

Rendimento escolar do Ensino Médio no estado de Minas Gerais: uma análise geostatística com base nos resultados do ENEM ¹

Ricardo Alexandrino Garcia²

Adriana Miranda-Ribeiro³

Resumo:

O objetivo principal foi analisar o rendimento escolar do ensino médio municipal no Estado de Minas Gerais e buscar evidências que permitam contribuir para a melhoria do sistema educacional mineiro, tendo como base a aplicação de técnicas geostatísticas. Para tanto, foram utilizados os microdados do Censo Escolar de 2017 e as informações sobre o desempenho dos estudantes concluintes do EM que participaram do ENEM de 2016, 2017 e 2018. Os resultados apontam Minas possui uma estrutura que é capaz de conferir aos seus alunos um rendimento escolar razoável, desde que estejam cursando regularmente o terceiro ano do ensino médio.

Palavras-chave: Ensino Médio; Rendimento escolar; Geoestatística; Censo Escolar; ENEM; Minas Gerais.

¹ Trabalho produzido com apoio financeiro do CNPq, no âmbito do Projeto “Fatores escolares determinantes da alta qualidade do ensino médio da rede pública: uma análise para o Brasil, unidades da Federação e capitais” (Processo 409499/2021-8)

² Professor Associado do Departamento de Geografia/IGC/UFMG e pesquisador do Laboratório de Estudos Territoriais – LESTE/IGC. Correspondência: alexandrinogarcia@gmail.com

³ Professora Adjunta do Departamento de Demografia/FACE/UFMG, pesquisadora do Cedeplar e bolsista CNPq PQ-2.

Rendimento escolar do Ensino Médio no estado de Minas Gerais: uma análise geostatística com base nos resultados do ENEM

Introdução

O debate acerca do sistema de ensino público no país tem se direcionado, nos últimos tempos, para questões sobre a qualidade dos serviços educacionais oferecidos pelos estabelecimentos escolares, principalmente dos ensinos médio e fundamental. Em relação ao ensino médio, em virtude do elevado índice de abandono e as implicações para o contexto geral da sociedade, a qualidade dos serviços educacionais assume proporções ainda mais relevantes. Dada a complexidade inerente aos processos de ensino e de aprendizagem, avaliar a qualidade dos serviços educacionais em qualquer nível não é tarefa fácil. Há, no mínimo, três dimensões que devem ser consideradas em sua abordagem: a do aluno, a da família e a da escola (SOARES et al., 2015).

No Brasil, até meados dos anos 2000, a maioria dos estudos sobre educação que empregou abordagens quantitativas versavam sobre temas como o analfabetismo, percurso escolar e fracasso escolar; fluxo escolar e análise de coortes; letramento; políticas e educação básica; financiamento da educação e municipalização; fatores sociais e educação; jovens e educação; avaliação educacional (GATTI, 2004). Dentre estes, alguns trabalhos já buscavam relacionar diretamente características dos estabelecimentos escolares com elementos da qualidade de ensino vinculados ao desempenho escolar (BARBOSA; FERNANDES, 2000; SOARES; ALVES; OLIVEIRA, 2001; CESÁR; SOARES, 2001; RIOS-NETO; CESÁR; RIANI, 2002; FERNANDES; NATENZON, 2003).

Desde então, dada a disseminação dos dados das avaliações educacionais de larga escala, muito se tem avançado, no que concerne ao emprego de abordagens quantitativas nos estudos sobre educação (LAROS; MARCIANO, 2008). Destacam-se, assim, o estudo de Cerqueira e Sawyer (2007) que, empregando o método Grade of Membership (*Fuzzy Clustering*), propôs uma tipologia de estabelecimentos escolares tendo como base os dados do Censo Escolar de 2000. Alves e Soares (2007), por meio de um levantamento longitudinal dos alunos da 5ª série do ensino fundamental de sete escolas de Belo Horizonte, mensurou os impactos do efeito-escola no desempenho escolar. O estudo de Andrade e Soares (2008) investigou o efeito das escolas de educação básica brasileira sobre o desempenho cognitivo de alunos, por meio da modelagem hierárquica (*multilevel analysis*) de dados do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (SAEB) de 1995, 1997, 1999, 2001 e 2003. Laros e Marciano (2008), utilizando uma análise multinível, quantificaram o efeito-escola em 33.962 alunos, com base no teste de língua portuguesa do SAEB de 2001. Baseado na aplicação de modelos hierárquicos logísticos, (*multilevel analysis*) Riani e Rios-Neto (2008), analisaram os determinantes do resultado educacional nos níveis de ensino fundamental e médio no Brasil, considerando fatores relacionados à família e a estrutura escolar dos municípios brasileiros. Marteleto e Andrade (2013) quantificaram, por meio de modelos hierárquicos lineares, o efeito-família no desempenho educacional dos brasileiros que participaram do Programa de Avaliação Internacional de Estudantes (PISA) de 2006. Com base nos dados do SAEB, Rodrigues, Rios-Neto e Pinto (2013) analisaram os diferenciais de rendimento escolar segundo níveis socioeconômicos dos alunos, utilizando o método de decomposição contrafactual. Utilizando dados da Prova Brasil de 2007 e análise multinível, Palermo, Silva e Novellino (2014) analisaram os fatores associados ao desempenho escolar dos alunos do 5º ano do ensino fundamental da rede municipal de ensino do Rio de Janeiro.

Soares et al. (2015), combinando informações da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) de vários anos, e um *survey* com 3418 mineiros, investigaram os fatores associados ao abandono escolar no ensino médio público de Minas Gerais. Lourenço et al. (2017), que analisaram, empregando modelos regressivos logísticos multinomiais, os diferenciais do índice de desenvolvimento da educação básica (IDEB) de 2013, entre os municípios brasileiros.

Chama atenção que os estudos quantitativos sobre os determinantes da qualidade de ensino ou de desempenho escolar, seja na dimensão dos alunos, das famílias ou das escolas, envolvendo o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), sejam ainda escassos na literatura especializada. Podem ser apontados, no entanto, como exemplos destes estudos, o trabalho de Travitzki, Calero e Boto (2014) que, trabalhando com os microdados de 17.359 escolas (ENEM de 2009 e 2010) em modelos multiníveis, avaliou as limitações e os potenciais do exame como um indicador da eficácia da escola no Brasil; o estudo de Travitzki, Ferrão e Couto (2016) que, com base em uma perspectiva intergeracional, o examinou a diminuição das desigualdades educacionais do ensino médio entre as Unidades da Federação (UF), levando em consideração as relações entre desempenho educacional e atributos sociodemográficos, utilizando dados do ENEM de 2009 a 2012; outro estudo com essa mesma perspectiva é o trabalho de Dutra et al. (2019) que, com base nos microdados do ENEM de 2011 a 2015, encontrou diferenças significativas dos escores de desempenho escolar entre alunos oriundos de Institutos Federais no país. À parte toda controversa a respeito da utilização do ENEM como indicador de desempenho escolar (VIANNA, 2003), é inegável sua importância e abrangência, tornando-se, atualmente, uma ferramenta relevante na avaliação da qualidade do ensino médio brasileiro – o ENEM é aplicado, em aproximadamente 5 milhões de estudantes a cada ano e é o segundo maior exame de ensino médio no mundo, depois do *gao kao* da China (TRAVITZKY, 2017; DUTRA et al.; 2019). Ainda assim, seus microdados têm sido pouco utilizados. A mitigação deste fato é o primeiro intuito deste trabalho.

