



Universidade de Brasília – UnB
Faculdade de Administração, Contabilidade e
Econômica – FACE Departamento de Economia – ECO
Matrículas: 10/0051197
Professora Doutora: Ana Carolina Pereira Zoghbi

**IMPACTO DA RAZÃO PROFESSOR POR ALUNO NAS MÉDIAS
MUNICIPAIS DAS PROVAS DE MATEMÁTICA DO ENSINO
FUNDAMENTAL**

IVAN BASTOS DA SILVA

Brasília, março de 2017

RESUMO

O objetivo deste trabalho é analisar o impacto da razão professor aluno a nível municipal sobre as médias dos Municípios brasileiros nas provas de matemática para as turmas de ensino fundamental de 4 e 8 anos. Foram utilizados dados referentes ao Censo Escolar para os anos de 2007 e 2011, com informações sobre as características do Município bem como as médias das escolas, e dos corpos docentes e discentes do município. Por fim o método de análise para isolar o efeito da razão professor por aluno foi um painel. Foram usados modelos com painel com efeitos fixos e efeitos aleatórios, bem como o modelo *Pooled Ordinary Least Squares* (POLS - Mínimos Quadrados Ordinários Empilhados) usando o teste de Hausman para verificar com o melhor modelo para o estudo.

Palavras-chave: Municípios, Razão professor aluno, educação, dados em painel, Censo Escolar.

1 INTRODUÇÃO

“Considero, pois, dever do governo sanar essa lacuna, dando apoio financeiro às escolas primárias, para torná-las acessíveis a todos os filhos de pais pobres, não pagando os pais nada, ou então uma quantia irrisória”.
John Stuart Mill, Princípios de Economia Política, Volume I.

Os dirigentes da Administração Pública ao se depararem com um conjunto de insumos e estratégias para implementar as políticas públicas devem escolher as que terão resultados mais satisfatórios, dadas suas limitações orçamentárias. No caso da educação, em trabalho seminal de Coleman *et. al.* (1966), as variáveis que tem maior impacto sobre o desempenho escolar dos alunos, a priori, não são passíveis de serem influenciadas a curto prazo pelo poder público, tendo em vista que são características das crianças e de suas famílias.

Porém, em estudos de Albernaz, Ferreira e Franco (2002) no caso do Brasil, tanto as características das escolas como as características dos professores, desempenham papel relevante no desempenho dos alunos, existindo, portanto, um espaço para atuação do poder público para melhorar o desempenho dos alunos.

Mais especificamente em estudo de Oliveira (2010) é analisada a duração da jornada escolar e o tamanho da turma sobre o desempenho dos alunos. Sendo que no caso da segunda variável está em queda no Brasil já há alguns anos como constatado em estudo de Silva Junior e Sampaio (2015), em que os autores chamam a atenção para a redução da quantidade de alunos por professores nas unidades da federação entre os anos de 1937 e 1977.

Essa tendência no futuro próximo deve se acentuar, em razão da transição demográfica em curso no Brasil, com o nascimento de cada vez menos crianças, a quantidade de alunos matriculados na educação básica tende a diminuir nos próximos anos. Fato que já é observado de acordo com os dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) ligado ao Ministério da Educação (MEC).

De acordo com os dados, em 2007 existiam 17,571 milhões de matrículas no ensino fundamental regular na rede de ensino pública municipal, em 2014 esse número caiu para 15,941 milhões. Portanto, uma redução de 1,630 milhão de matrículas ou cerca de 9,3%. Essa redução no número de alunos deve ter uma contrapartida na redução no número de professores, uma vez que a mudança nos quadros dos

servidores públicos costuma ser lenta, pois a demissão de servidores públicos, a priori, não é uma opção das Administrações Públicas.

O Plano Nacional para Educação (PNE), com vigência prevista para o decênio de 2014 a 2024, visa elevar o gasto com educação em percentual do PIB de forma que a nova disponibilidade de recursos destinada ao setor deverá ser alocada com o intuito de melhorar a qualidade da educação pública.

Portanto, o trabalho busca averiguar se uma redução da razão professor por aluno seria uma estratégia apropriada para melhorar os níveis de proficiência da educação fundamental nos municípios brasileiros, dado o contexto da redução da quantidade de alunos matriculados no ensino fundamental e no caso de serem cumpridas as exigências do PNE de elevar os gastos com educação.

