

Custo-efetividade de políticas de redução do tamanho da classe e de ampliação da jornada escolar: uma aplicação de estimadores de matching

Jaqueline Maria de Oliveira

<http://www.bndes.gov.br/bibliotecadigital>

Custo-efetividade de políticas de redução do tamanho da classe e de ampliação da jornada escolar: uma aplicação de estimadores de *matching**

Jaqueline Maria de Oliveira **

Resumo

O objetivo do presente estudo é contribuir para a identificação do impacto de políticas de redução do tamanho da classe e de aumento da jornada escolar sobre o rendimento escolar. Para tanto, a metodologia de *matching* é aplicada aos dados do Sistema de Avaliação do Ensino Básico (SAEB). Os resultados indicam que a ampliação de quatro para cinco horas na jornada dos estudantes está associada a um movimento de 0,20 desvio padrão na distribuição de notas. No caso do tamanho da classe, o efeito estimado de uma redução de 38 para 30 alunos é de um movimento de 0,26 desvio padrão na distribuição de proficiência. A comparação dessas duas políticas sugere que a ampliação da jornada escolar de quatro para cinco horas tem a maior razão benefício-custo, comparativamente às políticas de redução do tamanho da classe,

* Este artigo é uma síntese da dissertação de mestrado da autora, defendida no Departamento de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo, em 2008, orientada pelo professor Naércio Aquino de Menezes-Filho, e que obteve o segundo lugar no 31º Prêmio BNDES de Economia.

** Mestre em Economia pelo Instituto de Pesquisas Econômicas da Universidade de São Paulo (USP); doutoranda em Economia pela Yale University.

quando as classes têm 33 alunos ou menos. Para classes maiores, a política de redução das classes é mais custo-efetiva.

Abstract

The purpose of this study is to help identify the impact on school performance of policies aimed at reducing class size and increasing the school day. For this, the matching methodology is applied to data from the Elementary School Assessment System (SAEB). The results indicate that a change from four to five hours in the school day increases math test scores by 0.20 standard deviations. As for class the size, the expected outcome from reducing the number of students from 38 to 30 is an increase of 0.26 standard deviations in test scores. The comparison between these two policies suggests that increasing the school day from four to five daily hours has the most advantageous cost/benefit ratio, compared to the policies to reduce class size, when the classrooms have 33 students or less. However, class size reduction policy is more cost-effective when class size is large.

Introdução

Grande parte dos estudos em economia da educação desenvolvidos no Brasil concentrou-se nos benefícios de se promover anos de estudos adicionais aos indivíduos, considerando ser essa a principal forma de investimento direto em capital humano. Nesse sentido, as políticas educacionais voltaram-se principalmente para a expansão do acesso à educação. Contudo, o problema da qualidade do ensino tornou-se recentemente o principal tema de estudos na agenda de pesquisa em economia da educação no país, em face do desempenho insatisfatório dos estudantes brasileiros em testes padronizados. No que se refere à educação pública, o governo tem papel fundamental na trajetória de construção de capital humano de suas crianças, que constituirão parte da força de trabalho futura. E seja qual for o tipo de benefício advindo da educação, a questão a ser levantada refere-se à quantidade de recursos que deve ser investida e, principalmente, como deve ser investida, dado que os investimentos em educação se realizam a expensas de alternativas, tanto públicas quanto privadas, de uso de tais recursos.

A questão da identificação dos impactos dos gastos em recursos escolares sobre o desempenho educacional tem implicações importantes para a formulação de políticas públicas. No que se refere à avaliação quantitativa desse impacto, como potencialmente a seleção dos insumos escolares empregados no processo educacional é endógena, ou seja, pode estar correlacionada com fatores não observáveis que também interferem no resultado escolar, faz-se necessário o uso de estratégias de identificação do efeito causal desses insumos sobre a proficiência. Além disso, tão importante quanto detectar qual tipo de investimento tem maior impacto é verificar os custos associados a cada intervenção. Trata-se de identificar não apenas se o aumento dos gastos em insumos escolares impacta a proficiência, mas também se os benefícios justificam os custos e em que medida.

A análise que se segue concentrou-se em duas políticas: redução do tamanho da classe e ampliação da jornada escolar. A escolha justifica-se pelo fato de que para essas intervenções, extensamente discutidas na literatura internacional, poucas evidências foram produzidas para o Brasil, embora sejam frequentemente citadas em propostas de formulações de políticas educacionais. Além disso, a disponibilidade de informações torna a análise viável. Assim, o presente estudo tem como objetivo contribuir para a identificação do efeito causal de reduções do tamanho da classe e da ampliação da jornada escolar sobre o rendimento escolar em matemática dos estudantes brasileiros da 4ª série do ensino fundamental de escolas de área urbana que pertençam à rede pública de ensino. Para tanto, os estimadores de *matching* foram aplicados aos dados do Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) referentes ao ano de 2005. Num segundo momento, os custos associados a essas duas políticas foram avaliados em contraposição aos benefícios por meio de uma análise de custo-efetividade.

Tamanho da classe, jornada escolar e proficiência

Os estudos a respeito do efeito tamanho da classe sobre a proficiência geram resultados bastante discordantes. De um lado, alguns autores defendem a ideia de que políticas de redução do tamanho da classe não têm impacto significativo sobre o desempenho do aluno e, ao mesmo tempo, é uma medida bastante cara, sendo, por essa razão, ineficiente [Hanushek (1998 e 2005)]. Contudo, outros especialistas na área afirmam que os ganhos de se reduzir as salas de aula são consideráveis [Krueger (1999), Finn e Achilles (1990) e Urquiola (2000)]. Se na verdade o número de alunos dentro de uma mesma sala de aula não afeta o desempenho individual, é possível cada vez mais atrair alunos para as escolas sem se preocupar com a perda da qualidade do ensino. Logo, mais recursos poderiam ser direcionados a outros

insumos que não apenas para salas de aulas reduzidas. Se, por outro lado, o tamanho das salas de aula for fundamental para os objetivos de provimento de uma educação de mais qualidade, isso significa que, para um dado nível de eficiência, o aumento do número de matrículas requer o crescimento da quantidade de recursos, de forma a se manter ou mesmo ampliar a qualidade do ensino. Como a expansão do acesso ao ensino, principalmente em níveis iniciais, tem sido um objetivo comum dos governos de países em desenvolvimento, essa é uma questão que deve ser levada em conta.

