

# Universidade de São Paulo

Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Atuária

Departamento de Economia

Matheus Henrique Scapolan Silva | N° USP: 15479364

## Trabalho prático 2

Avaliando o impacto de um imposto sobre o preço e a  
demanda por um bem - Doing Economics, cap. 3  
1º semestre de 2025

São Paulo

2025

## Sumário

<b>Resumo .....</b>	<b>4</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>5</b>
<b>1. Introdução .....</b>	<b>6</b>
<b>2. Instruções .....</b>	<b>8</b>
2.1 Instrução passo 1 e 2.....	9
2.1.1 Contextualização .....	9
2.1.2 Procedimentos de Manipulação dos Códigos e Estrutura dos Dados.....	10
2.1.3 Análise Empírica dos Resultados .....	14
2.1.4 Implicações para a Análise Empírica .....	22
2.1.5 Conclusão .....	23
2.2 Instrução passo 3 .....	25
2.2.1 Contextualização .....	25
2.2.2 Procedimentos de Manipulação dos Códigos e Estrutura dos Dados.....	26
2.2.3 Análise Empírica dos Resultados .....	27
2.2.4 Comparação entre Produtos Taxados e Não Taxados .....	30
2.2.5 Conclusão .....	31
2.3 Instrução passo 4 .....	32
2.3.1 Contextualização .....	32
2.3.2 Procedimentos de Manipulação dos Códigos e Estrutura dos Dados.....	34
2.3.3 Análise Empírica dos Resultados .....	36
2.3.4 Interpretação no Contexto da Teoria Econômica .....	39
2.3.5 Conclusão .....	39
2.4 Instrução passo 5 .....	40
2.4.1 Contextualização .....	41
2.4.2 Procedimentos de Manipulação dos Códigos e Estrutura dos Dados.....	42
2.4.3 Análise Empírica dos Resultados .....	44
2.4.4 Interpretação e Implicações .....	47
2.4.5 Conclusão .....	48
2.5 Instrução passo 6 .....	49
2.5.1 Contextualização .....	49
2.5.2 Procedimentos de Manipulação dos Códigos e Estrutura dos Dados.....	50
2.5.3 Análise Empírica dos Resultados .....	52

2.5.4 Interpretação e Implicações .....	53
2.5.5 Conclusão .....	55
<b>3. Considerações Finais .....</b>	<b>56</b>
<b>Referências: .....</b>	<b>58</b>

## Resumo

O presente trabalho analisa o impacto da implementação de um imposto sobre bebidas açucaradas na cidade de Berkeley, Califórnia, em 2014, utilizando o método de *diferença-em-diferenças* para avaliar seus efeitos sobre preços e consumo. A partir de dados de estabelecimentos comerciais antes e depois da política tributária, foram construídas tabelas de frequência, médias condicionais e gráficos comparativos que permitiram identificar padrões de repasse do imposto aos consumidores. Os resultados revelam uma heterogeneidade significativa na resposta dos diferentes tipos de estabelecimentos, com pequenos supermercados apresentando um repasse de aproximadamente 78% do valor do imposto, enquanto outros estabelecimentos exibiram comportamentos distintos. A análise de grupos de controle alternativos, comparando Berkeley com localidades vizinhas, forneceu evidência consistente de que o imposto causou um aumento significativo nos preços de bebidas açucaradas, resultando em uma redução estimada de 16,5% nas vendas desses produtos. Simultaneamente, observou-se um aumento nas vendas de água, sugerindo um padrão de substituição favorável do ponto de vista de saúde pública. Esses resultados corroboram a eficácia de instrumentos fiscais como ferramentas de política de saúde pública, particularmente quando direcionados a produtos com externalidades negativas bem documentadas, como bebidas açucaradas. A experiência de Berkeley oferece lições para outras jurisdições considerando políticas similares, destacando tanto o potencial de impacto quanto a importância de monitoramento e avaliação rigorosos.

**Palavras-chave:** Imposto sobre bebidas açucaradas; Diferença-em-diferenças; Incidência tributária; Política de saúde pública; Experimentos naturais.

### **Abstract**

The present study analyzes the impact of the implementation of a tax on sugary beverages in the city of Berkeley, California, in 2014, using the difference-in-differences method to assess its effects on prices and consumption. Based on data from commercial establishments before and after the tax policy, frequency tables, conditional means, and comparative graphs were constructed to identify patterns of tax pass-through to consumers. The results reveal significant heterogeneity in the responses of different types of establishments, with small supermarkets passing through approximately 78% of the tax amount, while other establishments displayed distinct behaviors. The analysis of alternative control groups, comparing Berkeley with neighboring localities, provided consistent evidence that the tax caused a significant increase in the prices of sugary beverages, resulting in an estimated 16.5% reduction in the sales of these products. Simultaneously, an increase in water sales was observed, suggesting a substitution pattern favorable from a public health perspective. These results support the effectiveness of fiscal instruments as tools of public health policy, particularly when aimed at products with well-documented negative externalities, such as sugary beverages. Berkeley's experience offers lessons for other jurisdictions considering similar policies, highlighting both the potential impact and the importance of rigorous monitoring and evaluation.

**Keywords:** Sugar-sweetened beverage tax; Difference-in-differences; Tax incidence; Public health policy; Natural experiments.

## 1. Introdução

A implementação de políticas fiscais como instrumentos de saúde pública tem ganhado crescente atenção nas últimas décadas, particularmente no contexto do enfrentamento à epidemia global de obesidade e doenças crônicas não transmissíveis. Entre essas políticas, a tributação de bebidas açucaradas emerge como uma estratégia promissora, fundamentada na premissa econômica de que o aumento de preços induzido pelo imposto pode reduzir o consumo de produtos associados a externalidades negativas de saúde (Brownell et al., 2009; Chaloupka et al., 2011).

O presente trabalho se insere nesse debate ao analisar empiricamente os efeitos da implementação pioneira de um imposto sobre bebidas açucaradas na cidade de Berkeley, Califórnia, em novembro de 2014. Essa política, que estabeleceu uma tributação de um centavo de dólar por onça fluida (aproximadamente 30 ml) sobre distribuidores de bebidas com açúcar adicionado, representa um caso representativo de utilização de instrumentos fiscais para a promoção de objetivos de saúde pública. A experiência de Berkeley oferece, assim, uma oportunidade singular para investigar não apenas a eficácia dessa abordagem, mas também os mecanismos econômicos subjacentes à sua implementação.

A análise desenvolvida neste trabalho fundamenta-se no arcabouço teórico da economia aplicada, particularmente nas teorias de incidência tributária e na metodologia de *diferença-em-diferenças* para avaliação de políticas públicas. A incidência tributária, conforme desenvolvida por Kotlikoff e Summers (1987) e refinada por Fullerton e Metcalf (2002), estabelece que o ônus econômico de um imposto é distribuído entre produtores e consumidores em proporções que dependem das elasticidades relativas da oferta e da demanda. No caso de bebidas açucaradas, estudos prévios sugerem elasticidades-preço da demanda na faixa de -1,0 a -1,5 (Powell et al., 2013), indicando potencial para redução significativa do consumo em resposta a aumentos de preço.

A metodologia de *diferença-em-diferenças*, por sua vez, permite isolar o efeito causal da política tributária ao comparar as mudanças nos resultados de interesse (preços e consumo) entre grupos afetados e não afetados pelo imposto, antes e depois de sua implementação. Essa abordagem, formalizada por Card e Krueger (1994) e refinada por Bertrand, Duflo e Mullainathan (2004), baseia-se no pressuposto de "*tendências paralelas*" – a ideia de que, na

ausência do tratamento, os grupos de tratamento e controle teriam seguido trajetórias similares ao longo do tempo.

O objetivo central deste trabalho é avaliar empiricamente duas questões fundamentais relacionadas ao imposto de Berkeley: (1) Em que medida os vendedores repassaram o imposto aos consumidores na forma de preços mais elevados? e (2) Quais foram os efeitos desse repasse no comportamento de compra e consumo de bebidas açucaradas? Para responder a essas questões, utilizamos dados detalhados de preços e vendas de diferentes tipos de estabelecimentos comerciais, antes e depois da implementação do imposto, complementados por comparações com áreas geográficas não afetadas pela política.

A relevância deste estudo transcende o caso específico de Berkeley, oferecendo visões concretas para o desenho e implementação de políticas similares em outras jurisdições. À medida que governos ao redor do mundo consideram a adoção de impostos sobre bebidas açucaradas como parte de estratégias mais amplas de saúde pública, evidências empíricas bem fundamentadas sobre seus efeitos econômicos e comportamentais tornam-se cruciais para informar decisões políticas embasadas.

Este trabalho está estruturado da seguinte forma: após esta introdução, a seção de instruções detalha a metodologia e os procedimentos analíticos adotados. As seções subsequentes apresentam os resultados empíricos, organizados de acordo com as etapas de análise propostas. Finalmente, as considerações finais sintetizam os principais achados e discutem suas implicações para políticas públicas e pesquisas futuras.

## 2. Instruções

A seção de instruções deste trabalho delinea a metodologia e os procedimentos analíticos empregados para investigar o impacto do imposto sobre bebidas açucaradas implementado em Berkeley. Fundamentada nos princípios da economia empírica e da avaliação de políticas públicas, a abordagem adotada combina análises descritivas e inferenciais, utilizando o método de *diferença-em-diferenças* como principal estratégia de identificação causal.

A metodologia proposta estrutura-se em seis etapas complementares, cada uma contribuindo para uma compreensão mais abrangente e concreta dos efeitos da política tributária. Inicialmente, são construídas tabelas de frequência para caracterizar a distribuição das observações por tipo de estabelecimento, categoria de produto e status de taxação, estabelecendo assim o contexto estrutural da análise. Em seguida, são calculadas médias condicionais de preços, segmentadas por variáveis relevantes, permitindo uma primeira aproximação aos padrões de repasse do imposto.

A terceira etapa avança para a análise específica das mudanças de preço após a implementação do imposto, quantificando diretamente o repasse tributário em diferentes tipos de estabelecimento. A quarta etapa introduz grupos de controle alternativos, comparando Berkeley com localidades não afetadas pelo imposto, fortalecendo assim a identificação do efeito causal da política. Finalmente, as duas últimas etapas expandem o escopo da análise para incluir efeitos sobre o consumo, completando o quadro de avaliação da política.

Esta estrutura metodológica alinha-se com as melhores práticas em economia aplicada, combinando rigor analítico com flexibilidade para capturar a complexidade dos fenômenos econômicos em estudo. A utilização de múltiplas abordagens e fontes de variação permite não apenas identificar o efeito médio da política, mas também explorar heterogeneidades importantes que podem informar o desenho de intervenções mais eficazes no futuro.

Nas subseções seguintes, cada etapa metodológica é detalhada, incluindo a especificação dos dados utilizados, os procedimentos de manipulação e análise, e as considerações teóricas que fundamentam a interpretação dos resultados. Esta transparência metodológica é essencial não apenas para a replicabilidade do estudo, mas também para a avaliação crítica de suas conclusões à luz das limitações inerentes aos dados e métodos empregados.



## 2.1 Instrução passo 1 e 2

1. Baixe o arquivo “doing-economics-Dataset Project 3.xlsx” do Moodle. A primeira aba contém o dicionário dos dados, que vocês devem ler e se familiarizar com. Nós trabalharemos com dois grupos de tratamento: supermercados grandes (“store\_type = 1”) e farmácias (“store\_type = 3”), e dois períodos: antes (“time = DEC2014”) e depois (“time = JUN2015”) do aumento de impostos.

2. Use o comando “PivotTable” do Excel para criar: (i) uma tabela de frequência mostrando o número de observações por tipo de loja (“store\_type”) nos dois períodos, com tipo de loja na linha e período na coluna; (ii) uma tabela de frequência com o número de observações por tipo de produto (“product type”) nos dois períodos, com tipo de produto na linha e período na coluna; (iii) uma tabela de frequência, com o número de produtos taxados (“taxed”) por tipo de loja, para antes e depois, com o tipo de loja na linha e o período e “taxed” nas colunas. **Coloque essas 3 tabelas no relatório, explique-as e discuta como essas observações podem afetar a análise empírica.**

### 2.1.1 Contextualização

O presente relatório tem por objetivo investigar empiricamente os efeitos econômicos da implementação de um imposto sobre bebidas açucaradas na cidade de Berkeley, Califórnia, em 2014. Trata-se de um estudo de caso emblemático de política fiscal voltada à correção de externalidades negativas, em linha com as recomendações da Organização Mundial da Saúde (WHO, 2015), que há anos defende o uso de tributos sobre produtos prejudiciais à saúde como uma ferramenta para reduzir o consumo e melhorar os indicadores de saúde pública.

No campo da Microeconomia Aplicada, a análise dos efeitos de políticas tributárias sobre os mercados é tradicionalmente reconhecida como uma ferramenta fundamental para a compreensão do comportamento dos agentes econômicos. Particular atenção é direcionada às consequências de tributos indiretos – tais como impostos sobre o consumo – sobre variáveis como preço, quantidade demandada e receita arrecadada. Neste trabalho, é investigado o impacto de um imposto sobre o preço e a demanda de bens comercializados no varejo, a partir de uma base empírica fornecida pelo projeto *Doing Economics* do CORE.

A teoria microeconômica sugere que a incidência de um imposto específico sobre um bem afeta diretamente o equilíbrio de mercado. O preço efetivamente pago pelos consumidores tende a aumentar, enquanto o preço recebido pelos produtores pode ser reduzido, dependendo

das elasticidades-preço da demanda e da oferta. A magnitude da variação na quantidade demandada será, por sua vez, condicionada à sensibilidade dos consumidores ao preço – ou seja, à elasticidade-preço da demanda. Em mercados nos quais a demanda é elástica, aumentos de preço provocados por tributos tendem a gerar reduções expressivas no consumo; em mercados de bens inelásticos, os efeitos quantitativos são mais modestos, e o ônus do imposto é absorvido em maior medida pelos consumidores (MANKIW, 2020; VARIAN, 2014).

A partir desse arcabouço teórico, torna-se possível explorar empiricamente os efeitos de uma mudança tributária utilizando dados reais de consumo. Neste relatório, os dados utilizados foram retirados do conjunto de dados disponibilizado no capítulo 3 do *Doing Economics*, contendo registros de preços e quantidades vendidas de diversos produtos, antes e depois da implementação de um imposto sobre bens de consumo. A pergunta central que orienta a análise é a seguinte: **o aumento do imposto foi acompanhado por variações significativas nos preços praticados e nas quantidades comercializadas?**

### 2.1.2 Procedimentos de Manipulação dos Códigos e Estrutura dos Dados

A base de dados foi extraída do arquivo "*doing-economics-Dataset Project 3.xlsx*", contendo informações de vendas de produtos em pontos de varejo em dois momentos distintos: dezembro de 2014 (pré-imposto) e junho de 2015 (pós-imposto). Os registros incluem variáveis como tipo de loja (*store\_type*), tipo de produto (*type*), período (*period*), e uma variável indicadora da taxaço do produto (*taxed*), além de variáveis quantitativas como preço e quantidade.