Considerando que alocar os recursos em maior quantidade de professores implicaria em uma menor disponibilidade de recursos para a função de produção dos serviços educacionais que poderiam ser destinados para a ampliação do uso do fator de produção capital (bibliotecas, computadores e infraestrutura física das escolas de uma forma geral) ou então bonificações para os professores, ou escolas que tiverem bons resultados. inf

O presente trabalho está dividido em cinco seções, a primeira é a introdução, a segunda uma breve revisão de literatura sobre os determinantes do desempenho escolar, a terceira é a estratégia empírica que será adota com a base de dados do Censo Escolar e da Prova Brasil do INEP/MEC, bem com os modelos que serão trabalhados, o de Mínimos Quadrados Ordinários Empilhados MQO, e os modelos de Efeitos fixos e Efeitos aleatórios e um teste de Hausman para verificar qual o modelo mais apropriada para o estudo. Na quarta com as discussões dos resultados obtidos com as regressões, e a última as considerações finais do trabalho.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Determinantes do desempenho escolar

No trabalho seminal de Coleman *et al* (1966), o *background* das famílias, ou seja, seus níveis socioeconômicos, bem como o capital social e o ambiente extraescolar onde o aluno está inserido seriam os elementos de destaque na determinação do sucesso escolar.

Em estudo de Riani *et. al.* (2008) buscou-se mensurar a probabilidade do aluno estar estudando na série correta para a sua idade por meio de regressões hierárquicas, chegando-se a conclusão de que a escolaridade da mãe é o principal fator que influencia a distorção série e idade. Porém, no mesmo estudo também se chega a conclusão de que variáveis como o percentual de professores com nível superior e a infraestrutura da escola tem impacto significativo e positivo. Todavia para a razão professor por população com idade entre 7 a 14 anos (idade escolar) no município apresentou um coeficiente negativo e significativo a 3%. Por fim esses fatores da qualidade da educação são substitutos, para escolaridade da mãe, o que é importante para garantir igualdade de oportunidade, considerando que alunos com mães menos escolarizadas seriam mais beneficiados por esses fatores do que alunos com mães mais escolarizadas.

Em outro estudo de Machado *et al* (2008), para o desempenho dos alunos em matemática nas escolas estaduais de Minas Gerais, por meio de modelagem hierárquica, novamente o fator determinante para um bom desempenho dos alunos foi a escolaridade da mãe. No entanto, além dessa variável outras duas relativas ao *background* do aluno também tiveram impacto significativo e positivo se o aluno tiver 20 livros ou mais em casa e no caso específico dos alunos do 3º ano do ensino médio não dispender tempo com atividades domésticas, contribui para o bom desempenho acadêmico. Observa-se no estudo que se o aluno tiver reprovado de ano o efeito é negativo sobre seu desempenho acadêmico. Bem como o fato da escola estar localizada em áreas urbanas afeta positivamente o desempenho dos alunos nas provas de matemática.

Além do nível de escolaridade da mãe e do pai, a renda exerce um papel central no *background* familiar, como apresentando em estudo de Gonzaga e Machado (2007), em que os autores trabalham com dados da PNAD de 1996 e variáveis instrumentais,

no caso alteração institucional na educação de 1971, que consistiu em ampliar a educação obrigatória de 4 para 8 anos, a média do total de escolas quando os pais estavam em idade escolar, e a diferença de escolaridade entre os pais e os avós, sendo essas relações construídas pelo intervalo de gerações. Por fim, os autores chegaram a conclusão que o papel da escolaridade dos pais é menor quando é considerada a renda como instrumento.

Sendo, portanto, programas de transferência de renda uma forma de equilibrar as oportunidades para alunos de baixa renda, como em estudo de Romero e Hermeto (2009), no qual os autores por meio do registro administrativo do Cadastro Único para Programas Sociais (CadÚnico) do programa bolsa família que transfere renda para as famílias com pessoas em idade escolar.

Para trabalhar os dados, os autores usaram a regressão descontinuada, considerando como variáveis dependentes a evasão escolar, se os alunos faltaram a escola no último mês e se houve aprovação ou reprovação escolar. Foram usadas como variáveis de controle referentes aos membros da família como a escolaridade do chefe da família, bem como a escolaridade da mãe do chefe da família, assumindo, portanto, um impacto intergeracional dessa variável, e a estrutura etária dos membros do domicílio (quantidade de crianças, presença de idosos com mais de 60 anos, número de filhos).