O objetivo geral desse artigo foi discorrer, de forma ampla, sobre o rendimento escolar do ensino médio (*RE*) no Estado de Minas Gerais e buscar evidências que possam contribuir para a melhoria do sistema educacional mineiro, tendo como base a aplicação da técnica de geoestatística. Nesse sentido, esse trabalho é um desdobramento da pesquisa publicada por Garcia, Rios-Neto e Miranda-Ribeiro (2021) que mediram os efeitos do rendimento, da infraestrutura escolar e da prática docente na qualidade do ensino médio no Brasil.

Pretende-se aqui responder, em um primeiro momento, se há diferenças significativas entre o *RE* do Estado em detrimento às demais Unidades da Federação (UF), segundo o tipo de escolas, públicas ou privadas. O que pode revelar a análise da distribuição espacial destes diferenciais no âmbito municipal, em Minas Gerais? Há algum padrão relevante na distribuição espacial dos *REs* no Estado? E, em um segundo, quem são e qual o impacto do ensino particular no *RE* dos municípios identificado como *hotspot*, ou seja, municípios cujo *RE* é significamente superior ao dos seus vizinhos.

Material e Métodos

Para alcançar o objetivo desse estudo, o primeiro passo foi a construção de duas bases de dados, uma com informações sobre os estabelecimentos escolares constantes nos dados do Censo Escolar de 2017 e, outra, com as informações sobre o desempenho dos estudantes que participaram do ENEM de 2016, 2017 e 2018; como o que se está objetivando é inferir sobre a qualidade do ensino médio Brasileiro, foram selecionados somente os registros dos estudantes que assinalaram estar cursando o último ano do ensino médio, garantindo assim o vínculo do aluno à escola por ele declarada na inscrição do Exame. Ao todo, nesses três anos de ENEM, foram computados os dados de aproximadamente 20,8 milhões de inscritos sendo que 25,4% destes corresponderam aos dos estudantes de interesses da pesquisa. Essa base, contudo, não traz informações detalhadas e sobre os estabelecimentos escolares desses alunos, essas foram computadas a partir dos microdados do Censo Escolar de 2017. O Censo Escolar é uma pesquisa que contabiliza anualmente - com a colaboração das secretarias estaduais e municipais de educação e das escolas públicas e privadas - os registros educacionais, sendo a principal fonte de informações para as análises das condições de oferta e atendimento do sistema educacional brasileiro. O seu levantamento reúne informações sobre todas as etapas e modalidades de ensino, oferecendo um quadro detalhado sobre as características das escolas, dos profissionais da educação e dos alunos no país (INEP, 2017). Após a seleção dos microdados dessas duas fontes, foi possível a elaboração de uma base de dados contendo as informações de *RE* de aproximadamente 4,8 milhões de alunos distribuídos em 28,2 mil estabelecimentos escolares de ensino médio que participaram das edições do ENEM entre 2016 e 2018. Isso posto, foram calculados os *REs* médios para o Brasil, UFs e para as municipalidades mineiras por tipo de estabelecimento de ensino.

O segundo passo se deu pelo mapeamento e análise geoestatística dos *REs* municipais. Para tanto, foram estimado o nível da associação espacial desses rendimentos para Minas Gerais, por meio do cálculo do índice de Moran, bem como os indicadores locais de associação espacial para cada um dos 855 municípios mineiros

O índice de Moran (*I*) é a estatística mais difundida para se medir a autocorrelação espacial. Apesar do índice ter sido proposto por Patrick Alfred Pierce Moran, em 1950, no artigo intitulado “*Notes on Continuous Stochastic Phenomena*”, publicado em junho daquele ano na *Biometrika* (Moran, 1950), foi somente com os avanços das ferramentas de geoprocessamento nas últimas décadas que seu emprego se disseminou, sendo subsequentemente usado em quase todos os estudos em que é empregada a autocorrelação espacial.

O que se está objetivando neste trabalho, contudo, é a descrição e o entendimento dos padrões espaciais de um fenômeno complexo, o rendimento escolar de alunos do ensino médio em uma grande extensão territorial, onde provavelmente atuam diversos regimes de associação espacial. Assim, para uma análise mais detalhada dos padrões de dependência espacial dos *REs*, recorreu-se a indicadores locais de associação espacial que, por sua vez, fornecem um valor específico para cada área, tal como é o caso do LISA (*Local Indicator of the Spatial Association*). De acordo com Anselin (1995), um indicador local de associação espacial deve atender a dois objetivos: primeiro, permitir a identificação dos padrões de associação espacial significativos; e segundo, ser uma decomposição do índice global de associação espacial:

“A classe geral de indicadores locais de associação espacial sugerida neste artigo serve a dois propósitos principais. Em primeiro lugar, o LISA generaliza a ideia subjacente às estatísticas *Getis* e *Ord Gi* e *G7* para uma ampla classe de medidas de associação espacial local. Em segundo lugar, ao

vincular diretamente os indicadores locais a uma medida global de associação espacial, a decomposição deste último em seus componentes específicos de observação torna-se simples, permitindo assim a avaliação de observações influentes e outliers. É essa propriedade dupla que distingue a classe de LISA das técnicas existentes, como as estatísticas G_i e G^* e o gráfico de dispersão de Moran. Os LISA apresentados aqui são fáceis de implementar e se prestam prontamente à visualização. Eles, portanto, servem a um propósito útil em uma análise exploratória de dados espaciais, potencialmente indicando clusters espaciais e formando a base para uma análise de sensibilidade (outliers). Enquanto o primeiro é mais apropriado quando nenhuma autocorrelação espacial global está presente, o último é particularmente útil quando há autocorrelação espacial nos dados...” (ANSELIN, 1995, p. 112).

