

Reis, Maurício Cortez

Working Paper

As competências matemáticas no mercado de trabalho brasileiro: O papel da escolaridade e implicações para os rendimentos

Texto para Discussão, No. 3109

Provided in Cooperation with:

Institute of Applied Economic Research (ipea), Brasília

Suggested Citation: Reis, Maurício Cortez (2025) : As competências matemáticas no mercado de trabalho brasileiro: O papel da escolaridade e implicações para os rendimentos, Texto para Discussão, No. 3109, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Brasília, <https://doi.org/10.38116/td3109-port>

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/316171>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.



<https://creativecommons.org/licenses/by/2.5/br/>

TEXTO PARA DISCUSSÃO

3109

**AS COMPETÊNCIAS MATEMÁTICAS
NO MERCADO DE TRABALHO
BRASILEIRO: O PAPEL DA
ESCOLARIDADE E IMPLICAÇÕES
PARA OS RENDIMENTOS**

MAURÍCIO CORTEZ REIS



**AS COMPETÊNCIAS MATEMÁTICAS
NO MERCADO DE TRABALHO
BRASILEIRO: O PAPEL DA
ESCOLARIDADE E IMPLICAÇÕES
PARA OS RENDIMENTOS**

MAURÍCIO CORTEZ REIS¹

1. Técnico de planejamento e pesquisa na Diretoria de Estudos e Políticas Sociais do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Disoc/Ipea).
E-mail: mauricio.reis@ipea.gov.br.

Governo Federal

Ministério do Planejamento e Orçamento

Ministra Simone Nassar Tebet

ipea Instituto de Pesquisa
Econômica Aplicada

Fundação pública vinculada ao Ministério do Planejamento e Orçamento, o Ipea fornece suporte técnico e institucional às ações governamentais – possibilitando a formulação de inúmeras políticas públicas e programas de desenvolvimento brasileiros – e disponibiliza, para a sociedade, pesquisas e estudos realizados por seus técnicos.

Presidenta

LUCIANA MENDES SANTOS SERVO

Diretor de Desenvolvimento Institucional

FERNANDO GAIGER SILVEIRA

**Diretora de Estudos e Políticas do Estado,
das Instituições e da Democracia**

LUSENI MARIA CORDEIRO DE AQUINO

Diretor de Estudos e Políticas Macroeconômicas

CLÁUDIO ROBERTO AMITRANO

**Diretor de Estudos e Políticas Regionais,
Urbanas e Ambientais**

ARISTIDES MONTEIRO NETO

**Diretora de Estudos e Políticas Setoriais,
de Inovação, Regulação e Infraestrutura**

FERNANDA DE NEGRI

Diretor de Estudos e Políticas Sociais

RAFAEL GUERREIRO OSÓRIO

Diretora de Estudos Internacionais

KEITI DA ROCHA GOMES

Chefe de Gabinete

ALEXANDRE DOS SANTOS CUNHA

**Coordenadora-Geral de Imprensa e
Comunicação Social**

GISELE AMARAL

Ouvidoria: <https://www.ipea.gov.br/ouvidoria>

URL: <https://www.ipea.gov.br>

Texto para Discussão

Publicação seriada que divulga resultados de estudos e pesquisas em desenvolvimento pelo Ipea com o objetivo de fomentar o debate e oferecer subsídios à formulação e avaliação de políticas públicas.

© Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – **ipea** 2025

Reis, Maurício Cortez

As competências matemáticas no mercado de trabalho brasileiro : o papel da escolaridade e implicações para os rendimentos / Maurício Cortez Reis. – Rio de Janeiro: Ipea, 2025. 40 p.: il., gráfs. – (Texto para Discussão ; n. 3109).

Inclui Bibliografia.

ISSN 1415-4765

1. Matemática. 2. Ocupação. 3. Escolaridade. 4. Rendimentos do trabalho. I. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. II. Título.

CDD 372.7

Ficha catalográfica elaborada por Elizabeth Ferreira da Silva CRB-7/6844.

Como citar:

REIS, Maurício Cortez. **As competências matemáticas no mercado de trabalho brasileiro**: o papel da escolaridade e implicações para os rendimentos. Rio de Janeiro: Ipea, abr. 2025. 40 p.: il. (Texto para Discussão, n. 3109). DOI: [https:// dx.doi.org/10.38116/td3109-port](https://dx.doi.org/10.38116/td3109-port)

JEL: I26; J24; J31.

As publicações do Ipea estão disponíveis para *download* gratuito nos formatos PDF (todas) e EPUB (livros e periódicos).

Acesse: <https://repositorio.ipea.gov.br/>.

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e inteira responsabilidade dos autores, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada ou do Ministério do Planejamento e Orçamento.

É permitida a reprodução deste texto e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte. Reproduções para fins comerciais são proibidas.

SUMÁRIO

SINOPSE	
ABSTRACT	
1 INTRODUÇÃO	6
2 OS DADOS.....	8
3 ANÁLISE DESCRITIVA.....	11
4 MÉTODO EMPÍRICO	18
5 RESULTADOS	21
6 CONCLUSÃO.....	30
REFERÊNCIAS.....	31
APÊNDICE A – O QUADRO BRASILEIRO DE QUALIFICAÇÕES (QBQ).....	33
APÊNDICE B.....	35

SINOPSE

Em muitas ocupações, possuir competências matemáticas é considerado um requisito necessário para que os trabalhadores tenham um desempenho adequado. Para a elevada proporção de trabalhadores pouco qualificados no Brasil, essa condição pode impor barreiras no acesso a melhores ocupações e comprometer o desempenho no mercado de trabalho. Esse artigo tem como objetivo analisar de que maneira a importância atribuída aos conhecimentos em matemática ou a capacidade para trabalhar com números está atrelada aos rendimentos, e como a escolaridade pode influenciar esse processo. Os resultados indicam que as ocupações mais relacionadas com a matemática normalmente oferecem remunerações mais altas, e que uma escolaridade mais elevada parece não apenas facilitar o acesso a esse tipo de ocupação, como também contribui para um diferencial de rendimentos mais acentuado em comparação aos menos escolarizados do que o verificado nas ocupações que não valorizam as competências matemáticas.

Palavras-chave: matemática; ocupação; escolaridade; rendimentos do trabalho.

ABSTRACT

In many occupations, having mathematical skills is considered a necessary condition for workers to perform adequately. For the high proportion of low-skilled workers in Brazil, this condition may constitute a barrier to access better jobs and undermine their performance in the labor market. This paper aims to analyze how the importance attached to mathematical skills or the ability to work with numbers is related to labor earnings, and how schooling can influence this process. The results indicate that occupations that are more closely related to mathematics usually offer higher salaries, and that a higher level of education seems not only to facilitate access to this type of occupation, but also to contribute to greater earnings differential relative to less schooled workers when compared to occupations that do not value these same skills.

Keywords: Mathematics; occupation; schooling; labor earnings.

1 INTRODUÇÃO

Apesar dos avanços observados nas últimas décadas, a população brasileira ainda apresenta níveis educacionais muito insatisfatórios. Essa deficiência pode ser observada tanto por meio da elevada proporção de pessoas que completaram apenas as etapas iniciais de ensino quanto pelo baixo desempenho em testes padronizados para medir a qualidade da educação. Em 2023, 33,0% da População em Idade Ativa (PIA) não tinha completado sequer o ensino fundamental, enquanto 12,5% completaram o fundamental, mas não o ensino médio.¹ O desempenho dos alunos brasileiros em testes padronizados internacionais também tem sido ruim. Os resultados do Programme for International Student Assessment (Pisa) de 2022 para matemática, em particular, mostram que 73,0% dos estudantes brasileiros de quinze anos de idade não alcançaram o nível mínimo considerado necessário para plena participação na vida social e econômica (Brasil, 2023).

Os conhecimentos em matemática têm papel fundamental para o desempenho de diversas atividades, sejam pessoais, sociais ou profissionais, e constituem elemento importante para a capacidade produtiva de uma economia. No Brasil, a contribuição estimada das ocupações intensivas em matemática corresponde a 4,3% do produto interno bruto (PIB) (Oliveira *et al.*, 2024). Esse mesmo estudo mostra que 7,4% dos trabalhadores brasileiros, o que corresponde a 7,4 milhões de pessoas, estão ocupados em trabalhos que utilizam fortemente os princípios da matemática. Nos países desenvolvidos essa participação é bem maior. Na França, foi estimada uma contribuição da matemática correspondente a 18,0% do PIB, representando também 13,0% do emprego total em 2019 (INSMI, 2022). No Reino Unido, Holanda e Espanha, as contribuições da matemática correspondem a 16,0%, 13,0% e 10,0% do PIB, e a 10,0%, 11,0% e 6,0% do emprego.²

A literatura que investiga como os conhecimentos em matemática de um indivíduo afetam o seu desempenho no mercado de trabalho também apresenta resultados positivos. Apesar de o artigo pioneiro de Altonji (1995) apontar um efeito de pequena magnitude, embora estatisticamente significativo, estudos posteriores nessa área mostram evidências de que estudantes com melhor formação em matemática no ensino médio têm maiores remunerações no futuro, quando ingressam no mercado

1. Para pessoas com 25 anos ou mais de idade. Disponível em: <http://www.ipeadata.gov.br>. Acesso em: 4 out. 2024.

2. Na França, onde essa análise foi realizada em mais de um ponto no tempo, a importância da matemática foi ampliada entre 2012 e 2019.

TEXTO para DISCUSSÃO

de trabalho (Rose e Betts, 2004; Joensen e Nielsen, 2009). Neste último estudo, por exemplo, as autoras mostram que os estudantes na Dinamarca que completaram cursos avançados em matemática no ensino médio recebiam remunerações 30% maiores que os demais. Explorando um programa educacional que ampliou a possibilidade de os alunos escolherem cursos de matemática, Joensen e Nielsen (2009) atribuem os resultados a um efeito causal e não a uma consequência do mecanismo de um modelo de sinalização, em que os alunos usariam cursos em matemática para sinalizar para os empregadores que são mais produtivos.

No Brasil, diversas ocupações apontam para a necessidade de competências em matemática para o seu desempenho adequado. A distribuição educacional da força de trabalho brasileira, no entanto, deve ter como consequência uma elevada parcela de indivíduos incapazes de exercerem várias ocupações, ou que apresentam desempenho inadequado no exercício dessas atividades. A própria estrutura ocupacional da economia pode estar refletindo essa escassez de trabalhadores mais qualificados. Considerando que o processo produtivo seja representado por meio da aplicação da qualificação adquirida pelos trabalhadores a determinadas tarefas, os indivíduos mais qualificados seriam mais produtivos em atividades mais complexas (Acemoglu e Autor, 2011; Autor, 2013). Essas tarefas poderiam abranger, em particular, conhecimentos em matemática, e os trabalhadores envolvidos receberiam remunerações mais elevadas. Já para os menos qualificados, a falta de conhecimentos poderia impor barreiras no acesso a muitas ocupações, ou implicar remunerações mais baixas como resultado do pior desempenho nessas mesmas tarefas.

Este *Texto para Discussão* tem como objetivo analisar de que maneira a importância atribuída aos conhecimentos em matemática ou a capacidade para trabalhar com números está relacionada com rendimentos mais elevados no mercado de trabalho brasileiro, e qual o papel da escolaridade nesse processo. Uma escolaridade mais alta, por meio da acumulação de conhecimentos, pode não apenas facilitar o acesso a ocupações mais relacionadas à matemática, como contribuir para um melhor desempenho do trabalhador em determinadas atividades mais complexas nessas mesmas ocupações.

