

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA
DO RIO DE JANEIRO



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA

MONOGRAFIA DE FINAL DE CURSO

ESTUDO SOBRE VALOR ADICIONADO DOS PROFESSORES NO PIAUÍ

Anna Berggren

1910510

Orientador: Marcio Gold Firmo

Coorientador: Dr. Vitor Azevedo Pereira Pontual

Rio de Janeiro, Brasil

Dezembro de 2022

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA
DO RIO DE JANEIRO



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA

MONOGRAFIA DE FINAL DE CURSO

ESTUDO SOBRE VALOR ADICIONADO DOS PROFESSORES NO PIAUÍ

Anna Berggren

1910510

Orientador: Marcio Gold Firmo

Coorientador: Dr. Vitor Azevedo Pereira Pontual

Rio de Janeiro, Brasil

Dezembro de 2022

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

As opiniões expressas neste trabalho são de responsabilidade única e exclusiva do autor.

Índice

1 – Introdução	8
2 – Motivação	9
3 – Revisão Literária	10
4 – Método	13
5 – Dados	15
5.1 – Fontes de Dados	15
5.2 – Processamento dos Dados	16
5.3 – Estatísticas Descritivas	19
6 – Resultados	23
6.1 – Correlação Simples	23
6.2 – Valor Adicionado do Professor (VAP)	25
6.3 – Extensões	30
6.3.1 – Relação entre VAPs e PIB municipal	30
6.3.2 – Futuros Desenvolvimentos	31
7 – Conclusão	32
8 – Referências Bibliográficas	34

Lista de Tabelas

Tabela 1	22
Tabela 2	23
Tabela 3	24
Tabela 4	24
Tabela 5	25
Tabela 6	26
Tabela 7	27
Tabela 8	28
Tabela 9	30

Lista de Figuras

Figura 1	20
Figura 2	21
Figura 3	26
Figura 4	27
Figura 5	29

Resumo

Este trabalho utilizou uma base de dados inédita para calcular o Valor Adicionado dos Professores (VAP) no Estado do Piauí, utilizando microdados do Sistema de Avaliação Educacional do Piauí (SAEPI). Resultados preliminares apontam que alunos com professores no decil menos efetivo aprendem anualmente apenas metade que alunos com professores no decil mais efetivo, sugerindo que a alocação de professores para os alunos com maiores déficits de aprendizagem pode ser uma política bastante efetiva de combate à desigualdade educacional, e, conseqüentemente, à desigualdade de renda.

1. Introdução

O papel da educação é extremamente importante para um país, e professores são uma grande parte desse tema. Assim, estudar o impacto que eles têm na escolaridade de um país em desenvolvimento, e o que afeta a capacidade de ensino dos professores, é benéfico para estabelecer estratégias de ensino. Dessa forma, essa monografia tem o objetivo de estimar o efeito dos professores na aprendizagem, ou seja, o quanto o desempenho de um aluno varia apenas devido ao professor que teve, e não por algum outro motivo. Assim, encontramos a estimativa que desejamos, chamada de valor adicionado dos professores (VAP).

Essa monografia tem como base a Dissertação de Mestrado “*Contribuição Dos Professores Ao Aprendizado Dos Alunos No Estado Do Rio De Janeiro*” de Paola Maida Cazulo Venturini, publicada em 2020, que utiliza dados das provas estaduais SAERJINHO e do Censo Escolar, de 2011 a 2013, para calcular os valores adicionados dos professores do estado do Rio de Janeiro. Nesse estudo, utilizaremos dados da SAEPI e do Censo Escolar, de 2015 a 2018. Com isso, seremos capazes de calcular o valor adicionado dos professores do Piauí, e explorar sua relação com desigualdade.

Como a maior parte das pesquisas sobre VAP são de países desenvolvidos, e a dissertação da Paola Maida Cazulo Venturini é o único estudo que calcula isso de forma robusta para o Brasil, essa monografia está ajudando a trazer mais conhecimento sobre esse tema para países em desenvolvimento. Além disso, pode-se apontar algumas vantagens sobre esse estudo, que estão listadas na próxima seção.

Para realizar a estimação do valor adicionado, é utilizado, parcialmente, o método usado no estudo que temos como base, de Paola Maida Cazulo Venturini, que por sua vez usou a metodologia empregada em Kane e Staiger (2008) e Bau e Das (2020), descrita na seção 4. Após realizada a análise empírica, teremos o valor adicionado de cada professor do estado, e com isso é possível investigar como ele se relaciona com aspectos de equidade. Podemos, por exemplo, procurar entender se professores melhores se encontram em contextos socioeconômicos mais favorecidos (ou talvez o contrário).

2. Motivação

A importância da educação no desenvolvimento de um país e a desigualdade dele é evidente, e entender os motivos para alunos aprenderem mais ou menos é essencial. Assim, analisar a eficácia de cada professor, e como seus atributos, e das escolas, podem afetar essa eficácia, é muito relevante.

Não são muitos os estudos sobre valor adicionado dos professores para países em desenvolvimento, sendo a maioria deles para países desenvolvidos. Para o Brasil, a dissertação da Paola Maida Cazulo Venturini é o único estudo que calcula isso de forma robusta. Assim, essa monografia está contribuindo para aumentar a pesquisa para o Brasil e países em desenvolvimento. Além disso, essa monografia tem o potencial de ter algumas vantagens em relação à pesquisa de Paola Maida Cazulo Venturini: em primeiro lugar, temos que a SAEPI usa Teoria da Resposta ao Item (TRI), enquanto o SAERJINHO não, e o uso da TRI permite comparação com as notas do SAEB e da Prova Brasil, e deve entregar estimativas mais robustas. Em segundo lugar, os dados utilizados serão de 2015 a 2018, enquanto o estudo que estamos utilizando como base usou apenas de 2011 a 2013. Em terceiro lugar, o estudo a ser realizado será feito a partir de informações do Piauí, local com menos desenvolvimento econômico. Um estudo realizado pelo IBGE declarou que esse estado nordestino teve o quarto menor rendimento domiciliar per capita de 2019¹. A pesquisa da dissertação de mestrado em que nos baseamos utilizou dados do Rio de Janeiro, e essa diferença entre as características dos dois estados pode trazer interpretações interessantes, inclusive para a questão da desigualdade educacional. A relação entre equidade e o VAP apenas começou a ser abordada na pesquisa do Rio de Janeiro, e podem ser mais exploradas.

¹ Disponível em: <https://g1.globo.com/pi/piaui/noticia/2020/02/28/piaui-tem-a-quarta-menor-renda-domiciliar-per-capita-do-pais-revela-ibge.ghtml>

3. Revisão Literária

Entender o que é importante no processo educacional de um país é de extrema importância por vários motivos. Assim, torna-se essencial entender questões como qual é a importância dos professores, das escolas, do tamanho das turmas, de diferentes práticas pedagógicas, entre outros, para o aprendizado. Esse trabalho, especificamente, tem o objetivo de estudar o impacto dos professores na educação, assim como foi realizado no estudo de Paola Maida Cazulo Venturini.

Ainda não se tem uma resposta definida sobre o que torna um professor bom ou ruim, ou como medir isso. No entanto, podemos entender a importância que a eficácia do professor tem na determinação da qualidade da escola, visto que diminuir uma turma em dez alunos tem um benefício menor do que mover em um desvio padrão para cima na distribuição da qualidade do professor (Rivkin, Hanushek e Kain, 2005).

