

A disparidade na proficiência do Enem durante a pandemia: O efeito do computador com acesso à internet

Wallace Lobato Siqueira¹

Kamila Gabriela Jacob²

Leonardo Chaves Borges Cardoso³

Resumo: As tecnologias e a internet como instrumentos foram essenciais para conectar estudantes e professores a fim de transmitir conhecimentos durante o Ensino Remoto Emergencial (ERE). Entretanto, esses recursos não chegaram aos alunos uniformemente. Nesse sentido, esse estudo teve por objetivo analisar o efeito das tecnologias de acesso à informação na proficiência dos estudantes brasileiros em 2020 e 2021 durante o isolamento social gerado pela crise do SARS-CoV-2. Para isso, foram utilizados os dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep) entre 2017 e 2021, utilizando o método dos mínimos quadrados ordinários (MQO). Os resultados demonstram que o uso de computadores com internet foi relevante para o desempenho dos alunos neste período, conferindo uma média de 4,8% em 2020 e 4,5% em 2021 notas médias mais altas para os que possuíam disponíveis essas ferramentas. Vale destacar que, esses resultados também são aferidos para anos anteriores a pandemia, no entanto tornaram-se ainda mais relevantes durante o período do Covid-19, o que indica que cada vez mais essas tecnologias permitirão maior e melhor acesso a informações.

Palavras-chave: Tecnologias de acesso à informação; Enem; SARS-CoV-2; ERE.

The disparity in Brazilian High School National Exam proficiency during the pandemic: The effect of computer with internet access

Abstract: Technologies and the internet as instruments were essential for connecting students and teachers to transmit knowledge during the Emergency Remote Teaching. However, these resources did not reach students uniformly. Therefore, this study aimed to analyse the effect of Information Access Technology (IAT) on the proficiency of Brazilian students in 2020 and 2021 during the social isolation generated by the SARS-CoV-2 crisis. For this purpose, data from the National Institute for Educational Studies and Research between 2017 and 2021 were used, using the Ordinary Least Squares (OLS) method. The results demonstrate that the use of computers with internet was relevant to the students' performance during this period, resulting in an average of 4.8% higher grades in 2020 and 4.5% higher grades in 2021 for those who had access to these tools. However, these results are also observed for previous years and become even more relevant during the Covid-19 period, indicating that these technologies will increasingly allow greater and better access to information.

Keywords: Information access technologies; Brazilian National High School Exam; SARS-CoV-2; Emergency Remote Teaching.

JEL: I21; I24, C1

Área: 13 - Desigualdade, pobreza e políticas sociais

¹ Doutorando no Programa de Pós-graduação em Economia Aplicada da Universidade Federal de Viçosa (PPGEA/UFV). E-mail: wallace.siqueira@ufv.br.

² Doutorando no Programa de Pós-graduação em Economia Aplicada da Universidade Federal de Viçosa (PPGEA/UFV). E-mail: kamila.jacob@ufv.br.

³ Professor da Universidade Federal de Viçosa (UFV). E-mail: leonardocardoso@ufv.br.

1. Introdução

A educação é um dos principais promotores do desenvolvimento econômico. Diante disso, o governo brasileiro tem criado diversas iniciativas para o acesso à escolarização, em especial no ensino superior. Dentre essas, foi criado o Exame Nacional do Ensino Médio (Enem), que avalia a proficiência dos estudantes e serve como principal meio de ingresso às principais universidades públicas do país, por meio do Sistema de Seleção Unificada (Sisu) e das instituições particulares pelo Programa Universidade para Todos (Prouni), tornando essas plataformas os principais caminhos de acesso à faculdade.

No entanto, em 2020, devido à crise sanitária causada pela SARS-CoV-2, também conhecida como Covid-19, houve o fechamento das escolas, o que agravou presumivelmente as desigualdades educacionais já existentes. Isso contrariou os princípios de proporcionar aos jovens habilidades básicas como objetivo primordial para alcançar o desenvolvimento socioeconômico do país (GUST; HANUSHEK; WOESSMANN, 2022).

Para enfrentar essas disparidades, os governos estaduais e municipais implementaram o Ensino Remoto Emergencial (ERE), permitindo que educadores e alunos realizassem suas atividades de forma remota (JOYE; MOREIRA; ROCHA, 2020). De acordo com Bond *et al.* (2021), as aulas síncronas, com videochamadas combinadas com apresentações, foi a tecnologia mais utilizada durante o ERE. Dessa forma, a internet durante o período da pandemia deixou de ser apenas um instrumento complementar ao processo de aprendizagem, tornando-se indispensável para a formação de capital humano.

Embora as tecnologias e a internet tenham sido instrumentos essenciais para conectar estudantes e professores e transmitir conhecimento durante o ERE, esses recursos não estavam disponíveis de forma igualitária para todos os alunos. Isso ocorreu porque, ao transferir os estudos para o ambiente domiciliar, os alunos ficaram reféns das limitações de suas famílias e das habilidades adquiridas anteriormente, que não incluíam o acesso adequado a computadores com conexão à internet (RODRIGUES; CARIUS, 2020). A ausência dessas ferramentas pode gerar externalidade negativa ao ensino no período da pandemia, acentuando as desigualdades existentes na população. De acordo com dados de 2020, dos alunos que fizeram o Enem, apenas 50% possuíam computador e 81,5% tinham algum acesso à internet, enquanto menos da metade (47%) tinha acesso a ambos (BRASIL, 2022).

Além disso, os alunos que realizaram o Enem em 2020 e tinham computador com acesso à internet obtiveram um desempenho médio melhor do que aqueles que não possuíam esses recursos. Nesse ano, o primeiro grupo alcançou uma pontuação 12% maior em Ciências da Natureza, 13% maior em Ciências Humanas, 10% maior em Linguagens, 19% maior na Redação e 17% maior em Matemática (BRASIL, 2022).

Souza *et al.* (2021) realizaram um estudo para a região Nordeste, entre 2015 e 2019, e mostraram que ter acesso a ferramentas como celular e/ou computador, além de conexão à internet, foi fundamental para o desempenho dos candidatos no Enem. Outra pesquisa conduzida por Lobo, Cassuce e Cirino (2017) para a mesma região constatou que a presença de um computador com internet no domicílio do aluno é essencial para o seu desempenho escolar, uma vez que essas ferramentas reduzem significativamente os custos de acesso à informação. Os autores indicaram que possuir esses dispositivos conectados à internet aumentou, em média, a nota do Enem em 12,56 pontos (equivalente a 2,5%) na média final (LOBO; CASSUCE; CIRINO, 2017). Diante disto, pode-se inferir que a diferença nas notas entre os alunos que possuem ou não acesso a ferramentas, como computador e internet, já era significativa no desempenho do Enem, mas será que essas diferenças foram ainda mais agravadas durante o período do ERE?