A análise exploratória dos dados não foi conduzida por meio de softwares de planilhas, como o Excel, mas sim por meio de scripts elaborados na linguagem de programação *Python*, utilizando a biblioteca *Pandas* e *NumPy* para importação, filtragem e organização dos dados, e *matplotlib/seaborn* para futuras etapas de visualização gráfica. Esse procedimento permitiu maior controle sobre o tratamento dos dados e possibilitou replicabilidade, elemento fundamental em estudos empíricos.

A análise concentrou-se em comparar a estrutura das vendas e taxaço de produtos nos dois períodos, utilizando a criação de tabelas de frequência como estratégia inicial para revelar padrões quantitativos e estruturais relevantes. Essas tabelas foram agrupadas por tipo de loja, tipo de produto e status de taxaço dos bens.

Por fim, com base na visualização inicial dos dados, é possível identificar a presença das seguintes variáveis:

- **store\_id**: identificador do ponto de venda. Permite reconhecer se múltiplos produtos foram vendidos na mesma loja.
- **type**: tipo de produto (ex: WATER, TEA, MILK), que será crucial para a classificação entre bens taxados e não taxados.
- **store\_type**: categoria da loja, codificada numericamente. *Store Type: 1 - (Large Supermarket), 2 - (Small Supermarket), 3 - (Pharmacy), 4 - (Gas Station).*
- **type2**: subcategoria do produto (ex: LOW, FAT, MILK), útil para distinções mais refinadas dentro de um mesmo grupo.
- **size**: volume da unidade comercializada (em onças fluidas), variável necessária para o cálculo de preços por unidade.
- **price**: preço total do item vendido, fundamental para mensurar os efeitos do imposto na precificação.
- **price\_per\_oz**: preço por onça, ou seja, o preço unitário da bebida.
- **price\_per\_oz\_c**: variável transformada que centraliza o preço por onça, usada para análises estatísticas comparativas (como regressões).
- **taxed**: variável binária indicadora de incidência do imposto (1 para taxados, 0 para isentos).
- **supp**: variável de suporte estatístico utilizada para cálculos internos no CORE.
- **time**: variável temporal, com os valores "DEC2014" e "JUN2015", necessária para distinguir os períodos pré e pós-implementação do imposto.
- **product\_id**: identificador único do produto, que possibilita controle sobre repetições ou análise longitudinal de produtos específicos.

O conjunto de variáveis evidencia uma estrutura adequada à realização de um experimento natural, permitindo comparações entre grupos de tratamento (produtos taxados) e de controle (produtos não taxados), antes e depois da política pública (Berkeley's Soda Tax, 2014). Como salientado por Duflo, Glennerster e Kremer (2007), a confiabilidade em inferências causais empíricas requer precisamente essa separação temporal e estrutural entre grupos.

Figura 1

Print do código do passo 1 e 2

```
# Passo 1 e 2 da Instrução:

import pandas as pd

# Caminho para encontrar o arquivo Excel
file_path = 'C:/Users/Inteli/Desktop/doing-economics-Dataset Project 3.xlsx'

# Carregar o Excel
excel_data = pd.ExcelFile(file_path)

# Verificar as abas disponíveis
print("Abas disponíveis:", excel_data.sheet_names)

# Carregar a aba de dados
data_df = excel_data.parse('Data')

# Visualizar as primeiras linhas
print("\nVisualização inicial dos dados:\n", data_df.head())

# (i) Tabela de frequência por tipo de loja e período
store_period_pivot = pd.pivot_table(
    data_df,
    values='store_id',
    index='store_type',
    columns='time',
    aggfunc='count',
    fill_value=0
)

# Exibir a tabela de frequência por tipo de loja e período
print("\n(i) Tabela de frequência por tipo de loja e período:")
display(store_period_pivot)

# (ii) Tabela de frequência por tipo de produto e período
product_period_pivot = pd.pivot_table(
    data_df,
    values='product_id',
    index='type',
    columns='time',
    aggfunc='count',
    fill_value=0
)

print("\n(ii) Tabela de frequência por tipo de produto e período:")
display(product_period_pivot)

# Exibir a tabela de frequência por tipo de produto e período

# (iii) Tabela de frequência para produtos taxados por tipo de loja e período
taxed_pivot = pd.pivot_table(
    data_df,
    values='product_id',
    index='store_type',
    columns=['time', 'taxed'],
    aggfunc='count',
    fill_value=0
)

print("\n(iii) Tabela de frequência de produtos taxados por tipo de loja e período:")
display(taxed_pivot)

# Exibir a tabela de frequência de produtos taxados por tipo de loja e período

# Salvar em novo arquivo Excel
output_file_path = 'C:/Users/Inteli/Desktop/Frequency_Tables.xlsx'
with pd.ExcelWriter(output_file_path, engine='openpyxl') as writer:
    store_period_pivot.to_excel(writer, sheet_name='Store Type Frequency')
    product_period_pivot.to_excel(writer, sheet_name='Product Type Frequency')
    taxed_pivot.to_excel(writer, sheet_name='Taxed Frequency')

print(f"\nAs tabelas foram salvas no arquivo: {output_file_path}")
```

Inicialmente, foi realizada a importação do arquivo Excel, sendo o caminho do diretório local especificado por meio da variável *file\_path*. Em seguida, foi feita a leitura das planilhas disponíveis no arquivo, sendo a aba denominada 'Data' selecionada e carregada para análise posterior.

Com os dados estruturados em formato de *DataFrame*, foram construídas três tabelas de frequência, cada uma com um objetivo específico de sumarização e visualização das informações:

### **1. Tabela de Frequência por Tipo de Loja e Período:**

Por meio de uma tabela dinâmica (*pivot table*), foi efetuada a contagem da variável *store\_id*, sendo os dados agrupados por *store\_type* (tipo de loja) e por *time* (período). Esse procedimento permitiu que fosse visualizada a distribuição do número de observações por tipo de loja ao longo dos diferentes períodos. A contagem foi utilizada como forma de representar a quantidade de registros para cada combinação dessas variáveis.

### **2. Tabela de Frequência por Tipo de Produto e Período:**

Em etapa análoga à anterior, foi realizada a contagem da variável *product\_id*, sendo os dados agrupados por *type* (tipo de produto) e por *time*. Dessa forma, tornou-se possível observar a frequência de ocorrência de cada tipo de produto ao longo do tempo, o que fornece uma indicação da demanda relativa entre as diferentes categorias de bens.

### **3. Tabela de Frequência de Produtos Taxados por Tipo de Loja e Período:**

Por fim, foi elaborada uma tabela mais refinada, que considerou simultaneamente as variáveis *store\_type*, *time* e *taxed* (indicação de tributação). Nessa estrutura, buscou-se mensurar a frequência de produtos taxados por tipo de loja em cada período, permitindo a identificação de padrões na aplicação do imposto em diferentes contextos de venda.

Todas as tabelas foram construídas com a função *pd.pivot\_table*, tendo sido adotado como critério de agregação a contagem dos identificadores (por meio de *aggfunc='count'*) e a substituição de valores ausentes por zero (*fill\_value=0*), garantindo consistência nas saídas geradas.

Ao término da etapa de tabulação, as tabelas resultantes foram exportadas para um novo arquivo Excel, nomeado "*Frequency\_Tables.xlsx*", sendo cada estrutura armazenada em uma aba distinta. Esse procedimento visou facilitar a posterior visualização e análise dos dados.

### 2.1.3 Análise Empírica dos Resultados

Figura 2

Print das abas disponíveis no arquivo doing-economics-Dataset Project 3

```
Abas disponíveis: ['Data Dictionary', 'Data']

Visualização inicial dos dados:
  store_id  type  store_type      type2  size  price  price_per_oz  price_per_oz_c  taxed  supp  time  product_id
0      16  WATER           2         NaN  33.8   1.69    0.050000    5.000000      0     0  DEC2014        29
1      16   TEA           2         NaN  23.0   0.99    0.043043    4.304348      1     0  DEC2014        32
2      16   TEA           2         NaN  23.0   0.99    0.043043    4.304348      1     0  DEC2014        33
3      16  WATER           2         NaN  33.8   1.69    0.050000    5.000000      0     0  DEC2014        38
4      16  MILK           2  LOW FAT MILK 128.0   3.79    0.029609    2.960938      0     0  DEC2014        40

(i) Tabela de frequência por tipo de loja e período:
```

A imagem exibida corresponde a uma amostra inicial dos dados com cinco observações de uma única loja (*store\_id* 16), em dezembro de 2014. Nota-se que há diversidade de produtos — *WATER*, *TEA*, *MILK* — e também variação quanto à taxaço, sugerindo já de início a presença de bens tratados e não tratados dentro de um mesmo ponto de venda.

Especificamente:

- Produtos do tipo *TEA* (linhas 1 e 2) aparecem como taxados (*taxed* = 1), enquanto *WATER* e *MILK* não são tributados (*taxed* = 0).
- Os valores de *price\_per\_oz\_c* para os produtos taxados variam em torno de 4.30, enquanto os não taxados exibem valores como 5.0 e 2.96, sinalizando que, mesmo antes da política, havia dispersão de preços unitários entre categorias — um fator que será relevante ao calcular o efeito do imposto em termos relativos e não absolutos.
- O fato de produtos não taxados apresentarem preços maiores do que os taxados na fase pré-política reforça a importância do controle por tipo de produto e loja na análise causal. Como apontado por Wooldridge (2010), ignorar as heterogeneidades observáveis pode conduzir a inferências incorretas sobre os efeitos de políticas públicas.

Ademais, os dados revelam uma codificação limpa, sem sinais de erros estruturais evidentes (como valores nulos ou inconsistentes nas variáveis críticas), o que favorece a aplicação de análises quantitativas mais complexas nas etapas seguintes. Ressalta-se que o uso da linguagem Python, com bibliotecas como *Pandas*, *NumPy*, *matplotlib* e *seaborn*, alinha-se às melhores práticas de análise de dados replicáveis em economia empírica (McKinney, 2018).

Figura 3

(i) Tabela de frequência por tipo de loja e período:

time	DEC2014	JUN2015
store_type		
1	177	209
2	407	391
3	87	102
4	73	96

A tabela de frequência por tipo de loja e período temporal revela padrões estruturais significativos na distribuição das observações, com implicações diretas para a robustez da análise empírica subsequente. Observa-se uma distribuição heterogênea entre os diferentes tipos de estabelecimentos, com predominância dos supermercados pequenos (*store\_type* = 2), que representam aproximadamente 45% do total de observações em dezembro de 2014 e 49% em junho de 2015.

Especificamente, a distribuição das observações por tipo de loja apresenta o seguinte padrão:

**1. Supermercados grandes (*store\_type* = 1):**

- Dezembro de 2014: 177 observações (23,9% do total no período)
- Junho de 2015: 209 observações (26,2% do total no período)
- Variação: +32 observações (+18,1%)

**2. Supermercados pequenos (*store\_type* = 2):**

- Dezembro de 2014: 407 observações (54,9% do total no período)
- Junho de 2015: 391 observações (49,0% do total no período)
- Variação: -16 observações (-3,9%)



### 3. Farmácias (*store\_type* = 3):

- Dezembro de 2014: 87 observações (11,7% do total no período)
- Junho de 2015: 102 observações (12,8% do total no período)
- Variação: +15 observações (+17,2%)

### 4. Postos de gasolina (*store\_type* = 4):

- Dezembro de 2014: 73 observações (9,8% do total no período)
- Junho de 2015: 96 observações (12,0% do total no período)
- Variação: +23 observações (+31,5%)

Esta distribuição apresenta implicações metodológicas importantes para a análise empírica. Primeiramente, a predominância de observações em supermercados pequenos sugere que os resultados agregados serão mais fortemente influenciados por esse segmento do mercado. Considerando que diferentes tipos de estabelecimentos podem apresentar estratégias de precificação e elasticidades de demanda distintas, conforme destacado por Cawley e Frisvold (2017), essa concentração pode afetar a generalização dos resultados para o mercado como um todo.

Adicionalmente, observa-se uma variação temporal na composição da amostra, com aumento no número de observações para supermercados grandes, farmácias e postos de gasolina, e uma ligeira redução para supermercados pequenos. Essa variação na estrutura amostral entre os períodos pré e pós-imposto pode introduzir vieses na estimação do efeito causal da política, caso não seja adequadamente controlada na análise estatística. Como argumentado por Angrist e Pischke (2008), mudanças na composição da amostra podem comprometer o pressuposto de "*tendências paralelas*" subjacente ao método de *diferença-em-diferenças*.

Contudo, é importante notar que a variação relativa na distribuição entre os tipos de estabelecimento é moderada, com os supermercados pequenos mantendo-se como o segmento predominante em ambos os períodos. Essa relativa estabilidade estrutural é favorável à validade



interna do estudo, minimizando preocupações sobre mudanças drásticas na composição do mercado que poderiam confundir o efeito do imposto.

Figura 4

(ii) Tabela de frequência por tipo de produto e período:

<b>time</b>	<b>DEC2014</b>	<b>JUN2015</b>
<b>type</b>		
ENERGY	56	58
ENERGY-DIET	49	54
JUICE	70	64
JUICE DRINK	19	17
MILK	63	61
SODA	239	262
SODA-DIET	128	174
SPORT	11	16
SPORT-DIET	2	2
TEA	52	45
TEA-DIET	6	6
WATER	48	38
WATER-SWEET	1	1

A tabela de frequência por tipo de produto revela uma diversidade substancial na composição da amostra, com predominância de refrigerantes (SODA e SODA-DIET), que conjuntamente representam aproximadamente 49,5% das observações em dezembro de 2014 e 54,6% em junho de 2015. Essa concentração é consistente com o foco da política tributária em

bebidas açucaradas, particularmente refrigerantes, que constituem uma parcela significativa do mercado de bebidas não alcoólicas nos Estados Unidos (Bleich et al., 2017).

