

idp

idn

# MESTRADO PROFISSIONAL

EM ECONOMIA

---

**IMPACTO DA TRIBUTAÇÃO SOBRE O CONSUMO DE  
ÁLCOOL E A MORTALIDADE POR CIRROSE HEPÁTICA NO  
BRASIL: UMA ANÁLISE EM PAINEL COM VARIÁVEL  
INSTRUMENTAL – 2010 A 2021**

**ALLAN MENDES BATISTA**

Brasília-DF, 2025

**ALLAN MENDES BATISTA**

**IMPACTO DA TRIBUTAÇÃO SOBRE O CONSUMO DE  
ÁLCOOL E A MORTALIDADE POR CIRROSE HEPÁTICA  
NO BRASIL: UMA ANÁLISE EM PAINEL COM VARIÁVEL  
INSTRUMENTAL – 2010 A 2021**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Economia, do Instituto Brasileiro de Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre.

**Orientador**

Professor Doutor Carlos Eduardo Gasparini.

Brasília-DF 2025

## **ALLAN MENDES BATISTA**

# **IMPACTO DA TRIBUTAÇÃO SOBRE O CONSUMO DE ÁLCOOL E A MORTALIDADE POR CIRROSE HEPÁTICA NO BRASIL: UMA ANÁLISE EM PAINEL COM VARIÁVEL INSTRUMENTAL – 2010 A 2021**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Economia, do Instituto Brasileiro de Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre.

Aprovado em 12 / 11 / 2025

### **Banca Examinadora**

---

Prof. Dr. Carlos Eduardo Gasparini - Orientador

---

Profa. Dra. Roberta Moreira Wichmann

---

Prof. Dr. Tito Belchior Silva Moreira

Código de catalogação na publicação – CIP

B333i Batista, Allan Mendes

Impacto da tributação sobre o consumo de álcool e a mortalidade por cirrose hepática no Brasil: uma análise em painel com variável instrumental – 2010 a 2021. / Allan Mendes Batista.. — Brasília: Instituto Brasileiro Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa, 2025.

47 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Eduardo Gasparini

Dissertação (Mestrado Profissional em Economia) — Instituto Brasileiro Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa – IDP, 2025.

1. Consumo de álcool.. 2. Cirrose hepática. 3. Tributação seletiva . I.Título

CDD 330

Elaborada pela Biblioteca Ministro Moreira Alves

## RESUMO

O estudo investiga a relação entre o consumo per capita de álcool puro (litros de etanol/pessoa/ano) e a mortalidade por cirrose hepática no Brasil, visando analisar a tributação seletiva como mecanismo de política pública em saúde. A identificação do efeito causal enfrenta desafios metodológicos devido à potencial endogeneidade da variável de consumo. Para contornar esse problema, emprega-se a técnica de Mínimos Quadrados em Dois Estágios (2SLS) em painel com efeitos fixos de ano, utilizando como instrumento o Preço Médio Ponderado ao Consumidor Final (PMPF) logaritmizado e defasado. A validade do PMPF como instrumento baseia-se em sua natureza de parâmetro normativo fixado administrativamente pelas Secretarias de Fazenda estaduais para fins de substituição tributária (ICMS-ST). A variação do PMPF entre estados decorre de decisões fiscais e logísticas locais, sendo independente de variações na saúde pública, o que sustenta a hipótese de exogeneidade. O estudo abrange as 27 Unidades da Federação, de 2010 a 2021 (exceto 2020). Os resultados do primeiro estágio confirmam a força do instrumento (estatística  $F = 22,61$ ), superior aos limiares críticos da literatura, e indicam uma relação negativa e significativa entre preço tributário e demanda. No segundo estágio, o coeficiente estimado apresenta magnitude substantiva (ponto estimado de 16,28 óbitos), sugerindo que o consumo possui impacto relevante sobre a mortalidade, embora o efeito seja marginalmente significativo ao nível de 10%, apresentando imprecisão estatística ao nível de 5%. Conclui-se que a tributação via PMPF é um mecanismo plausível para desestimular o consumo, com potenciais benefícios sanitários de grande magnitude para a saúde pública brasileira.

**Palavras-chave:** Consumo de álcool. Cirrose hepática. Tributação seletiva. Preço Médio Ponderado Final (PMPF). Variável instrumental.

## ABSTRACT

The study investigates the relationship between per capita consumption of pure alcohol (liters of ethanol/person/year) and mortality from liver cirrhosis in Brazil, aiming to analyze selective taxation as a public health policy mechanism. Identifying the causal effect faces methodological challenges due to the potential endogeneity of the consumption variable. To address this issue, the Two-Stage Least Squares (2SLS) technique is employed in a panel data model with year fixed effects, using the lagged logarithm of the Weighted Average Price to the Final Consumer (PMPF) as an instrument. The validity of the PMPF as an instrument is based on its nature as a normative parameter set administratively by state Departments of Finance for tax substitution purposes (ICMS-ST). The variation in PMPF across states stems from local fiscal and logistical decisions and is independent of public health variations, supporting the exogeneity hypothesis. The study covers the 27 Federative Units from 2010 to 2021 (excluding 2020). First-stage results confirm the instrument's strength (F-statistic = 22.61), exceeding critical literature thresholds, and indicate a negative and significant relationship between tax-based price and demand. In the second stage, the estimated coefficient shows substantive magnitude (point estimate of 16.28 deaths), suggesting that consumption has a relevant impact on mortality, although the effect is marginally significant at the 10% level and presents statistical imprecision at the 5% level. The study concludes that taxation via PMPF is a plausible mechanism to discourage consumption, with potential large-scale sanitary benefits for Brazilian public health.

**Keywords:** Alcohol consumption. Liver cirrhosis. Selective taxation. Weighted Average Final Consumer Price (PMPF). Instrumental Variable

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>2SLS</b>	Two-Stage Least Squares (Mínimos Quadrados em Dois Estágios)
<b>ABNT</b>	Associação Brasileira de Normas Técnicas
<b>AER</b>	Applied Econometrics with R
<b>CISA</b>	Centro de Informações sobre Saúde e Álcool
<b>DCNT</b>	Doenças Crônicas Não Transmissíveis
<b>GMM</b>	Generalized Method of Moments
<b>IBGE</b>	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
<b>ICMS</b>	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
<b>IDP</b>	Instituto Brasileiro de Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa
<b>INCA</b>	Instituto Nacional de Câncer
<b>MQO</b>	Mínimos Quadrados Ordinários
<b>OMS</b>	Organização Mundial da Saúde
<b>OPAS</b>	Organização Pan-Americana da Saúde
<b>PNAD</b>	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios
<b>PNS</b>	Pesquisa Nacional de Saúde
<b>POF</b>	Pesquisa de Orçamentos Familiares
<b>R<sup>2</sup></b>	Coefficiente de Determinação
<b>SEFAZ</b>	Secretaria de Estado da Fazenda
<b>SIM</b>	Sistema de Informações sobre Mortalidade (DATASUS)
<b>SUS</b>	Sistema Único de Saúde
<b>VIF</b>	Variance Inflation Factor (Fator de Inflação da Variância)
<b>VIGITEL</b>	Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico
<b>FE</b>	Fixed Effects

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### **Figura 1**

Evolução do Consumo de Álcool por Estado (2010-2021)

.....28

### **Figura 2**

Correlação entre Consumo de Álcool e Taxa de Cirrose

.....29

### **Figura 3**

Distribuição da Taxa de Mortalidade por Cirrose por UF e Ano

.....30

## LISTA DE TABELAS

### **Tabela 1**

Variáveis utilizada (2010 a 2021)

.....**22**

### **Tabela 2**

Estatísticas Descritivas das Variáveis Utilizadas na Análise

.....**25**

### **Tabela 3**

Testes de Heterocedasticidade — Modelos OLS Correspondentes aos Estágios do 2SLS

.....**31**

### **Tabela 4**

Resultados da Regressão 2SLS (1º Estágio)

.....**32**

### **Tabela 5**

Resultados da Regressão 2SLS (2º Estágio)