Diante disso, surge a seguinte questão: o fato de possuir um computador com acesso à internet influenciou o desempenho durante o ensino remoto emergencial? Assim, o objetivo

deste estudo é analisar o efeito das tecnologias de acesso à informação na proficiência dos estudantes brasileiros em 2020 e 2021, o período de isolamento social decorrente da crise do SARS-CoV-2. Para isso, foram utilizados os dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep) no período de 2017 a 2021, utilizando o método dos mínimos quadrados ordinários (MQO) com base nos conceitos da função de produção de desempenho escolar proposta por Coleman (1966).

Além desta seção, o estudo está estruturado em mais quatro seções. A próxima seção abordará a revisão bibliográfica, enquanto a seção três se dedicará à estratégia de identificação, incluindo o modelo proposto, os testes implementados e a base de dados utilizada. Na seção quatro, serão apresentados os resultados, que relatam as diferenças observadas antes e após o início da crise sanitária, bem como o efeito observado de possuir um computador com acesso à internet no desempenho dos estudantes em matemática. Por fim, na seção cinco, serão apresentadas as conclusões do estudo.

Espera-se que esta pesquisa contribua para o entendimento do impacto das tecnologias de acesso à informação no desempenho dos estudantes durante o ERE, fornecendo reflexões para a formulação de políticas públicas eficazes e equitativas.

2. Revisão bibliográfica

A tecnologia da informação e comunicação (TIC) desempenha um papel fundamental no crescimento e desenvolvimento da sociedade, pois possibilita a informatização dos processos, tornando-os mais céleres, aumentando as negociações e a comunicação entre as nações, além de ampliar o acesso ao conhecimento, entre outros fatores. É importante destacar que o acesso ao conhecimento e à educação é uma forma de potencializar o capital humano de um país (CRISTIA *et al.*, 2017).

Nesse contexto, é relevante conhecer os fatores que podem afetar o desempenho escolar, a fim de orientar políticas públicas que melhorem a qualidade do ensino no Brasil (SOUZA *et al.*, 2021). Estudos nacionais e internacionais identificaram três grupos de características que podem influenciar a qualidade do ensino: características do ambiente familiar, da escola e dos professores (SIQUEIRA, 2020).

A literatura empírica aborda sistematicamente a proficiência em provas, explicando-a principalmente por meio dos fatores socioeconômicos dos indivíduos (ALBERNAZ; FERREIRA; FRANCO, 2002; ALVES; SOARES, 2007; RIANI; RIOS-NETO, 2008; SIQUEIRA, 2020). No entanto, os fatores idiossincráticos são difíceis de mitigar, o que abre espaço para o efeito da escola e para instrumentos, como o uso de computadores com acesso à internet, que podem contribuir para melhorar o desempenho escolar dos alunos.

De acordo com Dettling, Goodman e Smith (2018), a tecnologia aumenta a disponibilidade e melhora a apresentação das informações, reduzindo o custo de acesso e possibilitando o ingresso em cursos de educação superior. Os autores também apontam que, embora a disponibilidade de banda larga geralmente tenha melhorado as inscrições para faculdades nos Estados Unidos da América, o efeito parece estar concentrado nos alunos dos estratos de renda mais alta, sugerindo que a tecnologia pode acentuar as desigualdades pré-existent.

No Brasil, as desigualdades na população podem agravar ainda mais a assimetria na qualidade da educação e no acesso às melhores universidades. De acordo com dados apresentados pelo Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação (Cetic), em 2020, os municípios com acesso à internet tiveram menores diferenças regionais em comparação com ano anterior, porém as diferenças por classe social são significativas. A pesquisa revelou ainda que mais da metade dos domicílios sem conexão

consideravam o serviço caro (CETIC, 2020). Esses resultados dão indícios que os alunos sem acesso à internet enfrentaram dificuldades com ERE.

Barros *et al.* (2001) investigaram os determinantes do desempenho educacional de adolescentes e jovens nas áreas urbanas do Nordeste e do Sudeste do Brasil, utilizando dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) de 1996 e da Pesquisa sobre Padrões de Vida (PPV) de 1996/97. Por meio de regressões por MQO, os autores constataram que a escolaridade dos pais, sobretudo a da mãe, e dos professores são determinantes para o desempenho dos alunos, especialmente no ensino fundamental, pois essa importância diminuiu significativamente no ensino médio. O estudo também sugeriu que, além da qualificação dos professores, os recursos escolares, como livros, computadores disponíveis e aulas noturnas, entre outros, são igualmente importantes. Por fim, os autores indicaram que os recursos escolares têm efeitos diretos no desempenho educacional dos indivíduos.

Embora seja importante a vivência dos alunos no ambiente escolar para aproveitar os efeitos diretos dos recursos escolares, isso não foi possível em 2020 e 2021. De acordo com Cunha, Silva e Silva (2020), o distanciamento social causado pela pandemia da Covid-19 fez com que as estratégias que dependiam das TICs fossem adotadas predominantemente, o que dificultou o acesso ou a permanência do vínculo dos estudantes com a escola para uma parcela significativa deles. Diante das desvantagens enfrentadas os autores buscaram analisar se o projeto educacional adotado durante o período de isolamento social da Covid-19 no Brasil garantiu tanto a qualidade quanto o acesso à escola. A metodologia utilizada foi a revisão bibliográfica e análise documental. Os resultados apontaram que a falta de computadores e outros dispositivos eletrônicos utilizados para garantir a conexão, como *smartphones* e *tablets*, foram obstáculos para o bom desempenho do aluno.

Diante disto, Cruz (2022) comparou a interrupção completa e parcial dos estudos regulares durante o ano de 2020 e seus efeitos no desempenho do Enem, a fim de verificar o desempenho dos alunos do terceiro ano do ensino médio em 2019 e 2020, utilizando o método de MQO. O autor concluiu que houve um efeito negativo no desempenho médio dos estudantes em 2020 em comparação com 2019, e os participantes que tinham acesso a computadores e internet em suas residências tiveram um desempenho melhor do que aqueles que não tinham.

Nascimento *et al.* (2020) destacaram que uma parcela significativa dos estudantes das escolas públicas no Brasil não teve condições suficientes para realizar as atividades planejadas no ERE. Os autores relataram que a dificuldade de acesso pode ampliar a desigualdade no futuro, uma vez que os estudantes que foram mais afetados pelos impactos da pandemia de Covid-19 já estavam em desvantagem em termos de condições econômicas e oportunidades sociais.

Diante do exposto, infere-se que há evidências empíricas do efeito negativo da crise sanitária no desempenho médio dos estudantes, e na ausência de tecnologias adequadas, esse efeito é ainda mais expressivo. Na seção seguinte, abordaremos a estratégia de identificação utilizada e seus desdobramentos.

3. Estratégia de identificação

Para tentar estabelecer a relação causal entre a posse de computador com acesso à internet pelos alunos e seu desempenho no Enem durante a pandemia da Covid-19, seria ideal realizar um experimento onde os computadores com conexão à internet fossem distribuídos de forma aleatória entre os alunos. Dessa forma, seria possível comparar o desempenho médio dos grupos de alunos com e sem acesso às ferramentas, levando em consideração apenas a diferença de médias.