Para avaliar as implicações de uma política de redução do tamanho da classe, é preciso compreender melhor quais são os mecanismos pelos quais essa variável pode afetar a proficiência. A princípio, existem dois canais pelos quais o acréscimo de um estudante em sala de aula afeta o desempenho: o efeito tamanho da classe e o efeito dos pares (ou *peer effect*). O primeiro canal pode atuar por meio da redução do “insumo professor” e ou pelo “efeito lotação”. O acréscimo de um aluno na classe reduz a quantidade de insumo professor destinado a cada aluno individualmente. O efeito lotação é talvez o mais comumente associado ao aumento do tamanho da classe. Em uma sala de aula com 40 alunos, por exemplo, o aprendizado pode ser prejudicado pelo aumento das interrupções devido à indisciplina, e o atendimento das necessidades específicas de cada aluno é praticamente inviável. Além disso, classes superlotadas são vistas pelos professores como sobrecarga de trabalho, podendo incentivar as faltas e a diminuição do esforço por parte desses professores, impactando negativamente a proficiência.

O segundo canal é a externalidade gerada pelos pares, conhecido por *peer effect*. Quando um estudante é adicionado a uma sala de aula, ele irá interagir com os demais alunos e, possivelmente, irá influenciar o desempenho escolar. O argumento é que o acréscimo de um aluno na sala de aula, sendo ele diferente de pelo menos um dos demais,

pode gerar o que se chama de *learning spillovers*. E, se é verdade que existe uma assimetria em que os piores alunos se beneficiam mais da exposição a bons alunos do que o contrário [Hoxby (2000)], é provável que ao adicionar-se um novo aluno diferente dos demais, controlando-se pelo efeito tamanho da classe, as externalidades geradas sejam positivas. Se o aluno adicional for igual aos demais em termos de habilidade, então não existiriam *learning spillovers*, e o único meio de esse aluno adicional impactar a proficiência seria por intermédio do efeito tamanho da classe [Duflo, Dupas e Kremer (2007)].

Diante do exposto, fica claro que estimar o efeito tamanho da classe não é uma tarefa simples. Além das interações desse efeito com o efeito dos pares, existe o fato de que a alocação dos alunos entre diferentes tamanhos da classe não é exógena, ou seja, é tipicamente correlacionada com fatores não observados que também afetam o desempenho escolar. As fontes de viés de seleção comprometem as conclusões de estudos que não empregam uma estratégia de identificação satisfatória e é fonte de toda controvérsia na literatura discutida anteriormente. O objetivo deste trabalho é tentar amenizar esses problemas por meio da aplicação do *propensity score matching* para tratamento contínuo.

No que se refere à jornada escolar, diversos estudiosos da área de educação advogam a favor da ampliação do tempo de permanência dos alunos na escola e alegam que os benefícios são consideráveis não apenas para os alunos, mas também para a sociedade. A maior permanência dos alunos nas escolas pode reduzir, por exemplo, o trabalho infantil e a marginalidade, além de constituir uma alternativa para as mães que precisam trabalhar durante todo o dia e não têm com quem deixar os seus filhos. Do ponto de vista pedagógico, a extensão do tempo na escola pode possibilitar, entre outras coisas, mais tempo para trabalhar o conteúdo acadêmico básico, suporte para estudantes com dificuldades de aprendizado, ampliação e aprofundamento da cobertura do currículo, estreitamento da relação entre o aluno e o

ambiente escolar e oportunidade para o desenvolvimento profissional e a colaboração entre os professores. Todos esses fatores associados teriam um impacto esperado positivo sobre o desempenho escolar, não apenas no que diz respeito às notas em testes de proficiência, mas também sobre a redução da evasão escolar e da reprovação.

Assim como no caso do tamanho da classe, a identificação do efeito da jornada escolar sobre a proficiência pode ser comprometida pelo viés de seleção. Uma vez que a jornada escolar é um insumo escolar e, dessa forma, é associado à qualidade da escola, a possível seleção dos alunos com maior habilidade e com pais que valorizam mais a educação de seus filhos em escolas com jornada escolar mais extensa deve ser levada em conta. Do contrário, o efeito da jornada escolar é superestimado. O estimador de *matching* também será empregado na tentativa de lidar com esse problema.

Metodologia

Os estimadores de *matching* têm sido utilizados para obter o efeito causal ao reduzir o viés ocasionado pela seleção não aleatória do tratamento. A técnica de estimação do efeito tratamento baseada em *propensity score*, também conhecida como “estimador de *propensity score matching*”, foi desenvolvida por Rosenbaum e Rubin (1983). Essa técnica é aplicada em casos em que o tratamento é binário. Contudo, o método de *generalized propensity score matching* (GPS *matching*) foi recentemente desenvolvido por Hirano e Imbens (2004). Esse método estende a análise de *propensity score* quando o tratamento é contínuo e permite estimar o efeito tratamento da redução do tamanho da classe.

