

<http://dx.doi.org/10.23925/1983-3156.2025v27i3p258-281>

Análise temporal da proficiência em matemática e fatores que impactam o desempenho escolar: uma investigação com dados da educação básica

Temporal analysis of math proficiency and factors that impact school performance: an investigation using data from basic education

Análisis temporal del dominio de las matemáticas y los factores que influyen en el rendimiento escolar: una investigación con datos de educación primaria

Analyse temporelle des compétences en mathématiques et des facteurs influençant les performances scolaires : une enquête sur les données de l'enseignement primaire

Camila Fernanda Bassetto¹

Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" – UNESP

Livre docente em Estatística

<https://orcid.org/0000-0002-2513-7455>

Driely Turi Ursini²

Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" – UNESP

Mestre em Planejamento e Análise de Políticas Públicas

<https://orcid.org/0009-0000-4455-496X>

Alvaro Martim Guedes³

Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" – UNESP

Doutorado em Administração Pública

<https://orcid.org/0000-0001-8490-8259>

Marco Aurélio Kistemann Junior⁴

Universidade Federal de Juiz de Fora – UFMG

Doutorado em Educação Matemática

<https://orcid.org/0000-0002-8970-3954>

Resumo

Durante o processo de escolarização básica, fatores relacionados ao ambiente familiar e à infraestrutura da escola podem influenciar o desempenho educacional do indivíduo. Os sistemas de avaliação de larga escala têm a finalidade de encontrar mecanismos para melhorar a qualidade do ensino ofertado à sociedade de forma eficaz e eficiente. Neste sentido, o presente estudo tem como objetivo investigar a relação entre a proficiência em Matemática dos alunos da terceira série do Ensino Médio, matriculados nas escolas públicas do Estado de São Paulo e

¹ camila.bassetto@unesp.br

² dricaursini@gmail.com

³ alvaro.guedes@unesp.br

⁴ marco.kistemann@ufjf.edu.br

as características técnico-pedagógicas e do perfil socioeconômico no qual está inserido. Para tanto, foram coletados dados relativos às notas de Matemática, bem como as respostas dadas ao questionário aplicado aos pais dos alunos participantes da edição de 2013 do SARESP. A metodologia contempla a utilização de modelos hierárquicos em dois níveis, considerando alunos aninhados em escolas. A seleção do modelo mais adequado aos dados deu-se de acordo com o Akaike Information Criterion (AIC) e o *software* RStudio foi empregado na modelagem. As estimações obtidas mostram que o nível de escolaridade dos pais, a renda familiar e o cumprimento das tarefas de casa pelo aluno atuam positivamente sobre o desempenho em Matemática. Por fim, destacamos que reprovações e falta de professores para algumas disciplinas geram prejuízos para o aprendizado do aluno.

Palavras-chave: Desempenho escolar, Modelo linear generalizado hierárquico, Diretoria de ensino, SARESP.

Abstract

During basic education, factors related to family environment and school infrastructure can influence a student's academic performance. Large-scale assessment systems seek to identify mechanisms to improve the quality of education in an effective and efficient manner. Given this context, this study aims to investigate the relationship between mathematics proficiency among third-year high school students from public schools in the state of São Paulo and the schools' pedagogical characteristics and socioeconomic profiles. To this end, data were collected on math scores, along with responses from a questionnaire administered to parents of students participating in the 2013 edition of SARESP. The methodology employs two-level hierarchical models, accounting for students nested within schools. The best-fitting model was selected based on the Akaike Information Criterion (AIC), and the analysis was conducted using RStudio. The results indicate that parental education level, family income, and student adherence to homework assignments positively affect mathematics performance. Finally, we would like to point out that failing grades and a lack of teachers for some subjects are detrimental to student learning.

Keywords: Academic performance, Hierarchical generalized linear model, School administration, SARESP.

Resumen

Durante la educación básica, factores relacionados con el entorno familiar y la infraestructura escolar pueden influir en el rendimiento académico del alumno. Los sistemas de evaluación a

gran escala buscan identificar mecanismos para mejorar la calidad de la educación de manera eficaz y eficiente. En este contexto, el objetivo de este estudio es investigar la relación entre la competencia en matemáticas de alumnos de tercer año de enseñanza media de escuelas públicas del estado de São Paulo y las características pedagógicas y el perfil socioeconómico de las escuelas. Para ello, se recogieron datos sobre las puntuaciones en matemáticas, junto con las respuestas de un cuestionario administrado a los padres de los estudiantes que participaron en la edición 2013 del SARESP. La metodología emplea modelos jerárquicos de dos niveles, teniendo en cuenta los estudiantes anidados dentro de las escuelas. Se seleccionó el modelo que mejor se ajustaba basándose en el criterio de información de Akaike (AIC), y el análisis se llevó a cabo utilizando RStudio. Los resultados indican que el nivel educativo de los padres, los ingresos familiares y el cumplimiento de los deberes por parte de los alumnos afectan positivamente al rendimiento en matemáticas. Por último, queremos subrayar que los fracasos y la falta de profesores para algunas asignaturas perjudican el aprendizaje de los alumnos.

Palabras-clave: Rendimiento académico, Modelo lineal generalizado jerárquico, Administración escolar, SARESP.

Résumé

Au cours de l'éducation de base, des facteurs liés à l'environnement familial et à l'infrastructure scolaire peuvent influencer les performances académiques d'un élève. Les systèmes d'évaluation à grande échelle cherchent à identifier les mécanismes permettant d'améliorer la qualité de l'éducation de manière efficace et efficiente. Dans ce contexte, cette étude vise à examiner la relation entre les compétences en mathématiques des élèves de troisième année du secondaire des écoles publiques de l'État de São Paulo et les caractéristiques pédagogiques et les profils socio-économiques des écoles. À cette fin, des données ont été collectées sur les résultats en mathématiques, ainsi que des réponses à un questionnaire administré aux parents des élèves participant à l'édition 2013 du SARESP. La méthodologie utilise des modèles hiérarchiques à deux niveaux, prenant en compte les élèves imbriqués dans les écoles. Le modèle le mieux adapté a été sélectionné sur la base du critère d'information d'Akaike (AIC), et l'analyse a été réalisée à l'aide de RStudio. Les résultats indiquent que le niveau d'éducation des parents, le revenu familial et le respect des devoirs par l'élève ont une incidence positive sur les performances en mathématiques. Enfin, nous tenons à souligner que les échecs et le manque d'enseignants dans certaines matières sont préjudiciables à l'apprentissage des élèves.

Mots-clés : Administration scolaire, Administration scolaire, modèle linéaire hiérarchique généralisé, performance scolaire, SARESP.

Análise temporal da proficiência em matemática e fatores que impactam o desempenho escolar: uma investigação com dados da educação básica

Segundo o Artigo 205, da Constituição Federal (CF) do Brasil, promulgada em 1988 e vigente até os dias atuais, a educação é direito de todos os cidadãos. No decorrer do tempo, Emendas Constitucionais foram inseridas para estabelecer a faixa etária obrigatória para os estudantes e garantir o acesso e a permanência na escola. Simultaneamente, o Estado e a família (ou responsáveis legais), assumiram o dever de assegurar que os indivíduos estejam na escola na idade apropriada, sendo passíveis de responsabilização judicial caso essa obrigação não seja cumprida. Ainda no âmbito educacional, o inciso VII do Artigo 206 da CF estabelece a exigência de garantia de um padrão de qualidade para o ensino ofertado. Para que essa qualidade pudesse ser efetivamente assegurada, primeiramente, tornou-se imprescindível mensurar a educação disponibilizada (Brasil, 1988).

Em atendimento a esta demanda, em 1996 é estabelecida a Lei de Diretrizes e Bases (LDB) (Brasil, 1996), a qual afirma, no Artigo 9º, inciso VI, que é dever da União assegurar um processo nacional de avaliação do rendimento escolar nos ensinos Fundamental, Médio e Superior, com o objetivo de estabelecer prioridades e promover a melhoria da qualidade do ensino. Torna-se, portanto, oficial e de atribuição da União, o compromisso de promover os processos de avaliação externa, buscando inferir e requerer a qualidade de ensino. Diante disso, compreende-se o processo inicial e a demanda de políticas públicas direcionada à educação.

