

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS ECONÔMICAS

MARCELO ROGER DOS SANTOS REIS

**ENSAIOS SOBRE POLÍTICAS PÚBLICAS: UMA ANÁLISE DOS
SETORES DA EDUCAÇÃO E DO TRANSPORTE BRASILEIRO**

RECIFE – PE
2021

MARCELO ROGER DOS SANTOS REIS

**ENSAIOS SOBRE POLÍTICAS PÚBLICAS: UMA ANÁLISE DOS
SETORES DA EDUCAÇÃO E DO TRANSPORTE BRASILEIRO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Econômicas da Universidade Federal de Pernambuco, como pré-requisito para a obtenção do título de Doutor em Ciências Econômicas, com ênfase em Métodos Quantitativos.

Orientador: Gustavo Ramos Sampaio

Coorientador: Giuseppe Trevisan Cruz

RECIFE – PE
2021

R375e	Reis, Marcelo Roger dos Santos Ensaio sobre políticas públicas: uma análise dos setores da educação e do transporte brasileiro / Marcelo Roger dos Santos Reis. - 2021. 123 folhas: il. 30 cm. Orientador: Prof. Dr. Gustavo Ramos Sampaio e Coorientador Prof. Dr. Giuseppe Trevisan Cruz Tese (Doutorado em Economia) – Universidade Federal de Pernambuco, CCSA, 2021. Inclui referências e anexos. 1. Diretores 2. Educação. 3. Salários. I. Sampaio, Gustavo Ramos (Orientador). II. Cruz, Giuseppe Trevisan (Coorientador). III. Título.
336	CDD (22. ed.) UFPE (CSA 2022 – 005)

MARCELO ROGER DOS SANTOS REIS

ENSAIOS SOBRE POLÍTICAS PÚBLICAS: UMA ANÁLISE DOS SETORES DA EDUCAÇÃO E DO TRANSPORTE BRASILEIRO

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Econômicas da Universidade Federal de Pernambuco, como pré-requisito para a obtenção do título de Doutor em Ciências Econômicas, com ênfase em Métodos Quantitativos.

Orientador: Gustavo Ramos Sampaio

Coorientador: Giuseppe Trevisan Cruz

Aprovado em: 30/03/2021

BANCA EXAMINADORA:

Profº. Dr. Aléssio Tony Cavalcanti de Almeida (Examinador Externo)
Universidade Federal da Paraíba

Profº. Dr. Dieison Lenon Casagrande (Examinador Externo)
Universidade Federal de Santa Maria

Profº. Dr. Giuseppe Trevisan Cruz (Coorientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Profº. Dr. Gustavo Ramos Sampaio (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Profº. Dr. Rafael Coutinho Costa Lima (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

RESUMO

Este trabalho está estruturado em dois capítulos, sendo correspondentes à dois artigos que analisam duas políticas públicas distintas. No primeiro capítulo aproveitando de descontinuidades no valor da remuneração dos diretores das escolas estaduais mineiras, criadas pela Lei N° 19.837 de 2 de dezembro de 2011, aplicou-se o modelo de avaliação de impacto conhecido como *Regression Discontinuity Design (RDD)* com múltiplos *cutoffs*. Dessa forma, avaliou-se o impacto de um diretor com uma melhor remuneração sobre o desempenho dos estudantes dos 5° e 9° anos do ensino fundamental e dos alunos dos 3° anos do ensino médio do estado de Minas Gerais, nos exames do PROEB. A análise mostrou que diretores com melhores remunerações melhoram o desempenho dos estudantes dos 3° anos do ensino médio das escolas públicas do estado. O aumento do desempenho dos alunos variou entre 1,12% a 2,82%, para a avaliação de matemática, e entre 0,76% a 1,72% para a avaliação de língua portuguesa. Já o segundo capítulo analisa o mercado de combustíveis brasileiro, especificamente o da gasolina e etanol hidratado. Dessa forma, constatou-se que há uma assimetria de informação presente no mercado e uma distorção causada por ela na decisão de consumo dos consumidores, dificultando sua decisão de consumo. Assim, desenvolveu-se um modelo teórico de arbitragem que destacou o processo de escolha do combustível perante os consumidores e o papel da informação para sua decisão de consumo. A validade do modelo de arbitragem foi comprovada através do modelo de *Difference-in-Differences* com pareamento feito com o *Propensity Score Matching* em nível municipal entre os anos de 2009 a 2015. A análise mostrou que a assimetria informacional prejudicou o processo de escolha do consumidor, e após a aplicação de um mecanismo de correção informacional o consumo de etanol hidratado aumentou, variando entre 23,73% e 63,25%, melhorando a maximização do consumidor.

Palavras-chaves: Diretor; Educação; Remuneração; *Regression Discontinuity Designs*; Etanol; Informação; Utilidade.

ABSTRACT

This work is structured in two chapters, corresponding to two articles that analyze two different public policies. In the first chapter, taking advantage of discontinuities in the remuneration of directors of state schools in Minas Gerais, created by Law N° 19,837 of December 2, 2011, the impact assessment model known as Regression Discontinuity Design (RDD) with multiple cutoffs. In this way, the impact of a director with better remuneration on the performance of students in the 5th and 9th years of elementary school and of students in the 3rd years of high school in the state of Minas Gerais in the PROEB exams was evaluated. The analysis showed that principals with better salaries improve the performance of students in the 3rd year of high school in public schools in the state. The increase in student performance ranged from 1.12% to 2.82% for the mathematics assessment, and between 0.76% to 1.72% for the Portuguese language assessment. The second chapter analyzes the Brazilian fuel market, specifically gasoline and hydrated ethanol. In this way, it was found that there is an asymmetry of information present in the market and a distortion caused by it in the consumption decision of consumers, making their consumption decision difficult. Thus, a theoretical model of arbitration was developed that highlighted the process of choosing fuel before consumers and the role of information for their consumption decision. The validity of the arbitration model was proven through the Difference-in-Differences model with matching made with the Propensity Score Matching at the municipal level between the years 2009 to 2015. The analysis showed that information asymmetry harmed the consumer choice process, and after the application of an informational correction mechanism, the consumption of hydrated ethanol increased, varying between 23.73% and 63.25%, improving consumer maximization.

Keywords: Director; Education; Remuneration; Regression Discontinuity Designs; Ethanol; Information; Utility.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1 – A INFLUÊNCIA DOS DIRIGENTES ESCOLARES SOBRE O DESEMPENHO ACADÊMICO: O EFEITO DE INCENTIVOS SALARIAIS.

- Figura 1. Distribuição de Matrículas por Escola – 2011.
- Figura 2. Distribuição de Matrículas por Escola – 2012.
- Figura 3. Distribuição Salarial dos Diretores por Matrículas
- Figura 4. Teste de Manipulação – 2012
- Figura 5. Teste de Manipulação – 2013

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1 – A INFLUÊNCIA DOS DIRIGENTES ESCOLARES SOBRE O DESEMPENHO ACADÊMICO: O EFEITO DE INCENTIVOS SALARIAIS

- | | |
|------------|---|
| Tabela 1. | Subsídio de Cargo de Provimento em Comissão de Diretor de Escola. |
| Tabela 2. | Informações descritivas sobre os diretores. |
| Tabela 3. | Média de proficiência de Português e Matemática (2013). |
| Tabela 4. | Distribuição dos alunos por raça (2013). |
| Tabela 5. | Distribuição dos alunos por sexo (2013). |
| Tabela 6. | Estimações de Primeiro Estágio para a Remuneração Teórica a Nível de Escola |
| Tabela 7. | Efeito de Primeiro Estágio sobre Estudantes dos 5º anos do ensino fundamental para o ano de 2011 |
| Tabela 8. | Efeito de Primeiro Estágio sobre Estudantes dos 9º anos do ensino fundamental para o ano de 2011 |
| Tabela 9. | Efeito de Primeiro Estágio sobre Estudantes dos 3º anos do ensino médio para o ano de 2011 |
| Tabela 10. | Efeito de Primeiro Estágio sobre Estudantes dos 5º anos do ensino fundamental para o ano de 2013 |
| Tabela 11. | Efeito de Primeiro Estágio sobre Estudantes dos 9º anos do ensino fundamental para o ano de 2013 |
| Tabela 12. | Efeito de Primeiro Estágio sobre Estudantes dos 3º anos do ensino médio para o ano de 2013 |
| Tabela 13. | Impacto de um Diretor com uma melhor remuneração sobre o desempenho acadêmico dos estudantes dos 5º anos do ensino fundamental para o ano de 2012. |
| Tabela 14. | Impacto de um Diretor com uma melhor remuneração sobre o desempenho acadêmico dos estudantes dos 9º anos do ensino fundamental para o ano de 2012. |
| Tabela 15. | Impacto de um Diretor com uma melhor remuneração sobre o desempenho acadêmico dos estudantes dos 3º anos do ensino médio para o ano de 2012. |
| Tabela 16. | Impacto de um Diretor com uma melhor remuneração sobre o desempenho acadêmico dos estudantes dos 5º anos do ensino fundamental na disciplina de português do PROEB
Impacto de um Diretor com uma melhor remuneração sobre o desempenho acadêmico dos estudantes dos 5º anos do ensino fundamental na disciplina de matemática do PROEB |

- Tabela 18. Impacto de um Diretor com uma melhor remuneração sobre o desempenho acadêmico dos estudantes dos 9º anos do ensino fundamental na disciplina de português do PROEB
- Tabela 19. Impacto de um Diretor com uma melhor remuneração sobre o desempenho acadêmico dos estudantes dos 9º anos do ensino fundamental na disciplina de matemática do PROEB
- Tabela 20. Impacto de um Diretor com uma melhor remuneração sobre o desempenho acadêmico dos estudantes dos 3º anos do ensino médio na disciplina de português do PROEB
- Tabela 21. Impacto de um Diretor com uma melhor remuneração sobre o desempenho acadêmico dos estudantes dos 3º anos do ensino médio na disciplina de matemática do PROEB
- Tabela 22. Impacto de um Diretor com uma melhor remuneração sobre o desempenho acadêmico dos estudantes dos 5º anos do ensino fundamental do PROEB para o ano 2013 com amostra padronizada
- Tabela 23. Impacto de um Diretor com uma melhor remuneração sobre o desempenho acadêmico dos estudantes dos 9º anos do ensino fundamental do PROEB para o ano 2013 com amostra padronizada.
- Tabela 24. Impacto de um Diretor com uma melhor remuneração sobre o desempenho acadêmico dos estudantes dos 3º anos do ensino médio do PROEB para o ano 2013 com amostra padronizada
- Tabela 25. Efeito da Forma Reduzida: impacto de um diretor com uma melhor remuneração sobre o desempenho acadêmico dos estudantes dos 3º anos do ensino médio do PROEB para o ano 2013 com amostra padronizada
- Tabela 26. Teste de Manipulação – 2012
- Tabela 27. Teste de Manipulação – 2013
- Tabela 28. Teste de Manipulação para Cada Ponto de Corte – 2012
- Tabela 29. Teste de Manipulação para Cada Ponto de Corte – 2013
- Tabela 30. Média de horas aula para as turmas do Ensino Médio – 2013
- Tabela 31. Média de horas aula para as turmas do Ensino Fundamental 1 – 2013
- Tabela 32. Média de horas aula para as turmas do Ensino Fundamental 2 – 2013
- Tabela 33. Média de alunos por turma 2013.
- Tabela 34. Porcentagem de aumento salarial e redução de alunos por turma do 3º ano em 2013
- Tabela 35. Impacto sobre o número de salas existentes e utilizadas em 2013

CAPÍTULO 2 - ASSIMETRIA DE INFORMAÇÃO E SINALIZAÇÃO NO MERCADO DE COMBUSTÍVEL BRASILEIRO

- Tabela 1. Estados afetados apenas por Legislações Estaduais.
- Tabela 2. Estatísticas Descritivas para os Grupos de Tratamento e Controle 2009-2015.
- Tabela 3. Estimativa do efeito do Mecanismo de Correção Informacional sobre a Demanda de Etanol Hidratado – Sem Pareamento
- Tabela 4. Estimativa do efeito do Mecanismo de Correção Informacional sobre a Demanda de Etanol Hidratado – Com Pareamento

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

CAPÍTULO 1 – A INFLUÊNCIA DOS DIRIGENTES ESCOLARES SOBRE O DESEMPENHO ACADÊMICO: O EFEITO DE INCENTIVOS SALARIAIS

<i>DID</i>	<i>Difference-in-Differences</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDEB	Índice de Desenvolvimento da Educação Básica
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
PAAE	Programa de Avaliação da Aprendizagem Escolar
PROALF	Programa de Avaliação da Alfabetização
PROEB	Programa de Avaliação da Rede Pública de Educação Básica
RAIS	Relação Anual de Informações Sociais
SEE	Secretaria de Estado de Educação
SIMAVE	Sistema Mineiro de Avaliação e Equidade da Educação Pública
<i>RDD</i>	<i>Regression Discontinuity Designs</i>

CAPÍTULO 2 – ASSIMETRIA DE INFORMAÇÃO E SINALIZAÇÃO NO MERCADO DE COMBUSTÍVEL BRASILEIRO

ANP	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
DETRAN	Departamento Estadual de Trânsito
<i>DID</i>	<i>Difference-in-Differences</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
NNM	Método de Pareamento por Vizinho Mais Próximo

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – A INFLUÊNCIA DOS DIRIGENTES ESCOLARES SOBRE O DESEMPENHO ACADÊMICO: O EFEITO DE INCENTIVOS SALARIAIS

Resumo do Capítulo	12
1. Introdução	13
2. Política Salarial	16
3. O Diretor	17
4. Metodologia	19
4.1. Base de Dados	19
4.2. Estratégia Empírica	25
5. Resultados	28
5.1. Teste de Manipulação	53
6. Mecanismo	58
7. Considerações Finais	64
Referências	65

CAPÍTULO 2 - ASSIMETRIA DE INFORMAÇÃO E SINALIZAÇÃO NO MERCADO DE COMBUSTÍVEL BRASILEIRO

Resumo do Capítulo	71
1. Introdução	72
2. Teoria da Sinalização e Assimetria de Informação	73
3. Metodologia	75
3.1. Quadro Teórico – Modelo de Arbitragem com Distorção Informacional	75
3.2. Legislação e Implementação do Mecanismo.....	81
3.3. Fontes de Dados e Amostra	84
3.4. Estratégia Empírica	88
4. Resultados	93
5. Considerações Finais	97
Referências	99
Anexos	103

CAPÍTULO 1

A INFLUÊNCIA DOS DIRIGENTES ESCOLARES SOBRE O DESEMPENHO ACADÊMICO: O EFEITO DE INCENTIVOS SALARIAIS.

RESUMO DO CAPÍTULO

Os diretores são responsáveis pelo funcionamento global de suas escolas, exercendo o papel de líder do corpo docente e dos demais funcionários, constituindo-se assim, a autoridade máxima para os estudantes. Portanto, cada diretor tem a capacidade de afetar o desempenho dos seus alunos. Assim, mecanismos que melhorem a produtividade dos diretores são capazes de afetar os resultados acadêmicos de suas escolas. Aproveitando de descontinuidades no valor da remuneração dos diretores das escolas estaduais mineiras, criadas pela Lei N° 19.837 de 2 de dezembro de 2011, aplicou-se o modelo de avaliação de impacto conhecido como *Regression Discontinuity Design (RDD)* com múltiplos *cutoffs*. Dessa forma, este estudo avaliou o impacto de um diretor com uma melhor remuneração sobre o desempenho dos estudantes dos 5° e 9° anos do ensino fundamental e dos alunos dos 3° anos do ensino médio do estado de Minas Gerais, nos exames do PROEB. A análise mostrou que diretores com melhores remunerações melhoram o desempenho dos estudantes dos 3° anos do ensino médio das escolas públicas do estado. O aumento do desempenho dos alunos variou entre 1,12% a 2,82%, para a avaliação de matemática, e entre 0,76% a 1,72% para a avaliação de língua portuguesa. A melhora no desempenho desses estudantes ocorreu pois o diretor, incentivado com uma elevada remuneração, conseguiu reduzir o número de alunos por turma, e aumentou o número de salas utilizadas na escola. Proporcionando assim, um ambiente propício para o desenvolvimento das habilidades dos alunos, culminando em desempenhos superiores.

1. INTRODUÇÃO

A educação apresenta como principal função fornecer aos indivíduos habilidades, conhecimentos e ferramentas necessárias para que eles aumentem sua produtividade e o bem-estar social. Dessa forma, a educação é uma das principais áreas de interesse dos governos, formuladores de políticas públicas, agências internacionais e educadores de todo o mundo.

Os resultados diretos da educação são maiores salários e maior produtividade. Por isso, investimentos em educação são vistos como investimentos em Capital Humano. Além disso, o processo educativo gera outras externalidades como o aumento do produto, redução nas taxas de criminalidade, melhora nas condições de saúde, aumento da consciência civil e maior desenvolvimento econômico (HANUSHEK, 2002).

A relação entre os resultados econômicos e a educação é normalmente analisada, nos estudos empíricos, através do nível de escolaridade dos indivíduos. Porém, com o maior conhecimento dos benefícios da educação, o nível de escolaridade observado vem se igualando em muitos países e regiões, e novas formas para distinguir os indivíduos vêm sendo utilizadas. Uma delas é tentar analisar a qualidade da educação que os agentes receberam. Contudo, há divergências na literatura em como medir os insumos escolares e justificar os investimentos nos mesmos, visando melhorar a qualidade da educação, e como consequência, os resultados dos alunos. Trabalhos como os de Hanushek (1986, 1998) mostram que não existe relação entre o aumento dos gastos nos insumos escolares e o desempenho dos alunos. Vale destacar que, um aumento dos gastos não implica em melhores insumos escolares. Porém, trabalhos como o de Hedges, Laine e Greenwald (1994) e Krueger (2003) argumentam que há sim uma relação forte entre melhores insumos escolares e o desempenho dos estudantes, e sua magnitude é tão elevada que não pode simplesmente ser ignorada.

Diversos estudos argumentam em favor da melhor qualidade da educação, como por exemplo, os trabalhos de Card e Krueger (1992a, 1992b) que concluem que a qualidade da escola explica a maior parte da variação de renda dos indivíduos, o de Hanushek (2002) que afirma que investimentos públicos em melhorias da qualidade escolar teriam efeitos de longo prazo que compensariam os gastos correntes, e o estudo de Hanushek, Lavy e Hitomi (2006) que encontraram evidências de que uma melhor qualidade de educação reduz a evasão escolar em até dois terços nas escolas primárias do Egito.

Para tentar medir a qualidade de ensino das escolas, gerar mecanismos que busquem fornecer os incentivos necessários para melhorar a qualidade da educação ofertada, e que a

sociedade passe a conhecer a qualidade de ensino em cada escola, são utilizados os *Sistemas de Avaliação Externa de Ensino (Accountability Systems)*. Esses sistemas são compostos por um tripé: padrões curriculares, exames de proficiência e *accountability*. No estado de Minas Gêrias, o sistema mais abrangente é o Sistema Mineiro de Avaliação e Equidade da Educação Pública (SIMAVE), que através do Programa de Avaliação da Rede Pública de Educação Básica (PROEB) promove uma avaliação anual e censitária da educação mineira a partir de testes padronizados e questionários socioeconômicos. Porém, ele representa um *Accountability Fraco*, pois o resultado do índice de cada escola é publicado com o objetivo de possibilitar uma maior mobilidade social em favor de uma melhor educação básica, sem impor consequências sobre as escolas (CAMELO, 2010).

Apesar da tentativa de usar de *Accountability Systems* para se determinar a qualidade da educação, os principais insumos que determinam os resultados são incertos. Mesmo não existindo consenso, é notório que as principais variáveis levantadas pela literatura são as características físicas das salas de aula, das escolas, a quantidade de alunos por classe, o nível de instrução dos professores, as características familiares e o nível socioeconômico dos alunos e das escolas. Vale salientar que o impacto das características familiares em diversos estudos supera as características das escolas, resultados estes verificados, por exemplo, em Barros et al (2001), e Albernaz, Ferreira e Franco (2002). Assim, conhecer e entender todos os determinantes da qualidade da educação é algo complexo. Segundo Carrell e Hoekstra (2014) uma das questões centrais relacionadas a educação é como as escolas e formuladores de políticas públicas podem alocar recursos mais eficientemente para produzir uma melhor educação.

Contudo, observando a instituição escolar de uma forma mais ampla fica claro a importância que sua organização possui no desempenho dos estudantes, organização esta, que é protagonizada pelo diretor e a sua capacidade de liderança tanto do corpo docente como de todos os funcionários que compõem a instituição escolar (SANTOS; SAMPAIO; SAMPAIO, 2016).

Alguns estudos encontraram efeito positivo, mas pequeno, da liderança do diretor sobre o desempenho dos estudantes, como os estudos de Bryk et al (1999) e Sebastian e Allenworth (2012). Já em outros esse efeito foi mais expressivo, assim utilizando modelos de valor adicionado Dhuey e Smith (2014) encontraram que uma melhor qualidade dos diretores promove um ganho nos exames de estudantes da Carolina do Norte e que o valor adicionado do diretor varia entre 0,12 e 0,17 desvios-padrão, já Miller (2013) encontrou que a mudança de

diretor impacta negativamente no desempenho dos estudantes, e a autora argumenta que o desempenho dos alunos cai nos dois anos seguintes a instalação do novo diretor e volta a crescer nos três anos seguintes, de tal modo que cinco anos após a instalação do novo dirigente escolar o desempenho médio dos estudantes volta ao patamar anterior a mudança.

Dado que o diretor pode ser caracterizado como um “agente de gestão de processos socioeducacionais dinâmicos e participativos” (Lucky, 2011, p.31), diante das suas características, principalmente aquelas ligadas a liderança do corpo docente, surge a discussão sobre a importância de gerar mecanismos que os incentivem a melhorar sua produtividade.

Há uma grande quantidade de trabalhos que têm examinado a importância de professores mais bem remunerados sobre o desempenho acadêmico. Alguns estudos têm defendido que melhores salários modificam seus incentivos pessoais, fazendo com que eles se esforcem mais, melhorando assim sua produtividade, e principalmente salários mais elevados atraem professores mais qualificados, como pode ser visto em Britton e Propper (2015). Porém, há poucos trabalhos que tentam medir o efeito de diretores com melhor remuneração sobre resultados acadêmicos. Em Lavy (2008) há um exemplo de uma análise de um aumento salarial dos diretores sobre o desempenho acadêmico. O autor através do modelo *difference-in-differences (DID)* estima o efeito causal de um aumento de 50% no salário dos diretores das escolas de Israel, e conclui que o efeito sobre o desempenho acadêmico, sobre o número de disciplinas cursadas e sobre o quantitativo de matrículas foi modesto, variando de 5 a 10 por cento, mas significativo.

Assim, o objetivo deste estudo é avaliar se diretores mais bem remunerados melhoram o desempenho acadêmicos dos estudantes, e se esse insumo escolar deve ser incentivado pelos formuladores de políticas públicas. Dessa forma, buscou-se ampliar os estudos empíricos que analisam o impacto causal da remuneração dos diretores das escolas sobre o desempenho acadêmico, aplicando o modelo econométrico de avaliação de impacto, a *Regression Discontinuity Design (RDD)* do tipo *Fuzzy* com múltiplos *cutoffs*.

Para tanto, analisou-se o impacto das diferenças salariais dos dirigentes escolares sobre o desempenho dos estudantes dos 5º e 9º anos do ensino fundamental e dos estudantes dos 3º anos do ensino médio das escolas estaduais de Minas Gerais, nos exames de Língua Portuguesa e Matemática do PROEB.

2. POLÍTICA SALARIAL

O estado de Minas Gerais é conhecido por ter um dos melhores níveis educacionais do país, principalmente devido à grande valorização dos profissionais que trabalham na educação básica, estando ranqueado entre as dez primeiras posições, nas últimas avaliações do IDEB, entre 2013 e 2017 (IDEB, 2020).

Em 2004, o governo mineiro criou a Lei N° 15.293 que estabeleceu as diretrizes do Plano de Carreira dos Profissionais da Educação Básica. Com essa lei, os profissionais da educação passaram a ser mais valorizados e conquistaram normas e procedimentos ainda mais claros sobre seus planos de carreiras e seus benefícios, além de sua elegibilidade para cargos públicos relacionados à educação (BRITO, 2012).

Contudo, essa lei não estabelecia, em seus artigos, qual deveria ser a remuneração dos profissionais da área de educação. Tal especificação só se concretizou com a Lei N° 19.837 de 2 de dezembro de 2011, em que a remuneração dos profissionais da educação básica ocorreu sob a forma de subsídio, vedando o acréscimo de qualquer gratificação, adicional, abono, prêmio, verba de representação ou outra espécie remuneratória. Assim, os diretores das escolas estaduais de Minas Gerais passam a ser remunerados de acordo com a quantidade de matrículas presentes na escola ao qual exerce sua função, passando a vigorar a partir de 1° de janeiro de 2012. Conforme especificado na Tabela 1.

Sendo assim, é necessário entender como os diretores são alocados para cada escola para que após controlar pelas características observáveis deles, dos alunos e da escola, o efeito encontrado seja justificado apenas pela variação salarial. Dessa forma, a próxima seção apresenta as regras estaduais para a obtenção do cargo de diretor, assim como suas principais funções.

Tabela 1 – Subsídio de Cargo de Provento em Comissão de Diretor de Escola

Matrículas	Código Diretor	Subsídio
>1.500 alunos	DI	R\$ 4.130,00
1.000 a 1.499 alunos	DII	R\$ 3.717,00
700 a 999 alunos	DIII	R\$ 3.530,56
400 a 699 alunos	DIV	R\$ 3.177,74
150 a 399 alunos	DV	R\$ 2.904,00
< 150 alunos	DVI	R\$ 2.640,00

Fonte: MINAS GERAIS, 2011a.

3. O DIRETOR

O cargo de diretor escolar é ocupado mediante a realização de dois processos. Primeiro, os candidatos devem realizar um exame classificatório que o habilita a receber a Certificação Ocupacional de Dirigente Escolar. A certificação é válida por quatro anos e é pré-requisito para que o educador possa participar do processo de indicação de diretor de escolas estaduais (SEE, 2010). Após a habilitação e o recebimento da Certificação Ocupacional de Dirigente Escolar, os candidatos passam pelo segundo processo, que apresenta características semelhantes com o processo eleitoral brasileiro.

Dessa forma, os candidatos devem formar uma chapa, indicando seu nome como candidato à diretoria e seu candidato ao cargo de Vice-Diretor, que deve ser registrada na Secretaria de Estado de Educação. Vale destacar que para a aprovação da candidatura da chapa, os candidatos aspirantes aos cargos de diretor e vice-diretor, devem respeitar alguns critérios como: ser Professor de Educação Básica ou Especialista em Educação Básica, detentor de cargo efetivo; ter sido aprovado no exame de Certidão Ocupacional de Dirigente Escolar realizado pela Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais em 2007 ou 2010; possuir curso de licenciatura plena ou equivalente, ou curso de Pedagogia; estar em exercício na escola para o qual pretende candidatar-se (MINAS GERAIS, 2011d).

Sendo assim, cada chapa deve concorrer apenas a uma escola. Cada escola, por sua vez, forma sua Comissão Organizadora que deve ser composta por três ou cinco membros do colegiado, que podem ser titulares ou suplentes. Integram o colegiado: alunos, pais, professores,

especialistas da educação e demais funcionários das instituições de ensino. É de responsabilidade da Comissão Organizadora planejar, organizar e coordenar o processo eleitoral. Assim como, receber e analisar os requerimentos de inscrições, sortear o número que cada chapa irá utilizar no dia da eleição, coordenar a divulgação das mesmas e convocar a comunidade escolar para participar do processo eleitoral. A comissão também é responsável por encaminhar à Superintendência Regional de Ensino o resultado das eleições. Sendo eleito, o diretor deverá permanecer no cargo por um mandato de 3 anos.

Até 2012 o estado de Minas Gerais apresentou três processos de Certificação Ocupacional de Dirigente Escolar, sendo o último em 2010. Assim, conhecer as normas do processo eleitoral é importante para eliminar o efeito que a política de salário condicional às matrículas possa ter trazido sobre a alocação e elegibilidade dos diretores.

A Lei N° 19.837 foi publicada no dia 2 de dezembro de 2011, as inscrições para o processo de obtenção da Certificação Ocupacional de Dirigente Escolar ocorreram entre os dias 15 e 30 de setembro de 2010, e as eleições ocorreram no dia cinco de junho de 2011, para posse em agosto deste ano (MINAS GERAIS, 2011b).

Portanto, será utilizado apenas o período posterior a Lei N° 19.837, cujos diretores já tinham sido eleitos em suas escolas, e não tinham conhecimento da criação dessa.

Como já mencionado os diretores escolares são os principais gerentes e líderes das escolas. Sendo assim, Dhuey e Smith (2014) argumentam que os diretores são responsáveis pelo funcionamento global de suas escolas. Eles direcionam e supervisionam o desenvolvimento, a distribuição, e a avaliação da educação de todos os estudantes da sua escola. Contudo, segundo Dhuey e Smith (2014), Miller (2013) e Lavy (2008) as principais funções de um diretor são supervisionar os professores, avaliar seus desempenhos, aloca-los nas salas de aulas e lutar pelos interesses da sua escola mediante os órgãos públicos.

As funções acima citadas podem ser caracterizadas como um efeito indireto da atuação dos diretores sobre o desempenho dos estudantes, mas os diretores também interagem diretamente com os alunos, sendo também responsáveis por monitorar a sua conduta, disciplinando-os (DHUEY, SMITH, 2014). Essa função é de extrema importância para melhorar o desempenho acadêmico, tanto dos que foram disciplinados pelo diretor como de seus companheiros, pois segundo Carrel e Hoekstra (2009, 2012) e Lavy et al (2012) estudantes com comportamentos inadequados, apresentam impacto negativo sobre o desempenho dos demais colegas da classe.

Assim, nas seções subsequentes serão apresentadas as bases de dados utilizadas neste estudo, assim como a estratégia de identificação escolhida para estimar o impacto de diretores com diferenças salariais sobre o desempenho acadêmico dos estudantes mineiros.

4. METODOLOGIA

4.1 BASE DE DADOS

São utilizados dados provenientes de três fontes distintas. Primeiro são utilizados dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), especificamente os dados dos censos escolares para os anos 2011, 2012 e 2013. Desses bancos foram utilizados dados a respeito da infraestrutura das escolas, assim como informações sobre o quadro de funcionários, e aspectos pedagógicos delas.

O segundo conjunto de dados é proveniente do Sistema Mineiro de Avaliação e Equidade da Educação Pública (SIMAVE), que é responsável por desenvolver programas de avaliação da educação no estado de Minas Gerais. Criado em 2000, o SIMAVE busca verificar o desempenho dos alunos das redes estadual e municipal de ensino, através de avaliações anuais, para que os resultados dessas avaliações sirvam como base para um melhor planejamento e criação de políticas educacionais em todo o estado. Três diferentes programas compõem o SIMAVE: o Programa de Avaliação da Alfabetização (PROALFA), o Programa de Avaliação da Rede Pública de Educação Básica (PROEB) e o Programa de Avaliação da Aprendizagem Escolar (PAAE).

O Programa de Avaliação da Alfabetização (PROALFA), cuja primeira avaliação ocorreu em 2005, verifica os níveis de alfabetização alcançados pelos alunos dos 3º e 4º anos do Ensino Fundamental da rede pública e indica as intervenções necessárias para a correção dos problemas encontrados. Já o Programa de Avaliação da Aprendizagem Escolar (PAAE) é formado por um sistema informatizado de geração de provas e emissão de relatórios de desempenho por turma. Esse programa fornece diagnósticos para subsidiar o planejamento do ensino e suas intervenções pedagógicas (APRENDE MINAS, 2009).

