

# DETERMINANTES DO DESEMPENHO EDUCACIONAL NO ESTADO DE MINAS GERAIS: UMA ABORDAGEM MULTINÍVEL

Josiane Souza de Paula<sup>a</sup>  
Ana Maria de Paiva Franco<sup>b</sup>  
José Waldemar da Silva<sup>c</sup>  
Cleomar Gomes da Silva<sup>d</sup>

## Resumo

Este artigo aplica Modelos Hierárquicos Lineares de dois níveis (alunos e escolas) para analisar a relação entre o desempenho em matemática e características do ambiente escolar, da família e do aluno. São analisados estudantes da 4ª série/5º ano nas escolas públicas mineiras participantes da Prova Brasil 2013. Entre os resultados destacam-se a relevância da infraestrutura física ofertada pelas escolas e a presença de professores com ensino superior em matemática como fatores associados ao desempenho estudantil. Verifica-se, ainda, que há heterogeneidade escolar quanto ao “pay-off” dado ao capital social da família e ao custo do trabalho infantil em termos de desempenho individual esperado.

**Palavras-chave:** Educação, Desempenho Escolar, Prova Brasil, Modelo Hierárquico.

**Códigos JEL:** I21, I26, C21

## Abstract

This paper applies a Two-Level Hierarchical Linear Modeling to analyze the relationship between grade math performance and variables related to school environment, family and individual characteristics. We analyze the performance of 4<sup>th</sup> graders enrolled in public elementary schools, in the State of Minas Gerais, in Prova Brasil 2013 examination. The results highlight the relevance of schools' physical infrastructure and the importance of teachers with a bachelor's degree in mathematics as important factors contributing to better student's performance. In addition, there is considerable heterogeneity regarding the pay-off given to family social capital and child labor cost in terms of expected individual performance.

**Keywords:** Education, School Performance, Prova Brasil, Hierarchical Linear Modeling.

18º SEMINÁRIO DE DIAMANTINA – 2019  
Área temática: Teoria Econômica e Economia Aplicada

---

<sup>a</sup> Professora Substituta do Instituto de Economia e Relações Internacionais da UFU. E-mail: [josiane.paula@ufu.br](mailto:josiane.paula@ufu.br). A autora agradece à CAPES o apoio financeiro.

<sup>b</sup> Professora Adjunta do Instituto de Economia e Relações Internacionais da UFU. E-mail: [ana.paiva@ufu.br](mailto:ana.paiva@ufu.br).

<sup>c</sup> Professor Adjunto da Faculdade de Matemática da UFU. E-mail: [zewaldemar@ufu.br](mailto:zewaldemar@ufu.br).

<sup>d</sup> Professor Adjunto do Instituto de Economia e Relações Internacionais da UFU & Pesquisador Associado do CNPq. E-mail: [cleomargomes@ufu.br](mailto:cleomargomes@ufu.br). O autor agradece o apoio financeiro do CNPq e FAPEMIG.

## Introdução

O fortalecimento das avaliações do sistema educacional brasileiro tem ampliado a discussão acerca dos fatores que influenciam o desempenho escolar dos alunos e o seu conhecimento é de suma importância para a agenda de políticas públicas destinadas à melhoria da qualidade da educação.

A literatura da economia da educação reconhece vários aspectos que exercem impactos significativos no aprendizado. Estes podem ser separados em três conjuntos de influências: as relacionadas à família, fatores escolares e características individuais do aluno. As primeiras evidências empíricas mostraram um maior valor preditivo para as características socioeconômicas e culturais dos alunos. Entretanto, a literatura ainda procura quantificar a parcela da contribuição da escola.

Na intenção de contribuir para esse debate, o presente artigo tem como objetivo explorar as associações existentes entre o aprendizado e as características dos alunos, de suas famílias e das escolas. A escolha do estado como lócus da pesquisa está baseada, principalmente, na representatividade nacional, pois, assim como o Brasil, Minas Gerais possui extensa população, com regiões heterogêneas em diferentes estágios de desenvolvimento, diversas culturas e atividades econômicas, o que leva a resultados diversos sobre a trajetória escolar dos estudantes.

A escolha da 4ª série tem relação com o fato de que nela há um único professor em sala, o que ajuda a analisar a sua influência no aprendizado e no desempenho dos discentes. Além disso, como os pais evitam transferir os filhos de escola antes do término do primeiro ciclo do ensino fundamental, a proficiência alcançada ao final dessa série reflete, em parte, a qualidade da escola atual. Optou-se pela utilização da prova de Matemática porque se espera que o aprendizado nesta disciplina se deva mais a atributos tipicamente escolares, como a qualidade das aulas, sobretudo nos anos iniciais de ensino, enquanto que o aprendizado em língua nativa se dá nos diversos ambientes que os jovens frequentam (FRANCO *et al.*, 2007; PALERMO, SILVA, NOVELLINO, 2014).

A metodologia empregada se baseia em um modelo hierárquico (ou multinível), sendo uma ferramenta importante na análise e interpretação das informações provenientes de avaliações em larga escala. Ao considerar a estrutura hierárquica dos dados, a análise multinível apresenta-se como a alternativa mais apropriada, pois considera os diversos níveis de agregação, corrigindo os erros-padrão, testes de hipóteses e intervalos de confiança. Já que o fato de os estudantes compartilharem do mesmo contexto leva a vários desafios estatísticos para o uso da regressão de mínimos quadrados ordinários, incluindo cálculos de erro padrão incorreto, heterogeneidade dos parâmetros de regressão e viés de agregação (BICKEL, 2007).

Desse modo, os resultados deste artigo poderão ser relevantes para Minas Gerais, em particular, uma vez que a metodologia utilizada é capaz de indicar a proporção da variabilidade da proficiência dos estudantes que é devida às diferenças entre os alunos e às diferenças entre as escolas, além de permitir identificar as possíveis fontes de variabilidade do intercepto e de alguns coeficientes de inclinação relacionados às variáveis explicativas do modelo. Ademais, esses resultados poderão servir para um maior esclarecimento e compreensão das diversas informações obtidas nos exames, além de subsidiarem programas e políticas educacionais.

O artigo está organizado em cinco seções, além desta introdução. A segunda seção apresenta as principais abordagens teóricas sobre economia da educação e suas principais descobertas empíricas. A terceira seção expõe a metodologia econométrica e a descrição dos dados. Na quarta, tem-se os resultados da análise econométrica e as principais conclusões encontradas. Por fim, apresentam-se as considerações finais.

## 2. Revisão da Literatura

Os trabalhos que buscaram apreender a relação entre as características escolares e o desempenho dos alunos foram estimulados pela pesquisa do Relatório Coleman, que ganhou destaque por apresentar resultados contrários ao senso comum, concluindo que a qualidade da escola não teria papel fundamental na aprendizagem (COLEMAN *et al.*, 1966). Os autores encontraram que o ambiente familiar e o meio social em que vivem os estudantes seriam os determinantes fundamentais para o desempenho. A publicação deste documento resultou em um grave pessimismo pedagógico, ao se concluir que a escola teria pouco impacto na proficiência dos alunos (SOARES, J. 2005).

Desde então vários resultados emergiram na literatura empírica. Tradicionalmente as análises fazem uma analogia a uma função de produção educacional (LAU, JAMISON, LOUAT, 1991; HANUSHEK, 2002; RIVKIN, HANUSHEK, KAIN, 2005), relacionando o desempenho dos alunos em exames padronizados (produto) a fatores que descrevam as características da família e dos estudantes, bem como às características da escola e a fatores sociais (insumos).

Schiefelbein e Simmons (1980) fizeram uma análise dos resultados de 26 estudos sobre os determinantes do desempenho escolar em países em desenvolvimento, descrevendo suas implicações para a política educacional. Os resultados indicaram que, em mais da metade das observações, variáveis ligadas a características dos alunos parecem ter maior consistência do que as da escola ou do professor. No geral, observou-se que entre as principais influências possíveis para o desempenho cognitivo dos alunos em testes escolares estão: a quantidade desejada de alunos por turma, considerando a suas implicações com os custos; a realização de trabalhos extraclasses, visto que esses levam a melhores resultados; diplomação, o tempo de experiência e nível de instrução dos professores; entre as características dos estudantes, o nível socioeconômico dos pais, repetência, subnutrição, saúde e educação pré-primária foram as variáveis com resultados mais congruentes entre as pesquisas analisadas.

Diferentes abordagens e metodologias têm sido empregadas para avaliar os determinantes do desempenho estudantil. Análises internacionais que utilizaram o modelo multinível optam pela disciplina de matemática, geralmente utilizando dados do PISA (CARRASCO, 2005; DIAS; FERRÃO, 2006; SHERA, 2014). Grande parte dos estudos no Brasil está baseada nos dados do SAEB, em sua maioria, analisando-se a prova de Matemática com dados das escolas públicas e privadas (BARBOSA; FERNANDES, 2000; ALBERNAZ; FERREIRA; FRANCO, 2002; ANDRADE; LAROS, 2007; FRANCO *et al.*, 2007). Nas análises regionais, muitas vezes, optam-se por dados de avaliações estaduais, que não são comparáveis com as demais unidades da federação (SOARES, 2005; MACHADO *et al.*, 2008). Diferentemente, neste artigo o foco está nas escolas públicas participantes da Prova Brasil, uma avaliação censitária nacional, explorando-se todas as etapas de estimação do modelo multinível.

