

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO

DEPARTAMENTO DE ECONOMIA



**Monografia de Final de Curso**

**Impactos do COVID 19 na desigualdade entre  
as redes privadas e publicas de ensino**

Diogo Pereira Batista

Matrícula: 1912952

Orientador: Tomás Guanzioli

Rio de Janeiro

Junho de 2024



**Diogo Pereira Batista**

**Impactos do COVID 19 na desigualdade entre  
as redes privadas e públicas de ensino**

**Monografia de Final de Curso**

Declaro que o presente trabalho é de minha autoria e que não recorri para realizá-lo a nenhuma forma de ajuda externa, exceto quando autorizado pelo professor tutor.

Orientador: Prof. Tomás Guanzioli

Rio de Janeiro  
Junho de 2024

## **Sumário**

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Revisão Bibliográfica</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Apresentação dos dados</b>	<b>10</b>
<b>4</b>	<b>Estratégia empírica</b>	<b>18</b>
<b>5</b>	<b>Resultados</b>	<b>21</b>
5.1	Regressões Sem Variáveis Socioeconômicas	21
5.2	Regressões com Variáveis Socioeconômicas	23
5.3	Análise de Componentes Principais (PCA) e Resultados	29
5.4	Análise Comparativa	36
<b>6</b>	<b>Conclusão</b>	<b>38</b>
<b>7</b>	<b>Referências Bibliográficas</b>	<b>40</b>

# 1 Introdução

A pandemia de COVID-19 trouxe desafios sem precedentes para o sistema educacional global, e o Brasil não foi exceção. As medidas de distanciamento social, o fechamento das escolas e a transição abrupta para o ensino remoto afetaram milhões de estudantes, professores e famílias em todo o país. Diante desse cenário, é crucial investigar os impactos dessas mudanças abruptas no desempenho educacional dos alunos, especialmente em um contexto marcado por profundas desigualdades sociais e econômicas. O presente trabalho busca responder à pergunta: como a pandemia afetou a diferença entre o desempenho dos alunos de escolas públicas e privadas no Brasil?

Este estudo tem como objetivo principal analisar as diferenças de desempenho entre alunos de escolas públicas e privadas antes e depois da pandemia de COVID-19, utilizando dados do Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) de 2019 e 2021. Focamos nas disciplinas de Língua Portuguesa e Matemática, áreas fundamentais para o desenvolvimento educacional e profissional dos alunos. A escolha dessas disciplinas se deve à sua relevância para a formação básica dos estudantes e à sua ampla utilização como indicadores de qualidade educacional em diversos estudos.

Para realizar essa análise, utilizamos um modelo de regressão linear que nos permite estimar os efeitos do tipo de escola (pública ou privada) e do período (antes e depois da pandemia) sobre as notas dos alunos. Além disso, aplicamos a Análise de Componentes Principais (PCA) para identificar e controlar variáveis que possam influenciar os resultados, garantindo uma maior robustez nas estimativas e uma compreensão mais detalhada dos fatores que impactam o desempenho educacional. A PCA é particularmente útil para lidar com a multicolinearidade e reduzir a dimensionalidade dos dados, permitindo que capturemos as principais fontes de variação no desempenho dos alunos.

A escolha da regressão linear como método de análise se baseia em sua

capacidade de fornecer estimativas claras e interpretáveis dos efeitos das variáveis de interesse, facilitando a formulação de políticas educacionais baseadas em evidências. A PCA, por sua vez, é utilizada para reduzir a dimensionalidade dos dados e capturar as principais variáveis que influenciam o desempenho dos alunos, permitindo um controle mais rigoroso das características individuais e contextuais dos estudantes. A aplicação conjunta dessas técnicas nos permite identificar não apenas as mudanças gerais no desempenho dos alunos ao longo do tempo, mas também como a pandemia pode ter impactado de forma diferenciada os setores público e privado.

A análise dos dados revela que a pandemia teve um impacto significativo no desempenho dos alunos, com efeitos mais pronunciados nas escolas privadas. Observamos uma queda generalizada nas notas de Língua Portuguesa e Matemática em 2021 em comparação a 2019, indicando que o ensino remoto e as interrupções no aprendizado afetaram negativamente os alunos. No entanto, a magnitude dessa queda varia entre os diferentes grupos de alunos, refletindo as desigualdades existentes no sistema educacional brasileiro. Estes resultados sugerem que a pandemia exacerbou as desigualdades pré-existentes, colocando em evidência a vulnerabilidade dos alunos de contextos menos favorecidos.

Este estudo contribui para a literatura sobre os impactos da pandemia na educação, fornecendo evidências empíricas que podem orientar a formulação de políticas públicas. Ao identificar os principais fatores que influenciam o desempenho dos alunos e os efeitos diferenciados da pandemia, esperamos fornecer subsídios para a implementação de intervenções educacionais que possam mitigar os impactos negativos e promover uma educação equitativa e de qualidade para todos. As políticas recomendadas incluem a ampliação do acesso à tecnologia e à internet, a capacitação de professores para o ensino híbrido, e o desenvolvimento de programas de recuperação e reforço escolar, especialmente em áreas mais afetadas pela pandemia.

A estrutura desta monografia é a seguinte: no próximo capítulo, apresen-

tamos a revisão da literatura, abordando estudos anteriores sobre os impactos da pandemia na educação e as desigualdades educacionais no Brasil. Em seguida, detalhamos a estratégia empírica utilizada, incluindo a descrição dos dados, a especificação do modelo de regressão linear e a aplicação da PCA. No capítulo de resultados, discutimos os achados das análises, destacando as principais diferenças observadas entre os anos de 2019 e 2021 e entre os tipos de escola. Por fim, encerramos com a conclusão, sintetizando os principais achados e oferecendo recomendações para futuras pesquisas e intervenções políticas.

Este trabalho visa contribuir para um entendimento mais profundo dos desafios educacionais impostos pela pandemia e fornecer insights valiosos para a construção de um sistema educacional mais resiliente e equitativo. Esperamos que as evidências apresentadas aqui ajudem a informar a tomada de decisão em políticas públicas e a direcionar recursos para onde são mais necessários, garantindo que todos os alunos tenham oportunidades justas de aprendizado, independentemente de sua origem socioeconômica.

## 2 Revisão Bibliográfica

A Covid-19 gerou impactos profundos no sistema de ensino brasileiro, e desafios como a desigualdade da educação entre o público e privado foram acentuados. Desse modo, é importante mensurarmos o quanto a pandemia agravou essa questão, assim fornecendo dados para que se possa buscar soluções para revertermos esse quadro. Dessa forma, esse trabalho busca estimar o impacto do Covid-19 sobre a desigualdade educacional.

De fato, a desigualdade da educação entre os sistemas de ensino público e privado é um tema bastante discutido mesmo antes do coronavírus. A desigualdade entre as duas esferas de ensino é evidente mesmo antes da pandemia, onde a literatura já apontava uma grande diferença na eficiência entre essas instituições (Sampaio e Guimarães, 2009). Desta maneira, o SARS-CoV-2, apenas agravou ainda mais um problema que já afeta a formação da sociedade brasileira.

O isolamento social forçou as instituições a buscarem adaptar a sua estrutura para o mundo online. Devido ao vírus, as escolas se viram obrigadas a terem que cumprir um distanciamento social, que as obrigou a reformular sua programação repentinamente para adaptar à nova realidade. Desse modo, as instituições tiveram que adotar o Ensino Remoto Emergencial (ERE), sendo remoto pelo fato do distanciamento geográfico resultado da política de isolamento para não propagação do vírus e emergencial porque o modelo teve que se adaptar repentinamente, e diferentemente do Ensino a Distância, as atividades do ERE foram originalmente pensadas para o modelo presencial, e adaptadas para serem aplicadas pela internet (Behar, 2020). Assim, os estabelecimentos de ensino, tiveram que se adaptar ao novo modelo, mesmo que não estivessem preparadas para oferecer a mesma qualidade do que no presencial, visto como o programa foi modelado para ensinar os alunos, e devido a situação emergencial o tempo para minimizar os impactos do distanciamento

e repensar o modelo de ensino não era hábil, o que ocasionou em uma perda da qualidade tanto para o público como para o privado.

A adaptação ao novo ambiente não foi somente um desafio para as escolas, mas também para os seus alunos. De acordo, com Cunha, Silva e Silva (2020), as adaptações dos estudantes foram repletas desafios, seja nos anos iniciais do Ensino Fundamental, onde os alunos estão começando a aprender e por isso necessitam de maior nível de atenção durante esse processo, o que se tornou um desafio devido ao distanciamento monitora-los em um momento tão importante nessa jornada de aprendizagem, seja nos anos finais, onde a evasão e o atraso escolar tiveram grande impacto, e mostrou ter relação direta com as condições econômicas, atingindo mais pobres até oito vezes mais do que os ricos. Além disso, temos que o acesso à internet, ferramenta essencial para promover o ensino á distancia, não está presente na totalidade da sociedade brasileira o que acabou limitando muitos alunos de participarem do ensino remoto por meio da rede. Dessa maneira, ficou evidenciado na pandemia foram os altos níveis de desigualdades presentes em nosso país que acabou afetando diretamente na qualidade de com o ensino chega para os diferentes cidadãos, agravando, de imediato, problemas como a desigualdade educacional e que posteriormente se reflete no aumento da desigualdade social do nosso país.