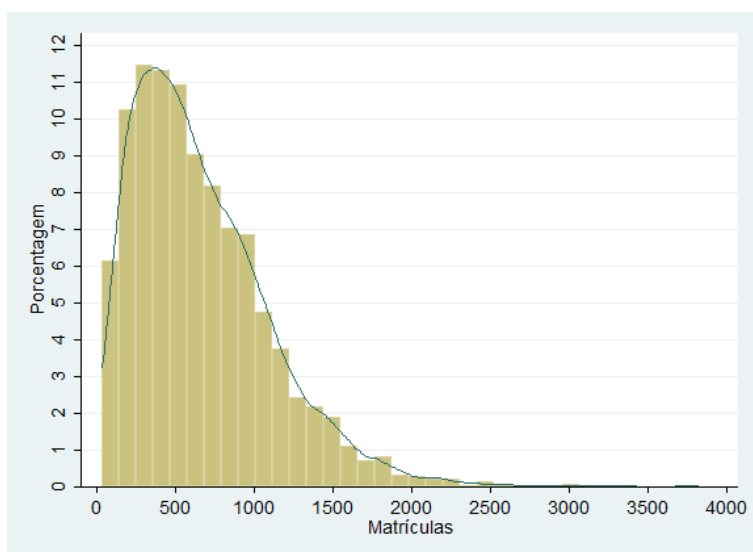
Neste estudo foi enfatizado o PROEB, pois ele analisa a educação mineira a partir de testes padronizados e questionários socioeconômicos, oferecendo informações sobre cada escola participante, estudantes e corpo docente, permitindo uma melhor visão da educação básica do estado. São aplicados aos estudantes dos 5º e 9º anos do ensino fundamental e dos 3º

anos do ensino médio dois exames: Língua Portuguesa e Matemática. Um ponto importante que merece destaque é que as questões dos exames são baseadas na Teoria de Resposta ao Item (TRI), o que permite que a nota final de cada estudante seja comparada no tempo e entre as séries. Dessa forma, as notas nos exames acima citados são padronizadas numa escala de proficiência, com notas variando de 0 a 500, e com um desvio padrão de 100.

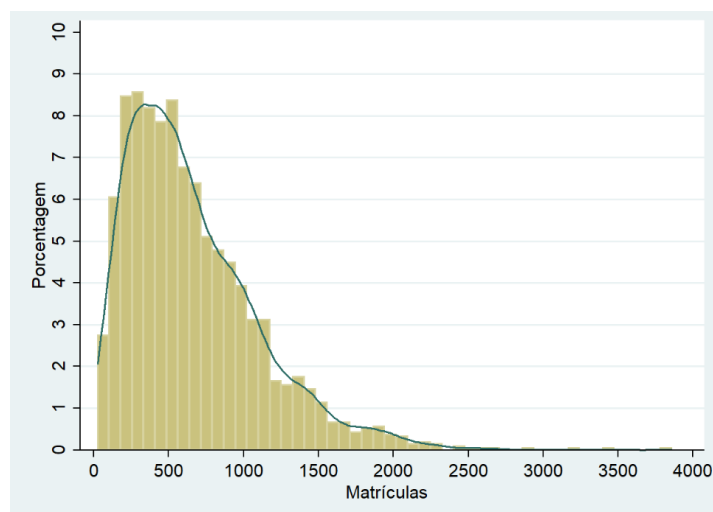
Para obter informações sobre o diretor de cada escola, foi utilizada a Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) identificada pelo Cadastro de Pessoa Física para os anos de 2011, 2012 e 2013. Nestas, estão disponibilizados dados sobre os salários recebidos por cada diretor em cada escola, além de dados pessoais como tempo no emprego, qualificações profissionais, raça, sexo e idade, fatores importantes para eliminar possíveis efeitos no desempenho dos estudantes que não o efeito de uma melhor remuneração dos dirigentes escolares. Por meio desta base também é possível identificar quais diretores apresentam dedicação exclusiva ao cargo, sendo este um critério para inclusão do indivíduo no modelo. E para verificar o tempo de atuação no diretor na escola ao qual foi eleito, e o nível socioeconômico das escolas foi utilizado os dados provenientes da Prova Brasil (SAEB) do ano de 2011 e 2013.

Nas Figura 1 e Figura 2 observa-se a distribuição do número de matrículas por escola para os anos de 2011 e 2012 respectivamente, mostrando que a grande maioria das escolas se localizam nas primeiras faixas de distribuição salarial do diretor de acordo com número de alunos.

Figura 1 – Distribuição de Matrículas por Escola - 2011



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 2 – Distribuição de Matrículas por Escola - 2012

Fonte: Elaborado pelo autor.

Algumas estatísticas descritivas podem ser vistas nas Tabelas 2, 3, 4 e 5. Na Tabela 2 é possível observar que há uma predominância de 80,70% do dirigente escolar ser do sexo feminino. Um ponto que merece destaque é que 99,34% dos diretores possuem nível superior. Portanto, fica claro que os resultados encontrados não são justificados por diferenças entre escolaridades dos diretores.

Tabela 2 – Informações descritivas sobre os diretores

Informações	Total	Porcentagem
Diretor do Sexo Feminino	1.706	80,70%
Nível Superior	2.100	99,34%
40 horas contratação	2.109	99,77%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Já a Tabela 3 mostra as médias de proficiência nas disciplinas de matemática e português para os anos de 2011 e 2013. A Tabela 4 apresenta informações sobre a raça dos alunos, em que para o ano de 2013, 28,15% dos alunos dos 5º anos são da raça branca e 71,85% desses alunos são de outras raças. Padrão similar é visto nas turmas dos 9º anos e dos 3º anos do ensino médio, que apresentaram 73,66% e 74,04%, respectivamente, alunos de raças diferentes da branca. Representado a realidade do ensino público brasileiro, em que há a predominância de alunos de alunos considerados não brancos. Por fim, a Tabela 5 apresenta o gênero dos alunos por série. Em 2013 e para o 5º ano há uma predominância de mulheres, com cerca de 51,09% dos alunos sendo desse gênero. Padrão similar observado nas outras turmas. Para o 9º ano

57,48% dos alunos são do sexo feminino, e 65,70% dos alunos dos 3º anos do ensino médio são desse gênero.

Como mencionado acima, a política de remuneração salarial apresentada neste trabalho, foi estabelecida no fim de 2011. Portanto, o período a ser analisado para conhecer o impacto dessa política devem ser os anos posteriores a 2011. Contudo, as tabelas descritivas apresentam informações referentes ao ano de 2011, para mostrar que após a lei as características observáveis, como sexo e raça dos alunos não sofreram modificações. Portanto, o efeito encontrado neste estudo será referente à diferença salarial entre os dirigentes escolares.

Tabela 3 – Média de proficiência de Português e Matemática

	2011				2013			
	Português		Matemática		Português		Matemática	
	Média	Desvio-Padrão	Média	Desvio-Padrão	Média	Desvio-Padrão	Média	Desvio-Padrão
5º Ano	215,87	47,24	236,85	50,62	219,32	50,57	239,39	51,68
Observações		68.639		48.137		59.150		60.635
9º Ano	254,11	45,1	266,39	45,24	260,72	46,81	264,14	47,89
Observações		84.211		64.214		87.759		87.750
3º Ano do Ensino Médio	271,14	48,25	286,77	51,28	208,54	46,62	283,53	52,92
Observações		73.728		55.524		82.346		82.165

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 4 – Distribuição dos alunos por raça.

	2011				2013			
	Branco		Não-Branco		Branco		Não-Branco	
	Total	Porcentagem	Total	Porcentagem	Total	Porcentagem	Total	Porcentagem
5º Ano	19.125	27,85	49.541	72,15	17.067	28,15	43.568	71,85
Observações		68.666				60.635		
9º Ano	26.669	31,65	57.582	68,35	25.822	26,34	72.222	73,66
Observações		84.251				98.044		
3º Ano do Ensino Médio	24.022	32,57	49.731	67,43	25.614	25,96	73.072	74,04
Observações		73.753				98.686		

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 5 – Distribuição dos alunos por Sexo

	2011				2013			
	Homens		Mulheres		Homens		Mulheres	
	Total	Porcentagem	Total	Porcentagem	Total	Porcentagem	Total	Porcentagem
5º Ano	32.998	48,06	35.668	51,94	29.659	48,91	30.976	51,09
Observações			68.666				60.635	
9º Ano	38.432	45,62	45.819	54,38	41.692	42,52	56.352	57,48
Observações			84.251				98.044	
3º Ano do Ensino Médio	29.997	40,67	43.756	59,33	33.848	34,3	64.838	65,7
Observações			73.753				98.686	

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2 ESTRATÉGIA EMPÍRICA

A estimação consistente do impacto causal de uma melhor remuneração do diretor sobre os resultados acadêmicos dos estudantes, não é uma tarefa trivial e de fácil realização. Dessa forma, descontinuidades na implantação de um tratamento baseada em fatores exógenos podem ser úteis para se estimar os efeitos do tratamento. A abordagem da Regressão com Descontinuidade explora o fato de que as regras que determinam um tratamento são conhecidas. Segundo Angrist e Pischke (2008), a identificação da *Regression Discontinuity Designs* apresenta a ideia de que o mundo é tipicamente baseado em regras, algumas delas são arbitrárias e por essa razão geram bons experimentos. Complementando, Camargo (2012) afirma que as regras de elegibilidade para o tratamento podem ser utilizadas como um instrumento para identificar de forma exógena quem são os tratados e os não tratados.

As características da política salarial dos diretores, descritas acima, fornece um mecanismo de atribuição do tratamento típico de uma Regressão com Descontinuidade do tipo *fuzzy*. Sendo assim, a atribuição do tratamento depende de uma *running variable*, a quantidade de matrículas na escola (BROLLO et al, 2013).

O desenho tipo *fuzzy* surge pelo fato de que alguns diretores podem receber um maior salário devido a outros fatores que não estejam relacionados com a quantidade de matrículas na escola, como o tempo de serviço, o nível educacional, a experiência profissional, entre outros. Sendo assim, nem todos os diretores apresentam salários iguais aos presentes na Lei N° 19.837.

No intuito de avaliar o efeito de uma melhor remuneração do dirigente escolar sobre o desempenho dos estudantes das escolas estaduais de Minas Gerais, foi utilizada a abordagem do Desenho de Regressão com Descontinuidade, tipo *fuzzy*, com múltiplos *cutoffs*, semelhante a Brollo et al (2013).

Dado as características da política salarial para o cargo de diretor escolar, o salário teórico ($\hat{\tau}_i$) previsto na Lei N° 19.837 aumenta de um menor (l_j) para um maior nível (h_j), e seja P_j a descontinuidade na quantidade de matrículas capaz de elevar a remuneração do dirigente escolar, prevista pela lei, tem-se que: $\hat{\tau}_i = l_j$ se $P_{j-1} < P_s < P_j$, e $\hat{\tau}_i = h_j$ se $P_j < P_s < P_{j+1}$, com $h_j > l_j$, em que P_s é a quantidade de matrículas verificadas na escola s . Sendo assim, o salário teórico constitui-se uma *step function* da quantidade de matrículas. Contudo, o salário observado na RAIS (τ_i), não necessariamente segue esse padrão. Assim, pode-se definir o salário teórico como o *treatment assignment* e o salário observado como o tratamento

observado. Como o salário observado depende de uma remuneração teórica, pode-se utilizar esta como um instrumento num *setup* de *RDD fuzzy*.

Para capturar o efeito da política salarial sobre os desempenhos dos estudantes (y_i), e o salário observado dependendo de uma remuneração teórica mais outros elementos estocásticos, usa-se a notação de produto potencial, em que $y_i(\hat{\tau})$ e $\tau_i(\hat{\tau})$ são o valor potencial dos *outcomes* e o salário observado, respectivamente, expressados como uma função da remuneração teórica.

Utilizando das suposições vistas em Hahn, Todd e Van der Klaauw (2001) o efeito do salário teórico sobre a remuneração observada e sobre os desempenhos dos estudantes podem ser identificados através da forma reduzida do modelo, conforme as equações abaixo.

$$\tau_{is} = g(P_s) + \alpha_\tau \hat{\tau}_s + X_i' \beta + \mu_{is} \quad (1)$$

$$y_{as} = g(P_s) + \alpha_y \hat{\tau}_s + X_i' \sigma + Z_a' \pi + K_s' \rho + \eta_{ais} \quad (2)$$

Em que, $g(.)$ representa o polinômio¹ de ordem p na quantidade de matrículas, X_i corresponde ao conjunto de variáveis de controle para cada diretor i , como experiência profissional, nível educacional, sexo, entre outros; Z_a corresponde ao conjunto de covariáveis para o aluno a . Estão presentes nesse conjunto, variáveis como o nível socioeconômico do aluno, raça, e sexo; K_s representa o conjunto de covariáveis para cada escola s ; $\hat{\tau}_s$ é o salário teórico previsto pela Lei N° 19.837. O coeficiente α_y identifica o efeito da forma reduzida das remunerações teóricas sobre os desempenhos dos estudantes em cada prova do PROEB.

Para que o modelo acima apresente validade é necessário que: i) não existam outras políticas que interfiram no desempenho do aluno, dada as discontinuidades verificadas nas

¹ Segundo Brollo et al (2012) esse polinômio é formado a partir da interação da *running variable* com as *dummies* específicas de cada *cutoff*. Suponha a primeira discontinuidade, matrículas=150, a variável d_1 é igual a um quando a observação está localizada entre o ponto médio da distribuição de matrículas anterior a esse ponto de corte e o ponto médio da distribuição de matrículas anterior ao segundo *cutoff*. Raciocínio equivalente para os demais pontos de corte. Isso permite que o modelo realize comparações entre as observações que estão localizadas próximas das vizinhanças de discontinuidades, *cutoffs*. Portanto, as estimativas resultantes do modelo refletem as características da *Regression Discontinuity Designs*.

remunerações salariais dos dirigentes escolares; ii) o diretor não é capaz de manipular a quantidade de matrículas na sua escola afim de receber um maior salário.

A Lei N° 19.837 introduziu descontinuidades a partir de pontos de cortes nunca utilizados por qualquer outra legislação. Sendo assim, os estudantes não apresentam nenhum outro mecanismo que afete seu desempenho, nessas faixas de matrículas, a não ser as diferenças salariais dos dirigentes escolares.

Como apresentado na seção sobre a política salarial, o salário dos diretores é condicional ao número de matrículas. Assim, eles apresentariam incentivos a aumentar o número de matrículas de suas escolas visando uma melhor remuneração, caracterizando assim um problema de manipulação da *running variable*. Porém, o número de matrículas constitui uma variável exógena ao salário dos diretores.

Sendo assim, os diretores não conseguem manipular a quantidade de alunos matriculados em suas escolas, pois as matrículas são realizadas mediante a inscrição no Cadastro Escolar, e os alunos são alocados nas escolas localizadas próximas à sua residência pela Comissão Municipal de Cadastro e Matrícula, conforme a Resolução SEE N° 1.849 de 13 de maio de 2011 (MINAS GERAIS, 2011c). Haveria a necessidade de uma justificativa por parte dos pais, como por exemplo, uma mudança de endereço, que necessitaria ser comprovada para que o aluno não fosse alocado para determinada escola. Outro ponto que torna a manipulação mais difícil, é a questão do tempo de deslocamento. Esses motivos dificultam o processo de manipulação, mas para testar se de fato a *running variable* não sofreu influência do diretor, será empregado o procedimento inicialmente proposto por McCrary (2008) e estendido por Cattaneo et al (2018).

Dada a hipótese de continuidade, o efeito detectado pela forma reduzida acima, pode ser usado para identificar o efeito causal do salário observado dos dirigentes escolares sobre os desempenhos acadêmicos dos estudantes mineiros. Sendo assim, pode-se estimar esse efeito pela seguinte equação:

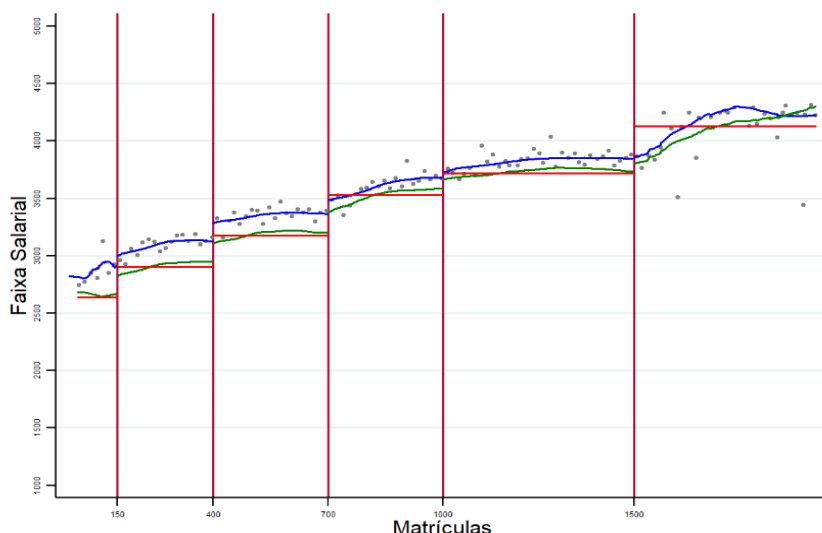
$$y_{ais} = g(P_s) + \beta_y \tau_{is} + X'_i \sigma + Z'_a \pi + K'_s \rho + \eta_{ais} \quad (3)$$

Em que, o salário teórico previsto em lei ($\widehat{\tau}_s$) é utilizado como instrumento para a remuneração dos diretores observada na RAIS (τ_{is}); $g(\cdot)$ representa o polinômio de ordem p na quantidade de matrículas; X_i corresponde ao conjunto de variáveis de controle para cada diretor i ; Z_a corresponde ao conjunto de covariáveis para o aluno a ; K_s representa o conjunto de covariáveis para cada escola s ; y_{ais} representa o desempenho do estudante a , que possui um diretor i , matriculado na escola s , nas provas de português e matemática do PROEB; e o η_{ais} corresponde ao termo de erro² da equação.

5. RESULTADOS

Por meio dos resultados³ obtidos pelo primeiro estágio a nível de escola do modelo da *Regression Discontinuity Desing* do tipo *fuzzy*, presentes na Tabela 6, e pela análise gráfica da Figura 3, é possível verificar que o salário teórico estabelecido pela lei, constitui um bom instrumento para o salário observado na RAIS. A Figura 3 abaixo apresenta o salário médio recebido pelos diretores, seu salário contratual e a estabelecido por lei, representado pelas cores azul, verde e vermelho respectivamente. Sendo assim, é possível observar pela análise gráfica que o salário teórico estabelecido por lei, constitui um bom instrumento para a remuneração dos dirigentes escolares.

Figura 3 – Distribuição Salarial dos Diretores por Matrículas



Fonte: Elaborado pelo autor.

² Os erros-padrão apresentam *cluster* a nível de turma, permitindo que as estimativas sejam robustas à influência dos companheiros de classe.

³ Os resultados e apresentados na Tabela 6 são obtidos a partir da equação 1, em que as observações correspondem ao diretor i presente na escola s . Portanto, as estimações são em nível de escola, o que justifica a baixa quantidade de observações utilizadas.

Analisando a Tabela 6, nota-se que o salário teórico é de fato um bom instrumento para o salário observado, pois o coeficiente é positivo e altamente significativo, porém menor do que um. Isso pode indicar que alguns diretores, localizados logo abaixo das descontinuidades, possam ser deliberadamente classificados incorretamente como estando acima do *cutoff*. A coluna 1 apresenta o modelo especificado pela equação 1 sem utilizar nenhum controle no processo de estimação, à medida que introduzimos novos controles ao modelo nos movemos para as colunas 2, 3 e 4. Sendo assim, percebe-se que as estimativas são robustas à inclusão de covariáveis, e indicam que o salário observado é predito pelo salário teórico presente na Lei N° 19.837.

Dado que o salário teórico é um bom preditor do salário observado, pode-se utilizá-lo como um instrumento para estimar o impacto de um diretor com melhor remuneração, sobre o desempenho dos estudantes nos exames aplicados pelo PROEB.

É válido ressaltar que para que as estimativas encontradas para o ano de 2013 sejam válidas, é necessário que não haja diferença entre os desempenhos dos estudantes nos pontos de descontinuidades criados pela lei antes da criação dela. Portanto, foram considerados os *cutoffs* criados pela Lei N° 19.837 para estimar o impacto de uma melhor remuneração do dirigente escolar sobre o desempenho dos estudantes para o ano de 2011. Além disso, neste ano os diretores ainda não estavam sobre a influência da lei acima descrita. Sendo assim, a Tabela 7, Tabela 8 e Tabela 9 representam as estimativas para o primeiro estágio para o ano de 2011. As colunas 1 dessas tabelas representam as estimativas sem utilizar nenhuma covariável. Já as colunas 2 apresentam as estimações usando apenas as covariáveis de diretores como controles. As colunas 3 e 4 contêm as estimativas utilizando as covariáveis de escola e aluno, respectivamente. Por fim, as colunas 5 apresentam as estimativas utilizando todas as covariáveis possíveis. Já as Tabelas 10, Tabela 11 e Tabela 12 apresentam as estimativas de primeiro estágio para as turmas dos 5º, 9º anos do ensino fundamental e das turmas dos 3º anos do ensino médio, respectivamente, para o ano de 2013. Mostrando assim, que o salário teórico previsto em lei é um bom instrumento para a estimação do impacto de uma melhor remuneração do dirigente escolar sobre o desempenho dos estudantes.

Já a Tabela 13 apresenta as estimativas para as disciplinas de português e matemática para o ano de 2012, para os estudantes dos 5º anos do ensino fundamental. As estimativas mostram que o desempenho dos alunos não foi afetado pelo maior incentivo financeiro fornecido aos diretores. Isso provavelmente ocorreu devido ao pouco tempo de exposição à legislação, conforme visto em Miller (2013). A Tabela 14 apresenta as mesmas estimativas

presentes na tabela anterior, porém referentes aos alunos dos 9º anos do ensino fundamental. As estimativas mostram, mais uma vez, que o desempenho dos estudantes não foi afetado pela política salarial dos dirigentes escolares, exceto para o quarto *cutoff*, que utiliza a nota de português como variável dependente. Esse ponto de corte, mostrou que os estudantes apresentaram uma piora no seu desempenho com um diretor mais bem remunerado.

Já a Tabela 15 apresenta os resultados para os estudantes dos 3º anos do ensino médio. A Tabela 15 mostra que os alunos que sofrem influência de diretores com melhores níveis salariais, apresentam resultados melhores nos exames de matemática aplicados pelo PROEB, o mesmo não pode ser verificado para o exame de língua portuguesa.

Contudo, as estimativas presentes nas Tabelas 13 a 15 não refletem o verdadeiro efeito do dirigente escolar com uma melhor remuneração, sobre o desempenho acadêmico dos estudantes, pois desconsidera todo o *background* familiar do aluno, assim como, suas características pessoais, devido ao fato da inexistência de dados para esse ano.

Para superar essa limitação, e seguindo o pensamento de Miller (2013), possibilitar um maior prazo para atuação dos diretores nas suas escolas, dado que eles assumiram o cargo apenas em agosto de 2011, foram utilizados os dados referentes ao ano de 2013. As Tabelas 16 a 21 apresentam as estimativas de segundo estágio para as disciplinas de português e matemática para os 5º e 9º anos do ensino fundamental, e para os 3º anos do ensino médio. Nestas tabelas também é possível observar as estimativas para o ano de 2011, conforme explicado acima. Observa-se que de fato em 2011 os desempenhos dos alunos de todas as séries não foram afetados pelo salário do dirigente escolar. Resultado esse já esperado, devido à inexistência da política salarial.

Tabela 6 – Estimações de Primeiro Estágio para a Remuneração Teórica a Nível de Escola

REMUNERAÇÃO OBSERVADA DO DIRIGENTE ESCOLAR				
	(1)	(2)	(3)	(4)
Threshold 1	0,3288*** (0,0730)	0,3368*** (0,0728)	0,3417*** (0,0720)	0,3595*** (0,0780)
Threshold 2	0,3500*** (0,0735)	0,3592*** (0,0736)	0,3642*** (0,0728)	0,3800*** (0,0779)
Threshold 3	0,4316*** (0,0836)	0,4329*** (0,0825)	0,4366*** (0,0821)	0,4526*** (0,0859)
Threshold 4	0,3267*** (0,0798)	0,3321*** (0,0794)	0,3377*** (0,0782)	0,3546*** (0,0829)
Threshold 5	0,3259*** (0,0732)	0,3349*** (0,0731)	0,3398*** (0,0723)	0,3544*** (0,0772)
Covariáveis do Diretor	Não	Sim	Sim	Sim
Covariáveis da Escola	Não	Não	Sim	Sim
Índice Socioeconômico	Não	Não	Não	Sim
Observações	2.111	2.111	2.106	1.965

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: Em parênteses, os erros-padrões corrigidos por cluster a nível de escola. *p <10%; **p <5%; ***p < 1%; as covariáveis utilizadas como controles para o diretor incluem o nível de instrução do diretor, sexo do dirigente escolar, tempo total de serviço como servidor na educação básica, dummy para tempo de serviço como diretor da escola (≤ 2 anos ou > 2 anos), quantidade de horas contratadas por semana; as covariáveis da escola incluem o número de computadores e funcionários, a quantidade de salas existentes, *dummy* da localização da escola; o índice socioeconômico é obtido através do banco de dados da Prova Brasil do ano de 2013. Esse índice é construído com informações sobre infraestrutura da escola entre os anos de 2011 e 2013, assim como características dos alunos matriculados nessas escolas durante esse período. Além disso, foi utilizado um polinômio de ordem 2 na quantidade de matrículas.

Tabela 7 – Efeito de Primeiro Estágio sobre Estudantes dos 5º anos do ensino fundamental para o ano de 2011

Remuneração Observada	Português					Matemática				
Threshold 1	0,9607*** (0,0103)	0,9843*** (0,0201)	0,9648*** (0,0112)	0,9813*** (0,0192)	0,9897*** (0,0226)	0,9501*** (0,0117)	0,9731*** (0,0196)	0,9545*** (0,0119)	0,9699*** (0,0186)	0,9771*** (0,0212)
Threshold 2	0,7853*** (0,0456)	0,7807*** (0,0473)	0,7699*** (0,0475)	0,7725*** (0,0483)	0,7557*** (0,0512)	0,7708*** (0,0498)	0,7657*** (0,0516)	0,7554*** (0,0525)	0,7562*** (0,0531)	0,7400*** (0,0569)
Threshold 3	0,8263*** (0,0385)	0,8177*** (0,0391)	0,8161*** (0,04175)	0,8208*** (0,0393)	0,8076*** (0,0425)	0,8212*** (0,0407)	0,8118*** (0,0411)	0,8088*** (0,0441)	0,8157*** (0,0418)	0,8004*** (0,0450)
Threshold 4	0,9585*** (0,0289)	0,9609*** (0,0284)	0,9600*** (0,0316)	0,9628*** (0,0278)	0,9683*** (0,0297)	0,9666*** (0,0349)	0,9699*** (0,0345)	0,9683*** (0,0381)	0,9706*** (0,0341)	0,9769*** (0,0366)
Threshold 5	0,9364*** (0,0297)	0,9454*** (0,0297)	0,9278*** (0,0302)	0,9342*** (0,0301)	0,9363*** (0,0301)	0,9489*** (0,0297)	0,9538*** (0,0301)	0,9403*** (0,0301)	0,9464*** (0,0300)	0,9443*** (0,0302)
Sem	✓					✓				
Covariáveis										
Covariáveis de Diretor		✓					✓			
Covariáveis de Escola			✓					✓		
Covariáveis de Alunos				✓					✓	
Todas Covariáveis					✓					✓
Observações	68.627	66.972	64.277	64.743	60.071	48.130	46.874	45.015	45.471	42.121

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: O modelo estimado foi um log-log em nível de aluno. Em parênteses, os erros-padrões corrigidos por cluster a nível de turma. *p <10%; **p <5%; ***p < 1%; as covariáveis utilizadas como controles para o diretor incluem o nível de instrução do diretor, sexo do dirigente escolar, tempo total de serviço como servidor na educação básica, dummy para tempo de serviço como diretor da escola (≤ 2 anos ou > 2 anos), quantidade de horas contratadas por semana; as covariáveis da escola incluem o número de computadores e funcionários, a quantidade de salas existentes, *dummy* da localização da escola, índice socioeconômico da escola construído pelo Prova Brasil a partir dos questionários respondidos pelos alunos. Sendo assim, esse indicador é capaz de introduzir o *background* familiar da comunidade ao qual a escola está inserida ao modelo. As covariáveis a nível de aluno referem-se ao seu sexo, a uma *dummy* que indica se o aluno *a* apresenta a idade esperada para o nível de instrução observado, a uma *dummy* indicando a raça do aluno. Além disso, foi utilizado um polinômio de ordem 2 na quantidade de matrículas.

Tabela 8 – Efeito de Primeiro Estágio sobre Estudantes dos 9º anos do ensino fundamental para o ano de 2011

Remuneração Observada	Português					Matemática				
Threshold 1	0,9859*** (0,0038)	0,9829*** (0,0181)	0,9872*** (0,0041)	0,9828*** (0,0109)	0,9783*** (0,0226)	0,9845*** (0,0041)	0,9813*** (0,0187)	0,9865*** (0,0044)	0,9817*** (0,0111)	0,9773*** (0,0231)
Threshold 2	0,9670*** (0,0191)	0,9702*** (0,0207)	0,9663*** (0,0199)	0,9684*** (0,0202)	0,9715*** (0,0221)	0,9661*** (0,0196)	0,9694*** (0,0212)	0,9650*** (0,0203)	0,9677*** (0,0208)	0,9709*** (0,0225)
Threshold 3	0,8508*** (0,0533)	0,8654*** (0,0525)	0,8494*** (0,0561)	0,8469*** (0,0539)	0,8638*** (0,0548)	0,8441*** (0,0565)	0,8589*** (0,0553)	0,8423*** (0,0593)	0,8403*** (0,0574)	0,8575*** (0,0580)
Threshold 4	0,9559*** (0,0255)	0,9457*** (0,0266)	0,9561*** (0,0270)	0,9540*** (0,0259)	0,9434*** (0,0284)	0,9603*** (0,0282)	0,9500*** (0,0293)	0,9613*** (0,0299)	0,9584*** (0,0286)	0,9483*** (0,0312)
Threshold 5	0,7548*** (0,0385)	0,7663*** (0,0392)	0,7438*** (0,0378)	0,7496*** (0,0394)	0,7542*** (0,0384)	0,7624*** (0,0391)	0,7704*** (0,0400)	0,7518*** (0,0385)	0,7583*** (0,0401)	0,7599*** (0,0394)
Sem	✓					✓				
Covariáveis		✓					✓			
Covariáveis de Diretor			✓					✓		
Covariáveis de Escola				✓					✓	
Covariáveis de Alunos					✓					✓
Todas Covariáveis					✓					✓
Observações	84.211	82.546	80.903	82.547	78.653	64.214	62.876	61.749	62.971	60.028

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: O modelo estimado foi um log-log em nível de aluno. Em parênteses, os erros-padrões corrigidos por cluster a nível de turma. *p <10%; **p <5%; ***p < 1%; as covariáveis utilizadas como controles para o diretor incluem o nível de instrução do diretor, sexo do dirigente escolar, tempo total de serviço como servidor na educação básica, dummy para tempo de serviço como diretor da escola (≤ 2 anos ou > 2 anos), quantidade de horas contratadas por semana; as covariáveis da escola incluem o número de computadores e funcionários, a quantidade de salas existentes, *dummy* da localização da escola, índice socioeconômico da escola construído pela Prova Brasil a partir dos questionários respondidos pelos alunos. Sendo assim, esse indicador é capaz de introduzir o *background* familiar da comunidade ao qual a escola está inserida ao modelo. As covariáveis a nível de aluno referem-se ao seu sexo, a uma *dummy* que indica se o aluno *a* apresenta a idade esperada para o nível de instrução observado, a uma *dummy* indicando a raça do aluno. Além disso, foi utilizado um polinômio de ordem 2 na quantidade de matrículas.