Os resultados mostram um diferencial elevado entre os rendimentos em ocupações onde há maior necessidade de competências matemáticas e ocupações onde esse tipo de competência é menos importante.³ O ingresso no primeiro grupo de ocupações se mostra bastante associado a um nível mais elevado de escolaridade. Além disso, as

3. Para uma comparação simples entre as ocupações que consideram os conhecimentos em matemática de importância grande ou muito grande em relação às demais, a diferença é de 85%.

estimativas sugerem que os rendimentos aumentam com a escolaridade de maneira mais acentuada justamente nas ocupações que mais valorizam as competências matemáticas. Nas demais ocupações, os ganhos nos rendimentos associados com a escolaridade se mostram bem mais modestos, revelando a menor necessidade de conhecimentos adquiridos na educação formal, tanto em matemática quanto em outras áreas de maneira geral.

O texto está organizado da seguinte forma. Na seção 2, é feita uma descrição dos dados utilizados, começando pelo Quadro Brasileiro de Qualificações (QBQ), que é a fonte de informações usada para a construção dos indicadores para a necessidade de conhecimentos e habilidades em matemática. Esses indicadores são posteriormente combinados com dados individuais da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNAD Contínua) usando a ocupação de cada trabalhador. Na seção 3, é realizada uma breve análise descritiva caracterizando os trabalhadores de acordo com as classificações dos indicadores para a necessidade de conhecimentos em matemática e para a capacidade de trabalhar com números na ocupação. A seção 4 descreve o método empírico, baseado na aplicação de um modelo padrão de *endogenous switching regression*, que considera dois regimes de determinação dos rendimentos do trabalho, um para cada tipo de ocupação definida pela necessidade de competências em matemática. Na seção 5, são apresentadas as regressões de rendimentos que procuram descrever o diferencial de rendimentos entre esses grupos de ocupações, e também o papel da escolaridade tanto para o acesso àquelas com maiores exigências quanto para as remunerações em cada tipo de ocupação. A seção 6 contém as principais conclusões do estudo.

2 OS DADOS

Para a análise empírica, são combinadas informações sobre as ocupações do QBQ, do Ministério do Trabalho e Emprego, com dados individuais da PNAD Contínua, calculada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Conforme descrito no apêndice A, o QBQ apresenta as competências do trabalhador que são requeridas para o desempenho de cada ocupação. O primeiro passo na construção da base de dados consiste em assinalar as necessidades de conhecimentos e habilidades em cada uma das cerca de 2,7 mil ocupações disponíveis no QBQ.

No caso dos conhecimentos, as informações estão separadas entre as ocupações de nível 1 até 5, que normalmente não exigem ensino superior, e as ocupações de nível 6 até 9, para as quais a formação superior é necessária. No primeiro grupo de ocupações,

TEXTO para DISCUSSÃO

é selecionado o domínio de formação geral e/ou transversal, excluindo dessa maneira os conhecimentos técnico-profissionais da produção de bens e serviços.⁴ Em seguida, é selecionada a área de ciências exatas e informática, e posteriormente são considerados todos os conhecimentos relacionados com o campo de matemática e estatística.⁵ No segundo grupo de ocupações, é selecionada inicialmente a área referente a ciências exatas e da terra. Em seguida, são selecionados os campos de matemática e probabilidade e estatística.⁶ Para a habilidade, o critério é o mesmo para todas as ocupações. Primeiramente, restringe-se ao domínio de habilidades cognitivas. Em seguida, é selecionada a categoria correspondente ao trabalho com números para representar o grau de competência necessária em matemática.⁷

No QBQ, as ocupações têm um nível de desagregação de seis dígitos, e os conhecimentos em matemática e habilidades para trabalhar com números envolvem diversas dimensões. Para uma mesma ocupação, por exemplo, podem ser encontradas avaliações para as necessidades de conhecimentos em geometria, matemática aplicada, aritmética e álgebra, além de habilidades em compreensão numérica e classificação de dados. Cada uma dessas categorias em cada ocupação com seis dígitos recebe uma avaliação entre 1 e 5, indicando desde um papel muito pequeno (1) até muito grande (5).

Para representar as competências necessárias nas ocupações, são adotadas várias hipóteses simplificadoras. Em cada ocupação, é computado o maior valor atribuído para cada uma das medidas de competência – importância, frequência e profundidade dos conhecimentos, além de importância e frequência das habilidades.⁸ Em seguida, para cada indicador, é computado o valor da moda entre as ocupações de seis dígitos que compõem cada ocupação com quatro dígitos. Com isso, pode ser assinalado um valor para cada indicador em cada ocupação com quatro dígitos.

4. Esse último tipo de conhecimento é muitas vezes adquirido em cursos de educação profissional ou com a própria experiência no desempenho de determinada atividade.

5. i) Álgebra linear; ii) algoritmo; iii) aritmética; iv) cálculo diferencial e integral; v) cálculo numérico; vi) cálculo técnico; vii) estatística; viii) geometria; ix) geometria analítica; x) lógica matemática; xi) matemática; xii) matemática aplicada; xiii) modelagem matemática; xiv) pesquisa operacional; xv) probabilidade; xvi) outros conhecimentos de matemática e estatística; e xvii) estatística descritiva.

6. i) Álgebra; ii) análise; iii) estatística; iv) geometria e topologia; v) matemática aplicada; vi) outros elementos no campo da matemática; vii) probabilidade; e viii) probabilidade e estatística aplicadas.

7. O trabalho com números inclui: i) análise de dados; ii) classificação de dados; iii) comparação de dados; iv) compreensão numérica; v) expressão numérica; vi) sintetização de dados; e vii) transcrição de dados.

8. Também é utilizada a moda para computar o valor atribuído para a competência em matemática entre os campos de conhecimento de cada ocupação com seis dígitos, e os resultados são praticamente idênticos.

Para um trabalhador dos serviços domésticos ou um trabalhador elementar da agricultura, por exemplo, são atribuídas as seguintes classificações para os conhecimentos em matemática: importância e frequência pequenas, e profundidade muito pequena. Para essas mesmas ocupações, a capacidade necessária para trabalhar com números é classificada como tendo importância e frequência pequenas. Para os costureiros e bordadeiros, todos os indicadores de conhecimentos em matemática apresentam necessidades classificadas como médias, assim como a capacidade para trabalhar com números. No caso dos profissionais em redes de computadores, todos os indicadores, tanto para os conhecimentos em matemática quanto para a capacidade para trabalhar com números, mostram necessidades classificadas como muito grandes. É muito provável que um trabalhador com conhecimentos muito limitados em matemática consiga exercer as atividades de serviços domésticos e trabalho elementar da agricultura, desde que possua os outros conhecimentos necessários nessas ocupações, mas seja incapaz de trabalhar como profissional em rede de computadores. Já um trabalhador com conhecimentos sólidos em matemática, e que também possua os demais conhecimentos exigidos nessas ocupações, deve ter o seu potencial mais bem aproveitado atuando como profissional em rede de computadores.

A base de dados construída conforme a descrição anteriormente exposta constitui a fonte de informações principal utilizada na análise empírica, mas apresenta várias limitações que devem ser mencionadas. Algumas ocupações utilizam vários campos de conhecimento em matemática, enquanto outras fazem referência a um ou dois campos. Os campos de conhecimentos aplicados podem gerar maior dificuldade na comparação entre ocupações do que no caso de conhecimentos mais gerais. Essas questões podem levar a distorções, como no caso da comparação entre jornalistas, para os quais é atribuída importância muito grande aos conhecimentos de matemática aplicada, e engenheiros mecânicos, que apesar de utilizarem diversos elementos matemáticos, tem estes classificados no QBQ como de grande importância. Esse caso específico não altera os resultados estimados na seção 5, pois essas duas categorias são agregadas, mas coloca um alerta em relação aos dados utilizados. Algumas alternativas para a classificação das ocupações podem ser testadas, mas é importante considerar que interferências no critério de classificação podem alterar a relação entre as ocupações nos níveis 1 até 5 em relação àquelas nos níveis de 6 até 9, e essa distinção talvez seja até mais importante para a análise neste estudo do que as observadas em cada um desses grupos.

TEXTO para DISCUSSÃO

As informações do QBQ podem ser combinadas com os microdados da PNAD Contínua usando as ocupações definidas para o nível de quatro dígitos. Para a edição do segundo trimestre de 2022 da PNAD Contínua, são selecionados então os indivíduos ocupados com rendimentos por hora positivos e com idade entre 21 e 65 anos. Ocupações correspondentes a cargos legislativos ou executivos são excluídas, assim como os militares, pois não são imputadas as competências necessárias para o desempenho das atividades nesses casos. Além dos rendimentos por hora no trabalho principal e da ocupação, são usadas na análise empírica informações sobre anos de estudo, sexo, idade, cor ou raça e local de residência.

3 ANÁLISE DESCRITIVA

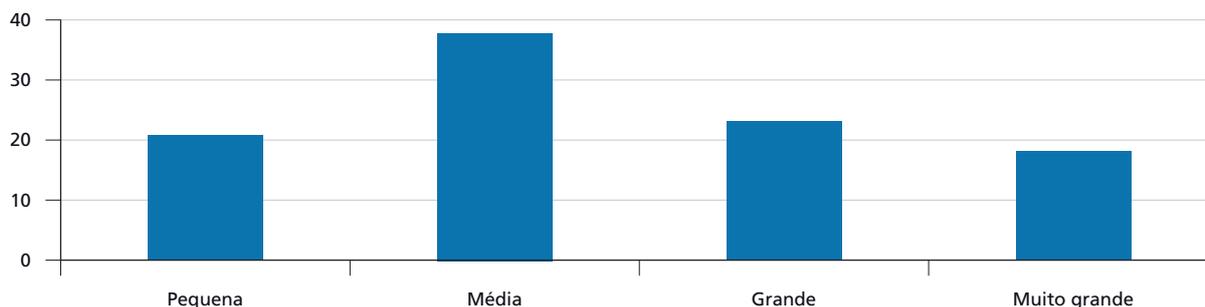
O gráfico 1 mostra as distribuições dos trabalhadores ocupados segundo as três medidas de competências em matemática. Nota-se que 40% dos trabalhadores estão em ocupações nas quais a importância dos conhecimentos em matemática é grande ou muito grande. Para uma porcentagem semelhante de trabalhadores, a importância atribuída a esse tipo de conhecimento na ocupação é média. Considerando a profundidade dos conhecimentos em matemática, diminui a parcela dos trabalhadores em ocupações cuja exigência é grande ou muito grande, mas que ainda assim representa um quarto do total. Para esse indicador, uma porcentagem elevada dos trabalhadores se encontra em ocupações que exigem conhecimentos com nível de profundidade pequeno ou muito pequeno. Percebe-se também que 30% dos trabalhadores estão em ocupações em que a frequência no uso de matemática é grande ou muito grande, enquanto para metade a frequência é classificada como média.

GRÁFICO 1

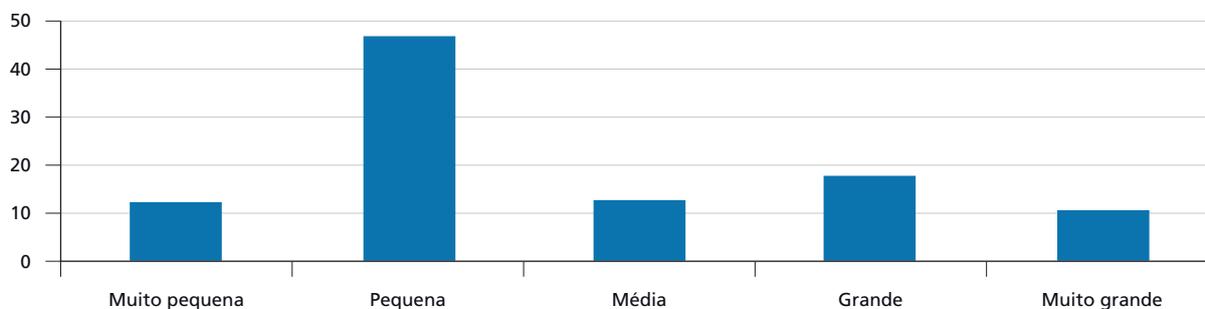
Distribuição dos trabalhadores pela necessidade de conhecimentos em matemática

(Em %)

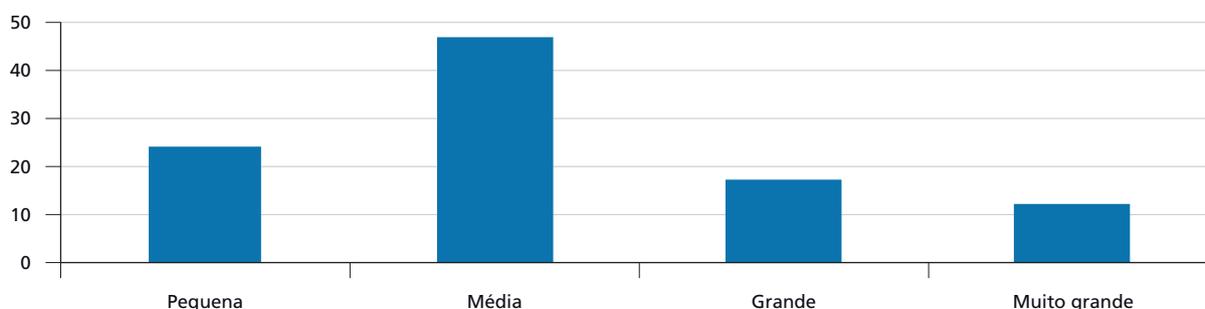
1A – Importância



1B – Profundidade



1C – Frequência



Fonte: PNAD Contínua, 2022.