Tendo como referência a literatura empenhada em averiguar as contribuições dos diversos aspectos escolares, familiares e individuais que afetam o aprendizado dos alunos, este artigo irá estimar uma função de produção educacional considerando a natureza aninhada dos dados da Prova Brasil por meio do ajuste de modelos hierárquicos lineares. A próxima seção descreve a estratégia econométrica utilizada.

## 3. Metodologia e Dados

A análise empírica será baseada em modelos de regressão hierárquicos lineares de dois níveis: no primeiro serão incluídas as variáveis dos alunos (determinado pelo subscrito *i*) e no segundo as variáveis relacionadas às escolas (subscrito *j*). Dessa maneira, será possível aferir a variabilidade existente entre os alunos e entre as escolas, ou seja, leva-se em conta a possibilidade de variação de interceptos e inclinações entre as escolas.

### 3.1 O Modelo Hierárquico Linear

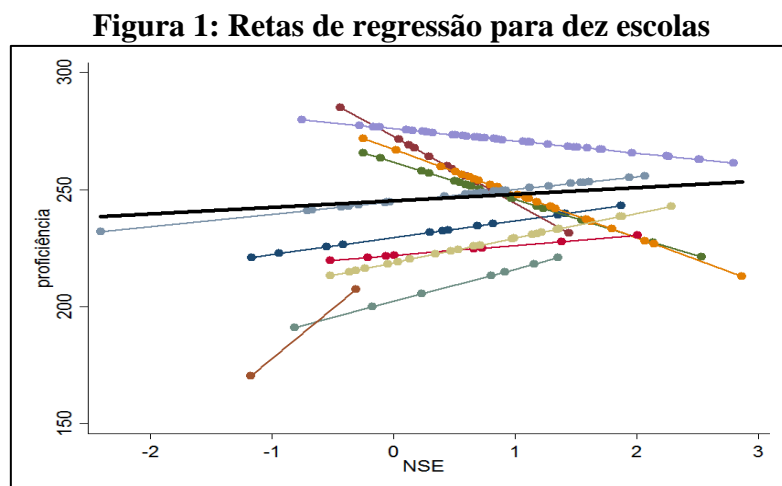
Assume-se a presença de  $J$  escolas,  $j = 1, 2, \dots, J$ , cada uma delas com  $n_j$  alunos,  $i = 1, 2, \dots, n$ . As duas fontes de variação (aluno e escola) podem ser incorporadas em um modelo em dois níveis da seguinte forma (NATIS, 2001; LUKE, 2004):

$$\text{Nível 1} \quad y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}(X_{ij}) + \varepsilon_{ij} \quad (1)$$

onde:  $y_{ij}$  representa a proficiência do  $i$ -ésimo aluno da escola  $j$ ;  $X_{ij}$  uma matriz de variáveis explicativas para a proficiência dos alunos e  $\varepsilon_{ij}$  um vetor de termos de erro que agrupa os fatores não observados que impactam a proficiência dos alunos da escola  $j$ . O intercepto  $\beta_{0j}$  corresponde à proficiência esperada de um aluno da escola  $j$ , quando  $X_{ij}$  é igual à sua média amostral global; já  $\beta_{1j}$  é a variação esperada na proficiência quando  $X_{1j}$  aumenta uma unidade em relação à média, mantidas as demais  $X_{kj}$  ( $k > 1$ ) variáveis explicativas fixas.

A equação (1) se assemelha à estrutura típica de regressão de MQO. No entanto, o subscrito  $j$  mostra que um diferente modelo de nível 1 é, inicialmente, estimado para cada unidade  $j$  no segundo nível. Cada escola no estudo, por exemplo, pode ter uma pontuação média em uma determinada disciplina diferente ( $\beta_{0j}$ ) e um diferente efeito do tempo de estudo na pontuação ( $\beta_{1j}$ ). Assim, essas equações mostram que as escolas possuem interceptos e inclinações diferentes, de modo que os efeitos aleatórios ajudam a explicar essa diferenciação entre as unidades de ensino.

Para ilustrar tal fato a Figura 1 exemplifica o caso de 10 escolas, com 10 retas de regressões ajustadas para cada escola tendo o Nível socioeconômico como preditor da proficiência. Na figura as linhas coloridas representam as escolas, enquanto que a linha preta representa a reta de regressão total calculada para todas as escolas juntas. Comparando as retas de regressão individuais com a reta de regressão global, nota-se que as escolas possuem inclinações e interceptos diferentes.



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da Prova Brasil / INEP 2013

A inclusão de variáveis explicativas pode ser feita tanto no nível do aluno, bem como no nível da escola. Assim, um modelo alternativo para o nível 2 pode ser apresentado da seguinte forma:

$$\text{Nível 2} \quad \beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01}Z_j + u_{0j} \quad (2)$$

$$\beta_{1j} = \gamma_{10} + \gamma_{11}Z_j + u_{1j} \quad (3)$$

onde:  $\gamma_{00}$  corresponde ao valor esperado dos interceptos da população de escolas;  $Z_j$ , uma matriz de variáveis explicativas para a proficiência da escola;  $\gamma_{10}$  é a estimativa das inclinações na população de escolas;  $u_{0j}$  e  $u_{1j}$  representam os efeitos aleatórios das escolas.

As equações (2) e (3) indicam: como cada um dos parâmetros do nível 1 são funções das variáveis explicativas e da variabilidade do nível 2;  $\beta_{0j}$  é o intercepto no nível 1 na unidade  $j$  do nível 2;  $\gamma_{00}$  é o valor médio da variável dependente do nível 1, mantendo constante os preditores do nível 2 ( $Z_j$ );  $\gamma_{01}$  é o efeito (inclinação) do preditor do nível 2 ( $Z_j$ ); e  $u_{0j}$  é o erro, ou a variabilidade não modelada, para cada unidade  $j$ . A interpretação para a quarta equação é similar, mas nela estão sendo modelados os efeitos do nível 2 sobre a inclinação de  $X_{ij}$ ;  $\beta_{1j}$  é a inclinação no nível 1 na unidade  $j$  do nível 2;  $\gamma_{10}$  é o valor médio da inclinação do nível 1, mantendo constante os preditores do nível 2 ( $Z_j$ );  $\gamma_{11}$  é o efeito das variáveis explicativas do nível 2; e  $u_{1j}$  é o erro para unidade  $j$ .

Substituindo as equações e rearranjando-as, temos uma equação (4) que descreve o modelo geral.

$$Y_{ij} = \underbrace{[\gamma_{00} + \gamma_{10}X_{ij} + \gamma_{01}Z_j + \gamma_{11}Z_jX_{ij}]}_{\text{Fixa}} + \underbrace{[u_{0j} + u_{1j}X_{ij} + \varepsilon_{ij}]}_{\text{Aleatória}} \quad (4)$$

Uma estatística importante a ser calculada na aplicação de modelos hierárquicos é o Índice de Correlação Intraclasse (ICC), conforme a equação abaixo:

$$\rho = \frac{\sigma_{u_0}^2}{\sigma_{u_0}^2 + \sigma_e^2} \quad (5)$$

onde:  $\sigma_{u_0}^2$  a variância dos resíduos  $u_{0j}$  do nível 2 e  $\sigma_e^2$  a variância dos resíduos  $e_{ij}$  do nível 1.

A partir dele pode-se estimar o grau de agrupamento existente em uma amostra (GOLDSTEIN, 1995) e também justificar a aplicação desses modelos ao invés de MQO. Esse índice varia entre 0 e 1: quanto mais próximo de zero, maior o indício de não haver estrutura de agrupamento (mais homogêneas serão as escolas, representando uma baixa influência no desempenho do estudante); quanto mais próximo de 1, maior a estrutura de agrupamento, indicando que a variação no desempenho do estudante se deve a diferenças existentes entre as escolas (as características próprias do estudante não afetam o seu desempenho) (BARBOSA; FERNANDES, 2000).

### 3.2 Dados

A Tabela 1 mostra as características do nível do aluno escolhidas para compor as análises. As variáveis relacionadas ao ambiente escolar (separadas entre as características das escolas, diretores e professores) são apresentadas na Tabela 2. As escolas participantes são urbanas e rurais, da rede pública, com, no mínimo, vinte alunos matriculados na série avaliada e que estejam declaradas no Censo Escolar de 2013.