Na literatura, é evidente que a educação privada conseguiu adaptar-se melhor que a educação pública. No estudo realizado por Cardoso, Soares e Gonçalves (2022), onde submeteram 45 professores da Educação Básica a um questionário, foi possível constatar que um dos maiores pontos negativos ocasionados pela pandemia foi o aumento da diferença entre os sistemas de ensino. O estudo também demonstrou que, de acordo com quase metade dos professores da rede pública, a estrutura oferecida presencialmente não seria possível ser oferecida em sua integridade por meio do ensino remoto. Já na rede privada os professores relataram a situação inversa, constatando de que seus alunos teriam a mesma estrutura tanto em casa quanto na escola. Além



disso, fatores como acesso a dispositivos eletrônicos, que em 2020 apresentou uma correlação positiva e maior do que nos demais anos. Em relação às notas do Enem (Senkevics, Basso e Caseiro, 2022), a pesquisa demonstra que a parcela de alunos que têm pouco ou nenhum acesso a dispositivos eletrônicos é quase o dobro na rede pública em relação à rede privada, o que afeta diretamente o desempenho dos alunos. Ademais, o artigo de Cardoso, Soares e Gonçalves (2022), traz também que devido a necessidades, consequentes do aumento de pessoas desempregadas, muitos estudantes se viram obrigados a terem que trabalhar para conseguir sobreviverem, o que contribuiu ainda mais para evasão escolar. Nesse mesmo contexto, foi visto anteriormente que os mais pobres foram os que mais sofreram com essa situação. Além disso, alunos que estudaram em instituições privadas apresentam uma maior probabilidade de ter acesso a atividades no período pandêmico, e quanto maior o nível socioeconômico dos frequentadores, melhor foi a resposta educacional para o desafio apresentado pela pandemia, o que implica em um maior desempenho dos estudantes (Senkevics e Bof, 2022). Em síntese, os estudos mencionados reforçam a evidência de que a educação privada demonstrou uma melhor adaptação durante a pandemia em comparação à educação pública. A diferença entre os sistemas de ensino aumentou, com a rede pública enfrentando desafios relacionados à estrutura oferecida presencialmente e ao acesso limitado a dispositivos eletrônicos. Além disso, a evasão escolar e a falta de acesso a atividades durante o período pandêmico foram mais pronunciadas entre os estudantes de baixa renda.

Revisando a literatura, vimos que o COVID-19 aumentou a desigualdade entre o sistema de ensino público e o ensino privado. Antes da pandemia, vimos que essa já era uma questão muito presente nos debates sobre a educação, e que essa diferença já estava presente. Com a chegada do distanciamento social, vimos as escolas sendo obrigadas a adotar um sistema de educação remota e de forma inesperada, gerando prejuízo na qualidade do ensino para ambas.

Contudo, vimos também que houve uma melhor adaptação por parte das instituições privadas, tanto por apresentar uma melhor estrutura operacional, como também um melhor acesso dos seus alunos a recursos cruciais para esse período. Também, vimos que a falta de acesso a atividades e evasão foram mais acentuadas na população de baixa renda, onde grande parte se utiliza da rede pública de ensino. Com isso, é possível concluir que a pandemia só aumentou a desigualdade educacional presente no Brasil. Como resultado, é ressaltada a importância de buscar soluções para reverter esse cenário.

Desse modo, essa monografia tem como objetivo metrificar o aumento da desigualdade entre o público e privado. Assim como no estudo de Senkevics, Basso e Caseiro, intitulado *"Impactos da Pandemia no Acesso à Graduação: Desigualdades de Participação e Desempenho no ENEM 2019-2021"*, onde, por meio de regressões lineares e utilizando a base de microdados do ENEM de 2019, 2020 e 2021, são metrificados os impactos do aumento da desigualdade no acesso ao ensino superior por conta da COVID-19, este trabalho terá como objetivo, também por meio de regressão linear, estimar os impactos do isolamento social, utilizando os microdados do SAEB 2019 e 2021, para os diferentes segmentos da educação. Para isso, será utilizado como variável explicativa o tipo de instituição, a fim de conseguir metrificar o impacto na desigualdade público-privado. Logo, procuro contribuir fornecendo dados para buscar soluções, no intuito de revertermos esse quadro, que pode ter maiores consequências no futuro do nosso país.

### 3 Apresentação dos dados

A fim de buscarmos os impactos da COVID-19 entre as redes de ensino, utilizaremos como base de dados os microdados do Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) dos anos de 2019 e 2021. Desse modo, descreveremos as estatísticas descritivas dos dados para introduzirmos uma visão geral.

O SAEB é um sistema de avaliação realizado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). Seu intuito é avaliar o sistema de ensino do país e fornecer dados para que possamos cada vez mais melhorar a educação no Brasil. Por meio dos resultados dessa prova, é calculado o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB), onde podemos ver a evolução da nossa educação.

Em nossa análise de dados, consideramos somente os alunos que responderam pelo menos três itens nos cadernos de prova. Além disso, limitamos a nossa análise às matérias de língua portuguesa e matemática, que são concomitantes às séries que iremos analisar. Assim, também consideramos somente os alunos que preencheram as provas dessas matérias, e o questionário. A fim de garantir maior consistência aos dados.

Dessa forma, apresentaremos tabelas de estatísticas descritivas para fornecer uma visão inicial dos dados presentes, permitindo identificar tendências gerais, padrões e possíveis outliers que possam influenciar nossas conclusões futuras.

Começamos com a Tabela 3.1, que apresenta uma comparação entre as escolas públicas e privadas nos anos de 2019 e 2021. A tabela destaca a porcentagem de presença em ambos os tipos de escola, fornecendo uma visão clara sobre como a presença dos alunos variou nesses dois anos. A análise desses dados é essencial para entender o impacto de diversos fatores, como a pandemia de COVID-19, na frequência escolar.

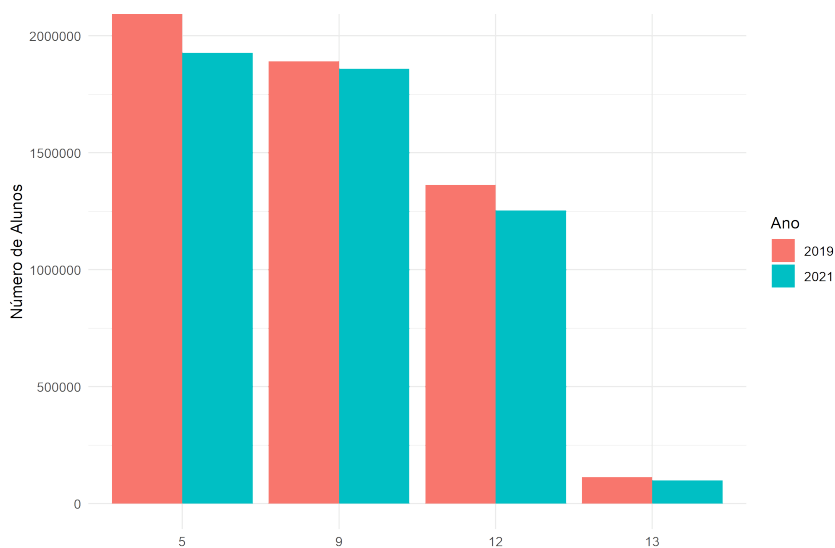
Tabela 3.1: Comparação da presença combinada no Ensino Público e Privado para 2019 e 2021

Tipo de Escola	Presença 2019	Presença 2021
Privada	71,89%	38,18%
Pública	81,55%	72,33%

Ao analisar a tabela, vemos que houve uma redução na presença dos alunos para ambas as instituições de 2019 para 2021. Contudo, nas escolas privadas houve uma redução drástica, indo de 71,89% para 38,18%. Essa redução prejudica a comparabilidade temporal entre 2019 e 2021, podendo distorcer a interpretação das variações no desempenho dos alunos e introduzir um viés de seleção, visto que os alunos que continuaram frequentando podem ter características diferentes daqueles que não estão frequentando, afetando as interpretações dos dados.

Abaixo, temos gráficos para cada tipo de escola, onde podemos ver o número de alunos em cada ano por série, observando como a diferença na presença pode ter impactado os diferentes anos.

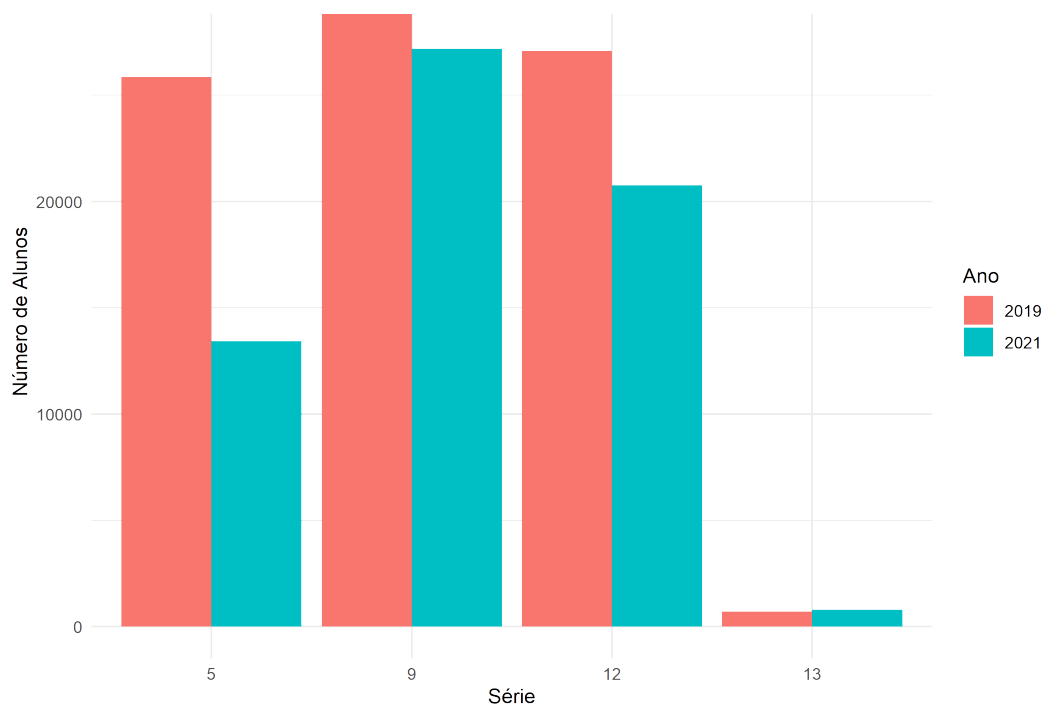
Figura 3.1: Número de Alunos por Ano Escolar (Ensino Público)



No gráfico 3.1, podemos ver como a presença foi afetada no Ensino Público de forma diferente entre as séries. Analisando o gráfico, vemos que

a série com maior queda no número de alunos foi o 5º ano do Ensino Fundamental, seguida pela 3ª/4ª séries do Ensino Médio Tradicional. Já a queda nas outras séries não se apresentou de forma tão brusca.