Elaboração do autor.

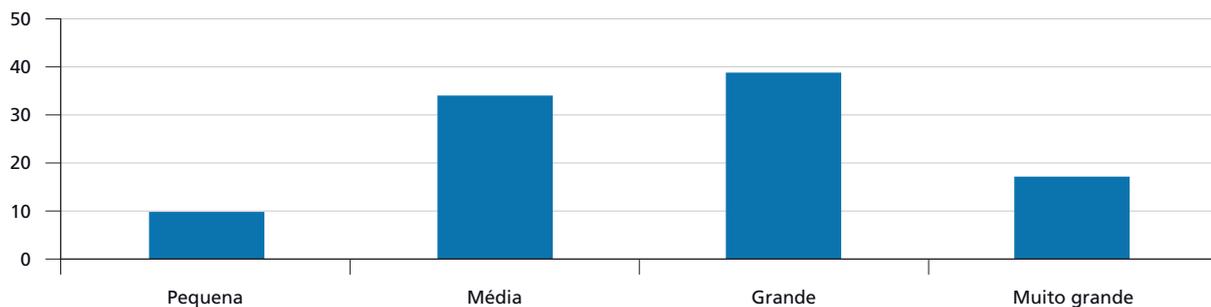
Obs.: Trabalhadores ocupados com idade entre 21 e 64 anos. A necessidade de conhecimentos em matemática é calculada usando informações sobre a ocupação do indivíduo no QBQ.

Para mais da metade dos indivíduos, a capacidade para trabalhar com números tem importância grande ou muito grande na ocupação, como se observa no gráfico 2. Apenas 10% se encontram em ocupações onde é atribuída pouca importância para essa habilidade. Os resultados são muito parecidos usando a frequência com que se trabalha com números, reforçando o papel das competências matemáticas no mercado de trabalho, ilustrado pelo gráfico 1.

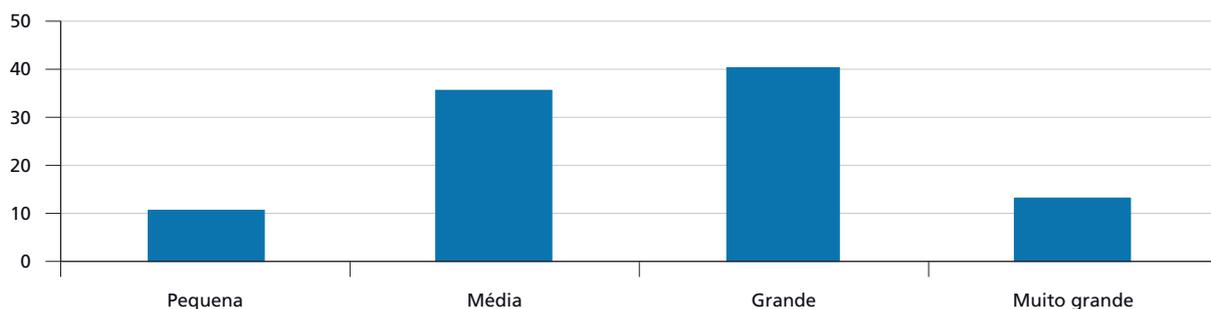
Percebe-se, portanto, que o mercado de trabalho impõe dificuldades para os que não adquiriram conhecimentos básicos ou não desenvolveram a capacidade de trabalhar com elementos matemáticos. Embora uma grande parcela dos postos de trabalho não exija conhecimentos de matemática com nível de profundidade mais elevado, a importância e a frequência com que a matemática é utilizada nas atividades profissionais são classificadas como, pelo menos, média na maioria dos postos.

GRÁFICO 2**Distribuição dos trabalhadores pela capacidade de trabalhar com números**
(Em %)

2A – Importância



2B – Frequência



Fonte: PNAD Contínua, 2022.

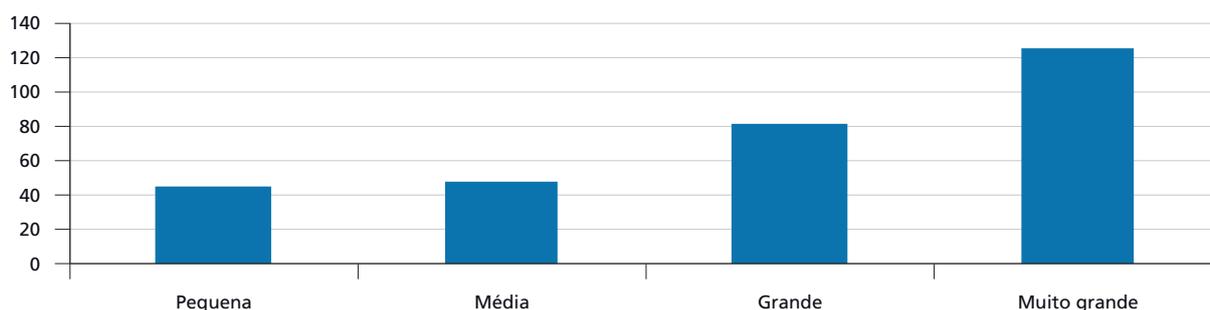
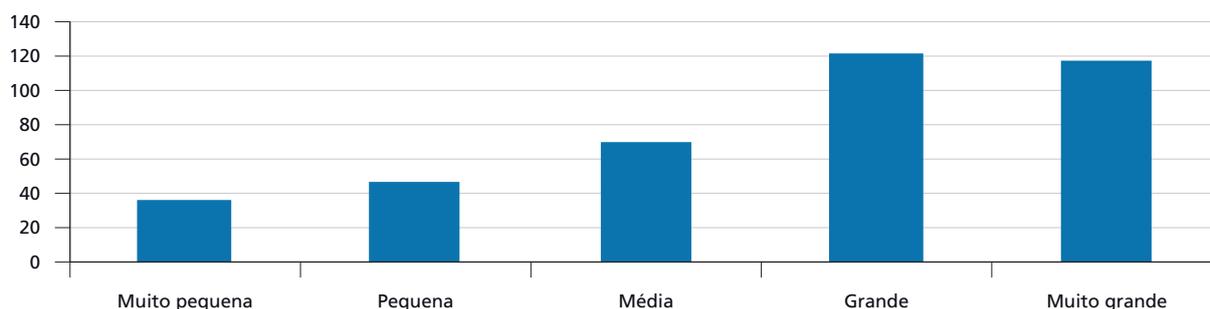
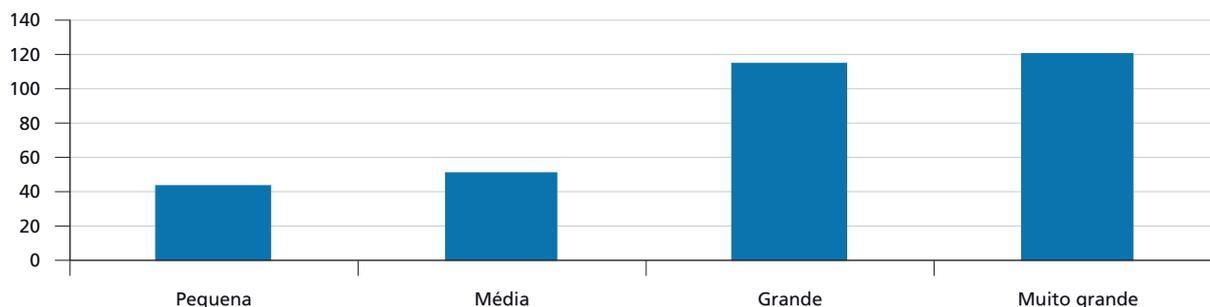
Obs.: Trabalhadores ocupados com idade entre 21 e 64 anos. A habilidade necessária é calculada usando informações sobre a ocupação do indivíduo no QBQ.

Os rendimentos em ocupações nas quais os conhecimentos em matemática são mais importantes costumam ser bem maiores, como mostra o gráfico 3. Nas ocupações que atribuem importância muito grande para os conhecimentos em matemática, por exemplo, a média dos rendimentos é 160% maior em relação a ocupações em que a importância atribuída é média. Embora cada medida para necessidade de conhecimentos tenha um padrão de aumento distinto, uma característica comum é o elevado diferencial de rendimentos por hora das categorias grande e muito grande em relação às demais.⁹

9. As distribuições dos rendimentos em cada uma dessas categorias são mostradas no apêndice B para a importância das competências.

GRÁFICO 3**Rendimento médio por hora pela necessidade de conhecimentos em matemática**

(Em R\$)

3A – Importância**3B – Profundidade****3C – Frequência**

Fonte: PNAD Contínua, 2022.

Obs.: Trabalhadores ocupados com idade entre 21 e 64 anos. A necessidade de conhecimentos em matemática é calculada usando informações sobre a ocupação do indivíduo no QBQ.

Para a habilidade de trabalhar com números, a média de rendimentos por hora também aumenta com a exigência na ocupação, mas a variação mais expressiva é observada quando se passa de uma necessidade grande para muito grande. Na transição

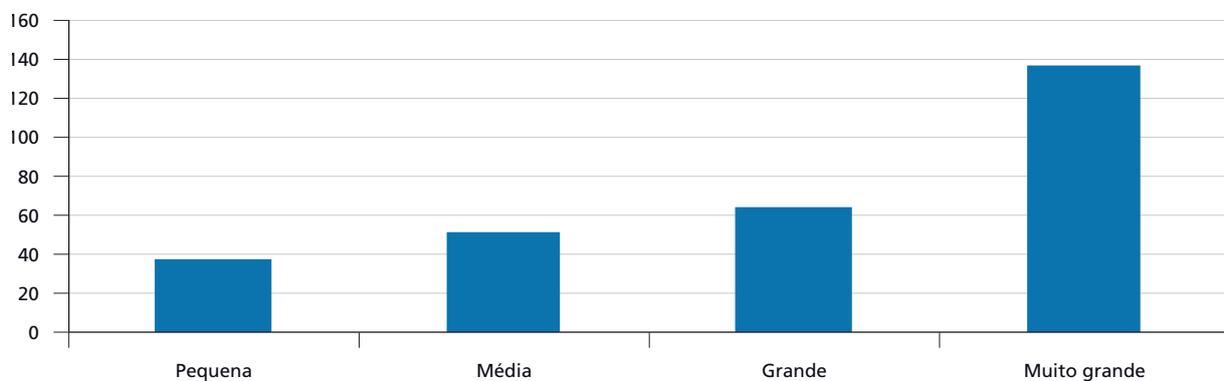
TEXTO para DISCUSSÃO

entre esses dois tipos de ocupação, a média dos rendimentos por hora chega a dobrar, tanto para a importância quanto para a frequência do trabalho com números.

