

# **Semana 3**

## Crime e Segurança Pública

Ricardo Dahis

PUC-Rio, Departamento de Economia

2023.1



“Crime at the beach” by NightCafe AI art generator



"Policemen Kissing" by Banksy

# Hoje

1

Estatísticas da Segurança Pública

2

Teoria Econômica do Crime

- Modelo de Becker
- Será que indivíduos são racionais e respondem a incentivos?

3

Correlação e Causalidade

- Correlação
- Correlação vs Causalidade

4

RCT, Estudo de Evento e Diferenças em Diferenças

- Estudo Randomizado Controlado (RCT)
- Estudo de Evento
- Diferenças em Diferenças

5

Mais estatísticas da segurança pública

# 1. Estatísticas da Segurança Pública

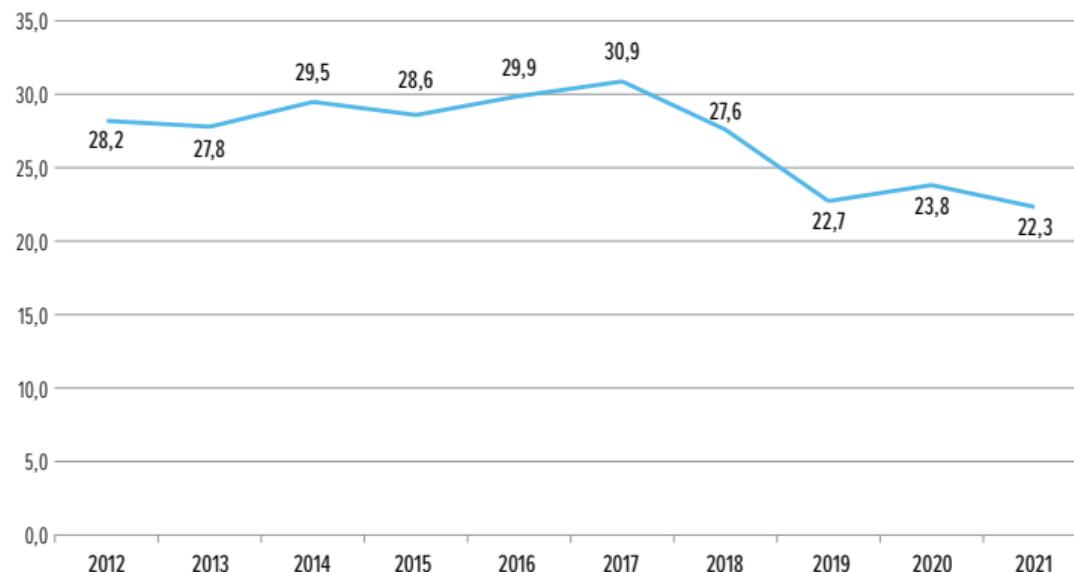
# Estatísticas da Segurança Pública

- ▶ Criminalidade
  - Mortes violentas intencionais
  - Roubo de celulares
  - Estelionato
  - Tráfico e posse de entorpecentes
  - Violência doméstica, feminicídio e estupro
- ▶ Letalidade policial
- ▶ Número de armas de fogo
- ▶ Gastos com segurança pública e privada
- ▶ Sistema prisional
- ▶ As tabelas e gráficos a seguir foram extraídos do Anuário Brasileiro de Segurança Pública de 2022, elaborado pelo Fórum Brasileiro de Segurança Pública

# Mortes Violentas Intencionais (casos por 100 mil habitantes)

**GRÁFICO 01**

Taxa de Mortes Violentas Intencionais no Brasil



**Fonte:** Secretarias Estaduais de Segurança Pública e/ou Defesa Social; Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); Fórum Brasileiro de Segurança Pública.

# O Brasil é um país bem perigoso comparado ao resto do mundo

## QUADRO 02<sup>(1)</sup>

Comparação Internacional dos números e taxas de homicídios  
Países Selecionados, 2020

País	No. Abs.	Taxa por 100 mil habitantes	Proporção em relação ao total dos países com dados informados
<b>Total 102 países com dados em 2020</b>	<b>232.676</b>	...	...
Jamaica	1.331	44,95	0,6
Honduras	3.598	36,33	1,5
África do Sul	19.846	33,46	8,5
México	36.579	28,37	15,7
Santa Lucia	52	28,32	0,0
Belize	102	25,65	0,0
Colômbia	11.520	22,64	5,0
Brasil (1)	47.772	22,45	20,4
Dominica	15	20,84	0,0
Guiana	157	19,86	0,1
Estados Unidos	21.570	6,52	9,3
Índia	40.651	2,95	17,5
Alemanha	782	0,93	0,3

Fonte: DataUNODC

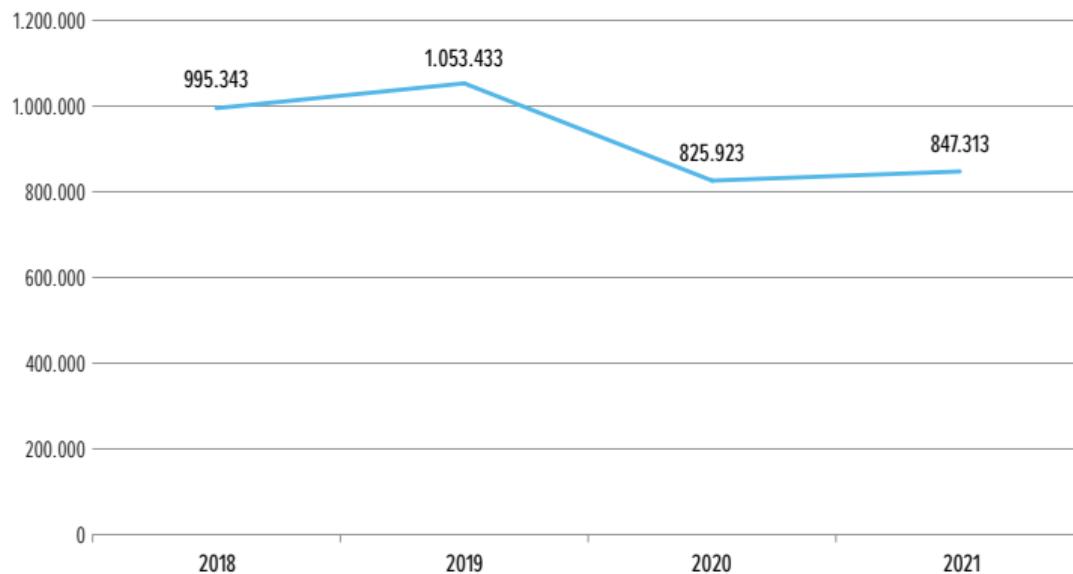
(1) O número de casos que o UNODC utiliza é o fornecido pelo SIM/DATASUS e não corresponde ao total de Mortes Violentas Intencionais - MVI, que tem por base os registros policiais. Pelos dados policiais, em 2020, foram registrados 50.448 casos, agravando ainda mais o cenário descrito.

# Crimes contra o Patrimônio - Celulares

**GRÁFICO 23**

Roubo e furto de celulares

*Brasil, 2018 – 2021*



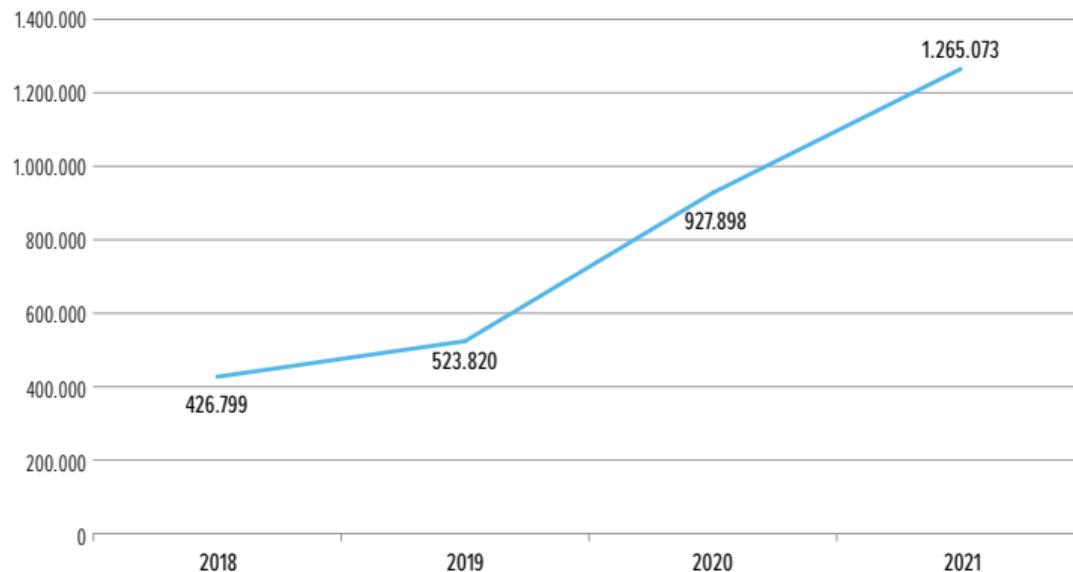
**Fonte:** Secretarias Estaduais de Segurança Pública e/ou Defesa Social; Polícia Civil do Distrito Federal; Polícia Civil de Minas Gerais; Instituto de Segurança Pública/RJ (ISP); Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); Fórum Brasileiro de Segurança Pública.

# Crimes contra o Patrimônio - Estelionato

**GRÁFICO 24**

Número de registros de estelionato

*Brasil, 2018 – 2021*



**Fonte:** Secretarias Estaduais de Segurança Pública e/ou Defesa Social; Polícia Civil do Distrito Federal; Polícia Civil de Minas Gerais; Instituto de Segurança Pública/RJ (ISP); Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); Fórum Brasileiro de Segurança Pública.

# Entorpecentes

**TABELA 17**

Tráfico de entorpecentes e Posse e Uso de entorpecentes

*Brasil e Unidades da Federação – 2020-2021*

Brasil e Unidades da Federação	Tráfico de Entorpecentes					Posse e Uso de Entorpecentes				
	Ns. Absolutos		Taxas <sup>(1)</sup>		Variação (%)	Ns. Absolutos		Taxas <sup>(1)</sup>		Variação (%)
	2020 <sup>(2)</sup>	2021	2020	2021		2020 <sup>(2)</sup>	2021	2020	2021	
<b>Brasil</b>	<b>190.563</b>	<b>184.586</b>	<b>90,0</b>	<b>86,5</b>	<b>-3,8</b>	<b>146.210</b>	<b>164.879</b>	<b>69,0</b>	<b>77,3</b>	<b>11,9</b>

**Fonte:** Secretarias Estaduais de Segurança Pública e/ou Defesa Social; Instituto de Segurança Pública/RJ (ISP); Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); Fórum Brasileiro de Segurança Pública.

(...) Informação não disponível.

(1) Taxas por 100 mil habitantes.

(2) Atualização das informações publicadas no Anuário Brasileiro de Segurança Pública, ano 15, 2021.

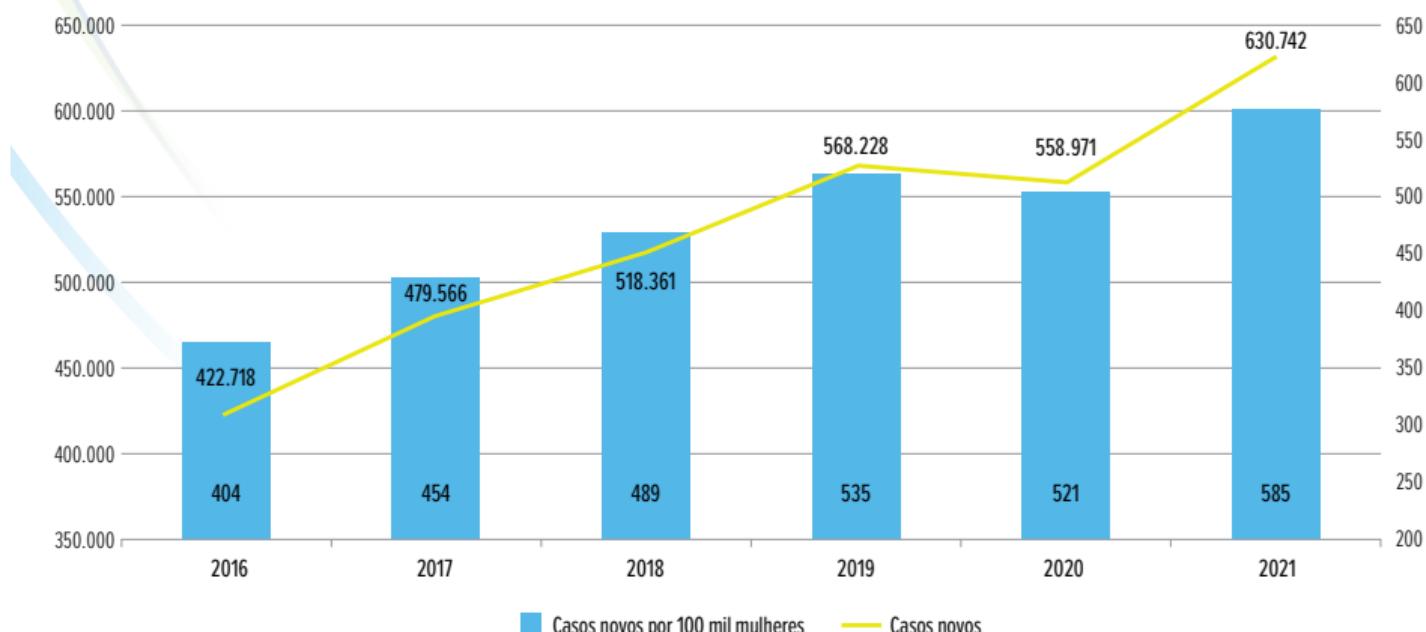
(3) Os números de Posse e Uso de Entorpecentes referem-se à natureza de “Drogas - consumo pessoal”.