Suponha que temos uma amostra aleatória $i = 1, \dots, N$. Para cada unidade i existe um conjunto de resultados potenciais $Y_i(t)$, para $t \in \mathfrak{T}$,

conhecido como função resposta à dose da unidade de análise i . No caso contínuo, \mathfrak{T} é um intervalo $[t_0, t_1]$. O objetivo é estimar a função resposta à dose média (ARDF), $\mu(t) = E[Y_i(t)]$, e obter o efeito tratamento médio (ATE), $\mu(t) - \mu(t + \Delta t) = E[Y_i(t)] - E[Y_i(t + \Delta t)]$. Sob a hipótese de inconfundibilidade fraca, ou seja, de que o tratamento é “puramente aleatório” para indivíduos com valores similares das variáveis pré-tratamento, a ideia básica é comparar os indivíduos que receberam um determinado nível de tratamento t com outros indivíduos na amostra cujas covariadas são similares. Dado que o *matching* baseado em um vetor n -dimensional é inviável quando n é grande, a metodologia de *propensity score matching* propõe que as características pré-tratamento sejam sumarizadas em apenas uma variável, o *propensity score*. Essa variável descreve a probabilidade de o indivíduo receber o nível de tratamento t .

Para obter o efeito tratamento de um aumento da jornada escolar de quatro para cinco horas, o estimador de *matching* utilizado foi o *nearest neighbor matching*, aplicado quando o tratamento é binário. A lógica do estimador é a mesma. O objetivo é estimar o efeito tratamento médio, dado por $E[Y_i(1)] - E[Y_i(0)]$, em que $Y_i(1)$ é o resultado potencial se o indivíduo i recebe o tratamento e $Y_i(0)$ é o resultado potencial se o indivíduo não recebe o tratamento. A diferença é que este não se baseia no *propensity score*, mas sim na distância entre os vetores de covariadas.

Fonte de dados

A base de dados utilizada neste trabalho é o Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB), coordenado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). Os dados obtidos com a aplicação de provas de matemática e leitura aos alunos

da 4^a e 8^a séries do ensino fundamental e da 3^a série do ensino médio permitem acompanhar a evolução do desempenho e dos diversos fatores associados à qualidade e à efetividade do ensino ministrado nas escolas. O ano de referência dos dados empregados neste trabalho é 2005, e as informações correspondem aos alunos da 4^a série do ensino fundamental. Foram utilizados os resultados dos exames de proficiência em matemática.

A variável de resposta é a proficiência em matemática dos alunos da 4^a série do ensino fundamental. O tamanho da classe e a jornada escolar são as variáveis de tratamento de interesse. As variáveis pré-tratamento escolhidas referem-se às características dos alunos, ao *background* familiar, às características dos diretores e professores e da turma, à infraestrutura da escola e à localização. A escolha das variáveis baseou-se na necessidade de eliminar as diversas fontes de seleção, sejam estas entre escolas ou dentro das escolas.

A amostra que será utilizada nas estimações se refere aos alunos da 4^a série do ensino fundamental da rede pública de áreas urbanas pertencentes aos departamentos administrativos estaduais e municipais.¹ A amostra referente ao Brasil é composta por 29.643 observações, que correspondem ao número de alunos. Esses 29.643 alunos estão distribuídos em 1.523 escolas, das quais 774 são estaduais e 749, municipais.

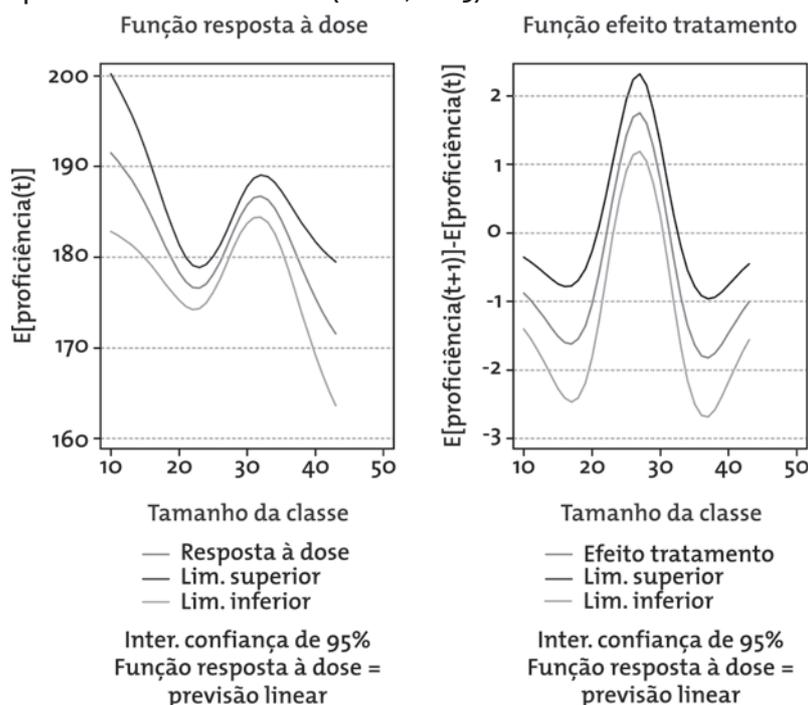
Resultados

A função resposta à dose e o efeito tratamento estimados para o tamanho da classe aparecem no Gráfico 1. Esses resultados foram obtidos pela aplicação da metodologia GPS à amostra de alunos de escolas públicas brasileiras.

¹ Foram excluídos da análise os alunos pertencentes às escolas do departamento administrativo federal, uma vez que se acredita que essas escolas possuam algumas peculiaridades que as tornam diferentes das demais.