**Tabela 1: Variáveis Explicativas no Nível do Aluno e Descrição**

Variável	Descrição
Homem	Valor “1” se o aluno é do sexo masculino e “0” para o sexo feminino.
Branco	Valor “1” se o aluno é branco e “0” para pardo, preto, amarelo, indígena e não sabe.
Atraso	Valor “1” se o estudante tem dois anos ou mais de diferença da idade adequada para a série e “0” caso contrário.
Mora com mãe e pai	Valor “1” se o aluno mora com a mãe e o pai e “0” só com a mãe, só com o pai ou com outra pessoa responsável.
<i>Escolaridade da mãe (categoria base = não estudou)</i>	
Até 4º série do EF	Valor “1” se a mãe do aluno completou a 4ª série, mas não completou a 8ª série e “0” caso contrário.
EF completo	Valor “1” se a mãe do aluno completou a 8ª série, mas não completou o Ensino Médio e “0” caso contrário.
EM completo	Valor “1” se a mãe do aluno completou o Ensino Médio, mas não completou a faculdade e “0” caso contrário.
Superior completo	Valor “1” se a mãe do aluno completou a faculdade e “0” caso contrário.
Trabalho doméstico	Valor “1” se o aluno exerce algum trabalho doméstico e “0” caso contrário.
Trabalha fora	Valor “1” se o aluno exerce algum trabalho fora de casa (recebendo ou não um salário) e “0” caso contrário.
Tempo de lazer	Quantidade média de horas gastas, em dias de aula, assistindo televisão, navegando na internet ou com jogos eletrônicos.
Dever de Matemática	Valor “1” se o aluno faz o dever de casa de Matemática sempre ou quase sempre e “0” caso contrário.
NSE	Nível socioeconômico do aluno obtido por Teoria da Resposta ao Item (TRI) com respostas graduais, a partir dos seguintes itens do questionário do aluno: televisão; rádio; DVD; geladeira; geladeira duplex; freezer; máquina; carro; banheiro; empregada; escolaridade da mãe e do pai.
NCS	Nível de capital social do aluno obtido por TRI com respostas graduais, a partir dos seguintes itens do questionário: frequência com que os responsáveis vão às reuniões; pais incentivam a estudar; pais incentivam a fazer o dever de casa; pais incentivam a ler; pais incentivam a não faltar; se há diálogo sobre o que acontece na escola.

Fonte: Elaboração própria com dados da Prova Brasil / INEP 2013

**Tabela 2: Variáveis Explicativas no Nível da Escola e Descrição**

Variável	Descrição
<b>Escola</b>	
Municipal	Valor “1” se a escola pertence à rede municipal e “0” caso contrário.
Urbana	Valor “1” se a escola está localizada na área urbana e “0” para rural.
Matrículas 5º ano	Número de alunos matriculados no 5º ano, conforme o censo 2013.
IPE	Índice de Posse de Equipamentos da escola obtida por TRI com respostas graduais, a partir dos seguintes itens: computador, copiadora, impressora, projetor de slides e televisão.
ICE	Índice de Conservação da Escola obtida por TRI com respostas graduais, a partir dos seguintes itens: Telhado; Paredes; Piso; Entradas do prédio; Pátio; Corredores; Salas de aula; Portas; Janelas; Banheiros; Cozinha; Instalações hidráulicas; Instalações elétricas.
NSE da escola	Média do nível socioeconômico dos alunos da escola.
<b>Diretor</b>	
Assumiu a direção via eleição	Valor “1” se o diretor assumiu a direção por meio de eleição ou processo seletivo mais eleição e “0” caso contrário.
Tem mais de 5 anos de experiência	Valor “1” se o diretor está no cargo de direção há mais de 5 anos e “0” caso contrário.
Está há mais de 5 anos na direção da escola	Valor “1” se o diretor tem mais de 5 anos na direção da escola e “0” caso contrário.
Há programa de redução de abandono	Valor “1” se a escola adota algum programa para reduzir taxas de abandono/evasão e “0” caso contrário.
<b>Professor</b>	
Branco	Valor “1” se o professor é branco e “0” para o caso contrário (pardo, preto, amarelo, indígena, não declarou, não sabe).
Tem ensino superior	Valor “1” se o professor tem curso superior e “0” para o caso contrário.
Tem superior em Matemática	Valor “1” se o professor tem ensino superior com Licenciatura em Matemática e “0” para o caso contrário.
Tem 5 anos ou mais de experiência	Valor “1” se o professor tem mais de 5 anos como professor e “0” para o caso contrário.
Escola tem projeto pedagógico	Valor “1” se o professor indicou que foi desenvolvido projeto pedagógico na escola e “0” para o caso contrário.

Fonte: Elaboração própria com dados da Prova Brasil / INEP 2013

### 3.3 Estatísticas Descritivas

Ao filtrar os dados da Prova Brasil 2013 para os alunos de Minas do 5º ano que preencheram a prova e o questionário, estavam em concordância com o censo escolar e que pertenciam à rede municipal ou estadual, o banco de dados ficou com 227.296 mil observações. As informações para os professores totalizaram 12.560 mil e, para os diretores, foram 5.419 mil observações, de um total de 5.444 mil escolas. Após a junção dos três bancos, obtiveram-se 2.306 observações de professores, 2.334 observações de diretores, 2.353 observações de escolas e 41.610 observações de alunos. Quando estimado o modelo, a amostra final totalizou 32.987 mil observações de alunos e 2.174 mil observações de professores, diretores e de escolas<sup>1</sup>.

A Tabela 3, abaixo, traz as estatísticas descritivas das características dos alunos que compõem a amostra final<sup>2</sup>. Essas variáveis resumem os fatores que são relevantes para o desempenho escolar, sendo importante levar em conta não só o seu valor individual, mas, também, o seu valor no grupo da escola, o que é conhecido como efeito dos pares (SOARES; ALVES, 2013).

**Tabela 3: Estatísticas Descritivas - Alunos, 5º Ano, Minas Gerais**

Variável	Média	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão	CV
Proficiência em Matemática	239,51	80,64	341,25	49,69	0,21
Homem	0,50	0	1		
Branco	0,30	0	1		
Atraso	0,11	0	1		
Mora com mãe e pai	0,71	0	1		
<i>Escolaridade da mãe</i>					
Até 4º série do fundamental	0,22	0	1		
Ensino fundamental completo	0,17	0	1		
Ensino médio completo	0,24	0	1		
Superior completo	0,20	0	1		
Trabalho doméstico	0,80	0	1		
Trabalho fora	0,12	0	1		
Dever de Matemática	0,85	0	1		
Tempo de lazer	2,34	0	4	1,26	0,54
Nível Socioeconômico	0,31	-3,18	4	0,87	2,83
Nível de Capital Social	-0,04	-2,76	0,32	0,57	-14,17

Fonte: Elaboração própria com dados da Prova Brasil / INEP 2013

A proficiência média em Matemática foi de 239,51, com um coeficiente de variação da ordem de 21% (tabela 3). Essa média está acima da meta esperada de 225 pontos, que é considerada como nível adequado de desempenho (TPE, 2008)<sup>3</sup>. Mas, a alta heterogeneidade observada alerta para o fato de que muitos ainda estão aquém do mínimo adequado indicando a necessidade de se promover, por meio de políticas educacionais, uma maior equalização do desempenho dentro da rede pública no estado.

Como sugere Machado *et al.* (2008), na rede pública de ensino, é esperada uma menor proporção de brancos em relação a outras etnias, isso é verificado na presente amostra, já que

<sup>1</sup> Foram realizados testes de diferenças de médias e proporções das variáveis entre a amostra da Prova Brasil como um todo e a amostra do modelo final para verificar se as análises realizadas teriam validade externa. Encontraram-se diferenças em alguns aspectos de alunos, diretores e escolas, mas estas se mostraram muito pequenas em termos de magnitudes. Considerando que a significância estatística nestes testes muito se deve ao tamanho da amostra, que reduz artificialmente o erro padrão das estatísticas de teste, acredita-se que essas diferenças não comprometem a validade externa dos resultados aqui apresentados.

<sup>2</sup> Para as variáveis binárias entende-se a média como a proporção de sucesso, isto é, a proporção da variável *dummy* quando ela é igual a 1.

<sup>3</sup> O movimento Todos Pela Educação (TPE) tem sido aceito entre os especialistas em avaliação educacional como critério de referência para análise do desempenho escolar (SOARES; ALVES, 2013).

30% dos alunos se declararam brancos. Em termos médios, 11% dos alunos estão em atraso escolar e grande parte da amostra é composta por alunos que pertencem a famílias tradicionais (71%). Para o NSE observou-se uma alta variabilidade dos dados em relação à média, além da heterogeneidade da condição econômica dos estudantes. Em termos do NCS, há bastante heterogeneidade quanto ao grau de participação e atenção dos pais no acompanhamento escolar dos filhos.