A grande vantagem do LISA é a propriedade de decomposição do índice global (I) em índices locais de associação espacial, e vice-versa. Neste sentido, a forma mais simples de se calcular o $LISA_i$, de um valor z_i de uma variável amostral padronizada Z , se dará pela multiplicação de z_i pela média dos valores dos vizinhos de z_i , ou seja, $\sum w_i z_j$; o I de Moran será dado, então, pela esperança dos valores de $LISA_i$ os quais, nesse caso, podem ser calculado pela soma dos $LISA_i$, e dividindo o resultado desse somatório por n menos 1, sendo n os números dos valores de Z . Tal como pode ser observado nas equações abaixo:

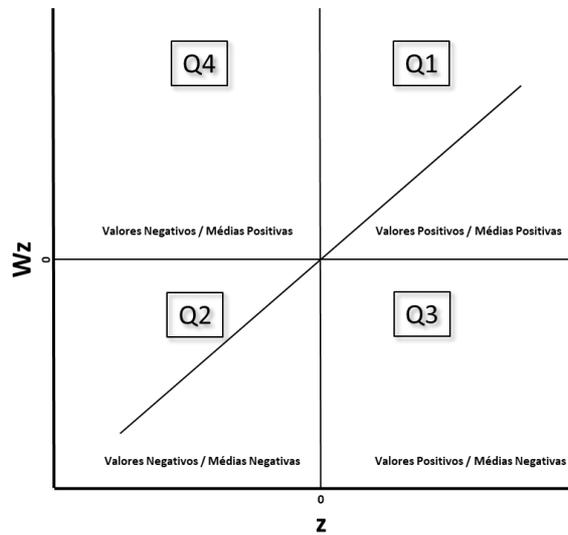
$$LISA_i = z_i \sum_{j=1}^n w_i z_j$$

$$I = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n LISA_i$$

O I de Moran configura-se em uma medida de autocorrelação espacial global, pois indica o grau de associação espacial para o conjunto total dos dados. Outra interpretação deste índice indica que ele pode ser entendido como um teste cuja hipótese nula é de independência espacial: nesse caso, seu valor seria zero. Valores positivos (entre 0 e 1) indicam a correlação direta, e valores negativos (entre -1 e 0) indicam correlação inversa, observada entre os valores locais e a médias dos valores vizinhos (VIEIRA, 2009).

Um recurso adicional para visualizar a relação entre os valores locais e a média dos seus vizinhos é o diagrama de dispersão conhecido como Diagrama de Espalhamento de Moran. Por tal diagrama, podem ser observados os seguintes quadrantes: Q1 (valores positivos, médias positivas) e Q2 (valores negativos, médias negativas) - indicam pontos de associação espacial positiva, no sentido que uma localização possui vizinhos com valores semelhantes (*cluster*) do tipo alto-alto e baixo-baixo, respectivamente; Q3 (valores positivos, médias negativas) e Q4 (valores negativos, médias positivas) - indicam pontos de associação espacial negativa, no sentido que uma localização possui vizinhos com valores distintos (*outlier*) do tipo alto-baixo e baixo-alto, respectivamente. Tal como pode ser observado na Figura 1 a seguir:

Figura 1. Diagrama de Espalhamento de Moran.



Fonte: elaboração própria, 2022.

De modo semelhante ao procedimento de estimação da significância estatística do I , o procedimento para estimação da significância estatística dos LISA é baseada em uma abordagem que consiste no método de permutação condicional, na qual cada valor z_i é mantido fixo e os demais valores são permutados aleatoriamente para o cálculo de novos LISA; a cada permutação. Obtém-se, com isso, uma distribuição de referência para cada indicador local, possibilitando a atribuição de um “pseudo-valor” de p para cada LISA _{i} que pode, então, ser usado para avaliar a significância. Avaliar a significância por si só não faz muito sentido para a análise dos LISA, porém, quando uma indicação de significância é combinada com a localização de cada observação no diagrama de dispersão de Moran (Figura 12), uma interpretação muito contundente se torna possível. Ou seja, informações combinadas permitem a classificação dos locais significativos como *clusters* espaciais dos tipos Alto-Alto (*High-High*) e Baixo-Baixo (*Low-Low*) e *outliers* espaciais dos tipos Alto-Baixo (*High-Low*) e Baixo-Alto (*Low-High*). Cabe ressaltar que a referência à alto e baixo é relativa à média da variável, e que nunca deve ser interpretada em sentido absoluto (ANSELIN, 2003).

Em suma, o LISA auxilia na obtenção do valor específico para cada objeto representado pelos pontos no Diagrama de Espalhamento de Moran, cujo mapeamento identifica, se significativos estatisticamente os *clusters* (objetos com valores de atributos semelhantes), e os *outliers* (objetos anômalos em relação aos vizinhos, além de possuir regimes espaciais distintos). Foi na identificação de áreas com distintos regimes de dependência espacial que residiu a busca dos padrões de distribuição espacial dos REs ao longo do território mineiro. Uma especial atenção foi dada aos municípios cujos LISA foram *outliers do tipo Q3*, esses foram chamados de *hotspots*.

Resultados

A análise dos diferenciais de desempenho escolar dos estudantes que declaram estar cursando o último ano do ensino médio, por ocasião de suas participações no ENEM,

pode ser elaborada a partir da Tabela 1. A pesquisa somou um total de 4 873 734 estudantes, sendo que 86% deles declararam vínculos ao ensino público; em relação ao número de escolas, ele foi de 28 293, sendo que apenas 70,4% deste total foram de estabelecimentos públicos de ensino. A média geral do escore para o total desses estudantes foi de 512,4 pontos. Ao se comparar apenas os valores referente ao tipo de estabelecimento, a menor média foi observada entre os estudantes de escolas públicas (495,7), já a média geral entre os estudantes das escolas privadas foi consideravelmente maior (593,6). Para efeitos deste estudo, o diferencial de quase 100 pontos observado entre essas médias indica o “gap” de *RE* entre os estabelecimentos que ofertam o ensino médio no país. Em Minas Gerais, os *REs* foram sistematicamente superiores aos nacionais – 527,8, para o total, 510,8, para o público e 630,2 para o privado⁴. No entanto, o diferencial entre os *REs* dos estabelecimentos públicos e privados foi maior (119,4), o que coloca o ensino privado mineiro como o de maior *RE* do país.

Tabela 1. Brasil: 2016-2018. Escores médios, total de estudantes e total de escolas dos alunos do último ano do ensino médio que participaram do Enem entre o os anos de 2016 e 2018, segundo tipo de ensino da escola.