.....**34**

# SUMÁRIO

**1. INTRODUÇÃO ..... 12**

**2. REVISÃO DE LITERATURA..... 15**

**3. METODOLOGIA E BASE DE DADOS ..... 19**

3.1 ESTRATÉGIA EMPÍRICA, JUSTIFICATIVA DO MODELO E ESCOLHA DO INSTRUMENTO..... **19**

3.2 ESPECIFICAÇÃO DO MODELO ECONOMETRICO COM DADOS EM PAINEL – 2SLS..... **20**

3.3 VARIÁVEIS UTILIZADAS..... **22**

**4. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....28**

4.1 ANÁLISE DESCRITIVA E VISUAL DOS DADOS..... **28**

4.2 TESTES DE ESPECIFICAÇÃO..... **30**

4.3 RESULTADOS DA ESTIMAÇÃO 2SLS..... **32**

4.4 NÚMERO DE INSTRUMENTOS, SOBREIDENTIFICAÇÃO..... **35**

4.5 INTERPRETAÇÃO ECONÔMICA E IMPLICAÇÕES DE POLÍTICA PÚBLICA ..... **36**

4.6 LIMITAÇÕES E AMEAÇAS À VALIDADE DO INSTRUMENTO ..... **37**

**5. CONCLUSÃO ..... 40**

**REFERÊNCIAS ..... 43**



## 1

**INTRODUÇÃO**

O consumo de álcool é reconhecido como um dos principais fatores de risco para doenças crônicas não transmissíveis e mortes prematuras em todo o mundo. Estimativas da Organização Mundial da Saúde indicam que aproximadamente 3 milhões de mortes anuais estão relacionadas ao uso abusivo de bebidas alcoólicas, com destaque para doenças hepáticas como a cirrose (WHO, 2018). No contexto brasileiro, a Fiocruz (2020) aponta que o álcool é responsável por uma parcela significativa das internações no Sistema Único de Saúde (SUS), gerando custos que ultrapassam R\$ 18 bilhões anuais quando somados os gastos hospitalares e a perda de produtividade econômica (IPEA, 2021).

Em resposta a esse cenário, a tributação seletiva surge como uma ferramenta de política pública recomendada para desestimular o consumo de produtos nocivos. A literatura econômica demonstra que o aumento de impostos gera efeitos dissuasórios via preços, promovendo benefícios sanitários e fiscais (ANDERSON; CHISHOLM; FUHR, 2009; SASSI, 2015). Contudo, a identificação empírica desse efeito sobre a saúde enfrenta graves desafios metodológicos. Segundo Schmidt *et al.* (2012), a relação entre álcool e mortalidade é vulnerável ao viés de variável omitida, como fatores culturais ou de saúde mental, e à simultaneidade. Concretamente, o viés de simultaneidade ocorre se estados que enfrentam taxas críticas de mortalidade por cirrose adotarem, por pressão sanitária ou orçamentária, políticas tributárias mais rigorosas. Esse canal de causalidade reversa correlaciona o erro da regressão com a variável explicativa, enviesando as estimativas de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) (SOUZA; MEDEIROS, 2020).

Para contornar esse problema, este estudo adota a abordagem de variáveis instrumentais (IV) via Mínimos Quadrados em Dois Estágios (2SLS). A variável endógena de consumo é mensurada pelo volume *per capita* de álcool puro (litros de etanol/pessoa/ano), tendo como instrumento o Preço Médio Ponderado ao Consumidor Final (PMPF) logaritmizado e defasado. O PMPF é um parâmetro normativo fixado administrativamente pelas Secretarias de Fazenda estaduais para estabelecer a base de cálculo do ICMS em regime de substituição tributária (ICMS-ST).

A escolha do PMPF como instrumento fundamenta-se em dois pilares: relevância e exogeneidade. Sua relevância decorre do fato de que atualizações no PMPF alteram o custo tributário repassado ao preço de varejo, reduzindo o consumo via elasticidade-preço (MARKOWITZ *et al.*, 2005). Já sua exogeneidade sustenta-se na natureza burocrática de sua fixação: as variações nas pautas de preços são pautadas por metas de arrecadação fiscal e acordos federativos (CONFAZ), sendo independentes de oscilações conjunturais na mortalidade local por cirrose. Como o PMPF apresenta maior variação interestadual e temporal do que as alíquotas nominais, ele captura choques normativos específicos que permitem identificar o componente exógeno do consumo.

A lógica causal estabelecida pressupõe que o choque tributário eleva o preço final, o que reduz a demanda agregada; essa redução, por sua vez, mitiga a incidência de danos crônicos. Embora a cirrose seja uma doença de progressão lenta, a literatura sugere que variações no consumo contemporâneo impactam rapidamente os registros de óbitos em populações com histórico de uso crônico, onde o fígado já se encontra em estado de vulnerabilidade (HOLMES *et al.*, 2014).

O estudo utiliza dados em painel para as 27 Unidades da Federação entre 2010 e 2021. O ano de 2020 foi excluído devido às distorções da pandemia de Covid-19, que causaram tanto a subnotificação de óbitos crônicos no DATASUS, devido à priorização de casos agudos e sobrecarga hospitalar, quanto mudanças atípicas nos padrões de consumo decorrentes do isolamento social. A estratégia de identificação utiliza efeitos fixos de ano para controlar choques macroeconômicos nacionais, garantindo a consistência das estimativas.

O trabalho está organizado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta a revisão de literatura; a Seção 3 descreve a metodologia e a base de dados; a Seção 4 expõe e discute os resultados; e a Seção 5 traz as conclusões e implicações de política pública.



?

## 2

**REVISÃO DE LITERATURA**

A elasticidade-preço da demanda por álcool é amplamente documentada. A meta-análise de Wagenaar *et al.* (2009) estima que aumentos de 10% nos preços reduzem o consumo em até 6,8%. Estudos como os de Chaloupka *et al.* (2002) e Sassi (2015) evidenciam que a elevação tributária desestimula a demanda, sobretudo entre jovens e populações de baixa renda, gerando benefícios em saúde que são progressivos sob a ótica da equidade (WHO, 2022).

Contudo, a estimação do impacto do álcool sobre a saúde é dificultada pela endogeneidade. Conforme sistematizado por Wooldridge (2010) e Angrist e Pischke (2009), a endogeneidade pode decorrer de: (i) variáveis omitidas, como normas culturais de consumo local; (ii) erros de mensuração em dados agregados; ou (iii) causalidade reversa, na qual estados com maior carga de doenças adotam políticas fiscais mais agressivas. Nessas situações, modelos de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) produzem estimativas viesadas e inconsistentes. A solução metodológica recomendada é o uso de Variáveis Instrumentais (VI) que atendam aos requisitos de relevância (correlação com a variável endógena) e exogeneidade (independência em relação ao termo de erro), conforme os critérios de Staiger e Stock (1997).

No contexto brasileiro, a identificação desses efeitos exige um instrumento que capture variações de preço independentes do comportamento individual. O Preço Médio Ponderado ao Consumidor Final (PMPF) apresenta-se como um candidato robusto. Institucionalmente, o PMPF não é um preço de mercado resultante do equilíbrio entre oferta e demanda, mas um parâmetro normativo estipulado pelas Secretarias de Fazenda estaduais para o cálculo do ICMS em regime de substituição tributária (ICMS-ST). Seus choques são administrativos, fundamentados em convênios do Conselho Nacional de Política Fazendária (CONFAZ) e portarias estaduais que visam metas de arrecadação e controle fiscal, e não reagem a oscilações epidemiológicas de curto prazo (TEIXEIRA, 2014).

A literatura internacional utiliza com frequência instrumentos fiscais para identificar o impacto do álcool. Markowitz *et al.* (2005) e

Saffer e Grossman (1987) empregaram impostos estaduais (*excise taxes*) como instrumentos, argumentando que mudanças na legislação tributária funcionam como choques de oferta exógenos. De maneira análoga, o PMPF atua como esse choque regulatório externo que altera o custo de transação e o preço final. Cook e Moore (2001) reforçam que instrumentos fiscais são superiores a preços diretos para identificar efeitos sobre a produtividade e saúde, pois isolam a variação puramente política da variação de mercado.

A validade do PMPF como instrumento repousa sobre a restrição de exclusão. Formalmente, exige-se que o PMPF afete a mortalidade por cirrose apenas através do canal do consumo. Esta condição falharia se as autoridades fazendárias ajustassem o preço de pauta em resposta direta às taxas de internação ou óbito hepático. Contudo, a governança tributária no Brasil é pautada pelo princípio da eficiência arrecadatória; assume-se, portanto, que a gestão do PMPF é ortogonal a metas de saúde pública locais.