Conforme a Tabela 4, tem-se que 63% das escolas pertencem à rede municipal e grande parte delas está localizada na área urbana (93%). As escolas têm, em média, 63,14 alunos matriculados no 5º ano, havendo uma heterogeneidade importante nesse aspecto (coeficiente de variação de 0,55). Do IPE observa-se que a maioria das escolas possuem os equipamentos analisados em boas condições, mas o elevado valor encontrado para o coeficiente de variação (12,10) indica que há bastante heterogeneidade quanto ao grau de conservação dos equipamentos entre as escolas. Já o ICE sugere que há uma alta dispersão na condição de conservação dos estabelecimentos de ensino entre as escolas. O NSE médio da escola indica que as escolas possuem médias de nível socioeconômico bem diferentes. Os dados mostram que 71% das escolas apresentam algum programa de redução das taxas de abandono. As informações quanto os professores indicam a proporção de professores com ensino superior é de 94%, mas somente 3% dos professores possuem ensino superior com licenciatura em Matemática.

**Tabela 4: Estatísticas Descritivas – Professor, Diretor e Escola, 5º Ano, Minas Gerais**

Variável	Média	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão	CV
<b>Escola</b>					
Municipal	0,63	0	1		
Urbana	0,93	0	1		
Matrículas 5º ano	63,14	20	269	34,80	0,55
IPE	0,06	-3,10	0,78	0,73	12,10
ICE	-0,07	-2,80	0,97	0,83	-11,79
NSE da escola	0,22	-2,32	1,55	0,45	2,07
<b>Diretor</b>					
Assumiu a direção via eleição	0,49	0	1		
Tem mais de 5 anos de experiência	0,33	0	1		
Está há mais de 5 anos na direção da escola	0,26	0	1		
Há programa de redução de abandono	0,71	0	1		
<b>Professor</b>					
Branco	0,43	0	1		
Tem ensino superior	0,94	0	1		
Tem superior em Matemática	0,03	0	1		
Tem 5 anos ou mais de experiência	0,84	0	1		
Escola tem projeto pedagógico	0,87	0	1		

Fonte: Elaboração própria com dados da Prova Brasil / INEP 2013

#### 4. Resultados

O primeiro passo do exercício econométrico foi a estimação do modelo incondicional para verificar se a modelagem multinível é necessária, sendo também a base de comparação do ajuste para os modelos seguintes<sup>4</sup>. Esse modelo é conhecido também como modelo nulo, que é estimado apenas com a variável dependente e a variável de agrupamento, sem variáveis explicativas.

Nesse modelo, a estimativa da média global da proficiência em Matemática é de 236,09 pontos (tabela 5). Essa média não é a mesma entre as escolas, pois o teste de Wald mostra que a variância do intercepto é estatisticamente significativa, visto que a razão-t obtida foi de 21,6

<sup>4</sup> Na estimação do modelo utilizou-se o programa Stata 14.0. A estratégia de estimação segue os cinco passos, conforme sugerido por Hox (2002).



(maior que o valor crítico de 1,96). Existem, portanto, diferenças no desempenho médio em Matemática das escolas, em relação à média estadual, que justificam usar a modelagem hierárquica para o objetivo proposto.

**Tabela 5: Modelo Nulo**

<b>Efeito Fixo</b>	<b>Estimativa</b>	<b>E.P.</b>	<b>P-valor</b>
Intercepto	236,09	0,50	0.000
<b>Efeito Aleatório</b>	<b>Variância</b>	<b>E.P.</b>	<b>Razão-t</b>
Variância do intercepto	338,76	15,68	21,6
Variância residual	2.121,6	17,05	124,4
<b>ICC</b>	0,1377		
<i>DevianceM1</i>	348.713,05		
Número de parâmetros	3		
Número de observações	32.987		
Número de grupos	2.174		

A decomposição da variância total da proficiência nos níveis indica que a variabilidade relativa aos estudantes foi de 2.121,6 e a variância relativa ao nível da escola foi de 338,76. O ICC aponta que 14% da variância total do desempenho em Matemática ocorre entre as escolas e 86% da variabilidade da nota ocorre devido a diferenças entre os estudantes dentro das escolas.

Franco *et al.* (2007) encontraram um ICC em torno de 39% para o Brasil com dados do Saeb 2001 (porém, sua amostra inclui escolas privadas, o que aumenta o grau de heterogeneidade nas características escolares). Segundo esse autor, em países europeus e nos Estados Unidos, essa porcentagem fica em torno de 20%, indicando a baixa estratificação de seus sistemas educacionais, visto a baixa desigualdade existente entre as escolas. No presente caso, o ICC de 14% pode ser justificado pela amostra ser composta apenas por escolas públicas (municipal e estadual), as quais podem ser consideradas mais homogêneas em termos de gestão escolar. O ICC encontrado justifica a utilização de uma abordagem multinível em detrimento do uso de uma regressão tradicional.

Entre as medidas existentes para se analisar o grau de ajuste dos modelos multiníveis optou-se pela estatística *deviance* ( $-2 \text{ Log Likelihood}$ ), a qual segue uma distribuição Qui-quadrada com graus de liberdade iguais à diferença entre os números de parâmetros ( $k$ ) usados na estimação dos dois modelos que se quer comparar. Espera-se encontrar valores baixos dessa estatística para que haja melhor ajuste da modelagem (BICKEL, 2007).

A segunda coluna da Tabela 6 traz os resultados do modelo 2, com a inclusão de variáveis explicativas para o nível do aluno. As variáveis explicativas foram centradas na grande média conforme sugerem Raudenbush e Bryk (2002). Por isso, a estimativa do intercepto de 237,3 representa a média da proficiência estimada em Matemática na escola, quando todas as variáveis de nível 1 são iguais às médias amostrais. Todas as variáveis no modelo 2 foram estatisticamente significativas.

Chamam a atenção as estimativas encontradas para o atraso escolar, trabalho doméstico e trabalho fora de casa, mesmo após o controle pelo nível socioeconômico dos estudantes. O aluno em atraso, por exemplo, pontua, em média, 23,5 pontos a menos do que um aluno que não esteja em atraso. Em termos de gênero, encontrou-se que os meninos têm um desempenho melhor, em média, de quase três pontos na prova de Matemática quando comparado às meninas. Esse é um fato recorrente na literatura, talvez porque existem diferenças no desenvolvimento cognitivo entre os gêneros (SOARES, 2005).

**Tabela 6: Modelos com Variáveis Explicativas Aluno e Escola**

VARIÁVEIS EXPLICATIVAS	MODELO 2			MODELO 3		
	Efeito Fixo	Estimativa	E.P.	P-valor	Estimativa	E.P.
Intercepto	237,30	0,40	0.000	237,96	0,40	0.000
<b>Aluno</b>						
Homem	2,85	0,50	0.000	2,87	0,50	0.000
Branco	4,41	0,54	0.000	4,19	0,54	0.000
Atraso	-23,52	0,81	0.000	-23,26	0,81	0.000
Mora com mãe e pai	4,88	0,54	0.000	4,94	0,54	0.000
<i>Escolaridade da mãe:</i>						
- Até 4º série do fundamental	7,64	0,78	0.000	7,56	0,78	0.000
- Ensino fundamental completo	12,24	0,87	0.000	12,14	0,87	0.000
- Ensino médio completo	22,62	0,86	0.000	22,31	0,86	0.000
- Superior completo	15,53	0,97	0.000	15,32	0,97	0.000
Trabalho doméstico	-3,51	0,62	0.000	-3,43	0,62	0.000
Trabalho fora de casa	-20,41	0,77	0.000	-20,18	0,77	0.000
Tempo de lazer	3,73	0,20	0.000	3,68	0,20	0.000
Dever de Matemática	17,41	0,71	0.000	17,25	0,71	0.000
NSE	1,19	0,36	0.001	0,55	0,38	0.142
NCS	7,45	0,45	0.000	7,40	0,44	0.000
<b>Escola</b>						
Municipal				-5,18	0,94	0.000
Urbana				-1,46	1,93	0.449
Matrículas				0,02	0,04	0.652
Matrículas <sup>2</sup>				0,00	0,00	0.829
IPE				0,46	0,58	0.431
ICE				1,46	0,49	0.003
NSE escola				7,27	1,04	0.000
<b>Diretor</b>						
Assumiu a direção via eleição				-4,76	0,90	0.000
Tem mais de 5 anos de experiência				-3,67	1,47	0.012
Está há mais de 5 anos na direção da escola				5,85	1,61	0.000
Há programa de redução de abandono				-3,33	0,86	0.000
<b>Professor</b>						
Branco				2,42	0,75	0.001
Tem ensino superior				-0,44	1,61	0.783
Tem superior em Matemática				5,36	2,01	0.008
Tem 5 anos ou mais de experiência				1,36	1,03	0.188
Escola tem projeto pedagógico				2,48	1,12	0.027
<b>Efeito Aleatório</b>	<b>Variância</b>	<b>E.P.</b>	<b>Razão-t</b>	<b>Variância</b>	<b>E.P.</b>	<b>Razão-t</b>
Intercepto	191,00	10,24	18,6	161,05	9,27	17,4
Residual	1.821,23	14,63	124,5	1.822,27	14,64	124,5
<b>ICC</b>	0,0949			0,0812		
<i>Deviance</i>	343.138,24			342.961,21		
Número de parâmetros	17			33		
Deviance M1 – Deviance M2	5.574,81					
Diferença de parâmetros	14					
Deviance M2 – Deviance M3				177,04		
Diferença de parâmetros				16		

No que se refere à cor, observou-se que os alunos brancos têm um desempenho superior, em média, de 4,4 pontos em comparação àqueles que se declararam pardos, pretos, amarelos, indígenas ou que não souberam informar. Isso pode estar relacionado à condição econômica, mas, também, a outras características da família do estudante. Esse resultado já é conhecido na literatura empírica e, conforme ressalva Couri (2010), os não brancos, além de possuírem menores níveis de proficiência, ainda enfrentam maior atraso escolar e maiores taxas de repetência.