As políticas de avaliação educacional têm como objetivo avaliar a qualidade da educação e desempenham papel relevante no acompanhamento e desenvolvimento da área educacional. Como argumenta Souza (2016),

A avaliação, ao apresentar os seus produtos, expressa uma importante face do sistema educacional, mas esta face não pode ser confundida como a plenitude de resultados de todos os esforços de inúmeros professores e alunos (e extensivamente: diretores, pedagogos, trabalhadores não docentes, famílias, dirigentes dos sistemas de ensino) no país. Entre a necessidade de se conhecer e monitorar o andamento dos trabalhos nas escolas brasileiras e, de outro lado, de se indicar os resumos a serem perseguidos pela educação e pelos educadores (efeito esse que também decorre por conta do sistema de avaliação vigente), a política educacional precisa encontrar o termo adequado para ter informações as mais precisas possíveis sobre os processos e os produtos do trabalho escolar e, ao mesmo tempo, auxiliar na construção de rumos mais democráticos para o futuro educacional. (Souza, 2016, pp. 19-20).

Segundo Minhoto (2016), o processo de avaliação deve envolver todo o ambiente de vivência do aluno, isto é, considerar as características familiares, sociais, culturais e escolares, e não apenas as notas alcançadas em uma prova. De acordo com a autora,

Já a avaliação pode ser definida como a complexa trama de relações estabelecidas entre os diferentes construtos. Nesse sentido, as provas e testes que aferem a proficiência dos estudantes só se transformam de fato em avaliação educacional quando os seus resultados são relacionados à outros construtos, como, por exemplo, as características socioeconômicas dos alunos; as experiências escolares; as motivações para o curso; o ambiente educacional; as condições de infraestrutura da instituição de ensino, entre outros. (Minhoto, 2016, pp. 151).

Os modelos de avaliação compõem a pauta de diversos estudos da área (Souza, 2016; Minhoto, 2016; Alavarse et al., 2013, Hojas, 2017). Educadores e pesquisadores vem debatendo os métodos tradicionalmente utilizados para avaliar os estudantes, em especial quando as avaliações são externas. De acordo com Alavarse et al. (2013, pp. 16), “[...] a educação básica brasileira passa a ser objeto de avaliações externas, inicialmente apresentadas como necessárias para o monitoramento do desempenho de seus estudantes em provas padronizadas, passíveis de permitir comparações entre redes e escolas”.

As avaliações externas, como Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (SAEB), Sistema de Avaliação do Rendimento Escolar do Estado de São Paulo (SARESP), Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), entre outras, buscam apresentar indicadores alinhados à realidade educacional. Para isso, aplicam questionários socioeconômicos, não apenas aos alunos e professores, mas também, aos pais. Tais questionários desempenham papel relevante sobre a avaliação, pois auxiliam na identificação do contexto familiar e social no qual o aluno está inserido. Além disso, por meio deste instrumento, é possível desenvolver estudos nos quais correlações entre variáveis e notas alcançadas sejam estabelecidas e investigadas.

Este artigo visa contribuir para o debate, por meio da aplicação da modelagem multinível aos resultados do Sistema de Avaliação do Rendimento Escolar do Estado de São Paulo (SARESP) e, assim, colaborar com uma análise em que fatores diversificados sejam observados. Espera-se que os resultados obtidos possam atuar como ferramentas para o desenvolvimento e elaboração de políticas públicas educacionais priorizando o ensino e a aprendizagem da Matemática no processo de escolarização básica.

Avaliações em larga escala: o Sistema de Avaliação do Rendimento Escolar do Estado de São Paulo (SARESP)

Na investigação sobre o surgimento das avaliações em larga escala no Brasil, Brito e Conceição (2024) definem a década de 1980 como marco inicial das discussões sobre a avaliação educacional. De acordo com os autores, tais avaliações externas foram implantadas com a finalidade de avaliar, diagnosticar e promover avanços nas políticas educacionais, cujo objetivo central é a melhoria da qualidade da educação.

Desde as décadas de 80 e 90, quando se começou a debater a necessidade destas avaliações, até hoje, inúmeras provas já foram criadas, modificadas, adaptadas, reajustadas e seguem em constantes reformulações, pois a educação não é estática e elas devem acompanhar o cenário, com o dever de trazer para a sociedade o quadro mais próximo da realidade do presente em que forem aplicadas. No ano de 2024, podem ser citadas, como avaliações de larga escala vigentes no Brasil, o Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB), Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (ENADE), cada uma delas sendo voltada para diferentes públicos específicos.

Quando a educação é considerada um produto estatal, a avaliação torna-se essencial como instrumento para a distribuição de recursos orçamentários, investimento de fundos públicos e como meio de mensurar a qualidade do serviço oferecido. A nível estadual, cada unidade da federação tem autonomia para definir e realizar suas próprias avaliações de larga escala e seus índices educacionais. No estado de São Paulo, no dia 29 de março do ano de 1996, a Secretaria de Educação, por meio da Resolução SE Nº 27, instituiu o Sistema de Avaliação de Rendimento Escolar do Estado de São Paulo (SARESP). De acordo com o documento entendeu-se necessário a criação de uma política de avaliação do ensino a nível estadual, para ser possível articular-se com o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica-SAEB/MEC. Entre outras funções, a Resolução ainda aborda ser imprescindível a recuperação da qualidade de ensino do Estado de São Paulo, assim como, a necessidade de possuir uma ferramenta capaz de fornecer dados capazes de subsidiar tomadas de decisões das Delegacias de Ensino e/ou Unidades Escolares (SÃO PAULO, 1996).

Atualmente o SARESP é obrigatório para estudantes do 2º, 5º e 9º anos do Ensino Fundamental e 3ª série do Ensino Médio. As disciplinas contempladas em todas as provas, desde a primeira edição, são as de Língua Portuguesa e Matemática; porém, em alguns anos são trazidas outras disciplinas para completar a avaliação. Além dos dados que trazem os resultados das provas, esta avaliação também gera informações importantes que estruturam o Índice de Desenvolvimento da Educação de São Paulo (IDESP), como, por exemplo, o fluxo escolar, por meio de taxas de aprovação e reprovação dos alunos, e abandono escolar (SÃO PAULO, 2016).

A avaliação do desempenho em Matemática, e nas demais disciplinas, está apoiada no Currículo do Estado de São Paulo e, a partir das expectativas de aprendizagem quanto ao conteúdo, competências e habilidades estabelecidas para cada ano/série, os pontos da escala do SARESP são agrupados em quatro níveis: Abaixo do Básico (AB), Básico (BA), Adequado

(AD) e Avançado (AV). A Tabela 1 contém informações referentes aos níveis de proficiência, intervalos de pontuação e descrição, utilizados pelo SARESP.

Tabela 1.

Níveis de proficiência em Matemática estabelecidos pelo SARESP (Brasil, 2014, p. 6)

Nível de proficiência	Intervalo de pontuação	Classificação	Descrição
Abaixo do Básico (AB)	Menor que 275	Insuficiente	Os alunos demonstram domínio insuficiente dos conteúdos, competências e habilidades desejáveis para o ano/série em que se encontram.
Básico (BA)	Igual ou acima de 275 e menor que 350	Suficiente	Os alunos demonstram domínio mínimo dos conteúdos, competências e habilidades, mas possuem estruturas necessárias para interagir com a proposta curricular no ano/série subsequente.
Adequado (AD)	Igual ou acima de 350 e menor que 400		Os alunos demonstram domínio pleno do conteúdo, competências e habilidades desejáveis para o ano/série em que se encontram.
Avançado (AV)	Igual ou acima de 400	Avançado	Os alunos demonstram conhecimentos e domínio dos conteúdos, competências e habilidades acima do requerido no ano/série em que se encontram.

A realização do SARESP envolve alunos, pais de alunos, escolas, diretores coordenadores, professores de disciplinas diversas, aplicadores e fiscais, e utiliza-se de dois instrumentos de avaliação, sendo o primeiro caracterizado pela aplicação de provas em dois dias, e o segundo correspondente à aplicação de questionários direcionados aos pais e alunos, diretores, professores coordenadores e demais professores (Brasil, 2022).