Enquanto por anos a literatura buscava estabelecer uma ligação entre características específicas de professores e seus resultados, os resultados encontrados consistentemente por quatro décadas eram de que não havia uma relação próxima entre os dois, gerando um questionamento acerca da importância dos professores. Assim, com a introdução do método do valor adicionado do professor, há uma mudança para uma estrutura de pesquisa com abordagem menos paramétrica, e essa transformação trouxe evidência da importante diferença entre a eficácia de professores, mesmo dentro de escolas. Contudo, essa nova abordagem trouxe suas complicações, gerando um debate acerca dela (Hanushek e Rivkin, 2010).

Nesse modelo de estimar a eficácia dos professores, tem-se a tarefa analítica de separar a contribuição dos professores da contribuição de outros fatores, como família, escola, comunidade e o próprio aluno (Hanushek, Rivkin e Schiman, 2016). Uma das perguntas a respeito do VAP é sobre o seu viés. Até o presente, contudo, não há evidência de que as estimativas são substancialmente tendenciosas. É preciso considerar, contudo, também, sua estabilidade estatística (Koedel et al., 2015).

Mais adiante na monografia, trataremos do método da contração empírica de Bayes. É comum, ao estimar valor adicionado, empregar a correção semi-paramétrica de

Bayes, para tratar de imprecisões (Koedel et al., 2015). Esse é o método utilizado na pesquisa de Paola Maida Cazulo Venturini, que é o mesmo usado por Kane e Staiger (2008) e Bau e Das (2020).

Apesar da grande necessidade de dados para a realização da estimação do valor adicionado dos professores, temos que a maior parte dos estudos sobre esse tema são realizados em países desenvolvidos. Assim, o objetivo da dissertação de mestrado de Paola Maida Cazulo Venturini é aumentar a quantidade de pesquisas direcionadas a países em desenvolvimento, especialmente o Brasil, que tem uma falta de estudos, considerando as limitações de trabalhos como os de Moriconi (2012) e Ferraz e Fernandes (2014), mencionadas na dissertação.

Na dissertação, Paola Maida Cazulo Venturini aponta os estudos de Araujo et al (2016), Bau e Das (2020), Ferraz e Fernandes (2014) e Moriconi (2012), entre os estudos em países em desenvolvimento. Uma vantagem da sua dissertação em relação a todos esses estudos é o fato que, diferentemente deles, os alunos são do ensino médio. A sua pesquisa é, na verdade, a primeira no Brasil que faz isso, e os dados dessa etapa educacional tem a vantagem de que muitas vezes se tem o mesmo professor em várias salas, e eles são de determinadas matérias escolares.

No trabalho “*Contribuição Dos Professores Ao Aprendizado Dos Alunos No Estado Do Rio De Janeiro*” de Paola Maida Cazulo Venturini, se estimou o valor adicionado de mais de 5 mil professores, utilizando dados de aproximadamente 225 mil alunos. Também se correlacionou as probabilidades de abandono escolar, reprovação e aprovação ao valor adicionado dos professores da escola. Podemos avaliar os resultados obtidos nesse estudo para comparar com os alcançados nessa monografia.

De acordo com os resultados alcançados na dissertação de mestrado, melhorar em um desvio padrão a qualidade do professor aumenta as pontuações nos testes de língua portuguesa e matemática 19-20% desvio padrão, o que caminha no mesmo sentido de outras pesquisas em países em desenvolvimento. Além disso, também se encontra que a variância do efeito professor explica 6% da variação total das notas nas duas disciplinas. Outro resultado interessante é que, aparentemente, os professores que lecionam em apenas uma escola e sempre corrigem o dever de casa, a escola ter gestão boa, e os alunos na escola terem um nível socioeconômico maior são todas características relacionadas a

um maior valor adicionado dos professores. Esse último item é especialmente interessante devido a sua relação com desigualdade.

Em relação à desigualdade, é importante entender o papel que a educação, e os professores, podem ter no futuro dos alunos, e não apenas nos seus resultados escolares. Chetty et al. (2014b) estuda exatamente essa questão, e encontra que, ao aumentar em um desvio padrão o valor adicionado do professor, em uma série, temos que a probabilidade de estudar em uma universidade aumenta em 0.82 pontos percentuais, aumenta a qualidade das universidades que estudam, e aumenta o rendimento anual em 1.3%. Se esse valor permanecer constante, os alunos teriam um ganho de aproximadamente \$39,000 ao longo da vida, em média. O estudo também obtém que melhora na qualidade de professor aumenta a participação em planos de aposentadoria do tipo 401(k), diminui a chance de se ter um filho quando ainda é adolescente, e aumenta a qualidade do bairro em que o aluno deve morar. Esses resultados tornam evidente a influência da educação na sociedade como um todo, sendo capaz de afetar diversos aspectos da vida das pessoas. De acordo com a dissertação de Paola Maida Cazulo Venturini, os professores de maior valor adicionado em 2013, em média, estavam nas escolas onde as notas dos alunos já eram maiores, em média, o que representa um problema para o país, assim como o seu outro resultado encontrado, mencionado acima, de como os alunos com um maior nível socioeconômico em uma escola estão associados a um maior valor adicionado dos professores. Essa relação mostra uma tendência de manter desigualdade educacional, e dessa forma, desigualdade de renda.

Nessa monografia, pretendemos estudar o valor adicionado dos professores no estado do Piauí e relacionar nossos resultados com desigualdade. Teremos como objetivo investigar questões como: os professores de maior valor adicionado estão indo para lugares mais ou menos privilegiados socioeconomicamente? Qual seria o impacto sobre a desigualdade educacional, e de renda, se professores com maior valor adicionado fossem alocados para alunos com menores níveis socioeconômicos?

4. Método

O método utilizado na monografia será uma simplificação do método utilizado por Bau e Das (2020), que realizaram o cálculo de valor adicionado dos professores de Punjab.² Utilizando um painel de alunos e professores ao longo do tempo, os autores foram capazes de estimar o desempenho previsto de cada aluno anualmente. Comparando o desempenho previsto com aquele efetivamente observado, obtém-se o valor adicionado de cada professor.

Tal método foi replicado na dissertação de mestrado “*Contribuição Dos Professores Ao Aprendizado Dos Alunos No Estado Do Rio De Janeiro*” de Paola Maida Cazulo Venturini. Para estimar o valor adicionado, foi estimado qual seria o desempenho de certo aluno utilizando informações sobre ele, e depois observado qual foi seu verdadeiro desempenho, pois o valor adicionado que estimamos é a diferença entre o que esperamos que fosse seu resultado e a realidade. A pesquisa de Paola Maida Cazulo Venturini usa o método usado por Kane e Staiger (2008) e Bau e Das (2020), no qual é necessária a estimação das variâncias do efeito do professor, da turma, da escola e individual, para combinar com as estimativas dos efeitos fixos de turma, e então utilizar o método da contração empírica de Bayes. Usam-se as estimativas dos efeitos fixos da turma e das variâncias do efeito da turma e individual para criar médias ponderadas dos efeitos de turma para professor, e depois as multiplicam pelo fator de correção de Bayes. Portanto, idealmente gostaríamos de montar um painel de alunos e professores ao longo do tempo e ligar com as variáveis do Censo Escolar, para replicar todos os passos realizados nesses estudos. Gostaríamos então de estimar a seguinte equação:

$$nota_{it} = \alpha_i + nota_{i(t-1)} + \theta_j + X_{it} + Z_{kt} + \epsilon_{it}$$

² Tal método usado no estudo que estamos usando como base, a dissertação de mestrado “*Contribuição Dos Professores Ao Aprendizado Dos Alunos No Estado Do Rio De Janeiro*” de Paola Maida Cazulo Venturini.