Figura 3.2: Número de Alunos por Ano Escolar (Ensino Privado)



Já no gráfico 3.2, podemos ver como a presença foi afetada no Ensino Privado de forma diferente entre as séries. O comportamento do número de alunos é parecido com o do Ensino Público, porém mais abrupto para todas as séries, exceto a 3ª/4ª séries do Ensino Médio Integrado.

Após analisar a variação na presença dos alunos em escolas públicas e privadas, passamos agora a examinar as estatísticas descritivas das notas dos alunos nos anos de 2019 e 2021. Dessa forma, podemos ver como se comportam as notas de todos os alunos em cada ano.

Tabela 3.2: Desempenho dos Alunos - Ano 2019

Variável	Média	Desvio Padrão	Mediana	Mínimo	Máximo
<b>Desempenho em Língua Portuguesa</b>	243,2	57,2	244,3	92,8	407,6
<b>Desempenho em Matemática</b>	248,4	54,1	248,3	106,0	438,6

Na tabela 3.2, apresentamos as estatísticas descritivas das notas de

Língua Portuguesa e Matemática no ano de 2019. A média das notas de Língua Portuguesa foi de 243,2, com um desvio padrão de 57,2, indicando uma variação considerável entre as notas dos alunos. A mediana, de 244,3, está ligeiramente acima da média, sugerindo uma distribuição levemente assimétrica. As notas variaram de um mínimo de 92,8 a um máximo de 407,6.

Para Matemática, a média foi de 248,4, com um desvio padrão de 54,1, e a mediana foi de 248,3. A variação das notas em Matemática foi similar à observada em Língua Portuguesa, com valores extremos entre 106,0 e 438,6.

Tabela 3.3: Desempenho dos Alunos - Ano 2021

Variável	Média	Desvio Padrão	Mediana	Mínimo	Máximo
<b>Desempenho em Língua Portuguesa</b>	240,0	58,3	241,6	92,8	407,6
<b>Desempenho em Matemática</b>	240,8	53,9	240,4	106,0	438,6

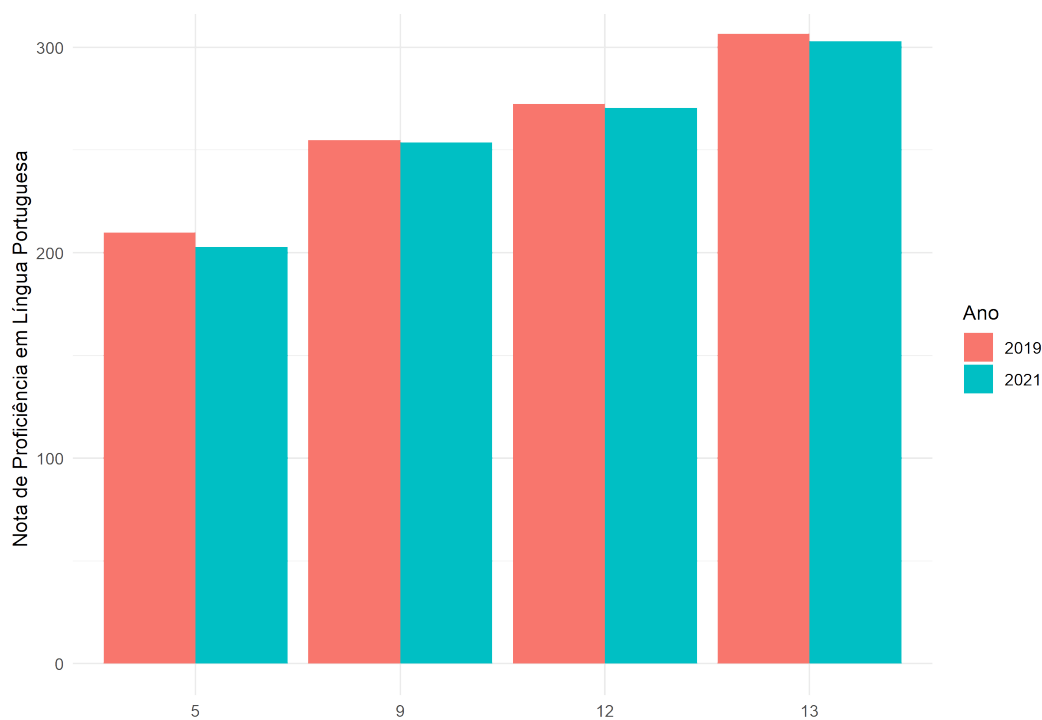
Na tabela 3.3, apresentamos as estatísticas descritivas das notas de Língua Portuguesa e Matemática no ano de 2021. A média das notas de Língua Portuguesa foi de 240,0, com um desvio padrão de 58,3, indicando uma variação considerável entre as notas dos alunos. A mediana, de 241,6, está próxima à média, sugerindo uma distribuição relativamente simétrica. As notas variaram de um mínimo de 92,8 a um máximo de 407,6.

Para Matemática, a média das notas foi de 240,8, com um desvio padrão de 53,9, e a mediana foi de 240,4. A variação das notas em Matemática também foi significativa, com os valores oscilando entre 106,0 e 438,6.

Portanto, ao compararmos os dois anos, vemos uma tendência de queda no desempenho. Em 2019, a média das notas de Língua Portuguesa foi de 243,2, enquanto em 2021 caiu para 240,0. Da mesma forma, as notas de Matemática apresentaram uma redução, passando de uma média de 248,4 em 2019 para 240,8 em 2021. Essa diminuição nas médias sugere que os alunos tiveram um desempenho inferior em 2021, possivelmente devido aos desafios impostos pela pandemia de COVID-19. No entanto, a variação nas notas, indicada pelos desvios padrão, permaneceu relativamente constante, sugerindo que a dispersão no desempenho dos alunos não mudou significativamente entre os dois anos.

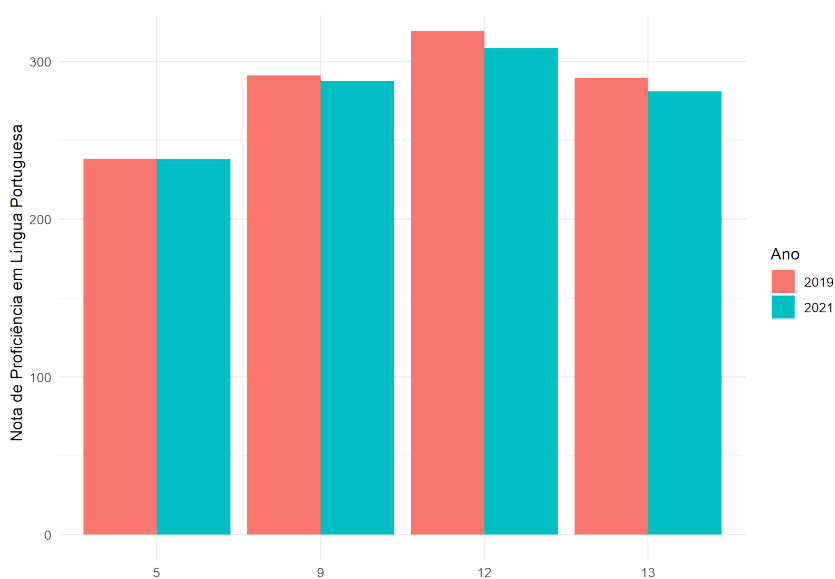
Para observarmos melhor a diferença entre as notas por sistema de ensino, analisaremos os gráficos abaixo que comparam as notas médias por matéria em cada ano, e em cada tipo de instituição.

Figura 3.3: Proficiência em Língua Portuguesa por ano escolar (Ensino Público)



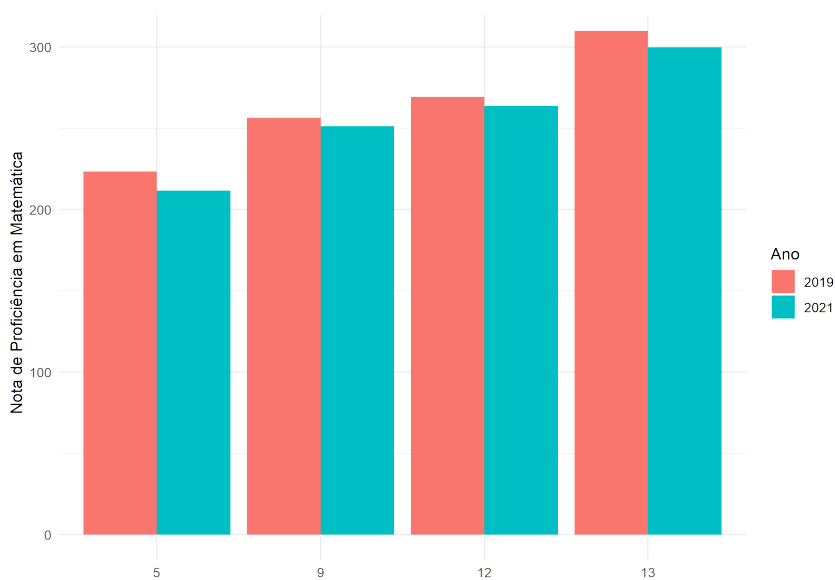
O gráfico 3.3, mostra as médias de proficiência em Língua Portuguesa para o ensino público nos anos de 2019 e 2021. Nota-se que, em 2021, as médias das notas são ligeiramente inferiores às de 2019 para todas as séries. As variações em língua portuguesa não apresentaram grandes mudanças.