E as características do domicílio se está em área urbana ou rural é uma variável qualitativa criada por meio do método *Grade of Membership* (GOM), com três categorias para a qualidade das condições dos domicílios, classificadas em: muito boa, regular e ruim. Entre os resultados encontrados por Romero e Hermeto (2009) está que de fato o programa bolsa família reduz a evasão para as mulheres e aumenta a taxa de aprovação para os homens na região Nordeste bem como o fato de o aluno nunca ter reprovado, tem um impacto duradouro e positivo sobre a proficiência dos alunos, como também apresentado por Machado *et al.* (2008) em que em todas as séries analisadas a proficiência dos alunos que nunca reprovaram é maior do que a dos que já reprovaram.

Entretanto para Ribeiro *et al.* (2012) o programa bolsa família não é um fator tão determinante no desempenho acadêmico, a partir de dados da PNAD, por meio de um pareamento pelo escore de propensão o impacto do bolsa família sobre a frequência escolar e a defasagem idade-série é insignificante. Isso se daria de acordo com os autores em razão do que Bourdieu (1999a, 1999b, 1999c), chama de capital cultura,

estando o fracasso escolar não relacionado apenas a questão da renda mais ao ambiente em que a criança esta inserida.

Para Ribeiro *et al.* (2012) o programa embora seja uma condição necessária para a permanência por mais anos na escola dos alunos beneficiados pelo programa não é uma condição suficiente. Sendo, portanto, indispensável o uso de outras ferramentas articuladas ao programa bolsa família para melhorar o desempenho acadêmico desses alunos.

Em outros estudos como Albernaz, Ferreira e Franco (2002) os autores encontram evidências de que o desempenho dos alunos não é afetado apenas pelo *background* de suas famílias, mas também pelo *background* das famílias dos seus colegas, conclusão similar a obtida por Cueri, Menezes-Filho e Faria (2009) onde os autores analisam o efeito da mensalidade das escolas particulares de São Paulo sobre seu desempenho no ENEM.

Os autores chegaram à conclusão de que embora as características da escola, que são capturadas principalmente pelo valor da mensalidade cerca de 25% do efeito escola pode ser explicado pelas externalidades positivas do efeito dos pares, ou seja, o perfil dos colegas e amigos com os quais os alunos convivem nas escolas tem um papel importante sobre o seu processo de aprendizagem.

Portanto, em alguma medida nas escolas particulares de São Paulo os pais estão pagando para que seus filhos estudem com alunos com um perfil socioeconômico parecido com o seus, esse perfil contém as mesmas características básicas, como escolaridade da mãe, nível de renda da família, ocupação do pai e acesso a computador e internet.

Em outro estudo de Soares e Sátyro (2010) é analisado o impacto da infraestrutura escolar sobre a distorção idade-séries. Os autores fazem uma análise exploratória a partir dos Censos Escolares de 1997 a 2005. Identificando que elementos como quantidade de horas aula, acesso a biblioteca ou sala de leitura, e outros elementos da infraestrutura estão relacionados a um melhor desempenho acadêmico, no caso entendido como uma menor distorção idade-série. Uma limitação do estudo é que ele não realiza controle de níveis socioeconômicos.

Além do capital físico, em outros estudos são analisados o papel do capital humano da equipe das escolas. Em tese de doutorado de Pinto (2016), é analisada a influência do Diretor da escola sobre o desempenho acadêmico dos alunos, por ser em grande medida o responsável pela construção do relacionamento da comunidade

escolar, tanto pais, como alunos e os demais colaboradores da organização. A hipótese por traz do trabalho é que o Diretor é responsável como líder pelo bom funcionamento das escolas. O estudo consistiu na análise de vários indicadores a partir dos microdados da Prova Brasil do INEP.

Soares e Teixeira (2006) também encontraram evidências empíricas ao analisar para as escolas mineiras, o impacto do perfil do diretor (democrático, conservador ou gerencial) sobre o desempenho dos alunos, por meio dos dados do Programa de Avaliação da Educação Básica do Sistema Mineiro de Avaliação Educacional – Proeb/Simave – 2002, por meio de regressões hierárquicas.

