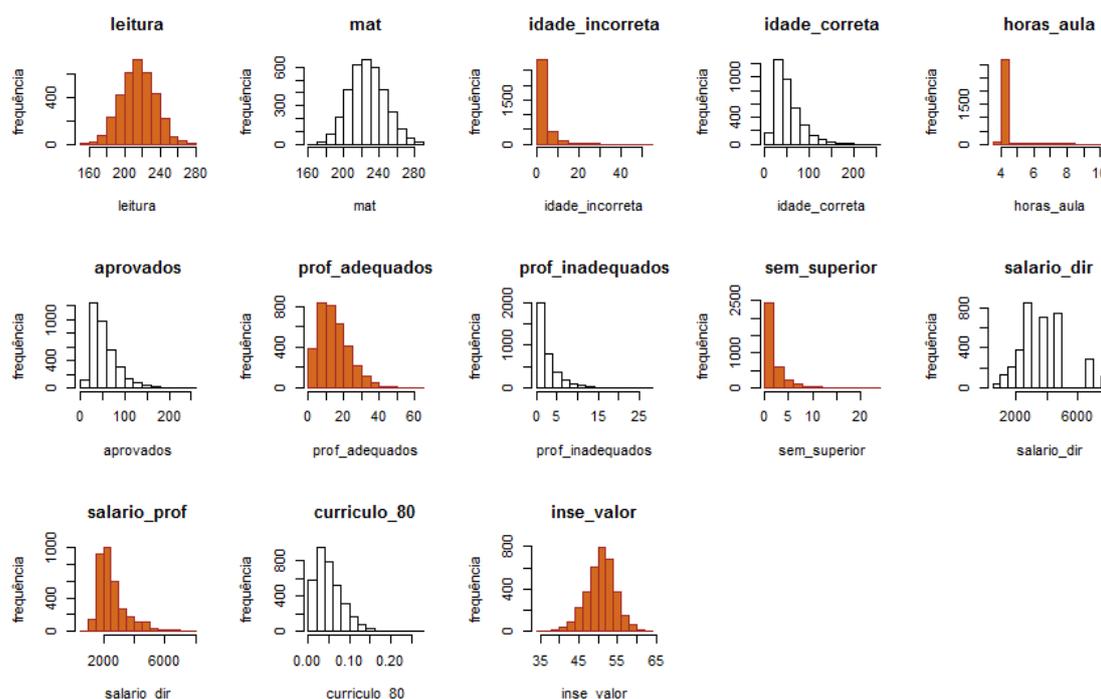


Gráfico 7 – Histograma das Variáveis.

Fonte: Elaboração do autor

Para `salario_prof` observa-se o decaimento acelerado depois de atingir o maior nível de concentração. Isso mostra que temos uma concentração maior em salários até 2500. O salário dos diretores tem distribuição bem peculiar em relação às demais, ela possui espaçamento entre os níveis, mas apresenta concentrações maiores para salários de 2500 a 3000, 3500 a 4000 e 4500 a 5000 reais. Além disso, havia sido observado que o valor máximo dos salários de professores e diretores era igual, mas através do histograma se torna claro o maior número de diretores aferindo tais rendimentos.

No Gráfico 8 é feita uma avaliação de como as variáveis se correlacionam. É importante frisar que correlação não implica em causalidade. As duas variáveis que medem proficiência apresentam altíssima correlação. Temos também uma elevada relação entre o nível socioeconômico com o nível do aprendizado medido através da Prova Brasil. Algumas variáveis se relacionam de forma negativa com leitura e matemática, elas são `idade_incorreta` e `sem_superior`. Apesar de não ser uma correlação tão negativa, `sem_superior` e a correlação positiva para professores com superior mostra que o grau de ensino dos docentes tem relação com o aprendizado dos alunos.

A mais elevada correlação encontrada foi entre `idade_correta` e `aprovados`. Isso é justificável, pois os alunos aprovados se mantêm em idade correta. Além disso, temos que o insumo que mais se correlaciona de modo geral com os produtos é o INSE. Retificando a importância de *background* escolar para o desempenho dos alunos.

Outra revelação importante é a maior relação do desempenho escolar com a adequação da formação dos professores e não aos salários, apesar de nenhum apresentar correlação muito elevada. Ademais, temos uma correlação ainda menor entre as variáveis de adequação dos docentes. Já a variável `salario_prof` tem correlação mais alta apenas com o `salario_dir`, indicando que as escolas pagam mais para professores pagam mais também para os diretores.

Os resultados obtidos mostram que a maioria das correlações são menores do que 0,3 e temos pouquíssimas correlações negativas. As variáveis que apresentam correlação maior com as demais são `aprovados`, `currículo_80` e `inse_valor`. Outro fator importante é observar que os produtos são mais correlacionados entre si do que os insumos. Ou seja, escolas que apresentam bons resultados em um dos fatores normalmente também são bem-sucedidas em outras áreas.

A variável `horas_aula` apresentou valores não significativos estatisticamente, o que implica correlação igual a zero. E mesmo quando foram significativos são muito próximos a zero. Dado o histograma da variável já era de se esperar, pois a grande maioria das escolas se encontrava na mesma zona de carga diária.

Das 78 correlações, duas apresentam valor maior que 0,9, sete acima de 0,50, dezesseis maiores que 0,30 e dois sem significância estatística.

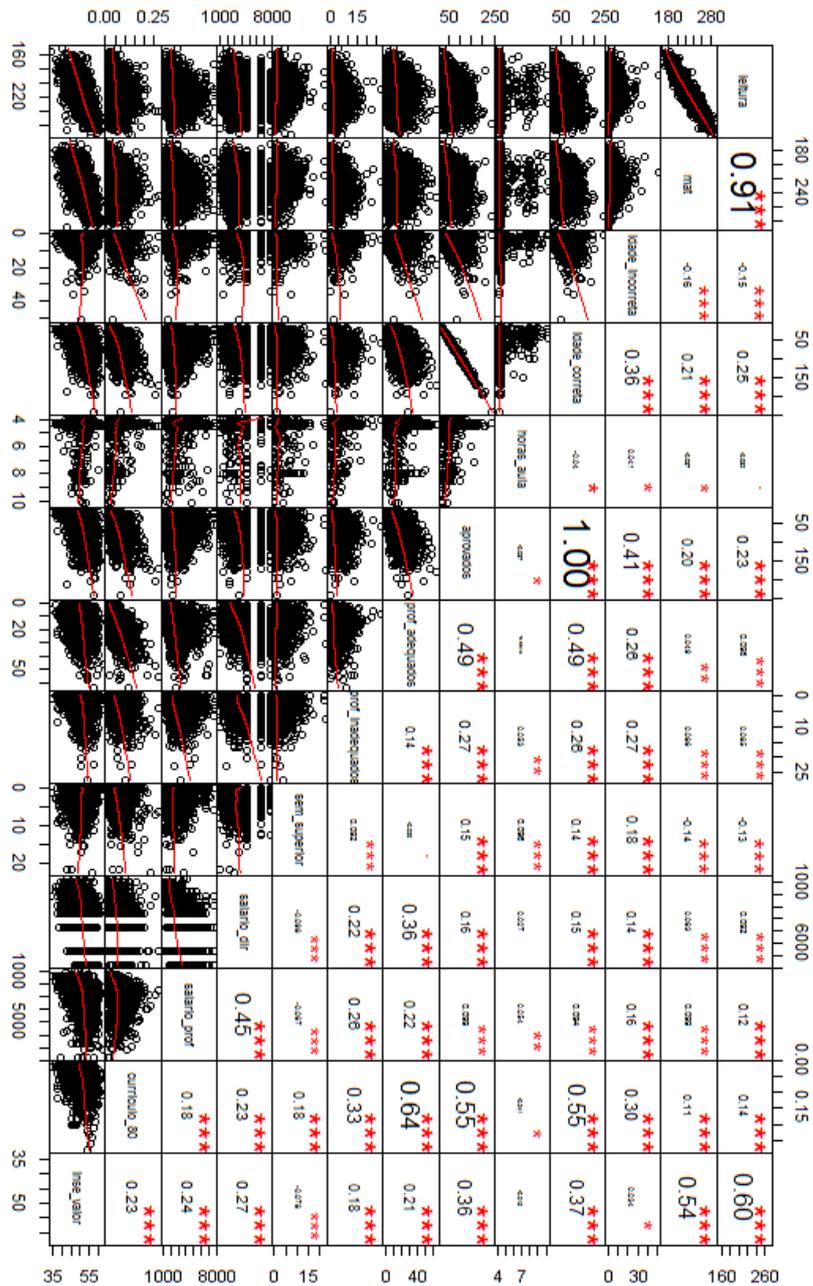


Gráfico 8 – Correlação dos Insumos e Produtos.

Fonte: Elaboração do autor

4.3 Modelos DEA

Foram realizados 60 modelos DEA diferentes para encontrar o mais adequado. A realização de mais de um modelo se dá pelo fato de que quando são utilizados mais variáveis, sejam elas insumos ou produtos, o nível de eficiência é aumentado. Portanto, o intuito é encontrar o melhor modelo possível para medir a eficiência das DMUs. Para escolher esse

modelo ideal, além dos modelos DEA, também foram realizadas regressões lineares e análise de correlação.