Os questionários permitem coletar informações sobre o contexto social, econômico, cultural e familiar dos alunos, sobre a trajetória escolar, hábitos de estudo e percepções e expectativas a respeito dos professores, da prática pedagógica e da gestão escolar. Os questionários direcionados à gestão escolar propiciam a obtenção de informações sobre formação acadêmica e experiência, estudo de gestão e percepção sobre o funcionamento e condições da escola.

A aplicação do SARESP resulta em diferentes produtos, incluindo boletins e relatórios de desempenho, relatórios técnicos e pedagógicos, os quais são destinados à finalidades específicas que abrangem a investigação de evolução, ou não, dos resultados anteriores, localização de evidências de melhoria e de fragilidades do ensino, entre outras. Disponibilizar os resultados desta avaliação aos seus participantes possibilita aos educadores discutir e propor ações e estratégias necessárias para o alcance de metas fixadas para a educação pública estadual (Brasil, 2014).

Identificação de fatores associados ao desempenho escolar a partir de modelos hierárquicos

Na avaliação educacional, o desempenho do aluno é um importante indicador da eficácia do sistema de ensino. Esse parâmetro, no entanto, não deve ser observado isoladamente. Ferrão et al. (2001), Alves e Soares (2008), Laros e Marciano (2008), entre outros autores, realçam que análises de desempenho escolar devem cotejar informações em conjunto, ou seja, do contexto escolar e social do indivíduo. Isso porque há evidências empíricas de que o desempenho escolar dos alunos é influenciado não apenas por suas habilidades inerentes, mas também por fatores que englobam elementos sociais, econômicos e culturais de suas famílias. Aspectos mais abrangentes, portanto, são necessários para realizar avaliações educacionais – visto que eventuais desigualdades sociais comprovadamente têm influência nos resultados dos sistemas de ensino, como observam os estudos de Jesus e Laros (2004) e Laros et al. (2010).

Dessa forma, os resultados obtidos, por meio dos sistemas de avaliação educacionais nos últimos anos, permitem validar com maior segurança os resultados verificados na área educacional brasileira. Isso porque houve avanços tanto em recursos metodológicos como, principalmente, nos atuais critérios de avaliação do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (SAEB), do Sistema de Avaliação do Rendimento Escolar do Estado de São Paulo (SARESP) e do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). Estes sistemas têm, portanto, proporcionado segura análise crítica do desempenho e rendimento escolar da educação formal no Brasil.

O que se verifica, como predominante nas avaliações desses sistemas, é a presença de fatores diversificados, sejam eles de natureza humana, social ou cultural que possam influenciar o desempenho escolar dos alunos (Ferrão et al., 2001; Soares e Alves, 2008; Andrade e Laros, 2007; Bassetto, 2019). Desse modo, para bem identificar as variáveis associadas ao desempenho escolar, é necessário considerar as estruturas educacionais nas quais os indivíduos estão inseridos. Essas devem ser observadas abarcando aspectos do ambiente familiar, da disponibilidade e da qualidade da infraestrutura escolar e do corpo docente. Nesse contexto de maior abrangência a abordagem estatística apropriada para a análise é a regressão hierárquica.

A modelagem hierárquica, ou multinível, tem sido amplamente empregada no Brasil desde o final da década de 1990 para interpretar e analisar dados de avaliações educacionais em larga escala – conforme o evidenciado por estudos de Ferrão et al. (2001), Soares e Alves (2008), Andrade e Laros (2007), Laros e Marciano (2008) e Bassetto (2019). Nessa mesma abordagem metodológica, os resultados de estudos de Riani e Rios-Neto (2008) e Brooke et al. (2014), indicaram que alunos do sexo masculino e de ascendência negra apresentam

desempenho inferior em relação aos demais. Além disso, usando o mesmo recurso metodológico, Barbosa e Fernandes (2001) constataram que a escolaridade do pai influencia positivamente a proficiência do aluno enquanto o efeito da defasagem escolar é negativo.

Em outra pesquisa, seguindo a mesma linha, Ferrão et al. (2001) empregaram modelos hierárquicos de dois níveis (aluno e escola), para analisar dados de proficiência em Matemática, Português, Ciências, Geografia e História de alunos da 4ª série do Ensino Fundamental obtidos no SAEB de 1999. Seus resultados destacaram que a condição socioeconômica do aluno é um fator de forte influência no desempenho nas disciplinas mencionadas, assim como demonstraram que alunos com defasagem escolar tendem a apresentar resultados acadêmicos inferiores em comparação com aqueles que estão na idade apropriada para a série. Além disso, identificaram que alunos de ascendência negra exibiram um desempenho inferior em todas as regiões geográficas. Os autores também constataram que escolas com infraestrutura, segurança e limpeza superiores impactam positivamente no desempenho dos alunos, enquanto alunos em regime de ensino integral não demonstraram vantagem em relação aos de ensino parcial.

Utilizando dados obtido do Sistema Mineiro de Avaliação da Educação Pública (SIMAVE), Soares (2005) e Soares e Andrade (2006) utilizaram a modelagem multinível para investigar os fatores associados ao desempenho escolar dos alunos. Um resultado comum nestes estudos refere-se ao efeito positivo da condição socioeconômica sobre a proficiência do aluno. Soares (2005) mostraram que cada ano de defasagem escolar produz uma queda de seis pontos na proficiência, e que o fato de o aluno ser do sexo masculino e ser da raça negra produz quedas de nove e 10 pontos, respectivamente, na proficiência. Enquanto a frequência de faltas do professor e a falta de motivação dos alunos produzem queda na proficiência, quanto maior a dedicação e a disponibilidade por parte do professor, maior é a proficiência do aluno. Nas turmas em que os alunos fazem dever de casa também tem rendimentos mais altos. As estimações realizadas por Brooke et al. (2014) corroboram as conclusões de Ferrão et al. (2001) e Soares (2005) ao afirmar que a proficiência prévia e o nível socioeconômico proporcionam melhores desempenhos em Matemática e Língua Portuguesa, alunos do gênero masculino estão em desvantagem ao gênero feminino no que se refere ao aprendizado em leitura, alunos pretos e alunos defasados têm proficiência inferior em ambas as disciplinas.

Jesus e Laros (2004) fizeram uso da análise fatorial para reduzir o número de variáveis e verificaram que nível socioeconômico e a escolaridade do pai atuam fortemente sobre o desempenho do aluno em Língua Portuguesa. Os autores concluíram também que fazer o dever de casa contribui positivamente para o desempenho em Língua Portuguesa, enquanto o atraso escolar e o fato de o aluno trabalhar influencia negativamente. Similarmente, além da

escolaridade da mãe, fazer o dever de casa foi uma variável significativa para explicar o desempenho do aluno nos estudos de Machado et al. (2008), Riani e Rios-Neto (2008) e Moreira e Jacinto (2013).

Os resultados encontrados por Andrade e Laros (2007) mostram que alunos que vivem sob piores condições de habitação, saúde e alimentação possuem características que dificultam a aprendizagem. A comparação do aluno com os colegas, recursos culturais que o aluno dispõe, se o aluno gosta de estudar a disciplina e faz o dever de casa, são variáveis que afetaram positivamente o desempenho escolar. Por outro lado, o atraso escolar foi identificado como a variável que mais afetou negativamente o desempenho escolar do aluno, seguido por se o aluno trabalha, resultado semelhante àqueles encontrados por Barbosa e Fernandes (2001) e Soares (2005).

A identificação dos fatores que afetam o desempenho dos estudantes foi objeto de estudo também de Laros, Marciano e Andrade (2010, 2012), os quais propuseram um modelo multinível com dados do SAEB de 2001 e consideraram o modelo empírico apresentado por Jesus e Laros (2004), com dois níveis, isto é, aluno e escola. De acordo com resultados, a variável que mais afetou o desempenho escolar dos alunos foi o atraso escolar, seguida de o aluno gosta de estudar matemática. A quantidade de faltas e o índice de repetência afetaram negativamente o desempenho acadêmico. Diferentemente dos demais estudos citados, Laros, Marciano e Andrade (2010) sugerem intervenções que a família e a escola podem realizar para aumentar o desempenho do aluno. No que se refere à família, os autores destacam o incentivo ao estudo desde a infância por meio de jogos e atividades lúdicas e evitar que os filhos ingressem e permaneçam na escola com distorção idade-série.