Não obstante a fundamentação institucional, a validade do PMPF como instrumento enfrenta desafios teóricos que merecem cautela. Primeiro, existe o risco de manipulação política, caso a fixação desses preços sofra influência de *lobbies* industriais ou necessidades fiscais imediatas dos estados, tornando o instrumento sensível a variáveis políticas locais. Ao passo que, variações no mix de marcas predominantes por unidade federativa podem alterar o PMPF (que é um preço médio ponderado) sem que ocorra uma mudança real na política fiscal. Por fim, choques econômicos estaduais não observados podem afetar simultaneamente a mortalidade e a arrecadação. O reconhecimento dessas fragilidades é fundamental para a correta interpretação do modelo 2SLS, embora a literatura sugira que o uso de controles socioeconômicos e efeitos fixos mitigue grande parte desses riscos

No Brasil, estudos como os de Laranjeira *et al.* (2014), no II Levantamento Nacional de Álcool e Drogas (LENAD), e Garcia e Freitas (2015) destacam a elevada morbimortalidade atribuída ao uso abusivo. Sob a ótica epidemiológica, a cirrose é uma patologia crônica cujos danos são cumulativos, mas altamente sensíveis a variações de consumo. Nesse sentido, Probst *et al.* (2023) demonstram, via meta-análise, que a relação dose-resposta entre álcool e cirrose é acelerada na mortalidade, tornando-a um indicador fidedigno para avaliar políticas de preço. Rehm (2022) corrobora essa visão ao apontar o álcool

como o principal determinante da cirrose na América Latina, responsável por cerca de 60% da carga da doença, o que posiciona a tributação seletiva como uma estratégia de “*best buy*” recomendada pela OMS. Essa recomendação torna-se ainda mais premente no caso brasileiro, dado que o Ministério da Saúde aponta que o consumo está relacionado a 48,5% das mortes por cirrose hepática (BRASIL, 2024a), evidenciando que variações no consumo atual podem precipitar o óbito em populações já vulnerabilizadas por exposição histórica (HOLMES *et al.*, 2014).

Finalmente, a eficácia de instrumentos fiscais no Brasil foi validada por Souza e Medeiros (2020), que utilizaram o ICMS como instrumento para estimar os efeitos da tributação sobre o tabagismo via 2SLS. Os autores demonstraram que o aumento da carga tributária reduziu o consumo de fumo, resultando em uma queda estatisticamente significativa na mortalidade por doenças respiratórias, reforçando a plausibilidade de se utilizar o PMPF como ferramenta de identificação para políticas de saúde pública no país.



3

## 3

## METODOLOGIA E BASE DE DADOS

### 3.1 ESTRATÉGIA EMPÍRICA, JUSTIFICATIVA DO MODELO E ESCOLHA DO INSTRUMENTO

A escolha do modelo de Mínimos Quadrados em Dois Estágios (2SLS) justifica-se por três razões fundamentais. Primeiro, o consumo de álcool é potencialmente endógeno, afetado por fatores não observados, como normas culturais regionais e intensidade da fiscalização, que também influenciam a mortalidade hepática. Nessas condições, estimadores de MQO são viesados e inconsistentes (STAIGER; STOCK, 1997; BAUM et al., 2003). Segundo, a tributação seletiva é uma variável instrumental pertinente por afetar o consumo via canal de preços (SASSI, 2015). Terceiro, o uso do Preço Médio Ponderado ao Consumidor Final (PMPF) oferece uma variação normativa exógena.

O PMPF é um parâmetro fixado administrativamente pelas Secretarias de Fazenda estaduais no regime de Substituição Tributária (ICMS-ST). Ele funciona como um “preço presumido” para a base de cálculo do imposto e é periodicamente atualizado por atos normativos (portarias e resoluções). Essa arquitetura regulatória cria uma variação no preço efetivo que independe de choques locais de demanda. O logaritmo natural do PMPF foi utilizado para permitir a interpretação direta de elasticidades. Adicionalmente, aplicou-se a defasagem de um período  $t - 1$  especificamente à variável instrumental para assegurar que o choque fiscal preceda a decisão de consumo, mitigando riscos de simultaneidade contemporânea.

Para isolar a variação normativa relativa entre os estados, empregou-se o centramento pela média anual (*demean*). Este procedimento remove choques nacionais comuns, como a inflação e mudanças na política macroeconômica federal. Embora o centramento anual remova a variação temporal agregada, a identificação permanece robusta ao basear-se na variação *cross-section* entre as Unidades da Federação.

Um ponto central na estratégia de identificação refere-se à exclusão dos efeitos fixos de estado. Reconhece-se que a inclusão de

controles por unidade federativa seria desejável para captar heterogeneidades permanentes. Contudo, testes preliminares indicaram que tais efeitos absorviam quase a totalidade da variância do PMPF, reduzindo a estatística F para valores inferiores a 10, o que caracteriza o problema de instrumentos fracos. Assim, optou-se por um modelo que privilegia a relevância do instrumento, mitigando o risco de variáveis omitidas estaduais por meio da inclusão de controles socioeconômicos robustos (renda per capita, taxa de desemprego e analfabetismo), que atuam como proxies para as diferenças estruturais entre as regiões.

A estratégia do 2SLS ocorre em duas etapas. No primeiro estágio, estima-se o consumo de álcool previsto a partir do instrumento  $Z_{i,t-1} = -\log(PMPF_{i,t-1})$  centralizado por ano, dos controles socioeconômicos e de efeitos fixos de ano  $\gamma_t$ . No segundo estágio, a mortalidade por cirrose é regredida contra o consumo previsto. A força do instrumento é avaliada pela estatística F (STAIGER; STOCK, 1997). Em seguida, aplica-se o teste de Durbin-Wu-Hausman (DWH) para confirmar a endogeneidade da variável de consumo (litros per capita) e a necessidade do uso de 2SLS. Ressalta-se que o DWH testa a endogeneidade da regressora, e não a validade do instrumento. Para fins de robustez, estima-se também uma versão exploratória com dois instrumentos o  $\log(PMPF)$  defasado e sua versão centralizada), cujos resultados são comparados na Seção 4.

### 3.2 ESPECIFICAÇÃO DO MODELO ECONÔMICO COM DADOS EM PAINEL – 2SLS

O primeiro estágio do modelo 2SLS isola a variação do consumo explicada exclusivamente por choques tributários normativos. A equação é:

$$\text{Consumo\_Álcool}_{it} = \pi_0 + \pi_1 \cdot Z_{i,t-1} + \pi_2 \cdot X_{it} + \gamma_t + u_{it}$$

Onde:

$Z_{i,t-1} = -\log(PMPF_{i,t-1})$  centralizado por ano;

$X_{it}$  = vetor de controles socioeconômicos;

$\gamma_t$  = representa os efeitos fixos de ano; e

$u_{it}$  = termo de erro idiossincrático.

A opção pela inclusão exclusiva de efeitos fixos de ano  $\gamma_t$ , omitindo os efeitos fixos de estado  $\delta_i$ , fundamenta-se em um *trade-off* metodológico entre viés e relevância. Reconhece-se que o consumo e a mortalidade possuem forte heterogeneidade estrutural (cultura de consumo e padrões históricos). Contudo, o PMPF apresenta elevada variabilidade entre estados (*between*), mas baixa variação intra-estado (*within*) em janelas curtas. Testes de especificação indicaram que a inclusão de  $\delta_i$  absorvia a quase totalidade da variância identificadora do instrumento, resultando em uma estatística  $F < 10$ . Conforme Staiger e Stock (1997), instrumentos fracos geram estimativas mais enviesadas que o MQO. Para mitigar o risco de confundimento estrutural, o modelo utiliza um vetor robusto de controles  $X_{it}$  (renda, desemprego e analfabetismo) que atuam como proxies para as diferenças de desenvolvimento entre as Unidades da Federação.

O segundo estágio estima o impacto do componente exógeno do consumo sobre a taxa de mortalidade:

$$Taxa\_Cirrose_{it} = \alpha_0 + \beta_1 \cdot \widehat{Consumo\_Alcool}_{it} + \beta_2 \cdot X_{it} + \gamma_t + \varepsilon_{it}$$

Onde:

$\widehat{Consumo\_Alcool}_{it}$  = consumo previsto a partir do instrumento  $Z_{i,t-1} = -\log(\text{PMPF}_{i,t-1})$ ;

$X_{it}$  = vetor de controles socioeconômicos;

$\gamma_t$  = efeitos fixos por ano; e

$\varepsilon_{it}$  = termo de erro idiossincrático.