Em que alfa é o efeito-fixo de aluno, theta o efeito-fixo de professor, X são controles ao nível de indivíduo e Z controles ao nível da escola. Com os efeitos-fixos de professores estimados, poderíamos analisar as correlações entre esses e duas características, buscando, por exemplo, responder a perguntas de quais as características dos professores mais efetivos.

Entretanto, após o estudo e a manipulação das bases de dados – que serão descritos na próxima seção – encontramos algumas dificuldades nas bases de dados do SAEPI. Em primeiro lugar, o número identificador do aluno não era capaz de identificar distintos alunos ao longo do tempo, o que nos fez abandonar, nesta versão do trabalho, a ideia de montar um painel com vários anos. Além disso, as variáveis de características de alunos e professores, que poderiam ser usadas como controles e permitir as correlações entre valor adicionado e estimado dos professores e suas características, também tinham muitas falhas. Logo, para este trabalho partimos para uma estratégia mais simplificada, deixando para desenvolvimento futuro os passos supracitados.

Basicamente, iremos estimar o desempenho dos alunos em um determinado ano como função de seu desempenho no ano anterior e de uma série de dummies de turma. Sob a hipótese de que, nos nossos dados, uma turma é dada por um professor, os efeitos fixos de turma estimados são serão equivalentes aos efeitos de cada professor, ou, colocado de outra forma, ao valor adicionado de cada professor. Empiricamente, serão estimadas as seguintes equações:

$$nota_{it} = \alpha + \beta \times nota_{i(t-1)} + \theta_j + \epsilon_{it}$$

Conforme já descrito, os efeitos fixos de turma serão então analisados como o valor adicionado de cada professor, a cada ano, naquela turma.

Futuramente, podem ser investigados como esses efeitos fixos se relacionam com uma série de características, tanto das escolas, quanto dos professores, dos municípios e seus sistemas educacionais.

5. Dados

5.1. Fontes de Dados

Nesta monografia, utilizamos duas fontes dados: (i) dados do Sistema de Avaliação Educacional do Piauí (SAEPI) e (ii) dados do Censo Escolar, do INEP. De fato, uma das contribuições deste trabalho é a utilização dos microdados do SAEPI, que ainda não foram explorados em outro estudo, até onde sabemos.

O SAEPI foi criado em 2011 a fim de diagnosticar o nível de aprendizado dos alunos da rede estadual de educação do Piauí. São aplicados anualmente, de modo censitário, isto é, abrangendo todos os alunos, testes e questionários dos 6º ao 9º ano do Ensino Fundamental, e do 1º ao 3º ano do Ensino Médio.³ No presente trabalho, utilizamos os microdados – ou seja, os dados individuais – das notas dos alunos no 1º, 2º e 3º anos do Ensino Médio, nos anos de 2015 a 2018, nas provas de Língua Portuguesa e Matemática.

O Censo Escolar é o principal instrumento de coleta de informações da educação básica do país. É uma ferramenta que coleta anualmente dados educacionais de âmbito nacional, implementado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (INEP). Ele coleta dados sobre movimento e rendimento escolar, e sobre estabelecimentos de ensino e o pessoal envolvido. Nesse trabalho, utilizamos as planilhas de movimento e de rendimento escolar para o Estado do Piauí nos anos de 2015 a 2018. Essas planilhas possuem, entre outras informações, dados dos nomes dos alunos, as escolas em que estudam e um código identificador único de aluno.

³ Disponível em: <https://ajuda.focoescola.com.br/hc/pt-br/articles/360037061673-O-que-%C3%A9-o-SAEPI->

5.2 Processamento dos Dados

Nesta subseção descrevemos os procedimentos utilizados para a preparação das bases de dados para as análises desenvolvidas.

Para calcularmos o valor adicionado do professor em um determinado ano t , precisamos de uma base de dados que contenha no mínimo as seguintes informações: (i) nota do aluno no ano t , (ii) nota do aluno no ano $t-1$ e (iii) um identificador do professor. Para o presente trabalho, não foi possível identificar o professor com base nos dados do SAEPI. Porém, conseguimos identificar a escola e a turma. Assim, iremos de fato calcular o valor adicionado da turma – isto é, em média, o quanto cada aluno naquela turma aprendeu ao longo do ano t . Sob a hipótese de que a cada turma corresponde um professor, esse será o valor adicionado daquele professor.

Para realizar os cálculos dessa monografia, devemos estudar e tratar os dados dessas fontes, filtrando pelas informações relevantes e conectando as informações de diferentes bases. Como explicado acima, iremos calcular o valor adicionado para os anos de 2016, 2017 e 2018. Para cada um desses cálculos, é preciso montar um painel com os alunos em que cada linha contenha a nota no ano t , a nota no ano $t-1$ e a sua turma. Na base de dados, temos as notas dos alunos em Língua Portuguesa e Matemática.

Inicialmente, notamos que as variáveis que esperávamos que pudessem servir de chave única para ligar um determinado aluno ao longo do tempo não eram capazes de fazê-lo, dado que variavam ao longo dos anos. Sendo assim, como alternativa para colocar em uma mesma base de dados os alunos de anos distintos, em forma de painel, isto é, identificando-os em dois anos distintos, usaremos as variáveis de Nome do Aluno e Código da Escola como a chave única. A seguir, descrevemos o algoritmo para a montagem das bases de dados utilizadas, começando por Língua Portuguesa, e o ano de 2018.

Primeiro, é preciso ter a planilha de Desempenho dos alunos em Língua Portuguesa e Matemática, que contém informações relevantes como o nome do aluno, sua série, turma, escola, região, e nota no teste. Em seguida, torna-se necessário retirar todos

os alunos que possuem a variável “FL_AVALIADO” igual a zero, visto que parece ser uma *dummy* em relação a ter a nota dos testes do aluno ou não. Dessa forma, mantemos apenas “FL_AVALIADO” igual a 1, ou seja, apenas os estudantes que tem as notas para utilizá-las no cálculo do valor adicionado do professor. Depois, também é importante retirar todos os nomes duplicados devido à repetição de alguns alunos na planilha.

A planilha de microdados de Desempenho em Língua Portuguesa no ano de 2018 possuía inicialmente 136 659 observações. Mantendo apenas os alunos que realmente fizeram a prova, ficamos então com 107 251 observações. Em seguida, retiramos da base os alunos que possuem nomes completos idênticos, mantendo um deles. Assim, ficamos com 104 178 observações.

Além dessa planilha, agora preparada para seu uso mais à frente, também temos o relatório com relação de alunos e seus respectivos rendimentos/movimentos, que contém informações como o nome do aluno, um código do aluno, que é importante para sua identificação, série, turma, escola, e situação acadêmica: “Aprovado”, “Reprovado”, “Aprovado concluinte” ou “Transferido”. Novamente, faz-se necessário retirar as duplicatas, mas dessa vez o processo é facilitado pela presença de um código de aluno. De inicialmente 304 397 observações, restaram 291 535 observações únicas, isto é, com código do aluno que não se repete.