Todos os modelos são *output-oriented*, pois ao abordar o tema educação, não temos o interesse de cortar insumos e sim aumentar os produtos, ou seja, a ideia é gerar melhoria no aprendizado dos anos iniciais do ensino fundamental mineiro dado os insumos de cada escola.

Nome	Insumos / Produtos	RTS
DEA1	prof_adequados, prof_inadequados, prof_sem_superior_invertido / leitura, mat	crs
DEA2	prof_adequados, prof_inadequados, prof_sem_superior_invertido, inse_valor / leitura, mat	crs
DEA3	prof_adequados, prof_inadequados, prof_sem_superior_invertido, inse_valor / leitura, mat, aprovados	crs
DEA4	prof_adequados, prof_inadequados, prof_sem_superior_invertido, salario_dir, inse_valor / leitura, mat, aprovados	crs
DEA5	prof_adequados, prof_inadequados, prof_sem_superior_invertido, salario_prof, inse_valor / leitura, mat, aprovados	crs
DEA6	prof_adequados, prof_inadequados, prof_sem_superior_invertido, salario_dir, salario_prof, inse_valor / leitura, mat, aprovados	crs
DEA7	prof_adequados, prof_inadequados, prof_sem_superior_invertido, salario_dir, salario_prof, inse_valor / leitura, mat, idade_correta	crs
DEA8	horas_aula, prof_adequados, prof_inadequados, prof_sem_superior_invertido, salario_dir, salario_prof, inse_valor / leitura, mat, aprovados	crs
DEA9	prof_adequados, prof_inadequados, prof_sem_superior_invertido, salario_dir, salario_prof, inse_valor / leitura, mat, aprovados, curriculo_80	crs
DEA10	prof_adequados, prof_inadequados, prof_sem_superior_invertido, salario_dir, salario_prof, inse_valor / mat, aprovados, curriculo_80	crs
DEA11	prof_adequados, prof_inadequados, prof_sem_superior_invertido, salario_dir, salario_prof, inse_valor / leitura, aprovados, curriculo_80	crs
DEA12	prof_adequados, prof_inadequados, prof_sem_superior_invertido, salario_dir, salario_prof, inse_valor / aprovados, curriculo_80	crs
DEA13	salario_dir, salario_prof, inse_valor / leitura, mat, aprovados, curriculo_80	crs
DEA14	salario_dir, inse_valor / leitura, mat, aprovados, curriculo_80	crs
DEA15	salario_dir, salario_prof, inse_valor / leitura, mat, aprovados	crs
DEA16	salario_dir, salario_prof, inse_valor / leitura, mat, idade_correta, i_incorreta, curriculo_80	crs

DEA17	idade_correta, i_incorreta, horas_aula, salario_dir, salario_prof, inse_valor / leitura, mat, curriculo_80	crs
DEA18	idade_correta, i_incorreta, prof_adequados, prof_inadequados, prof_sem_superior_invertido, inse_valor / leitura, mat, aprovados	crs
DEA19	idade_correta, i_incorreta, inse_valor / leitura, mat, aprovados	crs
DEA20	horas_aula, prof_adequados, prof_inadequados, prof_sem_superior_invertido, salario_dir, salario_prof, inse_valor / leitura, mat, idade_correta, i_incorreta, aprovados, curriculo_80	crs
DEA21	horas_aula, inse_valor / leitura, mat	crs
DEA22	inse_valor / leitura, mat	crs
DEA23	horas_aula, prof_adequados, prof_inadequados, prof_sem_superior_invertido, inse_valor / leitura, mat	crs
DEA24	horas_aula, prof_adequados, prof_inadequados, sem_superior, salario_dir, salario_prof, inse_valor / leitura, mat, aprovados, curriculo_80	crs
DEA25	prof_adequados, prof_inadequados, prof_sem_superior_invertido, inse_valor / leitura, mat, idade_correta, aprovados	crs
DEA26	prof_adequados, prof_inadequados, prof_sem_superior_invertido, inse_valor / leitura, mat, i_incorreta, idade_correta, aprovados	crs
DEA27	prof_adequados, salario_prof, inse_valor / leitura, mat, aprovados, curriculo_80	crs
DEA28	prof_adequados, salario_dir, inse_valor / leitura, mat, aprovados, curriculo_80	crs
DEA29	prof_sem_superior_invertido, salario_dir, inse_valor / leitura, mat, aprovados, curriculo_80	crs
DEA30	prop_sem_superior, salario_prof, inse_valor / leitura, mat, aprovados, curriculo_80	crs
DEAV1	prof_adequados, prof_inadequados, prof_sem_superior_invertido / leitura, mat	vrs
DEAV2	prof_adequados, prof_inadequados, prof_sem_superior_invertido, inse_valor / leitura, mat	vrs
DEAV3	prof_adequados, prof_inadequados, prof_sem_superior_invertido, inse_valor / leitura, mat, aprovados	vrs
DEAV4	prof_adequados, prof_inadequados, prof_sem_superior_invertido, salario_dir, inse_valor / leitura, mat, aprovados	vrs
DEAV5	prof_adequados, prof_inadequados, prof_sem_superior_invertido, salario_prof, inse_valor / leitura, mat, aprovados	vrs
DEAV6	prof_adequados, prof_inadequados, prof_sem_superior_invertido, salario_dir, salario_prof, inse_valor / leitura, mat, aprovados	vrs
DEAV7	prof_adequados, prof_inadequados, prof_sem_superior_invertido, salario_dir, salario_prof, inse_valor / leitura, mat, idade_correta	vrs
DEAV8	horas_aula, prof_adequados, prof_inadequados, prof_sem_superior_invertido, salario_dir, salario_prof, inse_valor / leitura, mat, aprovados	vrs
DEAV9	prof_adequados, prof_inadequados, prof_sem_superior_invertido, salario_dir, salario_prof, inse_valor / leitura, mat, aprovados, curriculo_80	vrs
DEAV10	prof_adequados, prof_inadequados, prof_sem_superior_invertido, salario_dir, salario_prof, inse_valor / mat, aprovados, curriculo_80	vrs
DEAV11	prof_adequados, prof_inadequados, prof_sem_superior_invertido, salario_dir, salario_prof, inse_valor / leitura, aprovados, curriculo_80	vrs
DEAV12	prof_adequados, prof_inadequados, prof_sem_superior_invertido, salario_dir, salario_prof, inse_valor / aprovados, curriculo_80	vrs
DEAV13	salario_dir, salario_prof, inse_valor / leitura, mat, aprovados, curriculo_80	vrs
DEAV14	salario_dir, inse_valor / leitura, mat, aprovados, curriculo_80	vrs
DEAV15	salario_dir, salario_prof, inse_valor / leitura, mat, aprovados	vrs
DEAV16	salario_dir, salario_prof, inse_valor / leitura, mat, idade_correta, i_incorreta, curriculo_80	vrs

DEAV17	idade_correta, i_incorreta, horas_aula, salario_dir, salario_prof, inse_valor / leitura, mat, curriculo_80	vrs
DEAV18	idade_correta, i_incorreta, prof_adequados, prof_inadequados, prof_sem_superior_invertido, inse_valor / leitura, mat, aprovados	vrs
DEAV19	idade_correta, i_incorreta, inse_valor / leitura, mat, aprovados	vrs
DEAV20	horas_aula, prof_adequados, prof_inadequados, prof_sem_superior_invertido, salario_dir, salario_prof, inse_valor / leitura, mat, idade_correta, i_incorreta, aprovados, curriculo_80	vrs
DEAV21	horas_aula, inse_valor / leitura, mat	vrs
DEAV22	inse_valor / leitura, mat	vrs
DEAV23	horas_aula, prof_adequados, prof_inadequados, prof_sem_superior_invertido, inse_valor / leitura, mat	vrs
DEAV24	horas_aula, prof_adequados, prof_inadequados, sem_superior, salario_dir, salario_prof, inse_valor / leitura, mat, aprovados, curriculo_80	vrs
DEAV25	prof_adequados, prof_inadequados, prof_sem_superior_invertido, inse_valor / leitura, mat, idade_correta, aprovados	vrs
DEAV26	prof_adequados, prof_inadequados, prof_sem_superior_invertido, inse_valor / leitura, mat, i_incorreta, idade_correta, aprovados	vrs
DEAV27	prof_adequados, salario_prof, inse_valor / leitura, mat, aprovados, curriculo_80	vrs
DEAV28	prof_adequados, salario_dir, inse_valor / leitura, mat, aprovados, curriculo_80	vrs
DEAV29	prof_sem_superior_invertido, salario_dir, inse_valor / leitura, mat, aprovados, curriculo_80	vrs
DEAV30	prop_sem_superior, salario_prof, inse_valor / leitura, mat, aprovados, curriculo_80	vrs

Quadro 2 – Descrição modelos DEA.

Fonte: Elaboração do autor.

CRS é sigla para *Constant Returns of Scale*, em português é Retornos Constantes de Escala. Já VRS é sigla de *Variable Returns of Scale*, retornos variáveis de escala, como abordado no capítulo 3.

Como Idade_incorreta e sem_superior apresentaram valores negativos na correlação com leitura e mat, as duas variáveis foram tratadas para terem comportamento adequado com o modelo. A ideia inicial era elevar seus valores a menos um. Porém, como existem valores iguais a zero não é possível. A opção encontrada foi utilizar o valor máximo de cada uma das variáveis menos o valor de cada escola. Abaixo temos o exemplo para idade incorreta.

$$i_{incorreta_j} = 51 - idade_{incorreta_j}$$

Onde j varia entre 1 e 3464, representado cada escola.