Unidade da federação	Pública			Privada			Total		
	Escores	Estudantes	Escolas	Escores	Estudantes	Escolas	Escores	Estudantes	Escolas
	Média	N	N	Média	N	N	Média	N	N
Rondônia	489,5	41 738	190	565,4	3 309	46	495,1	45 047	236
Acre	479,9	22 358	159	578,6	1 675	13	486,8	24 033	172
Amazonas	475,3	105 313	332	566,6	7 325	61	481,2	112 638	393
Roraima	484,0	11 700	122	562,2	1 266	9	491,6	12 966	131
Pará	477,8	171 662	605	578,1	30 659	239	493,0	202 321	844
Amapá	475,5	25 597	114	559,1	2 791	24	483,7	28 388	138
Tocantins	476,9	41 488	284	592,8	3 478	43	485,8	44 966	327
Maranhão	469,4	157 682	825	559,2	15 908	187	477,6	173 590	1 012
Piauí	477,1	76 939	518	597,8	14 595	120	496,3	91 534	638
Ceará	478,6	313 650	667	605,7	31 683	278	490,3	345 333	945
Rio Grande do Norte	495,4	58 752	314	577,5	15 389	131	512,4	74 141	445
Paraíba	487,5	70 710	420	584,0	19 131	158	508,1	89 841	578
Pernambuco	486,0	207 899	802	584,7	34 257	308	499,9	242 156	1 110
Alagoas	476,0	55 389	234	556,5	15 350	150	493,5	70 739	384
Sergipe	490,4	40 309	176	585,2	12 633	110	513,0	52 942	286
Bahia	485,5	243 227	1 145	592,2	42 284	444	501,3	285 511	1 589
Minas Gerais	510,8	406 702	2 409	630,2	67 399	760	527,8	474 101	3 169
Espírito Santo	505,2	89 130	312	611,3	13 692	129	519,4	102 822	441
Rio de Janeiro	509,0	242 228	1 180	592,7	95 466	1 107	532,6	337 694	2 287
São Paulo	504,2	833 282	4 054	594,4	224 375	2 358	523,3	1 057 657	6 412
Paraná	505,0	210 563	1 546	589,5	50 514	445	521,3	261 077	1 991
Santa Catarina	512,5	110 855	760	598,6	26 627	235	529,2	137 482	995
Rio Grande do Sul	513,0	174 927	1 166	586,5	29 993	363	523,7	204 920	1 529
Mato Grosso do Sul	494,8	53 724	320	593,0	8 832	108	508,7	62 556	428
Mato Grosso	487,6	69 361	481	577,4	10 909	129	499,8	80 270	610
Goiás	494,3	141 549	674	592,6	30 007	290	511,5	171 556	964
Distrito Federal	513,5	63 355	105	602,2	24 098	134	537,9	87 453	239
Total	495,7	4 040 089	19 914	593,6	833 645	8 379	512,4	4 873 734	28 293

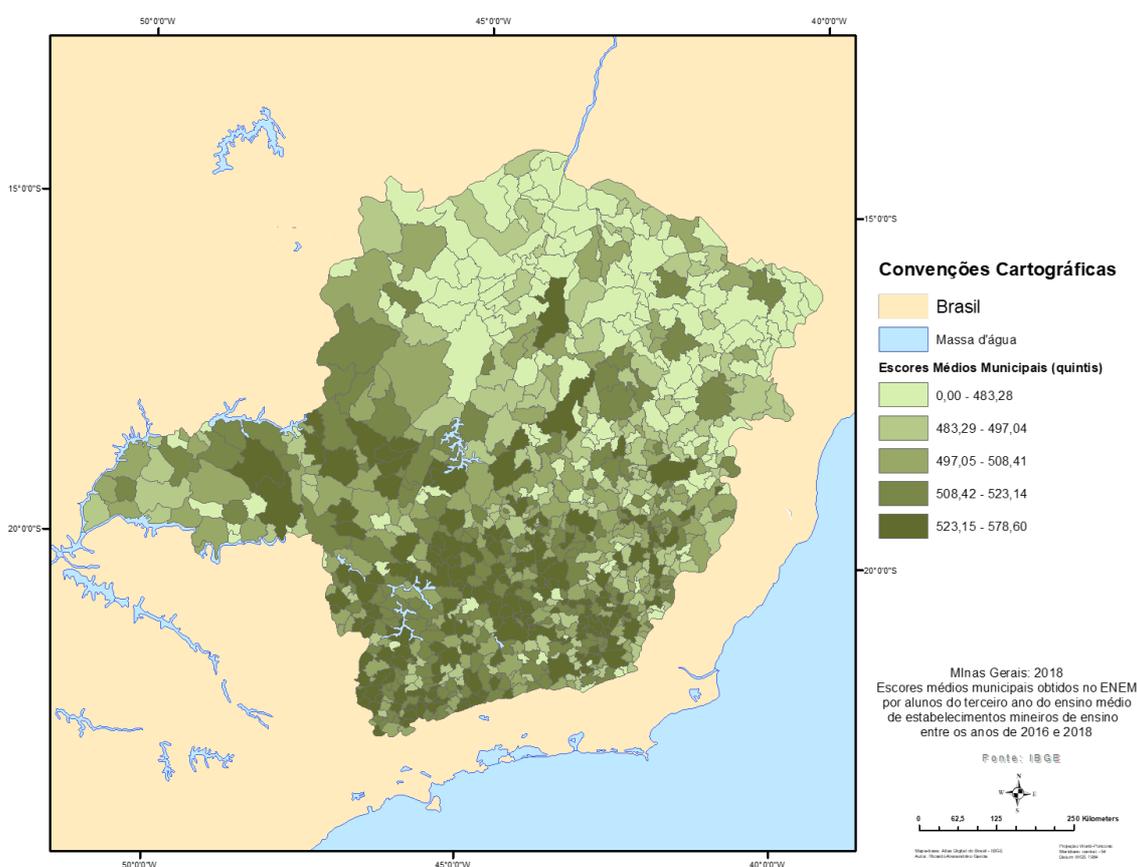
Fonte: INEP. Exame nacional do ensino médio de 2016, 2017 e 2018; Censo escolar de 2017 (microdados).

O cartograma da Figura 1 ilustra a distribuição espacial dos *REs* municipais ao longo do território mineiro. Esse mapeamento indica, por um lado, a alta disparidade entre os

⁴ Para efeitos de comparação, o aluno que ingressou na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) em 2017, pela modalidade “ampla concorrência”, com a menor nota na prova do ENEM de 2016, obteve um escore geral de 520,08 pontos (UFMG, 2017).

escores de desempenho escolar entre os 20% dos municípios de rendimento mais baixo e os 20% de rendimento mais elevado: enquanto o máximo obtido pelos primeiros foi de 483,3, entre esses os últimos foi superior à 523,1; evidentemente, 60% dos municípios mineiros apresentaram *REs* variando em uma faixa de apenas 40 pontos. Em relação a distribuição espacial desses resultados, o cartograma parece ilustrar comportamento semelhante ao padrão espacial de outros indicadores sociais, ou seja, as regiões norte e nordeste do estado com elevada concentração de municípios com baixo rendimento em oposição às regiões central, sul e a chamada região do triângulo mineiro. No entanto, pode-se observar que em todas essas regiões há municípios que fogem a esse padrão.

Figura 2. Minas Gerais: 2016-2018. Escores médios dos alunos do último ano do ensino médio e que participaram do Enem entre o os anos de 2016 e 2018, por município do estabelecimento de ensino.