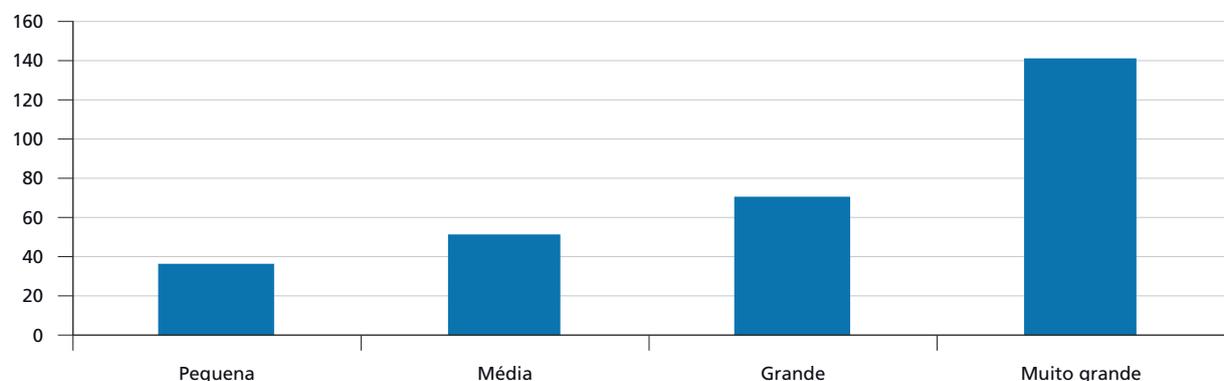
GRÁFICO 4

Rendimento médio por hora pela capacidade de trabalhar com números (Em R\$)

4A – Importância



4B – Frequência



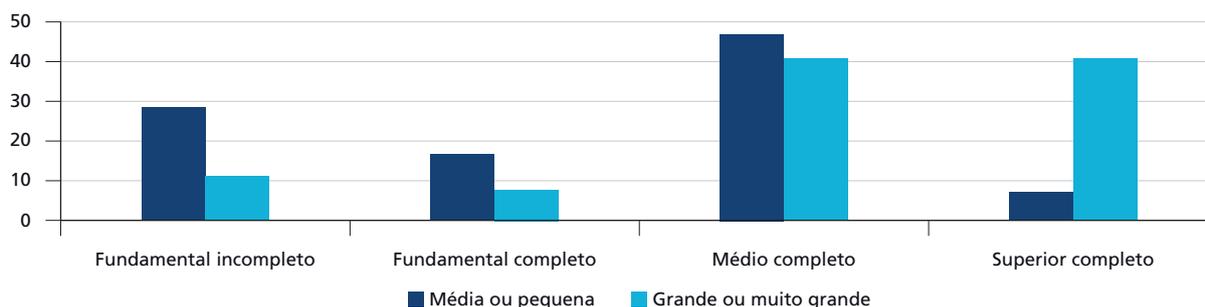
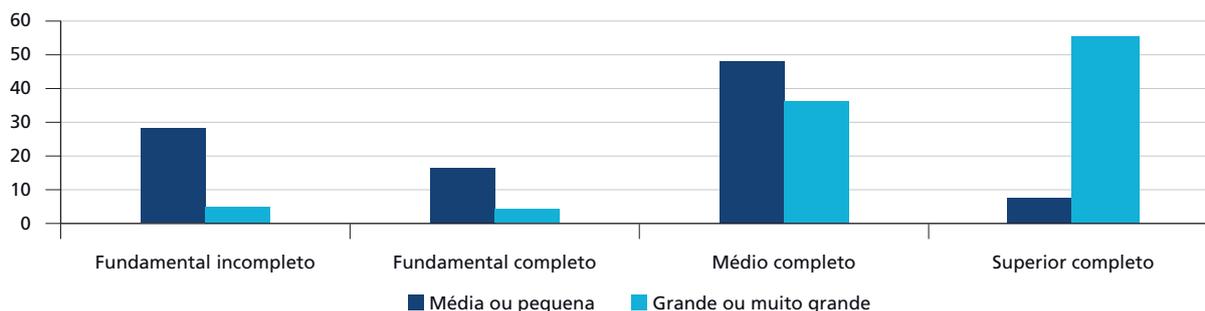
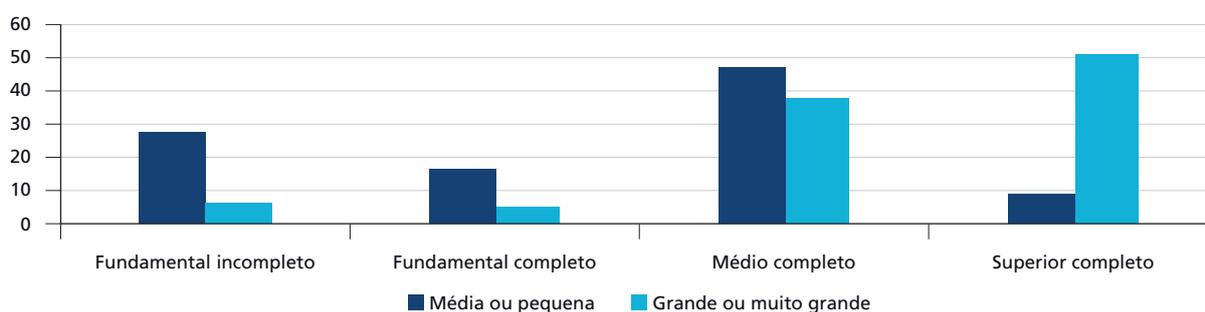
Fonte: PNAD Contínua, 2022.

Obs.: Trabalhadores ocupados com idade entre 21 e 64 anos. A habilidade necessária é calculada usando informações sobre a ocupação do indivíduo no QBQ.

As ocupações têm distribuições de escolaridade muito diferentes dependendo da necessidade de conhecimentos em matemática ou da capacidade para trabalhar com números. Para facilitar a análise, no gráfico 5, a necessidade de conhecimentos é classificada em dois grupos: i) um para ocupações com nível grande ou muito grande; e ii) outro para ocupações que exigem apenas conhecimento de nível médio, pequeno ou muito pequeno. Uma classificação equivalente é adotada no gráfico 6 para a habilidade de trabalhar com números.

GRÁFICO 5**Distribuição do emprego por escolaridade para ocupações com maior ou menor necessidade de conhecimentos em matemática**

(Em %)

5A – Importância**5B – Frequência****5C – Profundidade**

Fonte: PNAD Contínua, 2022.

Obs.: Trabalhadores ocupados com idade entre 21 e 64 anos. A necessidade de conhecimentos em matemática é calculada usando informações sobre a ocupação do indivíduo no QBQ.

Nas ocupações que atribuem importância grande ou muito grande para os conhecimentos em matemática, 80% dos trabalhadores têm pelo menos o ensino médio completo, e metade desses possui ensino superior completo. Já nas ocupações que

TEXTO para DISCUSSÃO

atribuem menor importância para os conhecimentos em matemática, apenas 7% possuem ensino superior, e os que têm o ensino fundamental completo ou incompleto representam quase metade dos trabalhadores nesse grupo de ocupações. As diferenças de escolaridade entre os trabalhadores nos dois grupos de ocupações se tornam ainda mais marcantes para a profundidade e a frequência no uso de conhecimentos em matemática.

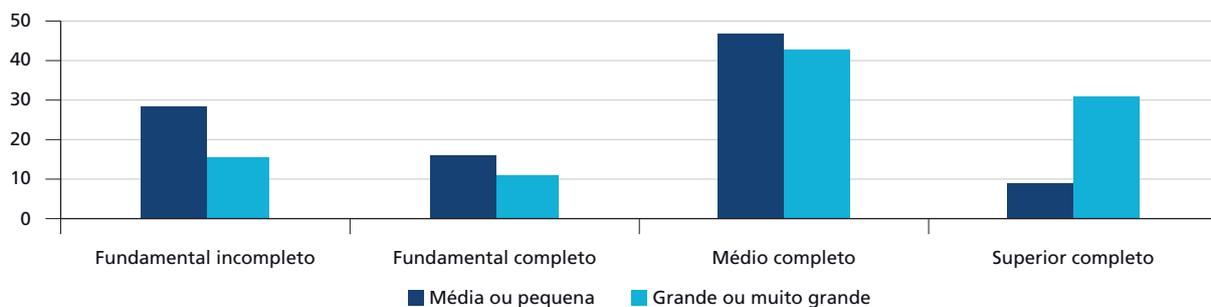
Para a capacidade de trabalhar com números, a distribuição educacional pela importância dessa habilidade é semelhante à reportada anteriormente para ocupações definidas pela necessidade de conhecimentos em matemática. A mesma similaridade é observada para a medida de frequência. Pode-se mencionar, porém, que as diferenças entre os grupos ocupacionais são um pouco menores para as medidas de habilidade (gráfico 6) que para as medidas de conhecimentos em matemática (gráfico 5).

GRÁFICO 6

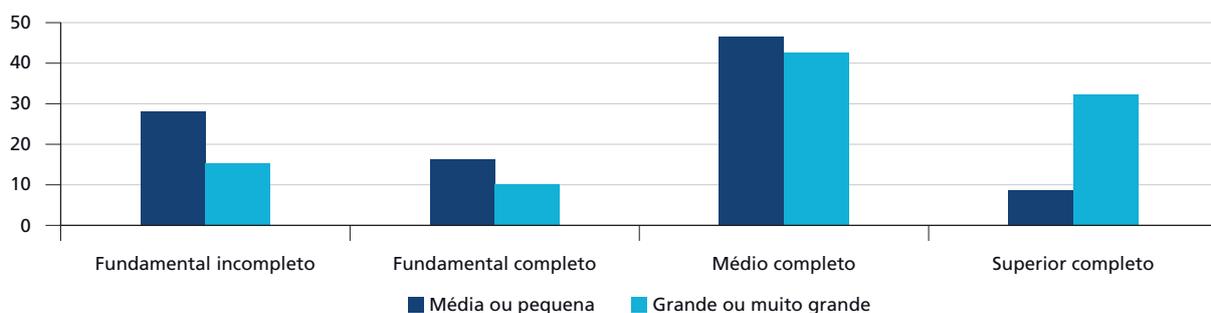
Distribuição do emprego por escolaridade para grupos de ocupação definidos pela capacidade de trabalhar com números

(Em %)

6A – Importância



6B – Frequência



Fonte: PNAD Contínua, 2022.

Obs.: Trabalhadores ocupados com idade entre 21 e 64 anos. A habilidade necessária é calculada usando informações sobre a ocupação do indivíduo no QBQ.

Resumindo, os resultados desta seção mostram que os conhecimentos em matemática e a capacidade de trabalhar com números são atributos considerados relevantes para o desempenho adequado dos trabalhadores em diversas ocupações. Essas ocupações, por sua vez, costumam oferecer remunerações bem mais elevadas do que aquelas que atribuem menor valor para as competências matemáticas por parte dos trabalhadores. Percebe-se também que as ocupações associadas a uma maior necessidade de competências matemáticas são caracterizadas pela presença de trabalhadores mais escolarizados. Esses resultados reforçam as evidências apresentadas em Oliveira *et al.* (2024), indicando que as ocupações intensivas em matemática têm participação importante no Brasil tanto na composição do emprego quanto para a economia como um todo. O restante do artigo pretende analisar com mais detalhes em que medida esse elevado diferencial de rendimentos entre as ocupações está relacionado com a escolaridade, que tanto pode ser um fator que permite o acesso a melhores ocupações, como também um elemento que influencia os rendimentos qualquer que seja a ocupação.

4 MÉTODO EMPÍRICO

Para analisar como a escolaridade pode influenciar o acesso a ocupações com maiores exigências de conhecimentos ou habilidades em matemática e as possíveis implicações para os rendimentos do trabalho é utilizado o modelo de *endogenous switching regression* (Maddala, 1983; Cameron e Trivedi, 2005). Esta seção apresenta uma descrição geral desse modelo e como pode ser aplicado para investigar a questão de interesse deste estudo.