A exogeneidade do instrumento sustenta-se na separação institucional entre as políticas fazendárias e de saúde: o PMPF é definido para fins de arrecadação do ICMS-ST, sendo ortogonal às taxas de mortalidade hepática. Para assegurar a validade da inferência, os erros-padrão foram clusterizados por Unidade da Federação, corrigindo autocorrelação serial e heterocedasticidade.

A especificação utiliza o consumo em nível e o PMPF em logaritmo. Isso permite captar a elasticidade no primeiro estágio e a interpretação direta no segundo: o coeficiente  $\beta_1$  indica o aumento em óbitos por cada litro adicional de álcool puro per capita. Para lidar com a simultaneidade, onde o consumo e a mortalidade podem se retroalimentar, a abordagem de variáveis instrumentais isola apenas o

choque de oferta (preço), garantindo a direção da causalidade do consumo para a saúde.

### 3.3 VARIÁVEIS UTILIZADAS

A base de dados consiste em um painel balanceado de 27 Unidades da Federação (26 estados e o Distrito Federal), cobrindo o período de 2010 a 2021, com a exclusão de 2020 devido às distorções provocadas pela pandemia de Covid-19. A interrupção ou atraso na coleta de dados, reconhecida por órgãos como o SIM/DATASUS e o CISA, comprometeria a comparabilidade das séries. O painel final possui 297 observações.

O estudo utilizou as variáveis descritas na Tabela 1.

Tabela 1 – Variáveis utilizada (2010 a 2021)			
Variável	Tipo	Descrição	Fonte de Dados
Taxa_Cirrose	Dependente	Taxa de óbitos por cirrose hepática (por 100 mil habitantes)	CISA – Centro de Informações sobre Saúde e Álcool (2023); DATASUS – Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM/MS)
Consumo_Álcool	Endógena	Consumo estimado de álcool puro <i>per capita</i> (litros/pessoa/ano)	Organização Mundial da Saúde (OMS); Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS); Global Health Observatory Data Repository
<u>PMPF<sub>Ajustado</sub></u>	Instrumental auxiliar	Valor do PMPF após ajustes normativos, em R\$ correntes, construído a partir de trajetória-base indexada à inflação e choques normativos	Secretarias Estaduais da Fazenda (SEFAZ) – Decretos, Portarias e Atos Normativos (2010–2021); ajustado pelo IPCA (IBGE)

		específicos por ano.	
<u>logPMPF(IV)</u>	Instrumental	Logaritmo natural do PMPF (defasado em t – 1 e centralizado por ano)	Baseado nos PMPFs oficiais das Secretarias de Fazenda Estaduais
<u>logPMPF<sub>demeaned</sub>(IVprincipal)</u>	Instrumental	log(PMPF) centralizado pela média anual (demeaned), defasado em t – 1. Elimina choques nacionais comuns e preserva variação relativa entre estados	Cálculo próprio a partir dos dados oficiais de PMPF e deflatores IPCA (IBGE)
Renda_Média	Controle	Rendimento médio mensal da população residente (R\$ correntes)	IBGE – Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNAD Contínua)
Taxa_Desemprego	Controle	Percentual da população economicamente ativa em situação de desocupação	IBGE – PNAD Contínua
Taxa_Analfabetismo	Controle	Percentual da população com mais de 15 anos que não sabe ler e escrever	IBGE – PNAD Contínua

Fonte: elaborado pelo autor.

A Taxa de Cirrose (óbitos por 100 mil habitantes) é a variável dependente e representa o principal desfecho em saúde pública associado ao consumo crônico de álcool (WHO, 2018; REHM *et al.*, 2010). A escolha dessa métrica justifica-se pela disponibilidade de dados no SIM/DATASUS e pela alta associação epidemiológica com o álcool (LARANJEIRA *et al.*, 2014). O uso da taxa permite a comparabilidade entre estados com populações distintas

O Consumo de Álcool (litros de álcool puro per capita) é a variável endógena, instrumentada pelo PMPF. Optou-se por manter esta

variável em nível (litros), enquanto o instrumento é logaritimizado. Embora essa "mistura de escalas" (log-nível) difira do modelo clássico de elasticidades (log-log), ela é preferível em avaliações de impacto em saúde. Essa especificação permite que o coeficiente do segundo estágio seja lido diretamente como o aumento absoluto no número de óbitos para cada litro adicional consumido, facilitando a interpretação para a formulação de políticas públicas e a análise de custo-benefício sanitário.

O PMPF\_ajustado reflete o valor normativo em reais correntes. O logPMPF (logaritmo natural) é utilizado para captar a relação multiplicativa entre preço tributário e demanda, suavizando assimetrias.

O logPMPF é o logaritmo natural do PMPF ajustado. A utilização da transformação logarítmica justifica-se por duas razões principais: (i) a relação entre preço e consumo tende a ser multiplicativa, de modo que o log permite interpretações em termos de elasticidades; e (ii) a distribuição logarítmica reduz assimetrias e suaviza variações extremas, contribuindo para maior estabilidade econométrica do modelo.

O logPMPF\_demeaned corresponde ao  $\log(PMPF)$  centralizado pela média anual. Essa construção elimina a influência de choques comuns a todos os estados, como a inflação nacional, preservando apenas a variação relativa entre estados dentro de cada período. Ressalta-se que, embora o modelo inclua efeitos fixos de ano, o uso do instrumento centralizado atua como uma dupla filtragem de robustez, garantindo que a identificação no primeiro estágio seja extraída exclusivamente da variação transversal (*cross-section*), tornando a estimativa mais imune a tendências temporais agregadas que poderiam inflar a relevância do instrumento.

As variáveis de controle, Renda Média, Taxa de Desemprego e Taxa de Analfabetismo, são incluídas para reduzir o viés de omissão. Para a consistência do estimador 2SLS, assume-se que esses controles são plausivelmente exógenos ou, ao menos, variáveis pré-determinadas em relação ao desfecho de mortalidade hepática contemporânea. A Renda Média e o Desemprego ajustam o modelo para choques de renda que afetam a capacidade de compra, enquanto o Analfabetismo atua como uma *proxy* para o capital humano e o acesso a informações preventivas, fatores que são estruturais e não reagem imediatamente a variações na gestão hospitalar.

A Taxa\_Desemprego indica o percentual da população economicamente ativa em situação de desocupação. É utilizada como variável de controle porque o desemprego está associado tanto à renda disponível quanto a comportamentos de risco em saúde, incluindo consumo de álcool.

A Taxa\_Analfabetismo indica a proporção da população com mais de 15 anos que não sabe ler e escrever. É um controle socioeconômico relevante porque níveis de escolaridade impactam a compreensão de riscos associados ao álcool e o acesso a serviços de saúde.

A Tabela 2 apresenta as estatísticas descritivas das variáveis utilizadas na estimação do modelo.

Tabela 2 – Estatísticas Descritivas das Variáveis Utilizadas na Análise							
Variável	Média	Desvio Padrão	Mínimo	1º Quartil	Mediana	3º Quartil	Máximo
Taxa_Cirrose (óbitos/100 mil hab.)	5.75	1.36	2.44	4.64	5.89	6.94	8.30
Consumo_Álcool (L/pessoa)	15.95	2.89	9.5	13.8	15.8	18.0	24.1
log(Consumo) — MA(3)	2.75	0.16	2.36	2.64	2.75	2.87	3.10
PMPF Ajustado (R\$)	4.48	1.00	2.53	3.75	4.38	5.10	7.34
log(PMPF)	1.47	0.22	0.92	1.32	1.47	1.63	1.99
log(PMPF) — Centralizado por Ano	0.0	0.13	-0.28	-0.10	-0.005	0.10	0.22

Renda Média (R\$)	2049.32	582.49	1133.76	1628.55	1960.99	2313.04	4303.89
Taxa de Desemprego (%)	10.10	3.85	2.94	7.45	9.49	12.25	26.83
Taxa de Analfabetismo (%)	8.15	4.65	1.43	4.67	6.13	12.32	18.54

Fonte: Elaborado pelo autor

A taxa de cirrose apresentou média de 5,75 óbitos por 100 mil habitantes, com valores variando entre 2,44 e 8,30, revelando heterogeneidade moderada entre estados. O consumo anual de álcool *per capita* teve média de 15,95 litros por pessoa/ano, mediana de 15,8 litros e máxima de 24,1 litros, indicando distribuição relativamente simétrica, mas com alguns estados apresentando consumo bem acima da média nacional.