# Violência Doméstica - Aumentou ou passou a ser mais reportado?

**GRÁFICO 28**

Número de casos novos de violência doméstica no CNJ

Brasil - 2016 a 2021



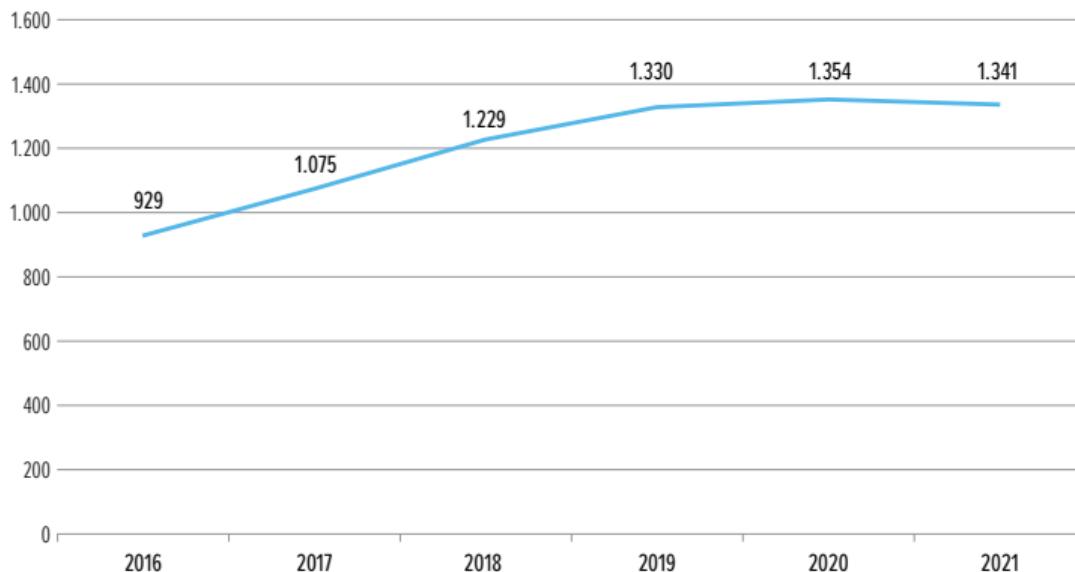
**Fonte:** Monitoramento da Política Judiciária Nacional de Enfrentamento à Violência contra as Mulheres; Conselho Nacional de Justiça.

# Feminicídios - Aumentou ou passou a ser mais reportado?

**GRÁFICO 30**

Número de feminicídios

*Brasil, 2016-2021*

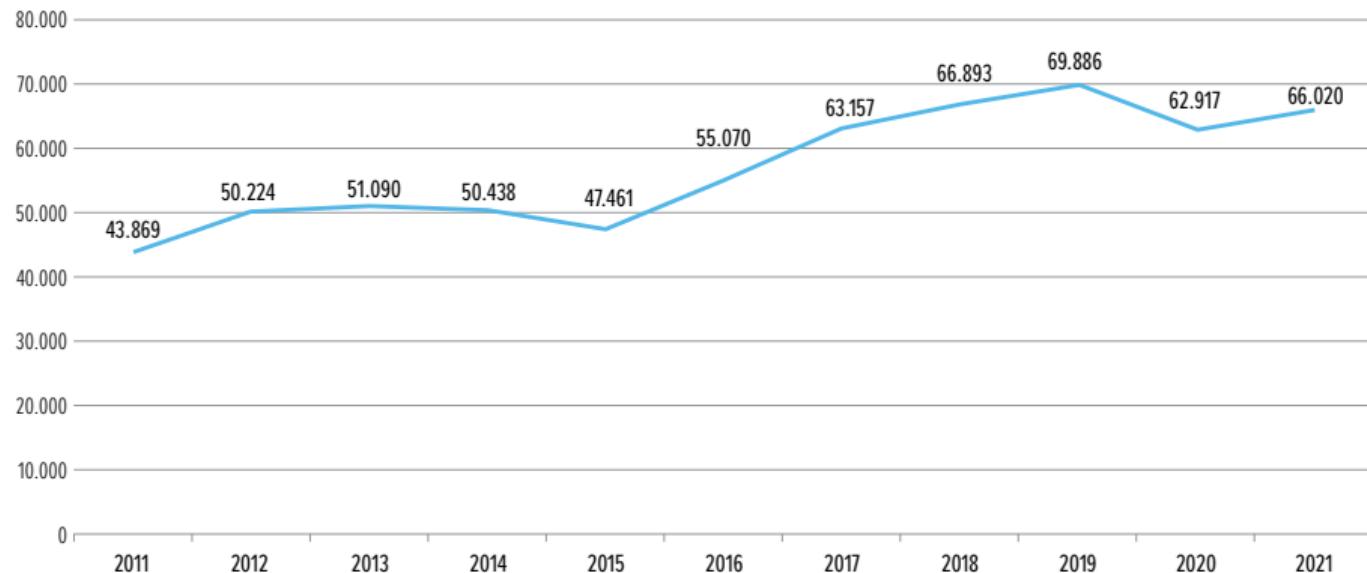


**Fonte:** Secretarias Estaduais de Segurança Pública e/ou Defesa Social; Observatório de Análise Criminal / NAT / MPAC; Coordenadoria de Informações Estatísticas e Análises Criminais - COINE/RN; Instituto de Segurança Pública/RJ (ISP); Fórum Brasileiro de Segurança Pública.

# Estupro - Aumentou ou passou a ser mais reportado?

**GRÁFICO 39**

Evolução do número de estupros e estupros de vulnerável  
Brasil - 2011-2021



**Fonte:** Secretarias Estaduais de Segurança Pública e/ou Defesa Social; Instituto de Segurança Pública/RJ (ISP); Fórum Brasileiro de Segurança Pública.

# Letalidade Policial

**TABELA 08**

Policiais Civis e Militares vítimas de CVLI, em serviço e fora de serviço<sup>(1)</sup>  
*Brasil e Unidades da Federação – 2020-2021*

Grupos segundo qualidade dos dados <sup>(2)</sup>	Brasil e Unidades da Federação	Policiais Civis mortos em confronto em serviço		Policiais Militares mortos em confronto em serviço		Policiais Civis mortos em confronto ou por lesão não natural fora de serviço		Policiais Militares mortos em confronto ou por lesão não natural fora de serviço	
		Ns. Absolutos		Ns. Absolutos		Ns. Absolutos		Ns. Absolutos	
		2020 <sup>(5)</sup>	2021	2020 <sup>(5)</sup>	2021	2020 <sup>(5)</sup>	2021	2020 <sup>(5)</sup>	2021
Brasil		14	9	46	34	20	23	142	124

Grupos segundo qualidade dos dados <sup>(2)</sup>	Brasil e Unidades da Federação	Total						Variação (%)	
		Ns. Absolutos		Taxa <sup>(3) (4)</sup>					
		2020 <sup>(5)</sup>	2021	2020	2021	2020	2021		
Brasil		222	190	0,4	0,4	-	-12,0		

## 2. Teoria Econômica do Crime

## 2. Teoria Econômica do Crime

### 2.1. Modelo de Becker

$$\beta_j = e_j = \frac{dC_j}{d\bar{r}_j} \cdot \frac{\bar{r}_j}{C_j} > 0$$

$\hat{E} < k'ab$

$$C_j \left( \frac{1 - \frac{1}{\beta_j}}{1 + \frac{1}{\beta_j}} \right)^{\frac{b_j \beta_j}{\beta_j + b_j} \left( 1 - \frac{1}{\beta_j} \right)} \cdot (a_j \alpha_j)^{\frac{b_j \beta_j}{\beta_j + b_j} \left( 1 - \frac{1}{\beta_j} \right)} \cdot a_j$$

$$f(a) = \frac{1}{N_2 - N_1}$$

$$b_j = b \quad \beta_j = \beta$$

$$E_{jp} = X_{jp} + \int_0^c r_j(C) f_j dC$$

$$r_j \equiv \frac{d(\bar{r}_j C_j)}{dC_j} = \bar{r}_j \left( 1 + \frac{1}{e_j} \right) \quad i_j \equiv S_j \left( 1 + \frac{1}{e_j} \right) = \bar{r}_j \equiv$$

$$\bar{r} = \frac{1}{C} \int_0^c r(C) dC \quad C_j = k^* a_j b \quad e_j \equiv \frac{dC_j}{d\bar{r}_j} \cdot \frac{r_j}{C_j} \quad E_j = k \quad \bar{r}_j = D_j(C_j) = a_j C_j^{-1/b}$$

$$S_j(C_j) = \frac{1}{\alpha_j} C_j^{1/\beta_j}$$

$$E_j = \bar{r}_j C_j, \text{ all } p.$$

$$i = S(C_j) \quad i_j \equiv \frac{d(i_j C_j)}{dC_j} = \bar{r}_j \left( 1 + \frac{1}{e_j} \right)$$

$$\bar{r}_j = D_j(C_j) \quad \frac{d\bar{r}_j}{dC_j} \leq 0 \quad \frac{dij}{dC_j} \geq 0 \quad f'(E) = \frac{da}{dE} f(a) \quad e_j \equiv$$

$$b_j = -e_j = \frac{-dC_j}{d\bar{r}_j} \cdot \frac{\bar{r}_j}{C_j}$$

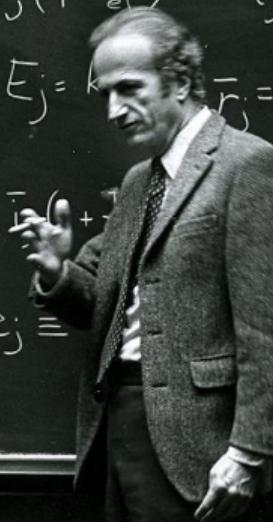


Figure 1: Gary Becker (1930 - 2014), Prêmio Nobel de Economia em 1992

# Como economistas pensam a política pública em segurança pública

## ► Modelo de Becker

- Micro-fundamentado: análise da decisão **racional** do indivíduo de cometer um crime

- Indivíduo comete crime caso:

Utilidade de cometer crime > Utilidade de não cometer crime

- Objetivo da política pública:

$\downarrow$  Utilidade de cometer crime

$\uparrow$  Utilidade de não cometer crime

## Modelo de Becker

- Indivíduo comete crime caso:

Utilidade de cometer crime > Utilidade de não cometer crime

- Qual a utilidade esperada de cometer um crime?

- Valor que o indivíduo dá aos ganhos do crime:  $u(ganhos)$
- Valor que o indivíduo dá ao cenário no qual é preso:  $u(preso)$
- Probabilidade de ser preso:  $p$

- Indivíduo comete crime caso:

$$p \times u(preso) + (1 - p) \times u(ganhos) > u(\text{não cometer crime})$$

## Modelo de Becker

- Indivíduo comete crime caso:

Utilidade de cometer crime > Utilidade de não cometer crime

- Qual a utilidade esperada de cometer um crime?

- Valor que o indivíduo dá aos ganhos do crime:  $u(ganhos)$
- Valor que o indivíduo dá ao cenário no qual é preso:  $u(preso)$
- Probabilidade de ser preso:  $p$

- Indivíduo comete crime caso:

$$p \times u(preso) + (1 - p) \times u(ganhos) > u(\text{não cometer crime})$$

# Modelo de Becker e políticas públicas

- Indivíduo comete crime caso:

$$p \times u(\text{preso}) + (1 - p) \times u(\text{ganhos}) > u(\text{não cometer crime})$$

- Muitas políticas públicas podem ser pensadas como formas de alterar os parâmetros do modelo
  - Mais policiamento
  - Sentenças mais duras
  - Mais publicidade sobre sentenças
  - Fiscalização de venda de mercadorias roubadas
  - Investimento em esporte, cultura e lazer

# Modelo de Becker e políticas públicas

- Indivíduo comete crime caso:

$$p \times u(\text{preso}) + (1 - p) \times u(\text{ganhos}) > u(\text{não cometer crime})$$

- Muitas políticas públicas podem ser pensadas como formas de alterar os parâmetros do modelo
  - Mais policiamento
  - Sentenças mais duras
  - Mais publicidade sobre sentenças
  - Fiscalização de venda de mercadorias roubadas
  - Investimento em esporte, cultura e lazer

## Modelo de Becker e políticas públicas

- Indivíduo comete crime caso:

$$p \times u(\text{preso}) + (1 - p) \times u(\text{ganhos}) > u(\text{não cometer crime})$$

- Muitas políticas públicas podem ser pensadas como formas de alterar os parâmetros do modelo
  - Mais policiamento
  - Sentenças mais duras
  - Mais publicidade sobre sentenças
  - Fiscalização de venda de mercadorias roubadas
  - Investimento em esporte, cultura e lazer

## Exercício 1

- ▶ Suponha que Rita receba um salário anual de 10.000 reais.
  - $\omega = 10.000$
- ▶ Rita deve tomar a decisão de roubar ou não roubar 2.100 reais de uma igreja
  - A probabilidade de ser presa, caso cometa o crime, é de 20%
  - Para Rita, o custo de ser presa é equivalente a 1.000 unidades de utilidade
- ▶ A função de utilidade de Rita é:
  - $u_i(\text{presa}) = \sqrt{y_i} - 1.000$
  - $u_i(\text{não foi presa}) = \sqrt{y_i}$
  - $y_i$  representa a renda total
- ▶ Rita rouba o dinheiro da igreja?
- ▶ **Exercício 2:** E se em vez de 2.100 reais, a igreja tem 990.000 reais disponíveis para roubo?

## Exercício 3

- ▶ Suponha que Margarida receba um salário anual de 10.000 reais.
  - $\omega = 10.000$
- ▶ Margarida deve tomar a decisão de roubar ou não roubar 2.100 reais de uma igreja
  - A probabilidade de ser presa, caso cometa o crime, é de 20%
  - Para Margarida, o custo de ser presa é equivalente a 1.000 unidades de utilidade
- ▶ A função de utilidade de Margarida é:
  - $u_i(\text{presa}) = \sqrt{y_i} - 1.000 - 1.000.000$
  - $u_i(\text{não foi presa e cometeu crime}) = \sqrt{y_i} - 1.000.000$
  - $u_i(\text{não foi presa e não cometeu crime}) = \sqrt{y_i}$
  - $y_i$  representa a renda total
- ▶ Margarida rouba o dinheiro da igreja?
  - O que pode justificar um peso tão negativo na utilidade de Margarida de cometer um crime?