Tabela 9 – Efeito de Primeiro Estágio sobre Estudantes dos 3º anos do ensino médio para o ano de 2011

Remuneração Observada	Português					Matemática				
Threshold 1	1,0217*** (0,0173)	1,0030*** (0,0365)	1,0224*** (0,0183)	1,0202*** (0,0167)	1,0035*** (0,0390)	1,0206*** (0,0173)	1,0015*** (0,0371)	1,0215*** (0,0182)	1,0188*** (0,0165)	1,0021*** (0,0396)
Threshold 2	0,9754*** (0,0142)	0,9875*** (0,0133)	0,9835*** (0,0154)	0,9781*** (0,0151)	0,9933*** (0,0147)	0,9689*** (0,0139)	0,9791*** (0,0114)	0,9758*** (0,0149)	0,9714*** (0,0149)	0,9832*** (0,0124)
Threshold 3	0,9277*** (0,0726)	0,8743*** (0,0698)	0,9277*** (0,0736)	0,9295*** (0,0735)	0,8794*** (0,0722)	0,9247*** (0,0789)	0,8656*** (0,0759)	0,9245*** (0,0798)	0,9268*** (0,0798)	0,8704*** (0,0779)
Threshold 4	0,9875*** (0,0273)	0,9705*** (0,0308)	0,9762*** (0,0307)	0,9862*** (0,0289)	0,9542*** (0,0371)	0,9951*** (0,0308)	0,9782*** (0,0344)	0,9844*** (0,0339)	0,9942*** (0,0323)	0,9649*** (0,0405)
Threshold 5	0,5872*** (0,0523)	0,6364*** (0,0603)	0,5675*** (0,0554)	0,5909*** (0,0530)	0,6237*** (0,0650)	0,5923*** (0,0540)	0,6284*** (0,0622)	0,5707*** (0,0576)	0,5965*** (0,0547)	0,6124*** (0,0676)
Sem Covariáveis	✓					✓				
Covariáveis de Diretor		✓					✓			
Covariáveis de Escola			✓					✓		
Covariáveis de Alunos				✓					✓	
Todas Covariáveis					✓					✓
Observações	73.714	65.532	71.885	73.326	63.860	55.514	49.205	54.254	55.229	48.081

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: O modelo estimado foi um log-log em nível de aluno. Em parênteses, os erros-padrões corrigidos por cluster a nível de turma. *p <10%; **p <5%; ***p < 1%; as covariáveis utilizadas como controles para o diretor incluem o nível de instrução do diretor, sexo do dirigente escolar, tempo total de serviço como servidor na educação básica, dummy para tempo de serviço como diretor da escola (≤ 2 anos ou > 2 anos), quantidade de horas contratadas por semana; as covariáveis da escola incluem o número de computadores e funcionários, a quantidade de salas existentes, *dummy* da localização da escola, índice socioeconômico da escola construído pelo Prova Brasil a partir dos questionários respondidos pelos alunos. Sendo assim, esse indicador é capaz de introduzir o *background* familiar da comunidade ao qual a escola está inserida ao modelo. As covariáveis a nível de aluno referem-se ao seu sexo, a uma *dummy* que indica se o aluno *a* apresenta a idade esperada para o nível de instrução observado, a uma *dummy* indicando a raça do aluno. Além disso, foi utilizado um polinômio de ordem 2 na quantidade de matrículas.

Tabela 10 – Efeito de Primeiro Estágio sobre Estudantes dos 5º anos do ensino fundamental para o ano de 2013

Remuneração Observada	Português					Matemática				
Threshold 1	0,9127*** (0,0279)	0,9137*** (0,0265)	0,9163*** (0,0265)	0,8611*** (0,0511)	0,8647*** (0,0495)	0,9081*** (0,0292)	0,9096*** (0,0275)	0,9129*** (0,0272)	0,8566*** (0,0521)	0,8611*** (0,0501)
Threshold 2	0,8241*** (0,0409)	0,8214*** (0,0409)	0,8270*** (0,0428)	0,8070*** (0,0439)	0,8123*** (0,0457)	0,8262*** (0,0401)	0,8232*** (0,0401)	0,8293*** (0,0419)	0,8093*** (0,0431)	0,8149*** (0,0449)
Threshold 3	0,8576*** (0,0388)	0,8563*** (0,0403)	0,8545*** (0,0407)	0,8531*** (0,0404)	0,8501*** (0,0430)	0,8516*** (0,0388)	0,8503*** (0,0404)	0,8483*** (0,0408)	0,8475*** (,0406)	0,8447*** (0,0433)
Threshold 4	0,9123*** (0,0273)	0,9109*** (0,0275)	0,9150*** (0,0297)	0,9145*** (0,0264)	0,9180*** (0,0288)	0,9134*** (0,0270)	0,9119*** (0,0272)	0,9164*** (0,0294)	0,9161*** (0,0262)	0,9197*** (0,0286)
Threshold 5	0,9264*** (0,0161)	0,9352*** (0,0153)	0,9190*** (0,0175)	0,9230*** (0,0168)	0,9248*** (0,0174)	0,9264*** (0,0161)	0,9353*** (0,0152)	0,9188*** (0,0175)	0,9227*** (0,0168)	0,9247*** (0,0174)
Sem	✓					✓				
Covariáveis		✓					✓			
Covariáveis de Diretor			✓					✓		
Covariáveis de Escola				✓					✓	
Covariáveis de Alunos					✓					✓
Todas Covariáveis										
Observações	59.150	59.150	55.528	55.379	51.984	60.635	60.635	56.948	56.519	53.068

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: O modelo estimado foi um log-log em nível de aluno. Em parênteses, os erros-padrões corrigidos por cluster a nível de turma. *p <10%; **p <5%; ***p < 1%; as covariáveis utilizadas como controles para o diretor incluem o nível de instrução do diretor, sexo do dirigente escolar, tempo total de serviço como servidor na educação básica, dummy para tempo de serviço como diretor da escola (≤ 2 anos ou > 2 anos), quantidade de horas contratadas por semana; as covariáveis da escola incluem o número de computadores e funcionários, a quantidade de salas existentes, *dummy* da localização da escola, índice socioeconômico da escola construído pelo Prova Brasil a partir dos questionários respondidos pelos alunos. Sendo assim, esse indicador é capaz de introduzir o *background* familiar da comunidade ao qual a escola está inserida ao modelo. As covariáveis a nível de aluno referem-se ao seu sexo, a uma *dummy* que indica se o aluno *a* apresenta a idade esperada para o nível de instrução observado, a uma *dummy* indicando a raça do aluno. Além disso, foi utilizado um polinômio de ordem 2 na quantidade de matrículas.

Tabela 11 – Efeito de Primeiro Estágio sobre Estudantes dos 9º anos do ensino fundamental para o ano de 2013

Remuneração Observada	Português					Matemática				
Threshold 1	0,9871*** (0,0048)	0,9884*** (0,0036)	0,9878*** (0,0049)	0,9876*** (0,0095)	0,9894*** (0,0080)	0,9870*** (0,0048)	0,9883*** (0,0036)	0,9876*** (0,0049)	0,9874*** (0,0095)	0,9890*** (0,0080)
Threshold 2	0,9315*** (0,0147)	0,9294*** (0,0148)	0,9303*** (0,0158)	0,9282*** (0,0153)	0,9248*** (0,0167)	0,9314*** (0,0146)	0,9292*** (0,0148)	0,9303*** (0,0158)	0,9294*** (0,0150)	0,9259*** (0,0164)
Threshold 3	0,8499*** (0,0381)	0,8587*** (0,0382)	0,8303*** (0,0406)	0,8441*** (0,0392)	0,8358*** (0,0423)	0,8487*** (0,0389)	0,8577*** (0,0391)	0,8293*** (0,0415)	0,8439*** (0,0393)	0,8356*** (0,0425)
Threshold 4	1,0808*** (0,0319)	1,0786*** (0,0316)	1,0837*** (0,0341)	1,0847*** (0,0333)	1,0873*** (0,0350)	1,0818*** (0,0321)	1,0795*** (0,0317)	1,0851*** (0,0342)	1,0834*** (0,0328)	1,0860*** (0,0345)
Threshold 5	0,8505*** (0,0318)	0,8614*** (0,0317)	0,8329*** (0,0324)	0,8469*** (0,0315)	0,8396*** (0,0320)	0,8502*** (0,0312)	0,8605*** (0,0311)	0,8331*** (0,0318)	0,8471*** (0,0319)	0,8402*** (0,0324)
Sem Covariáveis	✓					✓				
Covariáveis de Diretor		✓					✓			
Covariáveis de Escola			✓					✓		
Covariáveis de Alunos				✓					✓	
Todas Covariáveis					✓					✓
Observações	87.759	87.759	84.079	81.484	78.096	87.750	87.750	84.097	84.195	80.712

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: O modelo estimado foi um log-log em nível de aluno. Em parênteses, os erros-padrões corrigidos por cluster a nível de turma. *p <10%; **p <5%; ***p < 1%; as covariáveis utilizadas como controles para o diretor incluem o nível de instrução do diretor, sexo do dirigente escolar, tempo total de serviço como servidor na educação básica, dummy para tempo de serviço como diretor da escola (≤ 2 anos ou > 2 anos), quantidade de horas contratadas por semana; as covariáveis da escola incluem o número de computadores e funcionários, a quantidade de salas existentes, *dummy* da localização da escola, índice socioeconômico da escola construído pelo Prova Brasil a partir dos questionários respondidos pelos alunos. Sendo assim, esse indicador é capaz de introduzir o *background* familiar da comunidade ao qual a escola está inserida ao modelo. As covariáveis a nível de aluno referem-se ao seu sexo, a uma *dummy* que indica se o aluno *a* apresenta a idade esperada para o nível de instrução observado, a uma *dummy* indicando a raça do aluno. Além disso, foi utilizado um polinômio de ordem 2 na quantidade de matrículas.

Tabela 12 – Efeito de Primeiro Estágio sobre Estudantes dos 3º anos do ensino médio para o ano de 2013

Remuneração Observada	Português					Matemática				
Threshold 1	0,9701*** (0,0397)	0,9696*** (0,0397)	1,0099*** (0,0137)	1,0094*** (0,0131)	1,0094*** (0,0137)	0,9764*** (0,0344)	0,9760*** (0,0344)	1,0103*** (0,0135)	1,0087*** (0,0127)	1,0088*** (0,0133)
Threshold 2	0,9414*** (0,0186)	0,9393*** (0,0184)	0,9402*** (0,0194)	0,9383*** (0,0190)	0,9383 (0,0195)	0,9421*** (0,0180)	0,9402*** (0,0178)	0,9415*** (0,0187)	0,9396*** (0,0185)	0,9396*** (0,0189)
Threshold 3	1,0137*** (0,0604)	0,9445*** (0,0434)	1,0069*** (0,0658)	1,0117*** (0,0617)	0,9300*** (0,0460)	1,0140*** (0,0602)	0,9464*** (0,0437)	1,0077*** (0,0654)	1,0104*** (0,0606)	0,9345*** (0,0466)
Threshold 4	0,9580*** (0,0327)	0,9565*** (0,0321)	0,9484*** (0,0345)	0,9555*** (0,0353)	0,9493*** (0,0364)	0,9615*** (0,0338)	0,9600*** (0,0332)	0,9519*** (0,0356)	0,9603*** (0,0347)	0,9530*** (0,0358)
Threshold 5	0,8446*** (0,0390)	0,8413*** (0,0386)	0,8390*** (0,0422)	0,8376*** (0,0396)	0,8303*** (0,0415)	0,8414*** (0,0394)	0,8380*** (0,0390)	0,8362*** (0,0425)	0,8383*** (0,0407)	0,8312*** (0,0425)
Sem	✓					✓				
Covariáveis		✓					✓			
Covariáveis de Diretor			✓					✓		
Covariáveis de Escola				✓					✓	
Covariáveis de Alunos					✓					✓
Todas Covariáveis					✓					✓
Observações	82.310	82.310	80.003	74.269	72.215	82.129	82.129	79.813	77.944	75.790

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: O modelo estimado foi um log-log em nível de aluno. Em parênteses, os erros-padrões corrigidos por cluster a nível de turma. *p <10%; **p <5%; ***p < 1%; as covariáveis utilizadas como controles para o diretor incluem o nível de instrução do diretor, sexo do dirigente escolar, tempo total de serviço como servidor na educação básica, dummy para tempo de serviço como diretor da escola (≤ 2 anos ou > 2 anos), quantidade de horas contratadas por semana; as covariáveis da escola incluem o número de computadores e funcionários, a quantidade de salas existentes, *dummy* da localização da escola, índice socioeconômico da escola construído pelo Prova Brasil a partir dos questionários respondidos pelos alunos. Sendo assim, esse indicador é capaz de introduzir o *background* familiar da comunidade ao qual a escola está inserida ao modelo. As covariáveis a nível de aluno referem-se ao seu sexo, a uma *dummy* que indica se o aluno *a* apresenta a idade esperada para o nível de instrução observado, a uma *dummy* indicando a raça do aluno. Além disso, foi utilizado um polinômio de ordem 2 na quantidade de matrículas.

Tabela 13 – Impacto de um Diretor com uma melhor remuneração sobre o desempenho acadêmico dos estudantes dos 5º anos do ensino fundamental para o ano de 2012.

	Remuneração Observada (τ_{is})		Português		Remuneração Observada (τ_{is})		Matemática	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)
Threshold 1	0,9549*** (0,0123)	0,9610*** (0,0119)	0,0665 (0,2945)	-0,0116 (0,2729)	0,9523*** (0,0130)	0,9587*** (0,0124)	0,4152 (0,3114)	0,2562 (0,2836)
Threshold 2	0,8018*** (0,0489)	0,8052*** (0,0490)	0,0529 (0,2912)	-0,0318 (0,2697)	0,8025*** (0,0485)	0,8054*** (0,0485)	0,4135 (0,3071)	0,2459 (0,2792)
Threshold 3	0,8131*** (0,0428)	0,8136*** (0,0419)	0,0442 (0,2767)	-0,0319 (0,2586)	0,8154*** (0,0430)	0,8158*** (0,0420)	0,3551 (0,2936)	0,2044 (0,2696)
Threshold 4	0,9586*** (0,0299)	0,9684*** (0,0296)	-0,1063 (0,3122)	-0,1767 (0,2875)	0,9571*** (0,0297)	0,9667*** (0,0293)	0,2824 (0,3292)	0,1335 (0,2979)
Threshold 5	0,9445*** (0,0340)	0,9555*** (0,0328)	0,0282 (0,2925)	-0,0515 (0,2720)	0,9433*** (0,0343)	0,9543*** (0,0331)	0,3959 (0,3096)	0,2371 (0,2826)
Sem Covariáveis	✓		✓		✓		✓	
Com Covariáveis		✓		✓		✓		✓
Observações	66.584	66.562	66.584	66.562	66.832	66.811	66.832	66.811

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: O modelo estimado foi um log-log em nível de aluno. Em parênteses, os erros-padrões corrigidos por cluster a nível de turma. *p <10%; **p <5%; ***p < 1%; as covariáveis utilizadas como controles para o diretor incluem o nível de instrução do diretor, sexo do dirigente escolar, tempo total de serviço como servidor na educação básica, dummy para tempo de serviço como diretor da escola (≤ 2 anos ou > 2 anos), quantidade de horas contratadas por semana; as covariáveis da escola incluem o número de computadores e funcionários, a quantidade de salas existentes, dummy da localização da escola, Além disso, foi utilizado um polinômio de ordem 2 na quantidade de matrículas.

Tabela 14 – Impacto de um Diretor com uma melhor remuneração sobre o desempenho acadêmico dos estudantes dos 9º anos do ensino fundamental para o ano de 2012.

	Remuneração Observada (τ_{is})		Português		Remuneração Observada (τ_{is})		Matemática	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)
Threshold 1	0,9850*** (0,0042)	0,9879*** (0,0060)	-0,3028 (0,2298)	-0,2789 (0,2045)	0,9843*** (0,0047)	0,9871*** (0,0063)	-0,1341 (0,2356)	-0,1281 (0,2091)
Threshold 2	0,9587*** (0,0157)	0,9578*** (0,0161)	-0,2733 (0,2263)	-0,2481 (0,2021)	0,9586*** (0,0158)	0,9578*** (0,0163)	-0,1261 (0,2322)	-0,1183 (0,2070)
Threshold 3	0,8416*** (0,0560)	0,8608*** (0,0551)	-0,2283 (0,1974)	-0,2098 (0,1769)	0,8393*** (0,0554)	0,8582*** (0,0545)	-0,0968 (0,2023)	-0,0912 (0,1808)
Threshold 4	0,9487*** (0,0257)	0,9428*** (0,0267)	-0,3897* (0,2324)	-0,3758* (0,2082)	0,9486*** (0,0256)	0,9430*** (0,0266)	-0,2963 (0,2388)	-0,3025 (0,2137)
Threshold 5	0,7243*** (0,0394)	0,7466*** (0,0392)	-0,3350 (0,2310)	-0,3078 (0,2054)	0,7264*** (0,0394)	0,7478*** (0,0392)	-0,1636 (0,2364)	-0,1522 (0,2096)
Sem Covariáveis ✓			✓		✓		✓	
Com Covariáveis		✓		✓		✓		✓
Observações	85.140	85.095	85.140	85.095	84.521	84.478	84.521	84.478

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: O modelo estimado foi um log-log em nível de aluno. Em parênteses, os erros-padrões corrigidos por cluster a nível de turma. *p <10%; **p <5%; ***p < 1%; as covariáveis utilizadas como controles para o diretor incluem o nível de instrução do diretor, sexo do dirigente escolar, tempo total de serviço como servidor na educação básica, dummy para tempo de serviço como diretor da escola (≤ 2 anos ou > 2 anos), quantidade de horas contratadas por semana; as covariáveis da escola incluem o número de computadores e funcionários, a quantidade de salas existentes, *dummy* da localização da escola, Além disso, foi utilizado um polinômio de ordem 2 na quantidade de matrículas.

Tabela 15 – Impacto de um Diretor com uma melhor remuneração sobre o desempenho acadêmico dos estudantes dos 3º anos do ensino médio para o ano de 2012.

	Remuneração Observada (τ_{is})		Português		Remuneração Observada (τ_{is})		Matemática	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)
Threshold 1	1,0115*** (0,0121)	1,0115*** (0,0122)	0,3494 (0,2704)	0,2251 (0,2580)	1,0011*** (0,0127)	1,0119*** (0,0128)	0,7389** (0,3432)	0,5457* (0,3211)
Threshold 2	0,9712*** (0,0138)	1,0118*** (0,0182)	0,3715 (0,2691)	0,2445 (0,2501)	0,9702*** (0,0138)	1,0102*** (0,0179)	0,7653** (0,3415)	0,5591* (0,3118)
Threshold 3	0,9461*** (0,0586)	0,9477*** (0,0582)	0,2652 (0,2268)	0,1725 (0,2168)	0,9446*** (0,0590)	0,9453*** (0,0583)	0,6000** (0,2903)	0,4536* (0,2720)
Threshold 4	0,9801*** (0,0293)	0,9633*** (0,0304)	0,2211 (0,2663)	0,0914 (0,2563)	0,9808*** (0,0288)	0,9648*** (0,0299)	0,5319 (0,3377)	0,3286 (0,3184)
Threshold 5	0,5795*** (0,0474)	0,5785*** (0,0476)	0,3528 (0,2740)	0,2336 (0,2606)	0,5820*** (0,0476)	0,5803*** (0,0480)	0,7476** (0,3488)	0,5609* (0,3256)
Sem Covariáveis	✓		✓		✓		✓	
Com Covariáveis		✓		✓		✓		✓
Observações	84.833	84.609	84.833	84.609	83.423	83.189	83.423	83.189

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: O modelo estimado foi um log-log em nível de aluno. Em parênteses, os erros-padrões corrigidos por cluster a nível de turma. *p <10%; **p <5%; ***p < 1%; as covariáveis utilizadas como controles para o diretor incluem o nível de instrução do diretor, sexo do dirigente escolar, tempo total de serviço como servidor na educação básica, dummy para tempo de serviço como diretor da escola (≤ 2 anos ou > 2 anos), quantidade de horas contratadas por semana; as covariáveis da escola incluem o número de computadores e funcionários, a quantidade de salas existentes, *dummy* da localização da escola, Além disso, foi utilizado um polinômio de ordem 2 na quantidade de matrículas.

Tabela 16 – Impacto de um Diretor com uma melhor remuneração sobre o desempenho acadêmico dos estudantes dos 5º anos do ensino fundamental na disciplina de português do PROEB 41

	2011					2013				
Threshold 1	0,3195 (0,2678)	0,2832 (0,2588)	0,1881 (0,2958)	0,0251 (0,2381)	-0,1766 (0,2589)	0,3406* (0,2077)	0,3451* (0,2053)	0,3530 (0,2176)	-0,1403 (0,2070)	-0,0798 (0,2096)
Threshold 2	0,3270 (0,2630)	0,3161 (0,2498)	0,2011 (0,2901)	0,0580 (0,2290)	-0,1208 (0,2501)	0,2688 (0,2052)	0,2757 (0,2024)	0,2723 (0,2143)	-0,1445 (0,1854)	-0,0754 (0,1864)
Threshold 3	0,2868 (0,2464)	0,2727 (0,2355)	0,1784 (0,2723)	0,0294 (0,2141)	-0,1250 (0,2350)	0,2551 (0,1873)	0,2453 (0,1864)	0,2687 (0,1958)	-0,1151 (0,1698)	-0,0526 (0,1729)
Threshold 4	0,3965 (0,2867)	0,3923 (0,2708)	0,3178 (0,3165)	0,0632 (0,2508)	-0,0925 (0,2732)	0,2030 (0,2265)	0,2178 (0,2237)	0,2280 (0,2347)	-0,2356 (0,2037)	-0,1454 (0,2050)
Threshold 5	0,2850 (0,2656)	0,2734 (0,2522)	0,1634 (0,2936)	0,0074 (0,2311)	-0,1697 (0,2529)	0,3064 (0,2123)	0,3065 (0,2106)	0,3555 (0,2225)	-0,1351 (0,1925)	-0,0468 (0,1954)
Sem Covariáveis	✓					✓				
Covariáveis de Diretor		✓					✓			
Covariáveis de Escola			✓					✓		
Covariáveis de Alunos				✓					✓	
Todas Covariáveis					✓					✓
Observações	68.627	66.972	64.277	64.743	60.071	59.150	59.150	55.528	55.379	51.984

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: O modelo estimado foi um log-log em nível de aluno. Em parênteses, os erros-padrões corrigidos por cluster a nível de turma. *p <10%; **p <5%; ***p < 1%; as covariáveis utilizadas como controles para o diretor incluem o nível de instrução do diretor, sexo do dirigente escolar, tempo total de serviço como servidor na educação básica, dummy para tempo de serviço como diretor da escola (≤ 2 anos ou > 2 anos), quantidade de horas contratadas por semana; as covariáveis da escola incluem o número de computadores e funcionários, a quantidade de salas existentes, *dummy* da localização da escola, índice socioeconômico da escola construído pelo Prova Brasil a partir dos questionários respondidos pelos alunos. Sendo assim, esse indicador é capaz de introduzir o *background* familiar da comunidade ao qual a escola está inserida ao modelo. As covariáveis a nível de aluno referem-se ao seu sexo, a uma *dummy* que indica se o aluno *a* apresenta a idade esperada para o nível de instrução observado, a uma *dummy* indicando a raça do aluno. Além disso, foi utilizado um polinômio de ordem 2 na quantidade de matrículas.

Tabela 17 – Impacto de um Diretor com uma melhor remuneração sobre o desempenho acadêmico dos estudantes dos 5º anos do ensino fundamental na disciplina de matemática do PROEB

	2011					2013				
Threshold 1	0,4587 (0,3009)	0,4055 (0,2913)	0,2335 (0,3335)	0,1680 (0,2699)	-0,1039 (0,2962)	0,3554* (0,1968)	0,3689* (0,1949)	0,3012 (0,2038)	-0,0539 (0,1917)	-0,0349 (0,1938)
Threshold 2	0,4748 (0,2936)	0,4356 (0,2772)	0,2506 (0,3248)	0,2027 (0,2559)	-0,0493 (0,2817)	0,3054 (0,1936)	0,3216* (0,1914)	0,2434 (0,1997)	-0,0442 (0,1697)	-0,0143 (0,1704)
Threshold 3	0,4202 (0,2772)	0,3819 (0,2640)	0,2274 (0,3078)	0,1628 (0,2411)	-0,0549 (0,2684)	0,2743 (0,1778)	0,2740 (0,1771)	0,2246 (0,1837)	-0,0389 (0,1577)	-0,0178 (0,1601)
Threshold 4	0,4490 (0,3149)	0,4152 (0,2949)	0,2693 (0,3503)	0,1387 (0,2759)	-0,0935 (0,3030)	0,2233 (0,2123)	0,2480 (0,2099)	0,1820 (0,2181)	-0,1410 (0,1864)	-0,0943 (0,1873)
Threshold 5	0,4205 (0,2963)	0,3828 (0,2797)	0,2002 (0,3290)	0,1405 (0,2584)	-0,1091 (0,2857)	0,3338* (0,2007)	0,3453* (0,1995)	0,3168 (0,2081)	-0,0340 (0,1768)	0,0225 (0,1794)
Sem Covariáveis	✓					✓				
Covariáveis de Diretor		✓					✓			
Covariáveis de Escola			✓					✓		
Covariáveis de Alunos				✓					✓	
Todas Covariáveis					✓					✓
Observações	48.130	46.874	45.015	45.471	42.121	60.635	60.635	56.948	56.519	53.068

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: O modelo estimado foi um log-log em nível de aluno. Em parênteses, os erros-padrões corrigidos por cluster a nível de turma. *p <10%; **p <5%; ***p < 1%; as covariáveis utilizadas como controles para o diretor incluem o nível de instrução do diretor, sexo do dirigente escolar, tempo total de serviço como servidor na educação básica, dummy para tempo de serviço como diretor da escola (≤ 2 anos ou > 2 anos), quantidade de horas contratadas por semana; as covariáveis da escola incluem o número de computadores e funcionários, a quantidade de salas existentes, *dummy* da localização da escola, índice socioeconômico da escola construído pelo Prova Brasil a partir dos questionários respondidos pelos alunos. Sendo assim, esse indicador é capaz de introduzir o *background* familiar da comunidade ao qual a escola está inserida ao modelo. As covariáveis a nível de aluno referem-se ao seu sexo, a uma *dummy* que indica se o aluno *a* apresenta a idade esperada para o nível de instrução observado, a uma *dummy* indicando a raça do aluno. Além disso, foi utilizado um polinômio de ordem 2 na quantidade de matrículas.

Tabela 18 – Impacto de um Diretor com uma melhor remuneração sobre o desempenho acadêmico dos estudantes dos 9º anos do ensino fundamental na disciplina de português do PROEB

	2011					2013				
Threshold 1	-0,1467 (0,1948)	-0,0965 (0,1892)	-0,1902 (0,2103)	-0,1092 (0,1874)	-0,1221 (0,1882)	0,0817 (0,0908)	0,1057 (0,0888)	0,0944 (0,1001)	0,0586 (0,0798)	0,1045 (0,0867)
Threshold 2	-0,1483 (0,1903)	-0,0841 (0,1786)	-0,1808 (0,2046)	-0,0793 (0,1771)	-0,0766 (0,1763)	0,0561 (0,0903)	0,0802 (0,0882)	0,0767 (0,0994)	0,0586 (0,0778)	0,1074 (0,0847)
Threshold 3	-0,1124 (0,1657)	-0,0598 (0,1560)	-0,1391 (0,1777)	-0,0775 (0,1551)	-0,0679 (0,1544)	0,0674 (0,0834)	0,0906 (0,0815)	0,0871 (0,0913)	0,0584 (0,0719)	0,1127 (0,0777)
Threshold 4	-0,2329 (0,1974)	-0,1684 (0,1855)	-0,2709 (0,2125)	-0,1693 (0,1839)	-0,1573 (0,1831)	0,0050 (0,0846)	0,0281 (0,0828)	0,0274 (0,0928)	-0,0148 (0,0730)	0,0421 (0,0791)
Threshold 5	-0,1855 (0,1972)	-0,1211 (0,1841)	-0,2297 (0,2131)	-0,1282 (0,1840)	-0,1291 (0,1832)	0,0543 (0,0936)	0,0799 (0,0915)	0,0809 (0,1044)	0,0364 (0,0815)	0,0948 (0,0899)
Sem	✓					✓				
Covariáveis		✓					✓			
Covariáveis de Diretor			✓					✓		
Covariáveis de Escola				✓					✓	
Covariáveis de Alunos					✓					✓
Todas Covariáveis										
Observações	84.211	82.546	80.903	82.547	78.653	87.759	87.759	84.079	81.484	78.096

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: O modelo estimado foi um log-log em nível de aluno. Em parênteses, os erros-padrões corrigidos por cluster a nível de turma. *p <10%; **p <5%; ***p < 1%; as covariáveis utilizadas como controles para o diretor incluem o nível de instrução do diretor, sexo do dirigente escolar, tempo total de serviço como servidor na educação básica, dummy para tempo de serviço como diretor da escola (≤ 2 anos ou > 2 anos), quantidade de horas contratadas por semana; as covariáveis da escola incluem o número de computadores e funcionários, a quantidade de salas existentes, *dummy* da localização da escola, índice socioeconômico da escola construído pelo Prova Brasil a partir dos questionários respondidos pelos alunos. Sendo assim, esse indicador é capaz de introduzir o *background* familiar da comunidade ao qual a escola está inserida ao modelo. As covariáveis a nível de aluno referem-se ao seu sexo, a uma *dummy* que indica se o aluno *a* apresenta a idade esperada para o nível de instrução observado, a uma *dummy* indicando a raça do aluno. Além disso, foi utilizado um polinômio de ordem 2 na quantidade de matrículas.

Tabela 19 – Impacto de um Diretor com uma melhor remuneração sobre o desempenho acadêmico dos 9º anos do ensino fundamental na disciplina de matemática do PROEB

	2011					2013				
Threshold 1	-0,0499 (0,2021)	0,0431 (0,1990)	-0,1239 (0,2155)	0,0604 (0,1971)	0,0354 (0,1978)	0,0719 (0,0999)	0,0944 (0,0980)	0,0593 (0,1100)	0,0720 (0,0921)	0,0994 (0,0993)
Threshold 2	-0,0533 (0,1979)	0,0412 (0,1884)	-0,1171 (0,2099)	0,0732 (0,1865)	0,0553 (0,1854)	0,0449 (0,0995)	0,0676 (0,0975)	0,0376 (0,1094)	0,0669 (0,0894)	0,0937 (0,0965)
Threshold 3	-0,0258 (0,1712)	0,0521 (0,1636)	-0,0760 (0,1813)	0,0656 (0,1623)	0,0599 (0,1616)	0,0536 (0,0911)	0,0752 (0,0892)	0,0470 (0,0995)	0,0702 (0,0823)	0,1009 (0,0884)
Threshold 4	-0,1969 (0,2046)	-0,1019 (0,1949)	-0,2591 (0,2173)	-0,0739 (0,1934)	-0,0766 (0,1921)	-0,0166 (0,0928)	0,0056 (0,0909)	-0,0057 (0,1017)	-0,0064 (0,0836)	0,0446 (0,0897)
Threshold 5	-0,0735 (0,2045)	0,0219 (0,1937)	-0,1478 (0,2183)	0,0455 (0,1934)	0,0254 (0,1927)	0,0582 (0,1022)	0,0819 (0,1002)	0,0651 (0,1133)	0,0677 (0,0927)	0,1124 (0,1008)
Sem Covariáveis	✓					✓				
Covariáveis de Diretor		✓					✓			
Covariáveis de Escola			✓					✓		
Covariáveis de Alunos				✓					✓	
Todas Covariáveis					✓					✓
Observações	64.214	62.876	61.749	62.971	60.028	87.750	87.750	84.097	84.195	80.712

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: O modelo estimado foi um log-log em nível de aluno. Em parênteses, os erros-padrões corrigidos por cluster a nível de turma. *p <10%; **p <5%; ***p < 1%; as covariáveis utilizadas como controles para o diretor incluem o nível de instrução do diretor, sexo do dirigente escolar, tempo total de serviço como servidor na educação básica, dummy para tempo de serviço como diretor da escola (≤ 2 anos ou > 2 anos), quantidade de horas contratadas por semana; as covariáveis da escola incluem o número de computadores e funcionários, a quantidade de salas existentes, dummy da localização da escola, índice socioeconômico da escola construído pelo Prova Brasil a partir dos questionários respondidos pelos alunos. Sendo assim, esse indicador é capaz de introduzir o *background* familiar da comunidade ao qual a escola está inserida ao modelo. As covariáveis a nível de aluno referem-se ao seu sexo, a uma dummy que indica se o aluno *a* apresenta a idade esperada para o nível de instrução observado, a uma dummy indicando a raça do aluno. Além disso, foi utilizado um polinômio de ordem 2 na quantidade de matrículas.