No entanto, devido à impossibilidade da realização do experimento ideal, este estudo se aproxima do efeito causal ao controlar as variáveis observáveis que podem influenciar os efeitos da posse ou ausência do computador com acesso à internet no desempenho dos estudantes no Enem. Para isso, utilizou-se a noção de função de produção escolar introduzida por Colleman (1966), que estabelece que o desempenho dos estudantes (*outputs*) é determinado pelos insumos (*inputs*), como a posse de recursos, como computador com acesso à internet, e pelos fatores associados ao *background* familiar.

Nesse contexto, utiliza-se a proficiência em matemática no Enem como medida de desempenho, pois essa disciplina é um conhecimento universal que permite comparações entre países. Além disso, vale mencionar que a volatilidade das notas de matemática, dado poucos acertos, varia de forma significativa a pontuação, o que é diferente em outras matérias. Assim, define-se três modelos para estimar o efeito do uso de computadores com internet no desempenho acadêmico: o primeiro modelo considera apenas a posse do computador e/ou internet (1); o segundo modelo considera a posse de ambos simultaneamente (2); e o terceiro modelo considera a posse do computador com internet em conjunto com os fatores idiossincráticos dos estudantes. Na equação (1), estabeleceu-se que a posse de um computador ou o acesso à internet influencia o desempenho dos alunos no Enem, portanto tem-se que:

$$Enem_i = \beta_0 + PC * \gamma_1 + Internet * \phi_2 + \xi_i \quad (1)$$

Em que $Enem_i$ representa a proficiência na prova de matemática do Enem do estudante i ; β_0 o intercepto do modelo; PC a variável *dummy* que indica se o aluno detém um ou mais computadores no domicílio, captado pelo parâmetro γ_1 ; Internet a *dummy* que indica se o aluno tem acesso à internet representado por ϕ_2 ; e ξ_i o termo de erro do modelo.

Na Equação (2) tem-se o modelo que considera ter posse de ambos simultaneamente, e pode ser definido da seguinte forma:

$$Enem_i = \beta_0 + PC \text{ com Internet} * \rho_1 + \xi_i \quad (2)$$

Em que PC com Internet é a *dummy* que indica a unidade caso o estudante possua um ou mais computadores com acesso à internet no domicílio, captado pelo parâmetro ρ_1 .

Por fim, na Equação (3) considera-se o uso de computadores com acesso à internet e os aspectos do seu *background* familiar dos indivíduos, representado por:

$$Enem_i = \beta_0 + PC \text{ com Internet} * \rho_1 + X' \beta + \xi_i \quad (3)$$

Em que X' é o vetor transposto de covariadas associadas aos aspectos familiares do estudante, discriminado na Tabela 1.

Utilizou-se o método de MQO para estimar os modelos, que consiste em minimizar a soma dos quadrados dos resíduos e possibilita visualizar “retratos” de cada *cross-section* (ANGRIST; PISCHKE, 2014). Para obter alguma robustez nas estimativas, realizou-se o teste de White para verificar a presença de heterocedasticidade e o teste de comparação de médias para avaliar a significância das diferenças entre as médias dos grupos que possuíam ou não os recursos. As hipóteses dos testes estão descritas no Anexo D. É importante ressaltar que a heterocedasticidade é comum nas áreas das ciências econômicas e sociais, uma vez que não é possível quantificar em termos numéricos aspectos como preferências individuais ou condicionalidades.

A Tabela 1 apresenta as variáveis utilizadas nas Equações (1, 2 e 3). Os dados do Enem foram coletados no Inep e abrangem a população de estudantes que realizaram o exame naquele ano e estavam cursando o terceiro ano do ensino médio. E para investigar se essas disparidades foram agravadas pela crise sanitária, foram realizadas estimativas para cada ano, nos três anos anteriores ao fechamento das escolas (2017, 2018 e 2019), e para os dois anos durante o período de distanciamento social (2020 e 2021).

Tabela 1 - Descrição das variáveis

Variável	Descrição
	Score no Enem (variável dependente)
ln (Enem)	Logaritmo neperiano da nota de matemática no Enem para estudantes matriculados no 3º ano do Ensino Médio
	Características dos estudantes e do seu <i>background</i> familiar (X')
PC	<i>Dummy</i> =1, se na residência tem computador
Internet	<i>Dummy</i> =1, se na residência tem acesso à internet
PC com Internet	<i>Dummy</i> =1, se na residência tem computador com acesso à internet
IdadeRegular	<i>Dummy</i> =1, se o estudante está na idade regular para série (18 anos ou menos no 3º ano do Ensino Médio)
Sexo	<i>Dummy</i> =1, se do sexo feminino
NãoBranco	<i>Dummy</i> =1, se o indivíduo se autodeclara não branco
EscolaPública	<i>Dummy</i> =1, se estudante está matriculado na escola pública
EscolaFederal	<i>Dummy</i> =1, se estudante está matriculado na escola pública federal
EscolaRural	<i>Dummy</i> =1, se a escola está localizada na zona rural
Pai.EnsinoMédio	<i>Dummy</i> =1, se o pai possui Ensino Médio completo
Pai.EnsinoSuperior	<i>Dummy</i> =1, se o pai possui Ensino Superior ou Pós-graduação completa
Mãe.EnsinoMédio	<i>Dummy</i> =1, se a mãe possui Ensino Médio completo
Mãe.EnsinoSuperior	<i>Dummy</i> =1, se a mãe possui Ensino Superior ou Pós-graduação completa
RFM.Inexistente	<i>Dummy</i> =1, se autodeclara não ter renda mensal familiar
RFM.SalárioMínimo	<i>Dummy</i> =1, se autodeclara ter até um salário-mínimo vigente de renda mensal familiar

Fonte: Elaborado pelos autores.