Os estudos realizados no Brasil sobre os determinantes educacionais enfatizam o papel da família na educação dos filhos, mostrando que os fatores familiares, principalmente o nível de instrução dos pais, influenciam o desempenho escolar.

Organização e exploração dos dados

De acordo com Menezes (2001), as Diretorias de Ensino são definidas como unidades da administração direta subordinadas à Secretaria da Educação de São Paulo e foram criadas com a justificativa de acabar com o desperdício de recursos humanos e promover a aplicação eficaz dos recursos financeiros. No Estado de São Paulo há um total de 91 Diretorias de Ensino distribuídas por todo o Estado, ocupando áreas da Grande São Paulo, da Capital e demais partes do Estado. Espalhadas pelo Estado de São Paulo totalizam 63 Diretorias de Ensino. Na presente pesquisa, foram considerados dados referentes aos alunos matriculados nas escolas públicas

estaduais pertencentes às DE que compõem a região Norte do estado, isto é, Araraquara, Barretos, Franca, Jaboticabal, Ribeirão Preto, São Carlos, São Joaquim da Barra, Sertãozinho e Taquaritinga.

Na edição de 2013, foram inscritos 253.845 alunos, matriculados nas escolas do Estado de São Paulo. Deste total, foram excluídos da base de dados estruturada para esta pesquisa os alunos que não responderam ao questionário aplicado pela avaliação, assim como aqueles cujos pais também não responderam ao questionário socioeconômico. Da mesma forma, foram excluídas as escolas em que os coordenadores e diretores não responderam às questões relevantes para este estudo. Com estas exclusões, a base de dados final foi composta por informações sobre 106.120 alunos, dos quais 9.095 frequentam escolas cujas DEs estão vinculadas à região Norte. Para estes alunos, a Tabela 2 apresenta informações descritivas sobre as proficiências alcançadas na disciplina de Matemática.

Tabela 2.

Desempenho em Matemática na região Norte do estado de São Paulo em 2013

Nível	Nota Mínima	Mediana	Média	Nota Máxima	Desvio Padrão	Percentual de Alunos
AB	147,1	251,3	246,6	274,9	22,2	44,2%
BA	275,0	311,8	311,7	349,9	19,5	46,4%
AD	350,0	364,7	367,4	399,9	12,9	8,8%
AV	400,0	408,5	409,5	427,0	6,9	0,6%

É possível observar que, na categoria Abaixo do Básico (AB), a menor nota foi de 147,1 pontos e, a maior foi de 274,9 pontos. Há, neste nível de proficiência, 44,2% dos alunos considerados na presente pesquisa, ou seja, mais da metade dos estudantes encontram-se na menor categoria de classificação. O desvio padrão está em 22,2 pontos, indicando que, quando comparados com a média do conjunto – 246,6 pontos – os estudantes podem ter feito 22,2 pontos a mais ou a menos. Esses dados podem apontar um elevado índice de desigualdade na pontuação do mesmo conjunto de estudantes. A amplitude (diferença entre a maior e a menor nota) desse grupo confirma o desequilíbrio, sendo de 127,8 pontos.

Na categoria Básico (BA) estão 46,4% dos estudantes da amostra pesquisada. Entre os alunos classificados neste espaço, os estudantes com notas mínima e máxima, respectivamente, atingiram 275,0 e 349,9 pontos. A média deste conjunto é de 311,7 pontos. O desvio padrão ficou em 20,5 pontos, esse dado indica que os estudantes puderam ter notas com mais ou menos de 19,5 pontos em relação a nota média do grupo. A amplitude do conjunto ficou em 74,9 pontos, indicando desigualdade considerável, porém, já menor do que o grupo AB.

No grupo classificado como adequado (AD), se encontram os estudantes que atingiram notas de acordo com o que se espera no ano em que está matriculado. Nesta categoria, o grupo analisado apresentou nota mínima e máxima, respectivamente, em 350,0 e 399,9. A quantidade de estudantes da amostra que está neste conjunto é de 8,8%. O desvio padrão de 12,9 pontos nesta categoria é menor do que nas anteriores, sendo considerado positivo, pois aponta variação das notas entre 12,9 pontos a mais ou a menos da média, de 364,7. A diferença entre a maior e a menor notas (amplitude) ficou em 49,9 pontos.

A última categoria trata dos alunos que se encontram no nível avançado (AV), os quais apresentam domínio acima dos conteúdos, habilidades e competências do ano/série em que estão inseridos. Representam apenas 0,6% dos alunos da amostra analisada. Dentro dele, as notas mínima e máxima são, respectivamente, 400,0 e 427,0 pontos. A média é de 409,5 pontos. E o desvio padrão está em seu menor número dentre todas as categorias, pois é de 6,9 pontos, o que representa baixa variação entre as notas diante da média do grupo.

A partir dos valores mostrados na Tabela 2, conclui-se que, dentro do grupo pesquisado, aproximadamente 90% dos estudantes classificaram-se nas categorias AB e BA, evidenciando o alto percentual de alunos com domínio insuficiente dos conteúdos escolares esperados no ano/série em que se encontram.

Questionários e seleção das variáveis

Considerando a abrangência dos questionários aplicados pelo SARESP, que englobam significativo número de variáveis nos questionários destinados aos alunos, pais diretores e coordenadores, tornou-se necessário selecionar variáveis mais relevantes. Para identificar quais variáveis seriam relevantes, utilizou-se estudos com objetivos semelhantes aos desta pesquisa. Foram, então, identificadas as variáveis que demonstraram maior relevância relativas ao desempenho em Matemática.

A Tabela 3 identifica as variáveis e os autores associados.

Tabela 3.

Autores e variáveis consideradas nos modelos hierárquicos.

Autores	Variáveis
Fletcher (1998)	Características do ambiente escolar e familiar, tais como nível socioeconômico, etnia e gênero.
Barbosa e Fernandes (2000)	Escolaridade do pai, gênero, tipo de rede.
Barbosa e Fernandes (2001)	Defasagem escolar, escolaridade do pai, motivação (gosta de Matemática), relação casa- escola, didática e escolaridade do professor, infraestrutura e equipamentos escolares (conservação do prédio, laboratórios, mobiliário e equipamento, rede de ensino).
Ferrão et al. (2001)	Condição socioeconômica, atraso escolar, etnia, infraestrutura, segurança e limpeza da escola, turno de funcionamento da turma.

Natis (2001)	Gênero, defasagem escolar, série (1ª a 4ª e 1ª a 8ª), atuação do diretor.
Soares e Andrade (2006)	Nível socioeconômico, escolaridade da mãe, defasagem escolar, abandono de escola, etnia, frequência a cultos religiosos.
Soares (2005)	Condição socioeconômica, gênero, anos de defasagem escolar, número aproximado de faltas do professor durante o ano, se o professor passa ou não dever de casa, turno de funcionamento da turma.
Jesus e Laros (2004)	Condição socioeconômica, escolaridade do pai, etnia, atraso escolar, dever de casa, recursos pedagógicos.
Andrade e Laros (2007)	Condição socioeconômica, etnia, gênero, dever de casa, defasagem escolar.
Machado et al. (2008)	Reprovação, escolaridade da mãe, dever de casa, possuir mais de 20 livros, custo do aluno na escola, tamanho de turmas, capacitação de professores, presença de laboratórios, infraestrutura da escola.
Riani e Rios-Neto (2008)	Defasagem escolar, gênero, etnia, zona rural e urbana, escolaridade da mãe, ocupação do chefe.
Brooke et al. (2014)	Gênero, dever de casa, defasagem escolar, nível de instrução dos pais, renda familiar.

Com base nos estudos indicados na Tabela 3, as questões foram selecionadas a partir dos questionários aplicados aos alunos, pais dos alunos, coordenadores e diretores. Dado o caráter qualitativo de todas estas questões, fez-se necessário categorizá-las e codificá-las para a realização da modelagem, como mostra a Tabela 4.

