

Fundação Getulio Vargas
Escola de Economia de São Paulo

Luigi Garzon

Controle Sintético: Especificações e Inferência na Literatura Aplicada

São Paulo
22 de Setembro de 2022

Luigi Garzon

Controle Sintético: Especificações e Inferência na Literatura Aplicada

Monografia para obtenção do grau de bacharel em ciências econômicas apresentado à
Escola de Economia de São Paulo.

Fundação Getulio Vargas
Escola de Economia de São Paulo

Orientador: Bruno Ferman

São Paulo
22 de Setembro de 2022

Luigi Garzon

Controle Sintético: Especificações e Inferência na Literatura Aplicada

Monografia para obtenção do grau de bacharel
em ciências econômicas apresentado à Escola de
Economia de São Paulo.

E aprovada em 22/09/2022
Pela comissão organizadora:

Bruno Ferman

Escola de Economia de São Paulo

Vladimir Pinheiro Ponczek

Escola de Economia de São Paulo

Jéfferson Augusto Colombo

Escola de Economia de São Paulo

São Paulo

22 de Setembro de 2022

Agradecimentos

Agradeço ao Professor Bruno Ferman por ter me orientado no projeto de pesquisa.

Aos meus amigos doutorandos Giovanni di Pietra e Caio Castro por terem me auxiliado no desenvolvimento do projeto.

Aos meus amigos da graduação por terem me ajudado durante estes últimos quatro anos.

À Carolina Zweig, por ter me aguentado por tanto tempo.

Resumo

O Método de Controle Sintético (SC), proposto originalmente em [Abadie e Gardeazabal \(2003\)](#) e [Abadie, Diamond e Hainmueller \(2010\)](#), tem sido utilizado com frequência em pesquisas empíricas nas disciplinas de ciências sociais por trazer diversas vantagens na estimação do efeito causal na existência de apenas uma unidade tratada. O método permite a criação de um contrafactual a partir de uma ponderação de outras unidades não tratadas, sendo que a estimação dos pesos é feita de forma totalmente *data-driven*. Neste artigo, busca-se documentar e entender como a literatura aplicada em SC evoluiu ao longo dos anos. São analisados diversos aspectos da construção do controle sintético em 43 artigos aplicados, além de verificar se estão acompanhados do ferramental teórico que está sendo desenvolvido. Ainda, são feitas duas replicações para ilustrar problemas comuns que aparecem na literatura aplicada de controle sintético.

Palavras-chave: Controle Sintético. Econometria.

Abstract

The Synthetic Control Method (SC), originally proposed in [Abadie e Gardeazabal \(2003\)](#) and [Abadie, Diamond e Hainmueller \(2010\)](#), has been frequently adopted in empirical researches in the fields of the social sciences due to its usefulness for estimating causal effects under the existence of a single treated unit. This method allows the researcher to create a counterfactual by weighting the non-treated units, while the estimation of these weights is done by a data-driven process. In this article, I document and analyze how the applied literature in SC has shaped itself throughout the years. I investigate several aspects regarding the estimation of the counterfactual across 43 different articles, besides verifying if the applied researchers are employing the most recent techniques developed by the theoretical literature. Lastly, I provide two replications to emphasize and illustrate some of the common problems of the applied literature in synthetic controls.

Keywords: Synthetic Control. Econometrics.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Covariadas e todos os períodos pré-tratamento	28
Figura 2 – Proporção de artigos que reportam mais de uma especificação .	29
Figura 3 – Métodos de Inferência	31
Figura 4 – Períodos pré-tratamento	32
Figura 5 – Trajetórias de controle sintético de Kleven, Landais e Saez (2013)	34
Figura 6 – Replicação Bechtel, Hangartner e Schmid (2018)	35

Lista de tabelas

Tabela 1 – Especificações	19
Tabela 1 – Especificações (Continuação)	20
Tabela 2 – Especificações	21
Tabela 2 – Especificações (Continuação)	22
Tabela 3 – p-valores de Kleven, Landais e Saez (2013)	33

Lista de abreviaturas e siglas

SC	Controle Sintético
JPAM	Journal of Policy Analysis and Management
RESTAT	Review of Economics and Statistics
AEJ:EP	American Economic Journal: Economic Policy
AJPS	American Journal of Political Science
JDE	Journal of Development Economics
AER	American Economic Review
QJE	Quarterly Journal of Economics
JLE	Journal of Labor Economics
JASA	Journal of the American Statistical Association
JEPS	Journal of Experimental Political Science

Sumário

1	INTRODUÇÃO	10
2	MÉTODO DE CONTROLE SINTÉTICO	12
2.1	Especificações	13
2.2	Inferência	14
2.3	Informação Pré-Tratamento	16
3	DADOS	18
4	METODOLOGIA	23
5	RESULTADOS	26
5.1	Especificações	26
5.2	Inferência	30
5.3	Informação Pré-Tratamento	31
5.4	Replicações	32
6	CONCLUSÃO	36
	REFERÊNCIAS	37

1 Introdução

O Método de Controle Sintético (SC), proposto originalmente em [Abadie e Gardeazabal \(2003\)](#) e [Abadie, Diamond e Hainmueller \(2010\)](#), tem sido utilizado com frequência em pesquisas empíricas nas disciplinas de ciências sociais por trazer diversas vantagens na estimação do efeito causal. O método permite a criação de um contrafactual a partir de uma ponderação de outras unidades não tratadas, sendo que a estimação dos pesos é feita de forma totalmente *data-driven*.