Figura 3.4: Proficiência em Língua Portuguesa por ano escolar (Ensino Privado)



O gráfico 3.4, mostra as médias de proficiência em Língua Portuguesa para o ensino privado nos anos de 2019 e 2021. Nota-se que, em 2021, as médias das notas são inferiores às de 2019, principalmente no Ensino Médio, tanto técnico como tradicional. As variações em língua portuguesa mostram uma queda no desempenho nos últimos anos escolares.

Figura 3.5: Proficiência em Matemática por ano escolar (Ensino Público)

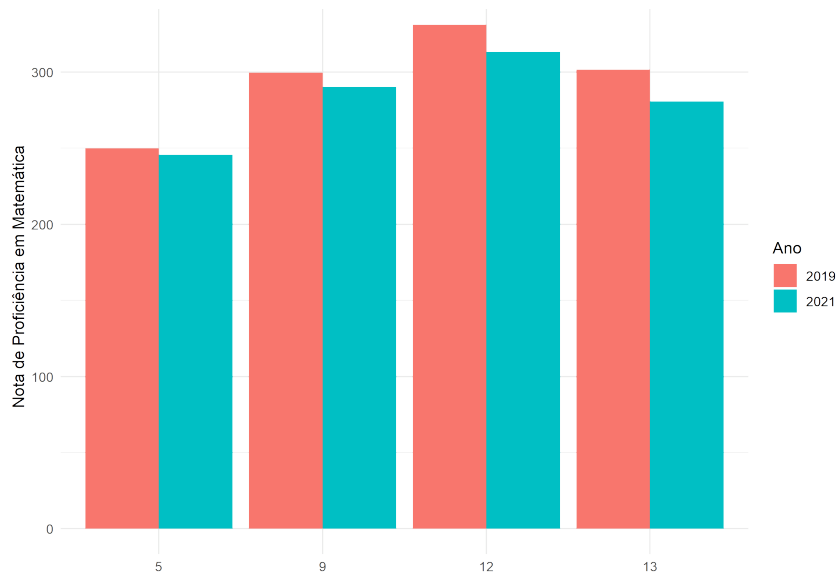


O gráfico de Matemática para o ensino público revela uma situação similar à de Língua Portuguesa. As médias de 2021 são inferiores às de 2019



em todas os anos escolares. As variações em matemática foram maiores que as de língua portuguesa.

Figura 3.6: Proficiência em Matemática por ano escolar (Ensino Privado)



O gráfico de Matemática para o ensino privado revela uma situação similar à de Língua Portuguesa. As médias de 2021 são inferiores às de 2019 em todas as séries. As variações em matemática foram maiores que as de língua portuguesa, e também vemos que, em comparação às escolas públicas, essa queda foi mais acentuada nos anos finais.

Os gráficos demonstram uma queda generalizada no desempenho dos alunos entre os anos de 2019 e 2021 em todas as séries, tanto no ensino público quanto no privado, e em ambas as disciplinas, Língua Portuguesa e Matemática. Notavelmente, a queda no desempenho em Matemática nas escolas privadas foi mais acentuada do que nas escolas públicas. Além disso, vemos que nas escolas privadas houve uma maior queda no desempenho do que nas escolas públicas em quase todas as séries.

Em suma, a análise dos dados do SAEB de 2019 e 2021 revela um impacto significativo da pandemia de COVID-19 na presença e desempenho dos alunos das redes de ensino pública e privada. A queda acentuada na presença e a diminuição no desempenho acadêmico, especialmente em Matemática, evidenciam a necessidade urgente de intervenções educacionais direcionadas

para mitigar os efeitos adversos da pandemia. Esses resultados fornecem uma base importante para a compreensão das desigualdades educacionais agravadas durante esse período e servirão de referência para o desenvolvimento de políticas públicas mais eficazes.

## 4 Estratégia empírica

Neste capítulo, detalhamos a estratégia empírica utilizada para investigar as diferenças de desempenho entre alunos de escolas públicas e privadas antes e depois da pandemia de COVID-19. Utilizando um modelo de regressão linear, buscamos compreender como o tipo de escola e o período analisado influenciam as notas dos alunos em Língua Portuguesa e Matemática. Esta abordagem nos permitirá identificar não apenas as mudanças gerais no desempenho dos alunos ao longo do tempo, mas também como a pandemia pode ter impactado de forma diferenciada os setores público e privado. A escolha da regressão linear é motivada pela sua capacidade de fornecer estimativas claras e interpretáveis dos efeitos das variáveis de interesse, facilitando a formulação de políticas educacionais baseadas em evidências.

Para estimar o impacto da COVID-19, utilizamos o método de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO). Este método permite modelar a variável dependente e as variáveis independentes de forma clara e direta, além de possibilitar a inclusão de interações entre variáveis, como a interação entre o tipo de escola e o ano de avaliação. O MQO é uma técnica eficiente para avaliar os coeficientes do modelo de regressão, reduzindo a soma dos quadrados dos resíduos e assegurando a consistência dos estimadores, desde que os pressupostos do modelo sejam satisfeitos.

Adotamos a variável "Ano 2021" para capturar o efeito temporal e isolar o impacto potencial da pandemia de COVID-19. A variável "Escola Pública" indica se o aluno frequenta uma escola pública, permitindo a comparação direta entre os setores público e privado. A interação entre "Escola Pública" e "Ano 2021" nos permite examinar se o impacto da pandemia foi diferente entre os dois tipos de escola.

A especificação do modelo de regressão linear é dada pela seguinte equação:

$$\ln(\text{Nota}_{i,t}) = \beta_0 + \beta_1 t + \beta_2 \text{Pública}_i + \beta_3 (\text{Pública}_i \times t) + \epsilon_{i,t} \quad (1)$$

Onde  $t$  representa o ano (igual a 0 para 2019 e 1 para 2021) e  $\text{Pública}_i$  indica se o aluno frequenta uma escola pública.

Como vimos, a diferença na presença nas provas pode gerar um viés, pois alunos com características diferentes podem estar respondendo nos dois anos analisados. Para evitarmos esse problema, iremos controlar através de indicadores socioeconômicos que os alunos responderam no questionário. Vamos rodar uma análise para esses indicadores, onde  $X_{i,t}$  representa esses indicadores socioeconômicos. Isso nos permitirá ajustar o modelo para considerar essas variáveis e minimizar possíveis vieses.

As características socioeconômicas dos alunos, baseadas nas respostas ao questionário, são as seguintes:

- Normalmente, quem mora na sua casa? - Mãe (mães ou madrasta).
- Normalmente, quem mora na sua casa? - Pai (pais ou padrasto).
- Normalmente, quem mora na sua casa? - Irmão(s) ou irmã(s).
- Normalmente, quem mora na sua casa? - Avô ou avó.
- Normalmente, quem mora na sua casa? - Outros (tios, primos etc.).
- Qual é a maior escolaridade da sua mãe (ou mulher responsável por você)?
- Qual é a maior escolaridade de seu pai (ou homem responsável por você)?
- Dos itens relacionados abaixo, quantos existem na sua casa? - Geladeira.
- Dos itens relacionados abaixo, quantos existem na sua casa? - Tablet.
- Dos itens relacionados abaixo, quantos existem na sua casa? - Computador (ou notebook).
- Dos itens relacionados abaixo, quantos existem na sua casa? - Quartos para dormir.

- Dos itens relacionados abaixo, quantos existem na sua casa? - Televisão.
- Dos itens relacionados abaixo, quantos existem na sua casa? - Banheiro.
- Dos itens relacionados abaixo, quantos existem na sua casa? - Carro.
- Na sua casa tem: - Rede Wi-Fi.
- Na sua casa tem: - Um quarto só seu.
- Na sua casa tem: - Garagem.
- Na sua casa tem: - Forno de microondas.
- Na sua casa tem: - Aspirador de pó.
- Na sua casa tem: - Máquina de lavar roupa.
- Na sua casa tem: - Freezer (independente ou segunda porta da geladeira).

No entanto, como essas variáveis socioeconômicas podem ser altamente correlacionadas, aplicamos a Análise de Componentes Principais (PCA) para reduzir a dimensionalidade e mitigar a colinearidade entre essas variáveis. Assim, a especificação do modelo completo utilizando PCA é:

$$\ln(\text{Nota}_{i,t}) = \beta_0 + \beta_1 t + \beta_2 \text{Pública}_i + \beta_3 (\text{Pública}_i \times t) + \gamma \text{PCA}(X_{i,t}) + \epsilon_{i,t} \quad (2)$$

Onde  $\text{PCA}(X_{i,t})$  representa os componentes principais das variáveis socioeconômicas obtidos pelo PCA.

Além disso, consideramos as estatísticas F e os p-valores dos coeficientes para avaliar a significância dos efeitos estimados. Este método foi escolhido por ser robusto e amplamente reconhecido para fornecer estimativas claras e interpretáveis dos efeitos das variáveis de interesse.

Esperamos encontrar que a pandemia de COVID-19 teve um impacto negativo no desempenho dos alunos, com efeitos mais pronunciados nas escolas públicas. Esses resultados têm implicações importantes para a formulação de políticas educacionais, destacando a necessidade de intervenções direcionadas para mitigar as desigualdades exacerbadas pela pandemia.

## 5 Resultados

Neste capítulo, apresentamos os resultados das regressões lineares para a proficiência em Língua Portuguesa e Matemática. Inicialmente, mostramos os resultados das regressões sem a inclusão de variáveis socioeconômicas, seguidos pelos resultados com a inclusão dessas variáveis. Em seguida, aplicamos a Análise de Componentes Principais (PCA) para reduzir a dimensionalidade dos dados e comparamos os resultados das regressões utilizando os componentes principais selecionados.