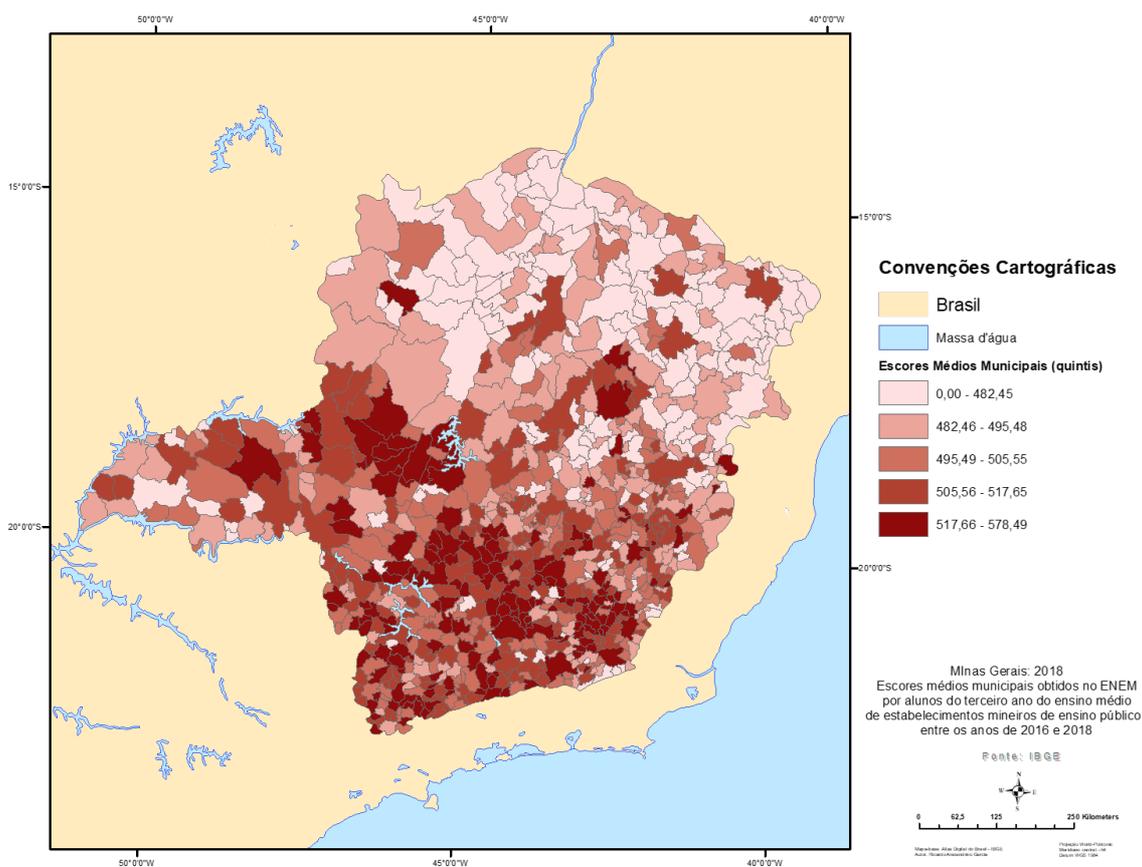


Fonte: INEP. Exame Nacional do Ensino Médio de 2016, 2017 e 2018; Censo Escolar de 2017 (microdados).

Os cartogramas das Figura 2 e 3 mostram respectivamente a distribuição espacial dos *REs* municipais ao longo do território mineiro para os estudantes vinculados aos estabelecimentos de ensino público e privado. O primeiro mapeamento está a indicar algo muito semelhante ao obtido na análise anterior dada a grande participação dos estudantes do ensino público no total dos estudantes considerados, ou seja, alta disparidade entre os escores de desempenho escolar entre os 20% dos municípios de rendimento mais baixo e os 20% de rendimento mais elevado: enquanto o máximo obtido pelos primeiros foi de 482,4, entre esses os últimos foi superior à 517,6. Em relação ao mapeamento municipal dos *REs* privados, chama atenção que 80% dessas municipalidades apresentaram rendimento médio acima de 573,6, tal como pode ser observado na figura 3. Dado que o

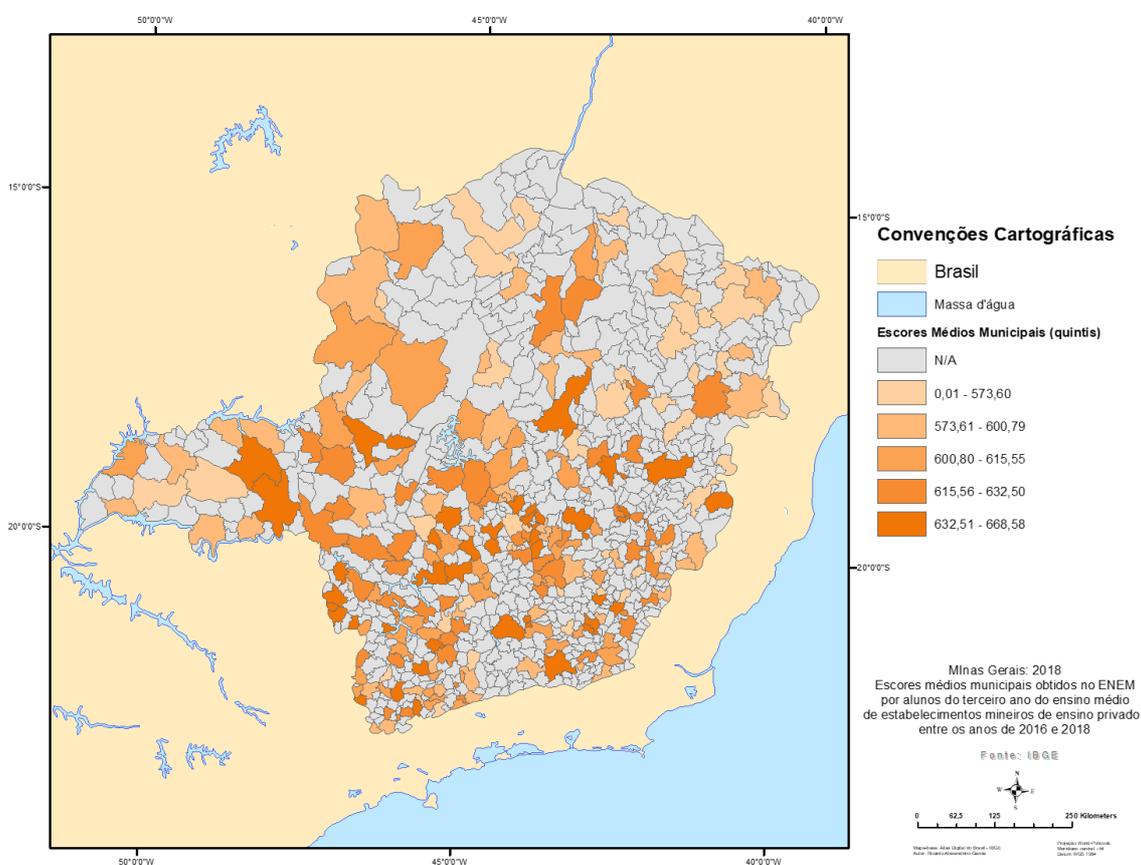
limite superior desse escore para o ensino privado foi de 578,5, pode-se afirmar que em relação à escala municipal o ponto de partida do rendimento escolar no ensino médio de alunos de escola privada é o ponto de chegada para alunos de escolas públicas em Minas Gerais. A distribuição espacial dos resultados oriundos dos *ERs* do ensino privado indica a oferta desta modalidade de ensino no Estado e, curiosamente, a grande maioria dos municípios mineiros não possuem estabelecimentos desse tipo ou, se possuem, seus alunos não participaram das edições do ENEM consideradas neste estudo.