Esse tipo de abordagem considera que o indivíduo pode ingressar em dois tipos distintos de ocupações (ou dois regimes): um com determinadas exigências em termos de conhecimentos (habilidade) em matemática e outro sem esse tipo de exigência. Os rendimentos do trabalhador podem depender do tipo de regime em que atua, assim como pela forma como os seus atributos individuais são remunerados nesse regime. Espera-se que a escolaridade, por meio das competências adquiridas à medida que se avança no sistema educacional, tenha um papel importante nesse processo. Primeiramente, contribuindo para que o trabalhador ingresse em ocupações nas quais são necessários maiores níveis de qualificação, em particular em relação aos conhecimentos em matemática. Espera-se também que a escolaridade seja valorizada de maneira diferente em cada tipo de ocupação. Naquelas que exigem competências matemáticas,

TEXTO para DISCUSSÃO

a sintonia com trabalhadores mais escolarizados deve contribuir para maiores ganhos nos rendimentos do trabalho.¹⁰

O primeiro estágio desse modelo, para determinar o ingresso em ocupações que valorizam as competências matemáticas, pode ser representado pela equação a seguir:

$$\begin{cases} I_i = 1 \text{ se } \gamma'Z_i \geq u_i \\ I_i = 0 \text{ caso contrário} \end{cases} \quad (1)$$

Onde I_i é o tipo de ocupação, γ é um vetor de parâmetros, Z_i contém variáveis que determinam o regime de i , e u_i representa um termo de erro aleatório com distribuição normal.

As equações de resultados podem ser escritas como:

$$\text{Regime 1: } y_i = \beta_1'X_{1i} + u_{1i} \text{ se } \gamma'Z_i \geq u_i \quad (2)$$

$$\text{Regime 2: } y_i = \beta_2'X_{2i} + u_{2i} \text{ se } \gamma'Z_i < u_i \quad (3)$$

Onde y_i representa os rendimentos do trabalho principal por hora, X_{1i} e X_{2i} são vetores de determinantes dos resultados em cada um dos regimes, u_{1i} e u_{2i} são os termos de erro nas equações (2) e (3), e β_1 e β_2 são parâmetros do modelo.

Temos, portanto, dois regimes definidos pelas exigências de conhecimentos (habilidades) em matemática na ocupação, e uma função critério que determina o ingresso do indivíduo em um tipo de ocupação ou em outro. As equações (2) e (3) descrevem a determinação dos rendimentos em cada um dos dois regimes.

Podemos supor que $Var(u_i) = 1$, e que u_i , u_{1i} e u_{2i} têm distribuição normal trivariada com média zero e a seguinte matriz de variância ou covariância:

$$\Sigma = \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & \sigma_{12} & \sigma_{1u} \\ & \sigma_2^2 & \sigma_{2u} \\ & & 1 \end{bmatrix} \quad (4)$$

Onde σ_1^2 e σ_2^2 são as variâncias de u_{1i} e u_{2i} nas equações (2) e (3), e σ_{1u}^2 e σ_{2u}^2 são as covariâncias entre u_i e cada um dos termos de erro u_{1i} e u_{2i} .

10. Uma questão semelhante é investigada por Chiswick e Miller (2010) para as habilidades em inglês nos Estados Unidos. Os autores mostram que os rendimentos são maiores para os trabalhadores com essa habilidade em ocupações que exigem proficiência em inglês. A análise empírica é realizada separadamente para trabalhadores nativos e estrangeiros.

A covariância entre u_{1i} e u_{2i} (σ_{12}) não pode ser definida, pois não podem ser observados simultaneamente os resultados para o mesmo indivíduo nos dois regimes. Dadas essas hipóteses, e usando o fato de que a distribuição condicional de u_{1i} dado u_i é normal, com média $\sigma_{1u}u_i$ e variância $\sigma_1^2 - \sigma_{1u}^2$, Maddala (1983) mostra que se pode escrever:

$$E(u_{1i} | u_i \leq \gamma'Z_i) = E(\sigma_{1u}u_i | u_i \leq \gamma'Z_i) = -\sigma_{1u} \left(\frac{\phi(\gamma Z_i)}{\Phi(\gamma Z_i)} \right) \quad (5)$$

$$E(u_{2i} | u_i > \gamma'Z_i) = E(\sigma_{2u}u_i | u_i > \gamma'Z_i) = \sigma_{2u} \left(\frac{\phi(\gamma Z_i)}{1 - \Phi(\gamma Z_i)} \right) \quad (6)$$

Onde ϕ e Φ são, respectivamente, a função densidade de probabilidade e a função distribuição acumulada da normal padrão.

Podemos definir por conveniência $W_{1i} = \left(\frac{\phi(\gamma Z_i)}{\Phi(\gamma Z_i)} \right)$ e $W_{2i} = \left(\frac{\phi(\gamma Z_i)}{1 - \Phi(\gamma Z_i)} \right)$, que são os termos para a razão inversa de Mills obtidos a partir da equação (1). Esses termos podem ser incluídos nas equações (2) e (3) para corrigir o viés de seleção por fatores não observáveis. Temos, então, duas equações não lineares para os rendimentos em cada regime:

$$y_i = \beta_1'X_{1i} - \sigma_{1u}W_{1i} + \epsilon_{1i} \text{ se } I_i = 1 \quad (7)$$

$$y_i = \beta_2'X_{2i} + \sigma_{2u}W_{2i} + \epsilon_{2i} \text{ se } I_i = 0 \quad (8)$$

Onde ϵ_{1i} e ϵ_{2i} têm média condicional em I_i igual a zero, e são tais que: $\epsilon_{1i} = u_{1i} + \sigma_{1u}W_{1i}$ e $\epsilon_{2i} = u_{2i} + \sigma_{2u}W_{2i}$.

Embora seja possível estimar o modelo em duas etapas, é mais eficiente utilizar o método de *full information maximum likelihood* (FIML), como em Lokshin e Sajaia (2004), que permite estimar a equação de seleção e as equações de rendimentos simultaneamente. Como determinantes dos rendimentos em cada regime são incluídas características individuais, como uma *dummy* para mulher, idade, idade ao quadrado e uma *dummy* para não branco. Também fazem parte de X_1 e X_2 *dummies* de região e três *dummies* para a escolaridade, uma indicando formação superior, outra para pessoas que completaram no máximo o ensino médio e outra para os que completaram no máximo o ensino fundamental. O grupo de referência é formado pelos indivíduos com ensino fundamental incompleto.

A identificação apropriada do modelo exige pelo menos uma variável em Z que não aparece em X . Ou seja, essa variável de exclusão deve influenciar a escolha do

TEXTO para DISCUSSÃO

regime, mas não ter efeito direto sobre o resultado de interesse. Com esse propósito, são calculadas as porcentagens de trabalhadores em ocupações com necessidade de conhecimento ou habilidade em matemática classificadas como grande ou muito grande em 75 grupos geográficos definidos pela PNAD Contínua. Para isso, primeiramente, são consideradas as capitais dos 26 estados brasileiros e o Distrito Federal. Em seguida, são selecionadas as 21 áreas metropolitanas, exceto as capitais, e as 26 áreas não metropolitanas ou que não representam as capitais dos estados. Em seguida, são computadas as porcentagens de empregos com maiores necessidades de competências em matemática em cada uma dessas unidades geográficas.

O modelo, portanto, permite estimar o parâmetro γ na equação (1), que representa a influência de características individuais, em particular o nível de escolaridade, na probabilidade de ingressar em uma ocupação que exige maiores competências em matemática. Já os parâmetros β_1 e β_2 nas equações (7) e (8) contêm os efeitos da escolaridade sobre os rendimentos do trabalho em cada tipo de ocupação definido pela necessidade de competências em matemática.

5 RESULTADOS

Antes de mostrar as estimativas baseadas no método descrito na seção 4, são apresentados os resultados de regressões por mínimos quadrados ordinários (MQO) relacionando os rendimentos do trabalho com a importância das competências matemáticas na ocupação. A coluna (1) da tabela 1 mostra que os rendimentos são 85% maiores nas ocupações que atribuem importância grande ou muito grande para os conhecimentos em matemática em relação às demais. Na coluna (3), usando a importância da capacidade de trabalhar com números, o diferencial é estimado em 55%.

TABELA 1
Regressões de rendimentos (MQO)

	Conhecimento		Trabalhar com números	
	(1)	(2)	(3)	(4)
Importância das competências em matemática	0,618 (0.077)***	0,283 (0.039)***	0,432 (0.074)***	0,168 (0.033)***
Ensino fundamental		0,183 (0.020)***		0,186 (0.021)***
Ensino médio		0,369 (0.029)***		0,401 (0.034)***

(Continua)

(Continuação)

	Conhecimento		Trabalhar com números	
	(1)	(2)	(3)	(4)
Ensino superior		0,981 (0.044)***		1,078 (0.044)***
Idade		0,038 (0.002)***		0,039 (0.003)***
Idade ao quadrado		-0,0003 (0.0001)***		-0,0003 (0.0001)***
Mulher		-0,192 (0.023)***		-0,204 (0.027)***
Negro		-0,120 (0.009)***		-0,129 (0.008)***
Constante	3,593 (0.031)***	2,423 (0.062)***	3,614 (0.048)***	2,402 (0.069)***
R-quadrado	0,1386	0,352	0,0678	0,3361
Observações	168.971	168.971	170.685	170.685

Fonte: PNAD Contínua, 2022.

Elaboração do autor.

Obs. 1. As equações (2) e (4) também incluem *dummies* para as regiões. Os erros-padrão entre parênteses são calculados com *cluster* para as ocupações com quatro dígitos.

2. * Significativo para o nível de 10%; ** significativo para o nível de 5%; *** significativo para 1%.

Nas colunas (2) e (4) são incluídos controles para escolaridade, idade, gênero, cor ou raça e região de residência. Em ambos os casos, os coeficientes que representam a importância das competências matemáticas diminuem substancialmente em relação aos resultados sem controles, mas permanecem estatisticamente significativos para o nível de 1%, e continuam representando uma diferença importante. No caso dos conhecimentos, o diferencial de rendimentos é estimado em cerca de 30%, enquanto para a capacidade de trabalhar com números é próximo de 20%.

A tabela 2 mostra os resultados estimados para o modelo de *switching regression* usando a importância dos conhecimentos em matemática para definir os dois tipos de ocupação (os dois regimes). No regime 1, estão os indivíduos em ocupações nas quais as necessidades de competências em matemática são grandes ou muito grandes, enquanto o regime 2 é formado por aqueles em ocupações nas quais essas necessidades são classificadas como média, pequena ou muito pequena.

TEXTO para DISCUSSÃO

A equação de seleção na coluna (1) evidencia que a probabilidade de trabalhar em uma ocupação que atribui importância grande ou muito grande para os conhecimentos em matemática aumenta com o nível de escolaridade do trabalhador. Mulheres, negros e jovens apresentam menores probabilidades de ter um emprego no regime 1, de acordo com esses resultados. Além disso, indivíduos em locais com mais empregos em ocupações que exigem conhecimentos em matemática têm maiores probabilidades de ingressar nesse tipo de ocupação.

No apêndice B, são mostradas as médias das probabilidades estimadas para participação no regime 1 entre diferentes níveis de escolaridade.¹¹ A probabilidade de um indivíduo com ensino superior ingressar em uma ocupação que considera os conhecimentos em matemática importantes é 20 pontos percentuais (p.p.) maior que a de um indivíduo com ensino médio completo com características observáveis semelhantes. Para a comparação entre um trabalhador com ensino superior e outro que não completou o ensino fundamental, a diferença estimada é de 55 p.p.