Tabela 20 – Impacto de um Diretor com uma melhor remuneração sobre o desempenho acadêmico dos estudantes dos 3º anos do ensino médio na disciplina de português do PROEB 45

	2011					2013				
Threshold 1	-0,0673 (0,3114)	0,3815 (0,2914)	-0,2048 (0,3530)	(0,0512) (0,2963)	0,4015 (0,3064)	0,0983 (0,0875)	0,0949 (0,0926)	0,0954 (0,0861)	0,1505** (0,0725)	0,1542* (0,0802)
Threshold 2	-0,0571 (0,3079)	0,3918 (0,2735)	-0,1728 (0,3495)	0,0640 (0,2925)	0,4324 (0,2878)	0,1051 (0,0899)	0,1028 (0,0950)	0,1173 (0,0885)	0,1611** (0,0746)	0,1711** (0,0824)
Threshold 3	-0,0805 (0,2667)	0,3124 (0,2471)	-,01830 (0,3012)	0,0232 (0,2536)	0,3515 (0,2585)	0,1387* (0,0799)	0,1428* (0,0884)	0,1382* (0,0791)	0,1683** (0,0675)	0,1817** (0,0778)
Threshold 4	-0,1933 (0,3094)	0,2291 (0,2726)	-0,3311 (0,3530)	-0,0593 (0,2936)	0,2806 (0,2873)	0,0699 (0,0925)	0,0689 (0,0969)	0,0815 (0,0919)	0,1262* (0,0740)	0,1433** (0,0804)
Threshold 5	-0,0733 (0,3158)	0,3758 (0,2774)	-0,2021 (0,3580)	0,0470 (0,3005)	0,4174 (0,2923)	0,0859 (0,0896)	0,0844 (0,0946)	0,0969 (0,0883)	0,1413* (0,0743)	0,1551* (0,0823)
Sem	✓					✓				
Covariáveis		✓					✓			
Covariáveis de Diretor			✓					✓		
Covariáveis de Escola				✓					✓	
Covariáveis de Alunos					✓					✓
Todas Covariáveis					✓					✓
Observações	73.714	65.532	71.885	73.326	63.860	82.310	82.310	80.003	74.269	72.215

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: O modelo estimado foi um log-log em nível de aluno. Em parênteses, os erros-padrões corrigidos por cluster a nível de turma. *p <10%; **p <5%; ***p < 1%; as covariáveis utilizadas como controles para o diretor incluem o nível de instrução do diretor, sexo do dirigente escolar, tempo total de serviço como servidor na educação básica, dummy para tempo de serviço como diretor da escola (≤ 2 anos ou > 2 anos), quantidade de horas contratadas por semana; as covariáveis da escola incluem o número de computadores e funcionários, a quantidade de salas existentes, *dummy* da localização da escola, índice socioeconômico da escola construído pelo Prova Brasil a partir dos questionários respondidos pelos alunos. Sendo assim, esse indicador é capaz de introduzir o *background* familiar da comunidade ao qual a escola está inserida ao modelo. As covariáveis a nível de aluno referem-se ao seu sexo, a uma *dummy* que indica se o aluno *a* apresenta a idade esperada para o nível de instrução observado, a uma *dummy* indicando a raça do aluno. Além disso, foi utilizado um polinômio de ordem 2 na quantidade de matrículas.

Tabela 21 – Impacto de um Diretor com uma melhor remuneração sobre o desempenho acadêmico dos estudantes dos 3º anos do ensino médio na disciplina de matemática do PROEB

	2011					2013				
Threshold 1	0,1393 (0,3126)	0,3545 (0,3451)	-0,0085 (0,3430)	0,29024 (0,3056)	0,3446 (0,3684)	0,2114** (0,1020)	0,2087** (0,1076)	0,2167** (0,1037)	0,2498*** (0,0906)	0,2534*** (0,1018)
Threshold 2	0,1388 (0,3113)	0,3638 (0,3270)	0,0079 (0,3423)	0,2917 (0,3036)	0,3690 (0,3488)	0,2158** (0,1054)	0,2149** (0,1109)	0,2363** (0,1068)	0,2574*** (0,0930)	0,2685*** (0,1042)
Threshold 3	0,0778 (0,2677)	0,2672 (0,2922)	-0,0325 (0,2923)	0,2005 (0,2623)	0,2754 (0,3098)	0,1847** (0,0920)	0,1931* (0,1005)	0,1916** (0,0935)	0,2108*** (0,0823)	0,2282** (0,0952)
Threshold 4	-0,0136 (0,3057)	0,1848 (0,3162)	-0,1575 (0,3375)	0,1423 (0,2980)	0,1970 (0,3377)	0,1659*** (0,1016)	0,1662 (0,1065)	0,2023** (0,1035)	0,1780** (0,0910)	0,2125** (0,1008)
Threshold 5	0,1275 (0,3175)	0,3505 (0,3297)	-0,0115 (0,3487)	0,2796 (0,3105)	0,3588 (0,3523)	0,1911* (0,1046)	0,1910* (0,1100)	0,2202** (0,1066)	0,2303** (0,0928)	0,2539** (0,1043)
Sem	✓					✓				
Covariáveis		✓					✓			
Covariáveis de Diretor			✓					✓		
Covariáveis de Escola				✓					✓	
Covariáveis de Alunos					✓					✓
Todas Covariáveis										
Observações	55.514	49.205	54.254	55.229	48.081	82.129	82.129	79.813	77.944	75.790

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: O modelo estimado foi um log-log em nível de aluno. Em parênteses, os erros-padrões corrigidos por cluster a nível de turma. *p <10%; **p <5%; ***p < 1%; as covariáveis utilizadas como controles para o diretor incluem o nível de instrução do diretor, sexo do dirigente escolar, tempo total de serviço como servidor na educação básica, dummy para tempo de serviço como diretor da escola (≤ 2 anos ou > 2 anos), quantidade de horas contratadas por semana; as covariáveis da escola incluem o número de computadores e funcionários, a quantidade de salas existentes, *dummy* da localização da escola, índice socioeconômico da escola construído pelo Prova Brasil a partir dos questionários respondidos pelos alunos. Sendo assim, esse indicador é capaz de introduzir o *background* familiar da comunidade ao qual a escola está inserida ao modelo. As covariáveis a nível de aluno referem-se ao seu sexo, a uma *dummy* que indica se o aluno *a* apresenta a idade esperada para o nível de instrução observado, a uma *dummy* indicando a raça do aluno. Além disso, foi utilizado um polinômio de ordem 2 na quantidade de matrículas.

Analisando as Tabelas 16 e 17 observa-se que um diretor com uma melhor faixa salarial não impacta no desempenho dos estudantes dos 5º anos em nenhuma das disciplinas no ano de 2013. Segundo Andrade (2006) esse fato é justificado pois os alunos presentes nos níveis iniciais do processo educativo, tendem a ser mais impactados pelo professor do que pelo diretor, devido ao fato do processo educativo nessa etapa está ligado essencialmente às relações diretas entre aluno e professor. Resultados similares são vistos nas Tabelas 18 e 19, em que são apresentadas as estimativas para o nível educacional referente aos 9º anos do ensino fundamental, para as disciplinas de português e matemática, respectivamente.

Contudo, observando as Tabelas 20 e 21, que apresentam os resultados para as disciplinas de português e matemática, respectivamente, para os alunos dos 3º anos do ensino médio, verifica-se que um diretor com um melhor nível salarial pode aumentar o desempenho desses estudantes nas avaliações. A melhora no desempenho é mais expressiva para o primeiro, segundo e último ponto de corte. Dado a teoria dos incentivos e segundo Souza Júnior (2013) esse resultado é esperado. Nos dois primeiros pontos de corte o diretor obteve seus primeiros aumentos salariais, portanto, busca exercer suas atividades com mais entusiasmo e determinação. A análise para o último *cutoff* é similar. Neste ponto de corte, o diretor atingiu seu último nível salarial, portanto, está recebendo o incentivo máximo promovido pela legislação, induzindo-o a exercer suas funções da melhor forma possível.

Para alunos localizados aos arredores do primeiro ponto de corte, o seu desempenho na prova de matemática aumenta em 0,2534% dado um aumento de 1% no salário do diretor. Sendo assim, um aluno localizado a direita do primeiro *cutoff* apresenta um desempenho 2,534% superior ao de um aluno localizado à esquerda dessa descontinuidade. Isso ocorre, pois a remuneração recebida pelo dirigente escolar aumenta nesse *threshold* em exatos 10%. Já para a avaliação de língua portuguesa um aluno localizado no primeiro ponto de corte, aumenta 0,1542% seu desempenho dado um aumento de 1% no salário do diretor. Portanto, um aluno localizado a direita do primeiro *cutoff* apresenta um desempenho 1,542% superior a um aluno localizado a esquerda dessa descontinuidade.

Para a avaliação de português um aluno localizado a direita do segundo, terceiro, quarto e quinto ponto de corte tem seu desempenho aumentado em 1,624%, 2,017%, 0,757% e 1,723% respectivamente. Já para a avaliação de matemática um aluno localizado a direita

do segundo, terceiro, quarto e quinto ponto de corte tem seu desempenho aumentado em 2,532%, 2,533%, 1,122% e 2,821%, respectivamente.

Dada a falta de informações presentes nos bancos de dados utilizados nesse estudo, não se pode distinguir qual o canal que afetou o desempenho do aluno, se o canal direto ou o indireto. Contudo, destaca-se que os resultados aqui encontrados são similares com os resultados obtidos por Santos, Sampaio e Sampaio (2016). Porém, o diretor com uma melhor remuneração salarial conseguiu impactar tanto o desempenho na avaliação de matemática quanto na de português, resultado este não encontrado pelos autores em que o diretor apenas impactou o desempenho dos estudantes na prova de matemática.

Observando as Tabelas 16 a 21 nota-se que há uma diferença entre a quantidade de observações utilizadas nas estimações dependendo da avaliação a ser analisada, em que, em geral, a quantidade de alunos que fizeram a prova de matemática é inferior aos que fizeram a prova de língua portuguesa. Então poderia surgir um questionamento sobre se essas diferenças não teriam afetado as estimações. Sendo assim, as Tabela 22, Tabela 23 e Tabela 24 abaixo, apresentam as estimações do segundo estágio, utilizando apenas os alunos que realizaram as duas avaliações, para poder igualar a quantidade de observações entre as amostras. E a Tabela 25 apresenta o efeito de forma reduzida do salário previsto pela lei sobre o desempenho dos estudantes dos 3º anos do ensino médio nas avaliações de português e matemática. Constata-se assim, que essa diferença não afetou as estimações, pois os resultados encontrados utilizando a amostra padronizada são os mesmos apresentados nas Tabelas 16 a 21.

Como mencionado acima, para validar as estimativas até aqui apresentadas existe a necessidade de que a quantidade de matrículas não tenha sido influenciada pelo diretor. Sendo assim, a próxima seção apresenta o teste de manipulação inicialmente proposto por McCrary (2008) e estendido por Cattaneo et al (2018).

Tabela 22 – Impacto de um Diretor com uma melhor remuneração sobre o desempenho acadêmico dos estudantes dos 5º anos do ensino fundamental do PROEB para o ano 2013 com amostra padronizada 49

	Português					Matemática				
Threshold 1	0,3406* (0,2077)	0,3451* (0,2053)	0,3530 (0,2176)	-0,1403 (0,2070)	-0,0798 (0,2096)	0,3530* (0,1905)	0,3656* (0,1887)	0,2990 (0,1979)	-0,0477 (0,1887)	-0,0306 (0,1917)
Threshold 2	0,2688 (0,2052)	0,2757 (0,2024)	0,2723 (0,2143)	-0,1445 (0,1854)	-0,0754 (0,1864)	0,3022 (0,1877)	0,3176* (0,1856)	0,2405 (0,1942)	-0,0387 (0,1678)	-0,0102 (0,1693)
Threshold 3	0,2551 (0,1873)	0,2453 (0,1864)	0,2687 (0,1958)	-0,1151 (0,1698)	-0,0526 (0,1729)	0,2608 (0,1724)	0,2594 (0,1719)	0,2101 (0,1786)	-0,0413 (0,1560)	-0,0224 (0,1590)
Threshold 4	0,2030 (0,2265)	0,2178 (0,2237)	0,2280 (0,2347)	-0,2356 (0,2037)	-0,1454 (0,2050)	0,2257 (0,2061)	0,2486 (0,2038)	0,1817 (0,2122)	-0,1317 (0,1846)	-0,0882 (0,1863)
Threshold 5	0,3064 (0,2123)	0,3065 (0,2106)	0,3555 (0,2225)	-0,1351 (0,1925)	-0,0468 (0,1954)	0,3294* (0,1946)	0,3399* (0,1936)	0,3123 (0,2023)	-0,0291 (0,1749)	0,0253 (0,1783)
Sem	✓					✓				
Covariáveis		✓					✓			
Covariáveis de Diretor			✓					✓		
Covariáveis de Escola				✓					✓	
Covariáveis de Alunos					✓					✓
Todas										
Covariáveis										
Observações	59.150	59.150	55.528	55.379	51.984	59.150	59.150	55.528	55.379	51.984

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: O modelo estimado foi um log-log em nível de aluno. Em parênteses, os erros-padrões corrigidos por cluster a nível de turma. *p <10%; **p <5%; ***p < 1%; as covariáveis utilizadas como controles para o diretor incluem o nível de instrução do diretor, sexo do dirigente escolar, tempo total de serviço como servidor na educação básica, dummy para tempo de serviço como diretor da escola (≤ 2 anos ou > 2 anos), quantidade de horas contratadas por semana; as covariáveis da escola incluem o número de computadores e funcionários, a quantidade de salas existentes, *dummy* da localização da escola, índice socioeconômico da escola construído pelo Prova Brasil a partir dos questionários respondidos pelos alunos. Sendo assim, esse indicador é capaz de introduzir o *background* familiar da comunidade ao qual a escola está inserida ao modelo. As covariáveis a nível de aluno referem-se ao seu sexo, a uma *dummy* que indica se o aluno *a* apresenta a idade esperada para o nível de instrução observado, a uma *dummy* indicando a raça do aluno. Além disso, foi utilizado um polinômio de ordem 2 na quantidade de matrículas.

Tabela 23 – Impacto de um Diretor com uma melhor remuneração sobre o desempenho acadêmico dos estudantes dos 9º anos do ensino fundamental do PROEB para o ano 2013 com amostra padronizada

	Português					Matemática				
Threshold 1	0,0856 (0,0905)	0,1069 (0,0887)	0,0932 (0,0999)	0,0597 (0,0798)	0,1057 (0,0867)	0,0818 (0,0995)	0,1016 (0,0976)	0,0705 (0,1099)	0,0760 (0,0919)	0,1036 (0,0995)
Threshold 2	0,0605 (0,0900)	0,0821 (0,0881)	0,0764 (0,0992)	0,0598 (0,0778)	0,1084 (0,0846)	0,0542 (0,0989)	0,0744 (0,0970)	0,0487 (0,1091)	0,0713 (0,0893)	0,0988 (0,0966)
Threshold 3	0,0713 (0,0831)	0,0922 (0,0813)	0,0868 (0,0911)	0,0592 (0,0719)	0,1134 (0,0777)	0,0646 (0,0906)	0,0839 (0,0888)	0,0596 (0,0994)	0,0725 (0,0822)	0,1046 (0,0887)
Threshold 4	0,0092 (0,0844)	0,0298 (0,0827)	0,0257 (0,0927)	-0,0130 (0,0730)	0,0434 (0,0791)	-0,0077 (0,0923)	0,0119 (0,0905)	0,0040 (0,1015)	-0,0039 (0,0834)	0,0473 (0,0899)
Threshold 5	0,0581 (0,0936)	0,0809 (0,0916)	0,0789 (0,1044)	0,0379 (0,0815)	0,0962 (0,0899)	0,0697 (0,1017)	0,0906 (0,0998)	0,0779 (0,1131)	0,0726 (0,0925)	0,1176 (0,1009)
Sem Covariáveis	✓					✓				
Covariáveis de Diretor		✓					✓			
Covariáveis de Escola			✓					✓		
Covariáveis de Alunos				✓					✓	
Todas Covariáveis					✓					✓
Observações	84.828	84.828	81.286	81.460	78.075	84.828	84.828	81.286	81.460	78.075

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: O modelo estimado foi um log-log em nível de aluno. Em parênteses, os erros-padrões corrigidos por cluster a nível de turma. *p <10%; **p <5%; ***p < 1%; as covariáveis utilizadas como controles para o diretor incluem o nível de instrução do diretor, sexo do dirigente escolar, tempo total de serviço como servidor na educação básica, dummy para tempo de serviço como diretor da escola (≤ 2 anos ou > 2 anos), quantidade de horas contratadas por semana; as covariáveis da escola incluem o número de computadores e funcionários, a quantidade de salas existentes, *dummy* da localização da escola, índice socioeconômico da escola construído pelo Prova Brasil a partir dos questionários respondidos pelos alunos. Sendo assim, esse indicador é capaz de introduzir o *background* familiar da comunidade ao qual a escola está inserida ao modelo. As covariáveis a nível de aluno referem-se ao seu sexo, a uma *dummy* que indica se o aluno *a* apresenta a idade esperada para o nível de instrução observado, a uma *dummy* indicando a raça do aluno. Além disso, foi utilizado um polinômio de ordem 2 na quantidade de matrículas.

Tabela 24 – Impacto de um Diretor com uma melhor remuneração sobre o desempenho acadêmico dos estudantes dos 3º anos do ensino médio do PROEB para o ano 2013 com amostra padronizada 51

	Português					Matemática				
Threshold 1	0.1160 (0.0831)	0.1135 (0.0883)	0.1068 (0.0835)	0.1504** (0.0725)	0.1542* (0.0803)	0.2171** (0.1040)	0.2149** (0.1103)	0.2276** (0.1052)	0.2564*** (0.0921)	0.2660*** (0.1042)
Threshold 2	0.1249 (0.0858)	0.1240 (0.0909)	0.1301 (0.0860)	0.1609** (0.0746)	0.1709** (0.0825)	0.2236** (0.1074)	0.2235** (0.1136)	0.2497** (0.1084)	0.2631*** (0.0945)	0.2807*** (0.1066)
Threshold 3	0.1393* (0.0766)	0.1445* (0.0851)	0.1351* (0.0770)	0.1680** (0.0675)	0.1814** (0.0778)	0.1916** (0.0934)	0.2024** (0.1026)	0.2042** (0.0947)	0.2207*** (0.0835)	0.2466*** (0.0973)
Threshold 4	0.1032 (0.0844)	0.1035 (0.0889)	0.1089 (0.0848)	0.1260* (0.0740)	0.1431* (0.0805)	0.1756* (0.1036)	0.1767 (0.1092)	0.2167** (0.1050)	0.1888** (0.0923)	0.2282** (0.1031)
Threshold 5	0.1086 (0.0851)	0.1086 (0.0902)	0.1127 (0.0857)	0.1412* (0.0744)	0.1550* (0.0823)	0.1980* (0.1067)	0.1989* (0.1129)	0.2331** (0.1081)	0.2364** (0.0944)	0.2670** (0.1069)
Sem	✓					✓				
Covariáveis		✓					✓			
Covariáveis de Diretor			✓					✓		
Covariáveis de Escola				✓					✓	
Covariáveis de Alunos					✓					✓
Todas Covariáveis										
Observações	77.960	77.960	75.762	74.248	72.195	77.960	77.960	75.762	74.248	72.195

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: O modelo estimado foi um log-log em nível de aluno. Em parênteses, os erros-padrões corrigidos por cluster a nível de turma. *p <10%; **p <5%; ***p < 1%; as covariáveis utilizadas como controles para o diretor incluem o nível de instrução do diretor, sexo do dirigente escolar, tempo total de serviço como servidor na educação básica, dummy para tempo de serviço como diretor da escola (≤ 2 anos ou > 2 anos), quantidade de horas contratadas por semana; as covariáveis da escola incluem o número de computadores e funcionários, a quantidade de salas existentes, dummy da localização da escola, índice socioeconômico da escola construído pelo Prova Brasil a partir dos questionários respondidos pelos alunos. Sendo assim, esse indicador é capaz de introduzir o *background* familiar da comunidade ao qual a escola está inserida ao modelo. As covariáveis a nível de aluno referem-se ao seu sexo, a uma dummy que indica se o aluno *a* apresenta a idade esperada para o nível de instrução observado, a uma dummy indicando a raça do aluno. Além disso, foi utilizado um polinômio de ordem 2 na quantidade de matrículas.

Tabela 25 – Efeito da Forma Reduzida: impacto de um diretor com uma melhor remuneração sobre o desempenho acadêmico dos estudantes dos 3º anos do ensino médio do PROEB para o ano 2013 com amostra padronizada

	Português					Matemática				
Threshold 1	0,0664 (0,0501)	0,0592 (0,0502)	0,0564 (0,0501)	0,0914** (0,0443)	0,0804* (0,0445)	0,1352** (0,0631)	0,1253** (0,0632)	0,1352** (0,0624)	0,1673*** (0,0558)	0,1519*** (0,0572)
Threshold 2	0,0746 (0,0529)	0,0689 (0,0529)	0,0789 (0,0527)	0,1010** (0,0462)	0,0958** (0,0465)	0,1404** (0,0668)	0,1324** (0,0666)	0,1555** (0,0659)	0,1724*** (0,0582)	0,1643*** (0,0595)
Threshold 3	0,1105** (0,0563)	0,1037* (0,0565)	0,1059* (0,0565)	0,1339*** (0,0499)	0,1256** (0,0506)	0,1393** (0,0672)	0,1324** (0,0667)	0,1447** (0,0669)	0,1651*** (0,0597)	0,1574*** (0,0608)
Threshold 4	0,0596 (0,0576)	0,0553 (0,0576)	0,0646 (0,0574)	0,0744 (0,0511)	0,0777 (0,0507)	0,1036 (0,0701)	0,0973 (0,0702)	0,1362** (0,0694)	0,1106* (0,0629)	0,1273** (0,0637)
Threshold 5	0,0557 (0,0495)	0,0513 (0,0496)	0,0588 (0,0496)	0,0777* (0,0436)	0,0764* (0,0438)	0,1099* (0,0625)	0,1037* (0,0625)	0,1334** (0,0619)	0,1398** (0,0550)	0,1447*** (0,0564)
Sem	✓					✓				
Covariáveis		✓					✓			
Covariáveis de Diretor			✓					✓		
Covariáveis de Escola				✓					✓	
Covariáveis de Alunos					✓					✓
Todas Covariáveis					✓					✓
Observações	77.960	77.960	75.762	74.248	72.195	77.960	77.960	75.762	74.248	72.195

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: O modelo estimado foi um log-log em nível de aluno. Em parênteses, os erros-padrões corrigidos por cluster a nível de turma. *p <10%; **p <5%; ***p < 1%; as covariáveis utilizadas como controles para o diretor incluem o nível de instrução do diretor, sexo do dirigente escolar, tempo total de serviço como servidor na educação básica, dummy para tempo de serviço como diretor da escola (≤ 2 anos ou > 2 anos), quantidade de horas contratadas por semana; as covariáveis da escola incluem o número de computadores e funcionários, a quantidade de salas existentes, dummy da localização da escola, índice socioeconômico da escola construído pelo Prova Brasil a partir dos questionários respondidos pelos alunos. Sendo assim, esse indicador é capaz de introduzir o *background* familiar da comunidade ao qual a escola está inserida ao modelo. As covariáveis a nível de aluno referem-se ao seu sexo, a uma dummy que indica se o aluno *a* apresenta a idade esperada para o nível de instrução observado, a uma dummy indicando a raça do aluno. Além disso, foi utilizado um polinômio de ordem 2 na quantidade de matrículas.

6. TESTE DE MANIPULAÇÃO

A Lei N° 19.837 especifica que o dirigente escolar irá receber um salário de acordo com a quantidade de matrículas em sua escola. Sendo assim, é notório que ele deseja que sua instituição apresente um número elevado de alunos.

É necessário que a quantidade de matrículas não tenha sofrido influência do diretor, para que as estimativas acima apresentadas apresentem interpretação causal. As normas para realização da matrícula do aluno em determinada escola, como apresentado na seção 4.2 dificulta o mecanismo de manipulação por parte do diretor, porém não o exclui.

Para validação da hipótese de que a *running variable*, a quantidade de matrículas, não sofreu manipulação, é aplicado o teste proposto por McCrary (2008) e estendido por Cattaneo et al (2018). Contudo, o procedimento desenvolvido pelos autores não permite a possibilidade de múltiplas descontinuidades. Sendo assim, para construção da Figura 4 e Figura 5, que apresentam o resultado do teste para o ano de 2012 e 2013 respectivamente, todas as descontinuidades foram normalizadas para um único ponto de corte, *cutoff*=0. Tal procedimento é padrão na análise de *RDD* com múltiplos pontos de descontinuidades. Contudo, esse procedimento não permite que os efeitos entre os *threshold* sejam distintos, logo toda a heterogeneidade é perdida, mas as estimativas sobre a possibilidade de manipulação da *running variable* não é afetada.

A Tabela 26 apresenta as estimativas para o teste de manipulação para o ano de 2012, seguindo as recomendações de Cattaneo et al (2018), em que se deve testar várias ordens dos polinômios para o estimador da densidade⁴. E a Tabela 27 apresenta as mesmas estimativas da Tabela 26, porém para o ano de 2013.

⁴ Para maiores detalhes, ver Cattaneo et al (2018).

Tabela 26 – Teste de Manipulação – 2012

	<i>Bandwidths</i>		Observações Efetivas		Teste	
	Esquerda	Direita	Esquerda	Direita	<i>T</i>	<i>p-value</i>
T_{1,2}	31,887	46,705	220	357	1,5772	0,1147
T_{2,3}	54,314	67,771	367	493	1,4820	0,1383
T_{3,4}	89,516	105,431	628	757	0,9948	0,3198

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: * $p < 10\%$; ** $p < 5\%$; *** $p < 1\%$; $T_{p,q}$ indica o teste de manipulação configurado com polinômio de ordem p , utilizado para construir os estimadores de densidade, e com o viés corrigidos pelo polinômio de ordem q .

Tabela 27 – Teste de Manipulação – 2013

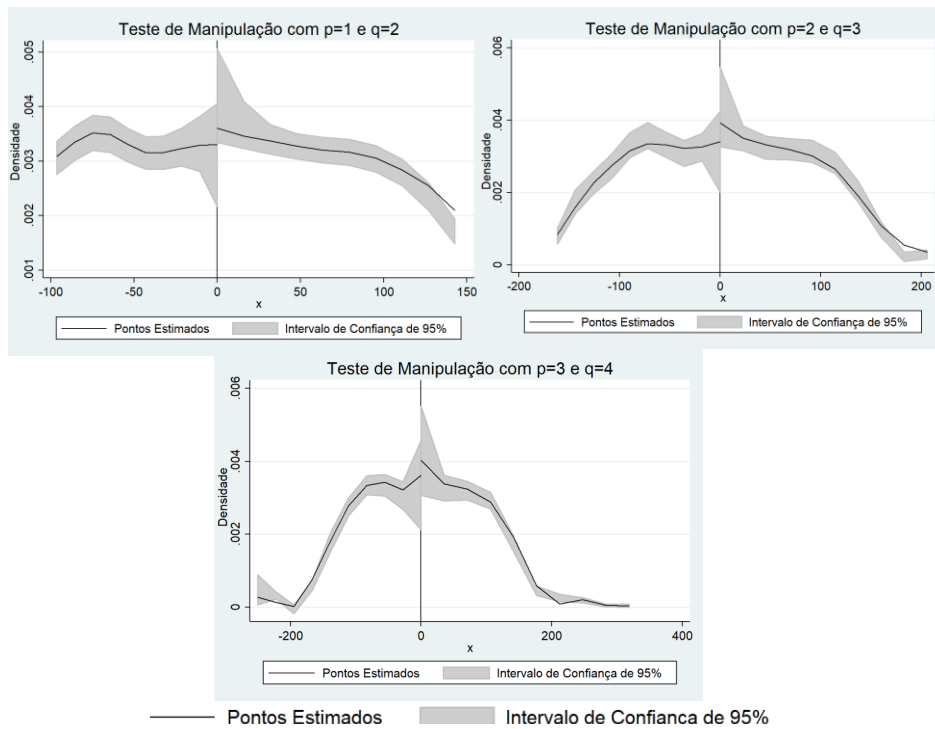
	<i>Bandwidths</i>		Observações Efetivas		Teste	
	Esquerda	Direita	Esquerda	Direita	<i>T</i>	<i>p-value</i>
T_{1,2}	71,503	76,178	460	526	0,7952	0,4265
T_{2,3}	62,506	87,517	395	599	1,0350	0,3007
T_{3,4}	121,502	149,416	709	907	0,5158	0,6060

Fonte: Elaborado pelo autor.

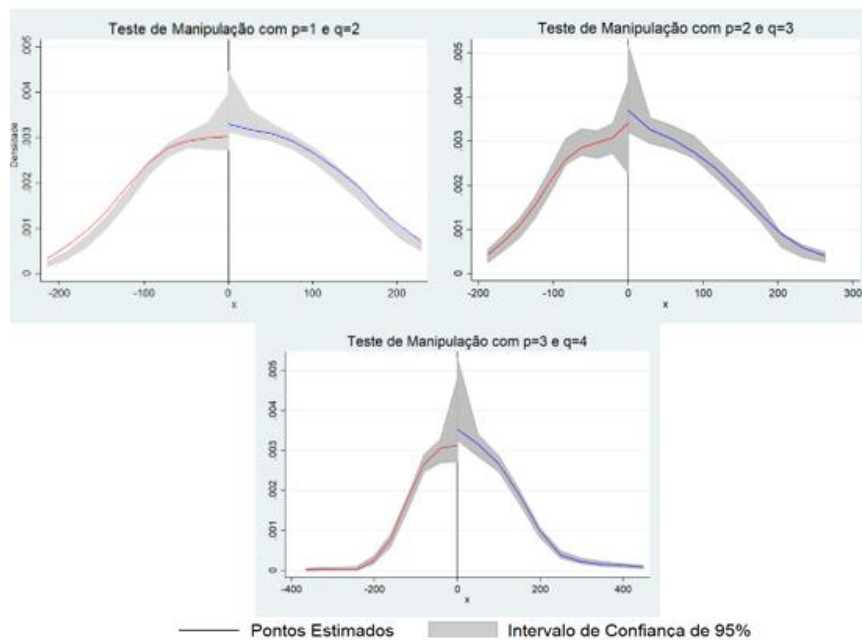
Nota: * $p < 10\%$; ** $p < 5\%$; *** $p < 1\%$; $T_{p,q}$ indica o teste de manipulação configurado com polinômio de ordem p , utilizado para construir os estimadores de densidade, e com o viés corrigidos pelo polinômio de ordem q .

Percebe-se que independente das ordens dos polinômios utilizados, os testes confirmaram que a quantidade de matrículas não sofreu influência dos diretores em nenhum dos anos analisados. Portanto, as estimativas acima apresentam interpretação causal. Isso é comprovado também pela Figura 4 e Figura 5, em que os pontos estimados se localizam dentro do intervalo de confiança, comprovando mais uma vez, que a *running variable* não sofre manipulação.

Contudo, algum ponto de corte específico pode ter sofrido alguma espécie de manipulação. Então, para comprovar que isso não correu é empregado o mesmo procedimento para cada ponto de corte. Conforme pode ser visto nas Tabela 28 e Tabela 29, não houve manipulação na quantidade de matrículas em nenhum dos anos aqui estudados. Portanto, os resultados estão refletindo o verdadeiro efeito que um diretor mais incentivado apresenta sobre o desempenho acadêmico dos estudantes.