O fato de pertencer a uma família tradicional (formada pelo pai e mãe) também gera resultados positivos, o que assinala a importância da presença dos pais nos anos iniciais de ensino. Destaca-se ainda a importância da escolaridade da mãe, visto que todas as variáveis indicadoras foram significativas e positivas. Em comparação aos alunos com mães que não estudaram ou não completaram o primeiro ciclo do ensino fundamental (categoria base), a proficiência em Matemática é aumentada, em média, pela escolaridade da mãe, em 7,64 pontos

para estudantes com mães que estudaram até a 4ª série, 12,24 pontos para alunos com mães que completaram o ensino fundamental, 22,62 pontos para estudantes com mães que estudaram todo o ensino médio e 15,53 pontos para alunos com mães que possuem curso superior completo. Segundo Menezes-Filho (2011), acredita-se que mães com maior escolaridade pressionem mais as escolas pela melhoria do ensino ou que isso facilite o aprendizado pelo melhor *background* familiar dos alunos.

O tempo gasto em televisão, internet ou jogos eletrônicos também reflete em resultados positivos sobre a proficiência. Nota-se que, para cada hora adicional com esse tipo de lazer por dia, a proficiência em Matemática tende a aumentar 3,73 pontos, em média. Pode ser que existam conexões entre aquilo que é ensinado e o que a criança absorve nesse tempo de lazer. Talvez, alguns jogos, por exemplo, desenvolvam habilidades que facilitem o aprendizado (concentração, estratégia, raciocínio lógico) de Matemática. Estudantes que têm um maior compromisso com a escola, isto é, que fazem o dever de Matemática na maioria das vezes, têm um incremento na nota de 17,4 pontos, em média, se comparados aos alunos que não fazem as tarefas. Isso sugere que as escolas poderiam atuar no sentido de elaborarem projetos que visem a uma maior sistematização da realização de atividades extraescolares.

A estimativa do NSE de 1,19 aponta uma relação diretamente proporcional entre o nível socioeconômico e o desempenho do aluno, controlados os efeitos das demais variáveis. Do mesmo modo, aqueles estudantes que têm um NCS maior apresentam melhor desempenho na prova de Matemática quando controladas as demais variáveis, indo ao encontro do que aponta a literatura (PALERMO; SILVA; NOVELLINO, 2014). Isso significa que o estímulo dos pais ao estudo, à leitura, bem como o seu interesse pelo cotidiano escolar do filho, é importante para o alcance de bons resultados, principalmente, nos anos iniciais do ensino fundamental (ALMEIDA, 2014).

O componente de variância residual coloca um limite máximo efetivo da quantidade de variação nas médias escolares que jamais vai ser explicado por um fator de nível da escola (nível 2). Ao incluir o fator nível da escola no modelo seguinte, espera-se reduzir o tamanho desse componente de variância, indicando que já foi esclarecida parte da variação explicável.

A terceira coluna da Tabela 6 traz os resultados da estimação do modelo 3 com a inclusão de variáveis explicativas para o nível da escola. As estimativas dos parâmetros relativas aos efeitos fixos das variáveis de aluno foram muito semelhantes àquelas obtidas pelo modelo 2, com exceção do NSE do aluno, que deixou de ser significativo após feito o controle pelo NSE médio da escola. Essa não significância do NSE individual do estudante após o controle pelo NSE agregado também foi encontrada em outros estudos. Conforme Laros e Marciano (2008b), provavelmente, esse resultado ocorre em virtude da correlação existente entre as duas variáveis (0,5).

O aluno da rede municipal de ensino tem desempenho menor se comparado aos da rede estadual, em média, de 5,18 pontos, quando as demais variáveis estão no valor médio da amostra. Por outro lado, a nota do aluno é acrescida pela melhor infraestrutura das escolas: para cada ponto da escola acima da média amostral do ICE das escolas (o que corresponde a uma melhora no índice), a nota do aluno aumenta, em média, 1,46 ponto, mantendo as demais variáveis constantes. Observa-se a importância das condições físicas e de funcionamento dos estabelecimentos de ensino para o bom desempenho acadêmico, em concordância com Barbosa e Fernandes (2001). Do mesmo modo, o aumento de uma unidade acima da média amostral do NSE agregado eleva, em média, a proficiência em Matemática em 7,27 pontos dos alunos dessa escola, tudo mais constante.

Das variáveis relacionadas ao diretor, somente o fato de esse exercer a função de direção há cinco anos ou mais teve relação positiva com a proficiência dos alunos. Isso sugere que a gestão de diretores com a maior experiência no cargo resulta em um ambiente escolar com efeitos positivos sobre o desempenho acadêmico dos estudantes.

Esperava-se que a forma de escolha do diretor via eleição contribuisse para um melhor aproveitamento dos estudantes. No entanto, para o presente caso, diretores eleitos parecem

conduzir a resultados piores, dado que a proficiência em Matemática dos estudantes é reduzida, em média, em 4,76 pontos nas escolas em que os diretores assumiram a direção por meio de eleição. Almeida (2014), por meio de regressões quantílicas, encontrou relação negativa entre diretores escolhidos por meio de um processo de seleção e/ou eleição e a proficiência, nos casos dos percentis representativos dos estudantes com piores desempenhos na fase inicial do ensino fundamental. Em conformidade com esses resultados, Santos, Sampaio e Sampaio (2016) sugerem que isso possa estar relacionado à falta de incentivos para selecionar bons candidatos, já que, no geral, são poucos concorrentes à eleição. Além disso, há um maior peso dos votos dos professores, o que leva à formação de corporativismo e à necessidade de apoio durante a eleição; além das diferenças existentes entre esse processo nas escolas estaduais e municipais.

Do mesmo modo, a existência de programas de redução de taxas de abandono impacta negativamente na nota do aluno na prova de Matemática, o que também foi encontrado por Menezes-Filho (2011). Observa-se que, em média, a nota do aluno é reduzida em 3,33 pontos nas escolas em que os diretores informaram desenvolver algum programa de redução de taxas de abandono, mantendo as demais variáveis constantes. Assim, cabe destacar que a simples existência de ações nesse sentido não leva aos resultados esperados no desempenho escolar, principalmente, para o público-alvo desses programas, que são estudantes que precisam de uma atenção maior por apresentarem maiores dificuldades em prosseguir com a vida escolar. Esses programas podem conseguir manter os estudantes nas escolas, mas tendem a reduzir a média escolar porque esses alunos possivelmente são os que estão em atraso e/ou são aqueles que têm um desempenho menor.

No que se refere às características dos professores, nota-se que, nas escolas que têm professores com licenciatura em Matemática, para cada ponto adicional, em média, a nota esperada em Matemática aumenta em 5,36 pontos, sendo as outras variáveis constantes. Isso representa um aumento significativo de 0,1 desvio-padrão na distribuição de notas, haja vista que, na amostra, em média, somente 3% dos professores possuem ensino superior com licenciatura em Matemática. Chama a atenção, portanto, a necessidade de políticas educacionais que considerem a importância da formação em Matemática dos docentes nas séries iniciais do ensino fundamental. Uma estratégia a ser seguida poderia, por exemplo, considerar a divisão do conteúdo nessas séries entre dois professores com diferentes formações. Outra explicação reside no próprio interesse do docente pelo gosto da Matemática que pode levar a dificuldades no ensino dessa disciplina, já que muitas vezes os professores com outras formações escolhem a licenciatura em Pedagogia ou Letras, por exemplo, pela aversão aos cálculos. Uma possível saída também seria o oferecimento de cursos de capacitação para práticas didáticas do ensino de Matemática.

Além disso, observou-se que as escolas que possuem professores brancos, em média, para cada ponto adicional, a proficiência em Matemática aumenta em 2,42 pontos, *ceteris paribus*. Isso pode estar relacionado a características não observáveis nos dados da amostra, como, por exemplo, a possibilidade de que os professores brancos tenham maior acesso aos recursos culturais e econômicos, tenham maior acesso ao ensino de qualidade, melhores oportunidades de emprego e salários, façam parte de escolas com maior nível socioeconômico, entre outros fatores.