Precisamos então fazer o merge entre essa planilha, de Rendimento e Movimento, com a planilha de Desempenho. Para o merge, utilizamos como chave o Código da Escola “CD_ESCOLA” e Nome do Aluno “NM_ALUNO”. O resultado é que, dos 104 178 alunos na planilha de Desempenho e dos 291 535 alunos na planilha de Rendimento e Movimento, conseguimos encontrar em comum 96 063 alunos. A vantagem da base de dados Rendimento e Movimento, do INEP, é que o código do aluno se mantém inalterado ao longo dos anos. Sendo assim, poderemos utilizá-lo como chave para juntar distintos anos, e comparar as notas do aluno, que se encontram nas bases de dados de Desempenho. Por isso que o merge realizado pelo nome e escola do aluno é importante para nosso estudo.

Por fim, usando como chave o código de turma “CD_TURMA”, juntamos ao merge de Desempenho e Rendimento a base de dados de professores do SAEPI. Antes disso, no entanto, retiramos da planilha dos professores as duplicatas das turmas, reduzindo pela metade a planilha, indo de 9484 para 4742 observações. Ao fazer o merge,

passamos de 96 063 para 96 039 observações. Agora, temos uma planilha com o nome dos alunos, suas escolas, regiões, séries, turmas, notas, código de aluno, situação acadêmica, e o que acreditamos ser os professores. No entanto, devido a dificuldades encontradas em outros anos, adotamos nessa monografia a hipótese de que a turma corresponde a um professor.

Para calcular o valor adicionado do professor, é preciso também as notas do ano anterior, para assim ser possível observar, mantendo todo o resto constante, qual foi o efeito do professor no desempenho escolar do aluno em 2018. Para isso, repetimos o processo descrito acima, mas agora para o ano de 2017. Depois, para calcular o efeito do professor em 2017, utilizamos as notas desse ano e de 2016, e para 2016, usamos as notas de 2016 e 2015. Cada vez, repete-se o processamento de dados explicado acima.

A planilha do Desempenho em Língua Portuguesa em 2017 tem 137 164 observações, e depois de manter apenas os alunos com as notas dos testes na planilha, e tirar os alunos com nomes iguais, mas mantendo um deles, a planilha vai para, respectivamente, 109 558 observações e depois 104 882 observações. A planilha de Rendimento e Movimento em 2017 tem 306 286 observações, e após retirar os alunos com códigos repetidos, mas sobrando um deles, 289 568 observações. As duas planilhas então se juntam, utilizando como chave o código da escola e nome do aluno, e encontramos 76 343 observações. Por último, para calcular o efeito do professor, precisamos juntar as planilhas de 2018 e 2017, encontrando através do código do aluno, presente na planilha de Rendimento e Movimento do INEP, o aluno nos dois anos para então comparar suas notas em Língua Portuguesa. Ao juntar essas planilhas pelo código do aluno, uma com 96 039 e a outra com 76 343 observações, encontramos em comum 29 152 alunos, ou seja, muitos alunos foram perdidos, mas ainda temos uma quantidade considerável.

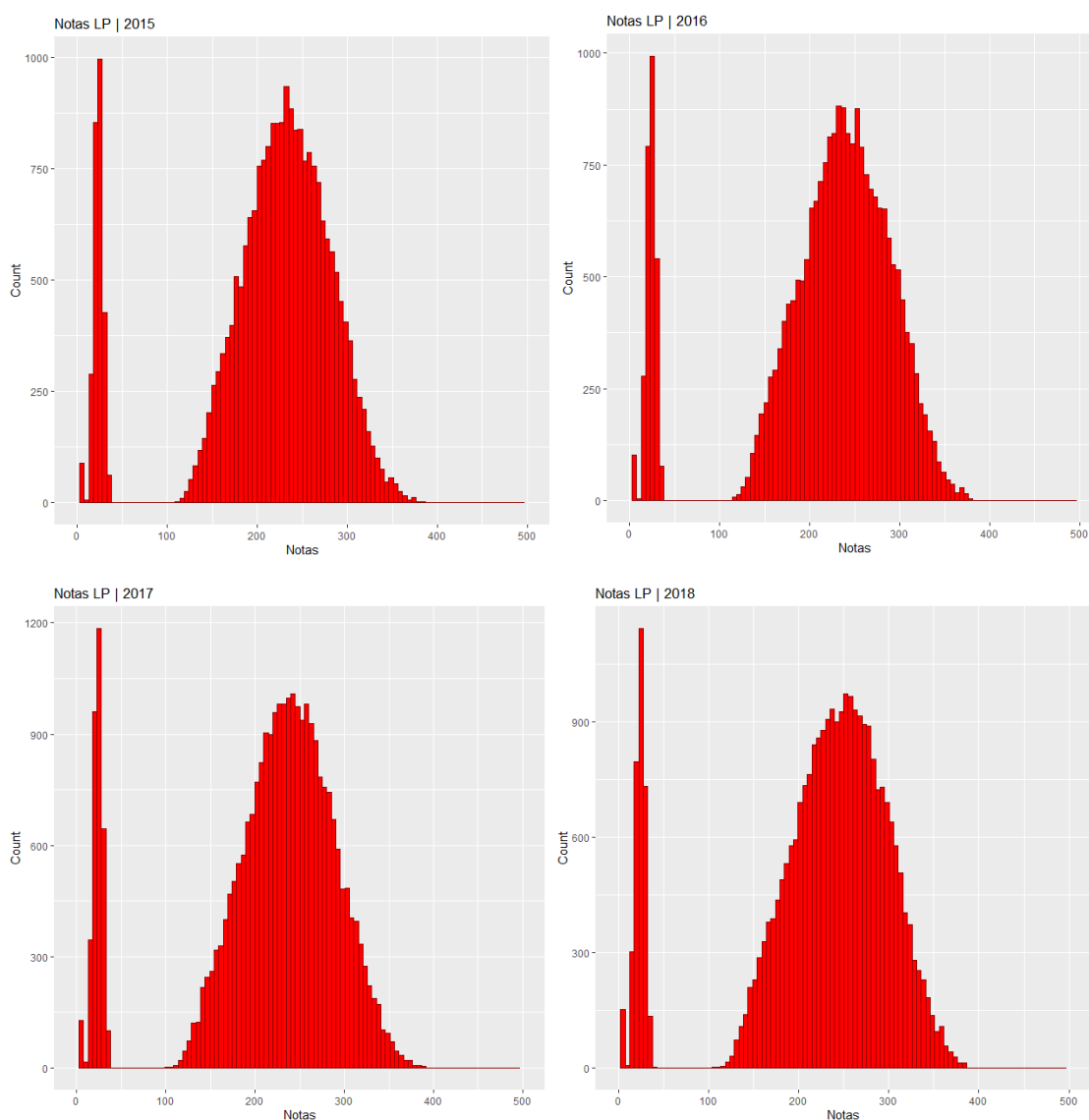
Dessa forma, temos os mesmos alunos para 2017 e 2018, e podemos calcular o efeito do professor utilizando seu desempenho em Língua Portuguesa em 2018, comparado a 2017.

O processo descrito acima para o cálculo do efeito dos professores em 2018 foi também realizado para os anos de 2017 e 2016, tanto com as notas em Língua Portuguesa como as notas em Matemática. Calculamos o efeito dos professores em 2017 utilizando os dados para esse ano e comparando com o desempenho em 2016, e depois o mesmo é

feito para 2016 utilizando os dados de 2016 e 2015. Para o cálculo do valor adicionado do professor, é essencial a informação do ano anterior, e o ano atual.