Também foram criadas novas variáveis que medem a proporção de cada escola. Elas foram usadas nas regressões lineares. As novas variáveis se encontram na tabela 9. Abaixo segue o exemplo para prop_prof_ad.

$$prop_prof_ad_j = \frac{prof_adequados_j}{(prof_adequados_j + prof_inadequados_j + sem_superior_j)}$$

Variáveis	
Nome da Variável	Descrição
prop_prof_ad	Proporção do número de docentes com superior adequado em relação ao total de docentes
prop_prof_inad	Proporção do número de docentes com superior inadequado em relação ao total de docentes
prop_prof_ss	Proporção do número de docentes sem curso superior em relação ao total de docentes
prop_aprov	Proporção do número de aprovados em relação ao total de alunos
prof_sem_superior_invertido	Número máximo de docentes sem superior em uma escola menos a variável sem_superior
i_incorreta	Número máximo de alunos em idade incorreta em uma escola menos a variável idade_incorreta

Tabela 7 – Novas Variáveis.

Fonte: Elaboração do autor

Com as novas variáveis que medem a proporção, foram feitos novos histogramas e uma sumarização dos valores. Os histogramas se encontram no gráfico 9 e o sumário das variáveis na tabela 10. Os resultados encontrados são que a grande maioria das escolas possuem pelo menos 60% dos seus professores com ensino superior adequado. O resultado mais crítico é a presença de uma escola com 91,6% dos professores sem superior. Mas o mais preocupante ainda é ver que em média temos 10% dos professores sem curso superior. Um resultado positivo encontrado é o grande número de aprovados, em média quase 98%, porém, é válido lembrar que os anos iniciais do ensino fundamental são os que têm maior tendência a adotar a Progressão Continua.

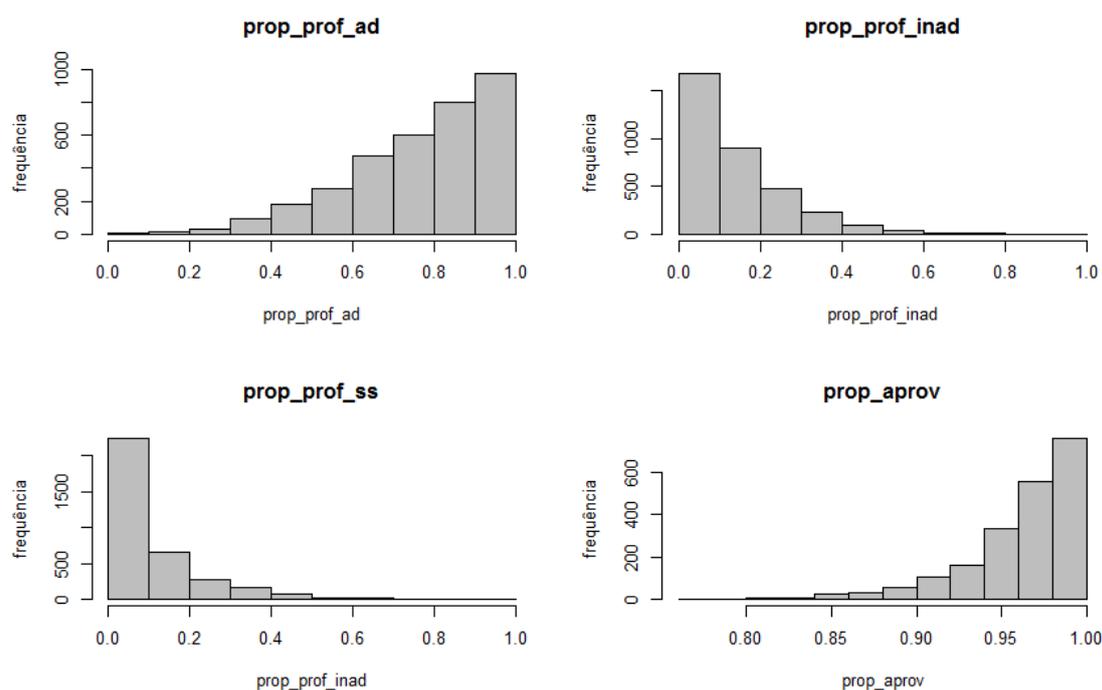


Gráfico 9 – Histograma para proporção das variáveis.

Fonte: Elaboração do autor

Nome da Variável	Mínimo	1º Quantil	Mediana	Média	3º Quantil	Máximo
prop_prof_ad	0%	66.3%	80.8%	77.22%	91.30%	100%
prop_prof_inad	0%	0%	10.4%	13.21%	20%	100%
prop_prof_ss	0%	0%	4.85%	9.57%	15.4%	91.6%
prop_aprov	76.19%	96.55%	99.1%	97.79%	100%	100%

Tabela 8 – Sumário das Variáveis de Proporção.

Fonte: Elaboração do autor

Dada a correlação igual a 1 entre aprovados e idade_correta, o primeiro passo na definição das variáveis a serem utilizadas na medida de eficiência foi analisar o comportamento dessas variáveis em diferentes modelos. Comparando os modelos DEA6 com DEA7 e DEA06 com o DEA07, na tabela 11 e 12 respectivamente, podemos perceber que tanto para retornos constantes de escala, como para retornos variáveis os valores obtidos são muito parecidos. Tanto para os intervalos quanto para o valor médio de eficiência. Além de possuírem as mesmas DMUs eficientes. Indicando então que os dois produtos resultam num *Benchmarking* muito parecido.

Os resultados foram comparados por modelos com aprovados em relação a um modelo com idade_correta e i_incorreta. Avaliando os resultados encontrados para DEA15 e DEA16, foram encontrados valores muito maiores de eficiência com os produtos de idade, com diferença ainda maior entre os resultados para modelos variáveis de escala. Por isso foram realizados mais quatro modelos para serem comparados com o DEA3 e DEAV3. Eles são os modelos DEA25, DEA26, DEAV25 e DEAV26.

A diferença entre o DEA3 para o DEA25 é a presença da variável idade_incorreta no DEA25. A diferença é a mesma para os modelos DEAV3 e DEAV25. Ainda através das tabelas 11 e 12, podemos notar que os resultados são muito parecidos, e transforma mais DMUs em eficientes. Esse tipo de resultado já era esperado, pois quanto mais insumos ou produtos forem acrescentados ao modelo, mais fatores são levados em consideração e isso possibilita mais DMUs se tornarem mais eficientes. Se considerarmos infinitos insumos e infinitos produtos o resultado esperado é que todas as DMUs tenham eficiência máxima.

Nome	$0 \leq \text{eff} < 0,7$	$0,7 \leq \text{eff} < 0,8$	$0,8 \leq \text{eff} < 0,9$	$0,9 \leq \text{eff} < 1$	eff=1	Média
DEA1	3438	10	7	1	8	0,19
DEA2	277	1774	1209	183	21	0,789
DEA3	107	1141	1748	421	47	0,825
DEA4	101	1060	1735	497	71	0,831
DEA5	62	809	1765	703	125	0,85
DEA6	72	892	1731	644	125	0,845
DEA7	76	913	1708	642	125	0,844
DEA8	18	557	1714	989	186	0,871
DEA9	62	761	1736	735	170	0,854
DEA10	106	1034	1595	576	153	0,838
DEA11	84	848	1745	652	135	0,846
DEA12	3047	192	117	43	65	0,492
DEA13	265	1374	1421	353	51	0,807
DEA14	778	1888	685	94	19	0,754
DEA15	296	1426	1382	325	35	0,803
DEA16	81	1175	1683	456	69	0,828
DEA17	34	752	1838	732	108	0,853
DEA18	0	218	2232	926	88	0,875
DEA19	111	2160	1045	129	19	0,787
DEA20	0	58	689	2379	338	0,934
DEA21	286	1588	1397	188	5	0,794
DEA22	2188	1208	63	4	1	0,686
DEA23	52	920	1769	677	46	0,842
DEA24	13	442	1620	1134	255	0,881
DEA25	106	1130	1749	427	52	0,825
DEA26	25	887	1955	532	65	0,84
DEA27	109	1118	1687	486	64	0,829
DEA28	184	1397	1516	317	50	0,811
DEA29	448	1911	959	124	22	0,773
DEA30	185	1343	1548	356	32	0,812

Tabela 9 – Eficiência Modelos DEA CRS

Fonte: Elaboração do autor.