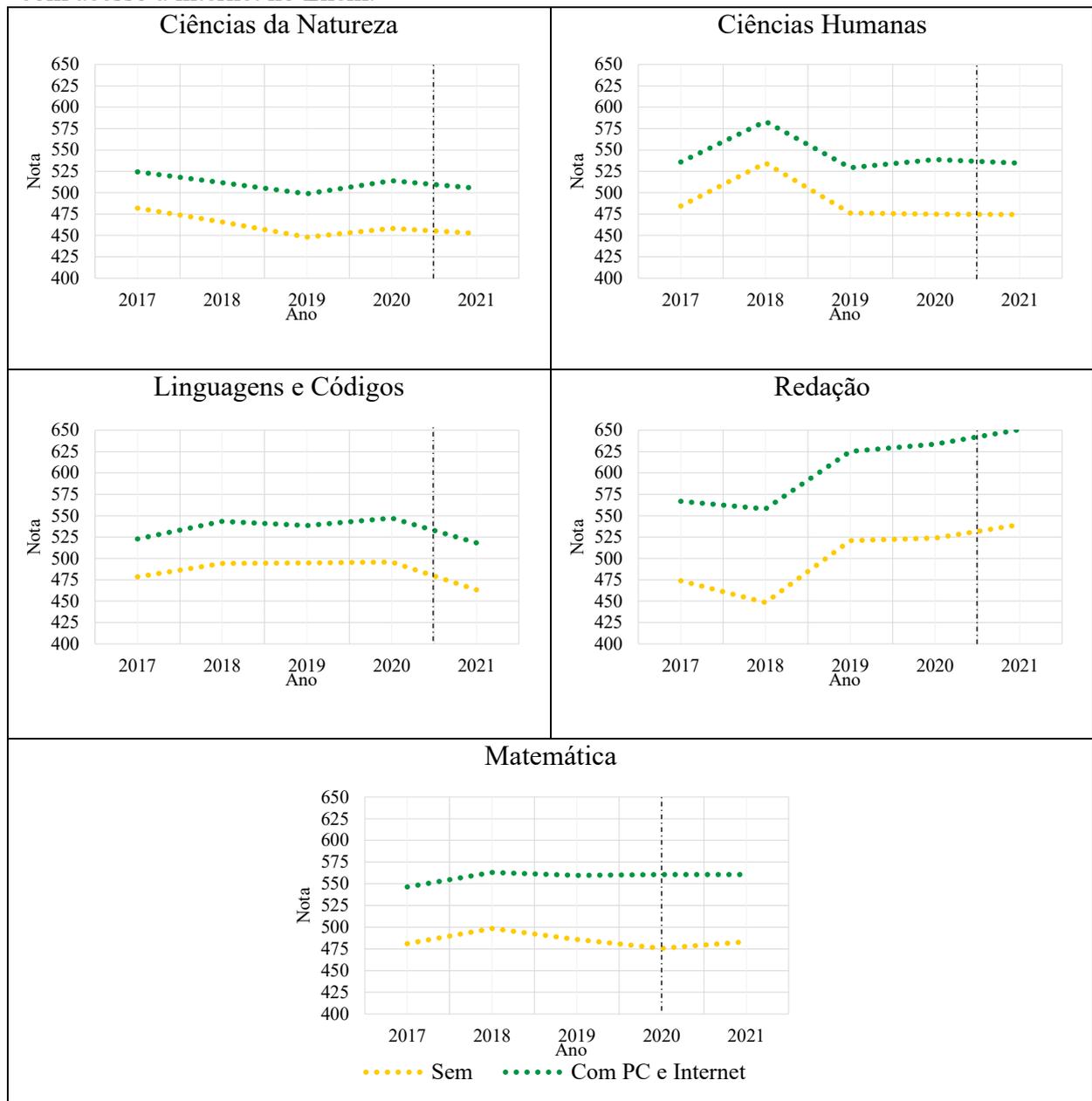
A seção a seguir aborda os resultados e a sua discussão.

4. Resultados

A realização do Enem no período abordado por este estudo, especialmente em 2020, foi marcada por diversos obstáculos devido à pandemia da Covid-19. Foi necessário seguir as medidas de prevenção de contágio e contaminação estabelecidas pelo Ministério da Saúde. No entanto, mesmo com essas medidas, houve atrasos na aplicação do exame, que ocorreu nos dias 17 e 24 de janeiro de 2021, além da versão digital realizada em 7 de fevereiro. Apesar de ter ocorrido posteriormente ao período normalmente previsto, o índice de abstenção nesse ano foi o maior da história do Enem (CRUZ, 2022).

Para analisar o desempenho no exame, este estudo analisou as médias de desempenho dos estudantes, considerando aqueles que possuíam computador com internet e aqueles que não tinham, conforme apresentado na Figura 1. Independentemente da disciplina avaliada pelo Enem, os estudantes sem acesso a esses recursos apresentaram uma diferença entre 50 e 100 pontos em relação aos seus pares. Em média, essa diferença foi de 49,6 pontos em Ciências da Natureza; em Ciências Humanas, 55,4 pontos; 48,7 pontos em Linguagens e Códigos; 73,3 pontos em Matemática e 105,5 pontos na Redação.

Figura 1 - Diferença de média da proficiência dos alunos que possuíam, ou não, computador com acesso à internet no Enem.



Fonte: Elaborado pelos autores utilizando os dados do Inep entre 2017 e 2021.

Diante das diferenças observadas nos gráficos, foram realizados testes de comparação de médias para investigar a existência de diferenças na proficiência média entre os estudantes que possuíam acesso a um computador com internet e aqueles que não. Os resultados desses testes são apresentados na Tabela 2 e confirmam que, independentemente do ano, há diferenças estatisticamente significativas no desempenho médio entre esses dois grupos de estudantes. Esses resultados indicam que a posse de um computador com acesso à internet tem um impacto positivo no rendimento acadêmico, sendo um fator relevante a ser considerado na análise do Enem.

Tabela 2 - Resultado dos testes de comparação de médias

	2017	2018	2019	2020	2021
Ciências da Natureza	-360 0.0000(*)	-370 0.0000(*)	-390 0.0000(*)	-340 0.0000(*)	-330 0.0000(*)
Ciências Humanas	-390 0.0000(*)	-360 0.0000(*)	-390 0.0000(*)	-330 0.0000(*)	-320 0.0000(*)
Linguagens e Códigos	-410 0.0000(*)	-410 0.0000(*)	-400 0.0000(*)	-340 0.0000(*)	-350 0.0000(*)
Redação	-310 0.0000(*)	-340 0.0000(*)	-310 0.0000(*)	-260 0.0000(*)	-2700 0.0000(*)
Matemática	-380 0.0000(*)	-370 0.0000(*)	-410 0.0000(*)	-350 0.0000(*)	-350 0.0000(*)

Fonte: Elaborado pelos autores a partir do *software* Stata 15.1 licenciado sob número 401506318757, utilizando os dados do Inep entre 2017 e 2021.

Nota: (*) indica o *p*-valor a 99.9.

Importante destacar que as diferenças de desempenho entre estudantes que possuíam computadores com acesso à internet e aqueles que não tinham foram evidenciadas pela constatação. Isso implica que a posse de um dispositivo conectado não garantia, necessariamente, um acompanhamento adequado do conteúdo durante o ERE. Especialmente para aqueles que dependiam de *smartphones*, enfrentando limitações, como a incapacidade de executar todas as funções necessárias ou a falta de dispositivos em quantidade suficiente para atender a todos os membros da família.

Cunha, Silva e Silva (2020) descreveram que os alunos que não possuíam o equipamento adequado para realizar as tarefas acabavam dependendo também da generosidade de vizinhos, utilizando suas residências e/ou senhas de internet. Essa dependência de terceiros para realizar as atividades foi uma das principais fragilidades, uma vez que deixava os estudantes vulneráveis à exclusão da rede por parte do proprietário.