O PMPF\_ajustado apresentou média de R\$ 4,48, com dispersão significativa (mínimo de R\$ 2,53 e máximo de R\$ 7,34), confirmando sua utilidade empírica como fonte de variação normativa. A transformação logarítmica suavizou a distribuição (*média*  $\approx$  1,48; desvio – padrão  $\approx$  0,22), enquanto a versão centralizada por ano removeu choques comuns, preservando apenas diferenças relativas entre estados, cruciais para identificação com efeitos fixos de tempo.

Em relação aos controles, a renda média foi de aproximadamente R\$ 2.049 (DP  $\approx$  R\$ 582,49), a taxa de desemprego teve média de 10,1%, variando entre 2,94% e 26,8%, e a taxa de analfabetismo foi, em média, 8,15%, com valores entre 1,43% e 18,54%. Essa heterogeneidade socioeconômica reforça a importância da inclusão desses controles no modelo, pois capturam diferenças estruturais entre estados.



4

## 4

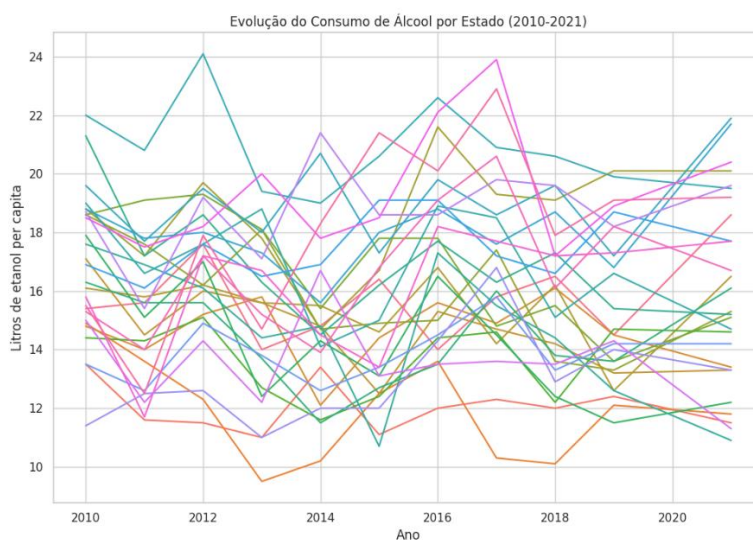
## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esta seção apresenta os resultados empíricos obtidos por meio da estimação do modelo de Mínimos Quadrados em Dois Estágios (2SLS), cujo objetivo é examinar a relação entre o consumo de álcool *per capita* e a taxa de mortalidade por cirrose hepática nos estados brasileiros, utilizando o Preço Médio Ponderado ao Consumidor Final (PMPF) como variável instrumental.

### 4.1 ANÁLISE DESCRITIVA E VISUAL DOS DADOS

Antes de proceder à análise dos testes e estimações, apresenta-se o comportamento visual das variáveis principais. A Figura 1 ilustra a evolução temporal do consumo per capita de álcool puro nas Unidades da Federação entre 2010 e 2021. Observa-se uma heterogeneidade acentuada entre os estados, com variações que refletem tanto choques econômicos locais quanto mudanças em hábitos de consumo. Esse cenário reforça a relevância de investigar o impacto dessa exposição na saúde pública brasileira, dada a manutenção de patamares elevados em estados específicos.

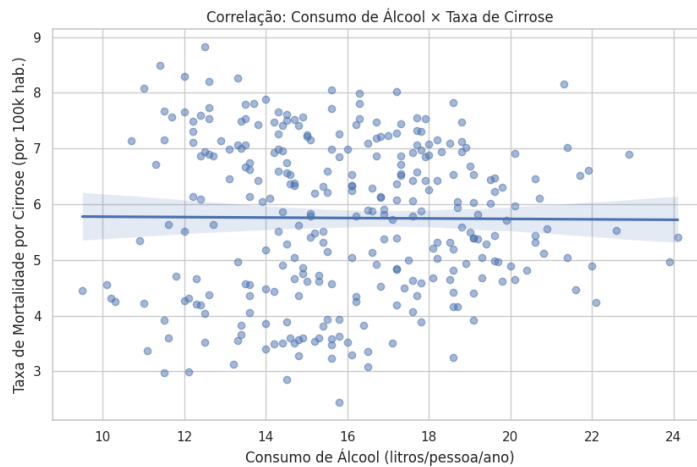
**Figura 1** – Evolução do Consumo de Álcool por Estado (2010-2021)



Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Complementarmente, a Figura 2 apresenta a correlação entre o consumo de etanol e a taxa de mortalidade por cirrose hepática. O gráfico de dispersão sugere uma associação positiva, indicando que aumentos no consumo médio da população tendem a ser acompanhados por um incremento nos desfechos de óbitos por doenças hepáticas crônicas, corroborando a hipótese de endogeneidade que justifica o uso da variável instrumental

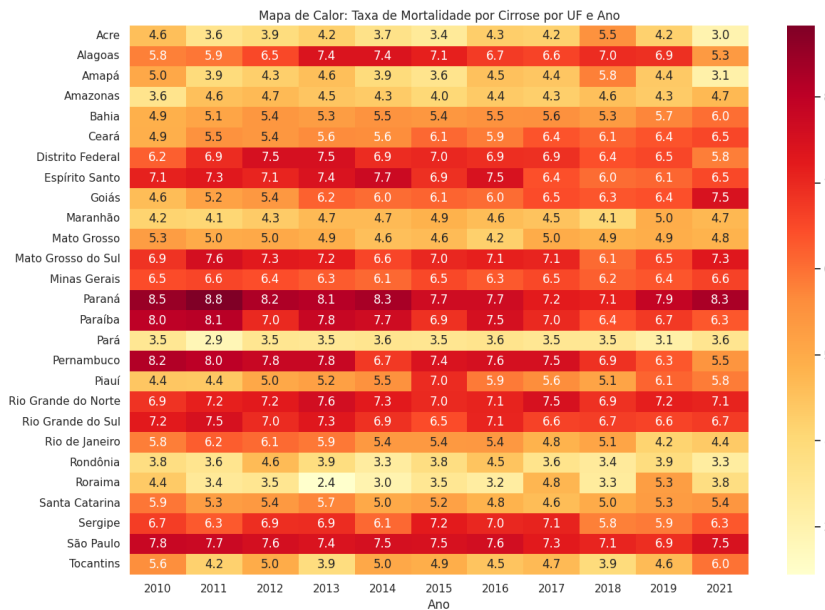
**Figura 2** – Correlação entre Consumo de Álcool e Taxa de Cirrose



Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Por fim, a distribuição espacial e temporal da mortalidade por cirrose é detalhada no mapa de calor da Figura 3. A visualização permite identificar concentrações geográficas de alta incidência, sugerindo que variações na tributação estadual e fatores socioeconômicos locais exercem papel determinante na dinâmica da doença no país.

**Figura 3 – Distribuição da Taxa de Mortalidade por Cirrose por UF e Ano**



Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

## 4.2 TESTES DE ESPECIFICAÇÃO

A robustez da estimação foi avaliada por diagnósticos econométricos rigorosos. O teste de Durbin–Wu–Hausman (DWH) foi aplicado na equação estrutural para testar a exogeneidade da variável de consumo. A hipótese nula  $H_0$  de que o consumo é exógeno foi rejeitada  $p < 0,001$ , indicando que as estimativas de MQO seriam inconsistentes. Esse resultado confirma a necessidade do estimador 2SLS para corrigir o viés de endogeneidade.

No primeiro estágio, o instrumento  $\log(\text{PMPF})$  defasado e centralizado apresentou o sinal negativo esperado pela teoria da demanda, com significância estatística. A estatística F de exclusão foi de 22,61, superando o limiar de Staiger e Stock (1997), o que afasta o risco de instrumentos fracos. Ressalta-se que a centralização por ano (*demean*) é necessária para isolar choques normativos específicos de cada estado, removendo a variância temporal comum (como a inflação nacional). Embora essa transformação reduza a variância total, a força do teste F garante que a variação transversal (*cross-section*) remanescente é suficiente para a identificação. A opção por não incluir efeitos fixos de estado justifica-se tecnicamente: a baixa variação do PMPF dentro dos estados (*within*) faria com que tais efeitos

absorvessem a variância identificadora, enfraquecendo o instrumento e gerando estimativas imprecisas.