## Críticas ao modelo de Becker

- ▶ No modelo, o indivíduo é racional
  - Isto é, as preferências do individuo são completas, transitivas e satisfazem as propriedades de continuidade, e independência
  - Vocês acham que isso representa bem as pessoas que consideram cometer um crime?
- ▶ O individuo tem perfeita informação de todos os parâmetros do modelo
  - Será que as pessoas sabem a probabilidade de serem presas caso cometam um crime?
- ▶ O modelo é estático (não é dinâmico)
  - Porém, é razoável pensar que as decisões de cometer crime são sequenciais e dependentes de ações passadas
  - Em um modelo estático, onde indivíduos são racionais e tem perfeita informação do futuro, piorar as condições no sistema penitenciário é uma política pública que reduz a criminalidade

## Críticas ao modelo de Becker

- ▶ No modelo, o indivíduo é racional
  - Isto é, as preferências do individuo são completas, transitivas e satisfazem as propriedades de continuidade, e independência
  - Vocês acham que isso representa bem as pessoas que consideram cometer um crime?
- ▶ O individuo tem perfeita informação de todos os parâmetros do modelo
  - Será que as pessoas sabem a probabilidade de serem presas caso cometam um crime?
- ▶ O modelo é estático (não é dinâmico)
  - Porém, é razoável pensar que as decisões de cometer crime são sequenciais e dependentes de ações passadas
  - Em um modelo estático, onde indivíduos são racionais e tem perfeita informação do futuro, piorar as condições no sistema penitenciário é uma política pública que reduz a criminalidade

## Críticas ao modelo de Becker

- ▶ No modelo, o indivíduo é racional
  - Isto é, as preferências do individuo são completas, transitivas e satisfazem as propriedades de continuidade, e independência
  - Vocês acham que isso representa bem as pessoas que consideram cometer um crime?
- ▶ O individuo tem perfeita informação de todos os parâmetros do modelo
  - Será que as pessoas sabem a probabilidade de serem presas caso cometam um crime?
- ▶ O modelo é estático (não é dinâmico)
  - Porém, é razoável pensar que as decisões de cometer crime são sequenciais e dependentes de ações passadas
  - Em um modelo estático, onde indivíduos são racionais e tem perfeita informação do futuro, piorar as condições no sistema penitenciário é uma política pública que reduz a criminalidade

## 2. Teoria Econômica do Crime

2.2. Será que indivíduos são racionais e respondem a incentivos?

## Será que indivíduos são racionais?

- ▶ Do ponto de vista da Economia, é importante entender se indivíduos tomam decisões de forma racional
- ▶ Racionalidade implica que todos (exceto, talvez, indivíduos com alguma deficiência ou incapacidade mental) respondem, em certo grau, a mudanças nos custos e benefícios esperados da atividade criminal
  - Indivíduos racionais respondem a incentivos de forma previsível
  - Somente desta forma, podemos prever o efeito de uma política pública
- ▶ Muitas críticas à rationalidade são apenas críticas a versões mais simples do modelo de Becker
  - O modelo pode incorporar falta de informação, decisões dinâmicas, estigma, custos psicológicos ou morais, etc
- ▶ A seguir, veremos um estudo econômico que mensura o efeito de perda de emprego e a importância do seguro desemprego sobre crime

## Será que indivíduos são racionais?

- ▶ Do ponto de vista da Economia, é importante entender se indivíduos tomam decisões de forma racional
- ▶ Racionalidade implica que todos (exceto, talvez, indivíduos com alguma deficiência ou incapacidade mental) respondem, em certo grau, a mudanças nos custos e benefícios esperados da atividade criminal
  - Indivíduos racionais respondem a incentivos de forma previsível
  - Somente desta forma, podemos prever o efeito de uma política pública
- ▶ Muitas críticas à rationalidade são apenas críticas a versões mais simples do modelo de Becker
  - O modelo pode incorporar falta de informação, decisões dinâmicas, estigma, custos psicológicos ou morais, etc
- ▶ A seguir, veremos um estudo econômico que mensura o efeito de perda de emprego e a importância do seguro desemprego sobre crime

## Será que indivíduos são racionais?

- ▶ Do ponto de vista da Economia, é importante entender se indivíduos tomam decisões de forma racional
- ▶ Racionalidade implica que todos (exceto, talvez, indivíduos com alguma deficiência ou incapacidade mental) respondem, em certo grau, a mudanças nos custos e benefícios esperados da atividade criminal
  - Indivíduos racionais respondem a incentivos de forma previsível
  - Somente desta forma, podemos prever o efeito de uma política pública
- ▶ Muitas críticas à rationalidade são apenas críticas a versões mais simples do modelo de Becker
  - O modelo pode incorporar falta de informação, decisões dinâmicas, estigma, custos psicológicos ou morais, etc
- ▶ A seguir, veremos um estudo econômico que mensura o efeito de perda de emprego e a importância do seguro desemprego sobre crime

# Efeito de perda de emprego e seguro desemprego sobre crime

*Econometrica*, Vol. 90, No. 4 (July, 2022), 1393–1423

## THE EFFECT OF JOB LOSS AND UNEMPLOYMENT INSURANCE ON CRIME IN BRAZIL

DIOGO G. C. BRITTO

Bocconi University, BAFFI-CAREFIN, CLEAN, GAPPE/UFPE, and IZA

PAOLO PINOTTI

Bocconi University, BAFFI-CAREFIN, CLEAN, and CEPR

BRENO SAMPAIO

Federal University of Pernambuco and GAPPE/UFPE

# Britto, Pinotti e Sampaio (2022)

- ▶ Perguntas de pesquisa:
  - Qual o efeito da perda de emprego na probabilidade de cometer um crime?
  - Será que o Seguro-Desemprego tem efeito mitigante?
- ▶ Dados:
  - RAIS (2009 - 2017): Universo de informação sobre emprego formal e salário
  - Universo de casos criminais no sistema judiciário brasileiro
  - Registro de seguro desemprego e outras transferências
- ▶ Estratégia Empírica:
  - Compara o comportamento criminal de trabalhadores que perderam o emprego por causa de demissões em massa (onde ele não teve culpa) com trabalhadores parecidos em outras empresas
  - Utiliza uma descontinuidade no programa de Seguro-Desemprego
    - Trabalhadores que receberam o benefício faz menos de 16 meses não tem direito a receber novamente

# Britto, Pinotti e Sampaio (2022)

- ▶ Perguntas de pesquisa:
  - Qual o efeito da perda de emprego na probabilidade de cometer um crime?
  - Será que o Seguro-Desemprego tem efeito mitigante?
- ▶ Dados:
  - RAIS (2009 - 2017): Universo de informação sobre emprego formal e salário
  - Universo de casos criminais no sistema judiciário brasileiro
  - Registro de seguro desemprego e outras transferências
- ▶ Estratégia Empírica:
  - Compara o comportamento criminal de trabalhadores que perderam o emprego por causa de demissões em massa (onde ele não teve culpa) com trabalhadores parecidos em outras empresas
  - Utiliza uma descontinuidade no programa de Seguro-Desemprego
    - Trabalhadores que receberam o benefício faz menos de 16 meses não tem direito a receber novamente

# Britto, Pinotti e Sampaio (2022)

- ▶ Perguntas de pesquisa:
  - Qual o efeito da perda de emprego na probabilidade de cometer um crime?
  - Será que o Seguro-Desemprego tem efeito mitigante?
- ▶ Dados:
  - RAIS (2009 - 2017): Universo de informação sobre emprego formal e salário
  - Universo de casos criminais no sistema judiciário brasileiro
  - Registro de seguro desemprego e outras transferências
- ▶ Estratégia Empírica:
  - Compara o comportamento criminal de trabalhadores que perderam o emprego por causa de demissões em massa (onde ele não teve culpa) com trabalhadores parecidos em outras empresas
  - Utiliza uma descontinuidade no programa de Seguro-Desemprego
    - Trabalhadores que receberam o benefício faz menos de 16 meses não tem direito a receber novamente

# Emprego e taxa de homicídio estão negativamente correlacionadas

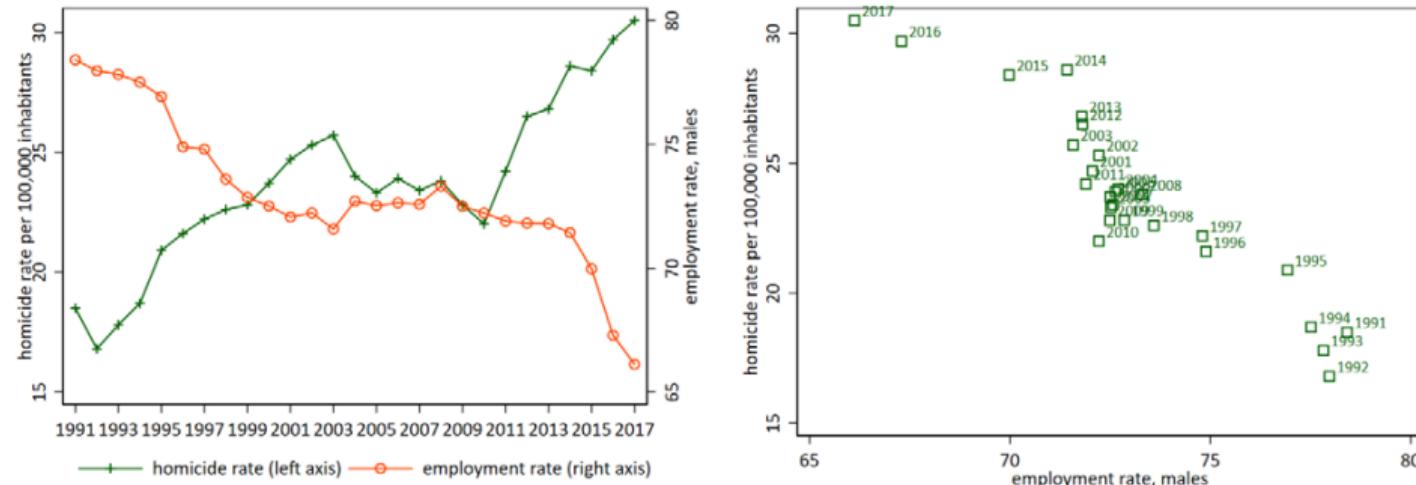
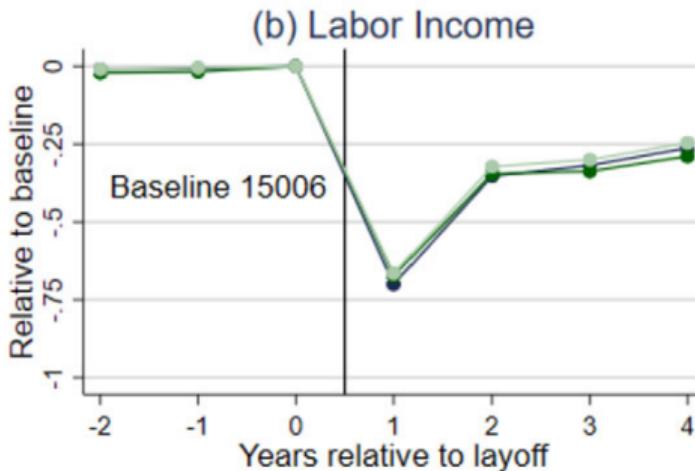
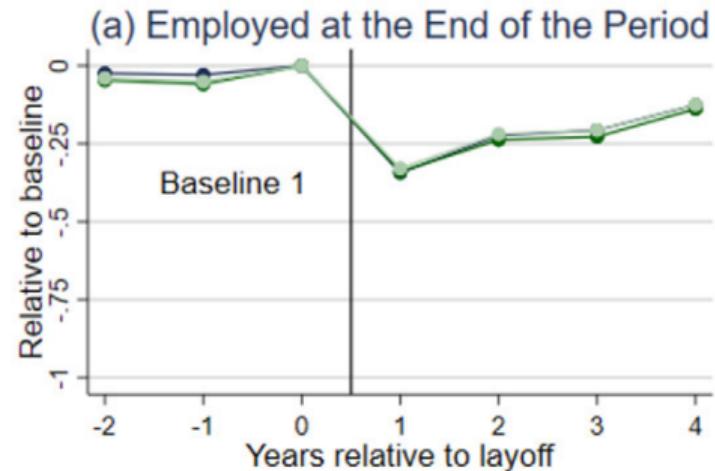
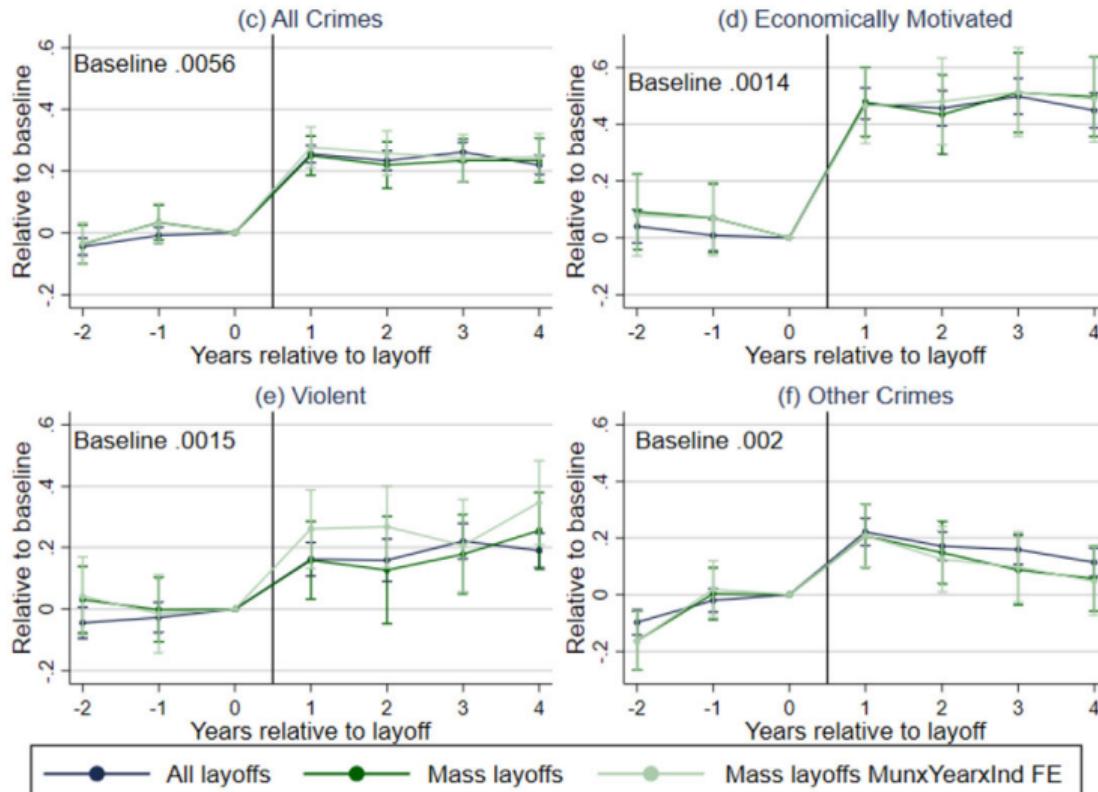


FIGURE 1.—Homicides and employment in Brazil, 1991–2017. *Notes:* The left graph shows the evolution of the homicide rate per 100,000 inhabitants (left vertical axis) and the male employment rate (right vertical axis) in Brazil over the 1991–2017 period. The right graph plots the relationship between the two variables over time.