Gráfico 1

Função resposta à dose e função efeito tratamento para o tamanho da classe (Brasil, 2005)



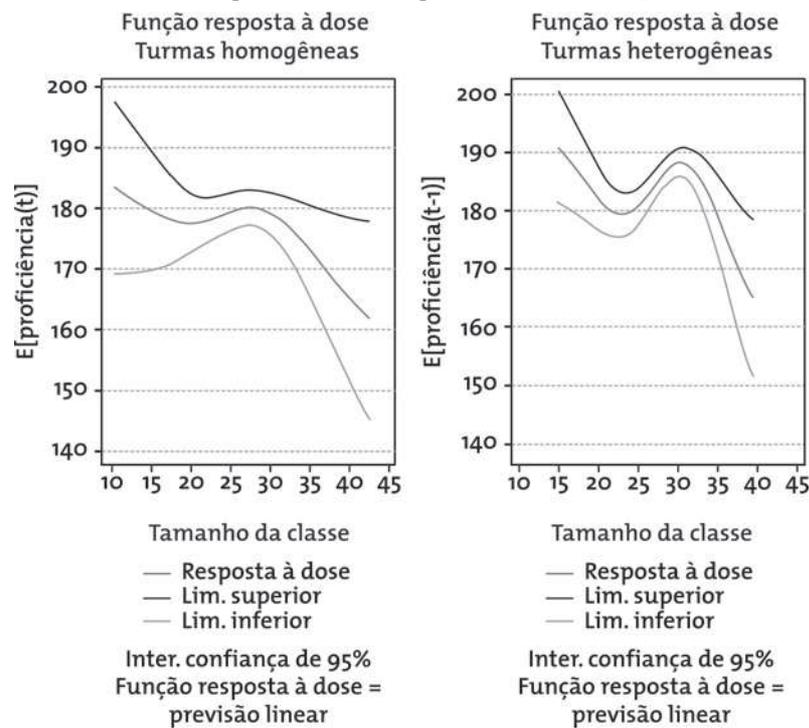
Idealmente, o objetivo é identificar o efeito tamanho da classe controlando pelo *peer effect*. Contudo, é possível que no intervalo de 23 a 30 o tamanho da classe não seja suficientemente pequeno para que o efeito da redução do insumo professor atue ou seja suficientemente grande para que o efeito lotação prevaleça. Assim, se o GPS *matching* não foi capaz de separar esses dois canais, o acréscimo de um aluno no tamanho da classe pode afetar positivamente a proficiência nesse intervalo por via de *peer effect*.

Na tentativa de separar ou, pelo menos, amenizar a interação do efeito classe com o efeito dos pares, a amostra foi separada em alunos cujo diretor forma as turmas na escola por critério de homogeneidade

de rendimento escolar e de heterogeneidade de rendimento.² O argumento é que, nas turmas homogêneas, os alunos são mais parecidos entre si e que, dessa forma, o aluno adicional gera menos externalidades (positivas ou negativas) sobre os demais. Assim, se o *matching* consegue isolar o *peer effect*, então as funções resposta à dose não devem ser significativamente diferentes para esses dois grupos de alunos. As funções resposta à dose estimadas, bem como as funções efeito tratamento, são apresentadas nos Gráficos 2 e 3.

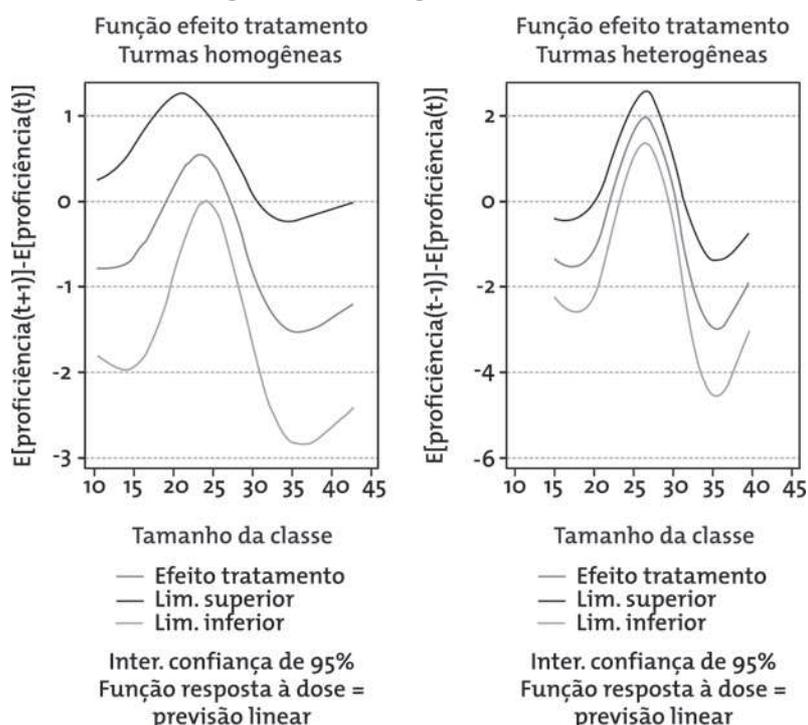
Gráfico 2

Função resposta à dose para o tamanho da classe em turmas homogêneas e heterogêneas (Brasil, 2005)



² As amostras de alunos em turmas heterogêneas e homogêneas são compostas por 2.934 e 1.467 observações, respectivamente.

Gráfico 3
 Função efeito tratamento para o tamanho da classe
 em turmas homogêneas e heterogêneas (Brasil, 2005)



A função efeito tratamento para a amostra de turmas heterogêneas apresentou o mesmo padrão daquele estimado para toda a amostra. Contudo, analisando a função efeito tratamento para a amostra de alunos em turmas homogêneas, percebe-se que o efeito positivo do aumento do tamanho da classe na faixa de 23 a 30 alunos desaparece. Uma explicação possível para esse resultado é que, ao utilizarmos a amostra de turmas homogêneas, conseguimos amenizar o efeito dos pares associado ao acréscimo de mais alunos na sala de aula, de forma que o canal pelo qual o tamanho da classe afetaria positivamente o

desempenho escolar é controlado. Apenas a partir de um tamanho de classe superior a 30 alunos o efeito adverso do aumento da classe, o efeito lotação, é observado.