5.3 Estatísticas Descritivas

Nessa seção reportamos algumas estatísticas descritivas simples dos desempenhos dos alunos nas provas de Língua Portuguesa e Matemática nos anos analisados. Abaixo, na primeira figura, temos histogramas que representam o desempenho dos alunos em Língua Portuguesa nos anos de 2015, 2016, 2017 e 2018, respectivamente.

Figura 1: Histograma das notas de Língua Portuguesa em 2015, 2016, 2017 e 2018

A análise desses histogramas chama atenção para dois aspectos. Primeiro, a maior parte das notas se encontra distribuída de forma similar a uma distribuição normal, o que é algo que poderíamos esperar. Segundo, há uma concentração de notas próximas do zero.

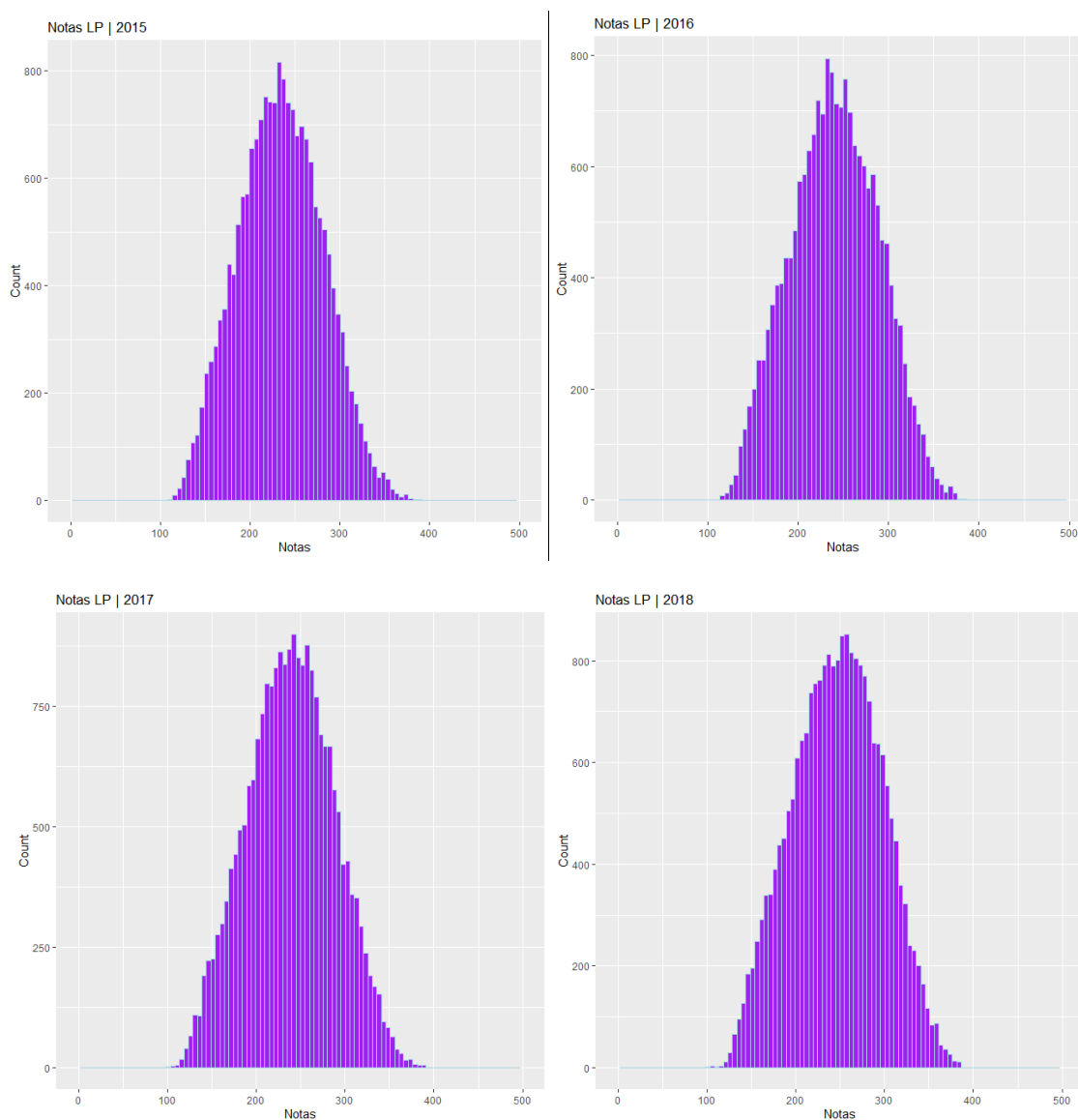
Considerando o processo de acumulação de capital humano, acreditamos que essas notas próximas de zero não representam de fato o conhecimento acumulado daqueles alunos. Sendo assim, optamos por excluí-las.

Para as notas de Língua Portuguesa em 2018 e 2017, utilizando a planilha dos alunos que temos em comum entre 2018 e 2017, depois do processamento de dados, onde chegamos a 29 152 observações, após a exclusão dessas notas extremamente baixas,

nossas observações caem para 22 526. Para o ano de 2016 e 2015, onde estamos utilizando os dados dos alunos que temos em comum entre esses dois anos após o processamento dos dados, as observações caem 24 422 para 18 874.

Abaixo, a Figura 2 mostra os histogramas das notas após esses filtros aplicados.

Figura 2: Histograma das notas de Língua Portuguesa após os filtros



A Tabela 1 abaixo mostra as estatísticas descritivas das notas de Língua Portuguesa. Como vemos, toda a distribuição varia positivamente entre os anos de 2015 e 2018, o que pode sugerir um avanço gradual da proficiência das coortes dos alunos ao

longo do tempo, isto é, uma melhoria devagar da qualidade do ensino no estado do Piauí para essas séries.

Tabela 1: Estatísticas descritivas das notas de Língua Portuguesa

Distribuição das notas							
Língua Portuguesa							
Ano	Percentis					Média	Desvio-padrão
	p10	p25	p50	p75	p90		
2015	172,2	201,1	233,6	267,0	295,5	234,2	46,7
2016	174,8	206,0	240,2	275,5	303,6	240,4	48,3
2017	173,4	204,5	239,4	273,7	304,1	239,1	49,6
2018	178,4	210,7	248,1	283,0	312,2	246,7	50,3

6. Resultados

6.1. Correlação simples

Inicialmente, vamos rodar uma regressão simples para encontrar a correlação incondicional entre o nível de aprendizagem de um aluno em um ano e no ano seguinte. Naturalmente, em virtude do processo de acumulação de capital humano ser uma construção contínua ao longo do ciclo de vida, esperamos uma correlação positiva e significativa. Os resultados da Tabela 2 abaixo corroboram essa expectativa: encontramos um coeficiente da nota na prova de Língua Portuguesa em 2017 igual a 0,66, indicando que a cada ponto a mais nessa nota em 2017, devemos esperar 0,66 a mais na nota desse mesmo aluno, em 2018. Além disso, esse coeficiente é altamente significativo. Nota-se, entretanto, que o R^2 da regressão é igual a 0,43, sugerindo que 57% da variação de notas entre anos não é explicada pela nota do ano anterior, mas por outros fatores.