## Pessoas demitidas em massa demoram para conseguir outro emprego



A perda de emprego aumenta a probabilidade de processo criminal em 0.12 pontos percentuais, ou 23%



## Seguro-Desemprego

- ▶ Na média, pessoas recebem Seguro-Desemprego recebem 80% do salário pré-demissão
  - Os benefícios duram no máximo 5 meses
- ▶ Os autores encontram que a criminalidade é 21% menor nos primeiros 6 meses após a demissão para trabalhadores elegíveis ao Seguro-Desemprego, em comparação com trabalhadores não elegíveis (que usaram os recursos nos 16 meses anteriores)
- ▶ O efeito do seguro desemprego (-21%) cancela o efeito da demissão (+23%) sobre criminalidade
- ▶ Dito isso, o efeito é transitório e termina logo após o vencimento dos benefícios

## Implicações para modelos de crime

- ▶ O principal mecanismo pelo qual a perda de emprego afeta o comportamento criminal é por restrições de liquidez
- ▶ Os autores também encontraram efeitos grandes sobre crimes sem motivação econômica
  - Esses resultados confirmam a previsão teórica de Ehrlich (1973)

“since those who hate need not respond to incentives any differently from those who love or are indifferent to the well-being of others, the analysis would apply, with some modifications, to crimes against the person as well as to crime involving material gains”

“independent changes in legitimate market opportunities may also have a systematic effect on participation in crimes against the person”
  - O estresse psicológico após a perda do emprego também pode ser relevante como mecanismo de aumento do comportamento criminal

## Implicações para políticas públicas

- ▶ Políticas de assistência social tem um efeito de redução da criminalidade
- ▶ Seguro-desemprego pode cancelar o efeito da perda de emprego sobre comportamento criminal, especialmente para aqueles que tem restrições de liquidez
  - Entretanto, o comportamento criminal aumenta quando o benefício termina
  - Portanto, o auxílio financeiro deve ser acompanhado de políticas públicas que aceleram o retorno dos trabalhadores ao mercado de trabalho. Desta forma, indivíduos conseguirão manter uma renda estável e deixar de contar com assistência temporária
- ▶ A política pública deve ter como alvo os grupos mais vulneráveis, uma vez que tem maior probabilidade de cometer um crime após a demissão

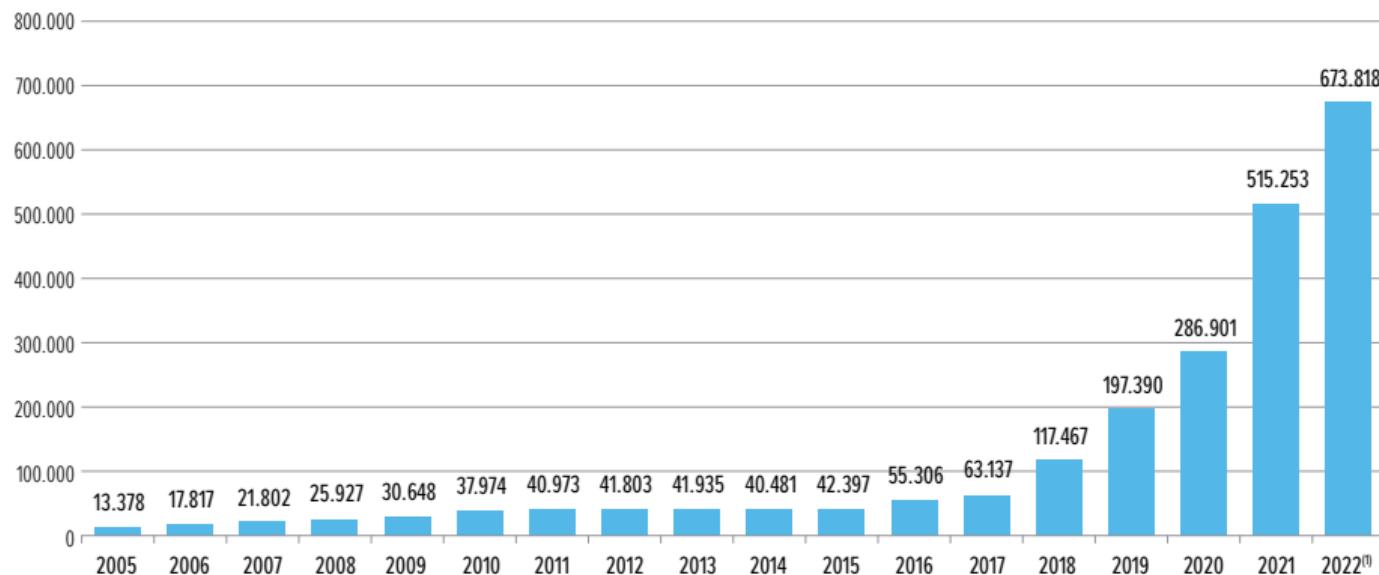
### 3. Correlação e Causalidade

# O número de armas de fogo aumentou muito nos últimos 5 anos

## GRÁFICO 61

Número de Certificados de Registros (CR) ativos de Caçadores, Atiradores e Colecionadores (CAC)  
no SIGMA/Exército Brasileiro

Brasil - 2005-2022



**Fonte:** Exército Brasileiro; Fórum Brasileiro de Segurança Pública.

(1) Dados atualizados em 1º de junho de 2022.

# A quantidade de munição vendida também aumentou

**TABELA 72**

Quantidade de cartuchos de munição vendidos no mercado nacional,  
por segmento de compra, ns. Absolutos

*Brasil - 2017-2021*

Brasil	2017	2018	2019	2020	2021	Variação (%)
<b>Brasil</b>	<b>170.257.418</b>	<b>195.700.356</b>	<b>203.987.898</b>	<b>258.130.198</b>	<b>393.417.048</b>	<b>131,1</b>
Uso institucional - órgãos públicos	22.559.674	37.854.622	46.904.272	54.640.232	72.684.800	222,2
Uso das Forças Armadas	17.069.112	15.147.884	...	...	...	...
Empresas de segurança privada	4.338.830	3.637.080	3.578.483	1.572.660	5.049.990	16,4
Integrantes órgãos públicos <sup>(1)</sup>	417.645	1.036.057	907.050	1.041.055	738.695	76,9
Atiradores desportivos e caçadores	20.522.233	27.493.188	32.108.335	26.475.605	36.276.913	76,8
Entidades de tiro desportivo	2.086.350	1.930.525	2.637.865	3.068.775	7.244.914	247,3
Varejo	87.515.534	94.974.835	100.194.433	151.619.451	241.178.254	175,6
Indústria	15.748.040	13.626.165	17.657.460	19.712.420	30.243.482	92,0

**Fonte:** Exército Brasileiro; Fórum Brasileiro de Segurança Pública.

<sup>(1)</sup> Pessoas Físicas integrantes dos Órgãos de Segurança Pública, Órgãos Públicos e Forças Armadas, com autorização para o porte de arma de fogo

## Mais armas $\implies$ Mais crime ?

- A partir de agora, vamos focar na seguinte pergunta:

A restrição ao acesso a armas reduz o número de crimes cometidos?

ou

A liberação de armas aumenta o número de crimes cometidos?

- Mas antes disso, precisamos entender a diferença entre correlação e causalidade

## Mais armas $\implies$ Mais crime ?

- A partir de agora, vamos focar na seguinte pergunta:

A restrição ao acesso a armas reduz o número de crimes cometidos?

ou

A liberação de armas aumenta o número de crimes cometidos?

- Mas antes disso, precisamos entender a diferença entre correlação e causalidade

# Correlação e Causalidade

## ► Definições:

- **Correlação:** é uma associação estatística. Refere-se à magnitude na qual duas variáveis estão linearmente relacionadas:

$$\text{corr}(A, B) = \frac{\text{cov}(A, B)}{\sigma_A \sigma_B}$$

- **Causalidade:** é quando um processo (causa) contribui para o acontecimento de um outro processo (efeito). A causa é parcialmente responsável pelo efeito e o efeito é parcialmente dependente da causa. (Wikipedia)

## ► Duas variáveis podem estar correlacionadas sem que exista uma relação de causa e efeito

- Da mesma forma, duas variáveis podem ter uma relação de causa e efeito mas não estarem correlacionadas na amostra observada

# Correlação e Causalidade

## ► Definições:

- **Correlação:** é uma associação estatística. Refere-se à magnitude na qual duas variáveis estão linearmente relacionadas:

$$\text{corr}(A, B) = \frac{\text{cov}(A, B)}{\sigma_A \sigma_B}$$

- **Causalidade:** é quando um processo (causa) contribui para o acontecimento de um outro processo (efeito). A causa é parcialmente responsável pelo efeito e o efeito é parcialmente dependente da causa. (Wikipedia)

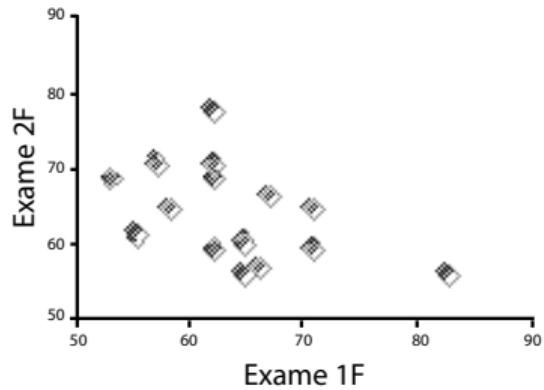
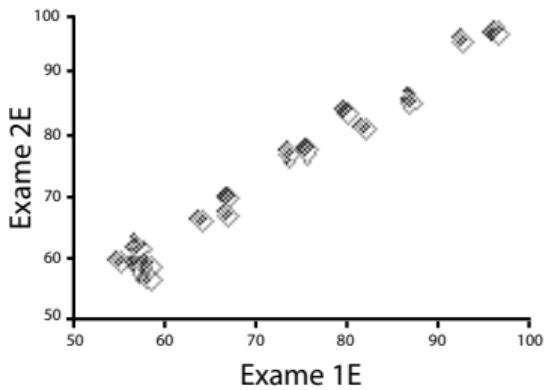
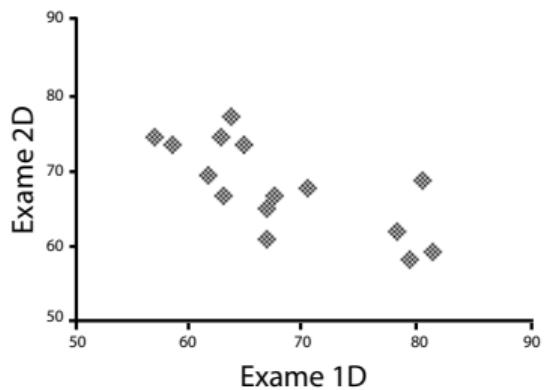
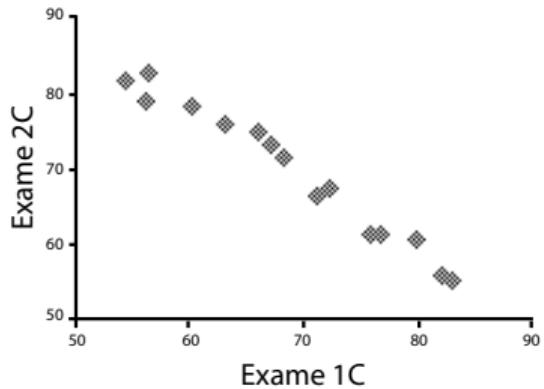
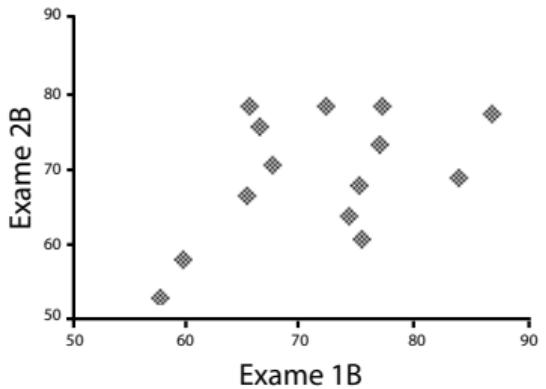
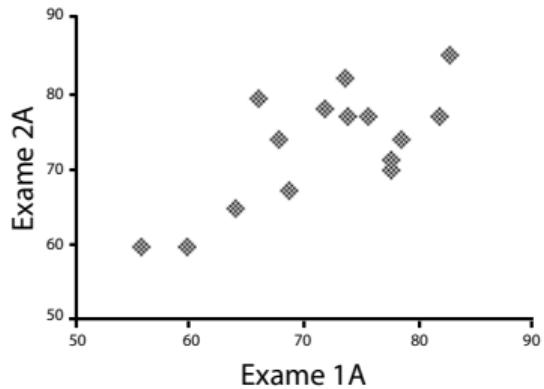
## ► Duas variáveis podem estar correlacionadas sem que exista uma relação de causa e efeito

- Da mesma forma, duas variáveis podem ter uma relação de causa e efeito mas não estarem correlacionadas na amostra observada

## 3. Correlação e Causalidade

### 3.1. Correlação

O que estes gráficos de dispersão nos dizem sobre a relação entre exames?



# O que estes gráficos de dispersão nos dizem sobre a relação entre exames?

Table 1: Tipo de relação entre os exames 1 e 2 para as matérias A, B, C, D, E e F

	Forte	Moderada	Fraca
Positiva			
Negativa			

Queremos uma medida que resuma a informação desta tabela

Table 2: Tipo de relação entre os exames 1 e 2 para as matérias A, B, C, D, E e F

	Forte	Moderada	Fraca
Positiva	E	A	B
Negativa	C	D	F

## Crie uma medida que resuma a informação da tabela anterior

- ▶ A medida deve capturar:
  - A força da associação entre as variáveis: forte, moderada, fraca
  - O sinal da associação: positiva ou negativa
- ▶ Atividade em dupla: 10 minutos

Queremos uma medida que resuma a informação desta tabela

- As seguintes medidas satisfazem as necessidades anteriores?