Nome	$0 \leq \text{eff} < 0,7$	$0,7 \leq \text{eff} < 0,8$	$0,8 \leq \text{eff} < 0,9$	$0,9 \leq \text{eff} < 1$	eff=1	Média
DEAV1	125	1199	1631	483	26	0,823
DEAV2	42	880	1821	676	45	0,844
DEAV3	24	630	1847	874	89	0,859
DEAV4	22	572	1787	944	139	0,865
DEAV5	13	435	1682	1119	215	0,879
DEAV6	18	509	1736	1007	194	0,872
DEAV7	19	522	1733	996	194	0,872
DEAV8	12	440	1656	1093	263	0,88
DEAV9	12	407	1628	1140	277	0,883
DEAV10	34	704	1672	821	233	0,862
DEAV11	23	449	1679	1077	236	0,878
DEAV12	2913	236	135	62	118	0,517
DEAV13	49	807	1844	673	91	0,848
DEAV14	97	1154	1736	438	39	0,825
DEAV15	59	858	1845	636	66	0,844
DEAV16	0	41	434	2780	209	0,95
DEAV17	18	634	1791	832	189	0,863
DEAV18	0	86	1633	1598	147	0,9
DEAV19	24	972	1920	506	42	0,838
DEAV20	0	14	320	2627	503	0,959
DEAV21	165	1432	1578	275	14	0,808
DEAV22	184	1495	1542	237	6	0,804
DEAV23	26	781	1795	781	81	0,852
DEAV24	6	345	1545	1215	353	0,891
DEAV25	24	630	1840	873	97	0,86
DEAV26	0	33	400	2808	223	0,951
DEAV27	21	595	1807	922	119	0,864
DEAV28	31	650	1817	860	106	0,859
DEAV29	86	1095	1762	472	49	0,829
DEAV30	48	818	1878	655	65	0,846

Tabela 10 - Eficiência Modelos DEA VRS.

Fonte: Elaboração do autor

Os modelos DEAV26 e DEAV26 se diferem dos modelos DEAV25 e DEAV25, respectivamente, pelo acréscimo do produto $i_{incorreta}$. Os modelos com o novo produto apresentam resultados muito maiores, principalmente quando se é considerado retornos variáveis. Esse resultado condiz com o encontrado na comparação dos modelos DEAV15, DEAV16, DEAV15 e DEAV16. Esse aumento brusco não condiz com o que é esperado da eficiência das escolas. Portanto, a opção tomada foi pela exclusão da variável $i_{incorreta}$.

Por aprovados e idade_correta possuem resultados muito parecidos se fez necessário escolher a permanência de apenas uma para o modelo, evitar viés nos resultados, ou seja, apresentar eficiência maior do que a real das escolas. A variável escolhida foi aprovados, por representar melhor o produto escolar. Portanto temos quatro produtos. Eles são: Leitura, Mat, Aprovados e Currículo_80.

Prosseguindo na procura por resultados mais justos para eficiência das escolas dos anos iniciais do ensino fundamental mineiro foram realizadas diversas regressões lineares. Nelas se buscou observar a significância dos parâmetros e seu comportamento.

Em quase todas as regressões a variável horas_aula não apresentou significância, como visto na tabela 13, ou nível de segurança a 10%, como visto na Tabela 14. O mesmo já havia ocorrido na análise de correlação entre as variáveis.

Quando levado em consideração os modelos DEA, esse insumo teve impacto muito significativo no aumento da eficiência, principalmente para retornos constantes de escala. Isso pode ser observado na comparação dos modelos DEA2 com DEA23, DEAV2 com DEAV23, DEA6 com DEA24, DEAV6 com DEAV24, DEA21 com DEA22 e DEAV21 com DEAV22. Pela baixa incidência de significância nos modelos lineares, optou-se por retirar esse insumo.

leitura				
Coefficientes	Estimado	Erro Padrão	t valor	Pr(> t)
Intercepto	97,03	6,98	13,89	<2e-16***
horas_aula	-0,56	0,44	-1,28	0,1999
prop_prof_inad	2,04	1,91	1,07	0,285
prop_prof_ss	-10,56	2,04	-5,19	2,26e-07***
log(salario_dir)	-2,94	0,67	-4,39	1,17e-05***
log(salario_prof)	-0,61	0,87	-0,7	0,483
inse_valor	2,95	0,07	41,77	<2e-16
Significância: 0 "****" 0,001 "***" 0,01 "**" 0,05 "." 0,1 " " 1				
F: 328.8(< 2.2e-16 p valor)		R quadrado: 0.3633		

Quadro 3 - Resultados do modelo de Regressão Linear para estimar quais os efeitos sobre leitura I

Fonte: Elaboração do autor

leitura				
Coefficientes	Estimado	Erro Padrão	t valor	Pr(> t)
Intercepto	219,42	2,42	9,55	<2e-16***
horas_aula	-1,03	0,54	-1,89	0,06 .
Significância: 0 "****" 0,001 "***" 0,01 "**" 0,05 "." 0,1 " " 1				
F: 3,588 (0,058 p valor)		R quadrado: 0,001		

Quadro 4 - Resultados do modelo de Regressão Linear para estimar quais os efeitos sobre leitura II

Fonte: Elaboração do autor

A última etapa da seleção das variáveis foi escolher entre `salario_dir` e `salário_prof` e entre `prof_adequados`, `prof_inadequados` e `prof_sem_superior`. As variáveis contidas em cada um desses grupos abordam o mesmo tema e utilizar todas trará resultados acima do esperado.

Começando com as variáveis que apontam o nível de formação dos docentes em cada escola, foram geradas diversas regressões lineares utilizando a proporção de cada tipo de docente na escola. Essas variáveis foram apresentadas anteriormente. A opção de trabalhar com proporções nesse momento e não nos modelos DEA é porque nos modelos DEA já se utiliza a fração entre produto e insumo e portanto, a proporção já é levada em consideração.

A primeira variável desconsiderada foi a do número de docentes com superior inadequado, pois não apresentou significância em várias regressões. Esse fato pode ser visto nas tabelas 13 e 16.

Os professores sem curso superior e os com superior adequado apresentaram mais resultados significantes. Portanto foram reavaliados os correlogramas entre esses insumos com os produtos. O insumo `prof_adequados` teve correlação positiva com todos os produtos como esperado. Já a variável `prof_sem_superior_invertido`, com seus valores já invertidos para ser utilizada no modelo DEA, teve relação positiva com as proficiências medidas pela Prova Brasil, até mesmo maior que os professores adequados. Isso indica, que professores sem curso superior tem relação negativa maior que os professores com superior adequado tem positiva no aprendizado dos alunos.

Apesar da maior correlação com os indicadores de aprendizado, principal função das escolas, a variável ligada a docentes sem superior tem relação contrária com os outros dois produtos. Ou seja, o número de alunos aprovados e a quantidade de professores que cumprem mais de 80% do conteúdo programático aumentam quanto mais professores sem curso superior naquela escola. Apesar dessa relação, quando considerado a intensidade, temos que os professores com curso superior adequado são mais relacionados a um maior número de aprovação e conteúdo programático lecionado. Isso pode ser observado nos gráficos 8 a 13 (exceto o 9).

prop_aprov				
Coefficientes	Estimado	Erro Padrão	t valor	Pr(> t)
Intercepto	1,100	0,015	72,606	<2e-16***
horas_aula	-0,003	0,001	-3,756	0,0001***
prop_prof_inad	-0,023	0,004	-5,541	3,24e-08***
prop_prof_ss	-0,024	0,004	-5,484	4,45e-08***
log(salario_dir)	-0,002	0,001	-1,891	0,059 .
log(salario_prof)	-0,013	0,002	-7,046	2,22e-12***
inse_valor	0,000	0,000	2,870	0,004***
Significância: 0 "****" 0,001 "***" 0,01 "**" 0,05 "." 0,1 " " 1				
F: 25.52 (< 2.2e-16 p valor)		R quadrado: 0.04241		

Quadro 6 – Resultados do modelo de Regressão Linear para estimar quais os efeitos sobre `prop_aprov`.

Fonte: Elaboração do autor.

Como abordado anteriormente, a principal função da escola é ensinar e portanto, o insumo que foi selecionado é `prof_sem_superior_invertido`.

Com relação a salários, os dois possíveis insumos foram não significativos em diversas regressões lineares. Mas pelo fato de salários representarem grande parte do orçamento das escolas, se faz de um insumo importante de ser levado em consideração no modelo. Para ajudar na escolha, também foram realizados correlogramas que podem ser vistos nos gráficos 3, e do 14 ao 17.

currículo_80				
Coefficientes	Estimado	Erro Padrão	t valor	Pr(> t)
Intercepto	0,058	0,001	72,361	<2e-16***
prop_prof_inad	-0,002	0,004	-0,521	0,602
Significância: 0 "***" 0,001 "***" 0,01 "*" 0,05 "." 0,1 " " 1				
F: 65,44 (< 2.2e-16 p valor)		R quadrado: 0.102		

Quadro 5 - Resultados do modelo de Regressão Linear para estimar quais os efeitos sobre `currículo_80`

Fonte: Elaboração do autor

Ambos possuem relação positiva com todos os produtos, todavia essa correlação é muito baixa. A variável `salario_prof` teve relação maior com os indicadores de aprendizado e, portanto foi à escolhida.

O insumo `inse_valor`, além de ser o insumo mais relacionado com os produtos, de modo geral, apresentou no mínimo 5% de significância em todas as regressões lineares. Observando a tabela 11 e 12, para os modelos DEA1, DEA2, DEAV1 e DEAV2, fica evidenciado que ao não abordar características socioeconômicas das escolas, estamos às tornando menos eficientes.

Além de definir quais os insumos e produtos ideais, é muito importante definir qual a forma dos retornos de escala. A opção do modelo final é por um modelo VRS, pois a educação apresenta retornos variáveis. Ao começarmos a estudar uma nova matéria utilizamos uma determinada quantidade de tempo. Porém, após algum conhecimento adquirido no assunto, para aprendermos a mesma determinada quantidade é necessária uma quantidade de tempo menor. Após uma grande quantidade de conhecimento obtida no assunto, essa lógica se inverte. Não porque aprender se torna mais difícil quanto mais se aprende e sim porque o grau de dificuldade do que falta para aprender aumenta. Com isso, o modelo definido como ideal é o DEAV30.