### 5.1 Regressões Sem Variáveis Socioeconômicas

A Tabela 5.1 apresenta os resultados das regressões lineares para a proficiência em Língua Portuguesa, e a Tabela 5.2 para Matemática, sem a inclusão de variáveis socioeconômicas.

Tabela 5.1: Regressão Linear: Proficiência em Língua Portuguesa por Ano Escolar

	Log(Proficiencia LP SAEB)			
	5º Ano	9º Ano	3º EM Tradicional	3º EM Integrado
Ano 2021	-0.003 (0.003)	-0.011*** (0.002)	-0.036*** (0.002)	-0.025** (0.010)
Pública	-0.112*** (0.002)	-0.129*** (0.001)	-0.157*** (0.001)	0.058*** (0.008)
Ano * Pública	-0.024*** (0.003)	0.011*** (0.002)	0.034*** (0.002)	0.016 (0.010)
Constante	5.480*** (0.002)	5.674*** (0.001)	5.766*** (0.001)	5.668*** (0.007)
Observações	2,254,059	2,256,364	1,597,272	143,245
R <sup>2</sup>	0.006	0.007	0.013	0.002
Adjusted R <sup>2</sup>	0.006	0.007	0.013	0.002

Notes:

\*\*\*Significant at the 1 percent level.

\*\*Significant at the 5 percent level.

\*Significant at the 10 percent level.

Resultados com variáveis de interesse para Língua Portuguesa.

Os coeficientes na tabela 5.1 indicam que, em 2021, houve uma queda significativa na proficiência dos alunos do 9º ano de -1%, 3º ano do Ensino Médio Tradicional de -3,6% e 3º ano do Ensino Médio Integrado de -2,5%, todos estatisticamente significativos. Alunos de escolas públicas apresentaram menor

proficiência em relação aos de escolas privadas, com coeficientes negativos para o 5º ano -11,2%, 9º ano -12,9% e 3º ano do Ensino Médio Tradicional -15,7%, todos altamente significativos. No 3º ano do Ensino Médio Integrado, o coeficiente foi positivo +5,8%, sugerindo que os alunos de escolas públicas tiveram desempenho melhor. A interação entre ano e escola pública mostrou que a diferença de desempenho entre alunos de escolas públicas e privadas aumentou em 2021 para o 5º ano -2,4%, mas diminuiu para o 9º ano +1,1% e 3º ano do Ensino Médio Tradicional +3,4%, sendo todos significativos, exceto para o 3º ano do Ensino Médio Integrado +1,6%. Esses coeficientes indicam variações importantes na proficiência de Língua Portuguesa, dependendo do tipo de escola e do ano escolar, com impactos significativos em 2021.

Tabela 5.2: Regressão Linear: Proficiência em Matemática por Ano Escolar

	Log(Proficiencia MT SAEB)			
	5º Ano	9º Ano	3º EM Tradicional	3º EM Integrado
Ano 2021	-0.017*** (0.003)	-0.031*** (0.002)	-0.056*** (0.002)	-0.064*** (0.011)
Pública	-0.097*** (0.002)	-0.149*** (0.001)	-0.201*** (0.001)	0.031*** (0.008)
Ano * Pública	-0.030*** (0.003)	0.014*** (0.002)	0.040*** (0.002)	0.032*** (0.011)
Constante	5.531*** (0.002)	5.707*** (0.001)	5.805*** (0.001)	5.711*** (0.008)
Observações	2,254,059	2,256,364	1,597,272	143,245
R <sup>2</sup>	0.016	0.012	0.023	0.009
Adjusted R <sup>2</sup>	0.016	0.012	0.023	0.009

Notes:

\*\*\*Significant at the 1 percent level.

\*\*Significant at the 5 percent level.

\*Significant at the 10 percent level.

Resultados com variáveis de interesse para Matemática.

Os coeficientes na tabela 5.2 indicam que, em 2021, houve uma queda significativa na proficiência dos alunos em Matemática, sendo -1,7% no 5º ano, -3,1% no 9º ano, -5,6% no 3º ano do Ensino Médio Tradicional e -6,4% no 3º ano do Ensino Médio Integrado, todos estatisticamente significativos. Alunos de escolas públicas apresentaram menor proficiência em relação aos de escolas privadas, com coeficientes negativos de -9,7% no 5º ano, -14,9% no 9º ano e -20,1% no 3º ano do Ensino Médio Tradicional, todos altamente

significativos. No 3º ano do Ensino Médio Integrado, o coeficiente foi positivo +3,1%, indicando que os alunos de escolas públicas tiveram desempenho melhor. A interação entre ano e escola pública mostrou que a diferença de desempenho entre alunos de escolas públicas e privadas aumentou em 2021 para o 5º ano -3,0%, mas diminuiu para o 9º ano +1,4%, 3º ano do Ensino Médio Tradicional +4,0% e 3º ano do Ensino Médio Integrado +3,2%, sendo todos significativos. Esses coeficientes indicam variações importantes na proficiência de Matemática, dependendo do tipo de escola e do ano escolar, com impactos significativos em 2021.

## **5.2 Regressões com Variáveis Socioeconômicas**

As Tabelas 5.3 e 5.4 mostram os resultados das regressões lineares para a proficiência em Língua Portuguesa e Matemática, respectivamente, incluindo variáveis socioeconômicas.



Tabela 5.3: Regressão Linear: Proficiência em Língua Portuguesa por Ano Escolar (com variáveis socioeconômicas)

	Log(Proficiência LP SAEB)			
	5º Ano	9º Ano	3º EM Tradicional	3º EM Integrado
Ano 2021	-0.007** (0.003)	-0.011*** (0.002)	-0.038*** (0.002)	-0.018* (0.010)
Escola Pública	-0.037*** (0.002)	-0.063*** (0.001)	-0.096*** (0.001)	0.063*** (0.007)
Mãe	0.055***	0.045***	0.038***	0.031***
Pai	0.003***	-0.004***	-0.006***	-0.007***
Irmão	-0.055***	-0.028***	-0.020***	-0.010***
Avô	-0.024***	-0.015***	-0.009***	-0.006***
Outros	-0.041***	-0.023***	-0.010***	-0.007***
WiFi	0.057***	0.032***	0.036***	0.048***
Quarto Próprio	-0.035***	-0.020***	-0.014***	-0.008***
Garagem	0.020***	0.008***	0.008***	0.001
Microondas	0.011***	0.0001	0.004***	0.005***
Aspirador	-0.0002	0.001***	0.0001	0.002**
Máquina Lavar	0.026***	-0.005***	-0.014***	-0.018***
Freezer	0.073***	0.061***	0.041***	0.028***
Geladeira	-0.023***	-0.019***	-0.024***	-0.028***
Tablet	-0.015***	-0.017***	-0.023***	-0.012***
Computador	0.021***	0.020***	0.024***	0.026***
Quartos	0.022***	0.006***	0.005***	-0.012***
Televisão	0.010***	-0.001***	-0.007***	-0.003***
Banheiro	0.011***	0.008***	0.006***	0.013***
Carro	-0.002***	-0.004***	-0.005***	-0.007***
Escolaridade Mãe	0.015***	0.017***	0.014***	0.011***
Escolaridade Pai	0.002***	0.008***	0.010***	0.011***
Interação: Pública x Ano 2021	-0.026*** (0.003)	0.005*** (0.002)	0.026*** (0.002)	0.003 (0.010)
Constante	5.211*** (0.002)	5.489*** (0.002)	5.618*** (0.002)	5.579*** (0.008)
Observações	2,254,059	2,256,364	1,597,272	143,245
R <sup>2</sup>	0.125	0.108	0.105	0.102
R <sup>2</sup> ajustado	0.125	0.108	0.105	0.102

Os coeficientes na tabela 5.3 indicam os seguintes impactos nas proficiências em Língua Portuguesa para os diferentes anos escolares, considerando também as variáveis socioeconômicas. Em 2021, houve uma queda de aproximadamente -0,7% na proficiência dos alunos do 5º Ano, estatisticamente significativa ao nível de 5%; uma queda de aproximadamente -1,1% na proficiência dos alunos do 9º Ano, estatisticamente significativa ao nível de 1%; uma queda de aproximadamente -3,8% na proficiência dos alunos do 3º EM Tradicional, estatisticamente significativa ao nível de 1%; e uma queda de aproximadamente -1,8% na proficiência dos alunos do 3º EM Integrado, estatisticamente significativa ao nível de 10

Alunos de escolas públicas têm uma proficiência aproximadamente -3,7% menor no 5º Ano, -6,3% menor no 9º Ano e -9,6% menor no 3º EM Tradicional em relação aos de escolas privadas, todos estatisticamente significativos ao nível de 1%. No 3º EM Integrado, os alunos de escolas públicas têm uma proficiência aproximadamente +6,3% maior, estatisticamente significativa ao nível de 1%.

A interação entre ano e escola pública mostrou que a diferença de desempenho entre alunos de escolas públicas e privadas aumentou em 2021 para o 5º Ano, com uma queda adicional de aproximadamente -2,6%, estatisticamente significativa ao nível de 1%. No 9º Ano, a diferença de desempenho diminuiu em 2021, com um aumento de aproximadamente +0,5%, estatisticamente significativa ao nível de 1%. No 3º EM Tradicional, a diferença de desempenho diminuiu em 2021, com um aumento de aproximadamente +2,6%, estatisticamente significativa ao nível de 1%. No 3º EM Integrado, não houve uma diferença significativa, com um coeficiente de aproximadamente +0,3% que não é estatisticamente significativo.

Esses resultados indicam que, mesmo ao controlar por variáveis socioeconômicas, há uma queda significativa na proficiência em Língua Portuguesa em 2021 para todos os anos escolares, com exceção do 5º Ano, onde o efeito foi menor. Alunos de escolas públicas continuam apresentando menor proficiência

em relação aos de escolas privadas, exceto no 3º Ano do Ensino Médio Integrado, onde os alunos de escolas públicas apresentaram melhor desempenho. A interação entre ano e escola pública sugere que a diferença de desempenho entre escolas públicas e privadas aumentou em 2021 para o 5º Ano, mas diminuiu para o 9º Ano e o 3º Ano do Ensino Médio Tradicional.