A declaração do professor sobre a existência de projeto pedagógico também aponta para resultados positivos sobre a proficiência. A importância do projeto pedagógico está no auxílio ao processo de ensino-aprendizagem, já que nele são apresentados os objetivos e prioridades para o ensino de qualidade. Assim, é um instrumento útil na condução da gestão escolar, servindo como parâmetro de avaliação e planejamento das atividades dentro da escola.

Destaca-se que, mesmo após o controle dos efeitos de seletividade e de composição escolar, a variância do intercepto continuou relativamente alta e estatisticamente significativa. Laros e Marciano (2008b) sugerem que a estimativa do intercepto, depois de feito o controle para as variáveis de composição e seletividade escolar, pode ser explicado como a eficácia escolar, pois, antes desse controle, o intercepto representa uma parte apreciável do NSE do

aluno. Assim, pode-se interpretar a alta variância do intercepto como um indicador da existência de divergências significativas na eficácia do ensino escolar de Matemática.

Avançando na busca de se entender a heterogeneidade entre escolas, o passo seguinte da modelagem do desempenho em Matemática foi conferir se algumas das variáveis explicativas apresentavam inclinações aleatórias e não fixas, como suposto no modelo 3. Observando-se a importância de fatores relacionados ao ambiente familiar, pode-se supor que os efeitos de algumas variáveis não são os mesmos entre as escolas.

Para definir qual variável do nível 1 possuía algum efeito aleatório, observou-se a literatura empírica e os resultados encontrados no modelo 3, tendo sido testadas as seguintes variáveis: trabalha fora (ANDRADE; LAROS, 2007); atraso escolar (LAROS; MARCIANO, 2008b); NCS (COURI, 2010); escolaridade da mãe (RIANI, 2005) e cumprimento do dever (ANDRADE; LAROS, 2007). Somente apresentaram coeficientes aleatórios significativos as variáveis para o NCS e trabalha fora. Em uma linguagem mais econômica, é como se o “preço” ou a “remuneração” pelo fato de o aluno trabalhar fora ou não, e ter um bom capital social em casa ou não, fosse diferenciado de escola para escola, em termos de desempenho alcançável pelo aluno.

Com o objetivo de identificar variáveis do nível 1 que trariam uma contribuição substancial para explicar a variabilidade na variável dependente que ocorre dentro das escolas (BICKEL, 2007), foram estimadas duas especificações de coeficientes aleatórios: o modelo 4 considera que apenas os coeficientes de inclinação associados ao NCS e à variável “trabalha fora” são aleatórios, e o modelo 5 que incorpora também as interações entre essas variáveis e variáveis do nível da escola (ou variáveis contextuais). Essas interações buscam captar quais variáveis da escola ajudam a explicar as diferentes inclinações observadas para as variáveis trabalha fora e NCS.

As colunas 2 e 3 da Tabela 7 trazem as estimações referentes aos modelos 4 e 5, respectivamente. Observa-se que os efeitos fixos do nível 1 e 2 foram muito similares aos obtidos nos modelos 2 e 3. O componente aleatório aponta o quanto o componente fixo varia de escola para escola, tanto em se tratando de intercepto, bem como em se tratando de coeficientes de inclinação com um componente aleatório. Levando isso em consideração, a interpretação dos componentes aleatórios deve ser feita com muita cautela. Sugere-se, nesse caso, a análise da abrangência dos coeficientes aleatórios por meio de intervalos de confiança. Assim, os intervalos de confiança são construídos considerando que 95% da distribuição esteja incluída em um intervalo que compreende a faixa de 1,96 desvio-padrão acima e abaixo do componente fixo do coeficiente aleatório de interesse (BICKEL, 2007), conforme uma distribuição normal.

O intervalo um coeficiente aleatório mostra os efeitos mínimos e máximos esperados de cada variável ou média escolar, no caso do intercepto. Construindo o intervalo de confiança para o intercepto no modelo 4, percebe-se que, no limite inferior, têm-se escolas com a proficiência média de 213,13 pontos, e, no limite superior, a proficiência média chega a 262,77 pontos. A análise dos efeitos aleatórios no modelo 4 mostra que a relação entre o fato de o aluno trabalhar fora e a proficiência dentro das escolas, de fato, varia significativamente em toda a população de escolas. Da análise do intervalo de confiança, têm-se que: uma inclinação correspondente ao limite inferior do intervalo indicaria que, se o aluno trabalha fora, a proficiência se reduz em 40,57 pontos, quando comparado com um estudante que não trabalha fora; já uma inclinação correspondente ao limite superior do intervalo significaria que, se o aluno trabalha fora de casa, a proficiência se reduz em 0,23 ponto, quando comparado com estudantes que não trabalham fora. Nota-se uma significativa diferença na magnitude e no impacto das inclinações para alunos que trabalham fora.

Igualmente, a relação entre o NCS da família do estudante e a proficiência tem efeitos diferenciados entre as escolas. O intervalo de confiança para esse caso indica que, em média, no limite inferior, o NCS reduz a proficiência em 1,40 ponto, e, no limite superior, a proficiência

se eleva em 16,30 pontos. Isso mostra quão diferentes podem ser as escolas em termos de retornos do nível de capital social da família para o desempenho dos estudantes.

**Tabela 7: Modelos com Interações e Coeficientes Aleatórios**

VARIÁVEIS EXPLICATIVAS	MODELO 4			MODELO 5		
	Efeito Fixo	Estimativa	E.P.	P-valor	Estimativa	E.P.
Intercepto	237,95	0,40	0,000	237,95	0,40	0,000
<b>Aluno</b>						
Homem	2,86	0,50	0,000	2,89	0,50	0,000
Branco	4,21	0,54	0,000	4,12	0,54	0,000
Atraso	-23,34	0,81	0,000	-23,62	0,81	0,000
Mora com mãe e pai	4,92	0,54	0,000	4,90	0,54	0,000
<i>Escolaridade da mãe:</i>						
- Até 4º série do fundamental	7,57	0,78	0,000	7,50	0,78	0,000
- Ensino fundamental completo	12,16	0,87	0,000	12,09	0,87	0,000
- Ensino médio completo	22,31	0,86	0,000	22,26	0,86	0,000
- Superior completo	15,34	0,97	0,000	15,39	0,97	0,000
Trabalho doméstico	-3,38	0,62	0,000	-3,34	0,62	0,000
Trabalho fora de casa	-20,40	0,83	0,000	-20,35	0,83	0,000
Tempo de lazer	3,67	0,20	0,000	3,67	0,20	0,000
Dever de Matemática	17,27	0,71	0,000	17,25	0,71	0,000
NSE	0,52	0,38	0,164	0,51	0,38	0,178
NCS	7,45	0,46	0,000	7,43	0,46	0,000
<b>Escola</b>						
Municipal	-5,17	0,94	0,000	-5,32	0,93	0,000
Urbana	-1,48	1,93	0,442	-1,38	1,92	0,475
Matrículas 5º ano	0,02	0,04	0,678	0,02	0,04	0,642
Matrículas <sup>2</sup>	0,00	0,00	0,855	0,00	0,00	0,830
IPE	0,45	0,58	0,441	0,42	0,58	0,464
ICE	1,45	0,49	0,004	1,44	0,49	0,004
NSE da escola	7,29	1,04	0,000	7,27	1,05	0,000
<b>Diretor</b>						
Assumi a direção via eleição	-4,80	0,90	0,000	-4,78	0,90	0,000
Tem mais de 5 anos de experiência	-3,66	1,46	0,012	-3,66	1,46	0,012
Está a mais de 5 anos na direção da escola	5,84	1,61	0,000	5,85	1,61	0,000
Há programa de redução de abandono	-3,33	0,85	0,000	-3,31	0,85	0,000
<b>Professor</b>						
Branco	2,43	0,75	0,001	2,22	0,75	0,003
Tem ensino superior	-0,37	1,61	0,817	-0,39	1,61	0,807
Tem superior em Matemática	5,36	2,01	0,008	5,33	2,01	0,008
Tem 5 anos ou mais de experiência	1,36	1,03	0,189	1,31	1,03	0,205
Escola tem projeto pedagógico	2,45	1,12	0,029	2,40	1,12	0,032
<b>Interações</b>						
NSE escola * NCS aluno				-3,82	1,06	0,000
Atraso escolar * NCS aluno				-18,10	3,86	0,000
Proporção de brancos * trabalha fora				19,17	4,86	0,000
Proporção de mães com superior * trabalha fora				-17,90	6,16	0,004
<b>Efeito Aleatório</b>	<b>Variância</b>	<b>E.P.</b>	<b>Razão-t</b>	<b>Variância</b>	<b>E.P.</b>	<b>Razão-t</b>
Trabalha fora	105,93	32,95	3,2	97,82	32,60	3,0
NCS	20,40	10,28	2,0	16,27	9,95	1,6
Intercepto	160,37	9,26	17,3	158,65	9,20	32,6
Residual	1.805,28	15,05	119,9	1.805,05	15,04	120,0
<b>ICC</b>	0,0816			0,0808		
Deviance	342.942,64			342.892,86		
Número de parâmetros	35			39		
Deviance M3 – Deviance M4	18,57					
Diferença de parâmetros	2					
Deviance M4 – Deviance M5				49,78		
Diferença de parâmetros				4		

Como se percebe, a significância desses coeficientes aleatórios indica que existe um alto grau de diferenciação entre escolas quanto ao retorno, em termos de desempenho em Matemática, do NCS do aluno e do fato de o aluno trabalhar fora ou não.