Como explicar o fato de que a proficiência escolar é maior entre os alunos de turmas heterogêneas? Vamos supor que um grupo de 200 alunos com determinada distribuição de habilidade tenha de ser alocado em 10 turmas de 20 alunos cada, de forma que cada turma seja a mais heterogênea possível. Nesse caso, os alunos com rendimento mais baixo estarão expostos a colegas com maior habilidade e podem se beneficiar de *learning spillovers* positivos, o que ocorreria em menor grau se as turmas fossem homogêneas. Se a assimetria é relevante, ou seja, se os piores alunos ganham mais com a exposição aos bons alunos do que esses bons alunos perdem ao serem expostos aos alunos com rendimento inferior, então as turmas heterogêneas geram efeitos positivos sobre o desempenho escolar.

Para obter o efeito do aumento da jornada escolar de quatro para cinco horas, o estimador de *nearest neighbor matching* com correção de viés foi utilizado e o ATE estimado é apresentado na Tabela 1.

Assim, o ATE estimado do aumento da jornada escolar de quatro para cinco horas é de 8,36 pontos na proficiência em matemática, o que corresponde a cerca de 0,20 desvio padrão da distribuição das notas.

Tabela 1
Efeito tratamento médio estimado para o aumento da jornada escolar com base no estimador *nearest neighbor matching* com correção de viés

Número de observações = 4.637			
Proficiência	Coefficiente	Desvio padrão	P-valor
ATE	8,357	4,435	0,059

Avaliação de política pública: análise de custo-efetividade

A aplicação da metodologia GPS *matching* permitiu estimar o efeito tratamento de políticas de redução do tamanho da classe no caso em que essa redução ultrapassou o número de 30 alunos por turma. Além disso, o efeito tratamento do aumento da jornada escolar de quatro para cinco horas foi estimado aplicando-se o estimador de *nearest neighbor matching* para tratamento binário. Considerando que a hipótese de identificação é válida, os resultados obtidos por meio dessa aplicação representam o efeito causal dessas políticas sobre a proficiência. Contudo, para recomendar políticas educacionais que sejam mais eficientes em atingir o objetivo desejado, mais importante do que identificar qual política tem maior impacto sobre a proficiência escolar é apontar aquela que gera maior benefício em relação aos custos associados à sua implementação.

No presente trabalho, sugere-se a comparação entre políticas de redução do tamanho da classe e a ampliação da jornada escolar por meio da análise de custo-efetividade. A análise de custo-efetividade – ou *cost-effectiveness analysis* (CEA) – é uma das técnicas de avaliação econômica destinadas a comparar os custos e benefícios de alternativas de intervenção política e avaliar qual vale mais a pena. Nesse caso, a intervenção que possui a maior razão entre benefício e custo incremental deve ser implementada.

Custos

Uma das etapas da CEA é a estimação dos custos associados às políticas que estão sendo analisadas. A análise que se segue será baseada no estudo realizado por Levin, Glass e Meister (1984), intitulado

“Cost-effectiveness of four educational interventions”, cujo objetivo foi avaliar e comparar políticas de tutoramento, assistência por meio de computadores, redução do tamanho da classe e ampliação da jornada escolar. As duas últimas intervenções analisadas no mencionado estudo são de interesse direto para o presente trabalho.

De acordo com os autores, os custos de redução do tamanho da classe envolvem professores e salas de aula adicionais. Também deve ser levado em conta que os custos por estudante aumentam, uma vez que os custos totais, mais elevados, devem ser divididos entre menos estudantes. O custo de uma redução específica do tamanho da classe pode ser calculado com base no número de salas e professores adicionais necessários para implementar a redução. Por sua vez, os custos associados à ampliação da jornada escolar podem ser estimados de forma direta. Levin, Glass e Meister (1984) consideram que o único custo adicional dessa intervenção são os maiores salários, que devem ser pagos pela hora adicional de trabalho dos professores.

Para obter os custos dessas políticas, foi utilizada uma planilha de cálculo dos custos de operação de uma escola de 1ª a 4ª série, desenvolvida pela Tendências Consultoria (ver Tabela 2), com o objetivo de estimar o custo aluno-qualidade (CAQ). Com base nos dados contidos nessa tabela, calculou-se o custo da hora adicional de um professor, principal componente do custo da redução do tamanho da classe e do aumento da jornada escolar. O custo do professor por hora foi obtido da seguinte forma: o custo anual de um professor com nível superior com carga semanal de 40 horas é de R\$ 19.995; como o ano letivo é composto por 200 dias de aula, o total de trabalho no ano letivo é de 40 semanas; dessa forma, o total de trabalho no ano, em horas, é de $40 \times 40 = 1.600$, o que faz com que o salário/hora de um professor seja igual a $19.995 / 1.600 = 12,50$. Para calcular o custo do aumento da jornada escolar, considera-se que o ano letivo é mantido em 200 dias.

Tabela 2
**Ilustração do cálculo dos custos totais e custos por aluno
para um dado tamanho de classe e jornada escolar**

Insumos		
Número de alunos	400	
Jornada dos alunos (horas)	5	
Alunos por turma	25	
Turmas	16	(= Número de alunos ÷ Alunos por turma)
Horas totais por semana	400	(= Turmas x Jornada x 5)
Quantidade de professores	10	(= Horas totais por semana ÷ 40)
Custo anual total com um professor	19.995	
Custo de professor/hora	12,50	(= Custo anual total com um professor ÷ 1.600)
Custo anual com bens e serviços	139.688	$= \{A + B + C + [(D + E + F + G)/16] \times \text{Turmas}\}$
A – Material didático	40.000	
B – Projetos de ações pedagógicas	40.000	
C – Conservação predial	11.688	
D – Água, luz e telefone	19.200	
E – Material de limpeza	4.800	
F – Material de escritório	4.800	
G – Manutenção e reposição de equipamentos	19.200	
		Custo anual total
		Custo anual por aluno
Professor	199.950	499,88
Pessoal (outros)	113.972	284,93
Alimentação	42.662	106,66
Custos na administração central	125.635	314,09
Bens e serviços	139.688	349,22
Total	621.907	1.554,77

Nota: Para calcular os custos para diferentes tamanhos de classe e jornada escolar, foram imputados diversos valores para as variáveis “Jornada dos alunos” e “Alunos por turma”.