Figura 4 – Testes de Manipulação - 2012

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 5 – Testes de Manipulação - 2013

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 28 – Teste de Manipulação para Cada Ponto de Corte – 2012

		<i>Bandwidths</i>		Observações Efetivas		Teste	
		Esquerda	Direita	Esquerda	Direita	<i>T</i>	<i>p-value</i>
Threshold 1	T _{1,2}	56,135	39,237	87	73	-0,0321	0,9744
	T _{2,3}	51,208	52,856	84	104	0,2617	0,7935
	T _{3,4}	68,633	68,674	106	155	0,4651	0,6419
Threshold 2	T _{1,2}	28,804	40,535	69	99	1,2792	0,2008
	T _{2,3}	143,049	162,542	339	387	-0,0480	0,9617
	T _{3,4}	144,687	145,966	341	326	-0,8261	0,4088
Threshold 3	T _{1,2}	46,259	51,518	68	76	1,4418	0,1494
	T _{2,3}	170,501	143,185	361	197	0,5621	0,5740
	T _{3,4}	294,743	318,079	770	543	0,0223	0,9822
Threshold 4	T _{1,2} *	47,598	75,422	47	80	1,7110	0,0871
	T _{2,3} *	442,143	435,696	904	341	1,8381	0,0660
	T _{3,4}	457,418	425,427	961	334	0,9682	0,3329
Threshold 5	T _{1,2}	123,420	160,742	51	34	0,4611	0,6447
	T _{2,3}	229,185	265,735	97	54	0,7148	0,4747
	T _{3,4}	286,853	311,679	146	58	1,4321	0,1521

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: *p < 10%; **p < 5%; ***p < 1%; T_{p,q} indica o teste de manipulação configurado com polinômio de ordem *p*, utilizado para construir os estimadores de densidade, e com o viés corrigidos pelo polinômio de ordem *q*.

Tabela 29 – Teste de Manipulação para Cada Ponto de Corte – 2013

		<i>Bandwidths</i>		Observações Efetivas		Teste	
		Esquerda	Direita	Esquerda	Direita	<i>T</i>	<i>p-value</i>
Threshold 1	T_{1,2}	60,188	40,898	93	77	-0,0466	0,9629
	T_{2,3}	51,315	52,790	84	105	0,2228	0,8237
	T_{3,4}	68,664	68,701	106	157	0,4076	0,6836
Threshold 2	T_{1,2}	34,070	44,165	83	109	1,1114	0,2664
	T_{2,3}	165,491	195,346	437	478	0,9442	0,3451
	T_{3,4}	189,103	190,727	500	466	-0,1915	0,8482
Threshold 3	T_{1,2}	50,540	54,010	83	81	1,3332	0,1825
	T_{2,3}	203,584	163,876	481	241	0,2612	0,7939
	T_{3,4}	288,258	305,952	763	486	0,3962	0,6919
Threshold 4	T_{1,2}	62,290	77,370	78	84	1,1035	0,2698
	T_{2,3}	322,171	328,266	587	256	0,2548	0,7989
	T_{3,4}	465,448	383,383	1.013	293	0,5045	0,6139
Threshold 5	T_{1,2}	243,133	186,848	136	39	-0,5125	0,6083
	T_{2,3}	197,446	226,455	105	48	0,5537	0,5798
	T_{3,4}	297,292	324,920	184	62	1,1227	0,2616

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: *p <10%; **p <5%; ***p < 1%; T_{p,q} indica o teste de manipulação configurado com polinômio de ordem *p*, utilizado para construir os estimadores de densidade, e com o viés corrigidos pelo polinômio de ordem *q*.

7. MECANISMO

Como foi apresentado na seção dos resultados, o diretor impacta o desempenho dos estudantes dos 3º anos na disciplina de português e matemática. Tal resultado não é encontrado nas demais séries analisadas. Portanto, entender as razões que culminaram neste resultado é de extrema importância para que os formuladores de políticas públicas possam tomar decisões mais assertivas a respeito dos insumos que devem ser incentivados para promover uma melhor educação.

Primeiramente as Tabela 30, Tabela 31 e Tabela 32 respondem a seguinte pergunta: Por que os dirigentes escolares conseguem influenciar o desempenho dos alunos dos 3º anos, mas não das demais séries? Observando os resultados da Tabela 30 que apresenta as estimativas para a média de horas aulas para o ensino médio como um todo, fica claro que as diferenças salariais entre os dirigentes escolares promovem uma maior quantidade de horas aulas. Já na Tabela 31 e Tabela 32 que apresentam, respectivamente, as estimativas para a média de horas aulas para o ensino fundamental 1 (3º ao 5º ano) e ensino fundamental 2⁵ (7º ao 9º ano), tal resultado não é observado.

Sendo assim, um dirigente escolar com um maior nível salarial, tende a promover uma maior quantidade de horas aulas para os alunos do ensino médio. O que justifica o surgimento do efeito apenas nas turmas dos 3º anos. Vale destacar que, segundo Aquino (2011), reduzir a quantidade de horas aula reduz o desempenho dos estudantes. Portanto, os resultados aqui apresentados corroboram com a literatura.

⁵ Foram considerados apenas os últimos três anos de ensino em cada nível, para que a comparação com o ensino médio fosse mais fidedigna. Por isso a quantidade de séries reduzidas em cada nível.

Tabela 30 – Média de horas aula para as turmas do Ensino Médio – 2013

Média de Horas Aulas		
	(1)	(2)
Threshold 1	0,4251* (0,2289)	0,4122* (0,2313)
Threshold 2	0,4566* (0,2313)	0,4168* (0,2354)
Threshold 3	0,3416* (0,1861)	0,3408* (0,1908)
Threshold 4	0,4351* (0,2236)	0,4305* (0,2322)
Threshold 5	0,4328* (0,2333)	0,4219* (0,2329)
Covariáveis	Não	Sim
Observações	468	466

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: O modelo estimado foi um log-log em nível de escola. Em parênteses, os erros-padrões corrigidos por cluster a nível de município. *p <10%; **p <5%; ***p < 1%; as covariáveis utilizadas como controles para o diretor incluem o nível de instrução do diretor, sexo do dirigente escolar, tempo total de serviço como servidor na educação básica, dummy para tempo de serviço como diretor da escola (≤ 2 anos ou > 2 anos); as covariáveis da escola incluem o número de funcionários, o número de turmas, a quantidade de salas existentes, *dummy* da localização da escola, *dummy* indicando se a escola funciona durante o fim de semana, *dummy* indicando se a escola faz parte do programa Mais Educação, índice socioeconômico da escola construído pelo Prova Brasil a partir dos questionários respondidos pelos alunos. Sendo assim, esse indicador é capaz de introduzir o *background* familiar da comunidade ao qual a escola está inserida ao modelo. Além disso, foi utilizado um polinômio de ordem 2 na quantidade de matrículas.

Tabela 31 – Média de horas aula para as turmas do Ensino Fundamental 1 – 2013

Média de Horas Aulas		
	(1)	(2)
Threshold 1	-0,1610 (0,3481)	-0,3219 (0,2941)
Threshold 2	-0,1519 (0,3338)	-0,3231 (0,2845)
Threshold 3	-0,1563 (0,3268)	-0,3175 (0,2868)
Threshold 4	-0,1415 (0,3356)	-0,3062 (0,2898)
Threshold 5	-0,1536 (0,3599)	-0,3348 (0,3145)
Covariáveis	Não	Sim
Observações	388	356

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: O modelo estimado foi um log-log em nível de escola. Em parênteses, os erros-padrões corrigidos por cluster a nível de município. *p <10%; **p <5%; ***p < 1%; as covariáveis utilizadas como controles para o diretor incluem o nível de instrução do diretor, sexo do dirigente escolar, tempo total de serviço como servidor na educação básica, dummy para tempo de serviço como diretor da escola (≤ 2 anos ou > 2 anos); as covariáveis da escola incluem o número de funcionários, o número de turmas, a quantidade de salas existentes, *dummy* da localização da escola, *dummy* indicando se a escola funciona durante o fim de semana, *dummy* indicando se a escola faz parte do programa Mais Educação, índice socioeconômico da escola construído pelo Prova Brasil a partir dos questionários respondidos pelos alunos. Sendo assim, esse indicador é capaz de introduzir o *background* familiar da comunidade ao qual a escola está inserida ao modelo. Além disso, foi utilizado um polinômio de ordem 2 na quantidade de matrículas.

Tabela 32 – Média de horas aula para as turmas do Ensino Fundamental 2 – 2013

	Média de Horas Aulas	
	(1)	(2)
Threshold 1	-0,2843 (0,2191)	-0,1323 (0,1797)
Threshold 2	-0,2861 (0,2126)	-0,1444 (0,1666)
Threshold 3	-0,2294 (0,2072)	-0,0870 (0,1663)
Threshold 4	-0,2838 (0,2273)	-0,1369 (0,1837)
Threshold 5	-0,2957 (0,2279)	-0,1417 (0,1788)
Covariáveis	Não	Sim
Observações	462	434

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: O modelo estimado foi um log-log em nível de escola. Em parênteses, os erros-padrões corrigidos por cluster a nível de município. *p <10%; **p <5%; ***p < 1%; as covariáveis utilizadas como controles para o diretor incluem o nível de instrução do diretor, sexo do dirigente escolar, tempo total de serviço como servidor na educação básica, *dummy* para tempo de serviço como diretor da escola (≤ 2 anos ou > 2 anos); as covariáveis da escola incluem o número de funcionários, o número de turmas, a quantidade de salas existentes, *dummy* da localização da escola, *dummy* indicando se a escola funciona durante o fim de semana, *dummy* indicando se a escola faz parte do programa Mais Educação, índice socioeconômico da escola construído pelo Prova Brasil a partir dos questionários respondidos pelos alunos. Sendo assim, esse indicador é capaz de introduzir o *background* familiar da comunidade ao qual a escola está inserida ao modelo. Além disso, foi utilizado um polinômio de ordem 2 na quantidade de matrículas.

Outro ponto que merece destaque é que os pais, professores e alunos geralmente preferem turmas menores, pois acreditam que turmas menores geram um melhor ambiente, possibilitando maior aprendizado. Nesse aspecto, existem duas teorias que relacionam o tamanho da turma com os resultados acadêmicos, a teoria *construtivista* e a teoria *behaviorista*. A teoria *construtivista* afirma que classes menores são mais eficientes porque permitem uma maior participação dos alunos e maior interação com os colegas e professores. Por outro lado, a teoria *behaviorista* defende que turmas maiores podem ser eficientes, pois o fator principal para o desempenho do aluno é o comportamento e as qualificações dos professores. Sendo assim, outro possível mecanismo utilizado pelos diretores para impactar o desempenho dos estudantes no ensino médio é o número médio de estudantes dentro da sala de aula. Isso ocorre principalmente por ser o insumo mais fácil de ser modificado.

Estudos como o de Glass e Smith (1979) e Glass et al (1982) encontraram que classes menores melhoram o desempenho dos estudantes. Card e Krueger (1992a, 1992b) encontraram que classes com menores taxas de alunos por professor estão associadas a

maiores salários futuros para os alunos que as compõem. Krueger (1999) utilizou de dados do programa *STAR (Student Teacher Achievement Ratio)*, em que o autor analisou o efeito do tamanho da turma baseado em um experimento natural, e encontrou que salas menores melhoram o desempenho dos alunos. Resultados também encontrados nos estudos de Angrist e Lavy (1999) e no estudo de Case e Deaton (1999).

Vale destacar que, o insumo quantidade de alunos por turma vem sendo estudado e discutido a muito tempo. Relata-se que o início dessa discussão ocorreu com a *Babylonian Talmud*, que discute regras sobre a determinação do tamanho da classe e sobre a quantidade de alunos por professor nos estudos bíblicos. Por volta do século XII, um rabino denominado Maimônides estudou os textos que compõem a *Babylonian Talmud* e chegou à conclusão que as classes de aula deveriam apresentar um tamanho máximo, se esse tamanho fosse ultrapassado então as classes deveriam ser divididas como pode ser visto em Angris e Lavy (1999).

Dessa forma, a Tabela 33 apresenta as estimativas para a quantidade média de alunos por turma para cada nível de ensino. Fica claro que as diferenças salariais proporcionadas aos diretores pela Lei Nº 19.837 de 2 de dezembro de 2011, fez com que o diretor reduzisse a quantidade de alunos por turma do ensino médio. Proporcionando um melhor aprendizado para os alunos deste nível. Sendo assim, um diretor que faz parte de uma escola no primeiro *cutoff* reduz em 1,33% o número de alunos sempre que seu salário aumenta 1%, como dirigir uma escola que está localizada no lado direito do primeiro ponto de corte proporciona um salário 10% maior para o diretor, ele reduziu a quantidade de alunos nas turmas do ensino médio em 13,32%. Vale destacar que, observando a Tabela 34, o diretor pertencente ao quinto ponto de descontinuidade apresentou o maior aumento salarial, e conseqüentemente promoveu a maior redução na quantidade de alunos por sala, cerca de 15,04%. Sendo assim, os resultados corroboram a ideia do estudo de que diretores com melhores remunerações salariais tentem a ser mais eficientes e mais estimulados a realizar suas atividades, promovendo maior desempenho dos alunos.

Para entender como o dirigente escolar foi capaz de reduzir a quantidade de alunos nas turmas é necessário analisar se ele foi capaz de mudar a estrutura física das suas escolas, proporcionando uma maior quantidade de salas, possibilitando uma melhor distribuição dos alunos. Observando a Tabela 35 fica evidente que o diretor com uma melhor remuneração conseguiu aumentar a quantidade de salas existentes na sua escola.

Porém, observando a mesma tabela observa-se que o impacto sobre o número de salas utilizadas é superior. Isso significa que os dirigentes escolares localizados do lado direito de cada *cutoffs* conseguem através de uma reorganização na escola, aumentar o número de salas que podem ser utilizadas pelos alunos. O que culminou na redução do número alunos por sala nos 3º anos do ensino médio e no aumento do seu desempenho.

Tabela 33 – Média de alunos por turma 2013.

	Média de Alunos Por Turma		
	Ensino Fundamental 1	Ensino Fundamental 2	Ensino Médio
Threshold 1	0,4493 (0,5239)	1,3035 (1,1228)	-1,3315** (0,6350)
Threshold 2	0,5055 (0,5419)	1,1949 (1,0645)	-1,3682** (0,6558)
Threshold 3	0,4353 (0,4936)	1,0835 (0,9456)	-1,0682* (0,5510)
Threshold 4	0,4609 (0,5527)	1,1661 (1,0550)	-1,4148** (0,6510)
Threshold 5	0,5931 (0,5729)	1,2476 (1,1069)	-1,3538** (0,6514)
Covariáveis	Sim	Sim	Sim
Observações	541	430	451

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: O modelo estimado foi um log-log em nível de escola. Em parênteses, os erros-padrões corrigidos por cluster a nível de município. *p <10%; **p <5%; ***p < 1%; as covariáveis utilizadas como controles para o diretor incluem o nível de instrução do diretor, sexo do dirigente escolar, tempo total de serviço como servidor na educação básica, *dummy* para tempo de serviço como diretor da escola (≤ 2 anos ou > 2 anos); as covariáveis da escola incluem o número de funcionários, o número de turmas, a quantidade de salas existentes, *dummy* da localização da escola, *dummy* indicando se a escola funciona durante o fim de semana, *dummy* indicando se a escola faz parte do programa Mais Educação, índice socioeconômico da escola construído pelo Prova Brasil a partir dos questionários respondidos pelos alunos. Sendo assim, esse indicador é capaz de introduzir o *background* familiar da comunidade ao qual a escola está inserida ao modelo. A média de horas aulas na escola também foi utilizada, assim como o número de alunos da escola no ano 2013. Além disso, foi utilizado um polinômio de ordem 2 na quantidade de matrículas.

Tabela 34 – Porcentagem de aumento salarial e redução de alunos por turma do 3º ano em 2013

	Porcentagem de Aumento Salarial	Porcentagem de Redução de alunos
Threshold 1	10%	13,32%
Threshold 2	9,43%	12,90%
Threshold 3	11,10%	11,86%
Threshold 4	5,28%	7,47%
Threshold 5	11,11%	15,04%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: O modelo estimado foi um log-log em nível de escola. Em parênteses, os erros-padrões corrigidos por cluster a nível de município. *p <10%; **p <5%; ***p < 1%; as covariáveis utilizadas como controles para o diretor incluem o nível de instrução do diretor, sexo do dirigente escolar, tempo total de serviço como servidor na educação básica, dummy para tempo de serviço como diretor da escola (≤ 2 anos ou > 2 anos); as covariáveis da escola incluem o número de funcionários, o número de turmas, a quantidade de salas existentes, dummy da localização da escola, dummy indicando se a escola funciona durante o fim de semana, dummy indicando se a escola faz parte do programa Mais Educação, índice socioeconômico da escola construído pelo Prova Brasil a partir dos questionários respondidos pelos alunos. Sendo assim, esse indicador é capaz de introduzir o *background* familiar da comunidade ao qual a escola está inserida ao modelo. A média de horas aulas na escola também foi utilizada, assim como o número de alunos da escola no ano 2013. Além disso, foi utilizado um polinômio de ordem 2 na quantidade de matrículas.

Tabela 35 – Impacto sobre o número de salas existentes e utilizadas em 2013

	Ln do Número de Sala Existentes	Ln do Número de Sala Utilizadas
Threshold 1	1,7589*** (0,4590)	2,2943*** (0,6799)
Threshold 2	1,6898*** (0,4556)	2,2587*** (0,6711)
Threshold 3	1,6089*** (0,4023)	2,0542*** (0,6182)
Threshold 4	1,8114*** (0,4389)	2,5852*** (0,6965)
Threshold 5	1,7587*** (0,4615)	2,2665*** (0,6819)
Covariáveis	Sim	Sim
Observações	1.804	1.804

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: O modelo estimado foi um log-log em nível de escola. Em parênteses, os erros-padrões corrigidos por cluster a nível de município. *p <10%; **p <5%; ***p < 1%; as covariáveis utilizadas como controles para o diretor incluem o nível de instrução do diretor, sexo do dirigente escolar, tempo total de serviço como servidor na educação básica, dummy para tempo de serviço como diretor da escola (≤ 2 anos ou > 2 anos) e quantidade de horas contratadas; as covariáveis da escola incluem o número de funcionários, o número de turmas, dummy da localização da escola, dummy indicando se a escola funciona durante o fim de semana, dummy indicando se a escola faz parte do programa Mais Educação, índice socioeconômico da escola construído pelo Prova Brasil a partir dos questionários respondidos pelos alunos. Sendo assim, esse indicador é capaz de introduzir o *background* familiar da comunidade ao qual a escola está inserida ao modelo. A média de horas aulas na escola também foi utilizada, assim como o número de alunos da escola no ano 2013. Além disso, foi utilizado um polinômio de ordem 2 na quantidade de matrículas.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Políticas públicas que melhoram os insumos escolares, proporcionando um aumento no nível educacional dos estudantes brasileiros devem ser incentivadas. Contudo, entender quais são os insumos escolares que mais impactam no desempenho dos estudantes tornou-se algo complexo, principalmente devido à grande globalização e integralização dos estudantes com os meios de comunicação e redes sociais. Contudo, é notório o papel que os professores e diretores desempenham no processo de desenvolvimento educacional.

Dessa forma, esse estudo buscou utilizar de um mecanismo de incentivo salarial promovido aos diretores das escolas públicas estaduais do estado de Minas Gerais, para analisar se esse insumo deve ser estimulado por políticas públicas. Sendo assim, utilizando das descontinuidades criadas pela Lei N°19.837, buscou-se estimar o efeito que um diretor com melhor nível salarial causa no resultado acadêmico dos estudantes nas disciplinas de português e matemática do Programa de Avaliação da Rede Pública de Educação Básica, PROEB, através do modelo de estimação causal conhecido como *Regression Discontinuity Desing* com múltiplos *cutoffs*.

Sendo assim, os diretores não conseguiram melhorar os resultados acadêmicos dos estudantes dos 5º e 9º anos do ensino fundamental, principalmente devido ao fato desses estudantes se encontrarem nos níveis iniciais do processo educativo, em que a figura do professor é muito mais impactante do que a do diretor. Contudo, para os estudantes dos 3º anos do ensino médio, os diretores conseguiram impactar positivamente o desempenho dos alunos nas provas de matemática e português.

Ainda não é possível afirmar por qual canal, direto ou indireto, os diretores impactaram no desempenho acadêmico. Contudo, um diretor com um maior nível salarial tende a aumentar a quantidade de horas de aula para as turmas do ensino médio, a reduzir a quantidade de alunos por turma neste nível, como também aumenta o número de salas existentes em sua escola, e promove uma reorganização escolar, possibilitando aumentar o número de salas disponíveis para os alunos. Caracterizando assim, os mecanismos pelos quais as notas de matemática e português dos estudantes dos 3º anos foram influenciadas.

Por se tratar de um tema relevante para toda a sociedade os resultados encontrados são de suma importância para que os formuladores de políticas educacionais passem a olhar para a estrutura organizacional das escolas como um insumo impactante no desempenho acadêmico dos estudantes.

REFERÊNCIAS

ALBANEZ, A.; FERREIRA, F. H. G.; FRANCO, C. Qualidade e Equidade na Educação Fundamental Brasileira. **PEE**, v. 33, n. 3, 2002.

ANDRADE, M. C. M. **Afetividade e Aprendizagem: relação professor e aluno**. Monografia (Pós-graduação em Psicopedagogia Clínica e Institucional). Faculdade Cenecista da Ilha do Governador, Ilha do Governador, 2006. Disponível em: <<http://www.administradores.com.br/artigos/carreira/afetividade-e-aprendizagem-relacao-professor-e-aluno/44105/>>. Acesso em: 10 out. 2018.

ANGRIST, J. D.; LAVY, V. Using Maimonides' Rule to Estimate the effects using instrumental variables'. **Journal of the American Statistical Association**, v.91, p. 444-55, 1999.

ANGRIST, J. D.; PISCHKE, J. **Mostly Harmless Econometrics: an empiricist's companion**. Ed. Princeton University Press, 2008.

APRENDE MINAS. **SIMAVE - Sistema Mineiro de Avaliação da Educação Pública, 2009**. Disponível em:<<http://www.aprendeminas.com/2009/10/simave-sistema-mineiro-de-avaliacao-da.html>>. Acesso em: 3 de out. de 2018.

BARROS, R. P. et al. Determinantes do desempenho educacional no Brasil. Texto para discussão, n. 834, **IPEA**, Rio de Janeiro, 2001.

BRITO, V. L. F. A. Plano de Carreira Profissional da Educação Básica em Minas Gerais: Valorização Profissional? **Revista Educação em Foco**, v.15, n.19, p.103-128, Belo Horizonte, jun. 2012.

BRITTON, J.; PROPPER, C. Teacher Pay and School Productivity: Exploiting Wage Regulation. **Journal of Public Economics**, 2015.

BROLLO, F.; NANNICINI, T.; PEROTTI, R. et al. The Political Resource Curse. **American Economic Review**, v.103, n.5, p. 1759-1796, 2013.

BRYK, A., CAMBURN, E., & SEASHORE LOUIS, K. Professional community in Chicago elementary schools: Facilitating factors and organizational consequences. **Educational Administration Quarterly**, v. 35, 1999.

CALONICO, S.; CATTANEO, M.D.; TITIUNIK, R. Robust Nonparametric Confidence Intervals for Regression-Discontinuity Designs. **Econometrica**, v. 82, p. 2295–2326, 2014.

CAMARGO, J. **O efeito do tamanho da turma sobre o desempenho escolar: uma avaliação do impacto da “enturmação” no ensino fundamental do Rio Grande do Sul**. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Ciências Econômicas de UFRGS, Porto Alegre, 2012.

CAMELO, R.S. **Exames curriculares e resultados educacionais: uma análise do Exame Nacional do Ensino Médio**. Dissertação (Mestrado). Escola de Economia de São Paulo, 2010.

CARD, D.; KRUEGER, A. B. Does school quality matter? Returns to education and the characteristics of Public School in the United States. **Journal of Political Economy**, v. 10, n.1, p. 1-40, 1992a.

CARD, D.; KRUEGER, A. B. School quality and black – White relative earnings: a direct assessment. **Quarterly Journal of Economics**, v. 107, n. 1, p. 151-200, 1992b.

CARREL, S. E.; HOEKSTRA, M. Externalities in the Classroom: How Children Exposed to Domestic Violence Affect Everyone's Kids. **American Economic Journal: Applied Economics**, v.2, n.1, p. 211-228, 2009.

CARREL, S. E.; HOEKSTRA, M. Family Business or Social Problem? The Cost of Unreported Domestic Violence. **Journal of Policy Analysis and Management**. v.31, n.4, p. 861–875, 2012.

CARREL, S.; HOEKSTRA, M. Are School counselors an effective education input? **Economic Letters**, 2014.

CASE, A.; DEATON, A. School inputs and educational outcomes in South Africa. **Quarterly Journal of Economics**, Mai, 1999.

CATTANEO, M. D.; JANSSON, M.; MA, X. Manipulation testing based on density discontinuity. **The Stata Journal**, v.18, n.1, p. 234-261, 2018.

DHUEY, E.; SMITH, J. How School Principals Influence Student Learning. **IZA**, fev. 2014.

GLASS, G. V.; SMITH, M. L. Meta-analysis of research on class size and achievement. **Educational evaluation and policy analysis**, v. 1, n. 1, p. 2-16, 1979.

GLASS, G. V. et al. **School class size: Research and policy**. Beverly Hills, CA: SAGE, 1982.

HAHN, J.; TODD, P.; VAN DER KLAUW, W. Identification and Estimation of Treatment Effects with Regression Discontinuity Design. **Econometrica**, v.69, 2001.

HANUSHEK, E. The Economics of schooling: production and efficiency in public schools. **Journal of Economics Literature**, v.24, 1986.

HANUSHEK, E. The evidence on class size. Rochester, NY: University of Rochester, W. **Allen Wallis Institute of Political Economy**, 1998.

HANUSHEK, E. Publicly provided education. In: AUERBACH, A.J. e FELDSTEIN, M. (ed.). **Handbook of public economics**. Amsterdam: North-Holland, 2002.

HANUSHEK, E. A.; LAVY, V.; HITOMI, K. Do students care about school quality? Determinants of dropout behaviour in developing countries. Working Paper 12737, **National Bureau of Economic Research**, Cambridge, MA, 2006.

HEDGES, L. V.; LAINE, R. D.; GREENWALD, R. Does money matter? A meta-analysis of studies of the effects of differential school inputs on student outcomes. **Educational Researcher**, v.23, p. 5-14, 1994.

HOFFMANN, F.; OREOPOULOS, P. A Professor Like Me. **The Journal of Human Resources**, v. 44, n. 2, 2009.

INEP, 2020. Consulta IDEB. Disponível em: <<http://inep.gov.br/consulta-ideb>>. Acesso em: jul. 2020.

IMBENS, G.; KALYANARAMAN, K. Optimal Bandwidth Choice for the Regression Discontinuity Estimator. **The Review of Economic Studies**, 2011.

KRUEGER, A. B. Experimental Estimates of Education Production Functions. **Quarterly Journal of Economics**, Mai, 1999.

KRUEGER, A. B. Economic Considerations and Class Size. **Economic Journal, Royal Economic Society**, v. 113, n.485, p. F34-F63, Fev. 2003.

LAVY, V. Does Raising the Principal's Wage Improve the School's Outcomes? Quase-experimental Evidence from an Unusual Policy Experiment in Israel. **Scandinavian Journal of Economics**, 2008.

LAVY, V.; PASERMAN, M. D.; SCHLOSSER, A. Inside the Black Box of Ability Peer Effects: Evidence from Variation in the Proportion of Low Achievers in the Classroom. **The Economic Journal**, v.122, n.559, p.208-237, 2012.

LUCK, H. Mapeamento de práticas de seleção e capacitação de diretores escolares. **Fundação Victor Civita**. Curitiba, 2011.

LUDWIG, J.; MILLER, D. L. Does Head Start Improve Children's Life Chances? Evidence from a Regression Discontinuity Design. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 122, n. 1, p.159-208, 2007.

MCCRARY, J. Manipulation of the Running Variable in the Regression Discontinuity Design: a Density Test. **Journal of Econometrics**, v. 142, p.698-714, 2008.

MILLER, A. Principal Turnover and Student Achievement. **Economics of Education Review**, 2013.

MINAS GERAIS, **Lei N° 15.293**. Diário Oficial do Executivo, 2004.

MINAS GERAIS, **Lei N° 19.837**. Diário Oficial do Executivo, 2011a.

MINAS GERAIS, **Resolução da Secretaria de Estado de Educação (SEE) N° 1.812**. Diário Oficial do Executivo, 2011b.

MINAS GERAIS, **Resolução da Secretaria de Estado de Educação (SEE) N° 1.849**. Diário Oficial do Executivo, 2011c.

MINAS GERAIS, **Processo de Indicação de Candidatos ao Cargo de Diretor e à Função de Vice-Diretor de Escola Estadual – Manual de Orientação**. Diretoria de Gestão e Desenvolvimento de Servidores Administrativos e de Certificação Ocupacional, 2011d.

SANTOS, F. J. S.; SAMPAIO, R. M. B.; SAMPAIO, L. M. B. Eleição nas Escolas: Uma Análise do Impacto do Diretor Eleito Sobre o Desempenho Educacional no Estado da Bahia. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v. 46, p. 177-209, Rio de Janeiro, 2016.

SEBASTIAN, J.; ALLENSWORTH, E. The Influence of Principal Leadership on Classroom Instruction and Student Learning: A Study of Mediated Pathways to Learning. **Educational Administration Quarterly**, v.48, n. 4, p. 626-663, 2012.

SEE – SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO. **Exame de Certificação Ocupacional de Dirigente Escolar Habilita Número Recorde de Candidatos**, 15 de dez. 2010. Disponível em :<<https://www.educacao.mg.gov.br/transparencia/story/1735-exame-de-certificacao-ocupacional-de-dirigente-escolar-habilita-numero-recorde-de-candidatos>>. Acesso em: 5 de out. de 2018.

SOUZA JÚNIOR, C. V. N. **Ensaio sobre a Teoria dos Incentivos**. Tese (Doutorado). Universidade de Brasília, 2013.

CAPÍTULO 2

ASSIMETRIA DE INFORMAÇÃO E SINALIZAÇÃO NO MERCADO DE COMBUSTÍVEL BRASILEIRO

RESUMO DO CAPÍTULO

O mercado de combustível brasileiro é caracterizado pela presença significativa de biocombustíveis, em especial o etanol hidratado originado da cana-de-açúcar, pois o país é um dos maiores produtores desse vegetal do mundo. Portanto, este estudo buscou analisar o mercado de combustíveis brasileiro, especificamente o da gasolina e etanol hidratado. Mostrou-se uma assimetria de informação presente no mercado e a distorção causada por ela na decisão de consumo dos consumidores, além disso apresentou um mecanismo capaz de corrigir essa falha de mercado. Assim, desenvolveu-se um modelo teórico de arbitragem que destacou o processo de escolha do combustível perante os consumidores e o papel da informação para sua decisão de consumo. A validade do modelo de arbitragem foi comprovada através do modelo de *Difference-in-Differences* com pareamento feito com o *Propensity Score Matching* em nível municipal entre os anos de 2009 a 2015. Sendo assim, esse estudo mostrou que antes da implantação do mecanismo de correção informacional a demanda dos consumidores sofreu influência da assimetria de informação no consumo de etanol, prejudicando o processo de maximização do consumidor. Após a implementação do mecanismo de correção informacional os consumidores possuíram uma maior quantidade de informação, suficiente para mudar sua decisão de consumo. Portanto, o mecanismo de correção informacional foi capaz de promover um aumento no consumo de etanol hidratado entre 23,73% e 63,25%, melhorando a maximização do consumidor.

1. INTRODUÇÃO

A experiência brasileira na produção do biocombustível etanol hidratado, derivado da cana-de-açúcar, iniciou-se no governo de Getúlio Vargas na década de 30. Segundo Melo e Sampaio (2014), na década de 1970 com o primeiro choque do petróleo, foi criado o programa Proálcool, visando estimular à produção desse biocombustível a fim de substituir a gasolina, e amenizar os efeitos que a crise do petróleo estava causando na demanda por combustíveis fósseis. Apesar de todo o esforço do Proálcool, os autores também argumentam, que a elasticidade de substituição entre etanol hidratado e gasolina comum era muito baixa, pois caso o consumidor desejasse arbitrar entre o consumo desses combustíveis ele deveria trocar de veículo, pois os automóveis daquela época não apresentavam tecnologias para funcionar, ao mesmo tempo, com etanol hidratado e gasolina.

Essa baixa capacidade de arbitragem entre a gasolina comum e o etanol perdurou até o início da década de 2000. Segundo Boff (2011), em março de 2003 a Volkswagen lançou o primeiro veículo *flex fuel*, permitindo que os consumidores pudessem escolher qual o combustível seria mais vantajoso consumir, aumentando a capacidade de arbitragem no mercado brasileiro.