TABELA 2

Regressões de rendimentos pela importância dos conhecimentos em matemática

	Seleção	Importância grande ou muito grande	Importância média ou pequena
Ensino fundamental	0,123 (0.093)	0,165 (0.030)***	0,144 (0.023)***
Ensino médio	0,522 (0.190)***	0,328 (0.074)***	0,221 (0.057)***
Ensino superior	1,649 (0.244)***	0,721 (0.147)***	0,373 (0.162)**
Idade	0,021 (0.015)	0,045 (0.006)***	0,026 (0.004)***
Idade ao quadrado	0,000 (0.0001)	-0,0004 (0.00001)***	-0,0002 (0.0001)***
Mulher	-0,369 (0.186)**	-0,133 (0.070)*	-0,117 (0.053)**

(Continua)

11. O grupo de referência é definido para homens com trinta anos de idade, brancos e residentes na região Sudeste. Para cada grupo de escolaridade, esses indivíduos diferem apenas em relação à variável de identificação. Depois de calculadas as probabilidades previstas de participação no regime 1 são calculadas as médias em cada um dos quatro grupos de escolaridade considerados.

(Continuação)

	Seleção	Importância grande ou muito grande	Importância média ou pequena
Negro	-0,108 (0.039)***	-0,122 (0.019)***	-0,075 (0.012)***
Constante	-1,721 (0.397)***	3,021 (0.247)***	2,543 (0.098)***
Porcentagem de empregos locais com necessidade de conhecimentos em matemática	1.574 (0.420)***	-	-
σ_i		0,751 (0.066)***	0,688 (0.068)***
ρ_i		-0,542 (0.169)***	-0,529 (0.185)***
Observações	168.971		

Fonte: PNAD Contínua, 2022.

Elaboração do autor.

Obs. 1. Os parâmetros do modelo *endogenous switching regression* são estimados pelo método de máxima verossimilhança. Na equação de seleção e nas duas equações de rendimentos são incluídas *dummies* para as regiões. Os erros-padrão entre parênteses são calculados com *cluster* para as ocupações com quatro dígitos.

2. * Significativo para o nível de 10%; ** significativo para o nível de 5%; *** significativo para 1%.

Nas equações de rendimentos, o intercepto para as ocupações que atribuem maior importância para os conhecimentos em matemática é superior ao correspondente às demais ocupações. A diferença estimada é superior a 60%. Para os que completaram o ensino fundamental, o ganho em relação aos que não concluíram essa etapa de ensino (grupo de referência) é inferior a 20% nos dois tipos de ocupação. Quando os trabalhadores com ensino médio são comparados com o grupo de referência, porém, o ganho é maior nas ocupações onde o conhecimento em matemática é mais importante.

Para os indivíduos com formação superior, os ganhos nos rendimentos são substanciais nas ocupações onde a matemática é mais importante, 105% ($e^{0,721} - 1$) em relação ao grupo de referência. Para o grupo de ocupações que atribui menor importância para esse tipo de conhecimento, os rendimentos aumentam com a escolaridade, mas a inclinação é muito menor. Nesse último grupo, os rendimentos dos indivíduos com ensino superior são 45% ($e^{0,373} - 1$) maiores em comparação com trabalhadores que não completaram o ensino fundamental nesse mesmo tipo de ocupação.

TEXTO para **DISCUSSÃO**

Portanto, uma escolaridade mais alta contribui para que o indivíduo tenha maiores rendimentos por meio de dois canais. Um é o acesso a ocupações que, em média, oferecem remunerações mais altas. Esse ganho é apropriado pelos mais escolarizados, mas também pelos pouco escolarizados que conseguem se inserir nesse tipo de ocupação. Para os indivíduos mais escolarizados, uma vez em uma ocupação que considera as competências em matemática importantes, os rendimentos são bem mais elevados em comparação com os menos escolarizados no mesmo tipo de ocupação. Já nas ocupações onde a importância da matemática é menor, a vantagem relativa por possuir maior escolaridade é bem menor em termos de remunerações.

Com relação à seleção entre regimes, os resultados na tabela 2 mostram que ρ_1 e ρ_2 são ambos negativos e significativos. Isso sugere que os indivíduos, em média, estão alocados no tipo de ocupação onde recebem as melhores remunerações. Ou seja, os indivíduos em ocupações que não consideram os conhecimentos em matemática importantes, por exemplo, recebem remunerações maiores nesse regime que um indivíduo selecionado aleatoriamente da amostra.

As estimativas usando a profundidade e a frequência na utilização dos conhecimentos em matemática para classificar as ocupações são mostradas no apêndice B, nas tabelas B.2 e B.3. Ambas apresentam resultados muito parecidos entre si, que também são semelhantes aos reportados na tabela 2. Uma diferença dos resultados usando a profundidade e a frequência do conhecimento em matemática em relação à tabela 2 é que nos dois primeiros o aumento nos rendimentos com a progressão educacional é apenas um pouco mais acentuado nas ocupações mais associadas aos conhecimentos em matemática. Na tabela 2, ao contrário, as remunerações aumentam a taxas bem maiores, com a escolaridade nessas ocupações.

Na tabela 3, os regimes são definidos para ocupações nas quais: i) a capacidade de trabalhar com números é considerada importante ou muito importante (regime 1); e ii) a importância atribuída a essa habilidade é média, pequena ou muito pequena (regime 2). O ingresso no primeiro grupo de ocupações também é positivamente associado com o nível de escolaridade do indivíduo. No apêndice B, os resultados de uma análise semelhante à adotada para os conhecimentos mostra que a probabilidade de um trabalhador com ensino superior ter uma ocupação que considera importante a capacidade de trabalhar com números é 25 p.p. maior do que para um trabalhador com ensino médio. Comparando um indivíduo com ensino superior com outro que não tenha sequer completado o fundamental, essa diferença aumenta para 40 p.p.

Nas ocupações que consideram importante a capacidade de trabalhar com números, além de o intercepto ser maior em relação ao outro regime, as remunerações aumentam a taxas acentuadas à medida que se avança no nível educacional. Comparando trabalhadores com ensino médio com aqueles que não completaram o ensino fundamental, os rendimentos são 17% maiores nas ocupações que consideram importante trabalhar com números e 13% maiores no regime 2.

Para os trabalhadores com ensino superior completo, a diferença estimada nos rendimentos em relação aos trabalhadores sem o ensino fundamental é de 160% ($e^{0,955} - 1$) em ocupações no regime 1, enquanto no regime 2 o diferencial de rendimentos entre esses mesmos dois grupos educacionais é estimado em 40% ($e^{0,340} - 1$). O mesmo padrão é observado usando a frequência com que se trabalha com números para classificar as ocupações, como mostra a tabela B.4 no apêndice B. Ainda de acordo com a tabela 3, mulheres, negros e jovens têm probabilidades menores de ingressarem em ocupações onde é mais importante trabalhar com números. Nessas ocupações, esses grupos demográficos também têm os rendimentos mais penalizados em relação aos homens, aos indivíduos não negros e aos mais velhos do que nas ocupações que atribuem menor importância para a capacidade de trabalhar com números.

TABELA 3

Regressões de rendimentos pela importância de trabalhar com números na ocupação

	Seleção	Importância grande ou muito grande	Importância média ou pequena
Ensino fundamental	0,134 (0.078)*	0,156 (0.028)***	0,123 (0.039)***
Ensino médio	0,343 (0.064)**	0,367 (0.053)***	0,220 (0.089)**
Ensino superior	1,127 (0.297)***	0,955 (0.080)***	0,340 (0.240)
Idade	0,017 (0.015)	0,042 (0.005)***	0,024 (0.006)***
Idade ao quadrado	-0,0002 (0.0001)	-0,0004 (0.0001)***	-0,0002 (0.0001)***
Mulher	-0,357 (0.203)*	-0,161 (0.067)**	-0,059 (0.100)
Negro	-0,036 (0.037)	-0,136 (0.011)***	-0,091 (0.021)***

(Continua)

TEXTO para DISCUSSÃO

(Continuação)

	Seleção	Importância grande ou muito grande	Importância média ou pequena
Constante	-1,583481 (0.484) ^{***}	2,842415 (0.164) ^{***}	2,420637 (0.187) ^{***}
Porcentagem de empregos locais com necessidade de conhecimentos em matemática	1.993 (0.525) ^{***}	-	-
σ_i		0,740 (0.048) ^{***}	0,7591 (0.120) ^{***}
ρ_i		-0,517 (0.146) ^{***}	-0,679 (0.282) ^{**}
Observações	170.685		

Fonte: PNAD Contínua, 2022.

Elaboração do autor.

Obs. 1. Os parâmetros do modelo *endogenous switching regression* são estimados pelo método de máxima verossimilhança. Na equação de seleção e nas duas equações de rendimentos são incluídas *dummies* para as regiões. Os erros-padrão entre parênteses são calculados com *cluster* para as ocupações com quatro dígitos.

2. * Significativo para o nível de 10%; ** significativo para o nível de 5%; *** significativo para 1%.

Foram estimadas também regressões usando os anos de estudo em vez das *dummies* para os níveis completados. As conclusões principais não são alteradas, com cada ano adicional de escolaridade aumentando a probabilidade de ingressar em uma ocupação que atribui maior importância para os conhecimentos em matemática. Ainda de acordo com essas estimativas, os rendimentos aumentam em cerca de 20% para cada ano adicional de estudo nesse último tipo de ocupação, enquanto nas ocupações que não consideram importante os conhecimentos em matemática os ganhos associados a um ano a mais de estudo correspondem a 2,5%. Os resultados dessas regressões são mostrados no apêndice B, na tabela B.5. As variáveis de identificação também foram definidas alternativamente para as proporções de pessoas em ocupações com necessidade de competências em matemática na unidade da federação em vez das 75 áreas geográficas descritas na seção 2. Os resultados são muito parecidos com os mostrados nas tabelas 2 e 3.

Outro teste de robustez consistiu em utilizar o estudo de Oliveira *et al.* (2024) para classificar as ocupações matemáticas. Todas as ocupações para as quais foi atribuído algum peso positivo para matemática nesse estudo foram classificadas como ocupações intensivas em matemática. Esse critério, mesmo considerando ocupações com pesos

baixos, é bastante restritivo, incluindo basicamente ocupações nos grandes grupos de diretores e gerentes, de profissionais das artes e das ciências e técnicos. Os resultados mostram que a escolaridade tem uma relevância muito acentuada na equação de seleção, mas, uma vez no regime 1, a escolaridade não influencia os rendimentos. Esse resultado pode ser consequência do fato de que nesse regime dois terços têm ensino superior e quase um terço tem ensino médio, sendo raros os que tem escolaridade mais baixa. No regime 2, onde há maior dispersão educacional, os rendimentos aumentam com a escolaridade.

Procurou-se verificar também se as conclusões anteriores se mantêm fazendo distinção entre a qualidade média do tipo de instituição superior que o indivíduo completou, explorando as diferenças entre instituições de ensino superior públicas e privadas no Brasil, que são, geralmente, acentuadas.¹² Os resultados mostram que cursar o ensino superior em uma instituição pública não está associado com uma probabilidade maior de ingressar em uma ocupação que considera importante que o trabalhador tenha competências em matemática. Já para os rendimentos nessas ocupações, os egressos de instituições públicas têm um adicional de 12% em relação aos egressos de instituições privadas, o que pode refletir em parte uma maior valorização dos conhecimentos adquiridos. Para a capacidade de trabalhar com números, esse ganho adicional é estimado em 11%. Nas ocupações que não atribuem importância para as competências matemáticas, o coeficiente associado com a conclusão do ensino superior em uma instituição pública é negativo para os conhecimentos e não significativo para o trabalho com números.