Tabela 5.4: Regressão Linear: Proficiência em Matemática por Ano Escolar (com variáveis socioeconômicas)

	Log(Proficiência MT SAEB)			
	5º Ano	9º Ano	3º EM Tradicional	3º EM Integrado
Ano 2021	-0.007** (0.003)	-0.011*** (0.002)	-0.038*** (0.002)	-0.018* (0.010)
Escola Pública	-0.037*** (0.002)	-0.063*** (0.001)	-0.096*** (0.001)	0.063*** (0.007)
Mãe	0.055***	0.045***	0.038***	0.031***
Pai	0.003***	-0.004***	-0.006***	-0.007***
Irmão	-0.055***	-0.028***	-0.020***	-0.010***
Avô	-0.024***	-0.015***	-0.009***	-0.006***
Outros	-0.041***	-0.023***	-0.010***	-0.007***
WiFi	0.057***	0.032***	0.036***	0.048***
Quarto Próprio	-0.035***	-0.020***	-0.014***	-0.008***
Garagem	0.020***	0.008***	0.008***	0.001
Microondas	0.011***	0.0001	0.004***	0.005***
Aspirador	-0.0002	0.001***	0.0001	0.002**
Máquina Lavar	0.026***	-0.005***	-0.014***	-0.018***
Freezer	0.073***	0.061***	0.041***	0.028***
Geladeira	-0.023***	-0.019***	-0.024***	-0.028***
Tablet	-0.015***	-0.017***	-0.023***	-0.012***
Computador	0.021***	0.020***	0.024***	0.026***
Quartos	0.022***	0.006***	0.005***	-0.012***
Televisão	0.010***	-0.001***	-0.007***	-0.003***
Banheiro	0.011***	0.008***	0.006***	0.013***
Carro	-0.002***	-0.004***	-0.005***	-0.007***
Escolaridade Mãe	0.015***	0.017***	0.014***	0.011***
Escolaridade Pai	0.002***	0.008***	0.010***	0.011***
Interação: Pública x Ano 2021	-0.026*** (0.003)	0.005*** (0.002)	0.026*** (0.002)	0.003 (0.010)
Constante	5.211*** (0.002)	5.489*** (0.002)	5.618*** (0.002)	5.579*** (0.008)
Observações	2,254,059	2,256,364	1,597,272	143,245
R <sup>2</sup>	0.125	0.108	0.105	0.102
R <sup>2</sup> ajustado	0.125	0.108	0.105	0.102

Os coeficientes na tabela indicam os seguintes impactos nas proficiências em Matemática para os diferentes anos escolares, considerando também as variáveis socioeconômicas. Em 2021, houve uma queda de aproximadamente -0,7% na proficiência dos alunos do 5º Ano, estatisticamente significativa ao nível de 5%; uma queda de aproximadamente -1,1% na proficiência dos alunos do 9º Ano, estatisticamente significativa ao nível de 1%; uma queda de aproximadamente -3,8% na proficiência dos alunos do 3º EM Tradicional, estatisticamente significativa ao nível de 1%; e uma queda de aproximadamente -1,8% na proficiência dos alunos do 3º EM Integrado, estatisticamente significativa ao nível de 10

Alunos de escolas públicas têm uma proficiência aproximadamente -3,7% menor no 5º Ano, -6,3% menor no 9º Ano e -9,6% menor no 3º EM Tradicional em relação aos de escolas privadas, todos estatisticamente significativos ao nível de 1%. No 3º EM Integrado, os alunos de escolas públicas têm uma proficiência aproximadamente +6,3% maior, estatisticamente significativa ao nível de 1%.

A interação entre ano e escola pública mostrou que a diferença de desempenho entre alunos de escolas públicas e privadas aumentou em 2021 para o 5º Ano, com uma queda adicional de aproximadamente -2,6%, estatisticamente significativa ao nível de 1%. No 9º Ano, a diferença de desempenho diminuiu em 2021, com um aumento de aproximadamente +0,5%, estatisticamente significativa ao nível de 1%. No 3º EM Tradicional, a diferença de desempenho diminuiu em 2021, com um aumento de aproximadamente +2,6%, estatisticamente significativa ao nível de 1%. No 3º EM Integrado, não houve uma diferença significativa, com um coeficiente de aproximadamente +0,3% que não é estatisticamente significativo.

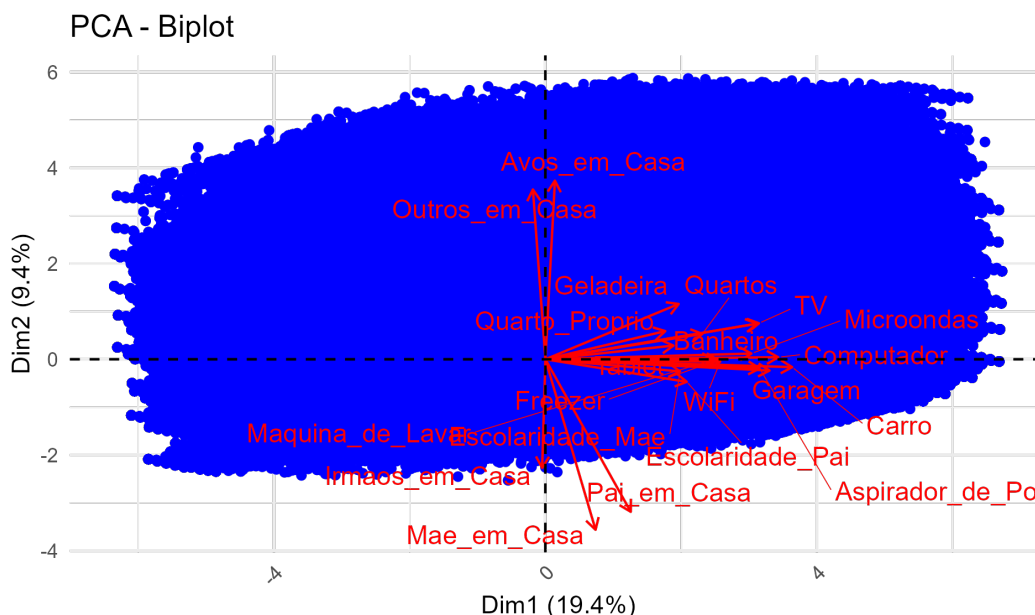
Esses resultados indicam que, mesmo ao controlar por variáveis socioeconômicas, há uma queda significativa na proficiência em Matemática em 2021 para todos os anos escolares, com exceção do 5º Ano, onde o efeito foi menor. Alunos de escolas públicas continuam apresentando menor proficiência em re-

lação aos de escolas privadas, exceto no 3º Ano do Ensino Médio Integrado, onde os alunos de escolas públicas apresentaram melhor desempenho. A interação entre ano e escola pública sugere que a diferença de desempenho entre escolas públicas e privadas aumentou em 2021 para o 5º Ano, mas diminuiu para o 9º Ano e o 3º Ano do Ensino Médio Tradicional.

### 5.3 Análise de Componentes Principais (PCA) e Resultados

A PCA foi aplicada para reduzir a dimensionalidade dos dados socioeconômicos. A Figura 5.1 mostra o biplot do PCA e a Figura 5.2 a matriz de correlação das variáveis socioeconômicas.

Figura 5.1: Biplot dos Componentes Principais



O gráfico 5.1 apresenta as observações e as variáveis em um único gráfico, permitindo uma interpretação visual das contribuições de cada variável para os componentes principais.

As setas vermelhas representam as variáveis originais do conjunto de dados. O comprimento e a direção das setas indicam a contribuição dessas variáveis para os componentes principais. Variáveis com setas mais longas, como "Avos\_em\_Casa", "Outros\_em\_Casa", "Geladeira", "Quartos", "TV", "Micro-

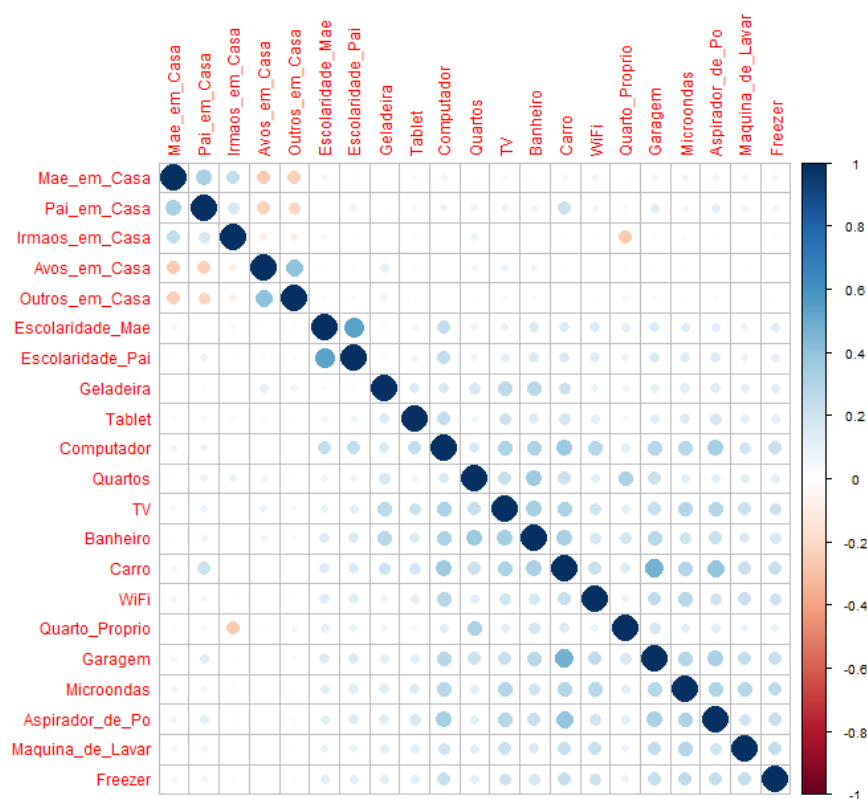
ondas", "Computador", "WiFi", "Garagem" e "Carro", têm uma contribuição maior para os componentes principais. Isso significa que essas variáveis têm uma influência significativa na variação dos dados.