Com a introdução dos veículos *flex* no mercado brasileiro, os consumidores podem arbitrar entre etanol hidratado e gasolina, e consumir o combustível mais vantajoso. Contudo, determinar qual é o combustível mais vantajoso não é uma tarefa direta e apenas relacionada aos preços verificados nas bombas. Um veículo *flex fuel* utilizando etanol hidratado como combustível apresenta um rendimento inferior em relação ao com gasolina. Portanto, a decisão de consumo desses combustíveis passou a ser guiada pelos preços relativos deles, e não apenas pelos seus preços específicos.

Observando o mercado de combustíveis brasileiro, percebe-se que os consumidores não detêm todas as informações sobre os preços relativos entre etanol hidratado e gasolina, gerando um problema de assimetria de informação, o que dificulta o processo de maximização de utilidade dos consumidores.

Sendo assim, esse estudo busca apresentar um modelo de arbitragem, inicialmente desenvolvido por Salvo e Huse (2011), para o mercado de etanol hidratado e gasolina, introduzindo ao modelo as distorções informacionais que o mercado possui. Além disso, é apresentado um mecanismo de correção informacional, capaz de auxiliar os

consumidores no processo de maximização de utilidade, aumentando a arbitragem entre esses combustíveis. A fim de testar a validade dos resultados proposto no modelo teórico é empregado uma estratégia quase-experimental, o modelo *difference-in-differences* (*DID*), que mostra que a implantação de um mecanismo que corrige a assimetria de informação presente no mercado de combustível brasileiro, reduz o consumo do combustível menos vantajoso, indicando que a assimetria de informação estava distorcendo as escolhas dos consumidores, tornando o mercado mais ineficiente. Assim, o modelo teórico apresenta uma validade externa muito maior do que o modelo empírico, além de mostrar todo o processo de maximização de utilidade do consumidor, algo que o modelo empírico não consegue realizar. Portanto, a próxima seção irá apresentar uma breve discussão sobre a teoria da sinalização e assimetria de informação que será utilizada pelo Modelo de Arbitragem com Distorção Informacional apresentado na seção 3.1.

2. TEORIA DA SINALIZAÇÃO E ASSIMETRIA DE INFORMAÇÃO

Para que as relações entre os consumidores e produtores sejam mediadas e conduzidas pelos preços de mercado, esses devem refletir todas as características dele. Segundo Mansfield (2006) a informação apresenta fundamental importância para as relações entre consumidores, firmas e fornecedores de insumos, pois a sua falta pode promover uma distorção nos preços da economia. Segundo Akerlof (1970) a assimetria de informação corresponde a toda interação de mercado em que uma das partes participantes das transações econômicas, possuam mais informações relevantes, possibilitando vantagens nas negociações. Segundo Bae, Masud e Kim (2018) as assimetrias informacionais promovem potenciais conflitos no ambiente organizacional.

Sendo assim, segundo Dalmácio et al. (2013) a teoria da sinalização objetiva discutir os problemas de assimetria informacional presente nos mercados, e apresentar mecanismos que busquem aumentar a quantidade de informação disponível, reduzindo a assimetria de informação observada.

A teoria da sinalização foi inicialmente desenvolvida por Spence (1973) para explicar os problemas de informação presentes no mercado de trabalho, contudo, sua aplicação é diversa. Segundo Dalmácio et al. (2013) a teoria da sinalização está presente em campos

como o das finanças, auditoria, marketing, comércio internacional, direito, terrorismo, caridade, casamento, entre outras.

A teoria de Spence (1973) enfatiza o papel da educação como um sinal de mercado, capaz de promover uma discriminação entre os diversos tipos de trabalhadores, dado um contexto de informação assimétrica. Sendo assim, a educação irá reduzir a falta de informação sobre a qualidade e produtividade dos trabalhadores. Portanto, trabalhadores com um maior nível educacional são vistos pelos empregadores como mais produtivos, e o grau de instrução funciona como um mecanismo que promove uma redução na falha informacional do mercado. Porém, com o avanço das teorias de sinalização, outros mecanismos foram sendo desenvolvidos, mecanismos esses capazes de enviar sinais capazes de diferenciar os agentes econômicos num mercado caracterizado por uma baixa quantidade de informações disponíveis.

Analizando o mercado de combustível brasileiro, em especial o de etanol hidratado e gasolina comum, percebe-se a presença de assimetria de informação. Essa assimetria surge, pois, em alguns municípios brasileiros, os preços relativos entre gasolina e etanol hidratado não estão disponíveis com clareza, para o consumidor. Tal assimetria será descrita melhor nas seções seguintes. Porém, vale destacar que esta promove uma distorção no mercado, e uma solução não eficiente, prejudicando a maximização de utilidade dos consumidores. Essa distorção de mercado se opõe a ideia prevista no código de defesa do consumidor que afirma que a informação adequada e clara sobre os diferentes produtos e serviços, com especificação correta de quantidade, características, composição, qualidade e preço é um direito básico do consumidor. Portanto, a assimetria de informação neste mercado gera dificuldades ao consumidor quanto à escolha do produto que, naquele momento, apresenta melhor custo-benefício, prejudicando a tomada de decisão dos motoristas no momento do abastecimento do veículo (ALEPE, 2019).

Segundo Bae, Masud e Kim (2018) a teoria da sinalização é composta por 4 elementos: agente sinalizador, sinal, agente receptor e *feedback*. Para este estudo o agente sinalizador será o governo, utilizando das premissas básicas da teoria da sinalização, buscou-se desenvolver um mecanismo que possa corrigir esse problema informacional, reduzindo as distorções presentes no mercado de combustível brasileiro. O sinal será o mecanismo de correção informacional discutido adiante, o agente receptor são os

consumidores de etanol hidratado, e o *feedback* será a mudança na demanda desse combustível.

Dessa forma, utilizando das premissas básicas da teoria da sinalização, buscou-se desenvolver um mecanismo que possa corrigir esse problema informacional, reduzindo as distorções presentes no mercado de combustível brasileiro. Assim, a próxima seção apresenta um modelo teórico para o mercado de combustível brasileiro, assim como, o desenvolvimento de um mecanismo que corrija a falta de informação característica desse mercado.

3. METODOLOGIA

3.2 QUADRO TEÓRICO – MODELO DE ARBITRAGEM COM DISTORÇÃO INFORMACIONAL

Esta seção apresenta um modelo teórico de arbitragem do consumidor no mercado de combustível brasileiro, inspirado em Salvo e Huse (2011). Diferentemente do modelo visto em Salvo e Huse (2011), o modelo de arbitragem aqui apresentado destaca o papel da informação na maximização de utilidade dos consumidores no mercado de combustíveis do Brasil. Por simplicidade, assumiu-se que os proprietários de veículos automotivos, os consumidores, são divididos em 3 tipos: consumidor que possui um automóvel que utiliza apenas etanol hidratado como combustível, o que utiliza apenas gasolina, e o consumidor que possui um veículo do tipo *flex*, que pode arbitrar entre o consumo de gasolina e etanol hidratado, sendo indexados respectivamente por e , g , e f .

No mercado local, o número de consumidores, por tipo de combustível, é dado pelo vetor $\eta = (\eta^g, \eta^e, \eta^f)$. Cada veículo j possui um tipo de ignição, sendo assim, $j \in \{g, e, f\}$. Dessa forma, existem $\sum_j \eta^j$ consumidores no mercado local. Além disso, o valor da quilometragem média por litro, para o veículo que utiliza a ignição j , é dado por α^j .

Dado a presença de diferentes tipos de veículos, algumas hipóteses devem ser feitas para a validade do modelo, conforme apresentado em Salvo e Huse (2011):

- **Hipótese 1 – Similaridade entre as autonomias**

O veículo tipo f , utilizando etanol hidratado como combustível, apresenta a mesma autonomia que um veículo do tipo e . Caso ele utilize gasolina, irá apresentar a mesma autonomia que um veículo tipo g .

- **Hipótese 2 – Similaridade entre os veículos**

Não existe variação nos j veículos dentro de uma mesma categoria. Ou seja, não existe variação no consumo devido às diferenças nos modelos dos automóveis, ou manutenção. Contudo, variações no padrão de consumo dos consumidores provocadas por particularidades dos mercados são permitidas.

Dado essa estrutura, o problema do consumidor condicional à propriedade do veículo tipo j , é dado por:

$$\max_q U(q_{transp}, q_{outros}) \quad (1)$$

s. a.

$$P_{transp}q_{transp} + q_{outros} \leq Y(E) \quad (2)$$

Em que, $Y(E)$ denota a renda do consumidor como uma função do seu nível educacional E , q_{transp} representa a quantidade de litros de combustível gasto pelo consumidor para realizar suas atividades, P_{transp} é o preço por quilômetro percorrido, q_{outros} corresponde à quantidade dos demais bens consumidos pelo consumidor, e P_{outros} representa o preço desses bens, ele é omitido pois pode ser tomado como numeração.

Sendo assim, o preço por quilômetro percorrido pode ser representado por:

$$P_{transp} = \begin{cases} \frac{p^j}{\alpha^j}, & \text{se o consumidor } i \text{ possui o veículo tipo } j \in \{g, e\} \\ \min \left\{ \frac{p^g}{\alpha^g}, \frac{p^e}{\alpha^e} \right\}, & \text{se o consumidor } i \text{ possui o veículo tipo } f \end{cases} \quad (3)$$

Em que, P^g e P^e são os preços médios, verificados nas bombas, de gasolina e etanol hidratado, respectivamente.

Então, a demanda do consumidor por transporte, $q_{transp}(P_{transp}, Y(E))$, é uma função negativamente inclinada no preço do transporte. Dessa forma, a quantidade de quilômetros percorridos será dada implicitamente⁶ por:

$$\frac{U_1(q_{transp}, q_{outros})}{U_2(q_{transp}, q_{outros})} = P_{transp} = \frac{Y(E) - q_{outros}}{q_{transp}} \quad (4)$$

Para derivar a curva de demanda por etanol hidratado, considere um consumidor que possui um veículo do tipo e , de tal forma que ele não pode arbitrar entre os diferentes preços dos combustíveis. Sendo assim, sua demanda é:

$$q^e(P^e, Y(E), \alpha^e \mid \text{consumidor } i \text{ possui } e) = \frac{q_{transp}\left(\frac{P^e}{\alpha^e}, Y(E)\right)}{\alpha^e} \quad (5)$$

Considere agora, um consumidor que seja proprietário de um veículo do tipo f . Sua demanda em litros, por etanol hidratado, depende dos preços do etanol e gasolina verificados na bomba (P^e , P^g), da sua renda ($Y(E)$), da quantidade de quilômetros que o veículo percorre por litro com cada tipo de combustível⁷ (α^e , α^g), e do coeficiente de distorção informacional, β . Este coeficiente é dado por $\beta = \frac{1}{\delta_{it}}$, em que δ_{it} é um indicador que apresenta a quantidade de informação sobre o nível de preço relativo $\left(\frac{P^e}{P^g}\right)$ disponível no mercado i no tempo t . Como $\delta_{it} \in (0,1]$, sempre há algum nível de informação sobre os preços relativos, que auxiliam o consumidor na tomada de decisão sobre qual é o

⁶ Para maiores detalhes ver Salvo e Huse (2011) e Salvo e Huse (2013).

⁷ Segundo Losekann e Castro (2011) o consumidor deverá abastecer com etanol hidratado sempre que a relação de preços entre etanol hidratado e gasolina for inferior ou igual a θ , em que $\theta = \frac{\alpha^e}{\alpha^g} \cong 0,7$.

combustível mais vantajoso, e qual deve ser a escolha a ser feita. Logo, quanto menor a quantidade de informação disponível, maior será o coeficiente de distorção informacional, e maior a demanda pelo combustível $j \in \{g, e\}$. Dessa forma, as demandas de um consumidor tipo f por litros de etanol hidratado é dada por:

$$q^e(P^e, P^g, Y(E), \alpha^e, \alpha^g, \beta \mid \text{consumidor } i \text{ possui } f) = \left\{ \begin{array}{l} 0, \quad \text{se } \frac{P^e}{P^g} > \frac{\alpha^e}{\alpha^g} \\ \left[0, \frac{1}{\beta} q_{transp} \left(\frac{P^g}{\alpha^g}, Y(E) \right) \right] / \alpha^e, \quad \text{se } \frac{P^e}{P^g} = \frac{\alpha^e}{\alpha^g} \\ \frac{1}{\beta} q_{transp} \left(\frac{P^e}{\alpha^e}, Y(E) \right) / \alpha^e, \quad \text{se } \frac{P^e}{P^g} < \frac{\alpha^e}{\alpha^g} \end{array} \right\} \quad (6)$$

Dada a estrutura da demanda por etanol hidratado do consumidor tipo f , deve-se construir algumas hipóteses adicionais.

- **Hipótese 3 – Conhecimento sobre o Coeficiente de Rendimento**

O coeficiente $\theta = \frac{\alpha^e}{\alpha^g} \cong 0,7$ é de conhecimento comum, e todos os veículos apresentam a mesma razão de equivalência de consumo relativo.

- **Hipótese 4 – Assimetria de informação sobre os preços relativos**

O preço relativo entre etanol e gasolina $\left(\frac{P^e}{P^g} \right)$, não é de conhecimento comum.

A terceira hipótese afirma que todos os consumidores sabem que um veículo do tipo f , utilizando etanol hidratado como combustível, apresenta um rendimento 30% inferior do que o abastecido com gasolina, e garante que todos os veículos apresentam a mesma razão ótima de equivalência de consumo relativo. Excluindo a possibilidade de alguns veículos apresentarem diferentes valores de θ . Já a quarta hipótese, introduz o problema de informação assimétrica no modelo. Apesar dos preços de cada combustível estarem disponíveis para os consumidores, a razão entre esses preços não o estar. É neste ponto em que a assimetria de informação é introduzida, pois assume-se que os

consumidores não irão, em sua totalidade, realizar o quociente entre o preço do etanol e da gasolina para tomar a melhor decisão de consumo. Porém, a possibilidade dos consumidores descobrirem o valor dos preços relativos não é descartada, por isso $\delta_{it} \in (0,1]$. Sendo assim, verifica-se que há uma falha de mercado nessa economia, dada a falta de informação sobre os preços relativos.

Dessa forma, um consumidor do tipo f que possui uma baixa quantidade de informação sobre os preços relativos (δ_{it}), apresentando um elevado coeficiente de distorção informacional (β), tende a consumir mais do combustível k . Contudo, a maximização de sua utilidade se dá quando ele consome o combustível j , com $k \neq j$.

Agregando as funções de demanda individuais pode-se obter a demanda do mercado local por etanol hidratado e é dada por:

$$Q^e(P^e, P^g, Y(E), \beta; \alpha^e, \alpha^g, \eta) = \left\{ \begin{array}{l} \eta^e q_{transp}\left(\frac{P^e}{\alpha^e}, Y(E)\right)/\alpha^e, \quad se \frac{P^e}{P^g} > \frac{\alpha^e}{\alpha^g} \\ \left[\eta^e q_{transp}\left(\frac{P^e}{\alpha^e}, Y(E)\right)/\alpha^e, \left(\eta^e + \frac{1}{\beta}\eta^f\right) q_{transp}\left(\frac{P^e}{\alpha^e}, Y(E)\right) \right]/\alpha^e, \quad se \frac{P^e}{P^g} = \frac{\alpha^e}{\alpha^g} \\ \left(\eta^e + \frac{1}{\beta}\eta^f\right) q_{transp}\left(\frac{P^e}{\alpha^e}, Y(E)\right)/\alpha^e, \quad se \frac{P^e}{P^g} < \frac{\alpha^e}{\alpha^g} \end{array} \right\} \quad (7)$$

Observando a demanda do mercado local, nota-se que a assimetria de informação ainda provoca distorção nessa economia, gerando uma solução ineficiente. Sendo assim, a interação dentro dessa economia não é simples e mediada apenas por um sistema de preços. Portanto, para analisar o impacto que um mecanismo que aumente a quantidade de informação e reduza a distorção informacional presente no mercado é necessário que algumas hipóteses adicionais sejam feitas.

- **Hipótese 5 – Preferências Homogêneas em Relação a Performance do Veículo.**

Observando as fichas técnicas de diversos modelos de carros *flex* é notório que existe uma diferença de potência quando é utilizado etanol hidratado. Portanto, veículos *flex fuel* tendem a ser mais potentes quando utilizam esse combustível. Isso ocorre devido a taxa de compressão do motor. Segundo Dias e Ferreira (2018) a taxa de compressão do motor

é a relação entre o volume de ar e combustível dentro da câmara de combustão quando os pinos estão levantados e abaixados. Quanto maior a pressão da mistura de combustível dentro do bloco maior a taxa. Dessa forma, o módulo do motor, que é um controlador geral de diversas funcionalidades, apresenta uma curva de avanço pré-definida para todas as misturas possíveis de etanol hidratado e gasolina. Porém, essa curva é determinada pela possibilidade do combustível para a pré-detonção, conhecido como batida de pino. O etanol, por não ser propenso a essa pré-detonção, não explode da mesma forma que a gasolina, exigindo uma curva de avanço mais agressiva, o que acaba exigindo um esforço maior do conjunto mecânico adicionando alguns cavalos de potência ao veículo.

Dessa forma, a hipótese cinco elimina a possibilidade de um consumidor preferir abastecer com etanol hidratado mesmo quando a gasolina é mais vantajosa, dado a relação dos preços. Portanto, as cinco hipóteses até aqui apresentadas garantem que a escolha do combustível será guiada pela relação de preços relativos.

Para melhor entendimento do motivo que a assimetria de informação causa uma falha nesse mercado, há a necessidade de se introduzir outro agente econômico nesta economia, os revendedores de combustíveis, ou seja, os varejistas. Por isso, introduziu-se a sexta hipótese, que possibilita que os varejistas aproveitem a pouca informação sobre o preço relativo, disponível para os consumidores, e distorçam o mercado ao seu favor. Dessa forma, ela pode ser definida como:

- **Hipótese 6 – Informação Privilegiada**

Os varejistas conhecem o preço relativo $\left(\frac{p^e}{p^g}\right)$ com exatidão.

Segundo Losekann e Castro (2011), o consumidor tipo f só deveria utilizar etanol hidratado como combustível se o preço relativo entre ele e a gasolina for igual ou inferior a 0,7 $\left(\frac{p^e}{p^g} \leq 0,7\right)$. Pois, o rendimento do veículo tipo f abastecido com etanol hidratado, é 30% menor em relação ao abastecido com gasolina. Se δ_{it} apresenta um baixo valor, então a quantidade de informação sobre o preço relativo disponível para o consumidor é baixa. Isso permite que o varejista induza o consumidor a consumir o combustível que é mais lucrativo para aquele. Assim, imagine que δ_{it} é muito baixo, dificultando a escolha do combustível adequado, se a sexta hipótese é válida e $\frac{p^e}{p^g} \leq 0,7$ é mais vantajoso para o varejista induzir o consumidor a consumir gasolina, quando na verdade para maximizar

sua utilidade, o consumidor deveria consumir etanol hidratado. Caso $\frac{p^e}{p^g} > 0,7$, é mais vantajoso o consumidor abastecer o seu veículo com gasolina, como há assimetria da informação, o varejista poderá induzir com maior facilidade o consumo de etanol. Nessas duas situações, a interferência do varejista na escolha do combustível que o consumidor tipo f deverá consumir, provoca um maior lucro para o revendedor de combustível, pois provocaria uma maior quantidade de reabastecimentos por parte do consumidor e consequentemente, prejudica o processo de maximização da utilidade do consumidor.

Até o momento, a assimetria de informação causou falhas no mercado, então para amenizar o efeito que a falta de informação gera, surge o último agente econômico do modelo, o planejador social benevolente, o governo. Sua principal função será introduzir na economia um mecanismo que tenha a capacidade de reduzir, ou eliminar essa falha de mercado. De acordo com Mas-Collel, Whinston e Green (1995), o governo busca criar mecanismos ótimos de tomada de decisão para que a relação entre o agente decisor e o privadamente informado possa apresentar a menor distorção informacional possível.

Assim, o governo irá proporcionar um mecanismo que informe aos consumidores qual é o real preço relativo entre o etanol hidratado e a gasolina, elevando a quantidade de informação disponível no mercado (δ_{it}), e reduzindo o coeficiente de distorção informacional (β), para que o consumidor do tipo f decida, dada suas preferências, qual é o combustível mais vantajoso naquele momento. Com isso, a capacidade de interferência dos varejistas na decisão de consumo do consumidor é reduzida, afetando negativamente a demanda pelo combustível menos vantajoso. Sendo assim, o modelo acima proposto indica que quando o coeficiente de distorção informacional for reduzido a demanda de etanol hidratado sofrerá um aumento.

3.3 LEGISLAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DO MECANISMO

Dada a estrutura do modelo teórico apresentado na seção anterior, é notório que um mecanismo que permita que o coeficiente de distorção informacional (β) seja reduzido, irá aprimorar a decisão de consumo do consumidor, facilitando a sua maximização de utilidade.

O mecanismo implementado foi a obrigatoriedade de afixação de cartaz ou letreiro, nos postos revendedores de combustíveis, com informação sobre o percentual da diferença entre os preços da gasolina e do etanol, ou seja, afixação do informativo sobre

o preço relativo entre etanol hidratado e gasolina comum $\left(\frac{P^e}{P^g}\right)$. Os cartazes informam ao consumidor que se o valor percentual desse quociente estiver acima de 70% $\left(\frac{P^e}{P^g} > 0,7\right)$, torna-se mais econômico o abastecimento com gasolina. A implementação desse mecanismo veio por meio de leis municipais ou estaduais, que entraram em vigor em diversos momentos durante o período aqui analisado. Portanto, a adoção do mecanismo não ocorreu de forma homogênea entre 2009 e 2015. Assim, percebe-se que o instrumento de correção informacional desenhado pelo planejador social é capaz de aumentar a quantidade de informação disponível no mercado (δ_{it}), reduzindo a assimetria de informação no mesmo.

Os estados do Acre, Alagoas, Amapá, Amazonas, Ceará, Mato Grosso, Pará, Paraná, Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte, Rio Grande do Sul, Rondônia, Roraima, Santa Catarina, São Paulo, Sergipe e Tocantins, não apresentaram planejadores sociais preocupados com a correção da assimetria de informação no seu mercado de combustíveis. Portanto, os seus mercados podem apresentar um alto coeficiente de distorção informacional. Já os planejadores sociais dos municípios dos estados da Bahia, Espírito Santo, Goiás, Maranhão, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraíba, Pernambuco, Piauí, e o Distrito Federal, introduziram o mecanismo descrito acima, e, portanto, apresentaram reduções das suas falhas informacionais.

Conforme discutido acima, o mecanismo de correção informacional foi efetivado mediante leis estaduais e municipais que não apresentaram uniformidade na sua implementação. Portanto, entender suas diretrizes e particularidades, permite compreender como o coeficiente de distorção informacional foi afetado em cada localidade.

Vale destacar que todas as leis objetivaram informar ao consumidor qual o preço relativo entre etanol hidratado e gasolina, mediante a afixação de cartazes que disponibilizavam essa informação de forma precisa, clara e visível para todos os consumidores, independentemente do seu tipo. Contudo, elas diferiram substancialmente no mês e ano de criação. Sendo assim, há a necessidade de analisar essas leis, para entender o momento que o município foi afetado pelo aumento de informação sobre o preço relativo.

No estado da Bahia a Lei Municipal Número 8.511, publicada no dia 16 de dezembro de 2013 no Diário Oficial do município de Salvador, entrando em vigor noventa dias após sua publicação, deu início ao processo de correção informacional no estado. Os demais municípios baianos passaram a se beneficiar de uma maior quantidade de informação sobre o preço relativo entre etanol hidratado e gasolina, apenas com a Lei Estadual Número 13.444, publicada no dia 06 de outubro de 2015, entrando em vigor a partir da sua data de publicação. Esta, tornava a implementação do mecanismo de correção informacional obrigatória para todos os municípios do estado.

Para o Distrito Federal, a obrigatoriedade de afixação dos cartazes iniciou-se com a Lei Número 5.500 publicada em Diário Oficial no dia 17 de julho de 2015, estipulando um prazo de 180 dias para que os varejistas se adequassem a nova regulamentação.

Os estados do Espírito Santo, Maranhão, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraíba e Piauí apresentaram apenas leis estaduais, diferindo apenas na data de criação e no prazo que os varejistas deveriam se adequar. Sendo assim, a Tabela 1 sintetiza essas legislações.

Tabela 1 – Estados Afetados Apenas por Legislações Estaduais

Estados	Leis	Data de Publicação em Diário Oficial	Prazo para entrar em Vigor
Espírito Santo	Lei Nº 8.526	25/06/2007	30 dias após publicação
Maranhão	Lei Nº 9.908	30/08/2013	Na data de sua publicação
Mato Grosso do Sul	Lei Nº 3.755	8/10/2009	Na data de sua publicação
Minas Gerais	Lei Nº 18.579	15/12/2009	Na data de sua publicação
Paraíba	Lei Nº 10.365	12/11/2014	Na data de sua publicação
Piauí	Lei Nº 6.503	18/03/2014	90 dias após publicação

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os estados de Goiás e Pernambuco, utilizaram o mercado de suas capitais para iniciar a introdução do mecanismo de correção informacional no estado. A Lei Municipal Nº 9.134, publicada em Diário Oficial do município de Goiânia, Goiás, no dia 09 de janeiro de 2012, iniciou a legislação no estado. Os demais municípios goianos foram contemplados com a obrigatoriedade de afixação dos cartazes apenas com a Lei Nº 18.966, publicada em Diário Oficial do estado em 22 de julho de 2015, entrando em vigor 90 dias após sua publicação. Para o estado de Pernambuco, a Lei Municipal Nº 17.775 publicada no dia 13 de março de 2012 no Diário Oficial do Município de Recife, introduziu o mecanismo na capital pernambucana. Apesar da sua publicação ter ocorrido nesse dia, ela só passou a vigorar 90 dias após essa data. Os demais municípios pernambucanos receberam essa legislação apenas com a Lei Estadual Nº 14.838, publicada no dia 22 de novembro de 2012, entrando em vigor apenas 90 dias após sua publicação.

3.4 FONTES DE DADOS E AMOSTRA

Para a aplicação do modelo empírico *difference-in-differences* em nível municipal, foram utilizadas informações provenientes de quatro fontes distintas. Dados disponibilizados pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), dados do Departamento Estadual de Trânsito (DETRAN) de cada estado, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), e informações do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), para os anos de 2009 a 2015.

Do banco de dados da ANP, foram utilizadas as informações referentes à demanda municipal por cada tipo de combustível, as informações sobre as frotas de veículos municipais, os dados sobre os preços médios cobrados aos consumidores por cada tipo de combustível e em cada município, ressaltando que todas essas informações apresentam periodicidade mensal. Além disso, também é encontrado nesse banco de dados, informações sobre a quantidade de etanol hidratado produzida em cada estado brasileiro, com periodicidade anual.

Informações auxiliares sobre as frotas municipais de veículos são obtidas no Departamento Estadual de Trânsito (DETRAN) de cada estado. Já as informações sobre

população municipal e sobre o Produto Interno Bruto (PIB) municipal, são encontradas no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, apresentando periodicidade anual.

Como o modelo de arbitragem com distorção informacional, apresentado acima, destaca o papel do nível educacional do consumidor, o modelo empírico que será apresentado adiante, cujo objetivo é comprovar a veracidade do modelo teórico, necessita dessa informação. Portanto, os dados sobre o nível educacional de cada município brasileiro, em cada ano, são adquiridos do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, especificamente nos censos escolares. Segundo Loayza et al. (2012), o nível educacional municipal anual, ou seja, o capital humano do município i no ano t , pode ser determinado através do desenvolvimento de uma *proxy*, conforme apresentado abaixo⁸:

$$\rho_{it} = \frac{\omega_{it}}{\lambda_{it}} \quad (8)$$

Em que, ρ_{it} corresponde a *proxy* para o nível educacional do município i no ano t , ω_{it} é a quantidade de alunos matriculados no município i no ano t , e λ_{it} representa a população do município i no ano t .

A amostra utilizada neste estudo é a mesma presente no Levantamento de Preços e de Margens de Comercialização de Combustíveis da ANP, que compreende cerca de 500 municípios brasileiros. A escolha dessas localidades foi estabelecida a partir de critérios econômicos, em função de variáveis como renda, população, número de postos revendedores e frota de veículos⁹.

Dessa forma, a Tabela 2 apresenta as estatísticas descritivas para o grupo de tratamento e controle para cada ano da amostra, apresentando todas as variáveis utilizadas pelo modelo empírico que será discutido adiante.

⁸ O quociente entre a quantidade de alunos matriculados e a população tem sido utilizado como *proxy* para o nível de capital humano desde Barro (1991).

⁹ Para maiores detalhes ver ANP (2017).

Tabela 2 – Estatísticas Descritivas para os Grupos de Tratamento e Controle 2009-2015

	Anos	Controles		Tratados	
		Média	Desvios-Padrão	Média	Desvios-Padrão
Ln do PIB Per Capita	2009	9,1051	0,6803	9,3296	0,5812
	2010	9,2612	9,2612	9,1812	0,6349
	2011	9,3882	9,3882	9,3426	0,6599
	2012	9,4797	0,6994	9,4403	0,6560
	2013	9,6205	0,7037	9,4012	0,6458
	2014	9,7387	0,6711	9,4253	0,6384
	2015	9,8679	0,6444	9,4381	0,6102
	Total	9,3421	0,7482	9,3769	0,6443
Ln do Preço de Distribuição de Etanol Hidratado	2009	0,3842	0,1710	0,5022	0,0550
	2010	0,4865	0,1638	0,5624	0,0992
	2011	0,6568	0,1245	0,7054	0,0947
	2012	0,6366	0,1224	0,6887	0,0725
	2013	0,6526	0,1370	0,6897	0,0833
	2014	0,6897	0,1342	0,7427	0,0861
	2015	0,7404	0,1525	0,7806	0,1197
	Total	0,5633	0,2359	0,7559	0,1654
Ln da Quantidade de Etanol Consumida	2009	10,6301	1,7324	11,0131	1,3676
	2010	10,5751	1,7947	10,1441	1,4165
	2011	10,339	1,7573	9,8820	1,3931
	2012	10,2847	1,7252	9,8075	1,4187
	2013	10,4168	1,7860	9,9416	1,4630
	2014	10,5527	1,8181	9,9786	1,4454
	2015	10,9200	1,8232	10,4141	1,5391
	Total	10,5121	1,7701	10,1290	1,4888
Ln da Quantidade de veículos	2009	7,7382	1,4075	8,5791	1,0885
	2010	7,8818	1,4125	7,8096	1,2915
	2011	8,0045	1,3954	7,9208	1,2899
	2012	8,1317	1,3724	8,0290	1,2975
	2013	8,2390	1,3706	8,1586	1,2615
	2014	8,3643	1,3651	8,2491	1,2540
	2015	8,5900	1,3599	8,3021	1,2444
	Total	8,0233	1,4406	8,1592	1,2702
Ln da População	2009	9,5047	1,1609	9,9126	0,9885
	2010	9,5430	1,1882	9,3403	1,0425
	2011	9,5489	1,1903	9,3486	1,0529
	2012	9,5554	1,1928	9,3554	1,0739
	2013	9,5666	1,1998	9,5243	1,0842
	2014	9,5781	1,2053	9,5961	1,0843
	2015	9,6667	1,2249	9,6404	1,0664

	Total	9,5565	1,1909	9,5333	1,0769
	2009	5,7183	2,5149	5,3049	0,7276
	2010	5,2460	2,8051	7,2118	0,7225
Ln da	2011	5,2352	2,7299	7,2964	0,8467
Produção	2012	5,2055	2,4791	6,9445	0,7566
de Etanol	2013	4,9366	2,8478	6,4199	1,1791
	2014	5,3273	2,6534	6,0922	1,8529
	2015	5,7294	2,654	5,9706	1,9600
	Total	5,3883	2,6469	6,4831	1,5516
	2009	0,9508	0,0597	0,9855	0,0262
	2010	0,9729	0,0589	0,9651	0,0430
	2011	1,0217	0,0562	1,0439	0,0446
Ln do Preço	2012	1,0251	0,0533	1,0525	0,0303
da Gasolina	2013	1,0695	0,0553	1,0807	0,0401
	2014	1,1101	0,0538	1,1119	0,0387
	2015	1,2195	0,070	1,2241	0,0603
	Total	1,0422	0,1250	1,1384	0,1287
	2009	-3,1811	0,2428	-3,2795	0,2530
	2010	-3,1626	0,2354	-3,2104	0,2405
	2011	-3,1707	0,2311	-3,1737	0,2332
Ln da Proxy	2012	-3,1885	0,2299	-3,1885	0,2269
de Capital	2013	-3,2337	0,2382	-3,2504	0,2332
Humano	2014	-3,2452	0,2402	-3,2731	0,2365
	2015	-3,2782	0,2403	-3,3159	0,2445
	Total	-3,1978	0,2440	-3,2543	0,2440

Fonte: Elaborado pelo autor.