As questões Q1 a Q7 são respondidas por alunos, Q7 a Q12 pelos pais dos alunos, Q13 a Q17 por professores coordenadores e a Q18, Q19 e Q20 por diretores das escolas.

Tabela 4.

Questões selecionadas, categorização e codificação das variáveis.

Questão	Categorização*	Codificação
Q1: Qual é a cor ou raça do pai?	0 – outra (parda/mulata, amarela, indígena); 1 – branca; 2 – negra.	corp
Q2: Qual é a cor ou raça da mãe?	Mesma da Q1.	corm
Q3: Marque a situação de trabalho do pai.	0 – não trabalha (aposentado, desempregado, outra situação); 1 – trabalha (empregado, autônomo, outro).	trabp
Q4: Qual é o grau de escolaridade do pai?	0 – não estudou; 1 – EF incompleto ou completo; 2 – EM incompleto ou completo; 3 – ES incompleto ou completo.	escp
Q5: Marque a situação de trabalho da mãe.	Mesma da Q3.	trabm
Q6: Qual é o grau de escolaridade da mãe?	Mesma da Q4.	escm
Q7: Qual é a renda familiar de seu domicílio, em R\$?	0 – até R\$ 2.126,00; 1 – mais de R\$ 2.126,00.	rendaf
Q8: Há quantos anos você está cursando o Ensino Médio?	0 – sem defasagem (3 anos ou menos); 1 – com defasagem (4 anos ou mais).	def_EM
Q9: Após as avaliações, frequentou aulas de recuperação para melhorar os resultados?	0 – sim (sempre, às vezes); 1 – não (não precisei, escola não ofereceu).	rec_mat
Q10: Quanto tempo passa por dia fazendo as lições de casa?	0 – não faz lição de casa; 1 – faz lição de casa (menos de 20 min., entre 20 e 40 min., entre 40 min. e 1h, mais de 1h).	lic_casa
Q11: Trabalhou fora durante o Ensino Médio?	0 – não trabalhou; 1 – trabalhou (o tempo todo, menos de 1 ano, de 1 a 2 anos, de 2 a 3 anos).	trab

Q12: Você se considera:	Mesma da Q1.	cora
Q13: Há quantos anos exerce esse cargo/função?	0 – 10 anos ou menos; 1 – mais de 10 anos.	tcargoc
Q14: Além dessa função, você exerce outra atividade?	1 – sim; 0 – não.	outra_ativc
Q15: Há algum projeto de redução das taxas de abandono na sua escola?	1 – sim; 0 – não.	tx_aband
Q16: Há algum projeto de redução das taxas de reprovação na sua escola?	Mesma da Q15.	tx_reprov
Q17: Neste ano faltou professor?	1 – sim; 0 – não.	faltaprof
Q18: Há quantos anos exerce esse cargo/função?	Mesma da Q13.	t_cargod
Q19: Além dessa função, exerce outra?	1 – sim; 0 – não.	outrativd
Q20: Qual a sua atividade predominante?	0 – burocráticas ou administrativas relacionadas à gestão escolar; 1 – pedagógicas ou atendimento à comunidade escolar.	princ_ativ

* Respostas “Não sei” ou “Não quero responder” foram desconsideradas.

Após a categorização das variáveis selecionadas e, com o objetivo de avaliar sua influência significativa no desempenho em Matemática, foram realizadas análises de regressão linear múltipla. Simultaneamente, adotou-se o método *Stepwise*⁵ como critério para a seleção do modelo que melhor se adequa à explicação dos dados. Neste estágio da pesquisa, não se pretende realizar interpretação exaustiva das estimativas dos parâmetros associados a cada variável, uma vez que o foco principal é avaliar a relevância de cada variável no modelo. A modelagem e todas as estimativas apresentadas, neste estudo, foram conduzidas utilizando o *software* RStudio⁶.

Considerando todas as variáveis relacionadas às questões descritas na Tabela 4, um modelo completo foi, inicialmente, elaborado e é mostrado na expressão (1).

$$\begin{aligned}
 profic_{ij} = & \alpha + \beta_{1i}corp_i + \beta_{2i}corm_i + \beta_{3i}trabp_i + \beta_{4i}escp_i + \beta_{5i}trabm_i + \beta_{6i}escm_i + \\
 & \beta_{7i}rendaf_i + \beta_{8i}def_EM_i + \beta_{9i}rec_mat_i + \beta_{10i}lic_casa_i + \beta_{11i}trab_i + \\
 & \beta_{12i}cora_i + \beta_{13i}t_cargoc_j + \beta_{14i}outra_ativc_j + \beta_{15i}tx_aband_j + \\
 & \beta_{16i}tx_reprov_j + \beta_{17i}falta_prof_j + \beta_{18i}t_cargod_j + \beta_{19i}outra_ativid_j + \\
 & \beta_{20i}princ_ativ_j + e_{ij}
 \end{aligned} \quad (1)$$

Neste modelo, i e j denotam, respectivamente, o aluno e a escola. O parâmetro α caracteriza o intercepto, isto é, o valor esperado da proficiência em Matemática quando todas as variáveis independentes são iguais a zero. $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_{20}$ são os parâmetros associados às

⁵ É uma técnica de seleção de variáveis empregada em modelos estatísticos com o objetivo de identificar as variáveis independentes que melhor explicam a variável dependente (Draper e Smith, 1998).

⁶ RStudio é uma plataforma de desenvolvimento integrado de código aberto para a linguagem de programação R, amplamente utilizada em análises estatísticas e geração de gráficos. Mais informações podem ser encontradas no link <https://posit.co/products/open-source/rstudio/>.

variáveis e, quando significativos, indicam o efeito de cada uma sobre a proficiência do aluno. O termo e_{ij} é o erro aleatório e representa a variação, sobre a proficiência, que não é explicada pelas variáveis incluídas no modelo.

Na Tabela 5 são apresentadas as estimativas para os parâmetros do modelo selecionado pelo método *Stepwise*, a partir daquele dado na expressão (1)⁷.

Tabela 5.

Variáveis significativas identificadas pelo método Stepwise.

Variáveis	Estimativas	Erro Padrão	Variáveis	Estimativas	Erro Padrão
Intercepto	258,475 ***	5,258	escm1	4,895	3,257
corp0	-2,598 *	1,160	escm2	10,081 **	3,353
corp2	-4,453 **	1,620	escm3	12,747 ***	3,701
corm0	-4,191 ***	1,148	rendaf1	5,430 ***	1,129
corm2	-8,448 ***	1,908	def_EM1	-3,175 *	1,577
trabm0	2,665 *	1,061	lic_casa1	9,903 ***	1,499
escp1	6,357 *	3,049	falta_prof0	-5,318 **	1,824
escp2	11,487 ***	3,167	princ_ativ0	-5,318 ***	1,824
escp3	15,178 ***	3,622			

De acordo com as estimativas mostradas na Tabela 5, as variáveis significativas para explicar a proficiência em Matemática dos alunos da rede pública de ensino matriculados na 3ª série do Ensino Médio, na região Norte do Estado de São Paulo: cor do pai (corp0 e corp2), cor da mãe (corm0 e corm2), se a mãe trabalha ou não (trabm0), escolaridade do pai (escp1, escp2 e escp3), escolaridade da mãe (escm2 e escm3), renda familiar (rendaf1), defasagem no EM (def_EM1), se o aluno faz, ou não, o dever de Matemática (lic_casa1), se falta professor para alguma disciplina (falta_prof0) e a atividade predominante do coordenador (princ_ativ0).

Diante da significância das variáveis para explicar a proficiência do aluno, todas foram consideradas na modelagem multinível proposta nesta pesquisa.

Aplicação de modelos hierárquicos aos dados do SARESP

Na pesquisa educacional, a população de interesse compreende tanto as escolas quanto os alunos que frequentam essas instituições. A amostragem ocorre em dois estágios distintos: inicialmente, é selecionada uma amostra de escolas, seguida pela seleção de uma amostra de alunos dentro de cada escola. No contexto deste estudo, as escolas foram agrupadas com base nas regiões geográficas do estado de São Paulo, conforme definido pelas Diretorias de Ensino às quais estão vinculadas estas escolas.