- $r_1 = \sum_i (x_i + y_i)$

- $r_2 = \sum_i x_i y_i$

## Relação $r_2$

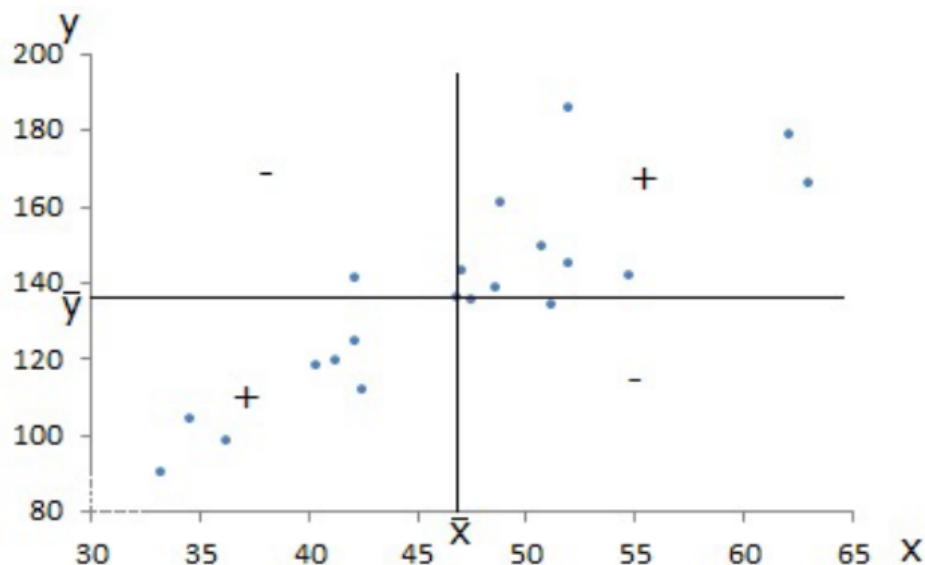
Table 3: Relação  $r_2$  entre os exames 1 e 2 para as matérias A, B, C, D, E e F

	Forte	Moderada	Fraca
Positiva	$r_E = 65,499$	$r_A = 2,136,571$	$r_B = 4,154,147$
Negativa	$r_C = 15,299$	$r_D = 94,572$	$r_F = 545,447$

Queremos uma medida que resuma a informação desta tabela

- A medida a seguir satisfaz alguma das relações?
  - $r_3 = \sum_i (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$ 
    - onde  $\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$  é a média amostral da variável  $x$

O gráfico abaixo ajuda a entender como criar relações positivas e negativas



## Relação $r_3$

Table 4: Relação  $r_3$  entre os exames 1 e 2 para as matérias A, B, C, D, E e F

	Forte	Moderada	Fraca
Positiva	$r_E = 659$	$r_A = 1334$	$r_B = 1372$
Negativa	$r_C = -299$	$r_D = -572$	$r_F = -447$

- A medida  $r_3$  resolve o problema do sinal, mas não ajuda a definir a força da relação
  - Essa medida é muito parecida com a covariância amostral:  $\text{cov}(x, y) = \frac{\sum_i(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{n}$

## Coeficiente de correlação amostral

- Chegamos a fórmula do coeficiente de correlação amostral de Pearson

$$\text{corr}(x, y) = \frac{\text{cov}(x, y)}{\sigma_x \sigma_y}$$

- onde

- $\text{cov}(x, y) = \frac{\sum_i (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{n}$

- $\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_i (x_i - \bar{x})^2}{n}}$

- Tal que

$$\text{corr}(x, y) = \frac{\sum_i (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_i (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_i (y_i - \bar{y})^2}}$$

- Qual a correlação entre  $x$  e  $y$  se  $x_i = y_i$  para todos os valores de  $i$ ?

## Coeficiente de correlação amostral

Table 5: Correlação entre os exames 1 e 2 para as matérias A, B, C, D, E e F

	Forte	Moderada	Fraca
Positiva	$\rho_E = 0.99$	$\rho_A = 0.71$	$\rho_B = 0.47$
Negativa	$\rho_C = -0.99$	$\rho_D = -0.72$	$\rho_F = -0.47$

## Propriedades do coeficiente de correlação (Martins, 2014)

- ▶ O coeficiente de correlação.  $\rho$ , assume valores entre -1 e 1
- ▶ Quanto maior for o valor de  $\rho$ , em módulo, maior será o grau de associação linear entre as variáveis
- ▶ Um valor de  $\rho$  positivo indica uma associação linear positiva entre as duas variáveis, isto é, quando os valores de uma das variáveis aumentam, existe tendência para que os valores da outra variável também aumentem
  - O contrário vale para valores negativos de  $\rho$
- ▶ O coeficiente de correlação não é uma medida resistente
  - O valor de  $\rho$  pode ser influenciado pela existência nos dados de alguns valores estranhos ou “outliers”
  - Portanto, deve ser interpretado com o devido cuidado
- ▶ O coeficiente de correlação não captura relações não lineares

## Propriedades do coeficiente de correlação (Martins, 2014)

- ▶ O coeficiente de correlação.  $\rho$ , assume valores entre -1 e 1
- ▶ Quanto maior for o valor de  $\rho$ , em módulo, maior será o grau de associação linear entre as variáveis
- ▶ Um valor de  $\rho$  positivo indica uma associação linear positiva entre as duas variáveis, isto é, quando os valores de uma das variáveis aumentam, existe tendência para que os valores da outra variável também aumentem
  - O contrário vale para valores negativos de  $\rho$
- ▶ O coeficiente de correlação não é uma medida resistente
  - O valor de  $\rho$  pode ser influenciado pela existência nos dados de alguns valores estranhos ou “outliers”
  - Portanto, deve ser interpretado com o devido cuidado
- ▶ O coeficiente de correlação não captura relações não lineares

## Propriedades do coeficiente de correlação (Martins, 2014)

- ▶ O coeficiente de correlação,  $\rho$ , assume valores entre -1 e 1
- ▶ Quanto maior for o valor de  $\rho$ , em módulo, maior será o grau de associação linear entre as variáveis
- ▶ Um valor de  $\rho$  positivo indica uma associação linear positiva entre as duas variáveis, isto é, quando os valores de uma das variáveis aumentam, existe tendência para que os valores da outra variável também aumentem
  - O contrário vale para valores negativos de  $\rho$
- ▶ O coeficiente de correlação não é uma medida resistente
  - O valor de  $\rho$  pode ser influenciado pela existência nos dados de alguns valores estranhos ou “outliers”
  - Portanto, deve ser interpretado com o devido cuidado
- ▶ O coeficiente de correlação não captura relações não lineares

## Propriedades do coeficiente de correlação (Martins, 2014)

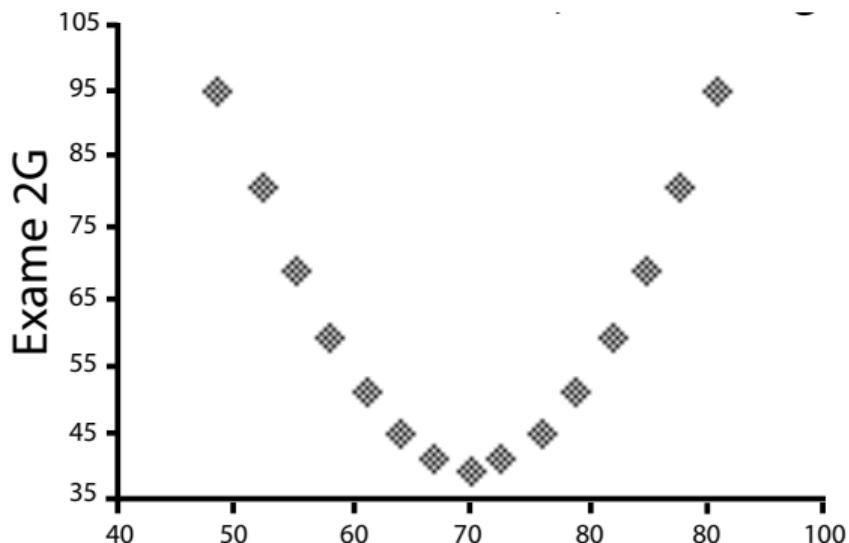
- ▶ O coeficiente de correlação,  $\rho$ , assume valores entre -1 e 1
- ▶ Quanto maior for o valor de  $\rho$ , em módulo, maior será o grau de associação linear entre as variáveis
- ▶ Um valor de  $\rho$  positivo indica uma associação linear positiva entre as duas variáveis, isto é, quando os valores de uma das variáveis aumentam, existe tendência para que os valores da outra variável também aumentem
  - O contrário vale para valores negativos de  $\rho$
- ▶ O coeficiente de correlação não é uma medida resistente
  - O valor de  $\rho$  pode ser influenciado pela existência nos dados de alguns valores estranhos ou “outliers”
  - Portanto, deve ser interpretado com o devido cuidado
- ▶ O coeficiente de correlação não captura relações não lineares

## Propriedades do coeficiente de correlação (Martins, 2014)

- ▶ O coeficiente de correlação,  $\rho$ , assume valores entre -1 e 1
- ▶ Quanto maior for o valor de  $\rho$ , em módulo, maior será o grau de associação linear entre as variáveis
- ▶ Um valor de  $\rho$  positivo indica uma associação linear positiva entre as duas variáveis, isto é, quando os valores de uma das variáveis aumentam, existe tendência para que os valores da outra variável também aumentem
  - O contrário vale para valores negativos de  $\rho$
- ▶ O coeficiente de correlação não é uma medida resistente
  - O valor de  $\rho$  pode ser influenciado pela existência nos dados de alguns valores estranhos ou “outliers”
  - Portanto, deve ser interpretado com o devido cuidado
- ▶ O coeficiente de correlação não captura relações não lineares

## O coeficiente de correlação não captura relações não lineares

- A correlação no gráfico abaixo é  $\rho = 0$



## Na aula seguinte: 20 de março

- ▶ Já sabemos como medir correlação
- ▶ Qual a diferença entre correlação e causalidade?
  - Exemplos de relações espúrias
- ▶ A liberação de armas aumenta o número de crimes cometidos?
  - Estudo Randomizado Controlado (RCT)
  - Estudo de Evento
  - Diferenças em Diferenças

## Na próxima aula: 22 de março

- ▶ Palestra com Joana Monteiro
  - A presença será cobrada e terá peso dobrado na nota de participação
  - Horário da aula
  - Local: Auditório AMEX - IAG

# **Semana 3**

## Crime e Segurança Pública

Ricardo Dahis

PUC-Rio, Departamento de Economia

2023.1

## Aula passada

- ▶ Estatísticas (horríveis) da segurança pública
- ▶ Teoria Econômica do Crime: Modelo de Becker
  - Existe evidência empírica que criminosos reagem a incentivos?
- ▶ Começamos a fazer a pergunta: A liberação de armas aumenta o número de crimes cometidos?
  - Mas antes disso temos que entender a diferença de correlação e causalidade
    - Mas antes disso temos que entender como medir correlação

# Hoje

- ▶ Já sabemos como medir correlação
- ▶ Qual a diferença entre correlação e causalidade?
  - Exemplos de relações espúrias
- ▶ A liberação de armas aumenta o número de crimes cometidos?
  - Estudo Randomizado Controlado (RCT)
  - Estudo de evento
  - Diferenças em diferenças

### 3. Correlação e Causalidade

#### 3.2. Correlação vs Causalidade

## Relembrando: Correlação e Causalidade

- Definições:

- **Correlação:** é uma associação estatística. Refere-se à magnitude na qual duas variáveis estão linearmente relacionadas:

$$\text{corr}(A, B) = \frac{\text{cov}(A, B)}{\sigma_A \sigma_B}$$

- **Causalidade:** é quando um processo (causa) contribui para o acontecimento de um outro processo (efeito). A causa é parcialmente responsável pelo efeito e o efeito é parcialmente dependente da causa. (Wikipedia)

- Duas variáveis podem estar correlacionadas sem que exista uma relação de causa e efeito

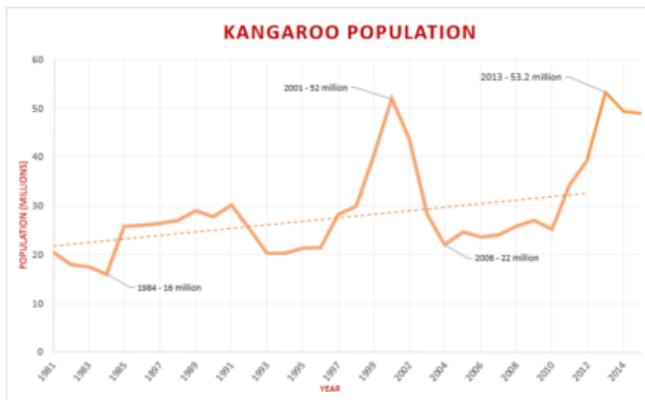
- Da mesma forma, duas variáveis podem ter uma relação de causa e efeito mas não estarem correlacionadas na amostra observada

## Como distinguir correlação de causalidade?

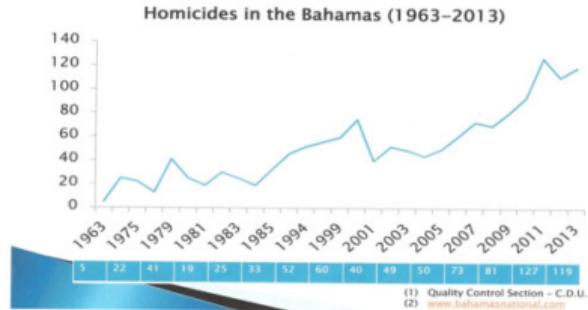
► Sempre faça as seguintes perguntas:

- Como A e B estão associadas?
- Será que A afeta B?
- Será que B afeta A?

# Exemplo 1: Cangurus e homicídios



From a peaceful past...  
to a culture of violence and death.



## ► Correlação:

- Mais cangurus na Austrália está associado com mais homicídios nas Bahamas
- Coeficiente de correlação = 0.6294

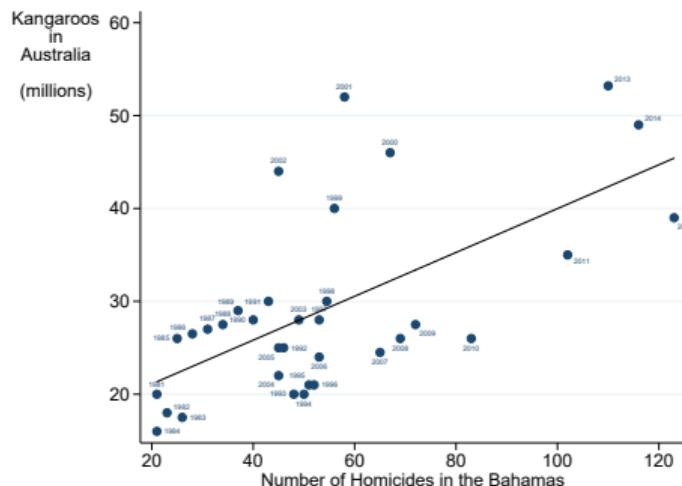
## ► Causalidade:

- A população de cangurus na Austrália afeta o número de homicídios nas Bahamas?
- O número de homicídios nas Bahamas afeta a população de cangurus na Austrália?