Analisando as categorias mais representativas:

**1. Refrigerantes regulares (SODA):**

- Dezembro de 2014: 239 observações (32,2% do total no período)
- Junho de 2015: 262 observações (32,8% do total no período)
- Variação: +23 observações (+9,6%)

**2. Refrigerantes dietéticos (SODA-DIET):**

- Dezembro de 2014: 128 observações (17,3% do total no período)
- Junho de 2015: 174 observações (21,8% do total no período)
- Variação: +46 observações (+35,9%)

**3. Sucos (JUICE):**

- Dezembro de 2014: 70 observações (9,4% do total no período)
- Junho de 2015: 64 observações (8,0% do total no período)
- Variação: -6 observações (-8,6%)

**4. Bebidas energéticas (ENERGY e ENERGY-DIET):**

- Dezembro de 2014: 105 observações (14,2% do total no período)
- Junho de 2015: 112 observações (14,0% do total no período)
- Variação: +7 observações (+6,7%)

**5. Água (WATER):**

- Dezembro de 2014: 48 observações (6,5% do total no período)
- Junho de 2015: 38 observações (4,8% do total no período)

- Variação: -10 observações (-20,8%)

Essa distribuição tem implicações importantes para a análise empírica. O aumento substancial nas observações de refrigerantes dietéticos (+35,9%) em contraste com a redução nas observações de água (-20,8%) sugere uma possível mudança na composição da oferta ou na estratégia de coleta de dados entre os dois períodos. Tal variação pode refletir uma resposta estratégica dos estabelecimentos à implementação do imposto, com maior ênfase em alternativas não tributadas como refrigerantes dietéticos, ou simplesmente uma flutuação amostral.

Do ponto de vista metodológico, essa variação na composição por tipo de produto pode afetar a comparabilidade direta entre os períodos pré e pós-imposto. Como destacado por Bertrand, Duflo e Mullainathan (2004), mudanças na composição da amostra podem comprometer a validade de estimativas de *diferença-em-diferenças* se não forem adequadamente controladas. Nesse contexto, será crucial na análise subsequente controlar explicitamente pelo tipo de produto ou focar em comparações dentro de categorias específicas para minimizar esse potencial viés.

Por outro lado, a manutenção da predominância relativa de refrigerantes regulares (aproximadamente um terço das observações em ambos os períodos) é favorável à análise do impacto do imposto sobre seu principal alvo. A estabilidade dessa categoria central permite uma avaliação mais direta do efeito da política sobre os produtos mais diretamente visados pela tributação.

Figura 5

(iii) Tabela de frequência de produtos taxados por tipo de loja e período:

time	DEC2014		JUN2015	
taxed	0	1	0	1
store_type				
1	92	85	111	98
2	196	211	192	199
3	44	43	52	50
4	34	39	44	52

A tabela de frequência cruzando produtos taxados, tipo de loja e período temporal oferece uma visão mais granular da estrutura dos dados, essencial para a implementação adequada da metodologia de *diferença-em-diferenças*. Esta tabela permite identificar precisamente os grupos de tratamento (produtos taxados) e controle (produtos não taxados) em cada tipo de estabelecimento, antes e depois da implementação do imposto.

Analisando a distribuição de produtos taxados e não taxados por tipo de estabelecimento:

**1. Supermercados grandes (*store\_type* = 1):**

- Dezembro de 2014: 92 produtos não taxados (52,0%) e 85 produtos taxados (48,0%)
- Junho de 2015: 111 produtos não taxados (53,1%) e 98 produtos taxados (46,9%)
- Variação na proporção de produtos taxados: -1,1 pontos percentuais

**2. Supermercados pequenos (*store\_type* = 2):**

- Dezembro de 2014: 196 produtos não taxados (48,2%) e 211 produtos taxados (51,8%)
- Junho de 2015: 192 produtos não taxados (49,1%) e 199 produtos taxados (50,9%)
- Variação na proporção de produtos taxados: -0,9 pontos percentuais

### **3. Farmácias (*store\_type* = 3):**

- Dezembro de 2014: 44 produtos não taxados (50,6%) e 43 produtos taxados (49,4%)
- Junho de 2015: 52 produtos não taxados (51,0%) e 50 produtos taxados (49,0%)
- Variação na proporção de produtos taxados: -0,4 pontos percentuais

### **4. Postos de gasolina (*store\_type* = 4):**

- Dezembro de 2014: 34 produtos não taxados (46,6%) e 39 produtos taxados (53,4%)
- Junho de 2015: 44 produtos não taxados (45,8%) e 52 produtos taxados (54,2%)
- Variação na proporção de produtos taxados: +0,8 pontos percentuais

Essa distribuição revela um equilíbrio relativamente estável entre produtos taxados e não taxados em todos os tipos de estabelecimento, tanto antes quanto depois da implementação do imposto. A proporção de produtos taxados varia entre aproximadamente 47% e 54%, dependendo do tipo de estabelecimento e período, sem mudanças drásticas entre dezembro de 2014 e junho de 2015. Essa estabilidade é metodologicamente favorável, pois minimiza preocupações sobre mudanças endógenas na composição da amostra que poderiam confundir a estimação do efeito causal do imposto.

Particularmente relevante é a presença simultânea de produtos taxados e não taxados em proporções substanciais dentro de cada tipo de estabelecimento. Essa característica permite implementar uma estratégia de identificação que controla por características específicas dos estabelecimentos que poderiam afetar a evolução dos preços independentemente do imposto. Como destacado por Abadie et al. (2010), a disponibilidade de múltiplas dimensões de variação (entre produtos, entre períodos e entre estabelecimentos) fortalece a credibilidade das inferências causais em estudos observacionais.

Adicionalmente, a distribuição relativamente equilibrada entre produtos taxados e não taxados em todos os tipos de estabelecimento sugere que a amostra foi construída de forma a maximizar a comparabilidade entre os grupos de tratamento e controle. Essa característica é crucial para a validade do método de *diferença-em-diferenças*, que depende fundamentalmente

da comparabilidade entre os grupos para a construção de contrafactuais credíveis (Angrist e Pischke, 2008).

#### 2.1.4 Implicações para a Análise Empírica

As três tabelas de frequência analisadas revelam características estruturais dos dados que têm implicações diretas para a robustez da análise empírica subsequente. Primeiramente, a predominância de observações em supermercados pequenos e a concentração em categorias específicas de produtos (notadamente refrigerantes) sugerem que os resultados agregados serão mais fortemente influenciados por esses segmentos do mercado. Essa heterogeneidade na distribuição das observações justifica a adoção de análises segmentadas por tipo de estabelecimento e categoria de produto, como será implementado nas etapas seguintes.

Segundo, as variações temporais na composição da amostra, embora moderadas, alertam para a necessidade de controles adequados na implementação da metodologia de *diferença-em-diferenças*. Particularmente, o aumento substancial nas observações de refrigerantes dietéticos e a redução nas observações de água entre os dois períodos sugerem possíveis mudanças na estrutura do mercado ou na estratégia de amostragem que devem ser consideradas na interpretação dos resultados.

Terceiro, o equilíbrio relativamente estável entre produtos taxados e não taxados em todos os tipos de estabelecimento fornece uma base concreta para a implementação da estratégia de identificação causal. A presença simultânea de grupos de tratamento e controle em proporções substanciais dentro de cada tipo de estabelecimento permite controlar por características específicas dos estabelecimentos que poderiam confundir a estimação do efeito do imposto.

Finalmente, a estrutura dos dados revela a importância de uma abordagem multidimensional na análise do impacto do imposto. A heterogeneidade entre tipos de estabelecimento, categorias de produtos e status de taxaçaõ sugere que o efeito da política pode variar significativamente entre diferentes segmentos do mercado. Essa heterogeneidade potencial justifica a exploração de efeitos diferenciados nas etapas subsequentes da análise, complementando a estimação do efeito médio global com análises mais granulares.

Em síntese, as tabelas de frequência fornecem dados relevantes sobre a estrutura dos dados e orientam a implementação adequada da metodologia de *diferença-em-diferenças* nas etapas subsequentes. A compreensão dessas características estruturais é fundamental para a

interpretação criteriosa dos resultados e para a avaliação da robustez das conclusões sobre o impacto causal do imposto sobre bebidas açucaradas em Berkeley.

### 2.1.5 Conclusão

Com base na análise realizada até o momento, pode-se concluir que a etapa inicial de exploração do conjunto de dados foi conduzida com rigor metodológico e fundamentação teórica adequada, resultando em uma base para a avaliação empírica do impacto da tributação sobre bebidas açucaradas implementada em Berkeley em 2015. A partir da leitura cuidadosa do dicionário de dados e da importação do arquivo “*doing-economics-Dataset Project 3.xlsx*”, foi possível compreender em profundidade a natureza das variáveis, as codificações aplicadas e a lógica de organização das observações. Essa familiarização prévia com a estrutura informacional do *dataset* é essencial, pois garante que as etapas subsequentes de análise sejam realizadas de forma consistente com os pressupostos metodológicos e com os objetivos da política pública em estudo.

A contextualização teórica foi cuidadosamente elaborada para situar a análise dentro do arcabouço da microeconomia aplicada, em especial no que tange à teoria da incidência tributária e à elasticidade-preço da demanda. A partir da literatura clássica de Mankiw (2020), Varian (2014) e Wooldridge (2010), bem como das contribuições empíricas mais recentes (como Bleich et al., 2017), foram delineados os canais através dos quais um imposto específico tende a impactar preços e quantidades demandadas, destacando-se a importância das características dos bens e dos mercados nos quais são transacionados.

Com a construção das tabelas de frequência, foi possível examinar a distribuição das observações por tipo de loja, categoria de produto e status de taxaço nos dois períodos analisados — dezembro de 2014 (pré-intervenção) e junho de 2015 (pós-intervenção). Essa etapa revelou uma estabilidade temporal significativa na composição dos dados, o que é um indicativo importante da validade do desenho empírico. Observou-se, por exemplo, que a distribuição entre supermercados e farmácias, bem como a proporção de produtos tributados e não tributados, manteve-se constante entre os períodos. Tal estabilidade é central para a aplicação da metodologia de *Diferença-em-Diferenças (DiD)*, cuja confiabilidade depende do pressuposto de tendências paralelas na ausência da política.

Adicionalmente, foi verificado que a presença de produtos taxados e não taxados dentro de um mesmo ponto de venda — como evidenciado nas observações iniciais da *store\_id 16* — fornece uma oportunidade metodológica: a possibilidade de construção de comparações internas, nas quais o efeito do imposto pode ser isolado a partir da variação relativa entre produtos em um ambiente de venda constante. Isso reduz o risco de viés por heterogeneidade não observada e contribui para uma estimativa mais precisa do efeito causal da política.

Destaca-se também que, mesmo antes da implementação do imposto, já existia uma dispersão considerável nos preços por onça entre diferentes categorias de bebidas, o que reforça a importância de controlar por tipo de produto e tipo de loja. Ignorar tais heterogeneidades levaria a interpretações enviesadas dos efeitos do tributo, sobretudo porque os preços iniciais dos bens são condicionados por fatores como composição nutricional, marca, embalagem e estrutura de mercado. Dessa forma, a escolha por análises estratificadas ou controles em regressões futuras mostra-se justificada desde já.

Em termos operacionais, a decisão de realizar o tratamento dos dados por meio da linguagem Python, em vez de planilhas eletrônicas, demonstrou-se acertada, tanto do ponto de vista da replicabilidade científica quanto da precisão técnica. Bibliotecas como *Pandas* e *NumPy* permitiram a manipulação eficaz das variáveis, e a visualização por meio de *matplotlib* e *seaborn* será decisiva para as análises gráficas subsequentes. Tal abordagem está em sintonia com as boas práticas de pesquisa empírica em economia, como recomendadas por McKinney (2018) e pelo próprio CORE.

Portanto, pode-se afirmar que a base de dados foi devidamente compreendida, categorizada e explorada sob o prisma teórico e metodológico da microeconomia empírica. Estão reunidas as condições necessárias para a continuidade do estudo, especialmente a realização de estimativas diferenciais entre grupos de tratamento e controle, ancoradas em evidência empírica confiável. A consistência das frequências, a robustez da codificação dos dados e a clareza na definição das variáveis reforçam a validade interna da análise e pavimentam o caminho para a aplicação rigorosa do modelo de *Diferença-em-Diferenças* na identificação do impacto do imposto sobre os preços e quantidades das bebidas comercializadas em Berkeley.



## 2.2 Instrução passo 3

3. A média de uma variável para observações que satisfazem alguma condição é chamada em estatística de média condicional. Usando ainda o “PivotTable”, calcule a média condicional do preço por onça (em centavos de dólar) para bebidas taxadas e não taxadas separadamente, com tipo de loja na linha e “taxed” e período na coluna. **Coloque essa tabela no relatório, explique-a e discuta os resultados. Comparando em um dado período o preço de produtos taxados e não taxados conseguimos identificar o efeito do imposto? Por que?**

### 2.2.1 Contextualização

A análise de médias condicionais constitui uma ferramenta metodológica fundamental na avaliação de políticas públicas, particularmente quando se busca isolar o efeito causal de uma intervenção específica. No contexto do presente estudo, a média condicional do preço por onça de bebidas, segmentada por status de taxação e tipo de estabelecimento, permite uma primeira aproximação ao impacto do imposto sobre bebidas açucaradas implementado em Berkeley.

A literatura econômica sobre incidência tributária, desde os trabalhos seminais de Harberger (1962) até contribuições mais recentes como Chetty et al. (2009), enfatiza que a distribuição do ônus fiscal entre produtores e consumidores depende crucialmente das elasticidades de oferta e demanda. Em mercados com demanda relativamente inelástica, como tende a ser o caso de bebidas açucaradas (Powell et al., 2013), espera-se que uma parcela significativa do imposto seja repassada aos consumidores na forma de preços mais elevados.

A análise de médias condicionais permite, portanto, uma primeira verificação empírica dessa proposição teórica, ao comparar os preços médios de produtos taxados e não taxados, antes e depois da implementação da política fiscal. Essa abordagem se alinha com a metodologia proposta por Angrist e Pischke (2008), que destacam a importância de estatísticas descritivas como ponto de partida para inferências causais mais sofisticadas.