⁷ Nas tabelas que contém as estimativas, os símbolos *, ** e *** representam os níveis de significância 10%, 5% e 1%, respectivamente.

A estrutura hierárquica dos dados é composta por dois níveis, nos quais os alunos (considerados a unidade micro ou nível 1) estão agrupados em escolas (consideradas a unidade macro ou nível 2). O principal objetivo desta pesquisa é examinar o impacto das variáveis relacionadas à escola na proficiência em Matemática dos alunos. Seguindo os passos de modelagem multinível propostos por Raudenbush e Bryk (2002), inicialmente, foi estimado o modelo nulo, assim denominado por não ter variáveis explicativas, sendo formado apenas pelo intercepto e por um termo de erro. Tal modelo exerce papel fundamental no estudo da distribuição da variância total da variável resposta pelos níveis da hierarquia. É por meio do modelo nulo que o efeito da escola sobre a proficiência em Matemática do aluno é estimado. Em outras palavras, o modelo nulo serve como base para a estimação da variância explicada *versus* variância não explicada em comparação aos modelos condicionais estimados *a posteriori*.

Supondo que o subscrito i corresponda ao aluno e o subscrito j represente a escola e, considerando a existência de J escolas, $j = 1, \dots, J$, cada uma delas com n_j alunos, $i = 1, \dots, n_j$, o modelo nulo pode ser especificado como na expressão (2).

$$\begin{aligned} y_{ij} &= \beta_{0j} + e_{ij} \\ \beta_{0j} &= \gamma_{00} + u_{0j} \end{aligned} \quad (2)$$

em que y_{ij} é a variável resposta (proficiência em Matemática) do i -ésimo aluno na j -ésima escola. Assume-se que $e_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$ e $u_{0j} \sim N(0, \tau_{00})$, e independência entre o efeito fixo e os efeitos aleatórios, bem como entre os efeitos aleatórios.

De acordo com o modelo nulo, a proficiência do aluno i que estuda na escola j é definida pelo intercepto β_{0j} e pelo termo do erro e_{ij} . O intercepto β_{0j} , que representa um efeito específico da escola j sobre a proficiência em Matemática do aluno, é dado pela soma de γ_{00} e u_{0j} , os quais indicam, respectivamente, a média global da proficiência em Matemática dos alunos da 3ª série do Ensino Médio – portanto, um efeito fixo – e o afastamento da proficiência média em Matemática da escola j à média global γ_{00} .

Ainda no modelo (2), a primeira linha caracteriza o nível 1, a qual tem associado um termo aleatório representado por e_{ij} cuja variância indica a variabilidade dentro das escolas, a segunda linha é o nível 2, para a qual u_{0j} representa o efeito aleatório e, cuja variância indica a variabilidade entre as escolas. Então, a variância da proficiência em Matemática está decomposta na variância entre as escolas (τ_{00}) e dentro (ou intra) escolas (σ^2) e, por isso, o

modelo com apenas o intercepto aleatório é chamado modelo de componentes da variância. Ao inserir uma variável no nível 1 do modelo, o coeficiente associado pode ser tratado como fixo ou aleatório. No caso aleatório, um termo \mathbf{u}_j é inserido no modelo e então tem-se que

$$\mathbf{u}_j = \begin{pmatrix} u_{0j} \\ u_{1j} \end{pmatrix} \sim NMV(\mathbf{0}, \mathbf{\Omega}_u), \text{ com média } \mathbf{0} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix} \text{ e matriz de variância-covariância dada por}$$

$$\mathbf{\Omega}_u = \begin{pmatrix} \sigma_{u_0}^2 & \\ \sigma_{u_{01}}^2 & \sigma_{u_{01}}^2 \end{pmatrix}.$$

Com as estimações das variâncias dentro das escolas (σ^2) e entre as escolas (τ_{00}), pode-se calcular o coeficiente de correlação intraescolar (ICC), o qual mede a proporção da variância entre as escolas face à variância total da variável resposta, possibilitando medir a magnitude do efeito-escola, isto é, a heterogeneidade dos resultados escolares entre as escolas. O ICC varia de zero a um e é calculado por meio da razão (3) (Kreft e De Leeuw, 1998; Raudenbush e Bryk, 2002; Goldstein, 1995; Gelman, 2006).

$$\rho = \frac{\tau_{00}}{\tau_{00} + \sigma^2}, \quad 0 \leq \rho \leq 1. \quad (3)$$

Quando $\rho = 0$, as escolas são homogêneas entre si e, conseqüentemente, o desempenho do aluno independe da escola em que está matriculado. Isso significa que toda a variabilidade na proficiência em Matemática deve-se apenas às diferenças entre os alunos, mas não entre as escolas. Por outro lado, quando $\rho = 1$, a variabilidade na proficiência em Matemática depende somente da escola em que o aluno está matriculado, ou seja, as características individuais dos alunos em nada afetam o seu desempenho escolar.

Bliese (2016) argumenta que, além de calcular o ICC, é importante determinar a significância da variância τ_{00} e, para isso, sugere comparar o resultado da Deviance, calculada por $-2 \log \text{verossimilhança}$, para dois modelos, um contendo o intercepto aleatório e o outro não (Raudenbush e Bryk, 2002). Deve-se comparar a magnitude das diferenças na Deviance entre os modelos. Uma diferença significativa entre esses resultados sugere a existência de uma variação relevante no intercepto em termos de proficiência em Matemática entre as escolas e, portanto, há evidência para considerar o modelo que contém o intercepto aleatório. Tal critério sugere como mais adequado o modelo com o menor valor para a Deviance (Kreft e De Leeuw, 1998). Após o cálculo o ICC e da verificação da significância de tal valor, variáveis devem ser introduzidas no modelo.

Para a região Norte do Estado de São Paulo, o valor do ICC foi $\rho = 0,081$, sugerindo que o percentual de variabilidade contida na proficiência em Matemática do aluno corresponde a, aproximadamente, 8%.

A Tabela 5 mostrou que as variáveis significativas associadas ao nível 1 (aluno) para explicar o desempenho em Matemática alcançado no SARESP de 2013 foram cor e escolaridade da mãe e do pai, situação de trabalho da mãe, defasagem no Ensino Médio, renda familiar e se faz o dever de casa. Considerando tais variáveis, diferentes modelos hierárquicos foram propostos e, por meio do critério AIC (Bozdogan, 1987), selecionou-se o mais adequado para explicar o desempenho do aluno pertencente à região Norte do Estado, no SARESP de 2013.

O modelo selecionado foi aquele que considerou, além do intercepto, o coeficiente de inclinação associado à etnia do pai, como aleatório, sugerindo que, diante de uma variância significativa para tal variável, o fato de o pai ser branco, negro ou de outra etnia poderia impactar o desempenho do filho de maneiras distintas entre as escolas. No nível 2, do modelo hierárquico, foram inseridas as variáveis que indicam se falta professor para alguma disciplina e a principal atividade exercida pelo diretor.

Entre os modelos de efeito fixo e efeito aleatório propostos, aquele correspondente ao menor valor do AIC foi selecionado e é mostrado na expressão (4).

nível 1:

$$y_{ij} = \beta_0 + \beta_{1j}corp_i + \beta_{2j}corm_i + \beta_{3j}trabm_i + \beta_{4j}escp_i + \beta_{5j}escm_i + \beta_{6j}rendaf_i \\ + \beta_{7j}def_EM_i + \beta_{8j}lic_casa$$

nível 2: (4)

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01j}falta_{prof_j} + \gamma_{02j}princ_{ativ_j} + u_{0j}$$

$$\beta_{kj} = \gamma_{k0}, k = 1, \dots, 8$$

$$\gamma_{0lj} = \tau_{l0}, l = 1, 2$$

Para o modelo selecionado, as estimativas obtidas são apresentadas e discutidas na próxima seção.

Resultados e discussão

Para o modelo selecionado, dado na expressão (4), as estimativas são apresentadas na Tabela 6. Considerando tais estimativas, é válido afirmar empiricamente também que, alunos filhos de pais e mães que se declararam brancos, com níveis de escolaridade mais altos, cuja renda familiar é superior a R\$ 2.126 e que fazem o dever de casa, tiveram melhores notas no SARESP de 2013, comparados aos alunos que não pertencem às categorias citadas.