Os autores concluíram que diretores com perfil democrático têm impactos positivos sobre as notas de português dos alunos. O estudo foi inovador ao construir o perfil do diretor a partir de um questionário com perguntas como “se as decisões devem ser tomadas rapidamente”, “se apenas os membros da direção (diretor e vice) devem estar cientes das metas”, “O diretor deve estar atento às novas teorias empresariais.”.

As praticas de gestão e os incentivos utilizados tanto pelas escolas como pelas redes de ensino são consideradas extremamente importantes para autores como Tavares (2012). Em seu estudo é analisado o caso do Estado de São Paulo, onde foram analisados os impactos do uso da bonificação sobre o IDESP (Índice de Desenvolvimento da Educação do Estado de São Paulo), que consiste em uma variável de 0 a 10, que leva em consideração os resultados de proficiência e as taxas médias de aprovação para cada nível de escolaridade.

Foram estabelecidas metas para atingir um IDESP em 2030 similar aos resultados atuais dos países da OCDE. Sendo estabelecida uma meta ano a ano, e como cada escola, e o IDESP é usado como mecanismo de cálculo para o bônus das escolas. A autora *usou estimados por fuzzy regression discontinuity design*, consistiu analisar as escolas que ficaram próximas ao nível de corte, ou seja, as 5% piores escolas do Estado.

Tavares (2012) afirma que práticas de gestão, fixação de metas, monitoram a performance e estabelecem incentivos, apresentam resultados positivos sobre o desempenho dos alunos em matemática, especialmente para alunos com maior defasagem educacional. Embora o mesmo não seja constatado para o desempenho de português.

Em dissertação de Oliveira (2010) são analisadas duas possíveis estratégias, a de redução de tamanho de turma e a de elevação da jornada escolar. No trabalho, a

autora chega a conclusão pela lógica de custo benefício a política de elevação de horário da jornada de aula é mais eficiente do que a redução do tamanho da turma. A autora também faz um levantamento das pesquisas sobre recursos escolares. Encontrando na literatura tanto autores como Hoxby (2000) e Ludwig (1999) que não encontram na literatura evidências de impactos do tamanho da turma ou da razão professores por aluno no desempenho acadêmico. Como autores que encontram um impacto porém em geral baixo como Angrist and Lavy (1999), Krueger (1999) e Card e Payne (1998). Em seu levantamento foram analisadas 276 estimações da razão professor-aluno. Dadas quais 72% não apresentam significância estatística, e dos 28% com significância estatística, metade, 14%, tem efeito positivo e a outra metade, negativo.

Em tese de mestrado de Carmargo (2012), analisa para a estado do Rio Grande do Sul os resultados da política de “enturmação”, que consistiu em unir turmas consideradas pequenas, e fixar um limite de quantidade de alunos por turma no caso 40 alunos por turma para o ensino fundamental e 45 alunos para o ensino médio. A decisão foi tomada pelo governo do estado é a autora assumiu como sendo exógena aos diretores das escolas e portanto, poderia ser analisada por meio de regressão descontinuada e variáveis instrumentais. A autora também trabalhou com os microdados da Prova Brasil. A autora não encontrou evidências que de a política tenha afetado o desempenho dos alunos nas provas de português e matemática.

3 ESTRATÉGIA EMPÍRICA

As bases de dados utilizadas incluem informações referentes aos censos escolares de 2007 e 2011, realizados com mais de 5 mil municípios Brasileiros disponibilizados pelo Instituto Nacional de Educação Pública – INEP. As séries analisadas são a 4º e 8º do Ensino Fundamental.

O censo escolar dispõe de três bancos de microdados, para alunos, professores, e escolas. Foram analisadas apenas informações referentes a rede de

ensino pública municipal, portanto a única unidade da federação não representada nos dados é o Distrito Federal, dado que ele não constitui um município.

A partir das informações disponíveis no Censo escolar pelo INEP foram construídas as variáveis de controle, sobre as características médias do corpo docente e discente nos municípios, bem como das escolas e as características socioeconômicas dos municípios.

Sendo que as características médias do corpo docente seriam uma aproximação do fator de produção trabalho – bem como do capital humano dos docentes – enquanto que as informações relativas às características da escola seria uma forma de aproximar o fator de produção capital, a variável **ensinol** (ensino infantil) seria uma característica do estoque de produção passada, dado que representa o capital humano já adquirido pelos alunos do município.