O último passo proposto por Hox (2002) é verificar efeitos de interação entre os níveis. Isso é feito para se tentar explicar o porquê do retorno diferenciado dessas variáveis em termos de notas. Em termos sintéticos, pode-se dizer que o efeito de interação entre variáveis do nível micro e do nível macro representam os efeitos diferentes para grupos distintos (LAROS; MARCIANO, 2008a).

As interações entre variáveis dos níveis do aluno e da escola que tiveram significância foram: 1) NCS do aluno com o NSE da escola; 2) NCS do aluno com a proporção de alunos em atraso escolar na escola; 3) Trabalha fora no nível do aluno com a proporção de alunos brancos na escola; 4) Trabalha fora no nível do aluno com a proporção de mães com ensino superior na escola.

Os resultados do modelo 5 são reportados na coluna 3 da Tabela 7. Quando as interações são adicionadas à análise, é interessante verificar os termos aleatórios do modelo. Comparando os resultados do modelo 5 com o modelo 4, nota-se que os componentes aleatórios das variáveis NCS e trabalha fora sofreram uma redução de 105,9 para 97,8, no primeiro caso, e de 20,4 para 16,7, no segundo. Assim, os intervalos de confiança também sofreram uma ligeira redução no modelo 5.

Para a variável trabalha fora, o limite inferior do intervalo mostra que, se o aluno exerce algum trabalho fora de casa, a proficiência se reduz em 39,74 pontos quando comparado com um estudante que não trabalha fora. Já para o limite superior, o trabalho fora de casa reduz a proficiência em 0,96 ponto comparado com estudantes que não trabalham fora. No caso do NCS, tem-se que o intervalo indica que, no limite inferior, o NCS diminui a proficiência em 0,48 ponto, e, no limite superior, o NCS eleva a proficiência em 15,34 pontos. Por fim, para o intercepto no limite inferior, a proficiência média da escola é de 213,26 pontos, e, no limite superior, a proficiência média é de 262,64 pontos.

Esse resultado sugere que parte das diferenças no coeficiente de regressão para o NCS do aluno entre escolas esteja relacionada às diferenças existentes entre as escolas em termos do NSE agregado e atraso escolar. Da mesma forma, as diferenças existentes entre o retorno dos alunos que trabalham fora de casa e as escolas têm relação direta com a escolaridade média das mães e com a proporção de alunos brancos na escola, isto é, considera-se que o efeito agregado dessas variáveis também possa afetar os estudantes que interagem nas mesmas salas de aula ou escolas. Quando considerado no agregado, o efeito de uma variável do aluno sobre o desempenho acadêmico dos seus colegas é conhecido por *peer effect* ou externalidade gerada pelos pares (OLIVEIRA, 2010).

O coeficiente para a primeira interação ( $NSE\ escola * NCS\ aluno$ ) demonstra que, à medida que o NSE da escola aumenta, o retorno individual do nível de capital social do aluno, em média, experimenta uma vantagem menor no desempenho em Matemática. Assim, se todas as variáveis estivessem equivalentes às respectivas médias amostrais, inclusive, as variáveis contextuais de escola, para cada unidade a mais no NCS do aluno, o efeito esperado sobre a nota em Matemática seria de um aumento de 7,43. Contudo, para cada ponto percentual acima da média que a escola apresentar em termos de NSE agregado, esse efeito do NCS aluno se reduz para 3,61 pontos (diferença entre o efeito fixo estimado e o parâmetro estimado da interação) na proficiência. Esse resultado parece bastante intuitivo, mas traz poucas implicações em termos de política educacional.

O atraso escolar pode estar relacionado não só com a reprovação, mas, também, com as condições econômicas e sociais que vivenciam os estudantes de uma determinada escola. Assim, espera-se que o nível de capital social dos alunos exerça menor efeito em termos de ganhos de aprendizado em ambientes em que há uma elevada proporção de alunos em atraso escolar. O efeito encontrado para a segunda interação ( $Atraso\ escolar * NCS\ aluno$ ) indica que, em escolas com maior proporção de alunos atrasados, em média, o efeito do NCS do aluno sobre a proficiência em Matemática é reduzido. Dito de outra forma, para cada ponto percentual na proporção de alunos em atraso escolar acima da média das escolas, cada unidade a mais de NCS do aluno leva, em média, a uma redução de 10,67 pontos na proficiência.

A conclusão é que, tanto em ambientes muito desfavoráveis (em termos da elevada taxa de crianças em atraso escolar) quanto em ambientes muito privilegiados (em termos de NSE agregado nas escolas), o retorno do NCS do aluno em termos de aprendizado é reduzido, chegando a se tornar negativo no primeiro caso. Assim, espera-se que as externalidades geradas no ambiente escolar se sobreponham às influências do ambiente familiar, sugerindo que a política educacional deva buscar mecanismos de atuação que minimizem os efeitos das desigualdades existentes entre os estudantes.

No caso da terceira interação (*Proporção de brancos\*trabalha fora*), seu coeficiente aponta que, para um aumento de 1 ponto percentual acima da média na proporção de alunos brancos da escola, o fato de o aluno trabalhar reduz a proficiência, em média, em 1,18 ponto, isto é, o custo individual de se trabalhar fora, em termos de aprendizado, é bastante ou praticamente anulado, visto que o efeito negativo de se exercer algum trabalho fora de casa (-20,35) é compensado nas escolas com maior proporção de brancos (19,17). Se considerarmos a proporção de brancos na escola como uma *proxy* para uma boa condição social dos alunos na média, podemos dizer que, nessas escolas, os efeitos negativos do trabalho seriam reduzidos pelos efeitos positivos da convivência com estudantes com uma melhor condição social. Do contrário, pode-se inferir que o tipo de trabalho com que esses alunos estariam envolvidos tenderia a ser menos prejudicial aos seus estudos ou apresentariam uma jornada de trabalho menor que não impactasse tanto no tempo de estudo.

O coeficiente estimado para a última interação (*Proporção de mães com superior\*trabalha fora*) sugere que, para cada ponto percentual acima da média na proporção de mães com ensino superior na escola, o fato de o aluno trabalhar reduz a proficiência, em média, em 38,25 pontos, isto é, o coeficiente negativo da interação indica que a desvantagem sobre a proficiência em Matemática para alunos que trabalham fora é acentuada quando a porcentagem de estudantes com mães com ensino superior na escola aumenta. Considerando a estreita relação existente entre a escolaridade e a renda familiar, pode-se supor que os filhos de mães mais escolarizadas não precisem trabalhar, além de viverem em um ambiente com maior capital cultural familiar que levam a menores custos e dificuldades de aprendizado. Assim, esses alunos têm uma vantagem maior frente aos estudantes que precisam trabalhar fora, os quais, possivelmente, pertencem a famílias mais fragilizadas economicamente, tendo menos tempo e incentivos para se dedicarem aos estudos.

Em resumo, nota-se que os efeitos negativos do trabalho infantil podem ser quase anulados nas escolas com maior proporção de brancos, mas o custo individual de trabalhar fora, em escolas com maior proporção de mães com educação superior, é bastante prejudicial para o aprendizado. A dificuldade em se conhecer melhor essa relação dos *peer effects* reside no fato de que o questionário da Prova Brasil não oferece informações sobre o tipo de atividade e em que condições ocorre o trabalho desses estudantes. Assim, sugere-se que a escola desenvolva alguma forma de acompanhamento desses alunos, na tentativa de evitar maiores custos associados à sua aprendizagem.

Por fim, comparando os resultados dos modelos, percebe-se que a variância total foi reduzida, assim como o ICC. Da análise do *deviance*, pode-se concluir que o modelo 5 está mais ajustado aos dados em comparação ao modelo anterior (49,78 é maior do que 9,49 o valor crítico a 5% com 4 graus de liberdade).

## **Considerações Finais**

Os resultados das estimações evidenciam que os determinantes do desempenho escolar no ensino fundamental no caso analisado estão fortemente relacionados às características individuais dos estudantes e da sua família, mas que fatores escolares também exercem contribuição. Em particular, destaca-se a relevância da escolaridade da mãe, o nível de capital social familiar, a infraestrutura ofertada pela escola e a presença de professores com ensino



superior em Matemática como fatores que se associam positivamente com a proficiência dos alunos.