Tabela 2: Correlação da nota de 2017 com a nota de 2018 – Língua Portuguesa

	LP.2018
(Intercept)	88.72*** (1.25)
LP.2017	0.66*** (0.01)
R^2	0.43
Adj. R^2	0.43
Num. obs.	22526

*** $p < 0.001$; ** $p < 0.01$; * $p < 0.05$

A Tabela 3 abaixo, que o mesmo exercício feito para os anos de 2017 e 2016, traz resultados semelhantes. De fato, veremos que ao longo dessa monografia os resultados dos exercícios para os distintos anos se mantêm semelhantes, indicando que são resultados estruturais e não causados por certa idiosincrasia anual.

Tabela 3: Correlação da nota de 2016 com a nota de 2017 – Língua Portuguesa

	LP.2017
(Intercept)	80.72*** (1.59)
LP.2016	0.68*** (0.01)
R ²	0.38
Adj. R ²	0.38
Num. obs.	17667

*** $p < 0.001$; ** $p < 0.01$; * $p < 0.05$

Finalmente, a Tabela 4 abaixo mostra que o padrão encontrado não se mantém apenas entre anos, mas também entre disciplinas, ao fazermos a mesma análise para as notas de Matemática, em relação às notas de 2017 e 2018.

Tabela 4: Correlação da nota de 2017 com a nota de 2018 – Matemática

	MT.2018
(Intercept)	105.15*** (1.29)
MT.2017	0.59*** (0.01)
R ²	0.34
Adj. R ²	0.34
Num. obs.	23534

*** $p < 0.001$; ** $p < 0.01$; * $p < 0.05$

6.2. Valor Adicionado do Professor (VAP)

Primeiro, reportamos os resultados da regressão que estima o impacto dos professores no desempenho dos alunos, estimada no R Studio, e que tem como variável dependente o desempenho do aluno em Língua Portuguesa em 2018, como variável independente o desempenho do aluno na mesma matéria em 2017, e adicionou-se o código de turma, representando o professor, como efeito fixo. A tabela abaixo representa os resultados estimados dessa regressão.

Tabela 5: Resultados de Língua Portuguesa em 2018, em função de 2017 e de efeitos fixos de professor

Dependent Variable:	LP.2018
Model:	(1)
<i>Variables</i>	
LP.2017	0.6040*** (0.0099)
<i>Fixed-effects</i>	
CD_TURMA.y	Yes
<i>Fit statistics</i>	
Observations	22,526
R ²	0.58417
Within R ²	0.36569
<i>Clustered (CD_TURMA.y) standard-errors in parentheses</i>	
<i>Signif. Codes: ***: 0.01, **: 0.05, *: 0.1</i>	
Mean:	99.5
Variance:	666
Number of fixed-effects for variable CD_TURMA.y is 3552	

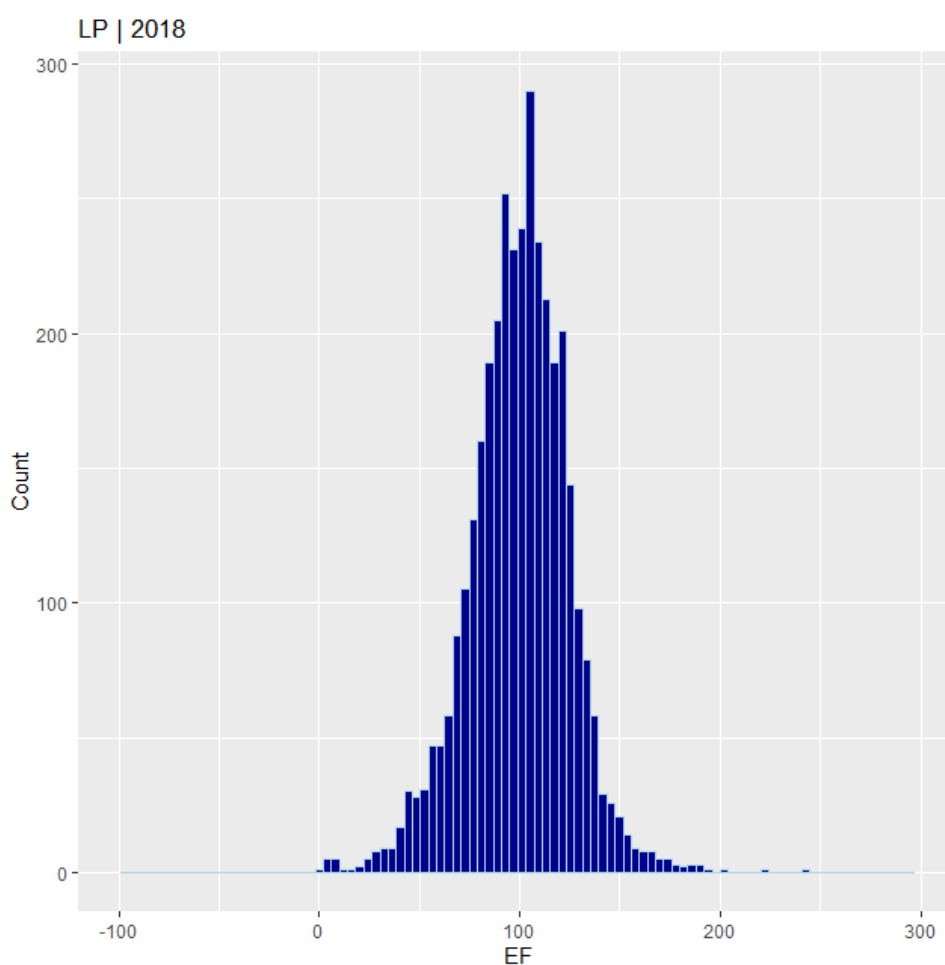
Conforme vemos, temos 22 526 observações, distribuídas em 3552 turmas. O coeficiente estimado para o impacto da nota em 2017 é, como esperaríamos, positivo e altamente significativo, no valor de 0,6. Isso significa que, para cada 1 ponto adicional na proficiência de determinado aluno em 2017, podemos esperar em média 0,6 ponto adicional na nota do aluno em 2018. Nosso principal interesse, entretanto, é nos efeitos

fixos. A parte de baixo da Tabela 5, onde temos média de 99,5 e variância de 666, se refere aos efeitos fixos. A Figura 3 mostra a distribuição desses efeitos fixos (VAPs), enquanto a Tabela 6 abaixo mostra algumas estatísticas descritivas para os efeitos fixos de 2018, 2017 e 2016. A última linha da tabela, especificamente, mostra essas estatísticas descritivas para 2018.

Tabela 6: Estatísticas dos VAPs – Língua Portuguesa

Distribuição dos efeitos fixos - percentis, média e desvio padrão - Língua Portuguesa							
Anos	p10	p25	p50	p75	p90	Média	Desvio-padrão
2016	69,0	84,4	99,1	111,8	124,9	97,7	23,5
2017	58,9	75,4	92,3	106,7	120,8	90,8	31,3
2018	69,4	84,9	100,8	115,6	128,0	99,5	25,8