## Exemplo 1: Cangurus e homicídios

- Uma regressão linear sempre mostra como A e B estão associadas

$$\text{Número de cangurus}_t = \beta_0 + \beta_1 \text{Número de homicídios}_t + \epsilon_t$$



- Cada homicídio adicional está associado a 236,000 mais cangurus
- Isso não significa que o governo australiano deva assassinar Bahamenses caso queira aumentar a população de cangurus!!! (mas tampouco podemos afirmar que não funcionaria)

# Causalidade

- ▶ Vocês tiveram uma introdução de como estimar **correlações/associações** a partir de dados:
  - Coeficiente de correlação
  - Coeficiente de uma regressão linear
- ▶ Mas como inferir **Causalidade**?
  - Estudo Randomizado Controlado (RCT) + Pressupostos
  - Estudo de Evento + Pressupostos
  - Diferenças em Diferenças + Pressupostos
  - (muitos outros métodos) + Pressupostos

## 4. RCT, Estudo de Evento e Diferenças em Diferenças

## 4. RCT, Estudo de Evento e Diferenças em Diferenças

### 4.1. Estudo Randomizado Controlado (RCT)

# Estudo Randomizado Controlado (RCT)

- ▶ **Pergunta Causal:** Qual o efeito do tratamento A sobre o resultado B?
- ▶ **Exemplo:** Qual o efeito de comprimidos desparasitantes na presença escolar de crianças? (Miguel e Kremer, 2004)
  - **Tratamento:** comprimidos desparasitantes
  - **Resultado:** Presença escolar
  - **Grupo tratado:** crianças que receberam os comprimidos
  - **Grupo controle:** crianças que não receberam os comprimidos
  - Alocação de indivíduos em grupos é feita de forma aleatória

$$\text{Presença escolar}_i = \beta_0 + \beta_1 \text{Tratado}_i + \epsilon_i$$

- $\beta_1$  mostra a associação entre recebimento do tratamento e presença escolar
- O pressuposto a seguir deve ser verdade para que vejamos a relação acima como causal:

**“Crianças no grupo tratado teriam a mesma presença escolar, na média, que crianças do grupo controle no cenário hipotético nas quais elas não recebem o tratamento.”**

# Entretanto, RCTs não são sempre a solução

- ▶ Problema com RCTs:

- RCTs são caros
- RCTs tem problemas de validade externa
- Muitas vezes, simplesmente não é possível implementar um RCT

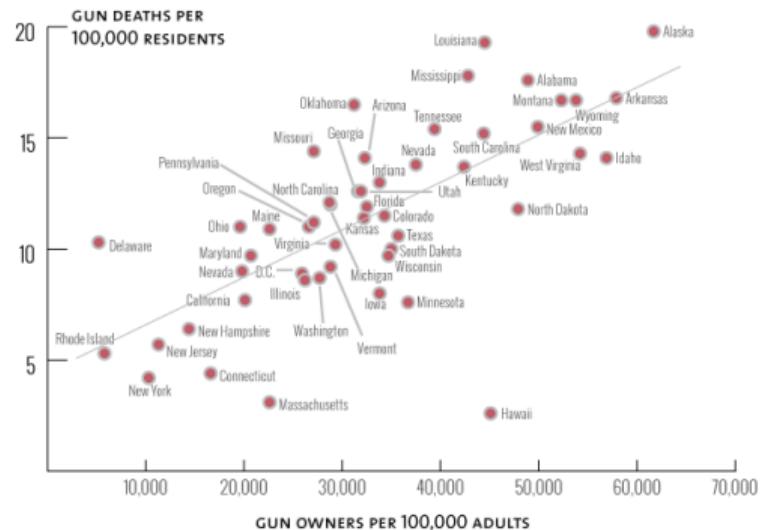
- ▶ O que mais podemos fazer?

- Utilizar quase-experimentos (ex: mudanças na legislação ou em políticas públicas)
- Utilizar métodos econométricos apropriados para estudar estes quase-experimentos
- Ex: Estudo de Evento, Diferenças em Diferenças; Controle sintético; Regressão em Descontinuidade; Variáveis instrumentais; *Bunching*

## Exemplo 2: Armas e mortes por armas

- **Pergunta causal:** Armas causam mortes por armas?
- **Relevância para política pública:** Deveríamos proibir, ou limitar o porte de armas?
- O que os dados agregados nos dizem?

Gun Ownership vs. Gun Deaths in 2013



Sources: Kalesan et al, Injury Prevention (ownership) and  
Centers for Disease Control (deaths)

Mother Jones

## Exemplo 2: Armas e mortes por armas

► Podemos inferir uma relação causal a partir desse gráfico?

► Sempre faça as perguntas:

- Como A e B estão associados?

Armas e mortes por armas estão positivamente associadas

- Será que A afeta B?

Algumas pessoas usam armas para matar pessoas que eles não gostam, pessoas que eles tiveram uma discussão, ou até mesmo elas próprias. Portanto, se existem mais armas ao alcance, é mais provável que pessoas as utilizem.

- Será que B afeta A?

Algumas pessoas compram armas para se proteger em locais perigosos, que tem mais mortes por armas.

► Podemos inferir uma relação causal a partir desse gráfico? **Nope!**

## Exemplo 2: Armas e mortes por armas

► Podemos inferir uma relação causal a partir desse gráfico?

► Sempre faça as perguntas:

- Como A e B estão associados?

Armas e mortes por armas estão positivamente associadas

- Será que A afeta B?

Algumas pessoas usam armas para matar pessoas que eles não gostam, pessoas que eles tiveram uma discussão, ou até mesmo elas próprias. Portanto, se existem mais armas ao alcance, é mais provável que pessoas as utilizem.

- Será que B afeta A?

Algumas pessoas compram armas para se proteger em locais perigosos, que tem mais mortes por armas.

► Podemos inferir uma relação causal a partir desse gráfico? **Nope!**

## Exemplo 2: Armas e mortes por armas

- Podemos inferir uma relação causal a partir desse gráfico?
- Sempre faça as perguntas:

- Como A e B estão associados?

Armas e mortes por armas estão positivamente associadas

- Será que A afeta B?

Algumas pessoas usam armas para matar pessoas que eles não gostam, pessoas que eles tiveram uma discussão, ou até mesmo elas próprias. Portanto, se existem mais armas ao alcance, é mais provável que pessoas as utilizem.

- Será que B afeta A?

Algumas pessoas compram armas para se proteger em locais perigosos, que tem mais mortes por armas.

- Podemos inferir uma relação causal a partir desse gráfico? **Nope!**

## Exemplo 2: Armas e mortes por armas

- Podemos inferir uma relação causal a partir desse gráfico?
- Sempre faça as perguntas:

- Como A e B estão associados?

Armas e mortes por armas estão positivamente associadas

- Será que A afeta B?

Algumas pessoas usam armas para matar pessoas que eles não gostam, pessoas que eles tiveram uma discussão, ou até mesmo elas próprias. Portanto, se existem mais armas ao alcance, é mais provável que pessoas as utilizem.

- Será que B afeta A?

Algumas pessoas compram armas para se proteger em locais perigosos, que tem mais mortes por armas.

- Podemos inferir uma relação causal a partir desse gráfico? **Nope!**

## Exemplo 2: Armas e mortes por armas

- ▶ Podemos inferir uma relação causal a partir desse gráfico?
- ▶ Sempre faça as perguntas:
  - Como A e B estão associados?  
Armas e mortes por armas estão positivamente associadas
  - Será que A afeta B?  
Algumas pessoas usam armas para matar pessoas que eles não gostam, pessoas que eles tiveram uma discussão, ou até mesmo elas próprias. Portanto, se existem mais armas ao alcance, é mais provável que pessoas as utilizem.
  - Será que B afeta A?  
Algumas pessoas compram armas para se proteger em locais perigosos, que tem mais mortes por armas.
- ▶ Podemos inferir uma relação causal a partir desse gráfico? **Nope!**

## Exemplo 2: Armas e mortes por armas

- ▶ Podemos inferir uma relação causal a partir desse gráfico?
- ▶ Sempre faça as perguntas:
  - Como A e B estão associados?  
Armas e mortes por armas estão positivamente associadas
  - Será que A afeta B?  
Algumas pessoas usam armas para matar pessoas que eles não gostam, pessoas que eles tiveram uma discussão, ou até mesmo elas próprias. Portanto, se existem mais armas ao alcance, é mais provável que pessoas as utilizem.
  - Será que B afeta A?  
Algumas pessoas compram armas para se proteger em locais perigosos, que tem mais mortes por armas.
- ▶ Podemos inferir uma relação causal a partir desse gráfico? **Nope!**

## Exemplo 2: Armas e mortes por armas

- ▶ Podemos inferir uma relação causal a partir desse gráfico?
- ▶ Sempre faça as perguntas:
  - Como A e B estão associados?  
Armas e mortes por armas estão positivamente associadas
  - Será que A afeta B?  
Algumas pessoas usam armas para matar pessoas que eles não gostam, pessoas que eles tiveram uma discussão, ou até mesmo elas próprias. Portanto, se existem mais armas ao alcance, é mais provável que pessoas as utilizem.
  - Será que B afeta A?  
Algumas pessoas compram armas para se proteger em locais perigosos, que tem mais mortes por armas.
- ▶ Podemos inferir uma relação causal a partir desse gráfico? **Nope!**

## Exemplo 2: Armas e mortes por armas

- ▶ Podemos inferir uma relação causal a partir desse gráfico?
- ▶ Sempre faça as perguntas:
  - Como A e B estão associados?  
Armas e mortes por armas estão positivamente associadas
  - Será que A afeta B?  
Algumas pessoas usam armas para matar pessoas que eles não gostam, pessoas que eles tiveram uma discussão, ou até mesmo elas próprias. Portanto, se existem mais armas ao alcance, é mais provável que pessoas as utilizem.
  - Será que B afeta A?  
Algumas pessoas compram armas para se proteger em locais perigosos, que tem mais mortes por armas.
- ▶ Podemos inferir uma relação causal a partir desse gráfico? **Nope!**

## 4. RCT, Estudo de Evento e Diferenças em Diferenças

### 4.2. Estudo de Evento

Research

**Original Investigation**

# Association Between Gun Law Reforms and Intentional Firearm Deaths in Australia, 1979-2013

Simon Chapman, PhD; Philip Alpers; Michael Jones, PhD

## Quase-Experimento

- ▶ Um RCT com armas e mortes provavelmente atrairia preocupações éticas...
- ▶ Para entender o efeito causal de armas em mortes por armas temos que recorrer a quase-experimentos, como uma mudança de política pública:
  - The 1996 Australian National Firearms Agreement (NFA), banned semi-automatic and pump-action rifles and shotguns, bought back more than 650,000 of these weapons from existing owners, and tightened requirements for licensing, registration, and safe storage of firearms. The buyback is estimated to have reduced the number of guns in private hands by 20%, and, by some estimates, almost halved the number of gun owning households.<sup>1</sup>

## Estudo de Evento

- **Estudo de Evento:** compara mortes antes e depois da política ter sido implementada

$$N^{\circ} \text{ mortes por armas}_t = \beta_0 + \beta_1 Post_t + \epsilon_t$$

$$Post_t = \begin{cases} 0 & \text{if } t < 1997 \\ 1 & \text{if } t \geq 1997 \end{cases}$$

- Média de mortes antes do tratamento:

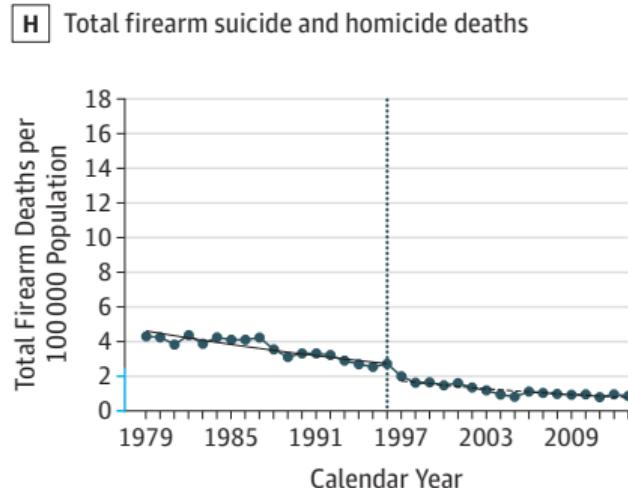
$$\mathbb{E}[N^{\circ} \text{ mortes por armas}_t | Post_t = 0] = \beta_0$$

- Média de mortes após o tratamento:

$$\mathbb{E}[N^{\circ} \text{ mortes por armas}_t | Post_t = 1] = \beta_0 + \beta_1$$

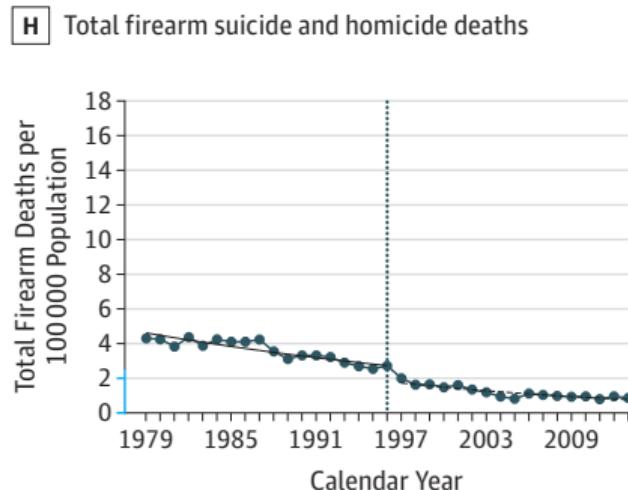
- Efeito do tratamento:  $\beta_1$

# Estudo de Evento



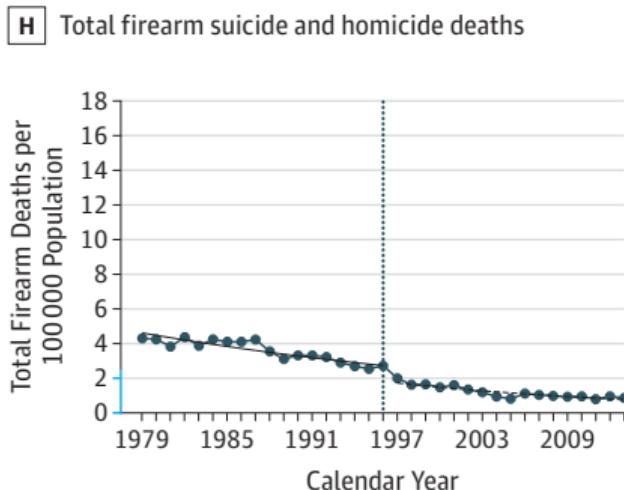
- ▶ **Pressuposto para causalidade:** A mudança de política foi o único evento acontecendo naquele momento que é responsável pela queda em mortes por armas
- ▶ Vocês acham que esse pressuposto é válido?
  - Alguém poderia dizer que já havia uma tendência de queda...
  - Vimos que desemprego pode levar a aumento na criminalidade. Será que houve alguma crise econômica no mesmo período?