Por outro lado a maior parte das particularidades dos alunos não são fatores de produção, a princípio passíveis de serem alterados por meio de atuação direta do poder público. Bem como a realidade socioeconômica que cada município se depara limita as possibilidades de ação de cada governo subnacional. As tabelas abaixo apresentam as variáveis.

A primeira descreve cada uma das variáveis e a segunda tabela classifica as variáveis em fator de produção passível de ser modificado por meio da atuação direta do poder público a curto ou médio prazo e em características que a curto e médio prazo não são passíveis de serem modificadas por meio de ação discricionária do poder público a curto prazo (CP) ou médio prazo (MP).

Notação	Descrição
total_prof_por_aluno_município	Apresenta a quantidade de professores por aluno
total_prof_por_aluno_município2	Apresenta a quantidade de professores por aluno ao quadrado, visa observar se o efeito marginal é constante.
ensinol	% de crianças que fizeram ensino infantil
esco_es	% de pessoas quem tem ensino superior no município
esco_em	% de pessoas que tem ensino médio no Município
Branco	% das crianças que são brancas no Município
Homem	% de criança que são do sexo masculino
Família padrão	% de crianças que núcleo familiar formado por um pai e uma mãe
Trabalha fora	média de crianças que trabalham

quali_prof4	qualificação do professor - ensino médio, ensino superior, pós-graduação
indic_infra	Indicador de infraestrutura média das escolas no Município, logo é uma proxy do estoque de capital, ela foi construída somando o valor um para quando a escola possui alguma das seguintes características: 1. Biblioteca 2. Acesso a internet 3. Laboratório de informática 4. Quadra de esportes 5. Sanitário dentro da escola 6. Projetor 7. Alimentação na escola 8. Acessibilidade para alunos portadores de necessidades especiais.
percescola_urbana	Percentual de escolas urbanas
agua_filtra	Percentual de escolas com água
filtra Esgoto	Percentual de escolas com esgoto
sal_prof_EF1	Salário médio do professor
pib_pcap	PIB per capita do Município
escolaridade_formal	Escolaridade forma no Município
pop_jovem	Percentual da População Jovem no Município
pop_idosa	Percentual da População Idosa Município

Tabela 1 – Descrição das Variáveis
Fonte: elaboração própria

Variável	Fator de Produção Discricionário a curto e médio prazo
total_prof_por_aluno_municipio	Trabalho - Quantidade de Trabalho
total_prof_por_aluno_municipio2	Trabalho - Quantidade de Trabalho
Ensinol	Produção Passada
esco_es	Característica da População do Município
esco_em	Característica da População do Município
Branco	Característica da População do Município
Homem	Característica da População do Município
Familiapadrao	Característica da População do Município
Trabalhafora	Característica da População do Município
quali_prof4	Trabalho - Capital Humano
indic_infra	Estoque de Capital
percescola_urbana	Determinado pelas Características do município

agua_filtrada	Capital
Esgoto	Capital
sal_prof_EF1	Remuneração do fator de produção trabalho
pib_pcap	Característica da População do Município
escolaridade_formal	Característica da População do Município
pop_jovem	Característica da População do Município
pop_idosa	Característica da População do Município

Tabela 2. Classificação das Variáveis

Fonte: elaboração própria

A escolha por criar uma variável de indicador de infraestrutura, denotada por `indic_infra`, se explica pelo fato de que para esse estudo não é tão relevante como é realizada a alocação dos diversos tipos de bens de capital físico do setor educacional, mas apenas o nível estoque de capital como um todo. Por fim, entre as características do município a inclusão de informações relativas a estrutura etária – `pop_jovem` e `pop_idosa` – se deve a possibilidade da existência de um conflito inter-geracional por recursos, bem como municípios com uma elevada parcela da população em idade escolar reduz a disponibilidade de recursos per capita.

4 ANÁLISE DAS REGRESSÕES PARA A PROFICIÊNCIA EM MATEMÁTICA

Estimativas para a proficiência em matemática da prova Brasil.