Observou-se que há diferenças no desempenho médio das escolas na proficiência em Matemática, sendo 14% da variabilidade das notas explicada por diferenças entre as escolas e 86%, por diferenças entre os alunos dentro das escolas. Buscando compreender os fatores explicativos que levam à heterogeneidade observada entre as escolas, foram considerados também alguns coeficientes de inclinação aleatória. Notou-se, portanto, a existência de um “*pay off*” diferenciado entre as escolas para alunos que trabalham fora ou possuem um NCS maior, em termos do desempenho que o estudante pode atingir.

Em busca de maior compreensão sobre o que contribui para essa aleatoriedade, procedeu-se ainda à inclusão no modelo de termos de interação formados por variáveis do nível do aluno e variáveis contextuais da escola. Constatou-se que há uma redução dos efeitos negativos sobre a proficiência da variável “trabalha fora” nas escolas com maior proporção de estudantes brancos, e um agravamento deste efeito nas escolas com maior proporção de mães com ensino superior. Acredita-se que esse efeito distinto das externalidades do grupo pode estar relacionado às diferenças de condições do trabalho infantil. Além, disso, tanto em escolas com maiores proporções de alunos em atraso escolar, bem como em escolas com elevado NSE, o efeito do retorno do NCS do aluno tende a ser menor sobre o desempenho estudantil, reafirmando a importância do ambiente escolar para o aprendizado.

Ademais, em alguns aspectos, os resultados apontam que o ambiente escolar pode reduzir a importância do ambiente familiar, no sentido de atenuar as diferenças educacionais advindas da trajetória escolar e da condição socioeconômica dos estudantes. Espera-se que esta pesquisa possa suscitar ideias para trabalhos futuros que adicionem novas variáveis que descrevam melhor o contexto escolar e familiar, ou que utilizem outros estados ou períodos ou dados longitudinais.

## Referências

ALBERNAZ, A.; FERREIRA, F.; FRANCO, C. Qualidade e equidade no ensino fundamental brasileiro. *Pesquisa e Planejamento Econômico* (Rio de Janeiro), v. 32, n.3, p. 453-476, 2002.

ALMEIDA, A. T. C. A. Determinantes dos piores e melhores resultados educacionais dos alunos da rede pública de ensino fundamental no Brasil. *Planejamento e Políticas públicas*, n.42, jan./jun., p.147-182, 2014.

ANDRADE, J. M.; LAROS, J. A. Fatores associados ao desempenho escolar: um estudo multinível com dados do SAEB/2001. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, Brasília, v.23, n.1, jan-mar, p. 33-42, 2007.

BARBOSA, M. E. F.; FERNANDES, C. Modelo multinível: uma aplicação a dados de avaliação educacional. *Estudos em Avaliação Educacional*, n. 22, p. 135-154, 2000.

\_\_\_\_\_. A escola brasileira faz diferença? Uma investigação dos efeitos da escola na proficiência em Matemática dos alunos da 4ª série. *Promoção, ciclos e avaliação educacional*. Curitiba: ArtMed, p. 155-172, 2001.

BICKEL, R. *Multilevel analysis for applied research: it's just regression!* New York: The Guilford Press, 2007.

CARRASCO, G. G. *Estimación das escalas dos construtos capital social, capital cultural e capital econômico e análise do efeito escola nos dados do Peru-PISA 2000*. Dissertação

(Mestrado em Engenharia Elétrica), Departamento de Engenharia Elétrica. Rio de Janeiro: PUC-Rio, 2005.

COLEMAN, J. S.; CAMPBELL, E. Q.; HOBSON, C. J.; McPARTLAND, J.; MOOD, A. M.; WEINFELD, F. D.; YORK, R. L. *Equality of Educational Opportunity*. Washington: Office of education and Welfare, 1966.

COURI, C. Nível socioeconômico e cor/raça em pesquisas sobre efeito-escola. *Estudos em Avaliação Educacional*. v.1, n.47, p.449-472, set./dez., 2010.

DIAS, V. M.; FERRÃO, M. E. Modelo Multinível do Desempenho Escolar de Alunos Socialmente Desfavorecidos em Escolas Públicas/Privadas—Aplicação aos Dados Portugueses do PISA 2000. *Psicologia e Educação*, v. 5, n.2, 2006.

FRANCO, C.; ORTIGÃO, I.; ALBERNAZ, A.; BONAMINO, A.; AGUIAR, G.; ALVES, F.; SÁTYRO, N. Qualidade e equidade em educação: reconsiderando o significado de “fatores intra-escolares”. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, v. 15, n. 55, p. 277-298, 2007.

GOLDSTEIN, H. *Multilevel Statistical Models*. New York: John Wiley & Sons, 1995.

HANUSHEK, E. A. Publicly provided education. *Handbook of public economics*, v. 4, p. 2045-2141, 2002.

HOX, J. *Multilevel analysis: techniques and applications*. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, 2002.

LAU, L. J.; JAMISON, D. T.; LOUAT, F. F. Education and productivity in developing countries: An aggregate production function approach. *World Bank Publications*, 1991.

LAROS, J. A.; MARCIANO, J. L. P. Análise multinível aplicada aos dados do NELS: 88. *Estudos em Avaliação Educacional*, v. 19, n. 40, p. 263-278, 2008a.

\_\_\_\_\_. Índices educacionais associados à proficiência em Língua Portuguesa: um estudo multinível. *Avaliação Psicológica*, v.7, n.3, p.371-359, 2008b.

LUKE, D. A. *Multilevel modeling*. Quantitative applications in the social sciences. Sage, v. 143, 2004.

MACHADO, A. F., MORO, S., MARTINS, L.; RIOS, J. Qualidade do ensino em Matemática: determinantes do desempenho de alunos em escolas públicas estaduais mineiras. *Revista da Anpec*, v. 9, n. 1, 2008.

MENEZES-FILHO, N. A. Os determinantes do desempenho escolar do Brasil. In: DELFIN NETO, A. (coord.); DUARTE, P. G.; SILBER, S.; GUILHOTO, J. (Org.). *O Brasil do século XXI*. São Paulo: Saraiva, 2011, v. 1, p. 231-256.

NATIS, L. Modelos Hierárquicos Lineares. *Estudos em Avaliação Educacional*. n. 23, p. 3-29, 2001.

OLIVEIRA, J. M. Custo-efetividade de políticas de redução do tamanho da classe e ampliação da jornada escolar: uma aplicação de estimadores de matching. Rio de Janeiro: *Revista do BNDES*, n.33, p. 281-306, 2010.

PALERMO, G. A.; SILVA, D. B. N.; NOVELLINO, M. S. F. Fatores associados ao desempenho escolar: uma análise da proficiência em Matemática dos alunos do 5º ano do ensino fundamental da rede municipal do Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Estudos de População (Impresso)*, v. 31, p. 367-394, 2014.

RAUDENBUSH, S. W.; BRYK, A. S. *Hierarchical linear models: Applications and data analysis methods*. London: Sage, 2002.

RIANI, J. L. R. *Determinantes do resultado educacional no Brasil: família, perfil escolar dos municípios e dividendo demográfico numa abordagem hierárquica e espacial*. Tese (Doutorado em Demografia), Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.

RIVKIN, S. G.; HANUSHEK, E. A.; KAIN, J. F. Teachers, Schools, and Academic Achievement. *Econometrica*, v. 73, n. 2, p. 417-458, 2005.

SANTOS, F. J. S., SAMPAIO, R. M. B.; SAMPAIO, L. M. B. Eleição nas escolas: uma análise do impacto do diretor eleito sobre o desempenho educacional no estado da Bahia. *Pesquisa e Planejamento Econômico* (Rio de Janeiro), v. 46, n. 1, p. 177-209, 2016.

SCHIEFELBEIN, E.; SIMMONS, J. Os determinantes do desempenho escolar: uma revisão de pesquisas nos países em desenvolvimento. *Cadernos de Pesquisa*, n. 35, p. 53-71, 1980. Disponível em: <http://publicacoes.fcc.org.br/ojs/index.php/cp/article/view/1649>. Acesso: 18/03/2016.

SHERA, P. School effects, gender and socioeconomic differences in reading performance: a multilevel analysis. *International Education Studies*, v. 7, n. 11, p. 28, 2014.

SOARES, J. F. O efeito da escola no desempenho cognitivo de seus alunos. In: Souza, A. M. (org.) *Dimensões da avaliação educacional*. Petrópolis, RJ: Vozes, 2005.

SOARES, J. F.; ALVES, M. T. G. Efeitos de escolas e municípios na qualidade do ensino fundamental. *Cadernos de Pesquisa*, São Paulo, v.43, n.149, p.492-517, 2013.

SOARES, T. M. Modelo de três níveis hierárquicos para a proficiência dos alunos de 4ª série avaliados no teste de Língua Portuguesa do SIMAVE/ PROEB-2002. *Revista Brasileira de Educação*, São Paulo, v. 29, p. 73-87, 2005.

TODOS PELA EDUCAÇÃO (TPE). *De olho nas metas: Primeiro relatório de acompanhamento das 5 metas do Movimento Todos Pela Educação*. São Paulo, 2008.