Corroborando com as limitações que interferiram no desempenho dos alunos que não possuíam condições suficientes para conduzir satisfatoriamente as atividades propostas durante o ERE, Nascimento *et al.* (2020) relataram que esse fenômeno era ainda mais acentuado em instituições públicas. Nessas escolas, devido à falta de acesso aos equipamentos necessários para a transmissão de dados, os alunos se sentiam desestimulados, o que possivelmente pode ter agravado ainda mais as desvantagens de oportunidades, principalmente considerando as condições econômicas e sociais, em comparação com os demais estudantes em melhores condições.

Ao realizar o teste de White, foi identificada a presença de heterocedasticidade em todos os modelos e anos, discriminados no Anexo D. Diante dessa constatação, optou-se por aplicar a correção do desvio padrão robusto, a fim de garantir uma análise estatística mais precisa e confiável. Essa correção é fundamental para obter estimativas de erro padrão confiáveis, levando em conta a variação não constante dos erros nos modelos de regressão. Portanto, utilizando o desvio padrão robusto, os resultados obtidos nos modelos apresentados na Tabela 3 consideram de forma adequada a presença de heterocedasticidade nos dados. Isso permite uma interpretação mais correta dos coeficientes de regressão e uma avaliação mais precisa do efeito das tecnologias de acesso à informação na proficiência dos estudantes durante os anos analisados ANGRIST; PISCHKE, 2014).

Diante do exposto, foram realizadas as regressões para buscar encontrar o efeito associado ao uso das tecnologias de acesso à informação na proficiência dos estudantes brasileiros em 2020 e 2021. Para isso, foram estimados os três modelos apresentados na seção três, e os resultados estão na Tabela 3. As estatísticas descritivas estão discriminadas no Anexo A.

Tabela 3 - Regressão dos modelos propostos.

	2020			2021		
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
PC	0.1433 *** (0.0005)	-	-	0.1322 *** (0.0004)	-	-
Internet	0.0605 *** (0.0006)	-	-	0.0517 *** (0.0006)	-	-
PC com Internet	-	0.1593 *** (0.0004)	0.0481 *** (0.0006)	-	0.1423 (0.0004)	0.0454 *** (0.0006)
R²	0.1384	0.1311	0.3339	0.1283	0.1254	0.3058

Fonte: Elaborado pelos autores a partir do *software* Stata 15.1 licenciado sob número 401506318757, utilizando os dados do Inep entre 2017-2021.

Nota: ***, **, * denotam significância estatística ao nível de 1%, 5% e 10%, respectivamente. Erro padrão robusto entre parênteses.

Os resultados foram estatisticamente significativos para todos os anos e modelos estimados. No modelo (1), verificou-se que a posse de um computador teve um efeito positivo médio de 14% positivo na pontuação dos estudantes em 2020, enquanto o acesso à internet teve um efeito de 6%. Em 2021, esses valores foram de 13% e 5%, respectivamente. No modelo (2), que considerou o uso simultâneo de ambos os recursos, observou-se um impacto expressivo: em 2020, os indivíduos que tinham acesso tanto ao computador quanto à internet tiveram um desempenho 16% maior, enquanto no ano seguinte foi de 14%.

Cabe ressaltar que nos modelos (1) e (2), a análise se baseou no desempenho dos estudantes considerando apenas o efeito do uso dos computadores e/ou o acesso à internet, sem levar em conta nenhum controle para o problema de endogeneidade do modelo, que pode ser causado pelo viés das variáveis omitidas relevantes. No entanto, esses resultados são relevantes, pois expressam os potenciais impactos associados ao uso das tecnologias da informação.

Para avaliar o efeito do uso de computadores com acesso à internet, foi estimado o modelo (3)⁴, que leva em consideração o uso dessas ferramentas e as características dos alunos e de sua família. A literatura revisada indica que o contexto familiar é um bom indicador do desempenho médio dos estudantes, porém, os aspectos relacionados ao ambiente escolar e ao uso de tecnologia da informação são suscetíveis a intervenções por meio de políticas públicas.

Os resultados do modelo (3) revelaram que, mesmo considerando outros fatores, a posse de um computador com acesso à internet resultou em notas médias 5% maiores do que seus pares em 2020, e 4,5% maiores em 2021. Isso evidencia o impacto positivo do acesso à rede mundial na performance acadêmica dos estudantes.

Ao comparar os resultados apresentados no modelo (3), observa-se que as estimativas para o uso do computador e/ou acesso à internet nos modelos (1) e (2) superestimam o efeito. Isso ocorre porque, ao incluir as covariáveis relacionadas às condições socioeconômicas do estudante e de sua família, há uma redução na magnitude do efeito observado. Esses resultados estão alinhados com o estudo de Cruz (2022), que analisou o impacto da pandemia da Covid-19 no desempenho no Enem em 2020 para todos os participantes que obtiveram nota no ano, e constatou que os participantes com acesso a computadores e internet em suas residências tiveram um desempenho superior àqueles que não possuíam.

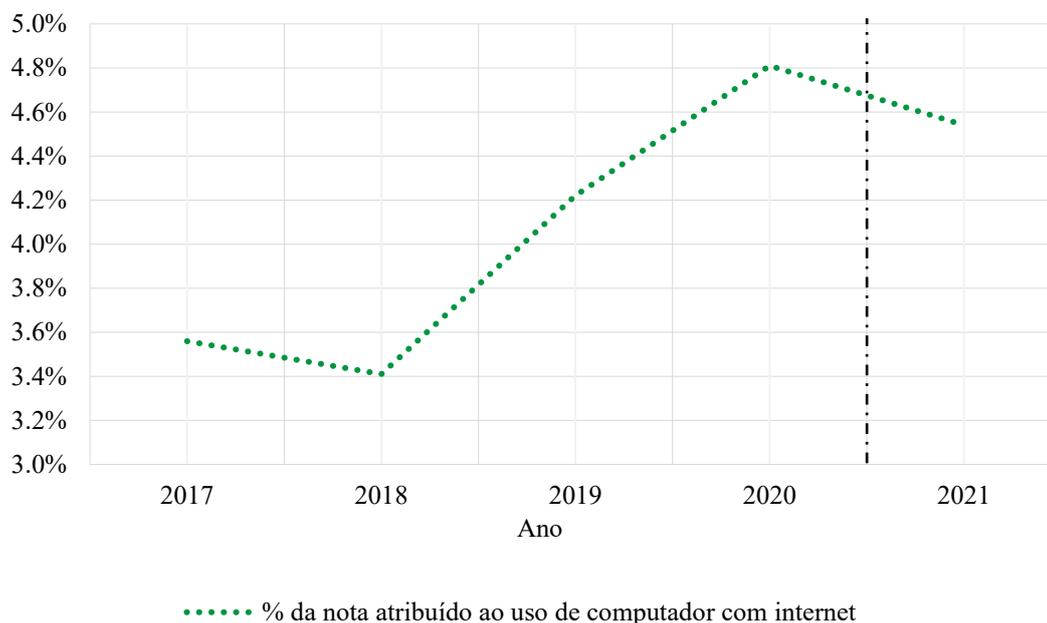
⁴ As estatísticas do modelo completo discriminadas no Anexo B.