Dessa forma, a estratégia de identificação optou por priorizar a força e a relevância do instrumento ( $F\text{-stat} = 22,61$ ). Para mitigar o risco de viés por variáveis omitidas invariantes no tempo (específicas de cada estado), o modelo utiliza a centralização por ano (*demean*) e um conjunto robusto de controles socioeconômicos (renda e desocupação), garantindo que a variação explorada seja aquela que efetivamente impacta a mortalidade após o choque tributário.

Adicionalmente, foram realizados testes formais de heterocedasticidade de Breusch–Pagan (BP) e de White.

Tabela 3 – Testes de Heterocedasticidade — Modelos OLS Correspondentes aos Estágios do 2SLS			
Equação	Teste	Estatística	p-Valor
2º estágio (OLS)	Breusch–Pagan	40.9649	0.00005
2º estágio (OLS)	White	10.6164	0.00495
1º estágio (OLS)	Breusch–Pagan	3.3148	0.99290
1º estágio (OLS)	White	12.3266	0.00211
Forma reduzida (OLS)	Breusch–Pagan	16.9313	0.15220
Forma reduzida (OLS)	White	11.6793	0.00291

Fonte: Elaborado pelo autor

Os testes de heterocedasticidade de Breusch-Pagan e White nas versões OLS (Tabela 3) serviram como diagnóstico preliminar. No primeiro estágio, o alto p-valor do teste BP 0,993 sugere uma falta de poder estatístico para detectar variações na estrutura dos resíduos, enquanto o teste de White, mais abrangente, identificou heterocedasticidade e possíveis erros de especificação. No segundo estágio, ambos os testes confirmaram a variância não constante, o que é esperado em dados regionais brasileiros.

Para tratar essas questões, a inferência do modelo final não se baseia na correção HCl simples, mas sim na clusterização dos erros-

padrão por Unidade da Federação. Essa abordagem é a estratégia de robustez mais relevante para este estudo, pois corrige simultaneamente a heterocedasticidade e a correlação intragrupo (autocorrelação serial), garantindo que os testes de hipótese sejam válidos mesmo diante da heterogeneidade estrutural entre os estados.

No segundo estágio (OLS), ambos os testes convergiram na rejeição da homocedasticidade, o que é esperado em painéis com variáveis socioeconômicas e marcante heterogeneidade regional. Essas divergências reforçam a necessidade de adoção de erros-padrão robustos clusterizados por unidade federativa. Mais do que a simples correção HCl, a clusterização é a estratégia recomendada para assegurar inferência consistente, pois corrige simultaneamente a heterocedasticidade e a correlação intragrupo (autocorrelação serial) típica de dados estaduais acompanhados ao longo do tempo, garantindo a validade dos testes de hipótese mesmo diante da fragilidade de poder de testes específicos.

### 4.3 RESULTADOS DA ESTIMAÇÃO 2SLS

A estratégia baseada em variáveis instrumentais exige a verificação conjunta de dois estágios. O primeiro estágio avalia a relevância do instrumento (o logaritmo do PMPF defasado e centralizado). Já o segundo estágio estima o impacto do componente exógeno do consumo sobre a mortalidade. Como o modelo é exatamente identificado, a exogeneidade não é passível de teste formal (como o de *Hansen*), sendo sustentada por argumentos institucionais de que o PMPF responde a critérios arrecadatários e não epidemiológicos.

Tabela 4 – Resultados da Regressão 2SLS (1º Estágio)				
Variável	Coefficiente	Erro-Padrão Robusto	Valor-p	Intervalo de Confiança (95%)
logPMPF (IV)	-0.365	0.080	<0.001	[-0.523 ; -0.207]
Renda Média	0.0012	0.0008	0.146	[-0.0004 ; 0.0028]
Taxa de Desemprego	0.0185	0.0421	0.667	[-0.065 ; 0.102]

Taxa de Analfabetismo	0.1620	0.1514	0.287	[-0.137 ; 0.461]
Efeitos Fixos	Ano incluído	—	—	—
Observações	297	—	—	—
R <sup>2</sup> ajustado	0.691	—	—	—
F do 1º estágio (Staiger–Stock)	22.61	—	<0.001	—
R <sup>2</sup> <sub>parcial</sub>	0.090	—	—	—

Fonte: Elaborado pelo autor. Notas: Erros-padrão robustos (HCl). Intervalos de confiança a 95%. F de exclusão do 1º estágio (Staiger–Stock).

A Tabela 4 apresenta os resultados do primeiro estágio. O coeficiente do  $\log(PMPF)$  foi de  $-0,365$   $p < 0,001$ . Embora sugira uma relação negativa entre preço normativo e consumo, deve-se interpretá-la como a correlação necessária para a identificação, e não como uma elasticidade-preço final de mercado. Os controles socioeconômicos não foram estatisticamente significativos, mas sua inclusão visa mitigar riscos de confundimento por heterogeneidades estruturais, embora não garanta, por si só, a consistência absoluta do estimador.

Os controles socioeconômicos, renda média  $p = 0,146$ , taxa de desemprego  $p = 0,667$  e taxa de analfabetismo  $p = 0,287$ , não se mostraram estatisticamente significativos. Ainda assim, sua inclusão melhora a plausibilidade da especificação ao mitigar o risco de confundimento por heterogeneidades estruturais observáveis entre os estados, muito embora não garanta, isoladamente, a consistência do estimador de variáveis instrumentais. O modelo apresentou  $R^2$  ajustado de 0,691, indicando o ajuste global da regressão do primeiro estágio.

Exercícios de robustez, como o teste de placebo temporal (defasagem  $t + 2$ ), confirmaram que o instrumento não possuía poder preditivo em períodos que antecedem a política fiscal, reforçando a cronologia causal. Adicionalmente, a estimação sem a média móvel (MA3) manteve a coerência dos dados.

Tabela 5 – Resultados da Regressão 2SLS (2º Estágio)

Variável	Coefficiente	Erro-Padrão Robusto	Valor-p	Intervalo de Confiança (95%)
Consumo de Alcool (IV)	16.282	8.809	0.066	[-1.086 ; 33.650]
Renda Média	-0.0036	0.0140	0.796	[-0.031 ; 0.024]
Taxa de Desemprego	-0.0011	0.2475	0.996	[-0.487 ; 0.484]
Taxa de Analfabetismo	-0.5450	1.8542	0.769	[-4.179 ; 3.090]
Efeitos Fixos	Ano incluídos	—	—	—
Observações	297	—	—	—

Fonte: Elaborado pelo autor. Erros-padrão robustos (HCl) clusterizados por UF. Intervalos de confiança de 95%. Coeficiente do consumo é obtido via 2SLS com IV baseado em PMPF defasado ( $-\log(PMPF_{i,t-1})$  centralizado por ano)

A Tabela 5 expõe os resultados estruturais. O coeficiente do consumo instrumentado foi positivo  $\hat{\beta} = 16,28$ , com  $p$  – valor de 0,066. Este ponto estimado sugere uma magnitude substantiva: 1 litro adicional per capita estaria associado a cerca de 16 óbitos extras por 100 mil habitantes. Contudo, o resultado é estatisticamente impreciso ao nível de 5%, e o intervalo de confiança [-1,086 ; 33,650] inclui o zero. Portanto, os achados devem ser lidos como evidências sugestivas de uma associação positiva, limitada pela variabilidade amostral.

Os controles socioeconômicos (renda média, desemprego e analfabetismo) não apresentaram significância estatística no modelo principal. Ressalta-se que a ausência de significância nessas variáveis de controle não implica, necessariamente, na primazia do consumo de álcool como único determinante, mas reflete a dificuldade de isolar efeitos parciais em uma amostra com as características do presente painel.

Quanto à estrutura, manteve-se apenas os efeitos fixos de ano  $\gamma_t$ . Reconhece-se que a exclusão dos efeitos fixos de estado  $\delta_i$  é uma fragilidade que pode manter algum viés de heterogeneidade não observada. Entretanto, testes indicaram que a inclusão de  $\delta_i$  absorvia a variação identificadora do PMPF o  $R^2$  parcial caía para  $\approx 0,02$  e o  $F$  para  $\approx$

1,9, inviabilizando a estimação por instrumentos fracos. Optou-se, assim, por preservar a força do instrumento no primeiro estágio, admitindo-se o risco de imprecisão no segundo estágio.