# Estudo de Evento



- ▶ **Pressuposto para causalidade:** A mudança de política foi o único evento acontecendo naquele momento que é responsável pela queda em mortes por armas
- ▶ Vocês acham que esse pressuposto é válido?
  - Alguém poderia dizer que já havia uma tendência de queda...
  - Vimos que desemprego pode levar a aumento na criminalidade. Será que houve alguma crise econômica no mesmo período?

# Estudo de Evento



- ▶ **Pressuposto para causalidade:** A mudança de política foi o único evento acontecendo naquele momento que é responsável pela queda em mortes por armas
- ▶ Vocês acham que esse pressuposto é válido?
  - Alguém poderia dizer que já havia uma tendência de queda...
  - Vimos que desemprego pode levar a aumento na criminalidade. Será que houve alguma crise econômica no mesmo período?

## Diferenças em Diferenças

- Para contar com pressupostos mais fracos, recorremos a metodologia de Diferenças em Diferenças

## 4. RCT, Estudo de Evento e Diferenças em Diferenças

### 4.3. Diferenças em Diferenças

## **Cross-Border Spillover: U.S. Gun Laws and Violence in Mexico**

ARINDRAJIT DUBE *University of Massachusetts Amherst*

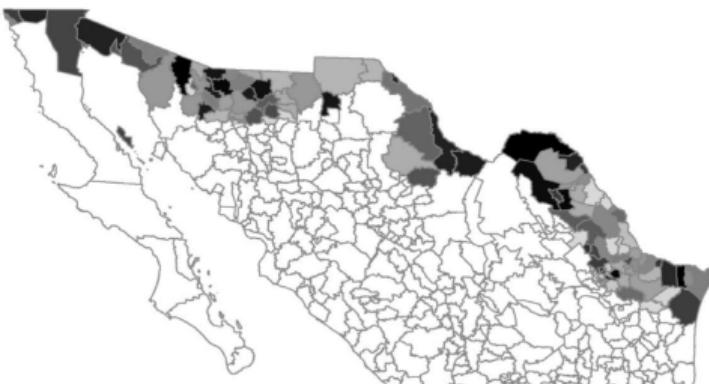
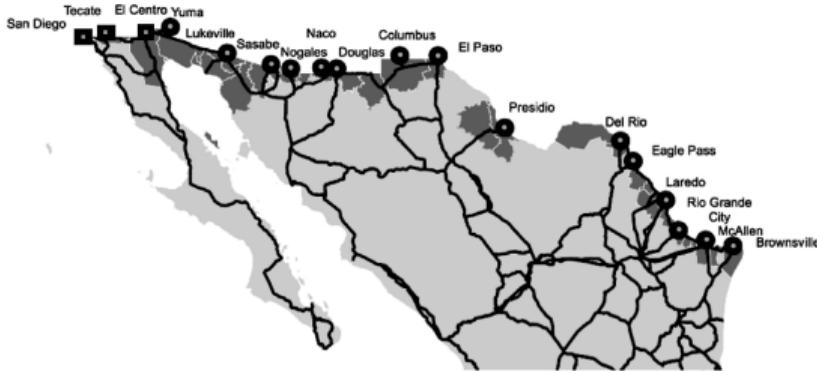
OEINDRILA DUBE *New York University*

OMAR GARCÍA-PONCE *New York University*

## Diferenças em Diferenças

- ▶ Dube, Dube and Garcia-Ponce (2013) estudam o fim do U.S. Federal Assault Weapons Ban, em 2004
- ▶ **Pergunta de pesquisa:** Qual o efeito causal do aumento da produção de armas nos EUA sobre a violência em municípios no México?
  - ▶ Após 2004 → aumento na produção de armas nos estados de Arizona, New Mexico e Texas
    - **Grupo de Tratamento:** Municípios mexicanos na fronteira com estes três estados
  - ▶ O estado da Califórnia tem uma proibição estadual, portanto não foi afetado pelo fim da proibição a nível federal
    - **Grupo Controle:** Municípios mexicanos na fronteira com a Califórnia

**FIGURE 3. Ports of Entry and Political Competition in Mexican Municipios. Panel A: Ports of Entry and Highways in the U.S.-Mexico Border. Panel B: Political Competition in Mexican Municipios**



*Notes:* In Panel A, black lines represent highways, and darker gray shading denotes the sample of municipios on the border with highways. Ports in California are marked by squares, and ports in other U.S. states are marked by circles. Panel B shows the mean LT index of the effective number of political parties contesting mayoral elections in each municipio, for the pretreatment sample period prior to the FAWB expiration. Darker shading indicates higher levels of political competition as given by the LT index, which ranges from 1 to 3.5, with a median of 2.1. Municipios in white do not appear in the 100-mile sample.

## Diferenças em Diferenças

- A ideia geral é de estender o estudo de eventos ao incluir um **grupo de controle** que não é afetado pela mudança na política
- Comparamos as médias das variáveis de interesse (número de homicídios)
  - 1<sup>st</sup> Diff: Tratados Pré-intervenção - Controle Pré-intervenção
  - 2<sup>nd</sup> Diff: Tratados Pós-intervenção - Controle Pós-intervenção
  - Diff in Diff = 2<sup>nd</sup> Diff - 1<sup>st</sup> Diff

Homicídios por arma de fogo	AZ,NM,TX	CA	(Tratamento - Controle)
Pré	275	275	0
Pós	450	260	190
(Pós - Pre)	175	-15	190

- **Conclusão:** O aumento no número de armas produzidas nos EUA causou um aumento de 190 homicídios por arma de fogo no México

## Diferenças em Diferenças

- Podemos chegar a esses números utilizando uma regressão linear
  - Programas estatísticos como Stata ou R também nos darão os intervalos de confiança

$$Nº\ Homicídios_{ct} = \beta_0 + \beta_1 Treat_c + \beta_2 Post_t + \beta_3 Treat_c \times Post_t + \epsilon_{ct}$$

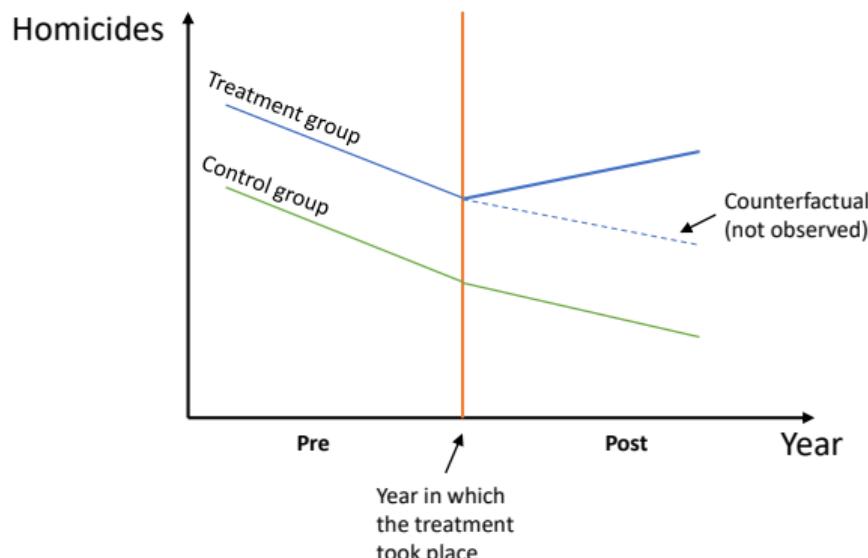
$$Post_t = \begin{cases} 0 & \text{if } t < 2004 \\ 1 & \text{if } t \geq 2004 \end{cases}$$

$$Treat_c = \begin{cases} 0 & \text{if } c \in \text{fronteira com a California} \\ 1 & \text{if } c \in \text{fronteira com AZ, NM or TX} \end{cases}$$

- $\beta_3$  nos dá o efeito de tratamento sobre os tratados

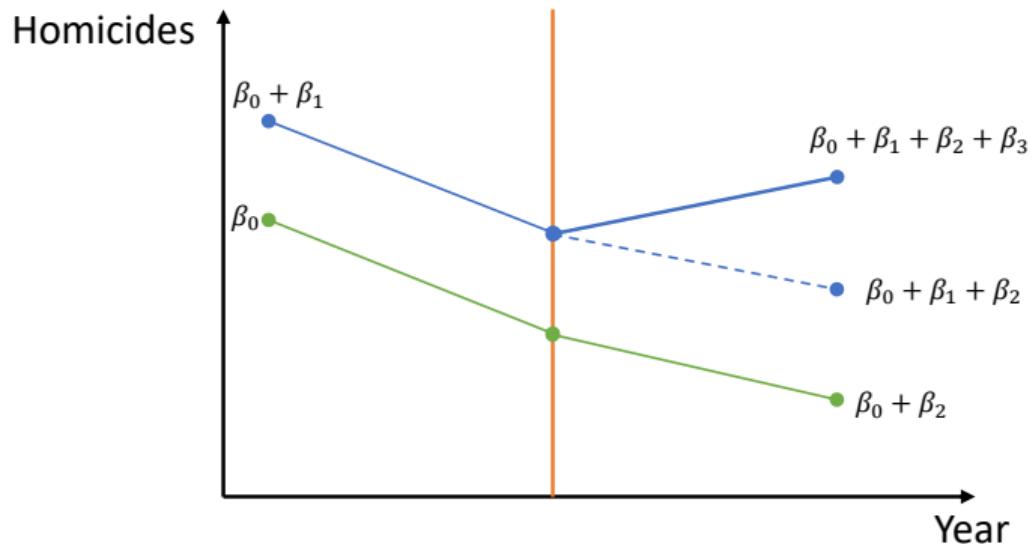
## Diferenças em Diferenças: Assumption for causality

- O pressuposto de causalidade é: Caso o “ban” não tivesse expirado, a tendência de homicídios por armas em municípios na fronteira com AZ, NM e TX teria sido a mesma que a de municípios que fazem fronteira com a Califórnia
- Nós chamamos esse pressuposto de **pressuposto de tendências paralelas**



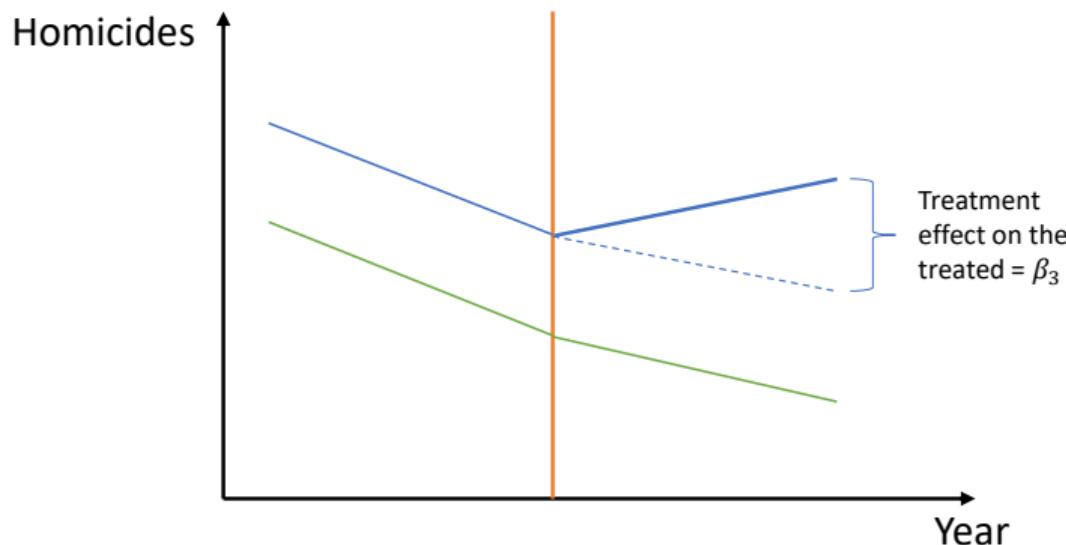
## Exercício para casa: O que quer dizer cada ponto?

$$Nº\ Homicides_{ct} = \beta_0 + \beta_1 Treat_c + \beta_2 Post_t + \beta_3 Treat_c \times Post_t + \epsilon_{ct}$$



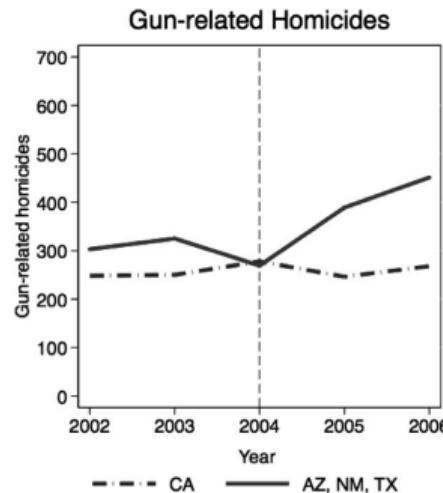
## Exercício para casa: Qual o efeito sobre o grupo tratado?

$$Nº\ Homicides_{ct} = \beta_0 + \beta_1 Treat_c + \beta_2 Post_t + \beta_3 Treat_c \times Post_t + \epsilon_{ct}$$



## Diferenças em Diferenças: Pressuposto de causalidade

- ▶ Nunca podemos testar o pressuposto de causalidade (é um pressuposto)
- ▶ Entretanto, podemos buscar evidências sugestivas de que o pressuposto é valido. Por exemplo, podemos checar se **as tendências pré tratamento são paralelas**



- ▶ Caso as tendências pré-tratamento não forem paralelas, ficamos desconfiados de que o pressuposto não será válido após o tratamento. Em outras palavras, nosso grupo controle não é bom. Nesse caso, o efeito que estimamos não representa uma relação causal!!