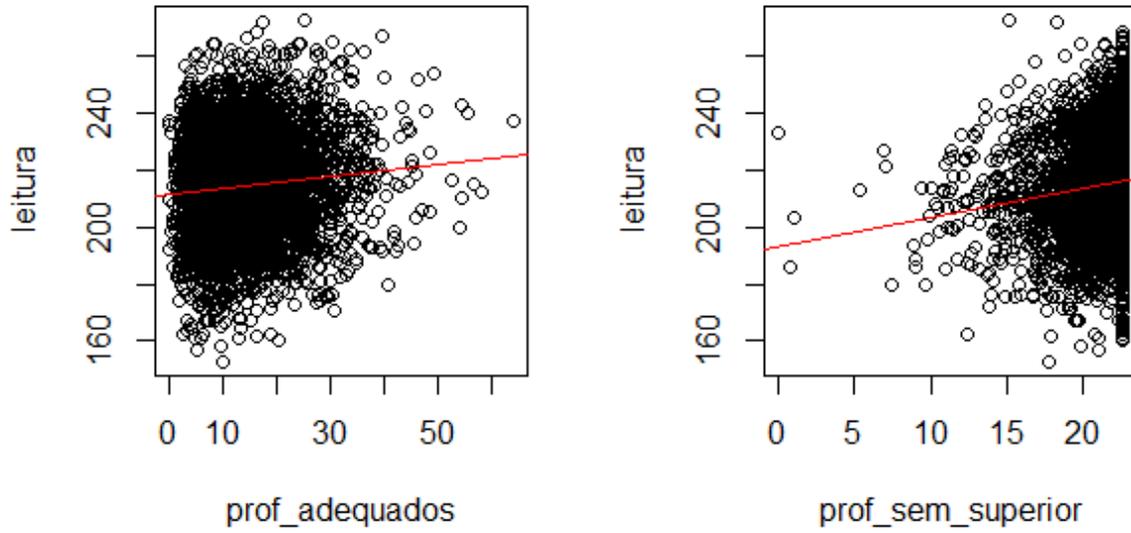


Gráfico 10 – Correlação docentes com leitura.

Fonte: Elaboração do autor

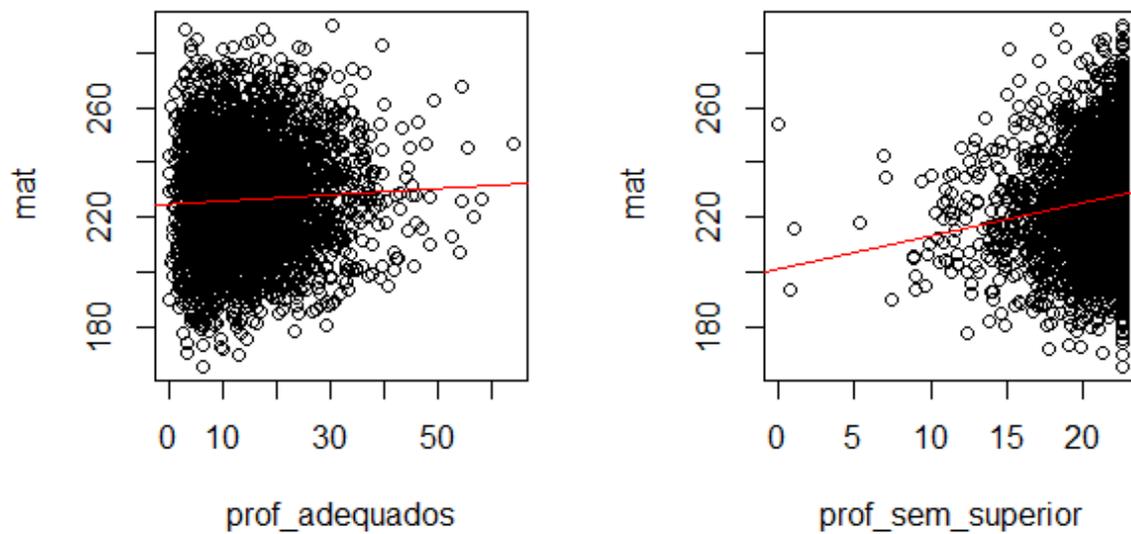


Gráfico 11 – Correlação docentes com mat.

Fonte: Elaboração do autor

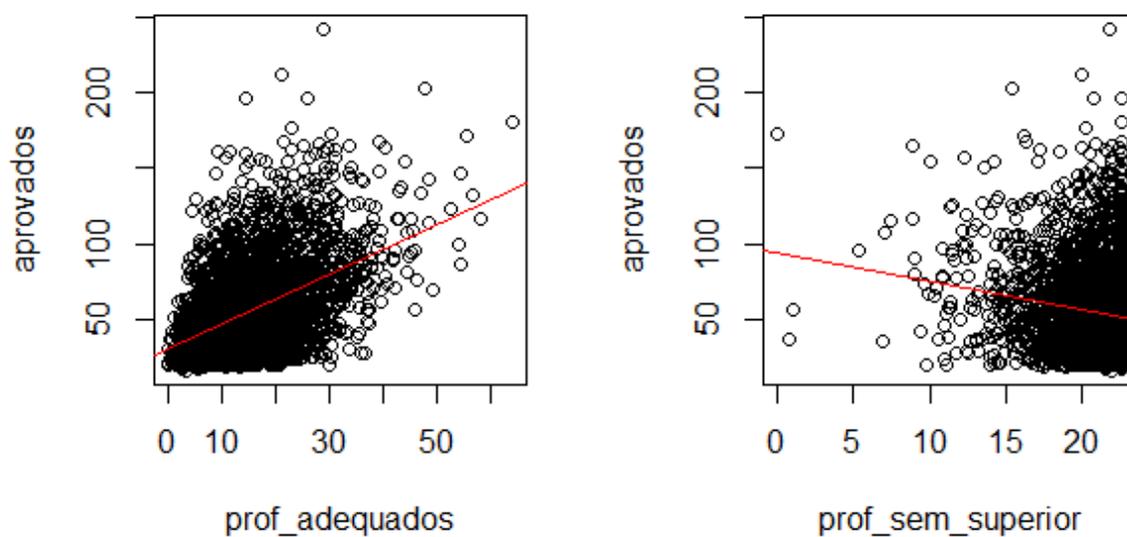


Gráfico 12 – Correlação docentes com aprovados.

Fonte: Elaboração do autor

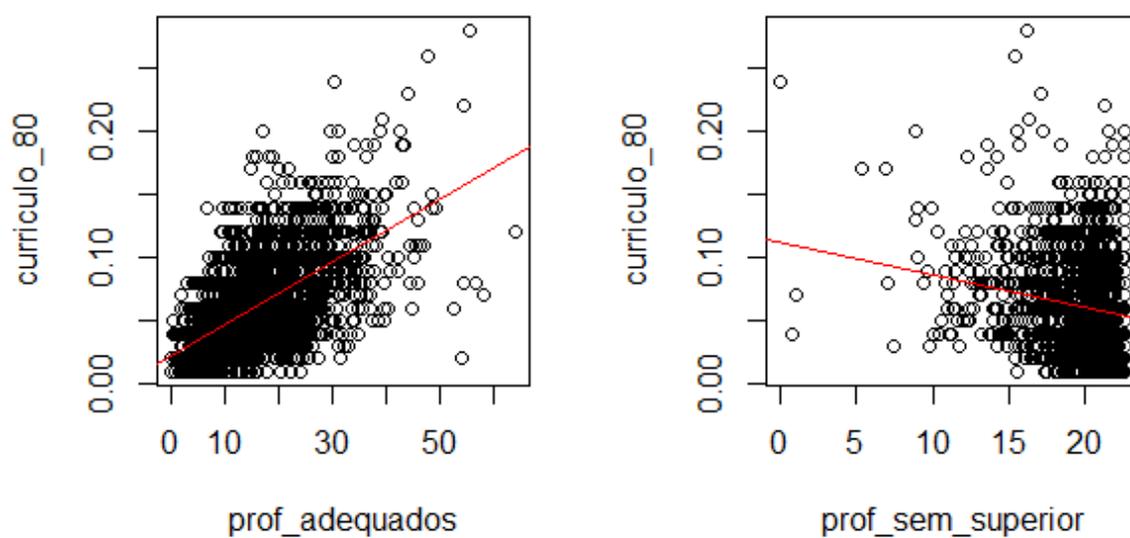


Gráfico 13 – Correlação docentes com currículo_80.