O outro custo variável com o tamanho da classe, mas não com a jornada escolar, é o custo com bens e serviços. Isso ocorre devido às salas de aula adicionais, que implicam mais gastos com água, energia elétrica, limpeza, manutenção e reposição de equipamentos etc. Os itens água, luz e telefone, material de limpeza, material de escritório e manutenção e reposição de equipamentos, que compõem os custos com bens e serviços, variam conforme aumenta o número de turmas. Os demais itens são mantidos constantes.

A Tabela 2 ilustra o cálculo dos custos anuais totais e por aluno para uma escola com 400 alunos, turmas de 25 alunos e jornada de cinco horas.

Benefícios

Os benefícios incrementais da redução do tamanho da classe são os acréscimos na proficiência, dados pelos efeitos tratamento estimados pelo método GPS *matching* aplicado à amostra das turmas homogêneas. Acredita-se que esses resultados estarão menos *contaminados* pelo efeito dos pares. Foram considerados apenas os valores para os quais o efeito tratamento mostrou-se significativo, de acordo com o intervalo de confiança calculado, de 95%. Por sua vez, o benefício incremental de aumento da jornada escolar de quatro para cinco horas é o ATE obtido pela aplicação do estimador *nearest neighbor matching*, apresentado na Tabela 3.

A Tabela 3 mostra que o benefício incremental do aumento da jornada escolar de quatro para cinco horas é de 8,36 pontos na proficiência em matemática, ou 0,20 desvio padrão na distribuição de notas. Por sua vez, o benefício incremental de reduzir o tamanho da classe de 41 para 40 alunos é de 1,39 ponto na proficiência em matemática de um aluno da 4ª série; de 37 para 36 alunos, o benefício incremental

Tabela 3
**Benefício incremental de reduções no tamanho da classe
e ampliação da jornada escolar, em termos de aumento
na proficiência escolar**

Redução no tamanho da classe (número de alunos)	Benefício incremental (proficiência)
41-40	1,39
40-39	1,45
39-38	1,49
38-37	1,53
37-36	1,54
36-35	1,54
35-34	1,50
34-33	1,41
33-32	1,26
32-31	1,07
31-30	0,82
Ampliação da jornada escolar (horas)	Benefício incremental (proficiência)
4-5	8,36

correspondente é de 1,54 ponto; e 0,82 ponto é o benefício de uma redução de 31 para 30 alunos. A partir de 30 alunos, a redução do número de alunos não gera benefícios.

Considerando a redução média de oito alunos no tamanho da classe gerada pelo Projeto STAR,³ os resultados da Tabela 3 mostram que uma redução de 38 para 30 alunos está associada a um aumento de 10,67 pontos ou, equivalentemente, a um movimento de 0,26 desvio

³ O Projeto STAR (Student/Teacher Achievement Ratio experiment) é um estudo longitudinal no qual estudantes da pré-escola no Tennessee, nos Estados Unidos, e seus professores foram aleatoriamente distribuídos entre três diferentes tamanhos de classe: pequenas classes (13-17 estudantes), classes regulares (22-25 estudantes) e classes regulares com professor ajudante (22-25 estudantes). A distribuição aleatória foi feita dentro das escolas. Cada aluno alocado para uma classe pequena nela permanecia da pré-escola até a terceira série. Ao fim de cada série, todos os estudantes, de classes pequenas e regulares, foram submetidos a testes padronizados.

padrão na distribuição de proficiência. Esse resultado é compatível com o limite superior do intervalo encontrado por Finn e Achilles (1990) para o efeito classe, que corresponde a 0,13-0,27 desvio padrão. Da mesma forma, Urquiola (2000) encontra um intervalo de 0,17 a 0,26 desvio padrão para o efeito classe de uma redução de oito alunos na Bolívia.

Custo-efetividade

Para o cálculo do indicador de custo-efetividade da redução do tamanho da classe, serão considerados os custos anuais incrementais por aluno associados à redução, mantendo-se a jornada escolar fixa em quatro horas. Esses custos incrementais variam de acordo com o tamanho da classe.

No que se refere à ampliação da jornada escolar, dado que o custo incremental por aluno aumenta à medida que o tamanho da classe diminui, diferentes tamanhos de classe foram considerados no cálculo do indicador de custo-efetividade dessa intervenção. O benefício incremental, contudo, é constante e igual a 8,36 pontos. As Tabelas 4 e 5 mostram os índices de custo-efetividade associados às políticas de redução do tamanho da classe e de aumento da jornada escolar, respectivamente.

De acordo com os resultados, a redução do tamanho da classe é mais custo-efetiva do que o aumento da jornada escolar quando partimos de tamanhos de classe maiores. Se considerarmos uma situação inicial em que a jornada é de quatro horas e o tamanho da classe é de 41 alunos, a redução de 41 para 33 alunos, por exemplo, gera um benefício de 11,85 pontos, enquanto os custos são iguais a R\$ 76,85, o que corresponde a um índice de custo-efetividade de 0,154, maior do que o índice de 0,137, associado a um aumento da jornada de quatro para cinco horas partindo de uma classe de 41 alunos.