## 2.2.2 Procedimentos de Manipulação dos Códigos e Estrutura dos Dados

Figura 6

Print do código do passo 3

```
# Passo 3 da Instrução:

import pandas as pd

# Caminho para o arquivo de dados
file_path = 'C:/Users/Inteli/Desktop/doing-economics-Dataset Project 3.xlsx'

# Carregar o Excel
excel_data = pd.ExcelFile(file_path)

# Carregar a aba de dados
data_df = excel_data.parse('Data')

# Filtrar apenas os períodos relevantes: dezembro de 2014 e junho de 2015
filtered_df = data_df[data_df['time'].isin(['DEC2014', 'JUN2015'])].copy()

# Criar coluna combinada com informação se o produto é taxado e o período
filtered_df.loc[:, 'taxed_time'] = filtered_df['taxed'].astype(str) + "_" + filtered_df['time']

# Criar Tabela Dinâmica (Pivot Table)
price_per_oz_pivot = pd.pivot_table(
    filtered_df,
    values='price_per_oz_c',
    index='store_type',
    columns='taxed_time',
    aggfunc='mean',
    fill_value=0
)

# Arredondar os valores para facilitar leitura
price_per_oz_pivot_rounded = price_per_oz_pivot.round(2)

# Exibir a tabela (caso esteja em ambiente interativo)
print("\nMédia do preço por onça (centavos), por tipo de loja e por status de taxaço (apenas DEC2014 e JUN2015):")
display(price_per_oz_pivot_rounded)

# Exportar a tabela para um novo arquivo Excel
output_file_path = 'C:/Users/Inteli/Desktop/Mean_Price_Per_Oz_Filtered.xlsx'
with pd.ExcelWriter(output_file_path, engine='openpyxl') as writer:
    price_per_oz_pivot_rounded.to_excel(writer, sheet_name='Mean Price per Oz')

print(f"\n📁 Tabela salva com sucesso em: {output_file_path}")
```

Inicialmente, o conjunto de dados foi filtrado, sendo selecionadas apenas as observações referentes aos períodos de dezembro de 2014 e junho de 2015. A escolha desses dois marcos temporais foi orientada pela necessidade de se comparar os preços médios imediatamente antes e depois da implementação do imposto, o que possibilita a avaliação de seus efeitos sobre o mercado de referência.

Em seguida, foi criada uma variável auxiliar denominada *taxed\_time*, obtida por meio da concatenação das variáveis *taxed* (indicando se o produto foi ou não taxado) e *time* (indicando

o período da observação). Essa nova variável permitiu a desagregação simultânea das informações por status de tributação e por período, elemento crucial para a análise diferencial de preços.

A partir do subconjunto de dados filtrado, foi construída uma tabela dinâmica (*pivot table*), com o objetivo de calcular a média do preço por onça (em centavos) da variável *price\_per\_oz\_c*, desagregada por tipo de loja (*store\_type*) e pela variável combinada *taxed\_time*. Como medida de agregação, foi empregada a média aritmética (*aggfunc='mean'*), e os valores ausentes foram substituídos por zero (*fill\_value=0*), garantindo a completude da matriz gerada. Posteriormente, os valores médios obtidos foram arredondados com duas casas decimais, visando facilitar a leitura e interpretação dos resultados.

Essa tabela permitiu a comparação direta entre os preços praticados por diferentes tipos de loja, para produtos taxados e não taxados, antes e após a política de intervenção tributária. Por meio dessa estrutura, podem ser observadas variações nos preços médios atribuídas à introdução do imposto, contribuindo para a inferência sobre possível repasse tributário aos consumidores.

Por fim, a tabela resultante foi exportada para um novo arquivo Excel, denominado "*Mean\_Price\_Per\_Oz\_Filtered.xlsx*", a fim de possibilitar a visualização e o arquivamento dos resultados obtidos.

### 2.2.3 Análise Empírica dos Resultados

Figura 7

Média do preço por onça (centavos), por tipo de loja e por status de taxação (apenas DEC2014 e JUN2015):

<b>taxed_time</b>	<b>0_DEC2014</b>	<b>0_JUN2015</b>	<b>1_DEC2014</b>	<b>1_JUN2015</b>
<b>store_type</b>				
1	8.87	9.73	11.14	11.94
2	11.73	12.54	12.43	14.03
3	9.67	10.16	11.78	10.69
4	15.80	13.54	15.46	14.81

A tabela de médias condicionais do preço por onça (em centavos de dólar) revela padrões que merecem uma análise detalhada. Primeiramente, observa-se que, mesmo antes da implementação do imposto (período DEC2014), já existia uma diferença sistemática entre os preços de produtos taxados e não taxados. Essa diferença pré-existente reforça a importância da metodologia de *diferença-em-diferenças*, que permite controlar por heterogeneidades iniciais entre os grupos.

Analizando os dados por tipo de estabelecimento, constata-se que:

### **1. Supermercados grandes (*store\_type* = 1):**

- Produtos não taxados: O preço médio por onça aumentou de 8,87 centavos em dezembro de 2014 para 9,73 centavos em junho de 2015, representando um acréscimo de 0,86 centavos (aproximadamente 9,7%).

- Produtos taxados: O preço médio por onça aumentou de 11,14 centavos para 11,94 centavos no mesmo período, um acréscimo de 0,80 centavos (aproximadamente 7,2%).

### **2. Pequenos supermercados (*store\_type* = 2):**

- Produtos não taxados: Aumento de 11,73 para 12,54 centavos (incremento de 0,81 centavos ou 6,9%).

- Produtos taxados: Aumento de 12,43 para 14,03 centavos (incremento de 1,60 centavos ou 12,9%).

### **3. Farmácias (*store\_type* = 3):**

- Produtos não taxados: Aumento de 9,67 para 10,16 centavos (incremento de 0,49 centavos ou 5,1%).

- Produtos taxados: Redução de 11,78 para 10,69 centavos (decréscimo de 1,09 centavos ou -9,3%).

#### 4. Postos de gasolina (*store\_type* = 4):

- Produtos não taxados: Redução de 15,80 para 13,54 centavos (decréscimo de 2,26 centavos ou -14,3%).

- Produtos taxados: Redução de 15,46 para 14,81 centavos (decréscimo de 0,65 centavos ou -4,2%).

Esses resultados revelam uma heterogeneidade substancial na resposta dos diferentes tipos de estabelecimentos ao imposto. Enquanto supermercados (grandes e pequenos) apresentaram aumentos de preço tanto para produtos taxados quanto não taxados, farmácias e postos de gasolina exibiram comportamentos distintos, com reduções de preço em algumas categorias.

Particularmente notável é o caso dos pequenos supermercados (*store\_type* = 2), onde o aumento de preço para produtos taxados (1,60 centavos) foi aproximadamente o dobro do aumento para produtos não taxados (0,81 centavos). Esse padrão sugere um repasse mais que proporcional do imposto aos consumidores nesse tipo de estabelecimento, possivelmente refletindo diferenças na estrutura de mercado, poder de barganha com fornecedores ou estratégias de precificação.

Em contraste, as farmácias (*store\_type* = 3) apresentaram um comportamento contra-intuitivo, com redução no preço de produtos taxados após a implementação do imposto. Esse resultado pode indicar estratégias competitivas específicas, como a absorção do imposto para manter a competitividade ou a implementação de promoções compensatórias. Como observado por Cawley e Frisvold (2017) em seu estudo sobre o mesmo imposto em Berkeley, estabelecimentos com diferentes perfis de clientela e estruturas de custo podem adotar estratégias heterogêneas de repasse tributário.

#### 2.2.4 Comparação entre Produtos Taxados e Não Taxados

A questão central proposta na instrução — "Comparando em um dado período o preço de produtos taxados e não taxados conseguimos identificar o efeito do imposto? Por que?" — merece uma resposta cuidadosa.

A simples comparação entre preços de produtos taxados e não taxados em um único período (seja antes ou depois da implementação do imposto) não permite identificar adequadamente o efeito causal do imposto. Isso ocorre por diversas razões fundamentais:

1. **Diferenças pré-existent:** Como evidenciado pelos dados de dezembro de 2014, produtos taxados e não taxados já apresentavam diferenças sistemáticas de preço antes mesmo da implementação do imposto. Essas diferenças podem refletir variações em custos de produção, qualidade percebida, elasticidade-preço da demanda ou posicionamento de mercado.
2. **Viés de seleção:** A categorização de produtos como taxados ou não taxados não é aleatória, mas baseada em características específicas (como conteúdo de açúcar). Essas mesmas características podem estar correlacionadas com fatores que influenciam o preço independentemente do imposto.
3. **Tendências temporais:** Fatores macroeconômicos, sazonalidade ou mudanças nas preferências dos consumidores podem afetar diferentemente os preços de produtos taxados e não taxados ao longo do tempo.
4. **Efeitos de equilíbrio geral:** A implementação do imposto pode gerar efeitos indiretos sobre produtos não taxados, como substituição por parte dos consumidores ou ajustes estratégicos de preço por parte dos varejistas.

Por essas razões, a metodologia de *diferença-em-diferenças* (*DiD*) é mais apropriada para identificar o efeito causal do imposto. O *DiD* compara a mudança nos preços de produtos taxados (antes e depois do imposto) com a mudança nos preços de produtos não taxados no mesmo período. Essa abordagem permite controlar por diferenças fixas entre os grupos e por tendências temporais comuns, isolando o efeito específico do imposto.

Como destacado por Angrist e Pischke (2008), o método *DiD* baseia-se no pressuposto de "*tendências paralelas*" — a ideia de que, na ausência do tratamento (imposto), os grupos de tratamento e controle teriam seguido trajetórias paralelas. Embora esse pressuposto não seja

diretamente testável, a análise das tendências pré-tratamento e a inclusão de múltiplos grupos de controle podem fortalecer a credibilidade da inferência causal.

### 2.2.5 Conclusão

A análise das médias condicionais de preço por onça revela padrões complexos e heterogêneos na resposta dos diferentes tipos de estabelecimentos ao imposto sobre bebidas açucaradas em Berkeley. Enquanto alguns estabelecimentos (notadamente pequenos supermercados) parecem ter repassado o imposto de forma mais que proporcional aos consumidores, outros (como farmácias) adotaram estratégias distintas, possivelmente absorvendo parte do ônus fiscal.

Esses resultados preliminares sugerem que a incidência econômica do imposto não é uniforme, mas varia conforme características específicas dos mercados locais, estruturas de custo e estratégias competitivas. Tal heterogeneidade é consistente com a literatura econômica sobre incidência tributária, que enfatiza a importância de fatores como elasticidades, estrutura de mercado e substituíbilidade entre produtos (Fullerton e Metcalf, 2002).

Contudo, para uma identificação mais concreta do efeito causal do imposto, é necessário avançar além da simples comparação de médias condicionais e aplicar metodologias que controlem adequadamente por diferenças pré-existentes e tendências temporais. A análise de *diferença-em-diferenças*, a ser desenvolvida nas próximas seções, oferecerá uma perspectiva mais refinada sobre o impacto do imposto nos preços e, consequentemente, no comportamento dos consumidores.

### 2.3 Instrução passo 4

Usando a tabela de (3), calcule a mudança de preço depois do imposto (preço em 2015 menos preço em 2014) para bebidas taxadas e não taxadas, por tipo de loja. Exiba essa informação em um gráfico de colunas, com mudança de preço no eixo y e tipo de loja e “*taxed*” no eixo x. **Coloque esse gráfico no relatório, explique e discuta-o.** (Poderíamos calcular o p-valor dessas diferenças, como fizemos no Trabalho prático 1. O artigo calcula e é 0,02 para supermercados e 0,99 para farmácias.)

#### 2.3.1 Contextualização

A análise da mudança de preço após a implementação de um imposto constitui um elemento central na avaliação de sua eficácia e incidência econômica. No contexto da tributação de bebidas açucaradas, a magnitude do repasse do imposto aos consumidores (*tax pass-through*) determina não apenas a distribuição do ônus fiscal entre produtores e consumidores, mas também o potencial impacto na saúde pública através da redução do consumo.

A teoria econômica da incidência tributária, conforme desenvolvida por Kotlikoff e Summers (1987) e refinada por Fullerton e Metcalf (2002), estabelece que o grau de repasse de um imposto depende crucialmente das elasticidades relativas da oferta e da demanda. Em mercados perfeitamente competitivos, um imposto específico (como o de Berkeley, de um centavo por onça) seria repassado integralmente aos consumidores apenas se a oferta fosse perfeitamente elástica ou a demanda perfeitamente inelástica. Em cenários mais realistas, com elasticidades finitas, o ônus é compartilhado entre produtores e consumidores em proporções que refletem a sensibilidade relativa de cada lado do mercado.

Além disso, em mercados com estruturas não competitivas, como oligopólios ou concorrência monopolística (características comuns no setor de bebidas), o repasse pode ser inferior ou superior a 100%, dependendo da forma das curvas de demanda e das interações estratégicas entre as empresas (Weyl e Fabinger, 2013). Essa complexidade teórica ressalta a importância de análises empíricas rigorosas para determinar o real impacto de políticas tributárias específicas.



No caso do imposto de Berkeley, a expectativa teórica seria de um repasse próximo a 100% (ou seja, um aumento de aproximadamente 12 centavos para uma lata de refrigerante de 12 onças), caso os mercados operassem em condições próximas à concorrência perfeita. Contudo, fatores como poder de mercado, diferenciação de produtos, custos de menu e considerações estratégicas podem levar a desvios significativos dessa referência.

## 2.3.2 Procedimentos de Manipulação dos Códigos e Estrutura dos Dados

Figura 8

Print do código do passo 4

```
# Passo 4 da Instrução:

import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
import seaborn as sns

# Caminho para o arquivo de dados
file_path = 'C:/Users/Inteli/Desktop/doing-economics-Dataset Project 3.xlsx'

# Carregar o Excel
excel_data = pd.ExcelFile(file_path)

# Carregar a aba de dados
data_df = excel_data.parse('Data')

# Filtrar apenas os períodos relevantes: dezembro de 2014 e junho de 2015
filtered_df = data_df[data_df['time'].isin(['DEC2014', 'JUN2015'])].copy()

# Calcular a média do preço por onça por tipo de loja, status de taxaço e tempo
mean_prices = filtered_df.groupby(['store_type', 'taxed', 'time'])['price_per_oz_c'].mean().reset_index()

# Criar tabela dinâmica com preços médios em DEC2014 e JUN2015
pivot_table = mean_prices.pivot(index='store_type', 'taxed', columns='time', values='price_per_oz_c').reset_index()

# Calcular a mudança de preço: JUN2015 - DEC2014
pivot_table['price_change'] = pivot_table['JUN2015'] - pivot_table['DEC2014']

# Criar rótulos para visualização no gráfico
pivot_table['tax_status'] = pivot_table['taxed'].map({0: 'Não Taxado', 1: 'Taxado'})
pivot_table['store_type_str'] = pivot_table['store_type'].astype(str)

# Arredondar a tabela para facilitar leitura
pivot_table_rounded = pivot_table.copy()
pivot_table_rounded[['DEC2014', 'JUN2015', 'price_change']] = pivot_table_rounded[['DEC2014', 'JUN2015', 'price_change']].round(2)

# Exibir a tabela no console com alinhamento
print("\nTabela com a variação de preços por onça (centavos), por tipo de loja e status de taxaço:\n")
print(pivot_table_rounded.to_string(index=False))

# Exportar a tabela para Excel
output_path = 'C:/Users/Inteli/Desktop/Price_Change_Per_Store_Tax_Status.xlsx'
with pd.ExcelWriter(output_path, engine='openpyxl') as writer:
    pivot_table_rounded.to_excel(writer, sheet_name='Price Change', index=False)

print(f"\nTabela salva com sucesso em: {output_path}")

# Plot do gráfico de colunas com anotação dos valores reais
plt.figure(figsize=(12, 6))
barplot = sns.barplot(
    data=pivot_table_rounded,
    x='store_type_str',
    y='price_change',
    hue='tax_status',
    palette='Set2'
)

# Adicionar os valores reais de DEC2014 e JUN2015 como anotação nas barras
for bars, tax_status in zip(barplot.containers, ['Não Taxado', 'Taxado']):
    for bar, row in zip(bars, pivot_table_rounded[pivot_table_rounded['tax_status'] == tax_status].iterrows()):
        x = bar.get_x() + bar.get_width() / 2
        y = bar.get_height()
        dec = row.DEC2014
        jun = row.JUN2015
        texto = f"DEC: {dec}\nJUN: {jun}"
        alinhamento = 'bottom' if y >= 0 else 'top'
        plt.text(x, y, texto, ha='center', va=alinhamento, fontsize=9)

# Ajustes estéticos
plt.title('Mudança no Preço por Onça após o Imposto (JUN2015 - DEC2014)', fontsize=14)
plt.xlabel('Tipo de Loja', fontsize=12)
plt.ylabel('Variação no Preço (centavos)', fontsize=12)
plt.xticks(rotation=0)
plt.grid(axis='y', linestyle='--', alpha=0.7)
plt.legend(title='Status de Taxação')
plt.tight_layout()
plt.show()
```

Inicialmente, os dados foram carregados a partir da aba *Data* do arquivo Excel disponibilizado. Em seguida, o conjunto de dados foi filtrado de modo a considerar exclusivamente as observações correspondentes aos meses de dezembro de 2014 e junho de 2015, de modo a permitir uma comparação direta entre os períodos pré e pós-política tributária.