Estimativas a partir dos modelos para a profic_mat			
Modelo/Variável	MQO	EF	EA
total_prof_por_aluno_municipio	-50,818*** (9,138)	-12,462 (10,138)	-40,287*** (8,138)
total_prof_por_aluno_municipio2	87,243*** (27,756)	-1,452 (16,32)	58,789*** (22,628)
ensinol	0,165*** (0,018)	0,006 (0,025)	0,12*** (0,018)
esco_es	-0,141*** (0,021)	0,075*** (0,025)	-0,052*** (0,02)
esco_em	0,415*** (0,039)	0,277*** (0,044)	0,353*** (0,036)
Branco	0,156*** (0,015)	0,009 (0,024)	0,128*** (0,015)
Homem	0,016 (0,03)	-0,015 (0,03)	0,008 (0,027)
Familiapadrao	0,176*** (0,016)	0,219*** (0,019)	0,201*** (0,015)
Trabalhafora	-0,612*** (0,031)	-0,375*** (0,037)	-0,53*** (0,03)
quali_prof4	0,017*** (0,002)	0,004 (0,003)	0,015*** (0,002)
indic_infra	2,91*** (0,201)	1,894*** (0,328)	2,835*** (0,209)
percescola_urbana	-0,091*** (0,009)	-0,011 (0,024)	-0,081*** (0,01)
agua_filtrada	0,003 (0,008)	0,018* (0,009)	0,01 (0,007)
Esgoto	0,094*** (0,007)	0 (0,021)	0,099*** (0,007)
sal_prof_EF1	0 (0)	0 (0)	0 (0)
pib_pcap	0*** (0)	0 (0)	0*** (0)
escolaridade_formal	-1,187*** (0,192)	-0,283 (0,387)	-1,09*** (0,204)
pop_jovem	-1,889*** (0,12)	-1,38*** (0,285)	-2,124*** (0,134)
pop_idosa	0,037 (0,11)	-0,456 (0,335)	-0,022 (0,123)
ano_2	10,392*** (0,845)	17,976*** (1,007)	13,167*** (0,763)
_cons	199,07*** (4,414)	196,836*** (7,885)	201,353*** (4,601)

Elaboração do Autor

Obs.: Erros Robustos entre parêntese

* p < 0,10

** p < 0,05

*** p < 0,01

Foram usados três modelos com as variáveis apresentadas na secção 3 para isolar o impacto da razão professor por aluno para a proficiência na prova matemática. Abaixo são apresentados os modelos e o resultado do teste de Hausman para a escolha do modelo. Todos os testes de significância estatística foram realizados com erros padrão robustos e a um nível de 5%.

O primeiro modelo de análise foi o modelo POLS, em que os coeficientes das variáveis explicativas são constante ao longo do tempo, mudando apenas o intercepto de um ano para o outro.

Pelo modelo POLS quatro variáveis foram consideradas estatisticamente insignificantes, homem, agua_filtrada, sal_prof_EF1, e população idosa.

Das variáveis consideradas estatisticamente significantes seis apresentaram impacto negativo incluído a variável de interesse total_prof_por_aluno_municipio, bem como as esco_es, trabalhafora, percescola_urbana, escolaridade_formal, pop_jovem.

Das variáveis consideradas estatisticamente significantes onze apresentaram impacto positivo, inclusive o termo quadrático da razão professor por aluno, denotado por total_prof_por_aluno_municipio2. Assim sendo, embora a elevação da razão apresente impactos negativos, esses impactos tendem a serem, em módulo, menores.

Além do termo quadrático da razão professor por aluno as seguintes variáveis apresentaram impacto positivo e significativo: ensinol, esco_em, branco, familiapadrao, quali_prof4, indic_infra, esgoto, pib_pcap, ano_2,_cons

O segundo modelo de análise foi o modelo de dados em painel com efeitos fixos, por meio do qual é extraída a heterogeneidade não observada constante ao longo do tempo dentro das unidades de observação, no caso os municípios.

Pelo modelo de efeitos fixos treze variáveis foram consideradas estatisticamente insignificantes, incluindo a variável total_prof_por_aluno_municipio e o seu termo quadrático total_prof_por_aluno_municipio2, bem como as seguintes variáveis: ensinol, branco, homem, quali_prof4, percescola_urbana, agua_filtrada, esgoto, sal_prof_EF1 pib_pcap, escolaridade_formal, pop_idosa.