A variável PIB per capita e o preço da gasolina foram escolhidos para entrar no modelo pois segundo Oliveira, Alencar e Souza (2008) elas têm a capacidade de afetar a demanda por etanol hidratado. O preço do etanol hidratado ao qual os consumidores se deparam não foi incluído no modelo devido ao problema de causalidade reversa. Para superar essa dificuldade foi utilizado o preço máximo de distribuição por município, pois segundo Anderson (2012) esse preço não pode ser diretamente influenciado pelos consumidores e ao mesmo tempo afeta o preço de varejo. Portanto, o preço de distribuição caracteriza-se como um instrumento para o preço verificado nas bombas. As demais variáveis foram escolhidas por terem a capacidade de afetar a decisão de consumo, e consequentemente a demanda de mercado por etanol hidratado, e serem amplamente utilizadas na literatura, conforme pode ser visto em Anderson (2012).

3.5 ESTRATÉGIA EMPÍRICA

O objetivo do modelo empírico aqui empregado é analisar o impacto da implementação do mecanismo, acima citado, sobre o comportamento de consumo do município, ou seja, sobre a demanda por etanol hidratado dos consumidores localizados no município i , no mês m do ano t . O cenário ideal seria comparar as demandas de mercado observadas em cada município contemplado com o mecanismo com o seu contrafactual. Sendo assim, deseja-se observar o que ocorreria com o mesmo município, caso a demanda de mercado por cada tipo de combustível, não tivesse sido afetada com a implementação do mecanismo que ameniza o coeficiente de distorção informacional. Contudo, por tal fato não ser possível, irá ser aplicada uma estratégia quase-experimental, o modelo *difference-in-differences* (DID), que busca estimar o impacto causal que o mecanismo de correção informacional gerou na demanda de mercado por etanol hidratado.

Sendo assim, foi utilizado o modelo apresentado por Santos, Sampaio e Sampaio (2016) em que no modelo de diferenças em diferenças, as informações do grupo de controle, caracterizados pelos municípios que não receberam a obrigatoriedade de afixação de cartaz informando o percentual do preço relativo entre gasolina e etanol no mês i do ano t , e do grupo de tratamento, que receberam a legislação, são analisadas antes e após a implementação da legislação. Essa estratégia de identificação assume que a variação média do consumo de etanol ao longo dos períodos não explicada pelas variáveis de controle do modelo seria igual entre os municípios se não houvesse a diferença na implantação da legislação.

Seja Y a demanda de etanol do município, os subscritos T e C denominam, respectivamente, se o município possui a legislação sobre obrigatoriedade de afixação do cartaz com os preços relativos (grupo de tratamento) ou não (grupo de controle). Dado que os municípios podem ser observados antes e após a implementação do mecanismo, isso permite que sejam calculadas as variações no consumo de etanol hidratado dos grupos de tratamento e controle entre os períodos antes da intervenção e após a implementação da política. Sendo assim, tem-se que:

$$\Delta Y^T = Y_{t=1}^T - Y_{t=0}^C \quad (9)$$

$$\Delta Y^C = Y_{t=1}^C - Y_{t=0}^C \quad (10)$$

Assim, o modelo de diferenças em diferenças assume que caso a política não tivesse sido implementada, as diferenças no tempo entre o consumo de etanol nos municípios do grupo de controle e de tratamento seriam iguais. Portanto, toda a diferença observada entre a variação da demanda por etanol hidratado do grupo de tratamento, ΔY^T , e a variação da demanda do grupo de controle, ΔY^C , pode ser atribuída à mudança na política de obrigatoriedade de afixação de cartaz.

Para isso, foi explorado a heterogeneidade no mês e ano de implementação do mecanismo nos municípios brasileiros. Vale destacar que a quantidade de municípios que implementaram o mecanismo de correção informacional subiu de 2,84% em 2009, para 45,12% em 2015, gerando uma variação suficiente no status do tratamento, o que permite a estimação do efeito do mecanismo sobre a demanda por etanol hidratado do município. Sendo assim, a especificação básica do modelo empírico é dada por:

$$Y_{imt} = \beta_0 + \beta_1 T_{imt} + X'_{imt} \beta_2 + Z'_{it} \beta_3 + \beta_4 \mu_{st} + \gamma_i + \delta_t + \varepsilon_{imt} \quad (11)$$

Em que, Y_{imt} é a demanda de mercado por etanol hidratado no município i , no mês m e no ano t ; T_{imt} representa a *dummy* de tratamento, $T_{imt} = 1$ quando o município i implementa o mecanismo de correção informacional no mês m do ano t e $T_{imt} = 0$ caso contrário; X_{imt} corresponde ao conjunto de variáveis de controle, a nível municipal, com periodicidade mensal, como a quantidade de veículos do município i no mês m e no ano t , os preços médios da gasolina e o preço de distribuição do etanol hidratado, cobrados aos consumidores do município i no mês m e no ano t ; O Z_{it} corresponde a outro conjunto de variáveis de controle para o município, porém sua periodicidade é anual. Faz parte desse conjunto a quantidade de pessoas presentes no município i no ano t , o PIB per capita anual do município i , e a *proxy* anual para o capital humano para cada município. Destaca-se que alguns estados brasileiros são produtores de etanol, e essa produção pode afetar a demanda pelo combustível. Portanto, μ_{st} representa a produção de etanol hidratado no estado s no ano t . As variáveis γ_i e δ_t representam, respectivamente, o efeito fixo de município e o efeito fixo de tempo¹⁰; ε_{imt} é o termo de erro¹¹.

¹⁰ Segundo Aquino e Kassof (2011) e Santos, Sampaio e Sampaio (2016) o modelo de efeito fixos permite que as variáveis observáveis possam ser correlacionadas com o erro e com as variáveis não observáveis.

¹¹ Os erros-padrão são corrigidos por *cluster* a nível municipal, possibilitando que as estimativas sejam robustas à correlação serial e à heteroscedasticidade. Para maiores esclarecimentos ver Bertrand, Duflo and Mullainathan (2004).

Segundo Angrist e Pischke (2008), para que o modelo de *difference-in-differences* seja válido, é necessário que os municípios utilizados como controles ($T_{imt} = 0$) apresentem características similares aos tratados ($T_{imt} = 1$), portanto, passíveis de comparação. Além disso, Attanasio et al. (2004) afirmam que realizar uma simples comparação entre os tratados e controles pode gerar um resultado equivocado caso a atribuição do tratamento não tenha ocorrido de forma aleatória. Segundo Resende e Oliveira (2008) as diferenças *ex-post* nos resultados poderiam refletir simplesmente diferenças pré-aplicação do mecanismo de correção informacional, e o efeito do mecanismo pode ser apenas uma função de variáveis observadas que podem diferir entre os grupos de tratamento e controle.

Dessa forma, para eliminar qualquer efeito de uma atribuição do tratamento não aleatória foi realizada uma segunda especificação do modelo que utiliza do método de pareamento conhecido como *Propensity Score Matching*, que foi desenvolvido inicialmente por Rosenbaum e Rubin (1983). Segundo Resende e Oliveira (2008) esse método permite que os municípios tratados possuam outros municípios não tratados pareados, com valores similares nas variáveis observáveis pré-tratamento. Assim, dadas as diferenças nas datas das legislações que implementaram o mecanismo de correção informacional acima citado, é aplicado o *Propensity Score Matching* para cada mês de cada ano. Vale mencionar que o modelo foi estimado usando uma regressão logística.

Para realizar a aplicação do *Propensity Score Matching* é necessário definir o método de pareamento entre os grupos. Segundo Giachini (2016) isso ocorre pois o propensity score não é suficiente para estimar o efeito médio de tratamento sobre os tratados (EMTT), pois a probabilidade de se obter duas observações com exatamente o mesmo *propensity score* é praticamente nula. Segundo o autor, vários métodos têm sido propostos na literatura para a realização do pareamento entre os grupos de tratamento e de controle, como: 1) pareamento por vizinho mais próximo (NNM); 2) pareamento por radius ou caliper; 3) pareamento por kernel e local linear; e 4) *Covariate Matching* (CVM).

Para gerar uma maior confiabilidade dos resultados, aumentando a robustez do estudo foi utilizado três métodos de pareamento. O método de pareamento por Vizinho Mais Próximo (NNM¹²), o pareamento por *Kernel* e o pareamento por *Local Linear*.

¹² Para maiores informações ver Khandker, Koolwal e Samad (2010) e Caliendo e Kopeinig (2008).

Segundo Giachini (2016) a aplicação de mais de um método de pareamento pode ser usado como uma análise de robustez.

Segundo Caliendo e Kopeinig (2008) no pareamento por Vizinho Mais Próximo, o indivíduo no grupo de controle é escolhido para ser pareado com outro no grupo de tratamento, de acordo com a proximidade do valor do seu *propensity score*. Vale destacar que, as estimativas podem ser realizadas com e sem reposição, neste artigo foi escolhido o pareamento sem reposição pois, segundo Giachini (2016) utilizar o pareamento com reposição iria ocasionar um trade-off entre viés e variância.

Dessa forma, o pareamento de vizinho mais próximo (NNM) pode ser descrito como:

$$C(P_i) = \min_j \| P_i - P_j \|, j \in I_0 \quad (12)$$

Segundo Giachini (2016) P_i e P_j são os *propensity scores* do grupo de tratamento e controle, respectivamente, I_1 é o conjunto de participantes do tratamento e I_0 é o conjunto de não participantes, ou seja, dos controles. $C(P_i)$ é o conjunto de indivíduos do grupo de controles pareados com o indivíduo i , de acordo com o valor de P_i do *propensity score*, e j representa um indivíduo do grupo de controle ($j \in C$).

Outros métodos de pareamento muito utilizados na literatura são os algoritmos *Kernel* e *Local Linear*. Segundo Giachini (2016) eles são estimadores não paramétricos que comparam o resultado de cada unidade tratada, ou seja, aquela que apresenta o mecanismo de correção informacional, com a média dos não-tratados, aqueles municípios que não apresentaram o mecanismo, baseado em uma média ponderada dos municípios que não adotaram o mecanismo, com pesos maiores sendo dados aos scores mais próximos aos dos municípios que foram contemplados com o mecanismo. Segundo Caliendo e Kopeinig (2008), esses métodos são diferentes do pareamento por vizinho mais próximo que constrói um grupo contrafactual com apenas algumas observações. O *Kernel* e o *Local Linear* utilizam uma média ponderada para todos os indivíduos no grupo de controle na construção do contrafactual, apresentando como principal vantagem a baixa variância gerada, dado que mais informações são utilizadas em relação ao outro método.

Apenas utilizar o *matching* não garante um pareamento de boa qualidade. Sendo assim, após sua aplicação há a necessidade de se testar a qualidade desse pareamento.

Segundo Caliendo e Kopeinig (2008) essa qualidade é analisada pelos valores e pela significância estatística das diferenças das covariáveis entre o grupo de tratamento e controle, antes e depois do *matching*. Sendo assim, quanto melhor for o pareamento, segundo Giachini (2016), menor será a diferença das médias dos grupos.

Segundo Becker e Ichino (2002) é possível verificar a qualidade do pareamento através do *balancing property*. Sendo assim, Segundo Giachini (2016), alguns procedimentos foram propostos por Caliendo e Kopeinig (2008), como uma forma de calcular a qualidade do pareamento entre os grupos. Dessa forma, existem 5 formas de calcular essa qualidade, a análise do viés padronizado, a análise do teste *t* (*t-Test*), análise da significância conjunta e pseudo- R^2 e por fim o teste de estratificação. Em Caliendo e Kopeinig (2008), é apresentado os testes de viés padronizado e o teste *t*, dado que o balanceamento é essencial para reduzir o viés de seleção amostral. Então, de acordo com Rosenbaum e Rubin (1985) o viés pode ser definido como:

$$Viés_{antes} = 100. \frac{(\overline{X_1} - \overline{X_0})}{\sqrt{0,5(V_1(X) + V_0(X))}} \quad (13)$$

$$Viés_{depois} = 100. \frac{(\overline{X_{1M}} - \overline{X_{0M}})}{\sqrt{0,5(V_{1M}(X) + V_{0M}(X))}} \quad (14)$$

Em que, $\overline{X_1}$, V_1 , $\overline{X_0}$, V_0 , são, respectivamente, as médias e variâncias dos tratados (grupo de tratamento) e controle, antes do pareamento ser realizado. Enquanto $\overline{X_{1M}}$, V_{1M} , $\overline{X_{0M}}$ e V_{0M} dizem respeito as médias e variâncias depois do pareamento. Dessa forma, apenas o viés não é suficiente para determinar que o pareamento foi realizado de maneira correta. O teste *t* verifica, de fato, se há diferenças de médias das variáveis disponíveis para os grupos analisados. Segundo Giachini (2016) dado que a hipótese nula para o teste *t* é de que as médias sejam iguais, então na situação em que não haja a rejeição da hipótese nula, pode-se dizer que os grupos de tratamento e controle estão na situação esperada.

Segundo Giachini (2016), quando há diferenças estatisticamente significativas entre as características observáveis entre os tratados e os controles, a hipótese dos grupos estarem balanceados é violada, gerando estimativas errôneas sobre o real impacto do mecanismo de correção informacional sobre a demanda de etanol hidratado. Dessa forma, se antes do *matching* há diferenças de médias, espera-se que essas diferenças desapareçam após o *matching*.

Após a aplicação do *Propensity Score Matching*, para cada mês m do ano t , os municípios são agrupados entre aqueles que apresentaram características similares. Portanto, agora, os municípios que não são tratados ($T_{imt} = 0$) são definidos como bons contrafactuais dos municípios tratados ($T_{imt} = 1$). Sendo assim, os resultados gerados a partir do modelo de *difference-in-differences*, refletem o efeito do mecanismo de correção informacional sobre a demanda por etanol hidratado¹³.

Além disso, todas as variáveis apresentadas acima foram transformadas utilizando o logaritmo, exceto T_{imt} . Portanto, o modelo estimado foi um log-nível, e a equação 11 transforma-se em:

$$\log Y_{imt} = \beta_0 + \beta_1 T_{imt} + \log X'_{imt} \beta_2 + \log Z'_{it} \beta_3 + \beta_4 \log \mu_{st} + \gamma_i + \delta_t + \varepsilon_{imt} \quad (15)$$

4. RESULTADOS

A Tabela 3, apresenta os resultados iniciais para o modelo de *difference-in-differences* apresentado na equação 15, utilizando a demanda de mercado por etanol hidratado como variável dependente.

Iniciou-se com a especificação em que apenas o PIB per capita, o efeito fixo de município e de tempo são utilizados como controles, então adicionou-se outras covariáveis que buscaram controlar as diferenças entre os municípios. Percebe-se que as estimativas presentes na Tabela 3 apresentam coeficientes negativos o que não corrobora com o modelo teórico apresentado acima. Porém, esse resultado já era esperado, pois as estimativas da Tabela 3 não possuem nenhum tipo de pareamento. Além disso, analisando as estimativas dos testes de pareamento presentes nas tabelas em anexo¹⁴ fica claro que a amostra se encontra desbalanceada. Portanto, as estimativas não representam o real impacto do mecanismo de correção informacional sobre a demanda de etanol hidratado. Ainda analisando os dados das tabelas em anexo observa-se pelos testes t , que após o

¹³ Para melhor entendimento do *Propensity Score Matching* ver Resende e Oliveira (2008), Heckman, Lalonde e Smith (1999) e Oliveira (2010).

¹⁴ As tabelas presentes nos anexos 1 a 7 são as estimativas para o pareamento via NNM1. As tabelas dos anexos 8 a 14 são as estimativas para o pareamento usando Kernel. E por fim, as tabelas apresentadas nos anexos 15 a 21 apresentam as estimativas de pareamento via Local Linear.

pareamento as covariadas estão bem balanceadas, e o pareamento entre os grupos de tratamento e controle geram substancial redução de viés. Dessa forma, para analisar o impacto do mecanismo de correção informacional sobre a demanda de etanol hidratado, o *matching* é mais adequado do que o uso da amostra não pareada.

Quando há o pareamento pelo *propensity score matching*, independente do modelo de pareamento utilizado, os resultados mudam de sinal, como pode ser observado na Tabela 4, em que a coluna 1 apresenta o pareamento via NNM, a coluna 2 apresenta o pareamento via Kernel, e por fim a coluna 3 apresenta o pareamento via Local Linear. Isso ocorre, pois, como apresentado nas tabelas de balanceamento presentes nos anexos, as características observáveis pré-tratamento entre os grupos de controle e tratamento são estatisticamente diferentes. Porém, essas diferenças foram corrigidas após o *matching*. Portanto, as estimativas corroboram com o modelo teórico apresentado na seção 3.1, e indicam que a introdução do mecanismo de correção informacional, de fato, aumentou a quantidade de informação sobre o preço relativo disponível no mercado. Esse fato proporcionou uma redução no coeficiente de distorção informacional (β), o que ocasionou um aumento na demanda por etanol hidratado.

O modelo conclui que o mecanismo criado pelos planejadores sociais foi capaz de mudar a decisão de consumo dos consumidores no mercado de combustíveis brasileiro. Portanto, um município que foi contemplado com a obrigatoriedade da afixação de cartazes, informando o percentual da diferença entre os preços da gasolina e do etanol, apresentou um aumento significativo de 63,25% no consumo de etanol hidratado se o modelo de pareamento escolhido for o NNM sem reposição. Um aumento de 23,73% se utilizar o pareamento com o modelo *Kernel* e 43,25% de aumento na demanda por etanol hidratado se o modelo utilizado for o *Local Linear*. Assim, a maior disponibilidade de informação, para os consumidores, facilitou a escolha do combustível mais vantajoso, auxiliando no processo de maximização de utilidade. Reduzindo assim, a capacidade de interferência dos varejistas na decisão de consumo desse combustível por parte do consumidor.

Tabela 3 – Estimativa do efeito do Mecanismo de Correção Informacional sobre a Demanda de Etanol Hidratado – Sem Pareamento

Demanda de Mercado por Etanol Hidratado							
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Efeito do Mecanismo	-0,0137 (0,0282)	-0,0343 (0,0283)	-0,0412 (0,0276)	-0,0447 (0,0274)	-0,0844*** (0,0265)	-0,0968*** (0,0261)	-0,0859*** (0,0257)
Ln do PIB Per Capita	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Ln do Preço de Distribuição do Etanol		✓	✓	✓	✓	✓	✓
Ln da Quantidade de Veículos			✓	✓	✓	✓	✓
Ln da População				✓	✓	✓	✓
Ln da Produção de Etanol					✓	✓	✓
Ln do Preço da Gasolina						✓	✓
Ln do Capital Humano							✓
Pareamento via Vizinho Mais Próximo (NNM)							
Pareamento via <i>Kernel</i>							
Pareamento via <i>Local Linear</i>							
Efeito Fixo de Município	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Efeito Fixo de Tempo	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Observações	56.779	49.613	49.613	49.613	47.062	47.062	47.062

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: Em parênteses, os erros-padrão corrigidos por *cluster* a nível municipal. *p <10%; **p <5%; ***p < 1%.

Tabela 4 – Estimativa do efeito do Mecanismo de Correção Informacional sobre a Demanda de Etanol Hidratado – Com Pareamento

Demanda de Mercado por Etanol Hidratado			
Efeito do Mecanismo	0,6325*** (0,0962)	0,2373** (0,0530)	0,4325*** (0,0803)
Ln do PIB Per Capita	✓	✓	✓
Ln do Preço de Distribuição do Etanol	✓	✓	✓
Ln da Quantidade de Veículos	✓	✓	✓
Ln da População	✓	✓	✓
Ln da Produção de Etanol	✓	✓	✓
Ln do Preço da Gasolina	✓	✓	✓
Ln do Capital Humano	✓	✓	✓
Pareamento via Vizinho Mais Próximo (NNM)	✓		
Pareamento via <i>Kernel</i>		✓	
Pareamento via <i>Local Linear</i>			✓
Efeito Fixo de Município	✓	✓	✓
Efeito Fixo de Tempo	✓	✓	✓
Observações	1.248	430	1.053

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: Em parênteses, os erros-padrão corrigidos por *cluster* a nível municipal. *p <10%; **p <5%; ***p < 1%.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da introdução dos veículos *flex fuel* no mercado de combustíveis brasileiro, o preço relativo entre etanol hidratado e gasolina comum passou a ser fator preponderante no processo de maximização da utilidade dos consumidores, que possuem esse tipo de veículo. Contudo, o mercado brasileiro de etanol hidratado e gasolina apresenta uma assimetria de informação no preço relativo, provocando uma falha de mercado que beneficiava os revendedores de combustíveis.

Sendo assim, este estudo buscou analisar as distorções informacionais presentes no mercado de etanol e gasolina brasileiro, destacando o impacto que a falta de informação causou na escolha do combustível que maximize a utilidade do consumidor. Utilizando das premissas da teoria de sinalização, buscou-se analisar, por meio de uma estratégia quase-experimental, o modelo *difference-in-differences*, o efeito que a implantação do mecanismo de correção informacional causou nesse mercado. Porém, para que as estimativas do modelo *difference-in-differences* fossem robustas e indicassem o real efeito do mecanismo de correção informacional foi aplicado o modelo conhecido com *Propensity Score Matching*, com diferentes tipos de pareamento, para que as análises entre os grupos de tratamento e controle fossem mais fidedignas.

Dessa forma, alguns governantes municipais e estaduais, implementaram políticas públicas que obrigavam os revendedores de combustíveis a realizar afixação de cartazes informando o preço relativo entre etanol e gasolina, reduzindo a assimetria de informação do mercado. Assim, o modelo de arbitragem com distorção informacional aqui desenvolvido, indica que o município que é contemplado com um mecanismo que aumente a quantidade de informação sobre o preço relativo, irá apresentar um aumento na sua demanda por etanol hidratado.

Aplicando o modelo de *difference-in-differences* a nível municipal com pareamento por vizinho mais próximo, por *Kernel*, e por *Local Linear*, respectivamente pode-se confirmar os resultados previsto pelo modelo teórico. Sendo assim, um município que foi contemplado com essa política, apresentou um aumento de 63,25%, 23,73% e 43,25% no consumo de etanol.

Dado o aumento da demanda por etanol hidratado, observada nos municípios que implementaram o mecanismo de correção informacional, as distorções causadas pela falta de informação sobre o preço relativo foram amenizadas. Tais resultados indicam que os

formuladores de políticas públicas deveriam implementar o mecanismo de correção informacional aqui apresentado, em todos os municípios brasileiros, para que os consumidores tenham o direito ao acesso a todas as informações possíveis para uma melhor tomada de decisão como prevê o Código de Defesa do Consumidor. Além disso, a implementação do mecanismo estimula o consumo de um combustível renovável, reduzindo a dependência do uso de combustíveis fósseis mais poluentes e não renováveis. Podendo também gerar um forte impacto na economia brasileira, devido ao aumento do mercado consumidor interno. Portanto, o estudo aqui apresentado abre a possibilidade de estudos futuros buscando identificar as consequências ambientais e principalmente, os efeitos sobre a economia brasileira, em especial, os efeitos sobre a cadeia produtiva do etanol hidratado e seu efeito multiplicador.

REFERÊNCIAS

AKERLOF, G. A. The market for "lemons": quality uncertainty and the market mechanism. **The Quarterly Journal of Economics**, Cambridge, v.84, n.3, p. 488-500, 1970.

ALEPE. Proposição que altera a Lei nº 16.559, de 15 de janeiro de 2019, que institui o Código de Defesa do Consumidor de Pernambuco. Parecer 1920. 2019

ANDERSON, S. T. The demand for ethanol as a gasoline substitute. **Journal of Environmental Economics and Management**, v.63, p.151-168, 2012.

ANGRIST, J. D.; PISCHKE, J. **Mostly Harmless Econometrics: an empiricist's companion**. Princeton University Press, 2008.

ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (2017). Levantamento de Preços e de Margens de Comercialização de Combustíveis da ANP. Disponível em: < <http://www.anp.gov.br/precos-e-defesa-da-concorrenca/precos/levantamento-de-precos> >. Acesso em: 18 de outubro de 2018.

AQUINO, J. M. de; KASSOUF, A. L. Ampliação da jornada escolar melhora o desempenho acadêmico dos estudantes? Uma avaliação do programa "escola em tempo integral" da rede pública do estado de São Paulo. **Rede de Economia Aplicada**. São Paulo, 2011.

ATTANAZIO, O.; MEGHIR, C.; VERA-HERNANDEZ, M. *et al.* **Baseline report on the evaluation of familias en acción**. London: The Institute for Fiscal Studies, 2004. Disponível em: < https://www.ifs.org.uk/edepo/wps/familias_accion.pdf >. Acesso em: 18/10/2018.

BAE, S. M.; MASUD, M. A. K.; KIM, J. D. A Cross-Country Investigation of Corporate Governance and Corporate Sustainability Disclosure: A Signaling Theory Perspective. **The Sustainability**, v.10, n.2611, 2018.

BARRO, R.J.; Economic growth in a cross section of countries. **The Quarterly Journal of Economics**, v.106, n.425, p. 407-443, 1991.

BECKER, S.; ICHINO, A. Estimation of average treatment effects based on propensity scores. **The Stata Journal**, College Station, Texas, v. 2, n. 4, p. 358-377, 2002.

BERTRAND, M.; DUFLO, E.; MULLAINATHAN, S. How much should we trust differences-in-differences estimates? **Quarterly Journal of Economics**, v.119, n.1, p.249-275, 2004.

BOFF, H. P. Modeling the Brazilian ethanol market: how flex-fuel vehicles are shaping the long run equilibrium. **China-USA Business Review**, v. 10, n. 4, p. 245-264, 2011.

CALIENDO, M.; KOPEINIG, S. Some practical guidance for the implementation of propensity score matching. **Journal of Economic Surveys**, New York, v.22, n. 1, p. 31-72, 2008.

DALMÁCIO, F. Z.; LOPES, A. B.; REZENDE, A. J.; NETO, A. S. Uma análise da relação entre governança corporativa e acurácia das previsões dos analistas do mercado brasileiro. **Revista de Administração Mackenzie**, v.14, n.5, p. 104-139, São Paulo, 2013.

DIAS, M. C.; FERREIRA, M. Por que os carros *flex* são mais potentes com etanol? **Revista Auto Esporte**, 2018. Disponível em: <https://revistaautoesporte.globo.com/Noticias/noticia/2018/09/por-que-os-carros-flex-sao-mais-potentes-com-etanol.html>

GIACHINI, G. F. **Análise econômica do impacto do manejo integrado pragas sobre a produtividade de cana-de-açúcar no estado de São Paulo**. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2016.

HECKMAN, J.; LALONDE, R.; SMITH, J. The economics and econometrics of active labor market programs. In: ASHENFELTER, O., CARD, D. **The Handbook of Labor Economics**. Amsterdam: North Holland, v. 3A, part. 6, cap. 31, p. 1865-2097, 1999.

IMBENS, G. W. Nonparametric estimation of average treatment effects under exogeneity: A review. **The Review of Economics and Statistics**, v.86, n.1, p. 4-29, 2004.

KHANDKER, S.; KOOLWAL, G.; SAMAD, H. **Handbook on Impact Evaluation**. Washington, DC: The World Bank, 2010.

LOAYZA, N.; OLABERRÍA E.; RIGOLINI, J.; CHRISTIAENSEN, L. Natural disasters and growth: Going beyond the averages. **World Development**, v.40, n. 7, p. 1317-1336, 2012.

LOSEKANN, L.; CASTRO, G. R. Automóveis flex fuel: entendendo a escolha de combustível. Infopetro, Etanol, 21 mar. 2011. Disponível em: <<https://infopetro.wordpress.com/2011/03/21/automoveis-flexfuel-entendendo-a-escolha-de-combustivel/>>. Acesso em: set. 2018.

MANSFIELD, E. **Microeconomia: teoria e aplicações**. São Paulo: Saraiva, 2006.

MAS-COLLEL, A.; WHINSTON, M. D.; GREEN, I. R. **Microeconomic Theory**. Oxford University Press, 1995.

MELO, A. S; SAMPAIO, Y. S. B. Impactos dos preços da gasolina e do etanol sobre a demanda de etanol no Brasil. **Revista de Economia Contemporânea**, v.18, n.1, p. 56-83, 2014.

OLIVEIRA, J. M. Custo-efetividade de políticas de redução do tamanho da classe e de ampliação da jornada escolar: uma aplicação de estimadores de matching. **Revista do BNDES**, v.33, p. 281-306, 2010.

OLIVEIRA, M. P.; ALENCAR, J. R.; SOUZA, G. S.; Energia Renovável: Uma análise sobre oferta e demanda de etanol no Brasil. In: Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. XLVI, 2008, Rio Branco.

RESENDE, A. C. C.; OLIVEIRA, A. M. H. C. Avaliando resultados de um Programa de Transferência de Renda: o impacto do Bolsa-Escola sobre os gastos das famílias brasileiras. **Estudos Econômicos**, São Paulo, v. 38, n. 2, p. 235-265, 2008.

ROSENBAUM, P. R.; RUBIN, D. B. The central role of the propensity score in observational studies for causal effects. **Biometrika**, v. 70, n. 1, p. 41-55, 1983.

ROSENBAUM, P.; RUBIN, D. Constructing a control group using multivariate matched sampling methods that incorporate the propensity score. **The American Statistician**. v. 39, n. 1, 1985.

SALVO, A.; HUSE, C. Is arbitrage tying price of ethanol to that of gasoline? Evidence from the uptake of flexible-fuel technology. **The Energy Journal**, v.32, n.3, 2011.

SALVO, A.; HUSE, C. Build it, but will they come? Evidence from consumer choice between gasoline and sugarcane ethanol. **Journal of Environmental Economics and Management**. v.66, p. 251-279, 2013.

SANTOS, F. J. S.; SAMPAIO, R. M. B.; SAMPAIO, L. M. B. Eleição nas Escolas: Uma Análise do Impacto do Diretor Eleito Sobre o Desempenho Educacional no Estado da Bahia. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v. 46, p. 177-209, Rio de Janeiro, 2016.

SPENCE, A. M. Job market signaling. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 83, n.3, p. 355-374, 1973.

ANEXOS

Anexo 1 – BALANCEAMENTO NNM1 2009

Variável	Amostra	Tratamento	Controle	% Viés	% Redução de Viés	Valor t	p>t
Ln do Número de Veículos	Não Pareado	105.180	105.730	-5,0		-0,17	0,868
	Pareado	105.180	109.950	-43,6	-770,4	-0,91	0,371
Ln do preço de Distribuição de Etanol Hidratado	Não Pareado	0,59086	0,50732	107,4		2,80	0,005
	Pareado	0,59086	0,60369	-16,5	84,6	-0,78	0,441
Ln do PIB per capita	Não Pareado	96.218	95.605	12,4		0,33	0,740
	Pareado	96.218	96.513	-6,0	51,8	-0,11	0,910
Ln da população	Não Pareado	116.310	118.240	-19,5		-0,69	0,492
	Pareado	116.310	123.800	-75,7	-289,0	-1,51	0,145
Ln da Proxy de Capital Humano	Não Pareado	-32.861	-31.341	-103,7		-3,09	0,002
	Pareado	-32.861	-31.351	19,7	81,0	0,47	0,640
Ln da Produção de Etanol	Não Pareado	61.535	61.781	-1,2		-0,03	0,975
	Pareado	61.535	54.837	33,4	-2623,6	1,32	0,200
Ln do Preço da Gasolina	Não Pareado	10.014	0,93522	149,9		4,54	0,000
	Pareado	10.014	0,97637	56,6	62,2	1,55	0,135

Fonte: Elaborado pelo autor.