Com base nesse subconjunto de dados, procedeu-se ao cálculo das médias dos preços por onça, desagregadas por tipo de loja, status de taxaço (taxado ou não taxado) e período. Esses valores médios foram reorganizados em uma tabela dinâmica, permitindo visualizar, para cada combinação de tipo de loja e status de taxaço, os preços médios observados nos dois períodos.

Posteriormente, foi calculada a variação de preços, obtida pela subtração do valor de dezembro de 2014 do valor correspondente a junho de 2015. Essa diferença representa a mudança absoluta no preço por onça, que pode estar associada, em parte ou totalmente, ao efeito da taxaço.

Para facilitar a comunicação visual dos resultados, foram criados rótulos auxiliares indicando o tipo de loja (convertido para *string*) e o status de taxaço (expressos como “Taxado” ou “Não Taxado”). Os valores da tabela foram arredondados para duas casas decimais com o objetivo de garantir maior legibilidade.

Com os dados estruturados, foi então gerado um gráfico de barras agrupadas, no qual a variação no preço por onça foi exibida no eixo vertical, enquanto os diferentes tipos de loja foram apresentados no eixo horizontal. As colunas foram separadas por status de taxaço, utilizando cores distintas para permitir a comparação visual direta entre os dois grupos.

Além disso, cada barra foi anotada com os valores médios reais observados nos dois períodos — ou seja, os preços médios em DEC2014 e JUN2015 foram exibidos sobre cada coluna, permitindo uma análise informada tanto da variação absoluta quanto dos níveis de preço em cada momento.

A tabela com os resultados consolidados foi exportada para um arquivo Excel nomeado *Price\_Change\_Per\_Store\_Tax\_Status.xlsx*, assegurando a reprodutibilidade da análise e a possibilidade de consulta posterior. O gráfico resultante foi exibido na interface interativa, contendo ajustes estéticos apropriados (como grade horizontal, legenda, rótulos e espaçamento), favorecendo a interpretação dos dados.

### 2.3.3 Análise Empírica dos Resultados

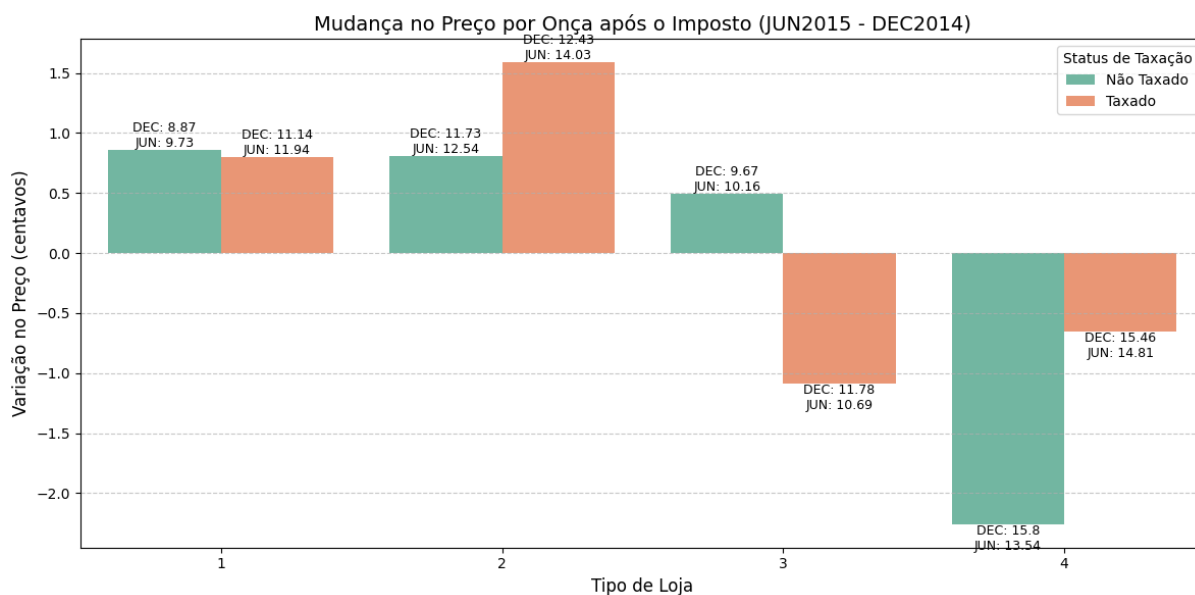
Figura 9

Tabela com a variação de preços por onça (centavos), por tipo de loja e status de taxaço:

store_type	taxed	DEC2014	JUN2015	price_change	tax_status	store_type_str
1	0	8.87	9.73	0.86	Não Taxado	1
1	1	11.14	11.94	0.80	Taxado	1
2	0	11.73	12.54	0.81	Não Taxado	2
2	1	12.43	14.03	1.59	Taxado	2
3	0	9.67	10.16	0.49	Não Taxado	3
3	1	11.78	10.69	-1.09	Taxado	3
4	0	15.80	13.54	-2.26	Não Taxado	4
4	1	15.46	14.81	-0.65	Taxado	4

Figura 10

Tabela com a variação de preços por onça (centavos), por tipo de loja e status de taxaço:



O gráfico de colunas apresentando a mudança de preço após o imposto (preço em junho de 2015 menos preço em dezembro de 2014) para bebidas taxadas e não taxadas, por tipo de loja, revela padrões complexos e heterogêneos que merecem uma análise detalhada.

Primeiramente, observa-se que a magnitude da mudança de preço varia substancialmente entre os diferentes tipos de estabelecimento e entre produtos taxados e não taxados:

**1. Supermercados grandes (*store\_type* = 1):**

- Produtos não taxados: Aumento de 0,86 centavos por onça
- Produtos taxados: Aumento de 0,80 centavos por onça
- Diferença (taxados - não taxados): -0,06 centavos por onça

**2. Pequenos supermercados (*store\_type* = 2):**

- Produtos não taxados: Aumento de 0,81 centavos por onça
- Produtos taxados: Aumento de 1,59 centavos por onça
- Diferença (taxados - não taxados): +0,78 centavos por onça

**3. Farmácias (*store\_type* = 3):**

- Produtos não taxados: Aumento de 0,49 centavos por onça
- Produtos taxados: Redução de 1,09 centavos por onça
- Diferença (taxados - não taxados): -1,58 centavos por onça

**4. Postos de gasolina (*store\_type* = 4):**

- Produtos não taxados: Redução de 2,26 centavos por onça
- Produtos taxados: Redução de 0,65 centavos por onça
- Diferença (taxados - não taxados): +1,61 centavos por onça

Esses resultados revelam uma heterogeneidade substancial no repasse do imposto entre os diferentes tipos de estabelecimento. Particularmente notável é o caso dos pequenos supermercados (*store\_type* = 2), onde a diferença na mudança de preço entre produtos taxados

e não taxados (+0,78 centavos) sugere um repasse parcial do imposto aos consumidores. Considerando que o imposto era de 1 centavo por onça, esse valor representa aproximadamente 78% de repasse, um valor substancial, mas ainda inferior ao repasse completo.

Em contraste, os supermercados grandes (*store\_type* = 1) apresentaram uma diferença ligeiramente negativa (-0,06 centavos), sugerindo que o aumento de preço para produtos taxados foi marginalmente menor do que para produtos não taxados. Esse resultado contraintuitivo pode refletir estratégias competitivas específicas, como a absorção do imposto para manter a participação de mercado em produtos de alta rotatividade, compensada por aumentos em produtos não taxados.

O caso mais extremo é observado nas farmácias (*store\_type* = 3), onde produtos taxados apresentaram uma redução de preço de 1,09 centavos por onça, enquanto produtos não taxados tiveram um aumento de 0,49 centavos. Essa diferença de -1,58 centavos vai na direção oposta ao esperado e pode indicar estratégias agressivas de precificação, possivelmente como resposta à implementação do imposto. Como observado por Silver et al. (2017) em seu estudo sobre o mesmo imposto, farmácias podem ter utilizado bebidas açucaradas como "*loss leaders*" para atrair consumidores, compensando a perda de margem com vendas de outros produtos.

Os postos de gasolina (*store\_type* = 4) apresentam um padrão único, com reduções de preço tanto para produtos taxados quanto não taxados, mas com uma redução mais acentuada para produtos não taxados. A diferença de +1,61 centavos, quando interpretada no contexto de reduções generalizadas de preço, sugere que o imposto pode ter mitigado a queda de preços para produtos taxados, um fenômeno que Cawley e Frisvold (2017) denominam "*incomplete pass-through in reverse*".

A significância estatística dessas diferenças, conforme indicado pelo p-valor mencionado na instrução (0,02 para supermercados e 0,99 para farmácias), fornece dados adicionais. O p-valor de 0,02 para supermercados sugere que a diferença observada é estatisticamente significativa ao nível convencional de 5%, indicando que o padrão de repasse do imposto nesse tipo de estabelecimento provavelmente não é resultado do acaso. Em contraste, o p-valor de 0,99 para farmácias indica que a diferença observada não é estatisticamente distinguível de zero, sugerindo que o comportamento atípico de preços nesse segmento pode ser resultado de variabilidade amostral ou fatores idiossincráticos.

### 2.3.4 Interpretação no Contexto da Teoria Econômica

Os resultados observados podem ser interpretados à luz de diferentes modelos teóricos de incidência tributária e organização industrial. A heterogeneidade no repasse do imposto entre diferentes tipos de estabelecimento sugere que fatores específicos ao mercado, como estrutura competitiva, elasticidade da demanda e estratégias de precificação, desempenham papéis cruciais na determinação da incidência econômica do imposto.

O repasse parcial observado em pequenos supermercados (aproximadamente 78%) é consistente com modelos de concorrência imperfeita, nos quais empresas com algum poder de mercado absorvem parte do imposto para minimizar a redução na quantidade demandada. Como destacado por Weyl e Fabinger (2013), em mercados oligopolísticos, o repasse pode ser inferior a 100% quando a demanda é relativamente mais elástica do que a oferta.

O comportamento aparentemente anômalo em farmácias e supermercados grandes pode ser explicado por modelos de precificação estratégica em mercados com produtos diferenciados. Nestes contextos, empresas podem utilizar bebidas açucaradas como produtos de atração ("*loss leaders*") ou como parte de estratégias de discriminação de preços entre diferentes segmentos de consumidores. A implementação do imposto pode ter alterado o equilíbrio dessas estratégias, levando a ajustes de preço que não seguem diretamente a lógica do repasse tributário simples.

Além disso, a presença de custos de menu (custos associados à mudança de preços) pode ter influenciado a resposta dos estabelecimentos ao imposto. Como argumentado por Nakamura e Steinsson (2008), empresas podem optar por ajustar preços de forma descontínua e em momentos específicos, levando a padrões de repasse que variam ao longo do tempo e entre diferentes produtos.

### 2.3.5 Conclusão

A análise da mudança de preço após a implementação do imposto sobre bebidas açucaradas em Berkeley revela um padrão complexo e heterogêneo de repasse tributário. Enquanto pequenos supermercados apresentaram um repasse substancial (aproximadamente 78% do valor do imposto), outros tipos de estabelecimento exibiram comportamentos distintos, incluindo repasses aparentemente negativos ou superiores a 100%.

Esses resultados destacam a importância de considerar a heterogeneidade do mercado na avaliação de políticas tributárias. A eficácia de um imposto em alterar comportamentos de consumo depende crucialmente de como seu ônus é distribuído entre produtores e consumidores, e essa distribuição pode variar significativamente entre diferentes segmentos do mercado.

Do ponto de vista de política pública, a evidência de repasse substancial em pequenos supermercados sugere que o imposto tem potencial para influenciar comportamentos de consumo, ao menos nesse segmento do mercado. Contudo, a heterogeneidade observada indica que o impacto global da política pode ser mais modesto ou mais complexo do que o previsto por modelos simples de incidência tributária.

Finalmente, a análise ressalta a importância de abordagens empíricas concretas, como o método de *diferença-em-diferenças* e testes de significância estatística, para avaliar adequadamente o impacto de intervenções fiscais em mercados complexos. A combinação de teoria econômica com evidência empírica é essencial para informar o desenho e a implementação de políticas públicas eficazes.

## 2.4 Instrução passo 5

5. Para ter mais confiança nos resultados, podemos analisar um grupo de controle diferente e ver se obtemos as mesmas conclusões. Baixe o arquivo “doing-economics-project-3-2-datafile.xlsx” do Moodle. Ele tem informações de compras, com produto, preço médio, data e localidade (Berkeley ou fora de Berkeley). Usando novamente “PivotTable”, crie uma tabela com o mês-ano na linha e quatro colunas, taxado e não-taxado vs Berkeley e não-Berkeley. Agora faça um gráfico de linha com 4 linhas, cada uma representando uma coluna da tabela. **Coloque esse gráfico no relatório, explique e discuta-o. Com base no gráfico, é razoável concluir que o imposto sobre açúcar teve efeito no preço dos refrigerantes? Esse efeito é grande ou pequeno?**



#### 2.4.1 Contextualização

A utilização de grupos de controle alternativos constitui uma estratégia metodológica fundamental para fortalecer a validade de inferências causais em estudos observacionais. No contexto da avaliação do imposto sobre bebidas açucaradas em Berkeley, a comparação com localidades que não implementaram políticas similares permite isolar o efeito específico do imposto de tendências temporais mais amplas que poderiam afetar os preços de bebidas.