Além desses resultados, também buscou-se investigar se os efeitos observados em 2020 e 2021 são atribuíveis ao fato de os estudantes terem concluído o ensino durante o ERE ou se esses efeitos já estavam presentes antes da crise sanitária. As estimativas completas para essas análises estão descritas no Anexo B. É importante ressaltar que esses resultados vão além da robustez estatística, pois permitem verificar e comparar cada período temporal e o efeito médio atribuído ao uso de computadores com acesso à internet.

Para isso, estimou-se os modelos (1), (2) e (3) para os anos de 2017, 2018 e 2019, e os resultados corroboram com o que foi encontrado para 2020 e 2021 neste estudo⁵. No modelo (2), o efeito médio foi de 12% em 2017, 11,5% em 2018 e 13,5% em 2019, indicando notas mais altas para aqueles que possuíam computador com acesso à internet. Já no modelo (3), o acréscimo médio foi de 3,6% em 2017, 3,4% em 2018 e 4% em 2019 nas notas médias. Isso evidencia que, antes da crise sanitária, o uso de computador com acesso à internet já era significativo, porém seu efeito foi ainda maior nos anos de 2020 e 2021, como apresentado na Figura 2.

Dessa forma, fica evidente a importância crucial dos recursos relacionados às TICs durante o período da pandemia. Os resultados deste estudo reforçam as conclusões já apontadas pela literatura, destacando que os estudantes de baixa renda foram possivelmente os mais impactados pela crise sanitária (CUNHA, SILVA; SILVA, 2020; NASCIMENTO *et al.*, 2020). Isso implica que, essa realidade acentuou ainda mais as desigualdades de oportunidades existentes na população.

Figura 2 - Efeito atribuído ao uso de computadores com acesso à internet sobre o desempenho no Enem entre 2017 e 2021.



Fonte: Elaborado pelos autores.

A falta de acesso adequado a computadores e à internet entre os estudantes de baixa renda pode ter agravado a exclusão digital, dificultando seu engajamento nas atividades escolares e educativas durante o ERE. Além disso, as limitações enfrentadas por aqueles que

⁵ As estatísticas dos modelos completo estão discriminadas no Anexo C.

dependiam de *smartphones* ou tinham acesso limitado a esses recursos comprometeram seu acompanhamento adequado do conteúdo e o desempenho acadêmico.

Diante desse cenário, torna-se imprescindível a implementação de políticas públicas efetivas para reduzir a lacuna digital e garantir a igualdade de acesso às tecnologias educacionais. É necessário promover a inclusão digital, fornecendo recursos adequados aos estudantes de baixa renda, como computadores e acesso à internet de qualidade. Além disso, é fundamental oferecer suporte educacional e treinamento aos alunos, professores e famílias para que possam utilizar efetivamente essas tecnologias em seus processos de aprendizagem.

5. Conclusão

Este estudo buscou evidenciar o efeito das tecnologias de acesso à informação por meio do uso de computador com acesso à internet na proficiência dos estudantes brasileiros em 2020 e 2021, durante o isolamento social gerado pela crise sanitária. Para isso, utilizou-se os dados do Inep por meio do método de MQO.

Os resultados mostram que o uso de computadores com internet foi relevante para o desempenho dos alunos nesse período, conferindo uma média de 4,8% em 2020 e 4,5% em 2021 de notas médias mais altas para aqueles que possuíam disponíveis essas ferramentas. No entanto, esses resultados também são consistentes com anos anteriores e tornam-se ainda mais relevantes durante o período do COVID-19, o que pode indicar que cada vez mais essas tecnologias permitirão um maior e melhor acesso a informações.

Esses resultados reforçam a importância de políticas públicas eficazes e equitativas que visem garantir o acesso igualitário a recursos tecnológicos, especialmente para estudantes em situação de vulnerabilidade socioeconômica. A pandemia evidenciou as desigualdades já existentes no acesso à educação e ressaltou a necessidade de se buscar soluções para minimizar essas disparidades.

Diante disso, é fundamental que o governo brasileiro invista na promoção da inclusão digital e na ampliação do acesso à internet e aos dispositivos eletrônicos nas escolas e nas residências dos estudantes. Além disso, é necessário garantir a formação adequada de professores e a elaboração de estratégias pedagógicas que incorporem de maneira efetiva as tecnologias da informação e comunicação no processo educacional.

Como limitação deste trabalho, ressalta-se que a mensuração das TICs por meio da posse do computador com acesso à internet pode não capturar de forma fidedigna o efeito causal, pois podem existir outros fatores (não observados) relacionados com a tecnologia que influenciam o desempenho dos alunos. Além disso, esses fatores podem ter afetado o desempenho do estudante no exame e podem não ter sido capturados pelo modelo, como, por exemplo, o estado emocional no dia da realização da prova.

Referências

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

ALVES, M. T. G.; SOARES, J. F. As pesquisas sobre o efeito das escolas: contribuições metodológicas para a sociologia da educação. **Sociedade e Estado**, v. 22, p. 435-473, 2007.

ANGRIST, J. D.; PISCHKE, J. S. **Mastering'metrics: The path from cause to effect**. Princeton University Press, 2014.

BARROS, R. P. D.; *et al.* Determinantes do desempenho educacional no Brasil. **Pesquisa e Planejamento Econômico**. Rio de Janeiro, RJ, v. 31, n. 1, p. 1-42, abril, 2001.

BOND, M. *et al.* Emergency remote teaching in higher education: mapping the first global online semester. **International Journal of Educational Technology in Higher Education**, v. 18, n. 1, p. 1-24, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s41239-021-00282-x>. Acesso em: 13 nov. 22.

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Exame Nacional do Ensino Médio**. Brasília, DF, 2022. Disponível em: <https://bit.ly/3UQO4Az>. Acesso em: 13 nov. 22.

CENTRO REGIONAL DE ESTUDOS PARA O DESENVOLVIMENTO DA SOCIEDADE DA INFORMAÇÃO – Cetic. **Pesquisa sobre o Uso das Tecnologias de Informação e Comunicação nos domicílios brasileiros: TIC Domicílios**. São Paulo, 2020. Disponível em: <https://bit.ly/3jcSILw>. Acesso em 20 dez. 2022.

COLEMAN, J. S. **Equality of educational opportunity**. Washington, D.C.: US Department of Health, Education, and Welfare. Office of Education. 1966.

CRISTIA, J. *et al.* Technology and Child Development: evidence from the One Laptop per Child Program. **American Economic Journal: Applied Economics**, v. 9, n. 3, p. 295-320, 2017.