Anexo 2 – BALANCEAMENTO NNM1 2010

Variável	Amostra	Tratamento	Controle	% Viés	% Redução de Viés	Valor t	p>t
Ln do Número de Veículos	Não Pareado	105.910	106.740	-8,1		-0,58	0,565
	Pareado	105.910	105.950	-0,4	95,1	-0,02	0,981
Ln do preço de Distribuição de Etanol Hidratado	Não Pareado	0,55938	0,52226	39,1		2,80	0,005
	Pareado	0,55938	0,52999	31,0	20,8	1,88	0,0642
Ln do PIB per capita	Não Pareado	97.996	97.586	7,2		0,52	0,602
	Pareado	97.996	98.016	-0,3	95,2	-0,02	0,983
Ln da população	Não Pareado	116.530	118.170	-18,1		-1,32	0,189
	Pareado	116.530	117.080	-6,0	66,9	-0,36	0,717
Ln da Proxy de Capital Humano	Não Pareado	-31.775	-31.322	-28,5		-2,05	0,041
	Pareado	-31.775	-31.831	3,5	87,6	0,19	0,852
Ln da Produção de Etanol	Não Pareado	70.022	59.110	49,4		3,05	0,02
	Pareado	70.022	71.046	-4,6	90,6	-0,36	0,717
Ln do Preço da Gasolina	Não Pareado	0,96005	0,95945	1,2		0,09	0,928
	Pareado	0,96005	0,96670	-13,5	-1024,9	-0,84	0,400

Fonte: Elaborado pelo autor.

Anexo 3 – BALANCEAMENTO NNM1 2011

Variável	Amostra	Tratamento	Controle	% Viés	% Redução de Viés	Valor t	p>t
Ln do Número de Veículos	Não Pareado	107.520	107.910	-3,7		-0,27	0,787
	Pareado	107.520	108.440	-8,8	-136,4	-0,58	0,564
Ln do preço de Distribuição de Etanol Hidratado	Não Pareado	0,72557	0,66035	83,6		5,70	0,000
	Pareado	0,72557	0,67591	63,6	23,9	3,57	0,000
Ln do PIB per capita	Não Pareado	99.197	98.394	14,1		1,04	0,299
	Pareado	99.197	10.034	-20,1	-42,00	-1,18	0,239
Ln da população	Não Pareado	117.240	118.380	-12,2		-0,90	0,369
	Pareado	117.240	117.870	-6,7	44,8	-0,44	0,657
Ln da Proxy de Capital Humano	Não Pareado	-31.593	-31.155	-29,2		-2,14	0,033
	Pareado	-31.593	-31.463	-8,7	70,3	-0,53	0,595
Ln da Produção de Etanol	Não Pareado	70.579	60.495	45,2		2,88	0,004
	Pareado	70.579	73.132	-11,4	74,7	-0,79	0,429
Ln do Preço da Gasolina	Não Pareado	10.342	10.121	46,9		3,43	0,001
	Pareado	10.342	10.260	17,4	62,8	1,02	0,311

Fonte: Elaborado pelo autor.

Anexo 4 – BALANCEAMENTO NNM1 2012

Variável	Amostra	Tratamento	Controle	% Viés	% Redução de Viés	Valor t	p>t
Ln do Número de Veículos	Não Pareado	10,77900	10,71700	6,00000		0,48000	0,62900
	Pareado	10,77900	11,02900	-24,00000	-302,20000	-1,47000	0,14400
Ln do preço de Distribuição de Etanol Hidratado	Não Pareado	0,67714	0,63634	42,90000		3,11000	0,00200
	Pareado	0,67714	0,67185	5,60000	87,00000	0,40000	0,69300
Ln do PIB per capita	Não Pareado	10,01700	9,89700	20,40000		1,65000	0,10000
	Pareado	10,01700	10,09600	-13,40000	34,40000	-0,88000	0,37900
Ln da população	Não Pareado	11,68500	11,73300	-5,10000		-0,43000	0,67000
	Pareado	11,68500	11,98000	-31,70000	-515,20000	-1,92000	0,05600
Ln da Proxy de Capital Humano	Não Pareado	-3,16650	-3,13690	-18,60000		-1,46000	0,14600
	Pareado	-3,16650	-3,17140	3,10000	83,40000	0,19000	0,85300
Ln da Produção de Etanol	Não Pareado	6,75070	5,58200	58,70000		4,09000	0,00000
	Pareado	6,75070	6,33080	21,10000	64,10000	1,64000	0,10300
Ln do Preço da Gasolina	Não Pareado	1,05070	1,01940	76,20000		5,73000	0,00000
	Pareado	1,05070	1,04410	16,00000	79,00000	1,03000	0,30300

Fonte: Elaborado pelo autor.

Anexo 5 – BALANCEAMENTO NNM1 2013

Variável	Amostra	Tratamento	Controle	% Viés	% Redução de Viés	Valor t	p>t
Ln do Número de Veículos	Não Pareado	10,75800	10,87200	-11,10000		-0,99000	0,32500
	Pareado	10,75800	10,73200	2,60000	76,40000	0,20000	0,84100
Ln do preço de Distribuição de Etanol Hidratado	Não Pareado	0,70514	0,65175	55,20000		4,60000	0,00000
	Pareado	0,70514	0,70488	0,30000	99,50000	0,02000	0,98200
Ln do PIB per capita	Não Pareado	9,92740	10,05000	-20,20000		-1,88000	0,06100
	Pareado	9,92740	9,93350	-1,00000	95,10000	-0,08000	0,94000
Ln da população	Não Pareado	11,76700	11,79800	-3,40000		-0,31000	0,75800
	Pareado	11,76700	11,79300	-2,90000	16,40000	-0,22000	0,82700
Ln da Proxy de Capital Humano	Não Pareado	-3,21510	-3,18500	-17,10000		-1,56000	0,12000
	Pareado	-3,21510	-3,22510	5,70000	66,70000	0,40000	0,69300
Ln da Produção de Etanol	Não Pareado	6,02180	5,53060	21,00000		1,70000	0,09000
	Pareado	6,02180	5,51860	21,50000	-2,40000	2,03000	0,04400
Ln do Preço da Gasolina	Não Pareado	1,07670	1,06130	31,90000		2,78000	0,00600
	Pareado	1,07670	1,07700	-0,60000	98,20000	-0,04000	0,96400

Fonte: Elaborado pelo autor.

Anexo 6 – BALANCEAMENTO NNM1 2014

Variável	Amostra	Tratamento	Controle	% Viés	% Redução de Viés	Valor t	p>t
Ln do Número de Veículos	Não Pareado	10,76200	10,96400	-19,30000		-1,83000	0,06800
	Pareado	10,76200	10,84000	-7,50000	61,30000	-0,58000	0,56500
Ln do preço de Distribuição de Etanol Hidratado	Não Pareado	0,72446	0,66642	53,20000		4,64000	0,00000
	Pareado	0,72446	0,71300	10,50000	80,20000	0,83000	0,40800
Ln do PIB per capita	Não Pareado	9,94680	10,15600	-35,90000		-3,46000	0,00100
	Pareado	9,94680	9,96160	-2,50000	92,90000	-0,21000	0,83500
Ln da população	Não Pareado	11,74200	11,82300	-8,50000		-0,81000	0,41600
	Pareado	11,74200	11,84000	-10,30000	-20,40000	-0,78000	0,43600
Ln da Proxy de Capital Humano	Não Pareado	-3,25070	-3,18460	-37,00000		-3,58000	0,00000
	Pareado	-3,25070	-3,22650	-13,60000	63,40000	-1,08000	0,28300
Ln da Produção de Etanol	Não Pareado	5,70470	5,82060	-4,90000		-0,43000	0,66500
	Pareado	5,70470	5,73120	-1,10000	77,10000	-0,10000	0,92400
Ln do Preço da Gasolina	Não Pareado	1,10720	1,10480	5,30000		0,48000	0,62900
	Pareado	1,10720	1,10940	-4,90000	7,50000	-0,41000	0,68300

Fonte: Elaborado pelo autor.

Anexo 7 – BALANCEAMENTO NNM1 2015

Variável	Amostra	Tratamento	Controle	% Viés	% Redução de Viés	Valor t	p>t
Ln do Número de Veículos	Não Pareado		11,21300	-35,10000		-3,39000	0,00100
	Pareado	10,87000	11,02300	-15,70000	55,30000	-1,41000	0,15900
Ln do preço de Distribuição de Etanol Hidratado	Não Pareado	0,93614	0,92876	7,40000		0,69000	0,49200
	Pareado	0,93614	0,93589	0,20000	96,60000	0,02000	0,98300
Ln do PIB per capita	Não Pareado	9,97320	10,30800	-63,80000		-6,24000	0,00000
	Pareado	9,97320	10,10000	-24,10000	62,20000	-2,21000	0,02800
Ln da população	Não Pareado	11,80600	11,94500	-15,00000		-1,45000	0,14700
	Pareado	11,80600	11,85400	-5,20000	65,50000	-0,47000	0,64100
Ln da Proxy de Capital Humano	Não Pareado	-3,25410	-3,21620	-22,40000		-2,21000	0,02700
	Pareado	-3,25410	-3,24860	-3,30000	85,30000	-0,29000	0,77400
Ln da Produção de Etanol	Não Pareado	5,83950	6,25470	-17,30000		-1,62000	0,10700
	Pareado	5,83950	6,02130	-7,60000	56,20000	-0,66000	0,50700
Ln do Preço da Gasolina	Não Pareado	1,22880	1,20730	31,20000		3,02000	0,00300
	Pareado	1,22880	1,22320	8,10000	73,90000	0,72000	0,47400

Fonte: Elaborado pelo autor.

Anexo 8 – BALANCEAMENTO KERNEL 2009

Variável	Amostra	Tratamento	Controle	% Viés	% Redução de Viés	Valor t	p>t
Ln do Número de Veículos	Não Pareado	10,51800	10,57300	-5,00000		-0,17000	0,86800
	Pareado	10,93000	10,62700	27,70000	-453,30000	0,43000	0,67500
Ln do preço de Distribuição de Etanol Hidratado	Não Pareado	0,59086	0,50732	107,40000		2,80000	0,00500
	Pareado	0,60379	0,54762	72,20000	32,80000	1,19000	0,26100
Ln do PIB per capita	Não Pareado	9,62180	9,56050	12,40000		0,33000	0,74000
	Pareado	9,51590	9,54870	-6,70000	46,40000	-0,13000	0,89900
Ln da população	Não Pareado	11,63100	11,82400	-19,50000		-0,69000	0,49200
	Pareado	12,12900	11,78700	34,60000	-77,70000	0,53000	0,60600
Ln da Proxy de Capital Humano	Não Pareado	-3,28610	-3,13410	-103,70000		-3,09000	0,00200
	Pareado	-3,19880	-3,17020	-19,50000	81,20000	-0,36000	0,72900
Ln da Produção de Etanol	Não Pareado	6,15350	6,17810	-1,20000		-0,03000	0,97500
	Pareado	5,54740	6,05030	-25,10000	-1945,20000	-0,41000	0,69100
Ln do Preço da Gasolina	Não Pareado	0,99738	0,93533	134,70000		4,15000	0,00000
	Pareado	0,96922	0,95668	27,20000	79,80000	0,42000	0,68000

Fonte: Elaborado pelo autor.

Anexo 9 – BALANCEAMENTO KERNEL 2010

Variável	Amostra	Tratamento	Controle	% Viés	% Redução de Viés	Valor t	p>t
Ln do Número de Veículos	Não Pareado	10,59100	10,67400	-8,10000		-0,58000	0,56500
	Pareado	10,59100	10,60200	-1,10000	86,20000	-0,07000	0,94300
Ln do preço de Distribuição de Etanol Hidratado	Não Pareado	0,55938	0,52226	39,10000		2,80000	0,00500
	Pareado	0,55938	0,58827	-30,40000	22,20000	-1,89000	0,06100
Ln do PIB per capita	Não Pareado	9,79960	9,75860	7,20000		0,52000	0,60200
	Pareado	9,79960	9,88180	-14,40000	-100,30000	-0,84000	0,40400
Ln da população	Não Pareado	11,65300	11,81700	-18,10000		-1,32000	0,18900
	Pareado	11,65300	11,69700	-4,80000	73,40000	-0,30000	0,76400
Ln da Proxy de Capital Humano	Não Pareado	-3,17750	-3,13220	-28,50000		-2,05000	0,04100
	Pareado	-3,17750	-3,17140	-3,80000	86,50000	-0,19000	0,84800
Ln da Produção de Etanol	Não Pareado	7,00220	5,91100	49,40000		3,05000	0,00200
	Pareado	7,00220	6,39710	27,40000	44,60000	2,09000	0,03900
Ln do Preço da Gasolina	Não Pareado	0,96180	0,95813	7,50000		0,57000	0,57200
	Pareado	0,96180	0,97822	-33,50000	-347,40000	-1,98000	0,05000

Fonte: Elaborado pelo autor.

Anexo 10 – BALANCEAMENTO KERNEL 2011

Variável	Amostra	Tratamento	Controle	% Viés	% Redução de Viés	Valor t	p>t
Ln do Número de Veículos	Não Pareado	10,75200	10,79100	-3,70000		-0,27000	0,78700
	Pareado	10,75200	10,60400	14,10000	-277,30000	0,74000	0,45800
Ln do preço de Distribuição de Etanol Hidratado	Não Pareado	0,72557	0,66035	83,60000		5,70000	0,00000
	Pareado	0,72557	0,76123	-45,70000	45,30000	-2,35000	0,02000
Ln do PIB per capita	Não Pareado	9,91970	9,83940	14,10000		1,04000	0,29900
	Pareado	9,91970	9,80730	19,80000	-40,00000	1,15000	0,25000
Ln da população	Não Pareado	11,72400	11,83800	-12,20000		-0,90000	0,36900
	Pareado	11,72400	11,78100	-6,10000	50,30000	-0,31000	0,75400
Ln da Proxy de Capital Humano	Não Pareado	-3,15930	-3,11550	-29,20000		-2,14000	0,03300
	Pareado	-3,15930	-3,12030	-26,10000	10,80000	-1,58000	0,11500
Ln da Produção de Etanol	Não Pareado	7,05790	6,04950	45,20000		2,88000	0,00400
	Pareado	7,05790	6,25780	35,80000	20,70000	2,70000	0,00800
Ln do Preço da Gasolina	Não Pareado	1,04020	1,01200	61,10000		4,37000	0,00000
	Pareado	1,04020	1,04510	-10,70000	82,50000	-0,78000	0,43700

Fonte: Elaborado pelo autor.

Anexo 11 – BALANCEAMENTO KERNEL 2012

Variável	Amostra	Tratamento	Controle	% Viés	% Redução de Viés	Valor t	p>t
Ln do Número de Veículos	Não Pareado	10,77900	10,71700	6,00000		0,48000	0,62900
	Pareado	10,77900	10,89300	-10,90000	-82,70000	-0,69000	0,49100
Ln do preço de Distribuição de Etanol Hidratado	Não Pareado	0,67714	0,63634	42,90000		3,11000	0,00200
	Pareado	0,67714	0,68749	-10,90000	74,60000	-0,78000	0,43800
Ln do PIB per capita	Não Pareado	10,01700	9,89700	20,40000		1,65000	0,10000
	Pareado	10,01700	10,08800	-12,00000	41,10000	-0,80000	0,42800
Ln da população	Não Pareado	11,68500	11,73300	-5,10000		-0,43000	0,67000
	Pareado	11,68500	11,85300	-18,00000	-249,90000	-1,15000	0,25100
Ln da Proxy de Capital Humano	Não Pareado	-3,16650	-3,13690	-18,60000		-1,46000	0,14600
	Pareado	-3,16650	-3,20050	21,40000	-15,20000	1,36000	0,17400
Ln da Produção de Etanol	Não Pareado	6,75070	5,58200	58,70000		4,09000	0,00000
	Pareado	6,75070	6,63360	5,90000	90,00000	0,47000	0,63700
Ln do Preço da Gasolina	Não Pareado	1,05190	1,01890	81,50000		6,05000	0,00000
	Pareado	1,05190	1,04700	12,00000	85,30000	0,71000	0,47700

Fonte: Elaborado pelo autor.

Anexo 12 – BALANCEAMENTO KERNEL 2013

Variável	Amostra	Tratamento	Controle	% Viés	% Redução de Viés	Valor t	p>t
Ln do Número de Veículos	Não Pareado	10,75800	10,87200	-11,10000		-0,99000	0,32500
	Pareado	10,75800	10,62700	12,80000	-15,50000	0,93000	0,35100
Ln do preço de Distribuição de Etanol Hidratado	Não Pareado	0,70514	0,65175	55,20000		4,60000	0,00000
	Pareado	0,70514	0,72408	-19,60000	64,50000	-1,58000	0,11600
Ln do PIB per capita	Não Pareado	9,92740	10,05000	-20,20000		-1,88000	0,06100
	Pareado	9,92740	9,82090	17,60000	12,90000	1,36000	0,17500
Ln da população	Não Pareado	11,76700	11,79800	-3,40000		-0,31000	0,75800
	Pareado	11,76700	11,79000	-2,60000	24,20000	-0,20000	0,84300
Ln da Proxy de Capital Humano	Não Pareado	-3,21510	-3,18500	-17,10000		-1,56000	0,12000
	Pareado	-3,21510	-3,22580	6,10000	64,30000	0,38000	0,70500
Ln da Produção de Etanol	Não Pareado	6,02180	5,53060	21,00000		1,70000	0,09000
	Pareado	6,02180	5,55570	19,90000	5,10000	1,93000	0,05500
Ln do Preço da Gasolina	Não Pareado	1,07640	1,06300	28,40000		2,46000	0,01400
	Pareado	1,07640	1,07330	6,60000	76,70000	0,49000	0,62300

Fonte: Elaborado pelo autor.

Anexo 13 – BALANCEAMENTO KERNEL 2014

Variável	Amostra	Tratamento	Controle	% Viés	% Redução de Viés	Valor t	p>t
Ln do Número de Veículos	Não Pareado	10,76200	10,96400	-19,30000		-1,83000	0,06800
	Pareado	10,76200	10,73400	2,60000	86,30000	0,20000	0,84200
Ln do preço de Distribuição de Etanol Hidratado	Não Pareado	0,72446	0,66642	53,20000		4,64000	0,00000
	Pareado	0,72446	0,74289	-16,90000	68,30000	-1,34000	0,18300
Ln do PIB per capita	Não Pareado	9,94680	10,15600	-35,90000		-3,46000	0,00100
	Pareado	9,94680	9,94230	0,80000	97,80000	0,07000	0,94800
Ln da população	Não Pareado	11,74200	11,82300	-8,50000		-0,81000	0,41600
	Pareado	11,74200	11,79700	-5,70000	32,70000	-0,43000	0,66500
Ln da Proxy de Capital Humano	Não Pareado	-3,25070	-3,18460	-37,00000		-3,58000	0,00000
	Pareado	-3,25070	-3,26870	10,10000	72,80000	0,77000	0,44300
Ln da Produção de Etanol	Não Pareado	5,70470	5,82060	-4,90000		-0,43000	0,66500
	Pareado	5,70470	5,31110	16,60000	-239,70000	1,48000	0,14000
Ln do Preço da Gasolina	Não Pareado	1,10670	1,10360	7,00000		0,63000	0,53000
	Pareado	1,10670	1,11320	-14,40000	-105,40000	-1,15000	0,25200

Fonte: Elaborado pelo autor.

Anexo 14 – BALANCEAMENTO KERNEL 2015

Variável	Amostra	Tratamento	Controle	% Viés	% Redução de Viés	Valor t	p>t
Ln do Número de Veículos	Não Pareado	10,87000	11,21300	-35,10000		-3,39000	0,00100
	Pareado	10,87000	10,84700	2,30000	93,40000	0,20000	0,84000
Ln do preço de Distribuição de Etanol Hidratado	Não Pareado	0,93614	0,92876	7,40000		0,69000	0,49200
	Pareado	0,93614	0,95250	-16,30000	-121,60000	-1,46000	0,14600
Ln do PIB per capita	Não Pareado	9,97320	10,30800	-63,80000		-6,24000	0,00000
	Pareado	9,97320	9,95740	3,00000	95,30000	0,27000	0,78800
Ln da população	Não Pareado	11,80600	11,94500	-15,00000		-1,45000	0,14700
	Pareado	11,80600	11,81800	-1,30000	91,40000	-0,12000	0,90700
Ln da Proxy de Capital Humano	Não Pareado	-3,25410	-3,21620	-22,40000		-2,21000	0,02700
	Pareado	-3,25410	-3,24830	-3,50000	84,60000	-0,29000	0,77100
Ln da Produção de Etanol	Não Pareado	5,83950	6,25470	-17,30000		-1,62000	0,10700
	Pareado	5,83950	5,52240	13,20000	23,60000	1,17000	0,24400
Ln do Preço da Gasolina	Não Pareado	1,22280	1,20550	26,30000		2,52000	0,01200
	Pareado	1,22280	1,22240	0,60000	97,60000	0,05000	0,95600

Anexo 15 – BALANCEAMENTO LOCAL LINEAR 2009

Variável	Amostra	Tratamento	Controle	% Viés	% Redução de Viés	Valor t	p>t
Ln do Número de Veículos	Não Pareado	10,51800	10,57300	-5,00000		-0,17000	0,86800
	Pareado	10,51800	11,30000	-71,60000	-1328,30000	-2,00000	0,05800
Ln do preço de Distribuição de Etanol Hidratado	Não Pareado	0,59086	0,50732	107,40000		2,80000	0,00500
	Pareado	0,59086	0,61519	-31,30000	70,90000	-1,59000	0,12700
Ln do PIB per capita	Não Pareado	9,62180	9,56050	12,40000		0,33000	0,74000
	Pareado	9,62180	9,38190	48,60000	-291,80000	1,60000	0,12500
Ln da população	Não Pareado	11,63100	11,82400	-19,50000		-0,69000	0,49200
	Pareado	11,63100	12,76600	-114,70000	-489,40000	-2,66000	0,01400
Ln da Proxy de Capital Humano	Não Pareado	-3,28610	-3,13410	-103,70000		-3,09000	0,00200
	Pareado	-3,28610	-3,24640	-27,10000	73,90000	-0,75000	0,45900
Ln da Produção de Etanol	Não Pareado	6,15350	6,17810	-1,20000		-0,03000	0,97500
	Pareado	6,15350	5,84960	15,20000	-1135,60000	0,58000	0,56800
Ln do Preço da Gasolina	Não Pareado	1,00510	0,93584	162,70000		4,73000	0,00000
	Pareado	1,00510	0,97782	64,10000	60,60000	2,08000	0,04900

Fonte: Elaborado pelo autor.

Anexo 16 – BALANCEAMENTO LOCAL LINEAR 2010

Variável	Amostra	Tratamento	Controle	% Viés	% Redução de Viés	Valor t	p>t
Ln do Número de Veículos	Não Pareado	10,59100	10,67400	-8,10000		-0,58000	0,56500
	Pareado	10,59100	10,33300	25,10000	-211,10000	1,54000	0,12500
Ln do preço de Distribuição de Etanol Hidratado	Não Pareado	0,55938	0,52226	39,10000		2,80000	0,00500
	Pareado	0,55938	0,58692	-29,00000	25,80000	-1,82000	0,07200
Ln do PIB per capita	Não Pareado	9,79960	9,75860	7,20000		0,52000	0,60200
	Pareado	9,79960	9,72780	12,60000	-75,00000	0,78000	0,43400
Ln da população	Não Pareado	11,65300	11,81700	-18,10000		-1,32000	0,18900
	Pareado	11,65300	11,48400	18,70000	-3,20000	1,18000	0,24000
Ln da Proxy de Capital Humano	Não Pareado	-3,17750	-3,13220	-28,50000		-2,05000	0,04100
	Pareado	-3,17750	-3,18720	6,10000	78,50000	0,27000	0,78500
Ln da Produção de Etanol	Não Pareado	7,00220	5,91100	49,40000		3,05000	0,00200
	Pareado	7,00220	6,23520	34,70000	29,70000	2,63000	0,01000
Ln do Preço da Gasolina	Não Pareado	0,96347	0,95955	8,20000		0,62000	0,53800
	Pareado	0,96347	0,97874	-32,10000	-290,20000	-1,98000	0,05000

Fonte: Elaborado pelo autor.

Anexo 17 – BALANCEAMENTO LOCAL LINEAR 2011

Variável	Amostra	Tratamento	Controle	% Viés	% Redução de Viés	Valor t	p>t
Ln do Número de Veículos	Não Pareado	10,75200	10,79100	-3,70000		-0,27000	0,78700
	Pareado	10,75200	10,75800	-0,60000	83,50000	-0,03000	0,97400
Ln do preço de Distribuição de Etanol Hidratado	Não Pareado	0,72557	0,66035	83,60000		5,70000	0,00000
	Pareado	0,72557	0,74898	-30,00000	64,10000	-1,55000	0,12400
Ln do PIB per capita	Não Pareado	9,91970	9,83940	14,10000		1,04000	0,29900
	Pareado	9,91970	9,96850	-8,60000	39,20000	-0,51000	0,61200
Ln da população	Não Pareado	11,72400	11,83800	-12,20000		-0,90000	0,36900
	Pareado	11,72400	11,89500	-18,20000	-49,50000	-0,94000	0,34800
Ln da Proxy de Capital Humano	Não Pareado	-3,15930	-3,11550	-29,20000		-2,14000	0,03300
	Pareado	-3,15930	-3,11670	-28,40000	2,80000	-1,72000	0,08800
Ln da Produção de Etanol	Não Pareado	7,05790	6,04950	45,20000		2,88000	0,00400
	Pareado	7,05790	6,65050	18,20000	59,60000	1,50000	0,13700
Ln do Preço da Gasolina	Não Pareado	1,04390	1,01200	65,70000		4,76000	0,00000
	Pareado	1,04390	1,04550	-3,40000	94,90000	-0,24000	0,80700

Fonte: Elaborado pelo autor.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Anexo 18 – BALANCEAMENTO LOCAL LINEAR 2012

Variável	Amostra	Tratamento	Controle	% Viés	% Redução de Viés	Valor t	p>t
Ln do Número de Veículos	Não Pareado	10,77900	10,71700	6,00000		0,48000	0,62900
	Pareado	10,77900	11,41500	-61,00000	-923,50000	-3,82000	0,00000
Ln do preço de Distribuição de Etanol Hidratado	Não Pareado	0,67714	0,63634	42,90000		3,11000	0,00200
	Pareado	0,67714	0,66569	12,10000	71,90000	0,92000	0,35700
Ln do PIB per capita	Não Pareado	10,01700	9,89700	20,40000		1,65000	0,10000
	Pareado	10,01700	10,03100	-2,30000	88,50000	-0,17000	0,86700
Ln da população	Não Pareado	11,68500	11,73300	-5,10000		-0,43000	0,67000
	Pareado	11,68500	12,24700	-60,40000	-1072,70000	-3,79000	0,00000
Ln da Proxy de Capital Humano	Não Pareado	-3,16650	-3,13690	-18,60000		-1,46000	0,14600
	Pareado	-3,16650	-3,17840	7,50000	59,60000	0,53000	0,59800
Ln da Produção de Etanol	Não Pareado	6,75070	5,58200	58,70000		4,09000	0,00000
	Pareado	6,75070	7,16840	-21,00000	64,30000	-1,84000	0,06800
Ln do Preço da Gasolina	Não Pareado	1,05010	1,01970	74,30000		5,62000	0,00000
	Pareado	1,05010	1,02690	56,70000	23,70000	3,49000	0,00100

Fonte: Elaborado pelo autor.

Anexo 19 – BALANCEAMENTO LOCAL LINEAR 2013

Variável	Amostra	Tratamento	Controle	% Viés	% Redução de Viés	Valor t	p>t
Ln do Número de Veículos	Não Pareado	10,75800	10,87200	-11,10000		-0,99000	0,32500
	Pareado	10,75800	10,89800	-13,70000	-23,70000	-1,03000	0,30600
Ln do preço de Distribuição de Etanol Hidratado	Não Pareado	0,70514	0,65175	55,20000		4,60000	0,00000
	Pareado	0,70514	0,72198	-17,40000	68,50000	-1,34000	0,18100
Ln do PIB per capita	Não Pareado	9,92740	10,05000	-20,20000		-1,88000	0,06100
	Pareado	9,92740	9,85780	11,50000	43,10000	0,90000	0,37000
Ln da população	Não Pareado	11,76700	11,79800	-3,40000		-0,31000	0,75800
	Pareado	11,76700	11,96700	-21,90000	-539,20000	-1,66000	0,09900
Ln da Proxy de Capital Humano	Não Pareado	-3,21510	-3,18500	-17,10000		-1,56000	0,12000
	Pareado	-3,21510	-3,17250	-24,20000	-41,40000	-1,73000	0,08400
Ln da Produção de Etanol	Não Pareado	6,02180	5,53060	21,00000		1,70000	0,09000
	Pareado	6,02180	5,67490	14,80000	29,40000	1,45000	0,14700
Ln do Preço da Gasolina	Não Pareado	1,07560	1,06190	28,70000		2,53000	0,01200
	Pareado	1,07560	1,06980	12,20000	57,50000	0,98000	0,33000

Fonte: Elaborado pelo autor.

Anexo 20 – BALANCEAMENTO LOCAL LINEAR 2014

Variável	Amostra	Tratamento	Controle	% Viés	% Redução de Viés	Valor t	p>t
Ln do Número de Veículos	Não Pareado	10,76200	10,96400	-19,30000		-1,83000	0,06800
	Pareado	10,76200	10,57900	17,50000	9,20000	1,36000	0,17600
Ln do preço de Distribuição de Etanol Hidratado	Não Pareado	0,72446	0,66642	53,20000		4,64000	0,00000
	Pareado	0,72446	0,76451	-36,70000	31,00000	-2,84000	0,00500
Ln do PIB per capita	Não Pareado	9,94680	10,15600	-35,90000		-3,46000	0,00100
	Pareado	9,94680	9,91590	5,30000	85,20000	0,43000	0,66900
Ln da população	Não Pareado	11,74200	11,82300	-8,50000		-0,81000	0,41600
	Pareado	11,74200	11,72800	1,50000	82,90000	0,11000	0,91000
Ln da Proxy de Capital Humano	Não Pareado	-3,25070	-3,18460	-37,00000		-3,58000	0,00000
	Pareado	-3,25070	-3,26570	8,40000	77,40000	0,68000	0,49700
Ln da Produção de Etanol	Não Pareado	5,70470	5,82060	-4,90000		-0,43000	0,66500
	Pareado	5,70470	4,95070	31,70000	-550,70000	2,89000	0,00400
Ln do Preço da Gasolina	Não Pareado	1,10810	1,10520	6,40000		0,59000	0,55900
	Pareado	1,10810	1,12790	-43,70000	-578,70000	-3,28000	0,00100

Fonte: Elaborado pelo autor.

Anexo 21 – BALANCEAMENTO LOCAL LINEAR 2015

Variável	Amostra	Tratamento	Controle	% Viés	% Redução de Viés	Valor t	p>t
Ln do Número de Veículos	Não Pareado	10,87000	11,21300	-35,10000		-3,39000	0,00100
	Pareado	10,87000	11,06500	-19,90000	43,20000	-1,75000	0,08000
Ln do preço de Distribuição de Etanol Hidratado	Não Pareado	0,93614	0,92876	7,40000		0,69000	0,49200
	Pareado	0,93614	0,96670	-30,50000	-314,00000	-2,83000	0,00500
Ln do PIB per capita	Não Pareado	9,97320	10,30800	-63,80000		-6,24000	0,00000
	Pareado	9,97320	9,96930	0,80000	98,80000	0,07000	0,94500
Ln da população	Não Pareado	11,80600	11,94500	-15,00000		-1,45000	0,14700
	Pareado	11,80600	12,04700	-26,10000	-73,60000	-2,25000	0,02500
Ln da Proxy de Capital Humano	Não Pareado	-3,25410	-3,21620	-22,40000		-2,21000	0,02700
	Pareado	-3,25410	-3,25520	0,60000	97,10000	0,06000	0,95500
Ln da Produção de Etanol	Não Pareado	5,83950	6,25470	-17,30000		-1,62000	0,10700
	Pareado	5,83950	5,19750	26,80000	-54,60000	2,37000	0,01800
Ln do Preço da Gasolina	Não Pareado	1,23230	1,21110	31,40000		2,99000	0,00300
	Pareado	1,23230	1,24120	-13,10000	58,20000	-1,27000	0,20600

Fonte: Elaborado pelo autor.