Por outro lado, variáveis com setas mais curtas e próximas ao centro, como "Escolaridade\_Pai", "Escolaridade\_Mae", "Maquina\_de\_Lavar", "Irmaos\_em\_Casa", "Mae\_em\_Casa", "Pai\_em\_Casa", "Freezer" e "Quarto\_Proprio", contribuem menos para os componentes principais.

A direção das setas também é importante: variáveis que apontam na mesma direção estão positivamente correlacionadas, enquanto aquelas que apontam em direções opostas estão negativamente correlacionadas. Por exemplo, variáveis relacionadas à presença de itens eletrônicos e infraestrutura doméstica, como "Computador", "TV" e "WiFi", tendem a agrupar-se e apontar em direções semelhantes, indicando correlação positiva.

Este biplot, portanto, contribui para a PCA ao proporcionar uma visão clara das variáveis que mais influenciam a variação nos dados e como elas se correlacionam entre si, facilitando a identificação de padrões e a interpretação da estrutura subjacente dos dados.

Figura 5.2: Matriz de Correlação das Variáveis Socioeconômicas



A matriz de correlação 5.2 contribui para a PCA ao ajudar a identificar quais variáveis estão mais fortemente correlacionadas. Variáveis altamente correlacionadas fornecem informações redundantes e a PCA pode condensar essas informações em componentes principais, reduzindo a dimensionalidade dos dados sem perder muita informação. Além disso, a matriz de correlação pode ajudar a identificar grupos de variáveis que se movem juntas, o que pode ser útil para interpretar os componentes principais resultantes da PCA.

Tabela 5.5: Proporção de Variância Explicada pelos Componentes Principais

PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8	PC9	PC10	PC11	PC12	PC13	PC14	PC15	PC16	PC17	PC18	PC19	PC20	PC21
0.194	0.094	0.069	0.060	0.058	0.047	0.044	0.041	0.038	0.037	0.036	0.035	0.032	0.031	0.031	0.030	0.028	0.028	0.023	0.023	0.021

A Tabela 5.5 apresenta a proporção de variância explicada por cada um dos primeiros 21 componentes principais. Os primeiros 11 componentes explicam aproximadamente 68% da variância total, justificando sua escolha para a análise subsequente.



A aplicação da PCA para reduzir a dimensionalidade dos dados socioeconômicos mostrou-se eficaz, como evidenciado pelo biplot na Figura 5.1 pela matriz de correlação na Figura 5.2. A Tabela 5.5 revela que os primeiros 11 componentes principais explicam aproximadamente 68% da variância total dos dados, o que é um indicativo de que a PCA conseguiu capturar a maior parte da informação relevante com uma redução significativa no número de variáveis. Esta redução facilita a análise subsequente, permitindo uma interpretação mais clara e gerenciável dos dados complexos. A identificação das variáveis mais influentes e suas correlações proporciona uma compreensão mais profunda das relações socioeconômicas subjacentes, auxiliando na formulação de estratégias e políticas baseadas em evidências sólidas. Portanto, a PCA demonstrou ser uma ferramenta valiosa para a simplificação e interpretação dos dados socioeconômicos, mantendo a integridade da informação essencial para a análise.

Os resultados das regressões lineares utilizando PCA estão apresentados nas Tabelas 5.6 e 5.7.

Tabela 5.6: Regressão Linear: Proficiência em Língua Portuguesa por Ano Escolar (PCA)

	Log(Proficiência LP SAEB)			
	5º Ano	9º Ano	3º EM Tradicional	3º EM Integrado
PC1	-0.007** (0.003)	-0.011*** (0.002)	-0.037*** (0.002)	-0.020** (0.010)
PC2	-0.046*** (0.002)	-0.068*** (0.001)	-0.099*** (0.001)	0.063*** (0.007)
PC3	-0.031*** (0.000)	-0.019*** (0.000)	-0.015*** (0.000)	-0.016*** (0.000)
PC4	-0.015*** (0.000)	-0.013*** (0.000)	-0.010*** (0.000)	-0.008*** (0.000)
PC5	0.021*** (0.000)	0.029*** (0.000)	0.029*** (0.000)	0.028*** (0.000)
PC6	0.005*** (0.000)	0.008*** (0.000)	0.008*** (0.000)	0.013*** (0.000)
PC7	-0.014*** (0.000)	-0.002*** (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)
PC8	0.020*** (0.000)	0.013*** (0.000)	0.014*** (0.000)	0.006*** (0.000)
PC9	0.014*** (0.000)	0.008*** (0.000)	0.003*** (0.000)	0.006*** (0.000)
PC10	0.005*** (0.000)	0.007*** (0.000)	0.002*** (0.000)	-0.003*** (0.001)
PC11	0.008*** (0.000)	0.004*** (0.000)	0.008*** (0.000)	0.012*** (0.001)
Ano 2021	-0.001*** (0.000)	-0.001*** (0.000)	0.003*** (0.000)	0.007*** (0.001)
Pública	-0.022*** (0.000)	-0.024*** (0.000)	-0.020*** (0.000)	-0.018*** (0.000)
Ano * Pública	-0.029*** (0.003)	0.003 (0.002)	0.023*** (0.002)	0.004 (0.010)
Constante	5.434*** (0.002)	5.611*** (0.001)	5.701*** (0.001)	5.632*** (0.007)
Observações	2,254,059	2,256,364	1,597,272	143,245
R <sup>2</sup>	0.108	0.100	0.098	0.095
R <sup>2</sup> ajustado	0.108	0.100	0.098	0.095

Os coeficientes na tabela 5.6 indicam os seguintes impactos nas proficiências em Língua Portuguesa para os diferentes anos escolares, considerando os componentes principais (PCA). Em 2021, houve uma queda de aproximadamente -0,1% na proficiência dos alunos do 5º Ano, estatisticamente significativa ao nível de 1%; uma queda de aproximadamente -0,1% na proficiência dos alunos do 9º Ano, estatisticamente significativa ao nível de 1%; um aumento de aproximadamente +0,3% na proficiência dos alunos do 3º EM Tradicional, estatisticamente significativa ao nível de 1%; e um aumento de aproximadamente +0,7% na proficiência dos alunos do 3º EM Integrado, estatisticamente significativa ao nível de 1

Alunos de escolas públicas têm uma proficiência aproximadamente -2,2% menor no 5º Ano, -2,4% menor no 9º Ano, -2,0% menor no 3º EM Tradicional e -1,8% menor no 3º EM Integrado em relação aos de escolas privadas, todos estatisticamente significativos ao nível de 1

A interação entre ano e escola pública mostrou que a diferença de desempenho entre alunos de escolas públicas e privadas aumentou em 2021 para o 5º Ano, com uma queda adicional de aproximadamente -2,9%, significativa ao nível de 1%. No 9º Ano, a diferença de desempenho não foi estatisticamente significativa. No 3º EM Tradicional, a diferença de desempenho diminuiu em 2021, com um aumento de aproximadamente +2,3%, significativa ao nível de 1%. No 3º EM Integrado, a diferença de desempenho não foi estatisticamente significativa.

Esses resultados indicam que, ao considerar os componentes principais, há uma mistura de quedas e aumentos na proficiência em Língua Portuguesa em 2021, com variações significativas dependendo do tipo de escola e do ano escolar. Alunos de escolas públicas continuam apresentando menor proficiência em relação aos de escolas privadas. A interação entre ano e escola pública sugere que a diferença de desempenho entre escolas públicas e privadas aumentou em 2021 para o 5º Ano, mas diminuiu para o 3º Ano do Ensino Médio Tradicional.

Tabela 5.7: Regressão Linear: Proficiência em Matemática por Ano Escolar (PCA)

	Log(Proficiência MT SAEB)			
	5º Ano	9º Ano	3º EM Tradicional	3º EM Integrado
PC1	-0.019*** (0.003)	-0.030*** (0.002)	-0.056*** (0.002)	-0.054*** (0.011)
PC2	-0.031*** (0.002)	-0.084*** (0.001)	-0.134*** (0.001)	0.043*** (0.008)
PC3	-0.031*** (0.000)	-0.023*** (0.000)	-0.020*** (0.000)	-0.023*** (0.000)
PC4	-0.014*** (0.000)	-0.013*** (0.000)	-0.012*** (0.000)	-0.010*** (0.000)
PC5	0.017*** (0.000)	0.023*** (0.000)	0.026*** (0.000)	0.027*** (0.000)
PC6	0.005*** (0.000)	0.006*** (0.000)	0.005*** (0.000)	0.011*** (0.000)
PC7	-0.010*** (0.000)	-0.001*** (0.000)	0.001*** (0.000)	0.002*** (0.000)
PC8	0.014*** (0.000)	0.011*** (0.000)	0.013*** (0.000)	0.004*** (0.001)
PC9	0.007*** (0.000)	0.003*** (0.000)	-0.002*** (0.000)	0.002*** (0.001)
PC10	0.005*** (0.000)	0.006*** (0.000)	0.002*** (0.000)	-0.002*** (0.001)
PC11	0.007*** (0.000)	0.003*** (0.000)	0.007*** (0.000)	0.013*** (0.001)
Ano 2021	-0.001*** (0.000)	-0.002*** (0.000)	0.002*** (0.000)	0.005*** (0.001)
Pública	-0.016*** (0.000)	-0.020*** (0.000)	-0.018*** (0.000)	-0.018*** (0.001)
Ano * Pública	-0.034*** (0.003)	0.006*** (0.002)	0.028*** (0.002)	0.015 (0.011)
Constante	5.481*** (0.002)	5.640*** (0.001)	5.733*** (0.001)	5.666*** (0.008)
Observações	2,254,059	2,256,364	1,597,272	143,245
R <sup>2</sup>	0.125	0.110	0.112	0.121
R <sup>2</sup> ajustado	0.125	0.110	0.112	0.121