CRUZ, R. C. D. Uma avaliação empírica do Exame Nacional do Ensino Médio - ENEM: impacto da pandemia do Covid-19 no desempenho dos participantes do ENEM 2020. 2022. 36 p. **Dissertação de mestrado (Programa Stricto Sensu em Políticas Públicas)** [da Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2022. Disponível em: <https://btdt.ucb.br:8443/jspui/handle/tede/3002>. Acesso em: 21 dez. 22.

CUNHA, L. F. F. D.; SILVA, A. D. S.; SILVA, A. P. D. O ensino remoto no Brasil em tempos de pandemia: diálogos acerca da qualidade e do direito e acesso à educação. **Revista Com Censo: Estudos Educacionais do Distrito Federal**, v. 7, n. 3, p. 27-37, 2020.

DETLING, L. J.; GOODMAN, S.; SMITH, J. Every little bit counts: The impact of high-speed internet on the transition to college. **Review of Economics and Statistics**, v. 100, n. 2,

p. 260-273, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.1162/REST_a_00712. Acesso em: 20 dez. 22.

GUST, S.; HANUSHEK, E. A.; WOESSMANN, L. Global Universal Basic Skills: Current Deficits and Implications for World Development. **National Bureau of Economic Research**, Working Paper 30566, 2022. Disponível em: <https://www.nber.org/papers/w30566>. Acesso em: 13 nov. 22.

JOYE, C. R.; MOREIRA, M. M.; ROCHA, S. S. D. Distance Education or Emergency Remote Educational Activity: in search of the missing link of school education in times of COVID-19. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, p. 1-29, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i7.4299>. Acesso em 13 nov. 22.

LOBO, G. D.; CASSUCE, F. C. C.; CIRINO, J. F. Avaliação do desempenho escolar dos estudantes da região nordeste que realizaram o Enem: uma análise com modelos hierárquicos. **Revista Espacios**, v. 38, n. 5, p. 12, 2017.

NASCIMENTO, P. M., *et al.* **Nota Técnica nº 88**: Acesso Domiciliar à internet e ensino remoto durante a pandemia. Ipea. 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.38116/ntdisoc88>. Acesso em: 21 dez 2022.

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

RODRIGUES, P. H. E.; CARIUS, A. C. The implementation of emergency remote education in brazilian educational systems. **American Academic Scientific Research Journal for Engineering, Technology, and Sciences**, v. 74, n. 2, p. 181-194, 2020. Disponível em: <https://bit.ly/3ty75vL>. Acesso em 13 nov. 22.

SIQUEIRA, W. L. Determinantes da qualidade da proficiência dos alunos das escolas públicas brasileiras de 2011 a 2017: uma abordagem com dados em painel espacial. 2020. 86 p. **Dissertação de mestrado** [apresentado ao] **Programa Pós-graduação em Economia e Desenvolvimento** [da] **Universidade Federal de Santa Maria**, Santa Maria, 2020. Disponível em: <http://repositorio.ufsm.br/handle/1/21865>. Acesso em: 21 dez. 22.

SOUZA, A. E. *et al.* Determinantes do Desempenho no ENEM na Região Nordeste: Uma Análise de Dados em Painel do Período de 2015 a 2019. **Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos**, v. 15, n. 4, p. 690-711, 2021.

ANEXO A - ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS

	2017				2018				2019				2020				2021			
	Média	DP	Mín.	Máx.																
Enem	518.24	105.16	0	993.9	533.35	102.11	0	996.1	523.90	108.20	0	985.5	521.77	116.32	0	975	529.54	107.62	0	953.1
ln (Enem)	6.2311	0.1956	5.7420	6.9016	6.2620	0.1845	5.8861	6.9038	6.2412	0.1991	5.8833	6.8931	6.2333	0.2193	5.7903	6.8824	6.2524	0.1970	5.7424	6.8597
PC	0.5765	0.4941	0	1	0.5288	0.4992	0	1	0.5081	0.4999	0	1	0.4814	0.4997	0	1	0.5372	0.4986	0	1
Internet	0.6904	0.4623	0	1	0.7248	0.4466	0	1	0.7735	0.4185	0	1	0.8164	0.3872	0	1	0.8903	0.3125	0	1
PC com Internet	0.5294	0.4991	0	1	0.4978	0.5000	0	1	0.4870	0.4998	0	1	0.4615	0.4985	0	1	0.5309	0.4990	0	1
IdadeRegular	0.7576	0.4285	0	1	0.7732	0.4187	0	1	0.8102	0.3922	0	1	0.8044	0.3967	0	1	0.8246	0.3803	0	1
Sexo	0.5742	0.4945	0	1	0.5789	0.4937	0	1	0.5834	0.4930	0	1	0.5840	0.4929	0	1	0.6013	0.4896	0	1
NãoBranco	0.6186	0.4857	0	1	0.6311	0.4825	0	1	0.6148	0.4866	0	1	0.6155	0.4865	0	1	0.5856	0.4926	0	1
EscolaPública	0.8085	0.3935	0	1	0.7946	0.4040	0	1	0.8140	0.3891	0	1	0.7067	0.4553	0	1	0.6835	0.4651	0	1
EscolaFederal	0.0251	0.1565	0	1	0.0316	0.1749	0	1	0.0428	0.2024	0	1	0.0515	0.2210	0	1	0.0575	0.2328	0	1
EscolaRural	0.0315	0.1748	0	1	0.0341	0.1815	0	1	0.0362	0.1868	0	1	0.0345	0.1825	0	1	0.0349	0.1834	0	1
Pai.EnsinoMédio	0.2633	0.4404	0	1	0.2677	0.4428	0	1	0.2794	0.4487	0	1	0.2773	0.4477	0	1	0.2963	0.4566	0	1
Pai.EnsinoSuperior	0.1113	0.3146	0	1	0.1136	0.3173	0	1	0.1282	0.3343	0	1	0.1338	0.3405	0	1	0.1600	0.3666	0	1
Mãe.EnsinoMédio	0.3211	0.4669	0	1	0.3294	0.4700	0	1	0.3432	0.4748	0	1	0.3399	0.4737	0	1	0.3563	0.4789	0	1
Mãe.EnsinoSuperior	0.1617	0.3681	0	1	0.1673	0.3733	0	1	0.1902	0.3924	0	1	0.2004	0.4003	0	1	0.2403	0.4273	0	1
RFM.Inexistente	0.0402	0.1965	0	1	0.0465	0.2106	0	1	0.0466	0.2107	0	1	0.0771	0.2668	0	1	0.0644	0.2455	0	1
RFM.SalárioMínimo	0.2919	0.4546	0	1	0.2696	0.4437	0	1	0.2596	0.4384	0	1	0.3193	0.4662	0	1	0.2871	0.4524	0	1

Fonte: Elaborado pelos autores a partir do *software* Stata 15.1 licenciado sob número 401506318757, utilizando os dados do Inep entre 2017-2021.