Tabela 4
Índice de custo-efetividade associado a reduções
no tamanho da classe

Cenário – jornada escolar (horas)	Redução no tamanho da classe (número de alunos)	Benefício incremental (proficiência)	Custo anual incremental por aluno (R\$)	Índice de custo- efetividade
4	41-40	1,39	7,93	0,176
4	40-39	1,45	8,33	0,174
4	39-38	1,49	8,77	0,170
4	38-37	1,53	9,24	0,166
4	37-36	1,54	9,76	0,158
4	36-35	1,54	10,32	0,150
4	35-34	1,50	10,92	0,137
4	34-33	1,41	11,58	0,121
4	33-32	1,26	12,31	0,103
4	32-31	1,07	13,10	0,081
4	31-30	0,82	13,98	0,059

Tabela 5
Índice de custo-efetividade associado ao aumento da jornada escolar

Cenário – tamanho de classe (alunos)	Ampliação da jornada escolar (horas)	Benefício incremental (proficiência)	Custo anual incremental por aluno (R\$)	Índice de custo- efetividade
41	4-5	8,36	60,96	0,137
40	4-5	8,36	62,48	0,134
39	4-5	8,36	64,09	0,130
38	4-5	8,36	65,77	0,127
37	4-5	8,36	67,55	0,124
36	4-5	8,36	69,43	0,120
35	4-5	8,36	71,41	0,117
34	4-5	8,36	73,51	0,114
33	4-5	8,36	75,74	0,110
32	4-5	8,36	78,11	0,107
31	4-5	8,36	80,62	0,104
30	4-5	8,36	83,31	0,100

Contudo, o aumento da jornada escolar torna-se mais custo-efetivo do que políticas de redução do tamanho da classe quando as classes são menores. Reduzir o tamanho das salas de 33 para 30 alunos gera um benefício incremental de 3,15 pontos e um custo anual adicional por aluno de R\$ 39,39, sendo o índice de custo-efetividade igual a 0,080. Por sua vez, partindo de um tamanho de classe de 33 alunos, o índice de custo-efetividade do aumento da jornada escolar de quatro para cinco horas é de 0,110. Para tamanhos de classe menores do que 30 alunos, a redução não gera benefícios, de forma que o índice de custo-efetividade dessa política é zero. O aumento da jornada escolar continua sendo custo-efetivo.

Os resultados implicam que, quando os custos são considerados, políticas de aumento da jornada escolar dos estudantes são mais efetivas do que políticas de redução do tamanho da classe quando as classes têm menos de 34 alunos. Do contrário, a redução do tamanho da classe se mostra mais efetiva.

Considerações finais

Boa parte dos trabalhos produzidos na área de economia da educação procurou avaliar o impacto dos insumos escolares sobre o desempenho escolar como forma de propor políticas educacionais com o objetivo de melhorar a qualidade do ensino. Essa investigação assume caráter estratégico, uma vez que o provimento desses insumos é o instrumento mais direto à disposição dos responsáveis pela formulação das políticas públicas. Assim, a falta de consenso entre os estudiosos do tema torna necessária a produção de investigações mais profundas sobre a questão, principalmente no que se refere a estudos específicos para o Brasil.

Nesse sentido, o presente trabalho buscou contribuir para o estudo dos determinantes da qualidade da educação no Brasil, ao propor a

estimação dos efeitos de políticas de redução do tamanho da classe e de ampliação da jornada escolar por meio dos estimadores de *matching*. Como a seleção dos insumos escolares empregados no processo educacional é possivelmente endógena, utilizou-se o referido método na tentativa de identificar o efeito causal desses insumos – tamanho da classe e jornada escolar – sobre a proficiência.

Os resultados obtidos favorecem a conclusão de que os recursos escolares impactam o desempenho escolar. O efeito estimado da ampliação da jornada escolar de quatro para cinco horas foi de 8,36 pontos de acréscimo na proficiência em matemática dos alunos da 4ª série, o que corresponde a um movimento de 0,20 desvio padrão na distribuição das notas.

No caso do tamanho da classe, a identificação do efeito tratamento é dificultada pela interação do efeito tamanho da classe com o efeito dos pares. Na tentativa de lidar com a questão, o efeito tratamento foi estimado considerando-se apenas a amostra de alunos em turmas homogêneas. Houve evidências de um efeito tamanho da classe apenas para turmas a partir de 30 alunos. A redução do tamanho da classe de 38 para 30 alunos está associada a um aumento de 10,67 pontos ou, equivalentemente, a um movimento de 0,26 desvio padrão na distribuição de proficiência. Esse resultado é compatível com o efeito classe estimado por alguns trabalhos na literatura sobre tamanho da classe, entre eles Finn e Achilles (1990) – cujo efeito classe estimado está entre 0,13 e 0,27 desvio padrão – e Urquiola (2000) – com efeito classe estimado entre 0,17 e 0,26 desvio padrão.

Apesar de ambas as políticas apresentarem impacto sobre o desempenho escolar, conclusões a respeito da política mais adequada devem levar em conta os custos de sua implementação. A análise de custo-efetividade foi utilizada para verificar quais das duas intervenções envolvem o maior benefício, em termos de proficiência, em relação aos custos. O indicador de custo-efetividade de uma política

de ampliação da jornada escolar supera o indicador de uma política de redução do tamanho da classe quando o ponto de partida é uma jornada de quatro horas e o tamanho da classe é de 33 alunos ou menos. Nesse cenário, os resultados sugerem que o aumento da jornada é a melhor intervenção. Para tamanhos de classe maiores do que 33 alunos e menores do que 41 alunos, a comparação dos indicadores sugere que diminuir o tamanho das turmas é a melhor intervenção. Aproximadamente 28% dos alunos da 4ª série das escolas estaduais e municipais do todo o Brasil estudam em salas de aula de tamanho entre 30 e 40 alunos. Os resultados da análise de custo-efetividade indicam que a proficiência desses alunos pode ser melhorada pela redução do tamanho da classe e que essa medida tem uma razão benefício-custo maior, comparativamente ao aumento da jornada escolar. Para os 72% restantes, a medida mais efetiva seria o aumento da jornada escolar.