No tocante ao ajuste do modelo, nota-se que o  $R^2$  em estimações de variáveis instrumentais não possui a interpretação convencional de proporção da variância explicada e, em muitos casos, não é comparável ao do MQO (WOOLDRIDGE, 2010). No presente estudo, o valor reportado serve apenas como referência de diagnóstico, devendo-se priorizar a análise da consistência dos coeficientes e da força do instrumento  $F = 22,61$ .

Em síntese, os resultados oferecem subsídios para a discussão de políticas públicas, indicando que a tributação via PMPF é um canal de transmissão relevante para o desestímulo ao consumo, ainda que o impacto final sobre a mortalidade apresente a imprecisão estatística discutida.

#### **4.4 NÚMERO DE INSTRUMENTOS, SOBREIDENTIFICAÇÃO**

O modelo principal desta pesquisa é exatamente identificado, utilizando um único instrumento  $Z_{i,t-1} = \log(PMPF)_{i,t-1}$  (centralizado por ano) para uma variável endógena (consumo). Nesta especificação, não é matematicamente possível aplicar testes de sobreidentificação, como Sargan ou Hansen. Portanto, a validade do instrumento não repousa em testes de restrição de exclusão, mas sim na fundamentação teórica institucional e no teste de relevância (F).

Para fins de avaliação de robustez e para permitir a execução de testes de diagnóstico adicionais, foi estimada uma versão alternativa sobreidentificada com dois instrumentos, adicionando-se o  $\log(PMPF)_{i,t-1}$  não centralizado ao conjunto de instrumentos. Nesta versão com dois IVs, o teste de Hansen resultou em um p-valor elevado de aproximadamente 0,98 o que sugere a validade das restrições de sobreidentificação. Contudo, dado que os instrumentos são altamente correlacionados, o teste apresenta baixa potência, o que reforça a escolha pela especificação parcimoniosa com instrumento único, que evita redundâncias e problemas de superidentificação artificial. Como os resultados de magnitude e significância permaneceram praticamente inalterados entre as duas versões, a versão de um único IV foi mantida como a principal.

Os diagnósticos de força do instrumento para a versão principal (I IV) mostraram-se consistentes. No primeiro estágio, a estatística F de exclusão foi de 22,61, superando o limiar de Staiger e Stock (1997). Em testes adicionais adaptados para erros-padrão clusterizados, a estatística de Kleibergen–Paap (KP) apresentou valor de 5,11  $p = 0,025$ . Embora o KP sugira uma força moderada do instrumento e esteja abaixo de limiares conservadores para amostras pequenas, ele confirma a relevância da variável instrumental frente à alternativa de instrumentos fracos.

No segundo estágio, o coeficiente do consumo instrumentado manteve-se em 16,28  $p = 0,066$ . O teste de Wu-Hausman apresentou estatística elevada (119,59;  $p < 0,001$ ), rejeitando a exogeneidade do consumo no modelo de MQO. Isso confirma que, apesar das limitações de precisão inerentes ao tamanho da amostra, a abordagem por variáveis instrumentais é o caminho metodológico necessário para garantir a consistência dos resultados e corrigir o viés de endogeneidade.

#### **4.5 INTERPRETAÇÃO ECONÔMICA E IMPLICAÇÕES DE POLÍTICA PÚBLICA**

A recomendação prática, portanto, é interpretar o resultado do 2º estágio com prudência, mas reconhecer que os diagnósticos de relevância e a direção do efeito estimado sustentam a utilização do PMPF como instrumento forte e válido para a identificação do efeito do consumo sobre o desfecho de saúde.

O instrumento baseado no PMPF apresentou associação negativa e estatisticamente significativa com o consumo de álcool no primeiro estágio. Do ponto de vista aplicado, esse conjunto de evidências confirma a existência de um canal preço-consumo operando por meio de parâmetros tributários. Isso indica que elevações no PMPF, enquanto preço normativo que baliza a carga tributária retida, são eficazes para reduzir o consumo de álcool per capita.

No segundo estágio, o coeficiente associado ao consumo instrumentado foi positivo  $\hat{\beta} = 16,28$ , apresentando significância estatística ao nível de 10%  $p = 0,066$ . Embora o efeito não atinja o nível padrão de 5% e o intervalo de confiança a 95% seja amplo (-1,086 ; 33,650), destaca-se a elevada significância econômica do resultado. A magnitude do impacto estimado, uma redução de aproximadamente

16,28 óbitos por 100 mil habitantes para cada unidade de álcool puro reduzida, representa um desfecho de extrema relevância para a formulação de políticas públicas. Sob a ótica do bem-estar social, tal redução indica que a tributação via PMPF possui um potencial de eficácia expressivo na preservação de vidas, sugerindo que a relevância substantiva do impacto para a saúde pública sobrepõe-se à interpretação estritamente conservadora dos limiares de significância estatística.

Em termos de política pública, os achados sugerem que o PMPF é um instrumento plausível para desencorajar o consumo (1º estágio). No entanto, a conexão direta com a redução da mortalidade por cirrose (2º estágio) carece de evidência estatística robusta ao nível de 5%. Ademais, a validade causal dessa interpretação depende da premissa de que não existem fatores fixos por estado não observados que estejam correlacionados simultaneamente com o consumo e a mortalidade. Uma vez que a inclusão de efeitos fixos estaduais inviabilizou a força do instrumento, a interpretação aqui apresentada assume o risco de que parte da variação captada possa advir de heterogeneidades estruturais das Unidades da Federação, e não exclusivamente do choque tributário.

A recomendação prática, portanto, é reconhecer a utilidade do PMPF como ferramenta de controle de demanda, mas tratar o impacto final sobre desfechos de saúde crônicos como uma tendência que requer estudos futuros com séries temporais mais longas e maior poder estatístico para ser plenamente confirmada.

## **4.6 LIMITAÇÕES E AMEAÇAS À VALIDADE DO INSTRUMENTO**

Apesar da robustez estatística do PMPF como instrumento, é necessário reconhecer potenciais ameaças à sua validade externa e interna, de modo a garantir a transparência da inferência causal.

Primeiramente, deve-se considerar a possibilidade de manipulação política. Embora o PMPF seja um parâmetro normativo, sua fixação pelas Secretarias de Fazenda estaduais pode sofrer pressões de *lobbies* setoriais ou necessidades fiscais imediatas, o que poderia inserir uma componente de endogeneidade política no instrumento.

Em segundo lugar, variações no mix de marcas predominantes e na dinâmica do mercado local podem influenciar o PMPF independentemente de decisões fiscais. Como o indicador reflete um preço médio ponderado, mudanças nas preferências dos consumidores por marcas mais baratas ou caras alteram o instrumento sem representar, necessariamente, um choque de política tributária "puro".

Por fim, choques econômicos estaduais podem afetar simultaneamente o consumo e a mortalidade (via estresse e acesso à saúde) e a política de preços das bebidas. Embora o modelo controle por renda e desemprego, reconhece-se que tais variáveis mitigam, mas não eliminam totalmente, o risco de correlação residual entre o instrumento e o termo de erro da equação de saúde.



5

## 5

## CONCLUSÃO

O presente estudo investigou a relação entre o consumo de álcool e a mortalidade por cirrose hepática no Brasil, avaliando a tributação seletiva como instrumento de política pública. Foram utilizados dados em painel compostos pelas 27 Unidades da Federação no período de 2010 a 2021, com exclusão estratégica do ano de 2020 devido às distorções causadas pela pandemia de *Covid-19*.

O modelo econométrico foi estimado via Mínimos Quadrados em Dois Estágios (2SLS), empregando como variável instrumental o Preço Médio Ponderado ao Consumidor Final (PMPF). Testes econométricos confirmaram a relevância do instrumento ( $F=22,61$ ), afastando a hipótese de instrumento fraco. Contudo, ressalta-se que a exogeneidade do instrumento depende da hipótese teórica e institucional de que as decisões fiscais estaduais são ortogonais aos indicadores de saúde pública. Em modelos exatamente identificados, essa premissa não é passível de teste estatístico formal, repousando na plausibilidade do argumento de separação entre as políticas fazendária e sanitária.