ANEXO B - ESTIMAÇÕES PARA OS TRÊS MODELOS PARA OS ANOS DE 2020 E 2021

	2020						2021					
	(1)		(2)		(3)		(1)		(2)		(3)	
	Coef.	DP	Coef.	DP	Coef.	DP	Coef.	DP	Coef.	DP	Coef.	DP
PC	0.1433	0.0005	-	-	-	-	0.1322	0.0004	-	-	-	-
Internet	0.0605	0.0006	-	-	-	-	0.0517	0.0006	-	-	-	-
PC com Internet	-	-	0.1593	0.0004	0.0481	0.0006	-	-	0.1423	0.0004	0.0454	0.0006
IdadeRegular	-	-	-	-	0.0765	0.0008	-	-	-	-	0.0575	0.0007
Sexo	-	-	-	-	-0.077	0.0005	-	-	-	-	-0.0545	0.0004
NãoBranco	-	-	-	-	-0.0438	0.0005	-	-	-	-	-0.038	0.0005
EscolaPública	-	-	-	-	-0.1046	0.0007	-	-	-	-	-0.1015	0.0006
EscolaFederal	-	-	-	-	0.0499	0.0011	-	-	-	-	0.0454	0.001
EscolaRural	-	-	-	-	-0.0343	0.0015	-	-	-	-	-0.0331	0.0012
Pai.EnsinoMédio	-	-	-	-	0.0147	0.0006	-	-	-	-	0.014	0.0006
Pai.EnsinoSuperior	-	-	-	-	0.0625	0.0008	-	-	-	-	0.0564	0.0007
Mãe.EnsinoMédio	-	-	-	-	0.0116	0.0007	-	-	-	-	0.0111	0.0006
Mãe.EnsinoSuperior	-	-	-	-	0.0408	0.0008	-	-	-	-	0.035	0.0007
RFM.Inexistente	-	-	-	-	-0.0648	0.0012	-	-	-	-	-0.0456	0.001
RFM.SalárioMínimo	-	-	-	-	-0.0466	0.0007	-	-	-	-	-0.0333	0.0006
Constante	6.1013	0.0005	6.1619	0.0002	6.2768	0.0012	6.1251	0.0006	6.1673	0.0003	6.2815	0.0011
R²	0.1384		0.1311		0.3339		0.1283		0.1254		0.3058	

Fonte: Elaborado pelos autores a partir do *software* Stata 15.1 licenciado sob número 401506318757, utilizando os dados do Inep entre 2017-2021.

Nota: Todos os valores denotaram significância estatística ao nível de 1%. Erro padrão robusto.

ANEXO C - ESTIMAÇÕES PARA OS TRÊS MODELOS PARA OS ANOS DE 2017, 2018 E 2019.

	2017						2018						2019					
	(1)		(2)		(3)		(1)		(2)		(3)		(1)		(2)		(3)	
	Coef.	DP	Coef.	DP	Coef.	DP	Coef.	DP	Coef.	DP	Coef.	DP	Coef.	DP	Coef.	DP	Coef.	DP
PC	0.0897	0.0004	-	-	-	-	0.0921	0.0004	-	-	-	-	0.1133	0.0004	-	-	-	-
Internet	0.0554	0.0004	-	-	-	-	0.0472	0.0004	-	-	-	-	0.0532	0.0004	-	-	-	-
PC com Internet	-	-	0.1211	0.0003	0.0356	0.0003	-	-	0.1155	0.0003	0.0341	0.0003	-	-	0.1349	0.0003	0.0422	0.0004
IdadeRegular	-	-	-	-	0.0651	0.0004	-	-	-	-	0.0604	0.0004	-	-	-	-	0.0693	0.0005
Sexo	-	-	-	-	-0.0542	0.0003	-	-	-	-	-0.0616	0.0003	-	-	-	-	-0.0563	0.0003
NãoBranco	-	-	-	-	-0.026	0.0003	-	-	-	-	-0.0248	0.0003	-	-	-	-	-0.0329	0.0004
EscolaPública	-	-	-	-	-0.1132	0.0005	-	-	-	-	-0.1112	0.0005	-	-	-	-	-0.1395	0.0006
EscolaFederal	-	-	-	-	0.047	0.001	-	-	-	-	0.0337	0.0009	-	-	-	-	0.0233	0.0009
EscolaRural	-	-	-	-	-0.0254	0.0008	-	-	-	-	-0.0267	0.0008	-	-	-	-	-0.0283	0.0009
Pai.EnsinoMédio	-	-	-	-	0.014	0.0004	-	-	-	-	0.0138	0.0004	-	-	-	-	0.0144	0.0004
Pai.EnsinoSuperior	-	-	-	-	0.0598	0.0006	-	-	-	-	0.0563	0.0006	-	-	-	-	0.0582	0.0007
Mãe.EnsinoMédio	-	-	-	-	0.0123	0.0003	-	-	-	-	0.0126	0.0004	-	-	-	-	0.0122	0.0004
Mãe.EnsinoSuperior	-	-	-	-	0.0428	0.0005	-	-	-	-	0.0409	0.0005	-	-	-	-	0.0429	0.0006
RFM.Inexistente	-	-	-	-	-0.0356	0.0007	-	-	-	-	-0.031	0.0007	-	-	-	-	-0.041	0.0008
RFM.SalárioMínimo	-	-	-	-	-0.0288	0.0003	-	-	-	-	-0.0249	0.0004	-	-	-	-	-0.0308	0.0004
Constante	6.1359	0.0003	6.1619	0.0002	6.2758	0.0007	6.1741	0.0003	6.1997	0.0002	6.3144	0.0007	6.1382	0.0003	6.1714	0.0002	6.3092	0.0008
R ²	0.0987		0.094		0.2811		0.1017		0.0947		0.2952		0.1201		0.1146		0.323	

Fonte: Elaborado pelos autores a partir do *software* Stata 15.1 licenciado sob número 401506318757, utilizando os dados do Inep entre 2017-2021.

Nota: Todos os valores denotaram significância estatística ao nível de 1%. Erro padrão robusto.

ANEXO D - HIPÓTESES DOS TESTES IMPLEMENTADOS E ESTATÍSTICAS DO TESTE DE WHITE.

Tabela 4 - Hipóteses dos testes implementados

Teste	Hipóteses do teste
Comparação de média entre grupos	H ₀ : $\mu_1 = \mu_2$ H _A : $\mu_1 \neq \mu_2$
White	H ₀ : Homoscedasticidade H _A : Heterocedasticidade

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 5 – Estatísticas do teste de White

Estatística	White
2017	37538.06 0.0000(*)
2018	32134.24 0.0000(*)
2019	25906.44 0.0000(*)
2020	5702.52 0.0000(*)
2021	14219.5 0.0000(*)

Fonte: Elaborado pelos autores a partir do *software* Stata 15.1 licenciado sob número 401506318757, utilizando os dados do Inep entre 2017 e 2021.

Nota: (*) indica o *p*-valor.