Figura 3. Minas Gerais: 2016-2018. Escores médios dos alunos do último ano do ensino médio de escolas públicas e que participaram do Enem entre o os anos de 2016 e 2018, por município do estabelecimento de ensino.



Fonte: INEP. Exame Nacional do Ensino Médio de 2016, 2017 e 2018; Censo Escolar de 2017 (microdados).

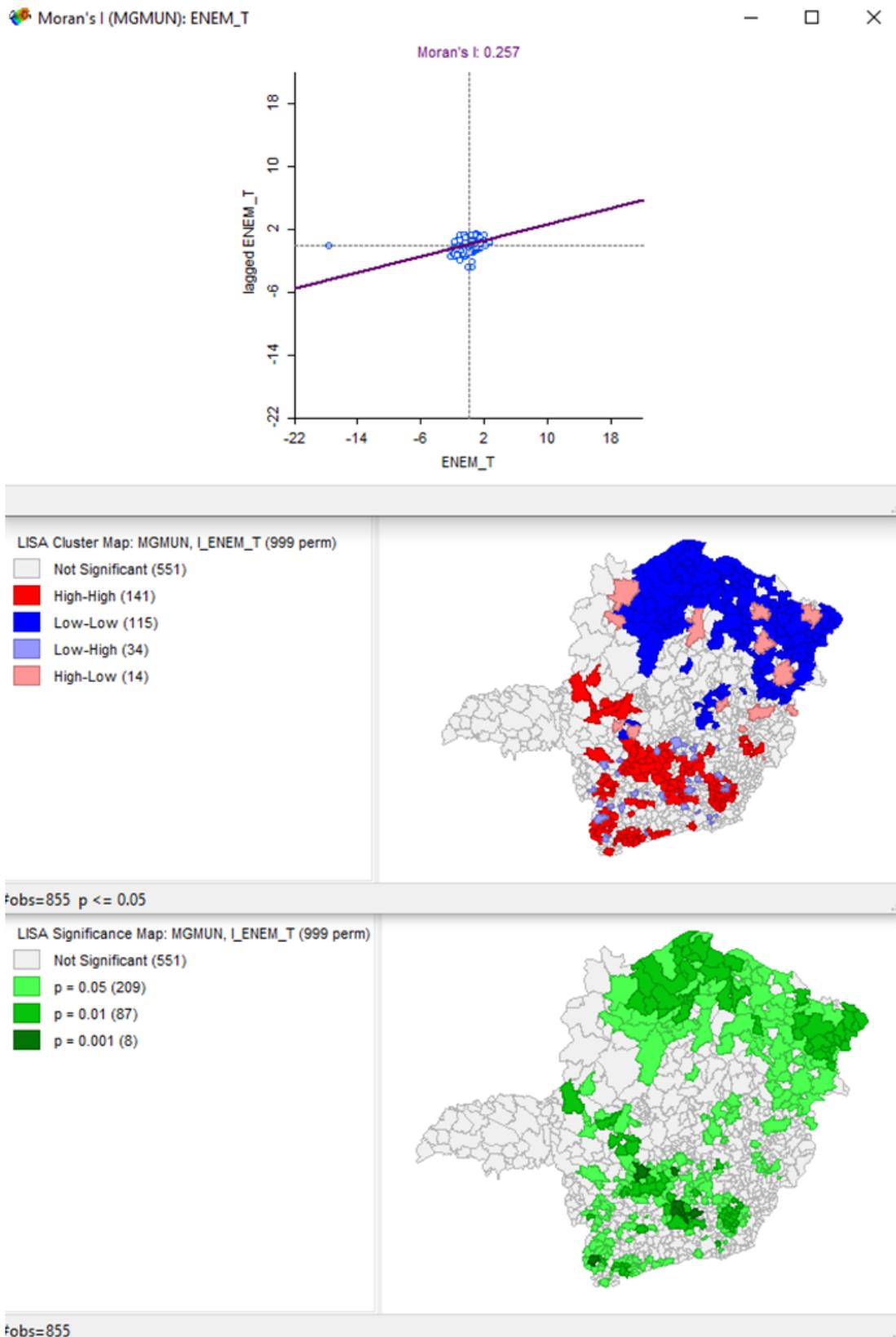
Figura 4. Minas Gerais: 2016-2018. Escores médios dos alunos do último ano do ensino médio de escolas privadas e que participaram do Enem entre o os anos de 2016 e 2018, por município do estabelecimento de ensino.



Fonte: INEP. Exame Nacional do Ensino Médio de 2016, 2017 e 2018; Censo Escolar de 2017 (microdados).

Os resultados do modelo LISA foi obtido por meio da análise geoestatística da associação espacial dos *REs* municipais e podem ser observados na Figura 4. O índice de associação espacial para o conjunto dos 855 municípios mineiros foi de 0,257, o que indica uma dependência espacial positiva, ou seja, municípios semelhantes tendem a estar próximos de municípios semelhantes do ponto de vista do nível de rendimento escolar do ensino médio; tal padrão de dependência foi, no entanto, fraca e isso pode ser explicado pela alta presença de localidades não significativas. Todavia, o que se está almejando é investigar a presença de municípios considerados *hotspot* e, nesse sentido o modelo foi capaz de identificar 14 deles: Almenara, Araçuaí, Arinos, Belo Oriente, Bonfinópolis de Minas, Dolores do Indaiá, Governador Valadares, Mantena, Montes Claros, Sabinópolis, Salinas, São Gotardo, São José do Mantimento e Teófilo Otoni. Esses municípios constituem o cluster do tipo High-Low (Figura 4).

Figura 5. Resumo geostatístico: Indicador de associação espacial geral (Moran's I) e Clusters espaciais dos indicadores locais de associação espacial significativos (LISA) obtidos com base nos REs municipais do Estado de Minas Gerais.



Fonte: INEP. Exame Nacional do Ensino Médio de 2016, 2017 e 2018; Censo Escolar de 2017 (microdados).

Em relação a esses 14 municípios, a análise dos diferenciais de desempenho escolar pode ser feita com base nas informações da Tabela 4. O conjunto desses *hotspots* somou um total de 2 261 estudantes, sendo que 83% deles declararam vínculos ao ensino público; em relação ao número de escolas, ele foi de 180, sendo que apenas 78,3% deste total foram de estabelecimentos públicos de ensino. A média total do escore para o total desses estudantes foi de 527,7 contra 620,8 pontos para os do ensino privado e 508,6 do ensino público, resultado num diferencial de 112,2 pontos entre os *REs* público e privado. Neste sentido, chama atenção os diferenciais observados em Sabinópolis (147,1), Teófilo Otoni (127,1), Governador Valadares (126,3) e São Gotardo (117,0).

Tabela 2. Municípios Mineiros selecionados (hotspots): 2016-2018. Escores médios, total de estudantes e total de escolas dos alunos do último ano do ensino médio que participaram do Enem entre o os anos de 2016 e 2018, segundo tipo de ensino da escola.