A Tabela 6 mostra ainda que, conforme estimativa do intercepto, a média dos alunos de todas as escolas e que não pertencem ao grupo daqueles com os melhores resultados, foi próxima de 259 pontos.

Tabela 6.

Estimativas para o modelo selecionado

Efeito fixo					
Parâmetros	Estimativas	P-valor	Parâmetros	Estimativas	P-valor
Intercepto	258,7416 5,5997	0,0000	escm1	5,0597 3,1840	0,1121
corp0	-2,1827 1,1422	0,0561	escm2	10,9309 3,2827	0,0009
corp2	-3,6642 1,5898	0,0212	escm3	11,9512 3,6243	0,0010
corm0	-3,2953 1,1286	0,0035	rendaf1	4,9604 1,1094	0,0000
corm2	-7,3638 1,8717	0,0001	def_EM1	12,5941 1,5507	0,0944
trabm0	3,2907 1,0404	0,0016	lic_casa1	9,0342 1,4859	0,0000
escp1	7,3236 2,9850	0,0142	falta_prof1	-4,6668 3,3465	0,1643
escp2	12,5261 3,1052	0,0001	princ_ativ0	-5,3021 2,6695	0,0480
escp3	14,8877 3,5519	0,0000			
Efeitos aleatórios					
	Variância	Desvio Padrão			
Intercepto					
Residual	2.038,27	45,15			

A escolaridade do pai e da mãe desempenham importante papel sobre a média em matemática alcançada pelo filho no SARESP de 2013, pois todas as estimativas associadas a tais variáveis foram significativas. A Tabela 5 mostra que maiores estimativas foram obtidas para os pais e as mães com Ensino Superior, sugerindo que níveis de instrução proporcionaram melhores resultados na avaliação. Pais com Ensino Superior, completo ou incompleto, proporcionaram acréscimo de quase 15 pontos na média em Matemática alcançada pelo filho. Alunos sem defasagem escolar e que fazem o dever de casa pertencem ao grupo daqueles com notas superiores em Matemática na edição de 2013 do SARESP. Para aqueles sem atraso escolar tiveram acréscimos de quase 13 pontos.

Uma variável do nível 2 significativa para o desempenho em matemática do aluno, em todos os anos analisados, foi aquela que indica o tipo de atividade do diretor da escola, isto é, se as atividades são burocráticas ou administrativas, ou se são pedagógicas ou voltadas ao atendimento à comunidade escolar. As estimativas sugerem que escolas em que o diretor tem as atividades pedagógicas contribuíram negativamente sobre os resultados do SARESP de 2013, pois a estimativas foi negativa

De acordo com o modelo selecionado, tem-se que o efeito da variável que indica o grau de escolaridade da mãe, sobre o desempenho do aluno, é dado por $1,9743 + \widehat{u}_{5j}$ para as mães que estudaram até o Ensino Fundamental, $7,4090 + \widehat{u}_{5j}$ para as mães que têm o Ensino Médio,

e $12,2864 + \widehat{u}_{5j}$ para aquelas que têm Ensino Superior, completo ou incompleto. Para cada nível de escolaridade da mãe, pode-se calcular um intervalo de cobertura para as estimativas do coeficiente de inclinação associado a tal variável. Considerando as variâncias estimadas para $escm1$, $escm2$ e $escm3$, os intervalos correspondentes às mães com Ensino fundamental, Ensino Médio e Ensino Superior são dados, respectivamente, por $1,9743 \pm 1,96\sqrt{245,13}$, $7,4090 \pm 1,96\sqrt{259,40}$ e $12,2864 \pm 1,96\sqrt{347,88}$, resultando nos intervalos (28,71; 32,66), (-24,16; 38,98) e (-23,70, 48,84). Logo, pode-se afirmar, empiricamente que, para a média das escolas, espera-se, na nota do aluno, um aumento de quase 2 pontos se o nível de escolaridade da mãe for o Ensino Fundamental, de 7,4 pontos para os alunos filhos de mães com Ensino Médio, e de 12,3 pontos se a mãe tiver Ensino Superior. Porém, com os intervalos de cobertura para as inclinações dos níveis de escolaridade da mãe, estima-se que, em 95% das escolas, o acréscimo na nota do aluno filho de mãe com Ensino Fundamental esteja, aproximadamente, entre 28,7 e 32,7 pontos, para aqueles filhos de mães com Ensino Médio o acréscimo seja de, no máximo 39 pontos, e para os alunos cujas mães tiverem Ensino Superior, o acréscimo máximo na nota será de aproximadamente 49 pontos, ocasionando diferentes médias em matemática entre as escolas. Embora valores negativos estejam nos intervalos de cobertura encontrados para as mães com escolaridade correspondente ao Ensino Médio e ao Ensino Superior, os mesmos não têm sentido na interpretação sobre acréscimo de pontos na média do aluno. Todas as comparações foram baseadas na nota dos alunos com mães sem estudo, para os quais a média em matemática no SARESP foi próxima de 262,8 pontos.

Considerações Finais

Embora esteja em vias de desenvolvimento no Brasil, a avaliação educacional em larga escala tem se mostrado importante nas últimas décadas, constituindo-se como ferramenta para auxiliar a identificação de fatores atuantes sobre o desempenho escolar do aluno. Nos últimos anos, os sistemas de avaliação tiveram, como obtivo prioritário, encontrar mecanismos que oferecessem melhorias, de maneira eficaz e eficiente, na qualidade do ensino ofertado na sociedade. Por sua vez, a avaliação educacional tem a finalidade de fornecer elementos que permitam diagnosticar a situação do sistema educacional de determinado local e, concomitantemente, subsidiar políticas e diretrizes adequadas no contexto municipal, estadual e nacional, visando a contínua pela melhoria na qualidade da educação.

É de conhecimento que o desempenho escolar do aluno, medido pela proficiência em testes padronizados, é resultante de uma complexa interação dos fatores que atuam,

concomitantemente, nos diversos níveis de sua inserção social, isto é, os aspectos socioeconômicos no meio familiar, as relações e práticas didáticas no ambiente escolar, entre outros. Neste sentido, a presente pesquisa teve como objetivo identificar os fatores, internos e externos à escola, que podem influenciar o desempenho educacional do aluno. Para tanto, foram utilizados dados SARESP, associados ao ano de 2013. As informações são referentes às notas obtidas pelos alunos na prova de Matemática e os questionários aplicados pelo SARESP aos alunos e aos pais dos alunos que participaram da avaliação, e aqueles aplicados às escolas, nas quais os professores coordenadores e diretores responderam às questões colocadas. A organização e composição do banco de dados utilizado nesta pesquisa deu-se conforme as Diretorias de Ensino a qual as escolas pertencem, sendo priorizadas aquelas localizadas na região Norte do Estado de São Paulo. Em seguida, uma regressão linear foi realizada envolvendo todas as variáveis previamente selecionadas, a fim de identificar aquelas significativas para explicar o desempenho do aluno. Estimativas para os parâmetros do modelo de regressão foram obtidas via *software* RStudio e, adotando o procedimento *Stepwise*, o modelo mais adequado aos dados e que melhor explicou o fenômeno de interesse, foi selecionado.

Com as variáveis significativas para explicar o desempenho em Matemática, deu-se início à proposição de modelos hierárquicos em dois níveis, sendo o nível 1 associado ao aluno e o nível 2 à escola. A motivação para a utilização da modelagem multinível deve-se ao fato de os dados obtidos apresentarem-se estruturados hierarquicamente, isto é, alunos inseridos em escolas, permitindo afirmar que o desempenho escolar é determinado por diversos fatores (Barbosa e Fernandes, 2001; Soares, 2005; Palermo, Silva e Novellino, 2014). Entre as vantagens dos modelos multiníveis, está o fato de que, para os dados estruturados hierarquicamente, tais modelos permitem investigar a influência das características de cada nível da hierarquia no desempenho escolar dos alunos e na diferenciação entre as escolas. Concomitantemente, tais modelos permitem separar a variabilidade nos resultados associada às escolas da variabilidade dentro de cada escola, observada entre os alunos.