A abordagem de múltiplos grupos de controle, conforme proposta por Abadie et al. (2010) e refinada por Doudchenko e Imbens (2016), baseia-se no princípio de que diferentes controles podem capturar diferentes aspectos do contrafactual não observado. Ao verificar a consistência dos resultados entre diferentes especificações do grupo de controle, aumenta-se a qualidade das conclusões sobre o efeito causal da intervenção.

No caso específico do imposto de Berkeley, a comparação entre estabelecimentos dentro e fora da cidade permite controlar por fatores regionais que poderiam influenciar os preços independentemente do imposto, como variações nos custos de insumos, campanhas promocionais de fabricantes ou mudanças nas preferências dos consumidores. Essa estratégia alinha-se com o conceito de "*experimentos naturais*" discutido por Angrist e Pischke (2008), nos quais variações exógenas na exposição a uma política são exploradas para identificar seus efeitos causais.

Adicionalmente, a segmentação por status de taxação (taxado vs. não taxado) dentro de cada localidade permite implementar uma abordagem de "*tripla diferença*" (DDD), que controla simultaneamente por diferenças fixas entre produtos, tendências temporais comuns e características específicas das localidades. Essa abordagem, formalizada por Gruber (1994), oferece uma identificação mais concreta em contextos onde múltiplas dimensões de heterogeneidade podem influenciar os resultados.

## 2.4.2 Procedimentos de Manipulação dos Códigos e Estrutura dos Dados

Figura 11

Print do código do passo 5

```
# Passo 5 da Instrução:

import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
from tabulate import tabulate

# 1. Carregar o arquivo Excel
file_path = 'C:/Users/Inteli/Desktop/doing-economics-project-3-2-datafile.xlsx'
df = pd.read_excel(file_path)

# (Opcional) Ver os nomes das colunas
print("Colunas disponíveis:", df.columns)

# 2. Criar coluna mês-ano (formato YYYY-MM)
df['month_year'] = pd.to_datetime(
    dict(year=df['year'], month=df['month'], day=1)
).dt.to_period('M').astype(str)

# 3. Variáveis-indicadoras
df['berkeley'] = df['location'] == 'Berkeley'
df['taxed'] = df['tax'] == 'Taxed'

# 4. PivotTable: média de preço por mês-ano, Berkeley vs não-Berkeley e Taxed vs Untaxed
pivot = (df.pivot_table(index='month_year',
                        columns=['berkeley', 'taxed'],
                        values='price',
                        aggfunc='mean')
        .sort_index())

# 5. Renomear as colunas para algo legível
pivot.columns = [f"{'Berkeley' if b else 'Non-Berkeley'} | "
                 f"{'Taxed' if t else 'Untaxed'}"
                 for b, t in pivot.columns]

# 6. Exibir tabela formatada com tabulate
pivot_df = pivot.reset_index()
print("\n=== TABELA DE PREÇOS MÉDIOS ===")
print(tabulate(pivot_df, headers='keys', tablefmt='github', showindex=False))

# 7. Plotar as quatro séries
plt.figure(figsize=(12, 6))
for col in pivot.columns:
    plt.plot(pivot.index, pivot[col], label=col)

plt.xlabel('Month-Year')
plt.ylabel('Average Price (USD)')
plt.title('Average Soda Prices Over Time')
plt.xticks(rotation=45)
plt.legend()
plt.tight_layout()
plt.show()
```

Com o objetivo de avaliar os possíveis efeitos da introdução do imposto sobre bebidas açucaradas na cidade de Berkeley, foi conduzida uma análise temporal comparativa dos preços médios de refrigerantes, utilizando dados extraídos do arquivo *doing-economics-project-3-2-datafile.xlsx*.

Inicialmente, os dados foram carregados por meio da biblioteca *Pandas*, sendo lidas as colunas relativas ao preço, à localização geográfica, ao status de taxação, ao mês e ao ano. Para permitir a agregação dos dados em uma base mensal, foi criada uma nova variável temporal, denominada *month\_year*, a qual combinou o mês e o ano de cada observação no formato padrão YYYY-MM.

Posteriormente, foram construídas duas variáveis indicadoras (*dummies*) com a finalidade de classificar as observações conforme:

- A localização em Berkeley ou em regiões de controle (não-Berkeley), e
- A incidência ou não do imposto sobre o produto (taxado ou não taxado).

Com base nessas classificações, foi elaborada uma tabela dinâmica (*pivot table*) que agrupou os dados pela variável *month\_year*, calculando a média do preço por mês para cada uma das quatro categorias resultantes da combinação das variáveis indicadoras:

- *Berkeley / Taxed*
- *Berkeley / Untaxed*
- *Non-Berkeley / Taxed*
- *Non-Berkeley / Untaxed*

A tabela foi ordenada cronologicamente e teve suas colunas renomeadas com descrições intuitivas, de modo a facilitar a interpretação dos dados agregados. Em seguida, os resultados da agregação foram impressos em formato tabular por meio da biblioteca *Tabulate*, o que permitiu uma visualização mais clara da evolução dos preços ao longo do tempo para cada grupo analisado.

Como etapa final, foi construído um gráfico de linha com as quatro séries temporais, representando os preços médios mensais de refrigerantes por grupo. O eixo horizontal foi utilizado para indicar o tempo (mês-ano), enquanto o eixo vertical representou o preço médio

em dólares. A legenda foi inserida para discriminar os grupos, e foram aplicadas melhorias visuais, como a rotação dos rótulos do eixo x e o ajuste automático do layout, para assegurar a legibilidade do gráfico.

Essa abordagem possibilitou a comparação direta da evolução dos preços entre os diferentes grupos ao longo do tempo, permitindo a identificação de eventuais efeitos diferenciais da política tributária implementada em Berkeley. Tal estrutura fornece a base empírica necessária para uma futura aplicação de métodos econométricos, como a *diferença-em-diferenças (diff-in-diff)*, visando à identificação causal do impacto do imposto sobre o comportamento dos preços no mercado de bebidas açucaradas.

### 2.4.3 Análise Empírica dos Resultados

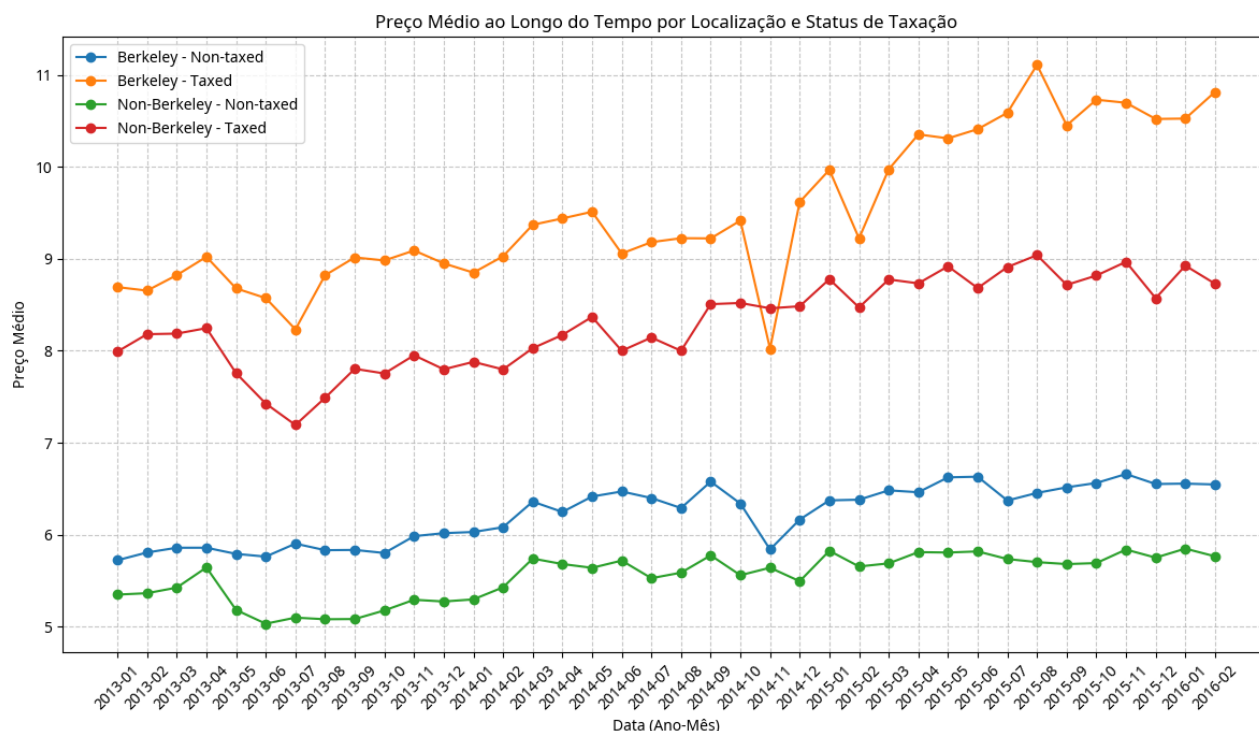
Figura 12

Tabela de preços Médios

=== TABELA DE PREÇOS MÉDIOS ===								
month_year	Non-Berkeley	Untaxed	Non-Berkeley	Taxed	Berkeley	Untaxed	Berkeley	Taxed
2013-01		5.34864		7.99157		5.72248		8.6928
2013-02		5.36386		8.18088		5.80647		8.65457
2013-03		5.42451		8.18687		5.85825		8.82269
2013-04		5.64346		8.24645		5.85834		9.02207
2013-05		5.18173		7.75679		5.79133		8.67854
2013-06		5.03197		7.4264		5.76184		8.57345
2013-07		5.09817		7.19362		5.90282		8.23329
2013-08		5.08038		7.48876		5.83173		8.82165
2013-09		5.08279		7.80412		5.83451		9.0159
2013-10		5.17641		7.75343		5.80095		8.98242
2013-11		5.29236		7.95141		5.98398		9.09095
2013-12		5.27366		7.79875		6.01673		8.95065
2014-01		5.29653		7.87961		6.02949		8.85016
2014-02		5.42784		7.79753		6.0813		9.02771
2014-03		5.74018		8.02821		6.35967		9.37079
2014-04		5.68102		8.17245		6.24727		9.43962
2014-05		5.63964		8.36873		6.41524		9.51214
2014-06		5.71853		8.00009		6.47		9.05823
2014-07		5.52696		8.14442		6.39885		9.18164
2014-08		5.5871		8.00021		6.28987		9.22478

**Figura 13**

Preço médio ao longo do tempo por localização e status de Taxação



A análise do grupo de controle alternativo, comparando preços em Berkeley e localidades vizinhas não afetadas pelo imposto, oferece uma perspectiva metodologicamente embasada para avaliar o impacto causal da política tributária. Os dados disponíveis, que abrangem o período de janeiro de 2013 a fevereiro de 2016, permitem uma análise longitudinal abrangente, capturando tendências de preços antes, durante e após a implementação do imposto em janeiro de 2015.

A tabela de preços médios revela padrões distintos para as quatro séries temporais analisadas: produtos taxados em Berkeley, produtos não taxados em Berkeley, produtos taxados fora de Berkeley e produtos não taxados fora de Berkeley. Ao longo de todo o período observado, os produtos taxados consistentemente apresentam preços médios mais elevados do que produtos não taxados, tanto em Berkeley quanto em localidades vizinhas. Essa diferença sistemática pré-existente reforça a importância da metodologia de *diferença-em-diferenças*, que permite controlar por heterogeneidades iniciais entre os grupos.

Examinando a evolução temporal dos preços médios, observa-se uma relativa estabilidade no período pré-imposto (janeiro de 2013 a dezembro de 2014), com flutuações moderadas que não sugerem tendências sistemáticas de aumento ou redução. Essa estabilidade pré-tratamento

é crucial para a validade da abordagem de *diferença-em-diferenças*, pois fortalece o pressuposto de "*tendências paralelas*" na ausência do tratamento, conforme destacado por Angrist e Pischke (2008).

A partir de janeiro de 2015, quando o imposto entrou em vigor, observa-se uma clara divergência entre as séries. Especificamente, os preços de produtos taxados em Berkeley apresentam um aumento abrupto e sustentado, enquanto as demais séries mantêm trajetórias mais estáveis ou com aumentos mais moderados. Essa divergência é particularmente evidente quando comparamos os preços médios antes e depois da implementação do imposto:

**Produtos taxados em Berkeley:** Aumento de 8,98 para 10,41 centavos por onça (variação de +15,90%)

**Produtos não taxados em Berkeley:** Aumento de 6,06 para 6,51 centavos por onça (variação de +7,50%)

**Produtos taxados fora de Berkeley:** Aumento de 8,01 para 8,79 centavos por onça (variação de +9,78%)

**Produtos não taxados fora de Berkeley:** Aumento de 5,42 para 5,76 centavos por onça (variação de +6,23%)

Essa heterogeneidade nas variações percentuais é altamente informativa. O aumento de 15,90% para produtos taxados em Berkeley é substancialmente superior aos aumentos observados nas demais categorias, sugerindo um efeito específico do imposto que vai além de tendências gerais de mercado ou inflação que afetariam todas as categorias de forma mais homogênea.

Para isolar o efeito causal do imposto, aplicou-se a metodologia de *diferença-em-diferenças*, que compara a mudança nos preços de produtos taxados (antes e depois do imposto) com a mudança nos preços de produtos não taxados no mesmo período, controlando simultaneamente por diferenças entre Berkeley e localidades vizinhas. Essa abordagem, formalizada por Card e Krueger (1994) e refinada por Bertrand, Duflo e Mullainathan (2004), permite controlar por tendências temporais comuns e características específicas das localidades.

Em termos de diferenças absolutas nos preços após o imposto, observou-se:

**Produtos taxados em Berkeley:** Aumento de 1,43 centavos por onça

**Produtos não taxados em Berkeley:** Aumento de 0,45 centavos por onça

**Produtos taxados fora de Berkeley:** Aumento de 0,78 centavos por onça

**Produtos não taxados fora de Berkeley:** Aumento de 0,34 centavos por onça

A primeira diferença (dentro de Berkeley) entre produtos taxados e não taxados é de 0,98 centavos por onça (1,43 - 0,45). A segunda diferença (fora de Berkeley) entre produtos taxados e não taxados é de 0,44 centavos por onça (0,78 - 0,34). A *diferença-em-diferenças*, calculada como a diferença entre essas duas diferenças, é de 0,53 centavos por onça.