Municípios selecionados	Pública			Privada			Total		
	Escores	Estudantes	Escolas	Escores	Estudantes	Escolas	Escores	Estudantes	Escolas
	Média	N	N	Média	N	N	Média	N	N
Almenara	505,6	851	7	584,4	41	1	509,3	892	8
Araçuaí	514,2	901	8	548,3	75	2	516,8	976	10
Arinos	503,6	541	6	609,1	6	1	504,7	547	7
Belo Oriente	511,6	436	2				511,6	436	2
Bonfinópolis de Minas	520,2	163	1				520,2	163	1
Dores do Indaiá	500,1	250	2	596,2	52	1	516,6	302	3
Governador Valadares	512,5	5 706	36	638,7	1 005	8	531,4	6 711	44
Mantena	520,0	459	2	565,1	18	1	521,7	477	3
Montes Claros	509,4	9 009	41	617,9	2 888	14	535,8	11 897	55
Sabinópolis	480,1	221	3	627,2	66	1	513,9	287	4
Salinas	517,2	1 210	7	599,3	76	2	522,0	1 286	9
São Gotardo	504,3	821	4	621,3	88	2	515,7	909	6
São José do Mantimento	508,6	53	1				508,6	53	1
Teófilo Otoni	495,5	2 826	21	622,6	499	6	514,6	3 325	27
Total	508,6	23 447	141	620,8	4 814	39	527,7	28 261	180

Fonte: INEP. Exame nacional do ensino médio de 2016, 2017 e 2018; Censo escolar de 2017 (microdados).

Tal como já mencionado, o modelo LISA utiliza a média aritmética simples dos escores municipais para a definição dos agrupamentos espaciais. Essa média foi igual a 503,8, assim todos municípios cujos escores foram acima deste valor foram considerados “High”. Ao se desconsiderar o efeito dos estabelecimentos privados no cálculo dos *REs* dos municípios considerados *hotspots*, observa-se que 4 deles perderiam essa condição: Arinos, Dolores do Indaiá, Sabinópolis e Teófilo Otoni.

Discussão e considerações finais

Através da combinação de dados dos microdados do ENEM e do Censo Escolar, o que se procurou com este estudo foi responder a questões objetivas sobre o sistema educacional de ensino médio no Estado de Minas Gerais e, com isso, buscar evidências que possam indicar medidas para melhoria da qualidade do ensino praticado por estas escolas, em especial, pelas públicas. Acredita-se que, dados os resultados e as análises sobre o rendimento escolar, em seus diversos recortes espaciais, lograram-se reflexões que vão ao encontro das respostas às indagações desse trabalho.

Um ponto a se considerar diz respeito ao potencial da abordagem quantitativa no trato das grandes bases de microdados dos levantamentos de larga escala na área dos estudos educacionais. Essa abordagem, corrobora, por um lado, o ideário comum de que as escolas particulares oferecem um ensino de melhor qualidade, demonstrado pelo desempenho escolar superior de seus estudantes, possibilitando o cálculo do diferencial de rendimento entre essas escolas e as públicas - que foi de, aproximadamente, 100 pontos para o país e de 119 pontos para o Estado. Por outro lado, a abordagem possibilitou a constatação de que são as escolas privadas mineiras de ensino médio que detém o maior rendimento médio escolar em anos recentes. Contudo, elas representam uma pequena parcela no universo das escolas de ensino médio no Brasil.

A Aplicação da análise espacial e o emprego da geoestatística foram reveladoras no tocante à identificação de padrões espaciais, que de outro modo não seriam percebidos pela simples análise dos cartogramas dos rendimentos escolares médios municipais, tal como ficou demonstrado pela presença de hotspots. Essas municipalidades fogem à norma e evidenciam que fatores locais são relevantes para um bom rendimento escolar mesmo estando localizados em uma região adversa.

Salienta-se ainda que, no que tange ao rendimento escolar de ensino médio oferecidos por esses dois tipos de estabelecimentos escolares em Minas Gerais, o mais comum dentre eles, o público obteve um grau considerável, ficando apenas 83 pontos do desempenho médio das escolas privadas do país. Quando se observa apenas o desempenho escolar da rede pública de ensino médio do Estado, surpreendentemente, não se encontram grandes diferenciais municipais. Em termos percentuais, observou-se uma variação de aproximadamente 14%, para mais ou para menos, em torno da média estadual. Tais resultados induzem à seguinte afirmação: o ensino médio público nos municípios mineiros possui uma estrutura que é capaz de conferir aos seus alunos um desempenho escolar razoável - entre 437 e 578 pontos no ENEM, em média - desde que eles estejam cursando regularmente o terceiro ano do ensino médio.

Referências Bibliográficas

ALVES, M. T. G.; SOARES, J. S. Efeito-escola e estratificação escolar: o impacto da composição de turmas por nível de habilidade dos alunos. *Educação em Revista*, v.45, p. 25-58, 2007.

ANDRADE, R. J.; SOARES, J. F. O efeito da escola básica brasileira. *Estudos em Avaliação Educacional*, v. 19, n. 41, p. 379-406, 2008.

ANSELIN, L. GeoDa 0.9 user's guide. Spatial Analysis Laboratory (SAL). Department of Agricultural and Consumer Economics, University of Illinois, Urbana-Champaign, IL, 2003. 115p.

ANSELIN, L. Local indicators of spatial association - LISA. *Geographical analysis*, v. 27, n. 2, p. 93-115, 1995.

BAKER, R.; ISOTANI, S.; DE CARVALHO, A. Mineração de Dados Educacionais: oportunidades para o Brasil. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, v.19, n.2, p. 3-13, 2011.

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

CÂMARA, G.; CARVALHO, M.S.; DRUCK, S.; MONTEIRO, A.V.M. Análise Espacial de Dados Geográficos. Brasília: EMBRAPA, 2004.

CATERINE, C. V.; LUCE, M. B.; ESPINAR, S. R. Ensaio: aval.O desempenho acadêmico como indicador de qualidade da transição ensino médio-educação superior. Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação, v. 22, n. 84, p. 635-670, 2014.

CERQUEIRA, C. A.; SAWYER, D. R. O. T. Tipologia dos estabelecimentos escolares brasileiros. Revista Brasileira de Estudos de População, v. 24, n. 1, p. 53-67, 2007.

CÉSAR, C. C.; SOARES, J. F. Desigualdades acadêmicas induzidas pelo contexto escolar. Revista Brasileira de Estudos de População, v. 18, n. 1, p. 97-110, 2001.

COSTA, S. S.; CAZELLA, S.; RIGO, S. J. Minerando dados sobre o desempenho de alunos de cursos de educação permanente em modalidade EAD: um estudo de caso sobre evasão escolar na UNA-SUS. Novas Tecnologias na Educação, v.12, n.2, p. 1-11, 2014.

CUNHA, J. M. P.; PEREZ, J. R. R.; AIDAR, T. Proposta metodológica de elaboração de indicador educacional sintético para os municípios. Revista Brasileira de Estudos de População, v. 18, n. 1, p. 131-159, 2001.