Fonte: Elaboração do autor

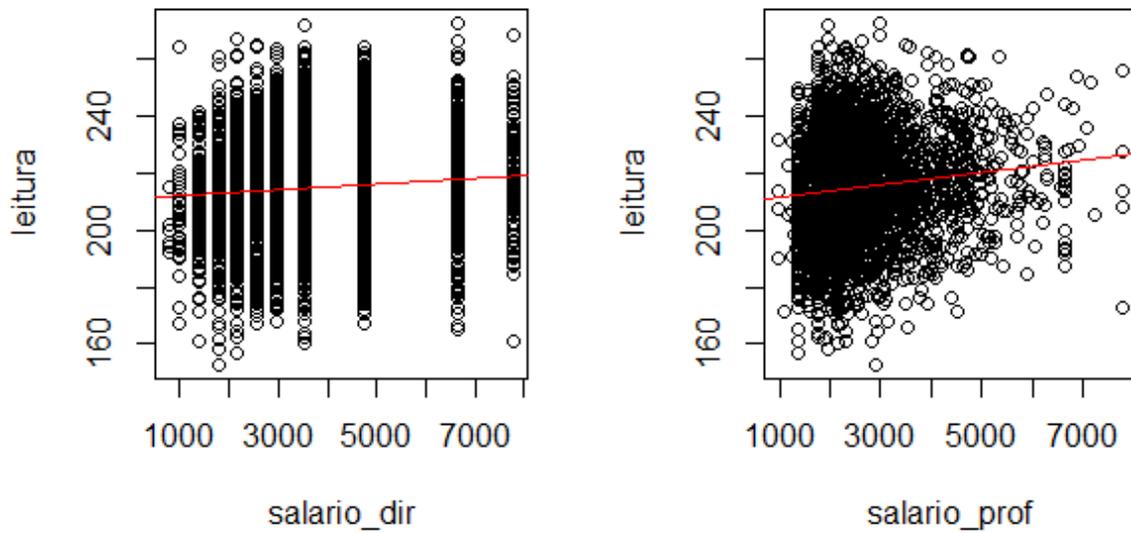


Gráfico 14 – Correlação salários com leitura.

Fonte: Elaboração do autor

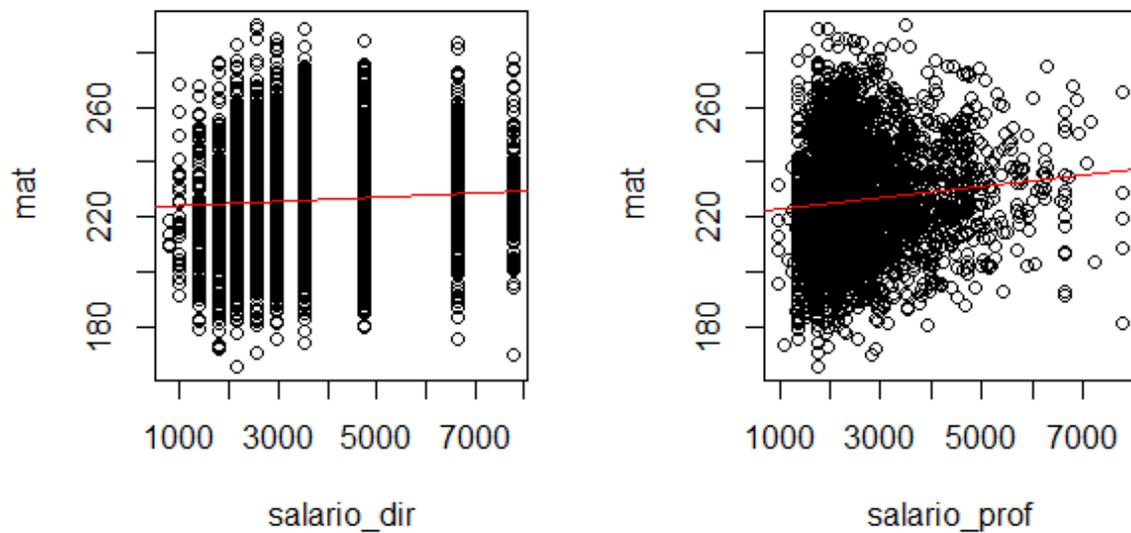


Gráfico 15 – Correlação salários com mat.

Fonte: Elaboração do autor

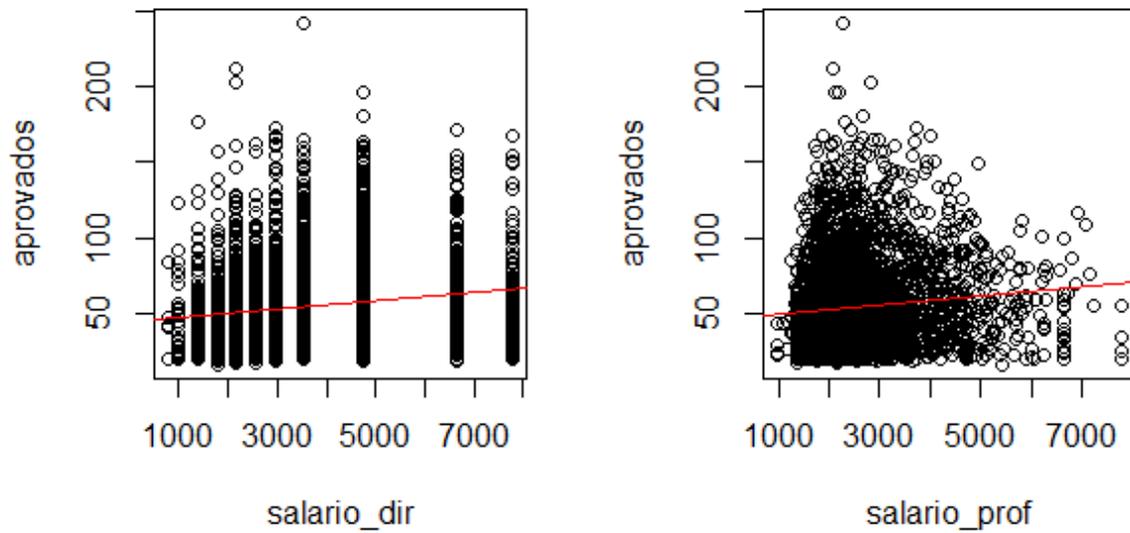


Gráfico 16 – Correlação salários com aprovados.

Fonte: Elaboração do autor

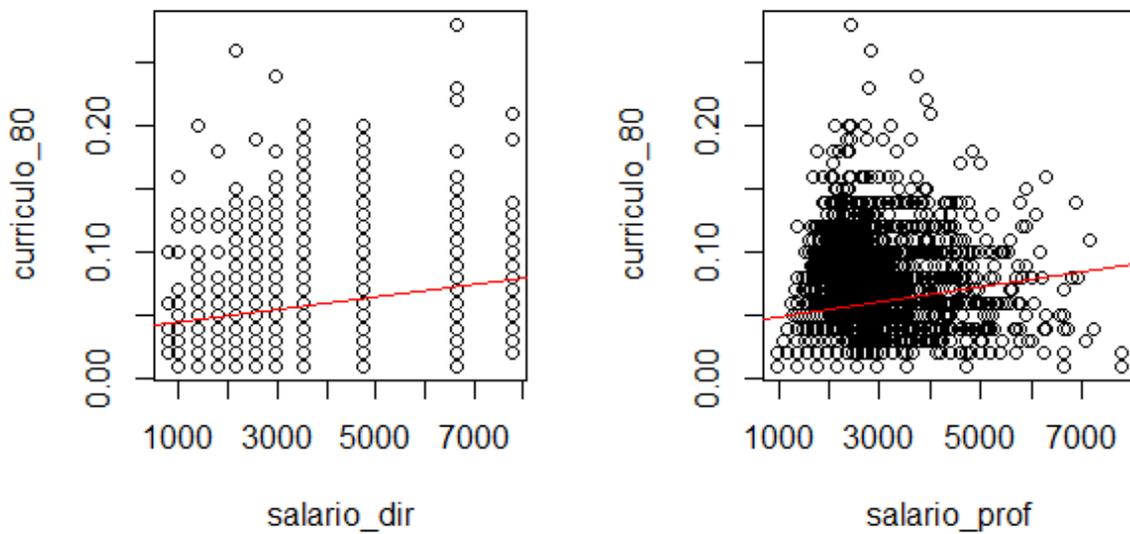


Gráfico 17 – Correlação salários com currículo_80.

Fonte: Elaboração do autor

5. Resultados

O resultado obtido no modelo não paramétrico DEA será apresentado neste capítulo. O modelo utilizou como insumos o número de professores sem superior, com seus valores invertidos, a média do salário bruto dos professores e o indicador socioeconômico. Além desses três insumos, foram utilizados quatro produtos. Eles são: resultado obtido na Prova Brasil de língua portuguesa, resultado na prova Brasil em matemática, número de alunos aprovados e a porcentagem de docentes que atingiram pelo menos 80% do conteúdo programático.

O modelo é *output-oriented*, pois o objetivo é buscar melhorar a educação através da melhoria dos produtos e não da redução dos insumos. Além disso, a educação foi considerada com retornos variáveis de escala, e, portanto, o modelo também segue esse tipo de retorno. A amostra de escolas contém 3464 escolas dos anos iniciais do ensino fundamental em Minas Gerais.

Foram identificadas 65 escolas com eficiência máxima, ou seja, minimizam os insumos para obter a maior quantidade de produto possível. Essas DMUs servem como parâmetro para as demais escolas. Temos 46 escolas municipais, o que representa cerca de 2% do total de escolas dessa rede. Já para as escolas estaduais, temos 19 eficientes, o que representa aproximadamente 1,45%. Independente de qual setor governamental regula a sua administração, as escolas eficientes são 1,88% do total. As escolas federais, apenas 3, não apresentam nenhuma eficiente e devido ao baixo número de amostras não será incluída na avaliação.