No primeiro estágio, verificou-se uma associação negativa e estatisticamente significativa entre o PMPF e o consumo de álcool  $\hat{\pi} = -0,365$ ;  $p < 0,001$ , confirmando que o mecanismo de transmissão via preço é um canal eficaz para o desestímulo à demanda. No segundo estágio, o coeficiente associado ao consumo instrumentado foi positivo  $\hat{\beta} = 16,28$ , com  $p$ -valor de 0,066. Como o intervalo de confiança a 95% inclui o zero  $[-1,086 ; 33,650]$ , os resultados não permitem afirmar um efeito causal estrito ao nível de significância de 5%. Devem, portanto, ser interpretados como evidência sugestiva de magnitude substantiva, porém estatisticamente imprecisa, refletindo a variabilidade dos dados amostrais.

Uma limitação crítica deste estudo refere-se à impossibilidade técnica de incluir efeitos fixos de estado no modelo sem comprometer a força do instrumento. Como a inclusão de tais efeitos absorveria a variação identificadora do PMPF, o modelo assume a suposição forte de que não existem características estruturais estáveis de cada estado que correlacionem simultaneamente o consumo e a mortalidade.

Consequentemente, não se pode garantir que o instrumento capte exclusivamente choques normativos, podendo parte de sua variação refletir heterogeneidades regionais não observadas.

Do ponto de vista de política pública, os achados indicam que a manipulação normativa do PMPF é um mecanismo plausível para desencorajar o consumo de álcool. Todavia, a significância marginal encontrada recomenda prudência nas inferências. Este estudo abre espaço para pesquisas futuras que, munidas de séries temporais mais longas e maior granularidade, possam testar a robustez desses achados sob novas condições de identificação e aprofundar o entendimento sobre o papel da tributação seletiva no enfrentamento dos danos associados ao álcool.



# REFERÊNCIAS

# REFERÊNCIAS

## REFERÊNCIAS

ANDERSON, P.; CHISHOLM, D.; FUHR, D. C. Effectiveness and cost-effectiveness of policies and programmes to reduce the harm caused by alcohol. *The Lancet*, v. 373, n. 9682, p. 2234–2246, 2009.

ANGRIST, J. D.; & PISCHKE, J.-S. *Mostly harmless econometrics: an empiricist's companion*. Princeton: Princeton University Press, 2009.

BABOR, T. F. et al. *Alcohol: no ordinary commodity – research and public policy*. 2. ed. Oxford: Oxford University Press, 2010.

BLUNDELL, R.; BOND, S. GMM estimation with persistente panel data: an application to production functions. *Econometric Reviews*, v. 19, n. 3, p. 321–340, 2000.

BONI, R. B. D.; BASTOS, F. I. Understanding alcohol-related indicators from population surveys. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 38, n. 3, 2022. DOI: 10.1590/0102-311X00055221.

BRASIL. Ministério da Saúde. VIGITEL Brasil 2019: vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico. Brasília: MS, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/>. Acesso em: 29 jun. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. Nota Técnica Conjunta n. 263/2024 – SVSA/SAPS/SAES/MS: Justificativa técnica para tributação seletiva de bebidas alcoólicas e produtos com cafeína adicionada. Brasília: MS, 2024a. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/>. Acesso em: 30 jun. 2025.

CAMERON, A. C.; TRIVEDI, P. K. *Microeconometrics: methods and applications*. New York: Cambridge University Press, 2005.

CHALOUPKA, F. J.; GROSSMAN, M.; SAFFER, H. Os efeitos do preço no consumo de álcool e nos problemas relacionados ao álcool. *Alcohol Research & Health*, v. 26, n. 1, p. 22–34, 2002.

CISA – Centro de Informações sobre Saúde e Álcool. Estatísticas de consumo e doenças relacionadas. Disponível em: <https://www.cisa.org.br>. Acesso em: 29 jun. 2025.

COOK, P. J.; MOORE, M. J. Environment and persistence in youthful drinking patterns. In: GRUBER, J. (ed.). Risky behavior among youths: an economic analysis. Chicago: University of Chicago Press, 2001. p. 375–438.

DATASUS – Departamento de Informática do SUS. Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM). Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br>. Acesso em: 29 jun. 2025.

HAUSMAN, J. A. Specification tests in econometrics. *Econometrica* v. 46, n. 6, p. 1251–1271, 1978.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Nacional de Saúde 2013: percepção do estado de saúde, estilos de vida e doenças crônicas. Rio de Janeiro: IBGE, 2014. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 29 jun. 2025.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Nacional de Saúde 2019: atenção primária, saúde bucal e atividade física. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 29 jun. 2025.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Tributação no Brasil: estudos, ideias e propostas. Brasília: IPEA, 2017. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/>. Acesso em: 30 jun. 2025.

JEE, Y.; PARK, S.; YUK, E.; CHO, S.-i. Alcohol Consumption and Cigarette Smoking among Young Adults: An Instrumental Variable Analysis Using Alcohol Flushing. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 18, n. 21, p. 11392, 2021.

KENKEL, D.; FANG, H.; YEN, S. Alcohol taxes and health outcomes: evidence from panel data. NBER Working Paper n. 22281, 2016. Disponível em: <https://www.nber.org/papers/w22281>. Acesso em: 30 jun. 2025.

MARTINEZ, A. L. et al. Tributação seletiva de bebidas alcoólicas no Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 36, supl. 1, e00167719, 2020.

NASCIMENTO, S. P. do. Guerra fiscal e competição tributária entre os estados. *Estudos Econômicos (São Paulo)*, v. 38, n. 1, p. 71–96, jan./abr. 2008.

OECD – Organization for Economic Co-operation and Development. Preventing harmful alcohol use. Paris: OECD Publishing, 2021.

REHM, J.; IMTIAZ, S.; KEHOE, T.; et al. The relationship between different dimensions of alcohol use and health outcomes — an update. *Addiction*, v. 112, n. 6, p. 968–1001, 2017. DOI: 10.1111/add.13757.

SAFFER, H.; GROSSMAN, M. Beer taxes, the legal drinking age, and youth motor vehicle fatalities. *Journal of Legal Studies*, v. 16, n. 2, p. 351–374, 1987.

SASSI, F. (Org.). Tackling harmful alcohol use: economics and public health policy. Paris: OECD Publishing, 2015.

SCHMIDT, Laura A.; TAM, Tammy W.; LARSON, Mary Jo. Sources of biased inference in alcohol and drug services research: an instrumental variable approach. *Substance Abuse Treatment, Prevention, and Policy*, v. 7, n. 1, p. 1-9, 2012. DOI: 10.1186/1747-597X-7-12.

STAIGER, D.; STOCK, J. H. Instrumental variables regression with weak instruments. *Econometrica*, v. 65, n. 3, p. 557–586, 1997.

TEIXEIRA, A. C. M. Guerra fiscal e incentivos: efeitos sobre economia regional. 2014. 117 f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

WHITE, H. A heteroskedasticity-consistent covariance matrix estimator and a direct test for heteroskedasticity. *Econometrica*, v. 48, n. 4, p. 817–838, 1980.

WHO – World Health Organization. Global status report on alcohol and health 2018. Geneva: World Health Organization, 2018. Disponível em: <https://www.who.int/>. Acesso em: 30 jun. 2025.

WHO – World Health Organization. Resource tool on alcohol taxation and pricing policies. Geneva: World Health Organization, 2015. Disponível em: <https://iris.who.int/>. Acesso em: 30 jun. 2025.

WOOLDRIDGE, J. M. *Econometric analysis of cross-section and panel data*. 2. ed. Cambridge: MIT Press, 2010.

ZEILEIS, A.; HOTHORN, T. *AER: Applied Econometrics with R*. R package (v. 1.2-10). Disponível em: <https://cran.r-project.org/web/packages/AER/>. Acesso em: 29 jun. 2025.

MANTHEY, J. Global monitoring of alcohol use and harm: are we on track? *The Lancet Biomedical Health*, v. 8, n. 1, p. 1-10, 2021. Disponível em: <https://www.thelancet.com/>. Acesso em: 12 jan. 2026.

PROBST, C. et al. The relationship between alcohol consumption and liver cirrhosis mortality: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Hepatology*, v. 78, n. 4, p. 700-715, 2023. Disponível em: <https://www.journal-of-hepatology.eu/>. Acesso em: 12 jan. 2026.

REHM, J. Alcohol as a primary cause of liver cirrhosis: worldwide and regional distribution. Geneva: World Health Organization / Centre for Addiction and Mental Health, 2022. Disponível em: <https://iris.who.int/>. Acesso em: 12 jan. 2026.



idp

Bo  
pro  
cit  
ref  
Ness  
são e

**idp**

A ESCOLHA QUE  
**TRANSFORMA**  
O SEU CONHECIMENTO