DUTRA, R. S.; DUTRA, G. B. M.; PARENTE, P. H. N.; PARENTE, L. O. S. S. Determinantes do desempenho educacional dos Institutos Federais do Brasil no Exame Nacional do Ensino Médio. Pesquisa e Educação, v. 45, p. 1-23, 2019.

FAYYAD, U.; PIATETSKY-SHAPIRO, G.; SMYTH, P. From Data Mining to Knowledge Discovery in Databases. AI Magazine, v.17, n.3, p. 37-54, 1996.

FERNANDES, R.; NATENZON, P. E. A evolução recente do rendimento escolar das crianças brasileiras: uma reavaliação dos dados do Saeb. Estudos em Avaliação Educacional, v.28, p. 3-22, 2007.

FONSECA, S. O.; NAMEN, A. A. Mineração em bases de dados do INEP: uma análise exploratória para nortear melhorias no sistema educacional brasileiro. Educação em Revista, v.32, n.1, p. 133-157, 2016.

FREITAS-JÚNIOR, O. G.; RODRIGUES, W. R. M.; BARBIRATO, J. C. C.; EVANDRO DE BARROS COSTA, E. B. Melhoria da gestão escolar através do uso de técnicas de mineração de dados educacionais: um estudo de caso em escolas municipais de Maceió. Novas Tecnologias na Educação, v.17, n.1, p. 296-305, 2019.

GARCIA, R. A.; RIOS-NETO, E.; MIRANDA-RIBEIRO, A. Efeitos rendimento escolar, infraestrutura e prática docente na qualidade do ensino médio no Brasil. Revista Brasileira de Estudos de População. v. 38, p. 1-32, 2021.

GATTI, B. A. Estudos quantitativos em educação. Educação e Pesquisa, v.30, n.1, p. 11-30, 2004.

GETIS, A. A history of the concept of spatial autocorrelation: A geographer's perspective. Geographical analysis, v. 40, n. 3, p. 297-309, 2008.

HOSMER, D. W.; LEMESHOW, S. Applied logistic regression. 2ª Ed. New York: Wiley, 2000. 375p.

INEP - INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. Resumo técnico: Censo da Educação básica 2017. 1ª Ed. Brasília: 2017. 58 p. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/educacao_superior/censo_superior/resumo_tecnico/resumo_tecnico_censo_da_educacao_superior_2017.pdf> Acesso em: 02/11/2019.

KAMPFF, A. J. C.; REATEGUI, E. B.; LIMA, J. V. Mineração de dados educacionais para a construção de alertas em ambientes virtuais de aprendizagem como apoio à prática docente. *Novas Tecnologias na Educação*, v.6, n.2, p. 1-8, 2008.

LAROS, J. A.; MARCIANO, J. L. Índices educacionais associados à proficiência em língua portuguesa: um estudo multinível. *Avaliação Psicológica*, v.7, n.3, p. 371-389, 2008.

LOURENÇO, R. L.; NASCIMENTO, J. C. H. B.; SAUERBRONN, F. F.; MACEDO, M. A. S. Determinantes sociais e pedagógicos das notas do IDEB. *Revista Pensamento Contemporâneo em Administração*, v.11, n.4, p. 27-43, 2017.

MARTELETO, L.; ANDRADE, F. The Educational Achievement of Brazilian Adolescents: Cultural Capital and the Interaction between Families and Schools. *Sociology of Education*, v. 87, n. 1, p. 16-35, 2007.

MORAN, P. A Test for the Serial Independence of Residuals. *Biometrika*, v37, p. 178-181, 1950.

NAMEN, A. A.; BORGES, S. X. A.; SADALA, M. G. S. Indicadores de qualidade do ensino fundamental: o uso das tecnologias de mineração de dados e de visões multidimensionais para apoio à análise e definição de políticas públicas. *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos*, v. 94, n.238, p. 677-700, 2013.

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*, v. 31, n. 2, p. 367-394, 2014.

RIANI, J. L. R.; RIOS-NETO, E. L. G. Análise do dividendo demográfico na matrícula escolar no Brasil numa abordagem hierárquica e hierárquica-espacial. *Revista Brasileira de Estudos de População*, v. 24, n. 1, p. 69-90, 2007.

RIANI, J. L. R.; RIOS-NETO, E. L. G. Background familiar versus perfil escolar do município: qual possui maior impacto no resultado educacional dos alunos brasileiros? *Revista Brasileira de Estudos de População*, v. 25, n.2, p. 251-269, 2008.

RIOS-NETO, E. L. G.; CÉSAR, C. C.; RIANI, J. L. R. Estratificação educacional e progressão escolar por série no Brasil. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, v. 32, n. 3, p. 395-416, 2002.

RODRIGUES, C. R.; RIOS-NETO, E. L. G.; PINTO, C. C. X. Diferenças intertemporais na média e distribuição do desempenho escolar no Brasil: o papel do nível

socioeconômico, 1997 a 2005. *Revista Brasileira de Estudos de População*, v. 28, n. 1, p. 5-36, 2011.

SILVA-JUNIOR, W. S.; GONÇALVES, F. O. Evidências da relação entre a frequência no ensino infantil e o desempenho dos alunos do ensino fundamental público no Brasil. *Revista Brasileira de Estudos de População*, v. 33, n. 2, p. 283-301, 2016.

SOARES, J. F.; ALVES, M. T. G.; OLIVEIRA, R. M. O efeito de 248 escolas de nível médio no vestibular da UFMG nos anos de 1998, 1999 e 2000. *Estudos em Avaliação Educacional*, v.24, p. 69-118, 2001.

SOARES, T. M.; FERNANDES, N. S.; NÓBREGA, M. C.; NICOLE, A. C. N. Fatores associados ao abandono escolar no ensino médio público de Minas Gerais. *Educação e Pesquisa*, v.41, n.3, p. 757-772, 2015.

SOUSA, C. A.; LIRA-JUNIOR, M. A.; FERREIRA, R. L.C. Avaliação de testes estatísticos de comparações múltiplas de médias. *Revista Ceres*, v. 59, n. 3, p. 350-354, 2012.

TRAVITZKI, R.; CALERO, J.; BOTO, C. What does the National High School Exam (ENEM) tell Brazilian society? *Cepal Review*, v. 113, p. 157-174, 2014.

TRAVITZKI, R. Avaliação da qualidade do ENEM 2009 e 2011 com técnicas psicométricas. *Estudos em Avaliação Educacional*, v. 28, n. 67, p. 256-288, 2017.

TRAVITZKI, R.; FERRÃO, M. E.; COUTO, A. P. Desigualdades educacionais e socioeconômicas na população brasileira préuniversitária: uma visão a partir da análise de dados do ENEM. *Arquivos Analíticos de Políticas Educativas*, v.24, n. 74 p. 1-36, 2016.

VIANNA, H. M. Avaliações nacionais em larga escala: análises e propostas. *Estudos em Avaliação Educacional*, v.27, p. 41-76, 2003.

VIEIRA, R. S. Crescimento econômico no estado de São Paulo: uma análise espacial. São Paulo: Editora UNESP. 2009. 103 p.