Figura 3: Histograma dos VAPs estimados – 2018: Língua Portuguesa

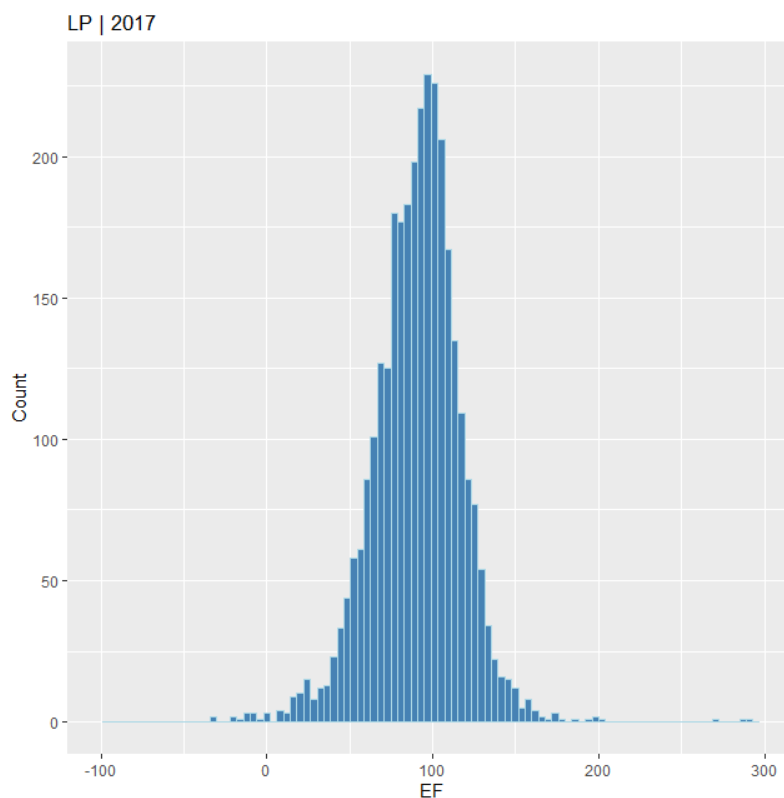


Em seguida, temos os resultados da mesma regressão explicada anteriormente, mas calculando o efeito dos professores em 2017, e por isso utiliza-se o desempenho de 2017 e 2016.

Tabela 7: Resultados de Língua Portuguesa em 2017, em função de 2016 e de efeitos fixos de professor

Dependent Variable:	LP.2017
Model:	(1)
<i>Variables</i>	
LP.2016	0.6254*** (0.0081)
<i>Fixed-effects</i>	
CD_TURMA.y	Yes
<i>Fit statistics</i>	
Observations	17,667
R ²	0.57052
Within R ²	0.33102
<i>Clustered (CD_TURMA.y) standard-errors in parentheses</i>	
<i>Signif. Codes: ***: 0.01, **: 0.05, *: 0.1</i>	
Mean:	90.8
Variance:	977
Number of fixed-effects for variable CD_TURMA.y is 3124	

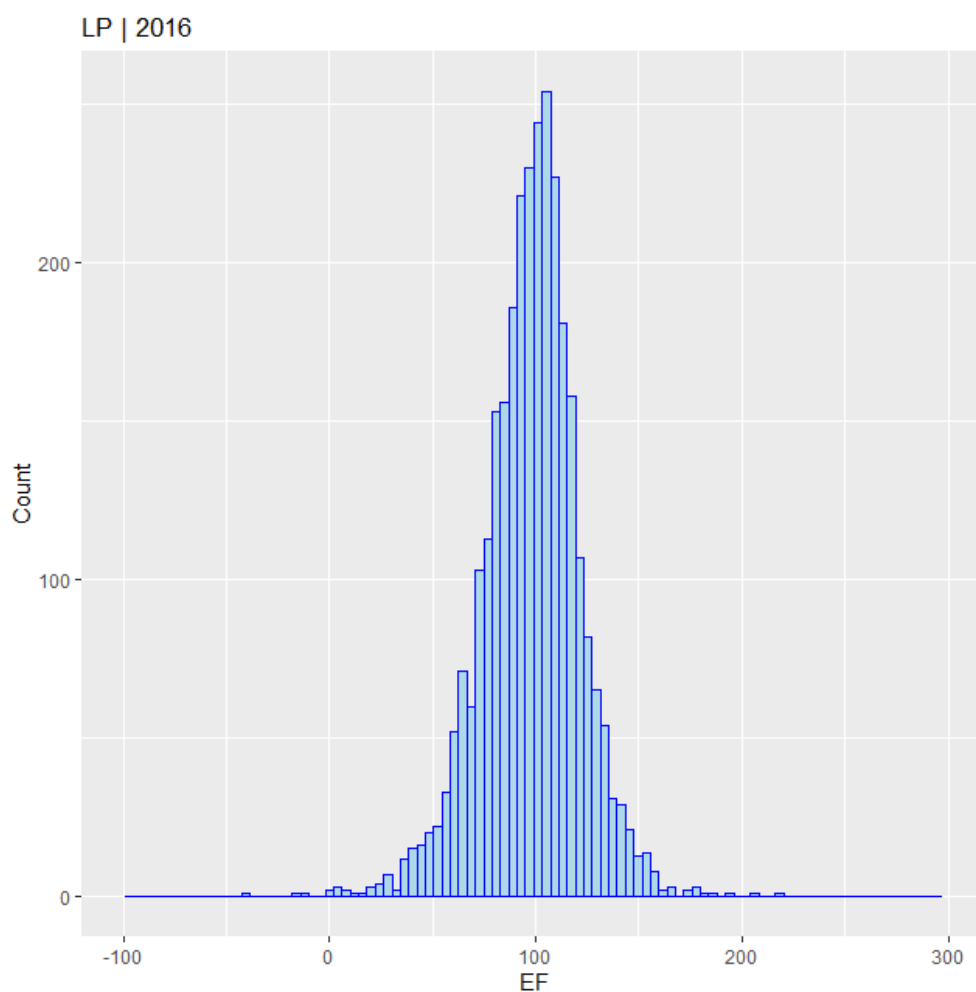
Figura 4: Distribuição dos VAPs estimados – Língua Portuguesa: 2017



Por último, temos a mesma regressão, mas calculando o efeito dos professores em 2016, e por isso se utiliza os dados de 2016 e 2015.

Tabela 8: Resultados de Língua Portuguesa em 2016, em função de 2015 e de efeitos fixos de professor

Dependent Variable:	LP.2016
Model:	(1)
<i>Variables</i>	
LP.2015	0.6016*** (0.0074)
<i>Fixed-effects</i>	
CD_TURMA.y	Yes
<i>Fit statistics</i>	
Observations	18,874
R ²	0.55629
Within R ²	0.34599
<i>Clustered (CD_TURMA.y) standard-errors in parentheses</i>	
<i>Signif. Codes: ***: 0.01, **: 0.05, *: 0.1</i>	
Mean:	97.7
Variance:	554
Number of fixed-effects for variable CD_TURMA.y is 2994	

Figura 5: Distribuição dos VAPs estimados – Língua Portuguesa: 2016

Como conclusão, vemos que boa parte da evolução das notas dos alunos entre anos parece estar associada ao valor adicionado dos professores. Por exemplo, para o ano de 2018, temos que a média das notas em Língua Portuguesa é de 246,7 enquanto a média dos efeitos fixos de professores é de 99,5, representando um percentual de 40% dessa nota. Isso também explica o R^2 da regressão ter subido quando incluímos os efeitos fixos.

Para além da consideração sobre médias, salta aos olhos a grande heterogeneidade dos VAPs dos professores. Um professor no decil mais baixo ensina em média apenas metade que um professor no decil mais alto.

6.3 Extensões

Nesta subseção, mostramos ideias e resultados preliminares de algumas extensões possíveis, que deverão ser objeto de desenvolvimento futuro.