Os resultados empíricos são consistentes com o argumento de que ampliar as competências matemáticas pode proporcionar melhores resultados para os indivíduos no mercado de trabalho. Embora outros mecanismos possam estar por trás desses efeitos, uma possível explicação, baseada na hipótese de os indivíduos adquirirem cada vez mais conhecimentos em matemática à medida que progredem na escola, o que, em média, deve ser razoável, supõe que esse processo levaria a uma maior probabilidade de ingressar em postos de trabalho de melhor qualidade. O ingresso nesse

12. Essas diferenças podem ser ilustradas, por exemplo, pelos resultados do Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (Enade), que oferece uma avaliação para os cursos de nível superior. Em uma escala que varia de 1 até 5, 90% dos que alcançaram o nível mais alto eram alunos de instituições públicas, ao mesmo tempo que entre os alunos com desempenhos nas categorias mais baixas (igual a 1 ou 2) 75% cursavam instituições privadas (Pedrosa, Amaral e Knobel, 2012). O ideal seria contar com medidas para a qualidade do ensino para a instituição de ensino de cada indivíduo ou, melhor ainda, para o conhecimento sobre matemática de cada um. Entretanto, nenhuma dessas medidas está disponível na PNAD Contínua.

TEXTO para DISCUSSÃO

tipo de ocupação já deve garantir melhores remunerações para esses trabalhadores. Qualquer que seja o tipo de ocupação, porém, os resultados indicam que a escolaridade está relacionada com aumentos nos rendimentos, mas isso se mostra especialmente mais forte em ocupações nas quais existe uma sintonia entre as necessidades da ocupação e as competências em matemática, que seriam adquiridas pelo trabalhador com mais escolaridade.

É importante considerar que o aumento da escolaridade deve estar associado normalmente a um aumento nos conhecimentos dos indivíduos em várias áreas. Esses conhecimentos, por sua vez, devem ser importantes em diferentes dimensões, seja no mercado de trabalho ou não. Embora os conhecimentos em matemática estejam correlacionados com os adquiridos em outras áreas de estudo, alguns aspectos parecem lhe conferir um caráter especial no mercado de trabalho, que talvez seja comparável apenas à importância dos conhecimentos da língua portuguesa. Podemos destacar, primeiramente, a ampla utilização da matemática, em diferentes níveis, em praticamente todas as ocupações. Além disso, os resultados indicam que as exigências de competências matemáticas parecem permitir uma classificação bastante nítida entre empregos de melhor qualidade, representados aqui pelas melhores remunerações, principalmente para os mais escolarizados, e empregos de pior qualidade.

Como análise de robustez, as ocupações foram classificadas também pela importância dos conhecimentos em inglês e em biologia. Em ambos os casos, as ocupações que atribuem importância grande ou muito grande a esses tipos de conhecimentos oferecem remunerações mais elevadas. Entretanto, a probabilidade estimada de ingressar em uma ocupação com maiores exigências de conhecimentos em biologia aumenta de 8% para 14% entre um indivíduo com ensino médio e outro com ensino superior. Para a importância dos conhecimentos em inglês, o aumento estimado já é maior, de 19% para 44%, mas nas duas áreas as diferenças entre possuir o ensino médio e níveis mais baixos de escolaridade são muito pequenas. Tanto para biologia quanto para inglês, as relações entre escolaridade e rendimentos são muito semelhantes nos dois regimes, sendo apenas um pouco superior no regime 1. Portanto, conhecimentos em biologia e em inglês também são muito valorizados no mercado de trabalho, mas há uma série de ocupações que possibilitam remunerações elevadas que não consideram esses conhecimentos importantes. Já no caso da matemática, as oportunidades de empregos bem remunerados parecem muito limitadas na ausência dessas competências.

Outra questão que deve ser mencionada é que apesar de o aumento na escolaridade provavelmente levar a um maior aprendizado em matemática, em média, o aprendizado de cada indivíduo deve ser muito diferente, assim como a própria qualidade do ensino oferecido deve ser heterogênea. Nesse sentido, é possível que as implicações para os rendimentos sejam ainda mais acentuadas considerando o nível de conhecimentos individuais, que, por sua vez, devem ser influenciados não apenas pelos anos de estudo, mas também pela qualidade do ensino e pela capacidade individual de aprendizado.

6 CONCLUSÃO

Os resultados indicam que os indivíduos mais escolarizados têm uma probabilidade maior de conseguir um emprego em ocupações que consideram relevantes os conhecimentos em matemática e a capacidade de trabalhar com números por parte dos trabalhadores. Esse tipo de ocupação oferece, em média, remunerações bem mais elevadas em comparação com ocupações que não consideram essas mesmas competências. Os resultados mostram também que no primeiro conjunto de ocupações a escolaridade tende a ser muito valorizada como determinante das remunerações, enquanto no segundo conjunto as remunerações não fazem muita distinção entre os mais e menos escolarizados.

Com uma força de trabalho pouco qualificada, uma parcela elevada dos trabalhadores brasileiros parece não ter acesso a empregos que exigem tarefas mais complexas, onde as remunerações são mais elevadas. Ou, quando conseguem um emprego em uma ocupação desse tipo, não parecem ter a capacidade para desempenhar as atividades necessárias de maneira adequada. Os empregadores que preenchem os postos de trabalho com indivíduos pouco escolarizados, dada a escassez dos mais qualificados, oferecem geralmente remunerações bem mais baixas.

As evidências mostradas neste estudo ressaltam a importância de se ter uma força de trabalho capacitada para atender às necessidades do mercado de trabalho. No caso das competências matemáticas, em particular, os benefícios oferecidos para os mais preparados, pelo menos em termos do grau de ensino ou dos anos de estudo, para atender a essas exigências são substanciais. Apesar de os resultados não permitirem fazer uma inferência direta, sugerem que políticas capazes de formar indivíduos com conhecimentos sólidos, mesmo que em nível mais básico, devem contribuir para ganhos de produtividade, remunerações mais elevadas e maiores níveis de bem-estar social.

Os alunos brasileiros têm apresentado resultados ruins em matemática nas avaliações internacionais. Apesar dos avanços educacionais observados nos últimos anos, ainda é elevado o contingente de trabalhadores com pouca escolaridade e/ou com nível de conhecimento inferior ao que se esperaria pelos anos de estudo que completaram. Investimentos educacionais que aumentem os conhecimentos em matemática, principalmente no ensino fundamental, mas também no ensino médio, devem permitir que os alunos futuramente tenham acesso a ocupações de melhor qualidade, assim como incentivá-los a prosseguir nas suas trajetórias educacionais.

REFERÊNCIAS

ACEMOGLU, D.; AUTOR, D. Skills, tasks and technologies: implications for employment and earnings. *In*: ASHENFELTER, O.; CARD, D. (Ed.) **Handbook of Labor Economics**. Amsterdam: Elsevier, 2011. v. 4. p. 1043-1171.

ALTONJI, J. G. The effects of high school curriculum on labor market outcomes. **The Journal of Human Resources**, v. 30, n. 3, p. 409-438, 1995.

AUTOR, D. The 'task approach' to labor markets: an overview. **Journal for Labour Market Research**, v. 46, n. 3, p. 185-199, 2013.

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Programa Internacional de Avaliação de Estudantes: Pisa 2022 – resultados**. Brasília: Inep, 2023.

CAMERON, A.; TRIVEDI, P. *Microeconometrics: methods and applications*. Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press, 2005.

CHISWICK, B. R.; MILLER, P. W. Occupational language requirements and the value of English in the US labor market. **Journal of Population Economics**, v. 23, n. 1, p. 353-372, 2010.

INSMI – INSTITUT NATIONAL DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET DE LEURS INTERACTIONS. **Étude de l'impact économique des Mathématiques en France**. Paris: Insmi, 2022. Disponível em: <https://www.assises-des-mathematiques.fr/les-assises/publications/etude-d-impact>.

JOENSEN, J. S.; NIELSEN, H. S. Is there a causal effect of High School Math on labor market outcomes? **The Journal of Human Resources**, v. 44, n. 1, p. 171-198, Jan. 2009.

LOKSHIN, M.; SAJAIA, Z. Maximum likelihood estimation of endogenous switching regression models. **The Stata Journal**, v. 4, n. 3, p. 282-289, 2004.

MADDALA, G. S. **Limited-dependent and qualitative variables in Econometrics**. Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press, 1983.

OLIVEIRA, F. *et al.* **Contribuição dos trabalhos intensivos em matemática para a economia brasileira**. [s.l.]: Itáu Social, 2024.

PEDROSA, R.H.L.; AMARAL, E.; KNOBEL, M. Assessing higher education learning outcomes in Brazil. **Higher Education Management and Policy**: Journal of the Programme on Institutional Management in Higher Education, v. 24, n. 2, p. 55-72, 2012.

ROSE, H.; BETTS, J. The effect of High School courses on earnings. **The Review of Economics and Statistics**, v. 86, n. 2, p. 497-513, May 2004.

APÊNDICE A

O QUADRO BRASILEIRO DE QUALIFICAÇÕES (QBQ)

O QBQ oferece descrições detalhadas das ocupações que fazem parte da Classificação Brasileira de Qualificações (CBO).¹ Para cada uma das cerca de 2,7 mil ocupações definidas para o nível de desagregação de seis dígitos são apresentadas as competências necessárias para o desempenho adequado do trabalhador nas atividades ou funções típicas dessa ocupação. Na definição do perfil da ocupação são considerados os conhecimentos, as habilidades e as atitudes essenciais para o seu desempenho.

As ocupações no QBQ estão classificadas em dois grupos, de acordo com os seus níveis de qualificação. O grupo I é composto por ocupações com níveis de 1 até 5, que não exigem ensino superior, exceto no caso de graduação tecnológica. No grupo II, estão as ocupações com níveis de 6 até 8, cujas exigências podem incluir além de ensino de nível superior que não de graduação tecnológica, programas de mestrado e doutorado e também cursos de especialização e aperfeiçoamento.

Os conhecimentos são definidos no QBQ como: “conjunto de informações, fatos, teorias, práticas e princípios necessários para o exercício de uma ocupação ou para a obtenção de uma qualificação profissional”.² Para o grupo I, os conhecimentos estão divididos em 2 domínios, 23 áreas, 238 campos, e 1.558 áreas de conhecimento. No grupo II, os conhecimentos estão classificados em 9 áreas, 94 campos, 450 conhecimentos e 1.075 elementos de conhecimento. É possível identificar nesse conjunto amplo de conhecimentos os referentes a matemática e a estatística.

As habilidades são definidas na seção de *Conceitos e terminologia* do site do QBQ como: “Capacidade de aplicar conhecimentos e utilizar os recursos adquiridos para concluir tarefas e solucionar problemas”. As habilidades estão classificadas em 3 domínios, 9 categorias e 84 habilidades. Uma dessas habilidades é o trabalho com números, descrito na subseção de *Habilidades*, na mesma página do QBQ, como: “Capacidades desenvolvidas de usar a linguagem de números, expressões numéricas, algébricas e geométricas para resolver problemas”.

1. Para mais informações, consultar o QBQ. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/servicos/consultar-quadro-brasileiro-de-qualificacoes>. Acesso em: 6 mar. 2024.

2. Disponível em: <https://qbqconsulta.fipe.org.br/Conceitos>.

Para cada ocupação, o QBQ permite analisar os níveis de profundidade, frequência e importância exigidos em relação aos conhecimentos especificados. Esses níveis variam em uma escala de 1, muito pequeno(a), até 5, muito grande. Para a habilidade, também são computados os níveis de frequência e importância em uma escala de 1 até 5.

APÊNDICE B

TABELA B.1

Resultados esperados para a probabilidade do tipo de ocupação e para os rendimentos

Painel A: Conhecimentos em matemática			
	Probabilidade esperada de ter uma ocupação que atribui importância grande ou muito grande	Probabilidade esperada de ter uma ocupação com frequência grande ou muito grande	Probabilidade esperada de ter uma ocupação com profundidade grande ou muito grande
Fundamental incompleto	0,174	0,089	0,064
Fundamental completo	0,358	0,136	0,101
Médio completo	0,540	0,286	0,252
Superior completo	0,730	0,726	0,750
Painel B: Capacidade de trabalhar com números			
	Probabilidade esperada de ter uma ocupação que atribui importância grande ou muito grande	Probabilidade esperada de ter uma ocupação com frequência grande ou muito grande	
Fundamental incompleto	0,455	0,410	
Fundamental completo	0,544	0,477	
Médio completo	0,624	0,573	
Superior completo	0,868	0,845	

Fonte: PNAD Contínua, 2022.