Das variáveis consideradas estatisticamente significantes duas apresentaram impacto negativo, trabalha_fora e pop_jovem que pode ocorrer em razão da redução de recursos per capita disponível para a população em idade escolar.

Das variáveis consideradas estatisticamente significantes sete apresentaram impacto positivo, esco_es, esco_em, familiapadrazo, indic_infra, ano_2, _cons.

O terceiro modelo de análise foi o modelo de dados em painel com efeitos fixos, por meio do qual é extraída a heterogeneidade não observada constante ao longo do tempo dentro das unidades de observação, no caso os municípios.

Pelo modelo de efeitos aleatórios quatro variáveis foram consideradas estatisticamente insignificantes, homem, agua_filtrada, sal_prof_EF1, pop_idosa.

Das variáveis consideradas estatisticamente significantes seis apresentaram impacto negativo, incluindo a variável de interesse total_prof_por_aluno_municipio, bem como esco_es, trabalhafora, percescola_urbana, escolaridade_formal, pop_jovem.

Das variáveis consideradas estatisticamente significantes sete apresentaram impacto positivo inclusive o termo quadrático da razão professor aluno, denotado por total_prof_por_aluno_municipio². Assim, embora a elevação da razão apresente impactos negativos, esses impactos tendem a serem, em módulo, menores ao longo do tempo até se tornarem positivos no ponto dado pela equação abaixo:

Além do termo quadrático da razão professor por aluno as seguintes variáveis apresentaram impacto positivo e significativo: ensinol, esco_em, branco, familiapadrazo, quali_prof4, indic_infra, esgoto, pib_pcap, ano_2, _cons.

O Teste de Hausman considera que os modelos são sistematicamente diferentes, portanto embora o modelo de efeitos aleatórios seja mais eficiente que o modelo de efeitos fixos ele é inconsistente. Nesse sentido pela métrica do teste de Hausman será preferido usar o modelo de Dados em Painel com Efeitos fixos que considera as variáveis de interesse, a razão professor por aluno e seu termo quadráticos, estatisticamente insignificantes.

	----- Coefficients -----			
	(b)	(B)	(b-B)	sqrt(diag(V_b-V_B))
	fixed	.	Difference	S.E.
total_prof~o	-12.46154	-40.28683	27.82529	7.759735
total_prof~2	-1.452253	58.78885	-60.2411	13.84426
ensinoI	.0055012	.1198148	-.1143135	.0159264
esco_es	.0750411	-.0520386	.1270797	.0128504
esco_em	.2766495	.3525406	-.0758911	.0240356
branco	.0092917	.1276584	-.1183667	.0164954
homem	-.0154243	.0083552	-.0237794	.0151107
familiapad~o	.2194028	.2010726	.0183301	.0099402
trabalhafora	-.3750866	-.52953	.1544435	.0192399
quali_prof4	.0037871	.0146928	-.0109057	.0019465
indic_infra	1.894207	2.834745	-.9405378	.2510457
percescola~a	-.0106293	-.081308	.0706787	.0230663
agua_filtr~a	.0175503	.0099744	.0075759	.0050102
esgoto	-.0000814	.0989058	-.0989872	.0177305
sal_prof_EF1	.0001562	-.0002351	.0003912	.0002311
pib_pcap	.0000237	.0000559	-.0000322	.0000211
escolarida~l	-.2825379	-1.089787	.8072495	.2757411
pop_jovem	-1.380469	-2.123502	.7430323	.2502508
pop_idosa	-.4560847	-.0217687	-.434316	.2963507
ano_2	17.97555	13.16699	4.808554	.5453652

b = consistent under Ho and Ha; obtained from xtreg
 B = inconsistent under Ha, efficient under Ho; obtained from xtreg

Test: Ho: difference in coefficients not systematic

chi2(17) = (b-B)'[(V_b-V_B)^(-1)](b-B)
 = 562.20
 Prob>chi2 = 0.0000
 (V_b-V_B is not positive definite)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em ambos os modelos econométricos desenvolvidos ao longo do trabalho os resultados do teste de Hausman apresentaram o modelo com dados em painel com efeitos fixos como sendo o melhor modelo, dado que ele permite excluir a heterogeneidade não observada da regressão bem como não é inconsistente como o modelo com dados em painel com efeitos aleatórios.