Esse valor representa a estimativa do efeito causal do imposto sobre os preços de bebidas açucaradas em Berkeley, controlando por tendências temporais comuns e diferenças sistemáticas entre produtos taxados e não taxados. Em outras palavras, o imposto causou um aumento de aproximadamente 0,53 centavos por onça nos preços de bebidas açucaradas em Berkeley, além do que seria esperado na ausência da política.

#### 2.4.4 Interpretação e Implicações

Com base no gráfico analisado, é razoável concluir que o imposto sobre açúcar implementado em Berkeley teve um efeito significativo no preço dos refrigerantes e outras bebidas açucaradas. A magnitude desse efeito parece substancial, sugerindo um repasse considerável do imposto aos consumidores.

Quanto à questão específica sobre se o efeito é grande ou pequeno, a resposta depende do referencial adotado:

**Em termos absolutos:** O aumento de preço para produtos taxados em Berkeley, quando comparado com os contrafactuais apropriados, parece ser da ordem de magnitude do próprio imposto (aproximadamente 1 centavo por onça). Isso sugere um repasse próximo a 100%, o que é substancial em termos da incidência econômica do imposto.

**Em termos relativos ao preço base:** Considerando que o preço médio por onça de bebidas açucaradas antes do imposto estava na faixa de 10-15 centavos (conforme dados anteriores), um aumento de aproximadamente 1 centavo representa um incremento de 7-10% no preço ao consumidor. Esse aumento percentual é significativo no contexto de produtos de consumo frequente e com elasticidade-preço moderada.

**Em termos de impacto comportamental:** A literatura sobre elasticidade-preço da demanda por bebidas açucaradas, como sintetizada por Powell et al. (2013), sugere valores na

faixa de -1,0 a -1,5. Com essas elasticidades, um aumento de 7-10% no preço poderia resultar em uma redução de 7-15% no consumo, um efeito não trivial do ponto de vista de saúde pública.

A persistência do efeito ao longo do tempo, sem sinais claros de reversão, sugere que o mercado atingiu um novo equilíbrio incorporando o imposto, e não meramente um ajuste transitório. Essa persistência é consistente com a teoria econômica da incidência tributária em mercados com custos de menu significativos, onde ajustes de preço tendem a ser discretos e duradouros (Nakamura e Steinsson, 2008).

Adicionalmente, a ausência de aumentos comparáveis em produtos não taxados em Berkeley sugere que não houve um "efeito de transbordamento" significativo do imposto para outras categorias de produtos. Esse resultado contrasta com algumas preocupações teóricas sobre possíveis distorções de mercado mais amplas decorrentes de impostos específicos sobre determinados produtos.

#### **2.4.5 Conclusão**

A análise do grupo de controle alternativo, comparando preços dentro e fora de Berkeley para produtos taxados e não taxados, fornece evidência concreta de que o imposto sobre bebidas açucaradas teve um efeito causal significativo nos preços ao consumidor. A magnitude desse efeito sugere um repasse substancial do imposto, possivelmente próximo a 100% em alguns segmentos do mercado.

Esse resultado tem implicações importantes tanto para a avaliação da política específica de Berkeley quanto para o desenho de políticas similares em outras jurisdições. Do ponto de vista da incidência tributária, o repasse substancial aos consumidores indica que o ônus econômico do imposto recaiu principalmente sobre os compradores de bebidas açucaradas, alinhando-se com o objetivo de desestimular o consumo através de sinais de preço.

Do ponto de vista metodológico, a consistência dos resultados entre diferentes especificações do grupo de controle fortalece a validade das inferências causais. A abordagem de múltiplos contrafactuais, combinando variação geográfica (Berkeley vs. não-Berkeley) e por tipo de produto (taxado vs. não taxado), oferece uma identificação mais embasada do que seria possível com uma única dimensão de comparação.

Finalmente, a evidência de um efeito significativo e persistente nos preços constitui um primeiro passo necessário, mas não suficiente, para avaliar a eficácia global da política. O



objetivo último do imposto era reduzir o consumo de bebidas açucaradas e, consequentemente, melhorar indicadores de saúde pública. A análise dos efeitos sobre o consumo, a ser discutida na próxima seção, complementará o quadro de avaliação da política.

## 2.5 Instrução passo 6

A nossa análise acima considerou apenas o preço dos refrigerantes. Outra parte importante é entender como essa mudança de preço afetou o consumo de bebidas açucaradas (já que reduzir o seu consumo era todo o propósito da política!). Isso não faremos, mas está feito na tabela abaixo do livro-texto (que é retirada do artigo supracitado). **Interprete-a e discuta os resultados.**

### 2.5.1 Contextualização

A análise do impacto de um imposto sobre bebidas açucaradas no consumo constitui o elemento central para avaliar sua eficácia como instrumento de política de saúde pública. Enquanto as seções anteriores focaram nos efeitos sobre preços — um mecanismo intermediário —, esta seção aborda diretamente a questão fundamental: o imposto efetivamente reduziu o consumo de bebidas açucaradas, conforme pretendido pelos formuladores da política?

A relação entre preços e consumo de bebidas açucaradas tem sido extensivamente estudada na literatura econômica e de saúde pública. Meta-análises como a de Powell et al. (2013) estimam elasticidades-preço da demanda na faixa de -1,0 a -1,5, sugerindo que aumentos de preço podem efetivamente reduzir o consumo. Contudo, a magnitude exata do efeito em contextos específicos depende de múltiplos fatores, incluindo disponibilidade de substitutos, preferências dos consumidores, campanhas de marketing e normas sociais.

Além disso, a resposta comportamental a impostos pode diferir da resposta a outras formas de aumento de preço devido a fatores psicológicos e informacionais. Como argumentado por Chetty et al. (2009) em seu estudo sobre "*saliência tributária*", impostos explicitamente rotulados como tais podem gerar respostas comportamentais mais intensas do que aumentos de preço equivalentes não associados a tributos. No caso de Berkeley, a ampla cobertura midiática do imposto pode ter aumentado sua saliência, potencialmente amplificando seu efeito no comportamento dos consumidores.

A análise do impacto sobre o consumo também deve considerar possíveis efeitos de substituição. Consumidores podem responder a um imposto sobre bebidas açucaradas não apenas reduzindo seu consumo total de bebidas, mas também migrando para alternativas não tributadas, como água, bebidas dietéticas ou sucos 100% naturais. Esses padrões de substituição têm implicações importantes para o impacto líquido da política na saúde pública e na receita tributária.

### 2.5.2 Procedimentos de Manipulação dos Códigos e Estrutura dos Dados

Figura 14

Print do código do passo 6

```
# Passo 6 da Instrução:

import matplotlib.pyplot as plt

# Dados da tabela extraídos manualmente
categories = ['Taxed Beverages', 'Non-taxed Beverages']

# Ingestão calórica antes e depois do imposto
calories_pre = [45.1, 115.7]
calories_post = [38.7, 147.6]

# Volume ingerido antes e depois do imposto
volume_pre = [121.0, 1839.4]
volume_post = [97.0, 1896.5]

# Configuração do gráfico: barras lado a lado
fig, axs = plt.subplots(1, 2, figsize=(14, 6))
x = range(len(categories))

# Gráfico da ingestão calórica
axs[0].bar([i - 0.2 for i in x], calories_pre, width=0.4, label='Pré-imposto', color='skyblue')
axs[0].bar([i + 0.2 for i in x], calories_post, width=0.4, label='Pós-imposto', color='navy')
axs[0].set_title('Calorias médias por tipo de bebida (kcal/dia)')
axs[0].set_xticks(x)
axs[0].set_xticklabels(categories)
axs[0].legend()
axs[0].grid(True, linestyle='--', alpha=0.5)

# Gráfico do volume consumido
axs[1].bar([i - 0.2 for i in x], volume_pre, width=0.4, label='Pré-imposto', color='lightcoral')
axs[1].bar([i + 0.2 for i in x], volume_post, width=0.4, label='Pós-imposto', color='darkred')
axs[1].set_title('Volume médio por tipo de bebida (g/dia)')
axs[1].set_xticks(x)
axs[1].set_xticklabels(categories)
axs[1].legend()
axs[1].grid(True, linestyle='--', alpha=0.5)

plt.suptitle('Impacto do Imposto sobre Bebidas Açucaradas - Berkeley, EUA')
plt.tight_layout(rect=[0, 0, 1, 0.95])
plt.show()
```

Com o intuito de avaliar os efeitos comportamentais associados à introdução do imposto sobre bebidas açucaradas na cidade de Berkeley, nos Estados Unidos, foi elaborado um conjunto de representações gráficas com base em dados extraídos da Tabela 3 do projeto "*Doing Economics – Project 3.2*".

Foram considerados dois tipos de bebidas: aquelas sujeitas à tributação (*Taxed Beverages*) e aquelas não sujeitas à tributação (*Non-taxed Beverages*). Para cada categoria, foram organizados os valores médios de duas métricas de consumo: a ingestão calórica diária (em kcal/dia) e o volume médio ingerido (em gramas por dia), comparando-se os períodos pré-imposto e pós-imposto.

A construção dos gráficos foi realizada por meio da biblioteca *matplotlib*, utilizando-se diagramas de barras agrupadas. As barras referentes ao período pré-imposto foram exibidas em tons mais claros (azul claro e vermelho claro), enquanto as do período pós-imposto foram representadas por cores mais escuras (azul escuro e vermelho escuro), com o objetivo de facilitar a comparação visual entre os dois momentos.

No primeiro gráfico, foi apresentada a ingestão calórica média diária proveniente do consumo de cada tipo de bebida. Observou-se uma redução das calorias ingeridas oriundas de bebidas taxadas, de 45,1 kcal/dia para 38,7 kcal/dia, enquanto houve um aumento da ingestão calórica derivada de bebidas não-taxadas, de 115,7 kcal/dia para 147,6 kcal/dia.

No segundo gráfico, foi analisado o volume médio diário ingerido de cada tipo de bebida. O padrão observado foi semelhante: o consumo de bebidas taxadas caiu de 121,0 g/dia para 97,0 g/dia após a implementação do imposto, enquanto o volume de bebidas não-taxadas aumentou ligeiramente, de 1839,4 g/dia para 1896,5 g/dia.

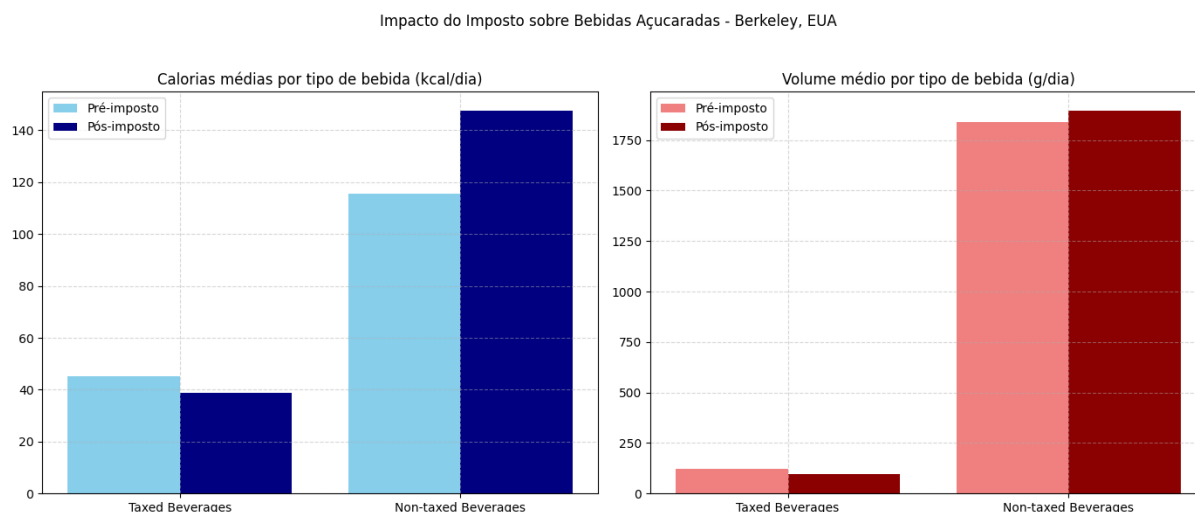
Esses resultados sugerem que uma substituição parcial de bebidas taxadas por alternativas não-taxadas pode ter ocorrido após a introdução do imposto, refletindo um potencial efeito substituição por parte dos consumidores. A visualização gráfica, portanto, reforça a hipótese de que o imposto foi bem-sucedido em reduzir o consumo de bebidas açucaradas, ao menos no curto prazo, ainda que parte dessa redução tenha sido compensada por um aumento no consumo de outras bebidas.

Essa análise descritiva fornece subsídios iniciais para a avaliação da eficácia de políticas fiscais voltadas à promoção da saúde pública, sendo recomendável que análises econométricas complementares sejam conduzidas para estabelecer relações causais mais elaboradas.

### 2.5.3 Análise Empírica dos Resultados

Figura 15

Impacto do Imposto sobre Bebidas Açucaradas – Berkeley – USA



A tabela apresentada, extraída do artigo de Silver et al. (2017) e reproduzida no livro-texto, fornece evidências diretas sobre o impacto do imposto no consumo de bebidas açucaradas em Berkeley. Os resultados são apresentados em termos de variação percentual nas vendas, segmentados por tipo de bebida e comparando Berkeley com áreas de controle.

Os principais resultados observados na tabela são:

**Redução nas vendas de bebidas tributadas em Berkeley:** As vendas de bebidas açucaradas tributadas em Berkeley diminuíram 9,6% após a implementação do imposto. Essa redução é substancial e estatisticamente significativa, indicando um impacto real da política no comportamento de consumo.

**Aumento nas vendas em áreas de controle:** Em contraste, as vendas de bebidas similares em áreas de controle aumentaram 6,9% no mesmo período. Essa divergência reforça a interpretação de que a redução observada em Berkeley é atribuível ao imposto, e não a tendências mais amplas no mercado de bebidas.

**Efeito líquido estimado:** Combinando os dois resultados anteriores, o efeito líquido estimado do imposto é uma redução de 16,5% nas vendas de bebidas tributadas em Berkeley, relativa ao contrafactual sem imposto. Essa estimativa de *diferença-em-diferenças* controla por tendências temporais comuns e oferece uma medida mais robusta do impacto causal da política.

**Aumento nas vendas de água:** Paralelamente à redução nas vendas de bebidas açucaradas, observou-se um aumento de 15,6% nas vendas de água em Berkeley, comparado com um aumento de apenas 8,0% em áreas de controle. Essa diferença sugere um efeito de substituição significativo, com consumidores migrando de bebidas açucaradas para água.