Departamento	$0 \leq \text{eff} < 0,7$	$0,7 \leq \text{eff} < 0,8$	$0,8 \leq \text{eff} < 0,9$	$0,9 \leq \text{eff} < 1$	$\text{eff} = 1$
Municipal	1,40%	23,33%	54,49%	18,63%	2,14%
Estadual	1,37%	24,12%	53,88%	19,18%	1,45%
Federal	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%
Total	1,39%	23,61%	54,21%	18,91%	1,88%

Tabela 11 – Distribuição da Eficiência de acordo com o Departamento.

Fonte: Elaboração do autor

Observando a distribuição das DMUs em relação à eficiência, na tabela 17, podemos observar que as escolas estaduais e municipais se distribuem de maneira muito parecida, com variação menor que 1% em todos os intervalos. Para uma avaliação mais detalhada, foi calculada a média de cada insumo e produto, além da própria eficiência. Os resultados são apresentados na tabela 18.

Departamento	Escolas	Escolas eficientes	DEAV30	sem_superior	salario_prof	inse_valor	leitura	mat	aprovaos	curriculo_80
Municipal	2147	46	0,846	1,9990	2629	50,66	213,7	225,7	55,01	0,0545
Estadual	1314	19	0,8451	0,9924	2477	50,69	216,7	227,6	52,94	0,0637
Federal	3	0	0,9309	0,9617	6937	60,21	251,9	261,4	77,17	0,1100
Total	3464	65	0,8460	1,6160	2575	50,68	214,9	226,4	54,25	0,0581

Tabela 12 – Média dos insumos, produtos e eficiência por Departamento.

Fonte: Elaboração do autor

É claro que ao observar médias perdem-se alguns detalhes e peculiaridades, mas analisar cada uma das escolas seria tarefa exaustiva e não muito eficaz. Partindo dos insumos, nota-se que o nível socioeconômico é bem parecido para os dois tipos de escola. Entretanto, quando observamos a média do salário bruto dos professores e o número de docentes sem superior seus valores médios diferem consideravelmente.

Os dados apontam que mesmo com uma presença maior de docentes sem formação superior, os salários pagos pelos municípios são cerca de 150 reais mais altos. Ademais, os produtos entregues são bem próximos. Para as notas da Prova Brasil e porcentagem dos professores que cumprem mais de 80% do currículo programático, o estado apresenta resultados melhores. O número de aprovados também é bem próximo, mas nesse quesito a média de aprovados é cerca de 2 alunos a mais por escola para os municípios.

Observando a eficiência média de cada uma das redes, vemos que os níveis são bem próximos, com leve vantagem para as escolas municipais. Entretanto essa diferença não mostra falha ou sucesso na medida tomada pelo governo ao descentralizar o ensino fundamental. Nessa amostragem, as escolas são praticamente indistintas à forma de administração.

Ao avaliar desempenho escolar, é muito importante saber que não se deve avaliar apenas o desempenho, pois vários fatores servem, usualmente, para aumentar ou diminuir a possibilidade de aprendizado. Um dos fatores mais importantes de ser levado em consideração é o fator socioeconômico. Como vemos na tabela 19, maiores produtos estão vinculados a maiores insumos normalmente. Isso indica que eles estão de alguma forma relacionados, demonstrando a importância da análise embasada na eficiência. Outro fator que fica em evidência é que a eficiência nada mais é do que um bom balanço entre insumos e produtos.

INSE	Escolas	Escolas eficientes	DEAV30	sem_superior	salario_prof	inse_valor	leitura	mat	aprovados	curriculo_80
Baixo	24	12	0,9337	3,309	2235	38,26	183,5	196	27,95	0,0438
Baixo Médio	1349	30	0,8366	1,7045	2355	47,17	204,9	217	44,98	0,5050
Médio	2075	22	0,85	1,5478	2715	53,03	221,4	233	60,28	0,0630
Médio Alto	16	1	0,9401	0,5314	3528	60,71	252,6	264	91,41	0,0825

Tabela 13 - Média dos insumos, produtos e eficiência pelo INSE.

Fonte: Elaboração do autor

Na tabela 19 observa-se que as escolas de baixo nível socioeconômico apresentam alto índice de eficiência, mesmo apresentando os piores resultados. Ao levar em consideração os insumos nelas dispostos, metade atinge o grau de eficiência máximo (em média quase 94%). As escolas de nível socioeconômico médio alto, nível mais alto o encontrado na amostra, possui eficiência um pouco maior que o grupo socioeconômico mais baixo. Entretanto para NSE médio alto a realidade é inversa. Estas escolas apresentam resultados melhores que a média, assim como possuem os maiores salários para os seus professores e menor número de professores sem superior. Para os níveis socioeconômicos mais centrais, sendo eles o médio e o médio baixo, a média de eficiência decai consideravelmente, mas tanto a quantidade de insumos e produtos permanece com a mesma disposição.

A análise socioeconômica e por rede de ensino será abordada também por mesorregiões. O estado é subdividido em 12 mesorregiões como pode se ver na figura 1. Minas Gerais apresenta cinco dessas mesorregiões com média socioeconômica mais baixa, sendo elas Jequitinhonha, Vale do Mucuri, Norte de Minas, Noroeste de Minas e Vale do Rio Doce. A situação é mais grave nas três primeiras. Por outro lado, temos quatro zonas com o indicador mais alto. Elas são a zona Metropolitana de Belo Horizonte, Oeste de Minas, Campo das Vertentes e Sul/ Sudoeste de Minas.

A região situada em torno da capital é o local onde são pagos os maiores salários para os professores, diferença próxima a 500 reais para o segundo lugar no quesito. Apesar dos altíssimos valores pagos comparados com as demais mesorregiões, seus resultados em matemática e língua portuguesa são bem próximos à média. O resultado disso não poderia ser diferente do que umas das piores eficiências entre as mesorregiões. Isso evidencia que

maiores salários pagos aos docentes não irão necessariamente resultar em melhor aprendizado.

De acordo com os dados da tabela 20, três regiões precisam de mais empenho para melhorar seus resultados e obterem todo o potencial que possuem. Elas são a região metropolitana de Belo Horizonte, já citada, a Zona da Mata e o Noroeste de Minas.

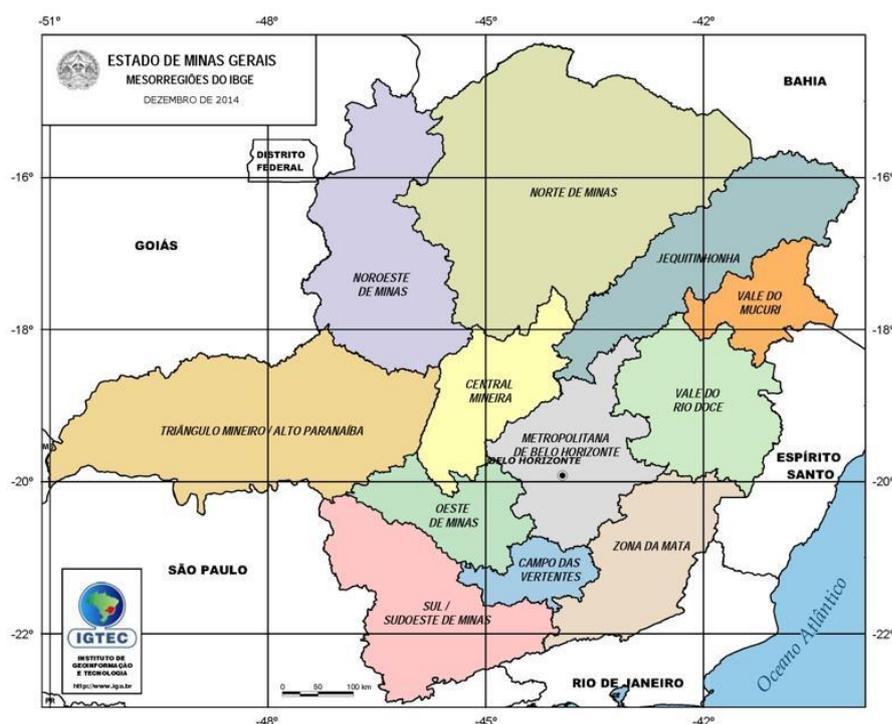


Figura 1 – Mapa Mesorregiões de Minas Gerais.

Fonte: Instituto de Geoinformação e Tecnologia

Apesar de todas as mesorregiões apresentarem possibilidade de melhora, algumas delas servem como exemplo para as outras. Jequitinhonha, mesmo sendo a região com as escolas em nível socioeconômico mais baixo na média, e maior número de professores sem formação superior, possui resultados melhores que algumas regiões e próximos à média. Dessa forma, regiões insumos mais modestos podem encontrar soluções próximas a Jequitinhonha.

A mesorregião com maior eficiência é também a mesma que possui os melhores resultados de proficiência em matemática e língua portuguesa. O Oeste de Minas tem um dos maiores INSE do estado, é quem menos tem docentes sem formação superior e pagam salários

menores do que outras seis mesorregiões do estado. Se Jequitinhonha é a zona a ser seguida pelas com menor quantidade de insumos, O Oeste de Minas é o exemplo para as que têm mais. Além disso, Seus resultados apontam quão negativo é a utilização de profissionais não formados para atuarem na educação.