Outro resultado importante apresentado neste trabalho é que os alunos de classes heterogêneas, em termos de rendimento escolar, apresentaram melhor desempenho, relativamente àqueles de classes homogêneas. Se os piores alunos ganham mais com a exposição aos bons alunos do que esses bons alunos perdem ao serem expostos aos alunos com rendimento inferior, então as turmas heterogêneas geram efeitos positivos sobre o desempenho escolar. Dessa forma, a formação de turmas heterogêneas seria uma das formas de melhorar a proficiência.

Por fim, se a aplicação dos estimadores de *matching* eliminou o viés gerado pela não aleatoriedade do tratamento, isso depende da verificação da hipótese que identifica os resultados do método como o efeito causal das intervenções sobre a proficiência. Em outras palavras, a hipótese de que todas as variáveis pré-tratamento empregadas produziram um bom pareamento dos estudantes não deve ser rejeitada. Os resultados dos testes da propriedade de balanceamento

do *propensity score* para o tamanho da classe e a jornada escolar sugerem que um bom pareamento foi obtido. Contudo, é necessário considerar a possibilidade de que o procedimento aplicado não tenha lidado completamente com o problema de variáveis não observáveis que afetam a seleção ao tratamento. Um ponto importante a ser considerado, entretanto, é que a direção do viés levaria a subestimar o efeito da redução do tamanho da classe. Como houve evidências de um efeito positivo, pelo menos para classes a partir de 30 alunos, isso sugere que, se o viés não foi eliminado, o efeito da redução do tamanho da classe é pelo menos o encontrado neste trabalho. Por outro lado, no caso da jornada escolar, a direção do viés nos levaria a superestimar o efeito do aumento da jornada de quatro para cinco horas. Se o viés não foi eliminado, o efeito dessa política seria menor do que o mostrado aqui.

Referências

ABADIE, A.; IMBENS, G. W. Simple and bias-corrected matching estimators for average treatment effects. *NBER Technical Working Paper*, n. 283, Department of Economics, UC Berkeley, outubro de 2002. Disponível em: <<http://emlab.berkeley.edu/users/imbens/>>. Acesso em: 3.3.2008.

BIA, M.; MATTEI, A. A Stata package for the estimation of the dose-response function through adjustment for the generalized propensity score. *The Stata Journal*, v. 8, n. 3, p. 354-73, setembro de 2008.

BROWN, B. W.; SAKS, D. H. Measuring the effects of instructional time on student learning: evidence from the beginning teacher evaluation study. *American Journal of Education*, n. 480. Chicago: The University of Chicago, 1986.

- DUFLO, E.; DUPAS, P.; KREMER, M. Peer effects, pupil-teacher ratios, and teacher incentives: evidence from a randomized evaluation in Kenya. 2007, 47p. (mimeo).
- FINN, J. D.; ACHILLES, C. M. Answers and questions about class size: a statewide experiment. *American Educational Research Journal*, p. 557-77, outono de 1990.
- HANUSHEK, E. A. Conceptual and empirical issues in the estimation of educational production function. *Journal of Human Resources*, v. 14, n. 3, p. 351-88, verão de 1979.
- . The economics of schooling: production and efficiency in public schools. *The Journal of Economic Literature*, v. 24, n. 3, p. 1.141-77, setembro de 1986.
- . The evidence on class size. *Occasional Paper*, n. 98-1. Rochester, N.Y.: University of Rochester, W. Allen Wallis Institute of Political Economy, 1998.
- . The failure of input-based schooling policies. *Working Papers*, n. 9040. Cambridge: NBER, 2002a.
- . The economics of school quality. *German Economic Review*, v. 6, n. 3, p. 269-86, 2002b.
- . The long run importance of school quality. *Working Papers*, n. 9071. Cambridge: NBER, 2002c.
- HANUSHEK, E. A.; KIMKO, Dennis D. Schooling, labor force quality, and the growth of nations. *American Economic Review*, v. 90, n. 5, p. 1.184-208, dezembro de 2000.
- HANUSHEK, E. A.; LAVY, V.; HITOMI, K. Do students care about school quality? Determinants of dropout behavior in developing countries. 2007.
- HIRANO, K. IMBENS, G. W. The propensity score with continuous treatments, 2004, 13p. (mimeo).

- HOXBY, C. Peer-effect in the classroom: learning from gender and race variation. *Working Paper*, n. 7867. Cambridge: NBER, 2000.
- KRUEGER, A. B. Experimental estimates of educational production function. *Quarterly Journal of Economics*, v. 114, n. 2, p. 497-532, 1999.
- . Economic considerations and class size. *The Economic Journal*, v. 113, n. 485, p. F34-63, fevereiro de 2003.
- LEVIN, H. M.; GLASS, G. V.; MEISTER, G. R. Cost-effectiveness of four educational interventions. [Stanford, Calif.?]: Institute for Research on Educational Finance and Governance, School of Education, Stanford University, 1984.
- RIVKIN, S. G.; HANUSHEK, E. A.; KAIN, J. F. Teachers, schools, and academic achievement. *Econometrica*, v. 73, n. 2, p. 417-58, março de 2005.
- ROSENBAUM, P. R.; RUBIN, D. B. The central role of the propensity score in observational studies for causal effects. *Biometrika*, v. 70, n. 1, p. 41-55, 1983.
- URQUIOLA, M. Identifying class size effects in developing countries: evidence from rural schools in Bolivia. *Working Paper*, n. 2711. World Bank Policy Research, 2000.