6.3.1 Relação entre VAPs e PIB municipal

Uma pergunta relevante, que se relaciona com a literatura de desigualdade, é se os professores com maiores valores adicionais se encontram nas cidades com maior ou menor renda per capita. A teoria não é clara sobre isso: poderíamos encontrar tanto uma relação positiva quanto negativa. Encontrada essa relação, porém, o efeito sobre desigualdade já é mais claro: se houver uma relação positiva, estaremos observando que o sistema educacional estará aumentando as desigualdades educacionais, uma vez que os professores de maior efetividade estariam nos municípios mais ricos. Alternativamente, caso encontremos uma relação negativa, esse seria um provável efeito de redução de desigualdade. A Tabela 9 abaixo mostra o resultado da regressão das médias dos efeitos fixos de professor por município, quando regredidas contra o PIB municipal.

Tabela 9: Relação entre VAPs médios municipais de 2018 e PIB municipal

	Efeito
(Intercept)	100.12*** (0.85)
PIB	-0.00 (0.00)
R ²	0.00
Adj. R ²	-0.00
Num. obs.	223

*** $p < 0.001$; ** $p < 0.01$; * $p < 0.05$

Como vemos, não observamos relação significativa entre essas variáveis, nesse primeiro exercício preliminar.

6.3.2 Futuros Desenvolvimentos

A estimação dos VAPs dos professores abre caminho para alguns exercícios adicionais, que ficam como agenda de pesquisa. A primeira delas é encontrar as relações entre esses VAPs e características dos professores, buscando responder perguntas como: será que os professores mais efetivos são os mais jovens ou os mais experientes? Homens ou mulheres? Com que nível de formação e de salários? Por conta dos dados da SAEPI exigirem um trabalho detalhado para sua organização e preenchimento de lacunas e falhas, não foi possível avançar nessas questões no âmbito dessa monografia.

Outro exercício relevante é estudar com detalhes o quanto a realocação de professores mais efetivos para escolas e alunos menos favorecidos poderia reduzir a desigualdade educacional ao longo do tempo. Por último, com as estimativas de VAPs de professores e relações já estimadas na literatura entre aprendizagem escolar e ganhos no mercado de trabalho, poderemos fazer simulações do quanto a desigualdade de renda poderia cair, ao longo do tempo, para as futuras coortes da população, se os professores mais efetivos forem alocados para os alunos com maiores déficits de aprendizagem.

7. Conclusão

Nesse trabalho, usamos uma base de dados inédita obtida junto à Secretaria de Educação do Estado do Piauí para estudar o Valor Adicionado dos Professores (VAP) em relação ao aprendizado dos alunos. O estudo se inspirou na Dissertação de Mestrado “*Contribuição Dos Professores Ao Aprendizado Dos Alunos No Estado Do Rio De Janeiro*” de Paola Maida Cazulo Venturini, que calculou o mesmo para o Estado do Rio de Janeiro. Uma vantagem potencial do presente estudo é que os dados do Sistema de Avaliação Educacional do Piauí (SAEPI) seguem a Teoria de Resposta ao Item, que permite a comparação com as notas do SAEB e da Prova Brasil. Além disso, esse é o primeiro trabalho a estimar esses efeitos para uma Unidade da Federação dentre as mais pobres do país. Vale destacar que os resultados estimados foram similares quando utilizamos o desempenho em Matemática, ao invés de Língua Portuguesa.

Em que pese ainda existe bastante desenvolvimento futuro em relação à base de dados e as estratégias empíricas, foi possível calcular os valores adicionados dos professores para os anos de 2016, 2017 e 2018. Os resultados sugerem que um professor no primeiro decil de VAP ensina cerca de metade do que um professor no nono decil de VAP. Acumulado ao longo do tempo, isso quer dizer que ter professores melhores pode ir causando trajetórias de aprendizagem absolutamente distintas entre os mesmos alunos.

Outra conclusão que pudemos chegar é que um aluno no decil inferior de aprendizagem, se colocado para aprender com um professor no decil superior de VAP, atinge a média de aprendizagem em apenas um ano.

Também foi feita uma investigação preliminar se os efeitos fixos dos professores estão relacionados com o PIB per capital municipal. Em tese, para efeitos de combate à desigualdade, gostaríamos de professores mais efetivos nas cidades mais pobres. O resultado dessa investigação foi inconclusivo, uma vez que não foi encontrada relação significativa entre essas variáveis.

Embora ainda haja desenvolvimento necessário para que os resultados sejam robustos, as primeiras evidências encontradas nesse estudo vão na linha de que a realocação de professores efetivos na direção dos alunos com maiores déficits de

aprendizagem é um caminho promissor para a redução da desigualdade de aprendizagem e, conseqüentemente, redução na desigualdade de renda futura no mercado de trabalho.

8. Referências Bibliográficas

Araujo, M. Caridad, et al. "Teacher quality and learning outcomes in kindergarten." *The Quarterly Journal of Economics* 131.3 (2016): 1415-1453.

Bau, Natalie, and Jishnu Das. "Teacher value added in a low-income country." *American Economic Journal: Economic Policy* 12.1 (2020): 62-96.

Censo Escolar. Disponível em: <<https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/pesquisas-estatisticas-e-indicadores/censo-escolar>>.

Chetty, Raj, John N. Friedman, and Jonah E. Rockoff. "Measuring the impacts of teachers II: Teacher value-added and student outcomes in adulthood." *American economic review* 104.9 (2014): 2633-79.

Conheça o Saepi. Disponível em: <<https://avaliacaoemmonitoramentopiaui.caeddigital.net/#!/programa>>.

Fernandes, Mauricio M.; Ferraz, Claudio (2014): Conhecimento ou Práticas Pedagógicas? Medindo os Efeitos da Qualidade dos Professores no Desempenho dos Alunos, Texto para discussão, No. 620, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), Departamento de Economia, Rio de Janeiro

Hanushek, Eric A., and Steven G. Rivkin. "Generalizations about using value-added measures of teacher quality." *American economic review* 100.2 (2010): 267-71.

Hanushek, Eric A., Steven G. Rivkin, and Jeffrey C. Schiman. "Dynamic effects of teacher turnover on the quality of instruction." *Economics of Education Review* 55 (2016): 132-148.

Kane, Thomas J., and Douglas O. Staiger. *Estimating teacher impacts on student achievement: An experimental evaluation*. No. w14607. National Bureau of Economic Research, 2008.

Kane, Thomas J., Jonah E. Rockoff, and Douglas O. Staiger. "What does certification tell us about teacher effectiveness? Evidence from New York City." *Economics of Education review* 27.6 (2008): 615-631.

Koedel, Cory, and Jonah E. Rockoff. "Value-added modeling: A review." *Economics of Education Review* 47 (2015): 180-195.

Lista de municípios do Piauí por PIB. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Lista_de_munic%C3%ADpios_do_Piau%C3%AD_por_PIB#cite_note-IBGE_PIB-1>

Moriconi, Gabriela Miranda. *Medindo a eficácia dos professores: o uso de modelos de valor agregado para estimar o efeito do professor sobre o desempenho dos alunos*. Diss. 2012.

Piauí tem a quarta menor renda domiciliar per capita do país, revela IBGE. Disponível em: <<https://g1.globo.com/pi/piaui/noticia/2020/02/28/piaui-tem-a-quarta-menor-renda-domiciliar-per-capita-do-pais-revela-ibge.ghtml>>.

Rivkin, Steven G., Eric A. Hanushek, and John F. Kain. "Teachers, schools, and academic achievement." *Econometrica* 73.2 (2005): 417-458.

Venturini, Paola Maida Cazulo. "Contribuição dos professores ao aprendizado dos alunos no estado do Rio de Janeiro."