Os coeficientes na tabela indicam os seguintes impactos nas proficiências em Matemática para os diferentes anos escolares, considerando os componentes principais (PCA). Em 2021, houve uma queda de aproximadamente -0,1% na proficiência dos alunos do 5º Ano, estatisticamente significativa ao nível de 1%; uma queda de aproximadamente -0,2% na proficiência dos alunos do 9º Ano, estatisticamente significativa ao nível de 1%; um aumento de aproximadamente +0,2% na proficiência dos alunos do 3º EM Tradicional, estatisticamente significativa ao nível de 1%; e um aumento de aproximadamente +0,5% na proficiência dos alunos do 3º EM Integrado, estatisticamente significativa ao nível de 1

Alunos de escolas públicas têm uma proficiência aproximadamente -1,6% menor no 5º Ano, -2,0% menor no 9º Ano, -1,8% menor no 3º EM Tradicional e -1,8% menor no 3º EM Integrado em relação aos de escolas privadas, todos estatisticamente significativos ao nível de 1

A interação entre ano e escola pública mostrou que a diferença de desempenho entre alunos de escolas públicas e privadas aumentou em 2021 para o 5º Ano, com uma queda adicional de aproximadamente -3,4%, significativa ao nível de 1%. No 9º Ano, a diferença de desempenho aumentou em 2021 com um aumento de aproximadamente +0,6%, significativo ao nível de 1%. No 3º EM Tradicional, a diferença de desempenho aumentou em 2021 com um aumento de aproximadamente +2,8%, significativo ao nível de 1%. No 3º EM Integrado, a interação não foi significativa.

#### **5.4 Análise Comparativa**

Os resultados das regressões sem variáveis socioeconômicas mostram que, no geral, houve uma queda significativa na proficiência tanto em Língua Portuguesa quanto em Matemática em 2021. A inclusão das variáveis socioeconômicas melhora o ajuste dos modelos e revela que essas variáveis explicam uma parte substancial da variabilidade no desempenho dos alunos. A aplicação da PCA para reduzir a dimensionalidade dos dados socioeconômicos indica que os

primeiros 11 componentes principais explicam aproximadamente 68% da variância total. As regressões utilizando esses componentes principais confirmam os resultados anteriores, mas oferecem uma interpretação mais agregada dos efeitos das variáveis socioeconômicas.

A análise detalhada dos coeficientes das variáveis Ano 2021, Escola Pública e Interação entre Escola Pública e Ano 2021 para todas as séries revela o impacto significativo da pandemia de COVID-19 no desempenho dos alunos. Em 2021, a proficiência em Língua Portuguesa e Matemática foi significativamente menor, especialmente para alunos de escolas públicas. A interação entre Escola Pública e Ano 2021 mostrou que a desigualdade educacional existente aumentou para o 5º Ano, enquanto diminuiu para o 9º Ano e o 3º Ano do Ensino Médio Tradicional.

De forma geral, os coeficientes das variáveis Ano 2021, Escola Pública e Interação entre Escola Pública e Ano 2021 mostram variações significativas no desempenho dos alunos. A inclusão das variáveis socioeconômicas nas regressões detalhadas capturou mais variação na proficiência dos alunos, enquanto os componentes principais agregaram as variáveis de maneira a reduzir a multicolinearidade, resultando em uma interpretação mais geral dos impactos. Esses resultados sugerem que a pandemia teve um impacto negativo maior nos alunos de escolas públicas, exacerbando as desigualdades educacionais existentes no 5º Ano, mas reduzindo-as no 9º Ano e no 3º Ano do Ensino Médio Tradicional.

## 6 Conclusão

A presente monografia teve como principal objetivo investigar como a pandemia de COVID-19 influenciou a desigualdade no desempenho dos alunos de escolas públicas e privadas no Brasil, com foco nas disciplinas de Língua Portuguesa e Matemática. Utilizando dados do SAEB de 2019 e 2021, aplicamos modelos de regressão linear para avaliar as mudanças nos desempenhos dos alunos e utilizamos variáveis socioeconômicas juntamente com a análise de componentes principais (PCA) para controlar a amostra.

Os resultados das análises mostraram que a pandemia teve um impacto negativo significativo no desempenho dos alunos em ambas as disciplinas, sendo mais acentuado nas escolas privadas. Para a Série 5, não houve impacto significativo, mas nas Séries 9, 12 e 13, a queda no desempenho foi evidente. Em Matemática, os alunos das escolas privadas apresentaram uma queda mais acentuada em comparação com os alunos das escolas públicas, exceto na Série 5. Esses achados sugerem que a pandemia alterou as desigualdades existentes no sistema educacional brasileiro, com variações significativas entre os diferentes tipos de escolas.

A inclusão das variáveis de controle derivadas da PCA foi essencial para capturar as características dos alunos e proporcionar uma análise mais robusta. Essas variáveis incluíram fatores como a presença de recursos educacionais em casa e o contexto socioeconômico, que são cruciais para entender a complexidade das diferenças de desempenho observadas. A variabilidade na composição dos alunos das escolas privadas entre 2019 e 2021 também foi um fator importante que influenciou os resultados, justificando a necessidade de um controle rigoroso das características dos alunos nas análises.

Esses resultados têm importantes implicações para a formulação de políticas educacionais. É evidente a necessidade de intervenções específicas para mitigar os impactos da pandemia, especialmente focadas nos alunos

mais vulneráveis. Programas de recuperação e reforço escolar, especialmente em Matemática e Língua Portuguesa, são essenciais para ajudar os alunos a recuperar o atraso no aprendizado. Além disso, investir em infraestrutura tecnológica e capacitação de professores para o ensino híbrido é crucial para preparar as escolas para possíveis futuras interrupções.

A pandemia também destacou a importância de políticas que promovam a equidade educacional. O suporte financeiro para famílias de baixa renda e o acesso universal a recursos educacionais digitais são fundamentais para reduzir as desigualdades exacerbadas pela pandemia. As escolas públicas, que geralmente atendem alunos de contextos socioeconômicos mais desafiadores, precisam de recursos adicionais para garantir que todos os alunos tenham oportunidades equitativas de aprendizagem.

Além das implicações práticas, esta monografia contribui para a literatura sobre os impactos da pandemia de COVID-19 na educação. A aplicação de modelos de regressão linear combinados com PCA oferece uma abordagem robusta para analisar dados educacionais complexos e pode servir como referência para estudos futuros. As descobertas reforçam a importância de uma abordagem baseada em evidências para a formulação de políticas educacionais e destacam a necessidade de um monitoramento contínuo dos impactos da pandemia no sistema educacional.

Em conclusão, a investigação dos impactos da pandemia de COVID-19 no desempenho educacional no Brasil revela desafios significativos e destaca a necessidade de políticas educacionais adaptativas e equitativas. Os resultados obtidos fornecem insights valiosos para a formulação de políticas públicas que possam mitigar os impactos negativos e promover uma educação de qualidade para todos, independentemente do contexto socioeconômico. Esta monografia, portanto, não apenas contribui para o entendimento dos efeitos da pandemia na educação, mas também oferece recomendações práticas para enfrentar os desafios e construir um sistema educacional mais resiliente e inclusivo.



## 7 Referências Bibliográficas

d'Aguiar, R. F., da Silva, J. M., da Silva, A. M. J. F., Marques, M., de Gaspi, R. H. (2020). Consequências da Pandemia. Revista do Fórum Internacional de Ideias, 11(1), 12-12.

Senkevics, A. S., Bof, A. M. (2022). Desigualdades educacionais na pandemia. Cadernos de Estudos e Pesquisas em Políticas Educacionais, 7.

Cunha, L. F. F. da, Silva, A. S., Silva, A. P. da. (2020). O ensino remoto no Brasil em tempos de pandemia: diálogos acerca da qualidade e do direito e acesso à educação. Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal.

Senkevics, A. S., Basso, F. V., Caseiro, L. C. Z. (2022). Impactos da Pandemia no Acesso à graduação. Cadernos de Estudos e Pesquisas em Políticas Educacionais, 7.

Costa, B. L. D., Brandão, L. (2022). A resposta educacional dos municípios à Covid-19: Diversidade, trajetória e desigualdades. Cadernos Gestão Pública e Cidadania, 27(87), e86203-e86203.

Lichand, G., Alberto Doria, C. (2022). The lasting impacts of remote learning in the absence of remedial policies: evidence from Brazil. The Lasting Impacts of Remote Learning in the Absence of Remedial Policies: Evidence from Brazil (September 3, 2022).

Costa, B. L. D., Brandão, L. (2022). A resposta educacional dos municípios à Covid-19: Diversidade, trajetória e desigualdades. Cadernos Gestão Pública e Cidadania, 27(87), e86203-e86203.

Behar, P. A. (2020). O ensino remoto emergencial e a educação a distância. Rio Grande do Sul: UFRGS, 14(8).

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. Microdados do Saeb 2019. Brasília: Inep, 2019. Disponível em: [https://download.inep.gov.br/microdados/microdados\\_saeb\\_2019.zip](https://download.inep.gov.br/microdados/microdados_saeb_2019.zip). Acesso em: 25 jun. 2024.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. Microdados do Saeb 2021. Brasília: Inep, 2021.  
Disponível em: [https://download.inep.gov.br/microdados/microdados\\_saeb\\_2021\\_ensino\\_fundamental\\_e\\_medio.zip](https://download.inep.gov.br/microdados/microdados_saeb_2021_ensino_fundamental_e_medio.zip). Acesso em: 25 jun. 2024.