Elaboração do autor.

Obs.: Valores calculados usando o modelo da tabela 1 para homens, não negros, residindo na região Sudeste e com trinta anos de idade.

TABELA B.2

Regressões de rendimentos por profundidade de conhecimentos em matemática na ocupação

	Seleção	Importância grande ou muito grande	Importância média ou pequena
Ensino fundamental	0,223 (0.003)***	0,224 (0.033)***	0,148 (0.008)***
Ensino médio	0,822 (0.01)***	0,336 (0.040)***	0,276 (0.010)***
Ensino superior	2,139 (0.018)***	0,630 (0.075)***	0,549 (0.035)***
Idade	0,000 (0.0001)	0,056 (0.003)***	0,034 (0.002)***
Idade ao quadrado	0,000 (0.0001)	-0,001 (0.00001)***	0,000 (0.0001)***
Mulher	-0,005 (0.011)	-0,278 (0.010)***	-0,204 (0.005)***
Negro	-0,218 (0.027)***	-0,112 0,012851	-0,075 0,0057766
Porcentagem de empregos locais com necessidade de conhecimentos em matemática	1.488 (0.0776)***	-	-
σ_i	-	0,774 (0.016)***	0,639 (0.007)***
ρ_i		-0,481 (0.054)***	-0,304 (0.045)***
Observações	168.971		

Fonte: PNAD Contínua, 2022.

Elaboração do autor.

Obs. 1. Os parâmetros do modelo *endogenous switching regression* são estimados pelo método de máxima verossimilhança. Na equação de seleção e nas duas equações de rendimentos são incluídas *dummies* para as regiões. Os erros-padrão entre parênteses são calculados com *cluster* para as ocupações com quatro dígitos.

2. * Significativo para o nível de 10%; ** significativo para o nível de 5%; *** significativo para 1%.

TABELA B.3

Regressões de rendimentos por frequência no uso de conhecimentos em matemática na ocupação

	Seleção	Importância grande ou muito grande	Importância média ou pequena
Ensino fundamental	0,212 (0.020)***	0,188 (0.028)***	0,146 (0.008)***
Ensino médio	0,740 (0.015)***	0,310 (0.040)***	0,261 (0.011)***
Ensino superior	1,881 (0.017)***	0,635 (0.077)***	0,553 (0.034)***
Idade	0,032 (0.003)***	0,043 (0.003)***	0,028 (0.002)***
Idade ao quadrado	0,000 (0.00001)***	0,000 (0.00001)***	0,000 (0.0001)***
Mulher	-0,154 (0.010)***	-0,211 (0.011)***	-0,184 (0.001)***
Negro	-0,152 (0.011)***	-0,118 (0.013)***	-0,081 (0.001)***
Porcentagem de empregos locais com necessidade de conhecimentos em matemática	1.512 (0.0846)***	-	-
σ_i		0,784 (0.020)***	0,646 (0.008)***
ρ_i		-0,526 (0.061)***	-0,372 (0.048)***
Observações	168.971		

Fonte: PNAD Contínua, 2022.

Elaboração do autor.

Obs. 1. Os parâmetros do modelo *endogenous switching regression* são estimados pelo método de máxima verossimilhança. Na equação de seleção e nas duas equações de rendimentos são incluídas *dummies* para as regiões. Os erros-padrão entre parênteses são calculados com *cluster* para as ocupações com quatro dígitos.

2. * Significativo para o nível de 10%; ** significativo para o nível de 5%; *** significativo para 1%.

TABELA B.4

Regressões de rendimentos pela frequência do trabalho com números na ocupação

	Seleção	Frequência grande ou muito grande	Frequência média ou pequena
Ensino fundamental	0,101	0,161	0,142
	0,015	0,012	0,010
Ensino médio	0,340	0,376	0,227
	0,012	0,012	0,013
Ensino superior	1,151	0,940	0,366
	0,015	0,023	0,043
Idade	0,021	0,040	0,025
	0,003	0,002	0,002
Idade ao quadrado	0,000	0,000	0,000
	0,000	0,000	0,000
Mulher	-0,254	-0,188	-0,103
	0,009	0,008	0,010
Negro	-0,047	-0,138	-0,084
	0,010	0,008	0,007
Porcentagem de empregos locais com necessidade de conhecimentos em matemática	1.900	-	-
	(0.0578)		
σ_i		0,757	0,733
		(0.010)***	(0.021)***
ρ_i		-0,524	-0,662
		(0.036)***	(0.049)***
Observações	170.685		

Fonte: PNAD Contínua, 2022.

Elaboração do autor.

Obs. 1. Os parâmetros do modelo *endogenous switching regression* são estimados pelo método de máxima verossimilhança. Na equação de seleção e nas duas equações de rendimentos são incluídas *dummies* para as regiões. Os erros-padrão entre parênteses são calculados com *cluster* para as ocupações com quatro dígitos.

2. * Significativo para o nível de 10%; ** significativo para o nível de 5%; *** significativo para 1%.

TABELA B.5

Regressões de rendimentos por importância da matemática na ocupação

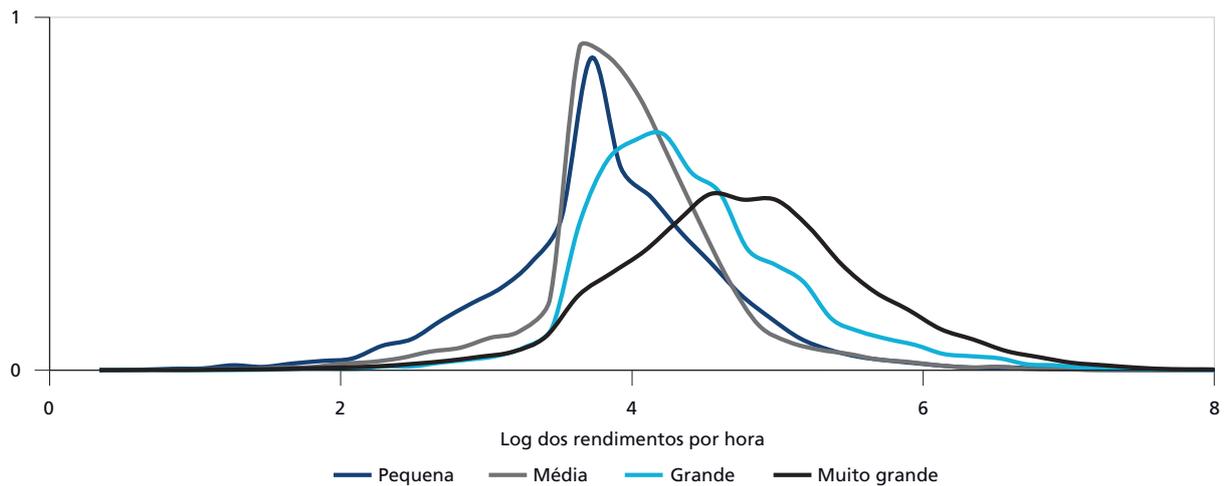
	Seleção	Importância grande ou muito grande	Importância média ou pequena
Anos de estudo	0,151 (0.002)	0,182 (0.007)***	0,023 (0.003)***
Idade	0,036 (0.003)***	0,074 (0.003)***	0,024 (0.002)***
Idade ao quadrado	-0,0003 (0.00001)***	-0,0007 (0.00001)***	-0,0002 (0.0001)***
Mulher	-0,351 (0.009)***	-0,361 (0.017)***	-0,111 (0.008)***
Negro	-0,154 (0.010)***	-0,216 (0.010)***	-0,060 (0.007)***
Constante	-2,792 (0.066)***	-0,425 (0.178)**	2,461 (0.042)***
Porcentagem de empregos locais com necessidade de conhecimentos em matemática	0,347 (0.094)***	-	-
σ_i		0,900 (0.037)***	0,707 (0.012)***
ρ_i		0,821 (0.045)***	-0,608 (0.040)***
Observações	168.971		

Fonte: PNAD Contínua, 2022.

Elaboração do autor.

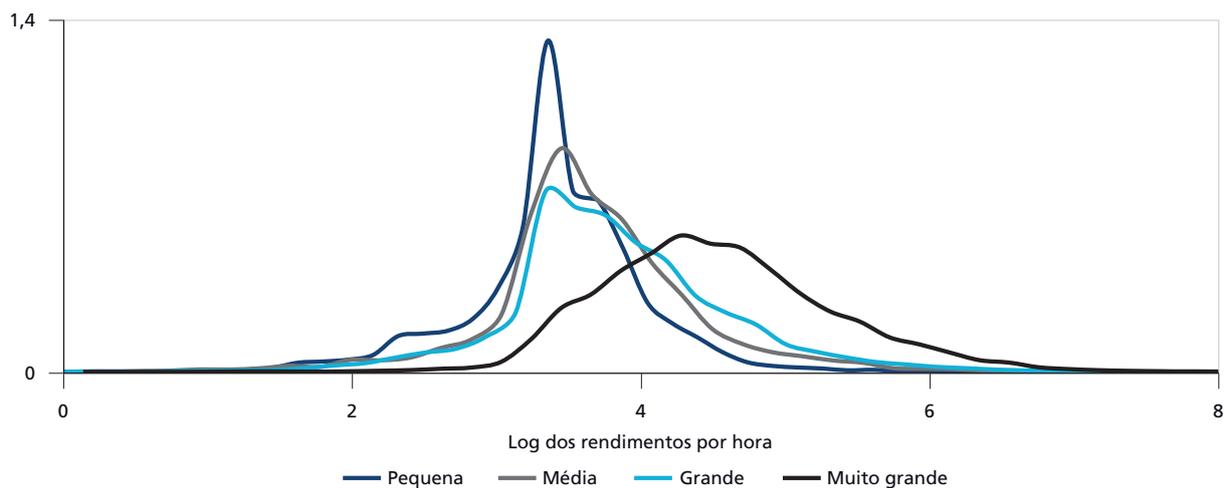
Obs. 1. Os parâmetros do modelo *endogenous switching regression* são estimados pelo método de máxima verossimilhança. Na equação de seleção e nas duas equações de rendimentos são incluídas *dummies* para as regiões. Os erros-padrão entre parênteses são calculados com *cluster* para as ocupações com quatro dígitos.

2. * Significativo para o nível de 10%; ** significativo para o nível de 5%; *** significativo para 1%.

FIGURA B.1**Distribuição dos rendimentos por importância de conhecimentos em matemática na ocupação**

Fonte: PNAD Contínua, 2022.

Elaboração do autor.

FIGURA B.2**Distribuição dos rendimentos pela capacidade de trabalhar com números na ocupação**

Fonte: PNAD Contínua, 2022.

Elaboração do autor.

Ipea – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

EDITORIAL

Coordenação

Aeromilson Trajano de Mesquita

Assistentes da Coordenação

Rafael Augusto Ferreira Cardoso

Samuel Elias de Souza

Supervisão

Aline Cristine Torres da Silva Martins

Revisão

Bruna Oliveira Ranquine da Rocha

Carlos Eduardo Gonçalves de Melo

Crislayne Andrade de Araújo

Elaine Oliveira Couto

Luciana Bastos Dias

Rebeca Raimundo Cardoso dos Santos

Vivian Barros Volotão Santos

Luíza Cardoso Mendes Velasco (estagiária)

Editoração

Aline Cristine Torres da Silva Martins

Camila Guimarães Simas

Leonardo Simão Lago Alvite

Mayara Barros da Mota

Capa

Aline Cristine Torres da Silva Martins

Projeto Gráfico

Aline Cristine Torres da Silva Martins

*The manuscripts in languages other than Portuguese
published herein have not been proofread.*

Missão do Ipea
Qualificar a tomada de decisão do Estado e o debate público.



ipea Instituto de Pesquisa
Econômica Aplicada

MINISTÉRIO DO
PLANEJAMENTO
E ORÇAMENTO