Os resultados permitiram observar que os fatores que mais incidem no desempenho escolar são provenientes do background do aluno, isto é, aspectos familiares como renda, etnia e situação de trabalho dos pais, se o aluno tem defasagem escolar, se faz o dever de casa, entre outras. Porém, é possível afirmar que a escola também possui características que influenciam, direta ou indiretamente, o desempenho escolar do aluno.

Estudos como este buscam obter conhecimento para subsidiar soluções para problemas que são constantes preocupações de todos aqueles que estão envolvidos com o sistema

educacional. Espera-se, portanto, ter contribuído com a literatura que aborda a identificação de fatores que impactam o desempenho educacional do aluno e ressaltar a importância de formulação e implementação de políticas públicas voltadas à educação que visem, simultaneamente, melhorar a qualidade do ensino ofertado à sociedade e diminuir o impacto das características socioeconômicas sobre o desempenho do aluno.

Referências

- Alavarse, O. M., Bravo, M. H. & Machado, C. (2013). Avaliações externas e qualidade na educação básica: articulações e tendências. *Estudos em Avaliação Educacional*, 24(54), 12-31
- Alves, M. T. G. & Soares, J. F. (2008). O efeito das escolas no aprendizado dos alunos: um estudo com dados longitudinais no Ensino Fundamental. *Educação e Pesquisa*, 34 (3), 527-544.
- Andrade, J. M., & Laros, J. A. (2007). Fatores associados ao desempenho escolar: Estudo multinível com dados do SAEB/2001. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 23 (1), 33-42. <https://doi.org/10.1590/S0102-37722007000100007>
- Barbosa, M. E. F., & Fernandes, C. (2000). Modelo multinível: Uma aplicação a dados de avaliação educacional. *Estudos em Avaliação Educacional*, (22).
- Barbosa, M. E. F. & Fernandes, C. (2001). A Escola Brasileira Faz Diferença? Uma Investigação dos Efeitos da Escola na Proficiência em Matemática dos Alunos da 4ª série. In: F. Crespo (org.), *Avaliação, Ciclos e Promoção na Educação* (pp. 155-178). Artmed Editora.
- Bassetto, C. F. (2019). Background familiar e desempenho escolar: uma abordagem com variáveis binárias a partir dos resultados do Saresp. *Revista Brasileira de Estudos de População*, 36, e0077.
- Bliese, P. *Multilevel modeling in R (2.6): a brief introduction to R, the multilevel package and the nlme package*. In: R DEVELOPMENT CORE TEAM. An introduction to R [S. l.: s. n.], 2016. <https://cutt.ly/ZEIuKIc>.
- Bozdogan, H. (1987). Model selection and Akaike's information criterion (AIC): The general theory and its analytical extensions. *Psychometrika*, 52(3), 345-370.
- Brasil. (1988). *Constituição da República Federativa do Brasil de 1988*. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm
- Brasil. Ministério da Educação. (1996). *Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDB (Lei nº 9394/96)*. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm
- Resolução SE Nº 27, de 29 de Março de 1996*. (1996). Dispõe sobre o Sistema de Avaliação de Rendimento Escolar do Estado de São Paulo.
- Brasil. (2014). *Relatório Pedagógico de Matemática SARESP 2014*. São Paulo, SP: Secretaria da Educação do Estado de São Paulo. https://file.fde.sp.gov.br/saresp/saresp2014/Arquivos/RELATORIO_PEDAGOGICO_MATEMATICA.pdf

- Brasil. (2022). *Sumário executivo SARESP 2022*. São Paulo, SP: Secretaria da Educação do Estado de São Paulo. https://saresp.fde.sp.gov.br/Arquivos/SumarioExecutivo_SARESP_2022.pdf
- Brito, K. R. L. A. & Conceição, S. da. (2024). Avaliação em larga escala: um breve histórico das políticas avaliativas no sistema educacional brasileiro. *Revista Foco*, 17(1), e4112.
- Brooke, N., Fernandes, N. da S., Miranda, I. P. H. de ., & Soares, T. M. (2014). Modelagem do crescimento da aprendizagem nos anos iniciais com dados longitudinais da pesquisa GERES. *Educação E Pesquisa*, 40(1), 77–94. <https://doi.org/10.1590/S1517-97022014000100006>
- Draper, N. R. & Smith, H. (1998). *Applied Regression Analysis*. Wiley.
- Ferrão, M. E., Beltrão, K. I., Fernandes, C., Santos, D., Suárez, M. & Andrade, A. do C. (2001). O SAEB – Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica: objetivos, características e contribuições na investigação da escola eficaz. *Revista Brasileira de Estudos de População*, 18 (1/2), 111-130.
- Fletcher, P. R. (1998). *À procura do ensino eficaz*. Ministério da Educação e Cultura, Departamento da Avaliação da Educação Básica.
- Gelman, A. & Hill, J. (2006). *Data analysis using regression and multilevel/hierarchical models*. Cambridge University Press.
- Goldstein, H. (1995). *Multilevel statistical models*. Wiley.
- Hojas, V. F. (2017). *SARESP: a escola como produtora de políticas*. [Tese de Doutorado em Educação, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”]. <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/4dc20cd8-e677-46e5-9fa1-726cddf33e69/content>
- Jesus, G. R. de & Laros, J. A. (2004). Eficácia escolar: regressão multinível com dados de avaliação em larga escala. *Avaliação Psicológica*, 3 (2), 93-106.
- Kreft I. & Leeuw, J. de (1998). *Introducing multilevel modeling*. Sage Publications.
- Laros, J. A. & Marciano, J. L. P. (2008). Análise multinível aplicada aos dados do NELS: 88. *Estudos em avaliação educacional*, 19(40), 263-278.
- Laros, J. A., Marciano, J. L. P. & Andrade, J. M. de. (2010). Fatores que afetam o desempenho na prova de Matemática do SAEB: Um estudo multinível. *Avaliação Psicológica*, 9, 173-186.
- Machado, A. F., Moro, S., Martins, L. & Rios, J. (2008). Qualidade do ensino em Matemática: determinantes do desempenho de alunos em escolas públicas estaduais mineiras. *Revista Econômica da ANPEC*, 9(1), p. 23-45
- Menezes, E. T. & Santos, T. H. (2001). Verbete diretorias de ensino. *Dicionário Interativo da Educação Brasileira – Educabrazil*. <http://www.educabrazil.com.br/diretorias-de-ensino/>
- Minhoto, M. A. (2016). Política de avaliação da educação brasileira: limites e perspectivas. In A. B. Gouveia (Org.), *Políticas educacionais: conceitos e debates* (pp. 147–168). Appris.
- Palermo, G. A., Silva, D. B. N., & Novellino, M. S. F. (2014). 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*

- Raudenbush, S. W. & Bryk, A. S. (2002). *Hierarchical Linear Models: applications and data analysis methods*. Sage Publications.
- Riani, J. de L. R. & Rios-Neto, E. L. G. (2008). Background familiar versus perfil escolar do município: qual possui maior influência no resultado educacional dos alunos brasileiros? *Revista Brasileira de Estudos Populacionais*, 25(2), 251-269.
- RStudio. (n.d.). *RStudio: Integrated development environment for R*. <https://www.rstudio.com/>
- Soares, J. F. & Alves, M. T. G. (2003). Desigualdades raciais no sistema brasileiro de educação básica. *Educação e Pesquisa*, 29(1), 147-165.
- Soares, J. F., Cesar, C. C., & Mambrini, J. (2001). Determinantes de desempenho dos alunos do ensino básico brasileiro. In F. Crespo (Org.), *Avaliação, ciclos e promoção na educação* (pp. 121–154). Porto Alegre: Artmed.
- Soares, T. M. & Mendonça, M. C. (2003). Construção de um modelo de regressão hierárquico para os dados do Simave-2000. *Pesquisa Operacional*, 23 (3), 421-441.
- Soares, T. M. (2005). 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*, (29), 73–87. <https://doi.org/10.1590/S1413-24782005000200007>
- Souza, A. R. (2016). Porque estudar políticas educacionais? In A. B. Gouveia (Org.), *Políticas educacionais: conceitos e debates* (pp. 13–22). Appris.