Mesorregião	Escolas	Escolas eficientes	DEAV30	sem_superior	salario_prof	inse_valor	leitura	mat	aprovados	curriculo_80
Oeste de Minas	180	0	0,8805	0,7551	2323	52,08	227,5	239,4	52,26	0,0536
Central Mineira	77	1	0,8798	1,6057	2271	50,37	221,1	236,1	55,64	0,0581
Jequitinhonha	139	12	0,8760	2,0830	2258	45,61	205,5	218,7	52,67	0,0576
Sul/Sudoeste de Minas	430	11	0,8680	1,3689	2438	52,00	222,6	237,4	53,21	0,0583
Campo das Vertentes	106	3	0,8565	1,2870	2446	52,05	221,1	234,3	48,17	0,0675
Norte de Minas	303	16	0,8519	1,5695	2195	46,57	204,1	215,3	53,34	0,0700
Vale do Rio Doce	295	7	0,8476	1,2500	2167	49,43	214,4	225,0	52,01	0,0517
Triângulo Mineiro / Alto Paranaíba	371	4	0,8465	1,5557	2672	50,06	219,0	228,8	32,21	0,0624
Vale do Mucuri	91	5	0,8430	1,3830	2178	46,05	200,3	211,2	47,79	0,0487
Zona da Mata Metropolitana	420	2	0,8280	1,2750	2403	50,02	210,4	222,0	45,87	0,0494
de Belo Horizonte	970	3	0,8266	1,9240	3020	52,45	215,1	225,7	58,19	0,0654
Noroeste de Minas	82	1	0,8214	1,4610	2491	48,85	208,1	219,2	52,44	0,0598
Minas Gerais	3464	65	0,8460	1,6160	2575	50,68	214,9	226,4	54,25	0,0581

Tabela 14 - Média dos insumos, produtos e eficiência por Mesorregião.

Fonte: Elaboração do autor

Outra região com resultados acima das demais é a Central Mineira. Com valores mais medianos para os insumos, ela se destaca como a que obtém o terceiro melhor resultado nas Provas Brasil. Isso faz com que ela tenha eficiência muito próxima a 88%. Essa mesorregião pode servir como exemplo as regiões com proporções médias de insumo.

Ao avaliar Minas como um todo, temos que a educação no estado pode melhorar em cerca de 15% os seus resultados sem que alterem seus insumos. Uma melhora dessa não acontece em prazos curtos, principalmente para as variáveis que medem o aprendizado.

Apesar deste quadro geral, ainda existem setores que demandam atenção. Em destaque para as escolas com nível socioeconômico baixo médio e baixo, além das mesorregiões Noroeste de Minas, Zona Metropolitana de Belo Horizonte e Zona da Mata.

6. Considerações Finais

O desenvolvimento desta monografia possibilitou uma análise das escolas do ensino público do ensino fundamental nos seus anos iniciais, ou seja, até o quinto ano. Foram identificadas quais escolas têm eficiência ao ensinar matemática, língua portuguesa, aprovação de alunos e quantidade ensinada do conteúdo programático.

Para essa mensuração foi utilizado um modelo não paramétrico DEA BCC *output-oriented*. Foi tomado como insumos o salário médio pago aos professores, o número de professores sem curso superior e o nível socioeconômico medido pelo Inep.

É importante que a avaliação seja feita da melhor maneira possível. Portanto se faz necessário fazer uma boa seleção dos insumos e produtos para não indicar resultados viesados. Para isso, a presente monografia adotou para sua seleção a significância das variáveis e qual a relação com a principal função das escolas: o aprendizado de seus alunos.

Uma educação para todos é um direito e quanto maior sua qualidade, pode trazer maior crescimento econômico e menor desigualdade social. É importante que as escolas consigam operar de maneira eficiente para obter a melhor qualidade de aprendizado possível em cada uma. Dada a importância do assunto, identificar áreas de enfoque se faz necessário para economizar recursos e atingir melhores resultados de maneira mais rápida.

Dentre os resultados vale destacar que é extremamente aconselhável não contratar mais docentes sem formação superior e buscar realocar ou incentivar a adequação superior para os já inseridos no mercado. De modo geral, maiores salários não estão associados a melhores resultados. A monografia não entrou no mérito de questionar se há justiça na remuneração da classe, mas sim na questão da melhoria da educação e sua eficiência. Nesse sentido, investimento em salários não é a melhor opção. Ademais, como já eram esperados, os resultados são muito relacionados ao nível socioeconômico e na amostra podemos perceber que metade das escolas com esse índice menor tem apresentado eficiência no aprendizado.

Dentre os produtos das escolas, temos que as escolas mineiras conseguem os melhorar em 15% no geral. O número de aprovados já beira o seu limite de 100% de aprovação, mas isso deve ser combinado com o indicador sobre a porcentagem de professores que ministram mais de 80% do conteúdo programático. A monografia mostra que esta é pífia e alarmante.

Ao combinar os dois fatores não é de surpreender que os resultados em língua portuguesa e matemática não sejam tão bons. Os alunos são aprovados por todo o ciclo para evitar sua evasão independente de seu desempenho, e mesmo que tenham bom desempenho, eles não são apresentados para toda a matéria.

O Programa novo Mais Educação vem para tentar resolver o problema através de um maior acompanhamento pedagógico. Ao ter esse tipo de acompanhamento mais próximo, se torna possível identificar maneiras de melhorar o ensino de maneira mais micro, voltado às dificuldades de cada indivíduo. Porém, os resultados não serão alcançados a não ser que exista maior prática de aula e enfoque na alfabetização e conhecimento básico em matemática ainda nos primeiros anos do ensino fundamental.

7. Referências Bibliográficas

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

BECKER, G. S. **Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis with Special Reference to Education**. 3 ed. Chicago: The University of Chicago Press, 1964.

BROOKE, N.; SOARES, J. F. Pesquisa em eficácia escolar: origem e trajetórias. In: ALVES, M. T. G.; FRANCO, C. **A pesquisa em eficácia escolar no Brasil: Evidências sobre o efeito das escolas e fatores associados à eficácia escolar**. 1 ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2008. Cap. 23, p.482-500.

BROOKE, N.; SOARES, J. F. Pesquisa em Eficácia Escolar: origem e trajetórias. In: COLEMAN, J. S. **Desempenho nas escolas públicas**. 1 ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2008. Cap. 2, p. 26-32.

BROOKE, N.; SOARES, J. F. Pesquisa em eficácia escolar: origem e trajetórias. In: Conselho Consultivo Central para Educação (Inglaterra). **O Lar, a escola e a vizinhança**. 1 ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2008. Cap. 5, p. 67-73.

BROOKE, N.; SOARES, J. F. Pesquisa em eficácia escolar: origem e trajetórias. In: JENCKS, C. **Desigualdade no aproveitamento educacional**. 1 ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2008. Cap.4, p. 50-66.

BROOKE, N.; SOARES, J. F. Pesquisa em eficácia escolar: origem e trajetórias. In: MORTIMORE, P. et al. **A importância da escola**. 1 ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2008. Cap. 12, p.187-215.

BROOKE, N.; SOARES, J. F. Pesquisa em eficácia escolar: origem e trajetórias. In: WILLMS, J. D. **A estimação do efeito da escola**. 1 ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2008. Cap. 15, p. 261-272.

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. **Measuring the efficiency of decision making units**. European Journal of Operational Research, v. 2, 1978.

COELI, T. J. et al. **An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis**. 2 ed. Nova York: Editora Springer Science+Business Media, Inc. 2005.

COOPER, W. W.; SEIFORD, L. M.; ZHU, J. **Handbook on Data Envelopment Analysis**. 2 ed. Nova York: Editora Springer, 2011.

CRUZ, D. F.; **Eficiência dos municípios brasileiros em educação, saúde e saneamento por meio do método DEA – Data Envelopment Analysis: uma abordagem comparativa com o ranking de eficiência municipal do jornal Folha de São Paulo.** 2018. 88f. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Ouro Preto, Mariana, 2018.

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.

FARREL, M. J. . **The Measurement of Productive Efficiency.** *Journal of the Royal Statistical Society*, 253-290, 1957.

FERREIRA, C. M. C.; GOMES, A. P. **Introdução à Análise Envoltória de Dados: Teoria, Modelos e Aplicações.** 1 ed. Viçosa-MG: Editora UFV, 2009.

IOSCHPE, G. **O que o Brasil quer ser quando crescer? E outros textos sobre educação e desenvolvimento.** Editora Objetiva Ltda. 1 ed. Rio de Janeiro, 2014.

JUSTER, F. T. Education, Income, and Human Behavior. In: MINCER, J. **Education, Experience, and the Distribution of Earnings and Employment: An Overview.** 1 ed. Cambridge: NBER, 1975. Cap. 3, p. 71-94.

MANKIW, N. G.; ROMER, D.; WEIL, D. N. **A Contribution to the Empirics of Economic Growth.** The Quarterly Journal of Economics, Maio, 1992.

RIBEIRO, P. R. M. **História da educação escolar no Brasil: notas para uma reflexão.** Paidéia, Ribeirão Preto, 1993, n.4, p.15-30.

RIBEIRO, S. R. **A pedagogia da repetência.** Estudos Avançados. Volume 5 - Número 12. São Paulo, 1991.

SCHULTZ, T. W. **O Capital Humano: Investimentos em Educação e Pesquisa.** 1 ed. Nova York: The Free Press, 1971.

SCHULTZ, T. W. **Investment in Human Capital.** The American Economic Review, vol. 51, no. 1, 1961, pp. 1–17.

SOLOW, R. M. **A Contribution to the Theory of Economic Growth.** The Quarterly Journal of Economics, Fevereiro, 1956.