## Diferenças em Diferenças: como a base de dados deve ser

Município	Ano	Homicídios	Treat	Post	Treat × Post
xx	2002	10	0	0	0
xx	2003	20	0	0	0
xx	2004	20	0	0	0
xx	2005	20	0	1	0
xx	2006	30	0	1	0
yy	2002	40	1	0	0
yy	2003	40	1	0	0
yy	2004	40	1	0	0
yy	2005	100	1	1	1
yy	2006	200	1	1	1
zz	2002	400	1	0	0
zz	2003	350	1	0	0
:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:

## Extra + References

- ▶ Correlações espúrias : [www.tylervigen.com/spurious-correlations](http://www.tylervigen.com/spurious-correlations)
- ▶ Referências:
  - Dube, A., Dube, O., and Garcia-Ponce, O. (2013). Cross-Border Spillover: U.S. Gun Laws and Violence in Mexico. *American Political Science Review*, 107(3), 397-417.  
doi:10.1017/S0003055413000178
  - Hemenway, D. and Vriniotis, M. (2011). The Australian Gun Buyback. *Bulletins, Harvard Injury Control Research Center*. Spring, Issue 4.
  - Miguel, E. and Kremer, M. (2004), Worms: Identifying Impacts on Education and Health in the Presence of Treatment Externalities. *Econometrica*, 72: 159-217.  
doi:10.1111/j.1468-0262.2004.00481.x

## 5. Mais estatísticas da segurança pública

## Mais estatísticas da segurança pública

- ▶ Esta aula é introdutória e não tem como objetivo exaurir o tema de segurança pública
- ▶ Dito isso, é importante entender que...
  - A segurança é um dos maiores gastos de governos e de entes privados
    - Os custos da criminalidade são altíssimos para a sociedade
  - Melhorar o sistema prisional brasileiro é um dos maiores desafios da nossa geração

# Gastos com Segurança Pública

**TABELA 80**

Evolução das despesas com a Função Segurança Pública, por ente federativo  
*Entes federativos - 2018-2021*

	2018	2019	2020	2021	Em R\$ constantes de 2021 Variação 2018/2021(em %)
União	13.174.534.085,04	12.671.097.265,75	13.737.740.928,20	13.274.256.325,39	0,8
Unidades da Federação	85.863.776.948,21	86.413.222.831,45	85.175.291.269,23	85.322.045.576,72	-0,6
Municípios	6.775.684.339,57	7.136.791.711,80	7.762.777.810,99	7.182.228.408,22	6,0
<b>Total</b>	<b>105.813.995.372,82</b>	<b>106.221.111.809,00</b>	<b>106.675.810.008,42</b>	<b>105.778.530.310,33</b>	<b>0,0</b>

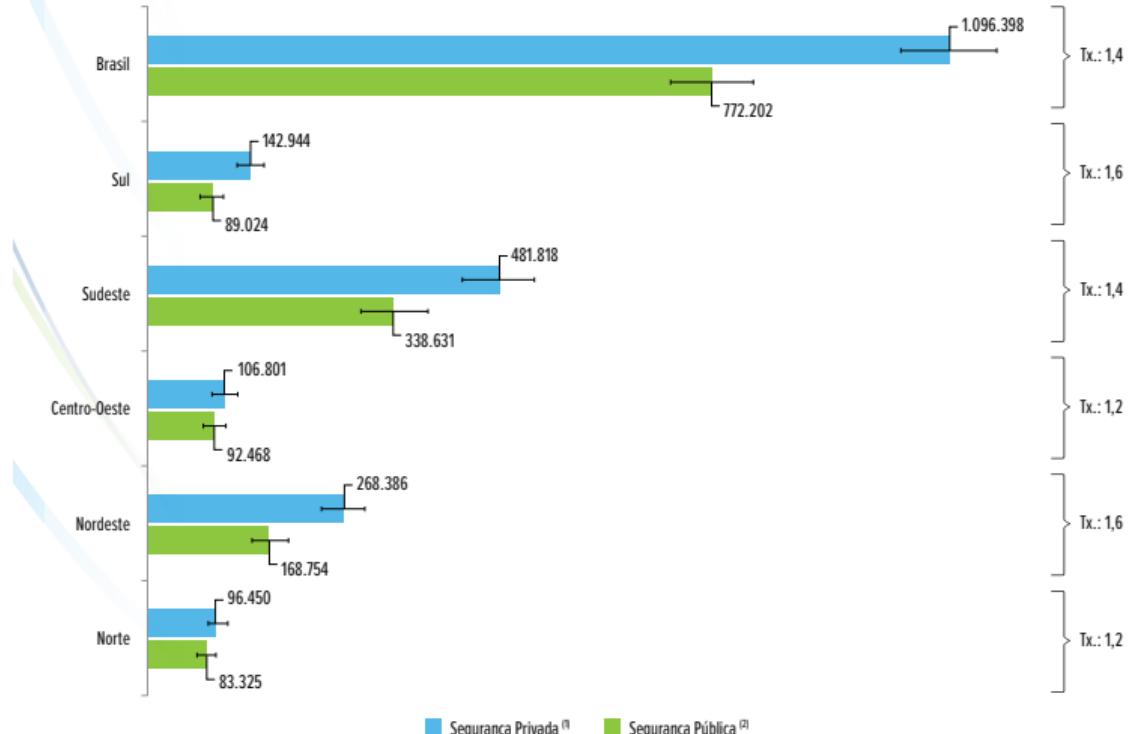
**Fonte:** Ministério da Fazenda/Secretaria do Tesouro Nacional – STN; Fórum Brasileiro de Segurança Pública.

**Nota:** valores atualizados pelo IPCA de dezembro/2021. Despesas empenhadas.

# Segurança Privada

GRÁFICO 71

Seguranças particulares x agentes de segurança pública  
Brasil e Macroregiões (1º Trim. 2022)



# Segurança Privada

**Fonte:** PNAD Contínua; Fórum Brasileiro de Segurança Pública.

(1) Trabalho principal dos "Grupos de base" com os códigos 5414 ("Guardas de segurança") e 5419 ("Trabalhadores de serviços de proteção e segurança não classificados anteriormente") da "Classificação de Ocupações para Pesquisas Domiciliares - COD", excluídos "Militares e Servidores Estatutários" e "Empregadores". IC - 95% é uma medida da incerteza da estimativa, isto é, indica que existe uma probabilidade de 95% de que o número de seguranças captado pela PNADc seja um valor entre o menor e o maior número do Intervalo de Confiança (IC) reportado;

(2) Trabalho principal dos "Grupos de base" com os códigos 0411 ("Oficiais da PM"), 0412 ("Graduados e Praças da PM"), "0511 ("Oficiais de Bombeiros Militares"), 0512 ("Graduados e Praças do Corpo de Bombeiros"), 3355 (Inspetores de Polícia e Detetive"), 3359 (Agentes da Adm. Pública para a Aplicação da Lei e Afins não Classificados Anteriormente"), 5411 ("Bombeiros"), 5412 ("Policiais") e 5413 ("Guardiões de Presídios") da "Classificação de Ocupações para Pesquisas Domiciliares - COD". Contabiliza apenas os estatutários ou empregados no setor público. IC - 95% é uma medida da incerteza da estimativa, isto é, indica que existe uma probabilidade de 95% de que o número de agentes de segurança pública captado pela PNADc seja um valor entre o menor e o maior número do Intervalo de Confiança (IC) reportado.

# Sistema Prisional

**TABELA 108**

Evolução da população prisional  
*Brasil, 2000-2021*

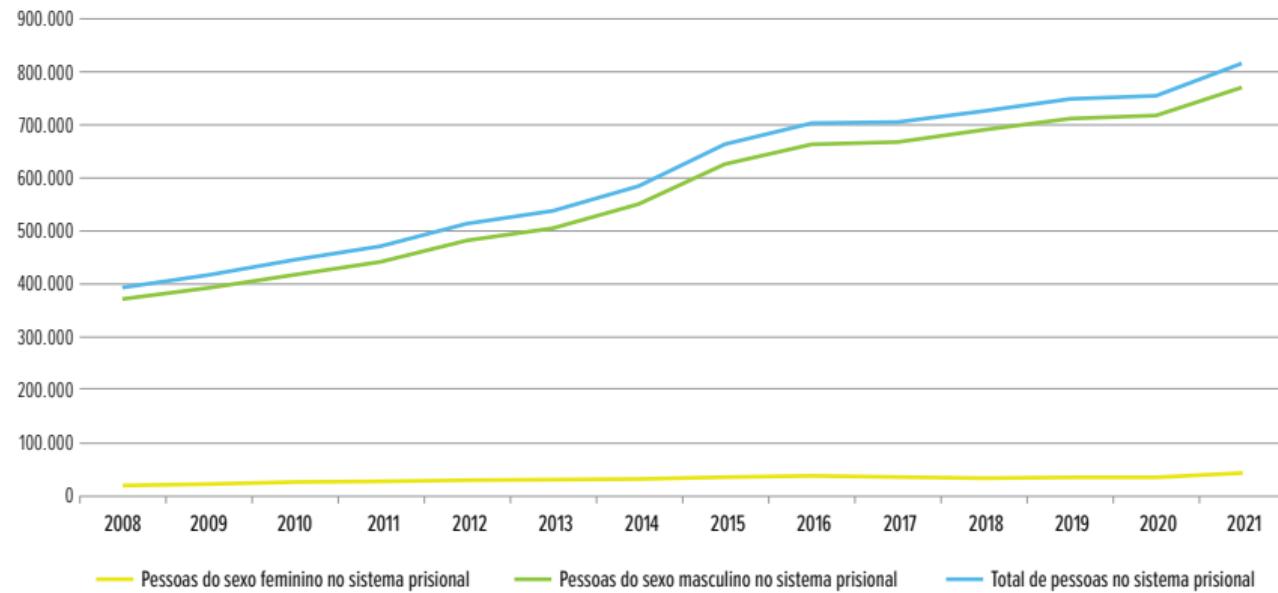
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Presos no Sistema Penitenciário	174.980	171.366	181.019	240.203	262.710	296.919	339.580	366.359	393.698	417.112	445.705	471.254
Presos sob Custódia das Polícias	57.775	62.493	58.326	68.101	73.648	64.483	61.656	56.014	57.731	56.514	50.546	43.328
Total de pessoas encarceradas	232.755	233.859	239.345	308.304	336.358	361.402	401.236	422.373	451.429	473.626	496.251	514.582

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Variação entre 2000 e 2021 (em %)
Presos no Sistema Penitenciário	513.713	557.286	584.758	663.155	702.385	704.576	725.332	748.009	753.966	815.165	365,9
Presos sob Custódia das Polícias	34.290	24.221	37.444	35.463	19.735	18.140	18.884	7.265	5.552	5.524	-90,4
Total de pessoas encarceradas	548.003	581.507	622.202	698.618	722.120	722.716	744.216	755.274	759.518	820.689	252,6

# Sistema Prisional

GRÁFICO 77

Evolução da população prisional masculina e feminina  
Brasil, 2008-2021



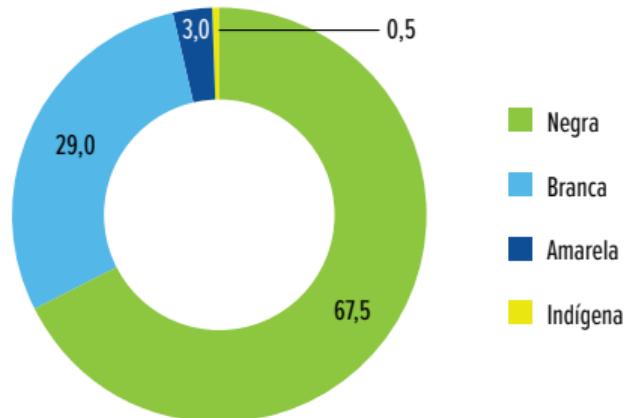
**Fonte:** Relatórios Estatísticos - Sintéticos do Sistema Prisional Brasileiro. Departamento Penitenciário Nacional. Fórum Brasileiro de Segurança Pública.

(1) Considera os presos no sistema penitenciário estadual e federal.

# Sistema Prisional

**GRÁFICO 82**

Distribuição da raça/cor da população presa  
*Brasil (2021)*

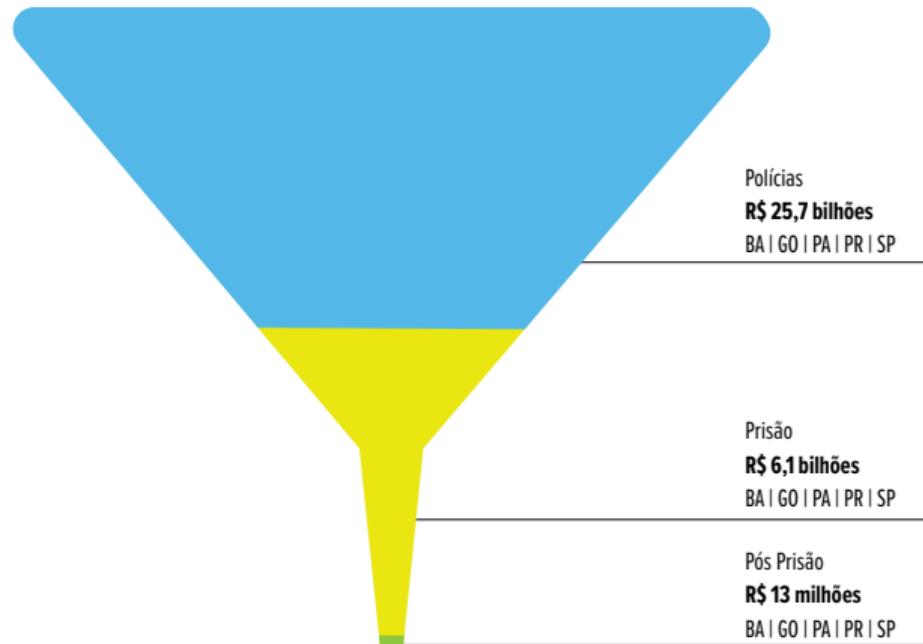


**Fonte:** Relatórios Estatísticos - Analíticos do Sistema Prisional Brasileiro. Departamento Penitenciário Nacional. Fórum Brasileiro de Segurança Pública.

# Sistema Prisional

**FIGURA 04**

Funil de investimentos nas polícias, na prisão e no pós-prisão  
2021



**Fontes:** Portais da Transparéncia da Bahia, Goiás, Pará, Paraná e São Paulo.

## Na próxima aula

- ▶ Disparidades de gênero e raça
- ▶ Conversa com a Professora Ilda Lopes, Coordenadora da Comissão da Câmara de Ética e Pesquisa
  - Muito importante para o projeto!