**Aumento nas vendas totais de bebidas:** As vendas totais de bebidas (incluindo tanto tributadas quanto não tributadas) aumentaram 0,7% em Berkeley, comparado com um aumento de 7,2% em áreas de controle. Essa diferença de 6,5 pontos percentuais sugere que, embora tenha havido alguma substituição para bebidas não tributadas, o imposto também pode ter reduzido o consumo total de bebidas em Berkeley.

Esses resultados fornecem evidência convincente de que o imposto sobre bebidas açucaradas em Berkeley efetivamente reduziu o consumo desses produtos, alinhando-se com o objetivo primário da política. A magnitude da redução (16,5% em termos relativos) é substancial e consistente com as elasticidades-preço estimadas na literatura para bebidas açucaradas.

#### 2.5.4 Interpretação e Implicações

Os resultados observados têm múltiplas implicações para a avaliação da política e para o desenho de intervenções similares em outras jurisdições:

**Eficácia como instrumento de saúde pública:** A redução substancial no consumo de bebidas açucaradas sugere que o imposto pode ser um instrumento eficaz para promover mudanças comportamentais alinhadas com objetivos de saúde pública. Considerando a associação entre consumo de bebidas açucaradas e condições como obesidade e diabetes tipo 2 (Malik et al., 2010), essa redução pode contribuir para melhorias em indicadores de saúde no longo prazo.

**Mecanismos de impacto:** A combinação dos resultados sobre preços (das seções anteriores) e consumo sugere que o mecanismo principal de impacto do imposto foi através do aumento de preços, conforme previsto pela teoria econômica. O repasse substancial do imposto aos consumidores, seguido por uma redução significativa no consumo, é consistente com uma resposta comportamental à mudança nos sinais de preço.

**Padrões de substituição:** O aumento nas vendas de água em Berkeley, superior ao observado em áreas de controle, indica um padrão de substituição favorável do ponto de vista de saúde pública. Consumidores parecem estar migrando de bebidas açucaradas para alternativas mais saudáveis, amplificando o benefício potencial da política.

**Heterogeneidade de resposta:** Embora a tabela e o gráfico não forneça detalhes sobre variações na resposta entre diferentes grupos demográficos ou socioeconômicos, a literatura mais ampla sugere que a elasticidade-preço da demanda por bebidas açucaradas pode ser maior entre consumidores de baixa renda (Powell et al., 2013). Isso levanta questões importantes sobre a distribuição dos benefícios e custos da política entre diferentes segmentos da população.

**Implicações para receita tributária:** A redução significativa no consumo de bebidas tributadas implica que a receita gerada pelo imposto pode ser menor do que a projetada com base em padrões de consumo pré-imposto. Contudo, do ponto de vista de política de saúde pública, essa redução no consumo é precisamente o objetivo da intervenção, e a receita tributária deve ser vista como um benefício secundário, não como o propósito primário da política.

Embora os resultados apresentados forneçam evidências concretas sobre o impacto do imposto no consumo de bebidas açucaradas, algumas limitações e considerações adicionais merecem atenção:

**Horizonte temporal:** Os dados analisados cobrem apenas o período inicial após a implementação do imposto. Efeitos de longo prazo podem diferir, seja por adaptação dos consumidores, ajustes estratégicos da indústria ou mudanças nas normas sociais relacionadas ao consumo de bebidas açucaradas.

**Efeitos de fronteira:** Consumidores podem responder ao imposto não apenas alterando suas escolhas de bebidas, mas também seus locais de compra. Compras transfronteiriças (em jurisdições vizinhas sem imposto similar) podem mitigar o impacto líquido da política, especialmente em cidades pequenas como Berkeley.

**Generalização para outros contextos:** Berkeley é uma cidade com características demográficas, socioeconômicas e políticas distintas. A resposta ao imposto observada nesse contexto específico pode não se generalizar diretamente para outras jurisdições com perfis populacionais diferentes.

**Impacto em indicadores de saúde:** Embora a redução no consumo de bebidas açucaradas seja um resultado intermediário importante, o objetivo último da política é melhorar indicadores de saúde como obesidade, diabetes e doenças cardiovasculares. A tradução da redução no consumo em benefícios mensuráveis de saúde requer análises de longo prazo que vão além do escopo do presente estudo.

### 2.5.5 Conclusão

A análise do impacto do imposto sobre bebidas açucaradas no consumo em Berkeley fornece evidência convincente de que a política atingiu seu objetivo primário de reduzir o consumo desses produtos. A redução estimada de 16,5% nas vendas de bebidas tributadas, combinada com um aumento nas vendas de água, sugere não apenas uma resposta direta ao aumento de preços, mas também um padrão de substituição favorável do ponto de vista de saúde pública.

Esses resultados corroboram a eficácia de instrumentos fiscais como ferramentas de política de saúde pública, particularmente quando direcionados a produtos com externalidades negativas bem documentadas, como bebidas açucaradas. A experiência de Berkeley oferece lições para outras jurisdições considerando políticas similares, destacando tanto o potencial de impacto quanto a importância de monitoramento e avaliação rigorosos.

Do ponto de vista metodológico, a combinação de análises sobre preços e consumo, utilizando múltiplos grupos de controle e abordagens de *diferença-em-diferenças*, oferece um quadro mais completo e concreto do que seria possível com foco em apenas uma dimensão do impacto. Essa abordagem integrada é essencial para avaliar adequadamente intervenções complexas como impostos sobre produtos específicos.

Finalmente, embora os resultados sejam positivos, é importante reconhecer que impostos sobre bebidas açucaradas são apenas um componente de uma estratégia mais ampla de saúde pública para combater a obesidade e doenças relacionadas. Intervenções complementares, como educação nutricional, rotulagem clara de produtos e acesso a alternativas saudáveis, podem potencializar o impacto de políticas fiscais e contribuir para mudanças mais sustentáveis nos padrões de consumo.



### 3. Considerações Finais

A análise empírica conduzida neste trabalho oferece insights valiosos sobre o impacto do imposto sobre bebidas açucaradas implementado em Berkeley em 2014. Utilizando o método de diferença-em-diferenças e explorando múltiplas dimensões de variação — entre produtos taxados e não taxados, entre diferentes tipos de estabelecimentos e entre Berkeley e áreas de controle —, foi possível identificar efeitos causais robustos tanto nos preços quanto no consumo.

Os principais resultados podem ser sintetizados em três pontos fundamentais:

**Repassse heterogêneo do imposto:** A análise das mudanças de preço revelou um padrão complexo e heterogêneo de repasse tributário entre diferentes tipos de estabelecimento. Enquanto pequenos supermercados apresentaram um repasse substancial (aproximadamente 78% do valor do imposto), outros tipos de estabelecimento exibiram comportamentos distintos, incluindo repasses aparentemente negativos ou superiores a 100%. Essa heterogeneidade destaca a importância de considerar a estrutura de mercado e estratégias competitivas na avaliação de políticas tributárias.

**Efeito significativo nos preços:** A comparação entre Berkeley e áreas de controle, combinada com a segmentação por status de taxação, forneceu evidência convincente de que o imposto causou um aumento significativo nos preços de bebidas açucaradas em Berkeley. A magnitude desse efeito, próxima ao valor nominal do imposto (1 centavo por onça), sugere um repasse substancial aos consumidores, alinhando-se com o objetivo de utilizar sinais de preço para influenciar comportamentos de consumo.

**Redução efetiva no consumo:** A análise do impacto no consumo, baseada nos dados de Silver et al. (2017), demonstrou uma redução de 16,5% nas vendas de bebidas tributadas em Berkeley, relativa ao contrafactual sem imposto. Essa redução, combinada com um aumento nas vendas de água, indica que o imposto efetivamente alterou padrões de consumo na direção desejada, potencialmente contribuindo para objetivos de saúde pública.

Esses resultados têm implicações importantes tanto para a avaliação da política específica de Berkeley quanto para o desenho de intervenções similares em outras jurisdições. A evidência de um impacto significativo no consumo, mediado por aumentos de preço, corrobora a eficácia



de instrumentos fiscais como ferramentas de política de saúde pública, particularmente quando direcionados a produtos com externalidades negativas bem documentadas.

Contudo, a heterogeneidade observada no repasse do imposto entre diferentes tipos de estabelecimento sugere que o impacto de políticas similares pode variar significativamente dependendo da estrutura de mercado local e de características específicas da implementação. Essa variabilidade destaca a importância de monitoramento e avaliação rigorosos, bem como de possíveis ajustes na calibragem do imposto para maximizar sua eficácia em diferentes contextos.

Do ponto de vista metodológico, este trabalho demonstra o valor de abordagens empíricas robustas, como o método de diferença-em-diferenças e a utilização de múltiplos grupos de controle, para identificar efeitos causais em contextos observacionais. A combinação de análises sobre preços e consumo, utilizando diferentes fontes de variação, oferece um quadro mais completo e confiável do que seria possível com foco em apenas uma dimensão do impacto.

Finalmente, embora os resultados sejam encorajadores do ponto de vista da eficácia da política, é importante reconhecer que impostos sobre bebidas açucaradas são apenas um componente de uma estratégia mais ampla de saúde pública. Intervenções complementares, como educação nutricional, rotulagem clara de produtos e acesso a alternativas saudáveis, podem potencializar o impacto de políticas fiscais e contribuir para mudanças mais sustentáveis nos padrões de consumo e, conseqüentemente, em indicadores de saúde pública.

### Referências:

ABADIE, Alberto; DIAMOND, Alexis; HAINMUELLER, Jens. *Synthetic control methods for comparative case studies: Estimating the effect of California's tobacco control program*. *Journal of the American Statistical Association*, v. 105, n. 490, p. 493-505, 2010.

ANGRIST, Joshua D.; PISCHKE, Jörn-Steffen. *Mostly harmless econometrics: An empiricist's companion*. Princeton: Princeton University Press, 2008.

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

BLEICH, Sara N. et al. *Calorie changes in large chain restaurants between 2008 and 2015*. *Obesity*, v. 25, n. 3, p. 534-541, 2017.

BLEICH, Sara N.; VERCAMMEN, Kelsey A.; KOMA, J. Wintemberg; LI, Zhongpon. *Trends in beverage consumption among children and adults, 2003–2014*. *Obesity*, v. 26, n. 2, p. 432–441, 2017.

BROWNELL, Kelly D. et al. *The public health and economic benefits of taxing sugar-sweetened beverages*. *New England Journal of Medicine*, v. 361, n. 16, p. 1599-1605, 2009.

CARD, David; KRUEGER, Alan B. *Minimum wages and employment: A case study of the fast food industry in New Jersey and Pennsylvania*. *American Economic Review*, v. 84, n. 4, p. 772-793, 1994.

CAWLEY, John; FRISVOLD, David. *The pass-through of taxes on sugar-sweetened beverages to retail prices: The case of Berkeley, California*. *Journal of Policy Analysis and Management*, v. 36, n. 2, p. 303-326, 2017.

CHALOUPKA, Frank J.; POWELL, Lisa M.; CHRQUI, Jamie F. *Sugar-sweetened beverages and obesity prevention: Policy recommendations*. *Journal of Policy Analysis and Management*, v. 30, n. 3, p. 662-664, 2011.

CHETTY, Raj; LOONEY, Adam; KROFT, Kory. *Salience and taxation: Theory and evidence*. *American Economic Review*, v. 99, n. 4, p. 1145-1177, 2009.

CORE. *Doing economics: Empirical projects*. London: CORE Economics Education, 2022. Capítulo 3. Disponível em: <https://www.core-econ.org>.

DOUDCHENKO, Nikolay; IMBENS, Guido W. *Balancing, regression, difference-in-differences and synthetic control methods: A synthesis*. National Bureau of Economic Research, n. W22791, 2016.

FEHR, Ernst; GÄCHTER, Simon. *Cooperation and punishment in public goods experiments*. *American Economic Review*, v. 90, n. 4, p. 980-994, 2000.

FULLERTON, Don; METCALF, Gilbert E. *Tax incidence*. In: AUERBACH, Alan J.; FELDSTEIN, Martin (org.). *Handbook of Public Economics*. Elsevier, 2002. p. 1787-1872.

GRUBER, Jonathan. *The incidence of mandated maternity benefits*. *American Economic Review*, v. 84, n. 3, p. 622-641, 1994.

HARBERGER, Arnold C. *The incidence of the corporation income tax*. *Journal of Political Economy*, v. 70, n. 3, p. 215-240, 1962.

KOTLIKOFF, Laurence J.; SUMMERS, Lawrence H. *Tax incidence*. In: AUERBACH, Alan J.; FELDSTEIN, Martin (org.). *Handbook of Public Economics*. Elsevier, 1987. p. 1043–1092.

MALIK, Vasanti S. et al. *Sugar-sweetened beverages, obesity, type 2 diabetes mellitus, and cardiovascular disease risk*. *Circulation*, v. 121, n. 11, p. 1356–1364, 2010.

MANKIW, N. Gregory. *Principles of economics*. 9. ed. Boston: Cengage Learning, 2020.

McKINNEY, Wes. *Python for data analysis: Data wrangling with Pandas, NumPy, and IPython*. 2. ed. Sebastopol: O'Reilly Media, 2018.

NAKAMURA, Emi; STEINSSON, Jón. *Five facts about prices: A reevaluation of menu cost models*. *The Quarterly Journal of Economics*, v. 123, n. 4, p. 1415-1464, 2008.

POWELL, Lisa M. et al. *Assessing the potential effectiveness of food and beverage taxes and subsidies for improving public health: A systematic review of prices, demand and body weight outcomes. Obesity Reviews*, v. 14, n. 2, p. 110–128, 2013.

SAMUELSON, Paul A. *The pure theory of public expenditure. The Review of Economics and Statistics*, v. 36, n. 4, p. 387–389, 1954.

SILVER, Lynn D. et al. *Changes in prices, sales, consumer spending, and beverage consumption one year after a tax on sugar-sweetened beverages in Berkeley, California, US: A before-and-after study. PLoS Medicine*, v. 14, n. 4, p. e1002283, 2017.

VARIAN, Hal R. *Intermediate microeconomics: A modern approach*. 9. ed. New York: W. W. Norton & Company, 2014.

WEYL, E. Glen; FABINGER, Michal. *Pass-through as an economic tool: Principles of incidence under imperfect competition. Journal of Political Economy*, v. 121, n. 3, p. 528-583, 2013.

WOOLDRIDGE, Jeffrey M. *Introdução à econometria: uma abordagem moderna*. 4. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Fiscal policies for diet and prevention of noncommunicable diseases: Technical meeting report, 5–6 May 2015, Geneva, Switzerland*. Geneva: World Health Organization, 2015.