Porém os resultados do modelo com dados em painel consideraram que o impacto da elevação da razão professor por aluno, bem como seu termo quadrático é estatisticamente insignificante, portanto não é possível acreditar que apenas as mudanças demográficas que elevam essa razão ou a contratação de mais professores seja o suficiente para melhorar os resultados da rede de ensino municipal brasileira para a educação fundamental.

Por outro lado o indicador de infraestrutura construído apresentou significância estatística em ambos os modelos e impacto positivo, o que indica que uma elevação do fator de produção capital talvez seja a curto e médio prazo um caminho para a elevação do aprendizado dos alunos das 4^o e 8^o do ensino fundamental.

REFERÊNCIAS

ALBERNAZ, Ângela; FERREIRA, Francisco HG; FRANCO, Creso. Qualidade e equidade no ensino fundamental brasileiro. 2002.

CAMARGO, Juliana. O efeito do tamanho da turma sobre o desempenho escolar: uma avaliação do impacto da "enturmação" no ensino fundamental do Rio Grande do Sul. 2012.

COLEMAN, J. S. *et al.* Equality of Educational Opportunity. Washington: U. S. **Office of Education**, 1966.

CURI, Andréa Zaitune et al. A relação entre mensalidade escolar e proficiência no enem. In: **Anais do XXXVII Encontro Nacional de Economia [Proceedings of the 37th Brazilian Economics Meeting]**. 2009.

HOXBY, Caroline. Peer effect in the classroom: learning from gender and race variation. **Cambridge: NBER, 2000** (Working Paper 7867).

MACHADO, Ana Flávia et al. Qualidade do ensino em matemática: determinantes do desempenho de alunos em escolas públicas estaduais mineiras. **Revista da Anpec**, v. 9, n. 1, 2008.

MACHADO, Danielle Carusi; GONZAGA, Gustavo. O impacto dos fatores familiares sobre a defasagem idade-série de crianças no Brasil. **Revista Brasileira de Economia**, v. 61, n. 4, p. 449-476, 2007.

OLIVEIRA, J. M. Custo-efetividade de políticas de redução do tamanho da classe e ampliação da jornada escolar: uma aplicação de estimadores de matching. Trabalho ganhador do 31o Prêmio BNDES de Economia. Rio de Janeiro: BNDES, 2010. Disponível em: <<https://goo.gl/1ITIJc>>.

OSHIRO, Cláudia Hiromi; SCORZAFAVE, Luiz Guilherme. Efeito do pagamento de bônus aos professores sobre a proficiência escolar no Estado de São Paulo. **Anais do**, v. 39, 2011.

PINTO, Vera Regina Ramos. **Uma avaliação da liderança do diretor de escola a partir de microdados da Prova Brasil**. Tese de Doutorado. 2016.

RIBEIRO, Rosana et al. Impactos do Programa Bolsa-Família sobre os indicadores educacionais. **Revista EconomiA**, 2012.

ROMERO, Julio Alfredo Racchumi; HERMETO, Ana Maria. Avaliação de Impacto do Programa Bolsa Família sobre Indicadores Educacionais: uma abordagem de regressão descontínua. **Encontro Nacional de Economia, ANPEC**, v. 37, 2009.

SILVA JÚNIOR, Luiz Honorato da; SAMPAIO, Yony. Qualidade da escola e background familiar na formação de capital humano no Brasil. 2015.

SOARES, S. Os fatores que determinam o sucesso educacional. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, Rio de Janeiro, v.32, n.3, p.385-394, dez. 2002..

SOARES, S.; SÁTYRO, N. G. D. Infraestrutura das escolas brasileiras e desempenho escolar. **Infraestrutura social e urbana no Brasil: subsídios para uma agenda de pesquisa e formulação de políticas públicas (Eixos Estratégicos do Desenvolvimento Brasileiro, Vol. 2: 151–192)**. Brasília, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2010.

SOARES, Tufi Machado; TEIXEIRA, Lucia Helena G. Efeito do perfil do diretor na gestão escolar sobre a proficiência do aluno. **Estudos em Avaliação Educacional**, v. 17, n. 34, p. 155-186, 2006.

TAVARES, Priscilla Albuquerque. Os impactos de práticas de gestão escolar sobre o desempenho educacional: evidências para escolas públicas paulistas. In: **34º Meeting of the Brazilian Econometric Society**. 2012.