Por ser um método relativamente recente, pouco foi desenvolvido em termos teóricos e ainda existem poucos artigos aplicados nas melhores revistas de economia. [Abadie \(2021\)](#) faz um bom resumo do que já foi discutido até o momento, mas ainda existem algumas limitações na qual os pesquisadores devem se atentar ao aplicar o método.

O fato de boa parte do método ser feita de forma *data-driven* pode levar a falsa impressão de que o método não está sujeito a arbitrariedades do pesquisador. [Ferman, Pinto e Possebom \(2020\)](#) levantam esse ponto, destacando a importância de uma discussão mais aprofundada a respeito da especificação dos preditores. A falta de consenso na literatura sobre como escolher os preditores criam a oportunidade aos pesquisadores de selecionarem a especificação que lhes dá um resultado estatisticamente significativo, mesmo quando o efeito é inexistente.

Muito se discute, também, a respeito do método de inferência a ser utilizado nas aplicações de controle sintético. Inicialmente, [Abadie, Diamond e Hainmueller \(2010\)](#) propõem um teste de permutação, em que são estimados os efeitos para os placebos e comparados com o efeito da unidade tratada. Artigos como [Hahn e Shi \(2017\)](#) discutem possíveis distorções sobre esse método e promovem soluções alternativas. [Firpo e Possebom \(2018\)](#), por exemplo, também promovem discussões a respeito de intervalos de confiança, baseado na inversão dos teste estatísticos.

Para uma boa aplicação do método, é importante que o pesquisador se preocupe com a boa estruturação do controle sintético e esteja ciente da discussão teórica do método. Desta forma, este artigo busca documentar e entender como

os artigos aplicados estão sendo estruturados ao longo dos anos. São investigados 43 artigos aplicados em diversas revistas de economia, dos quais foram coletados dados de características relacionadas a estimação do controle sintético, métodos de inferência e robustez.

As características serão documentadas e analisadas de acordo com os diferentes períodos de tempo e em relação à importância do método de controle sintético na análise do artigo. Será avaliado se os artigos estão seguindo as recomendações e utilizando o ferramental teórico mais recente. Por fim, serão ilustrados alguns problemas recorrentes na literatura com duas replicações.

Este artigo segue da seguinte forma: a seção 2 descreve o modelo básico de controle sintético, passando por questões a respeito da escolha das especificações e métodos de inferência; a seção 3 descreve a coleta de dados e apresenta os artigos que serão analisados; a seção 4 detalha a metodologia utilizada no artigo; a seção 5 discute a respeito dos resultados e ilustra alguns problemas comuns na literatura por meio de replicações; por fim, a seção 6 conclui o artigo.

2 Método de Controle Sintético

Seja $\mathcal{J} = \{0, \dots, J\}$ o conjunto das $J + 1$ unidades observadas, em que $j = 0$ é a unidade tratada e as outras J unidades são as unidades de controle. Assuma $t \in \{0, \dots, T_0, \dots, T\}$ como o período de análise, no qual $t = T_0 + 1$ é o primeiro período de tratamento da unidade $j = 0$. Seja $y_{j,t}^1$ o resultado potencial da unidade j no tempo t sob tratamento e $y_{j,t}^0$ sem o tratamento, assumindo um modelo de fatores lineares:

$$\begin{cases} y_{j,t}^0 = c_j + \delta_t + \theta_t Z_j + \lambda_t \mu_j + \varepsilon_{jt} \\ y_{j,t}^1 = \alpha_{jt} + y_{j,t}^0 \end{cases} \quad (2.1)$$

em que c_j é o efeito fixo de unidade, δ_t é a tendência temporal, Z_j e μ_j são vetores de preditores observáveis e não-observáveis, respectivamente, com coeficientes θ_t e λ_t (fatores comuns), ε_{jt} é o erro idiossincrático e α_{jt} é o efeito do tratamento.

O principal objetivo do método de SC é estimar o efeito do tratamento para a unidade 0 em cada período pós-tratamento $\mathcal{T}_1 = \{T_0 + 1, \dots, T\}$. Como observamos apenas $y_{0,t}^1$, o método de SC estima o efeito de tratamento através da construção de um contrafactual definido como a média ponderada das J unidades de controle:

$$\hat{y}_{0,t}^0 = \sum_{j=1}^J w_j y_{j,t} \quad (2.2)$$

sendo $W = (w_1, \dots, w_J)'$ o vetor $J \times 1$ de pesos do controle sintético. Para evitarmos arbitrariedades na construção do contrafactual, [Abadie, Diamond e Hainmueller](#)

(2010) recomendam estimar os pesos da seguinte forma: ¹

$$\begin{aligned} \mathbf{W}^*(\mathbf{V}) &= \arg \min_{\mathbf{W}} (\mathbf{X}^1 - \mathbf{X}^0 \mathbf{W})' \mathbf{V} (\mathbf{X}^1 - \mathbf{X}^0 \mathbf{W}) \\ s.a. \quad &\sum_{j=1}^J w_j = 1, \quad w_j \geq 0 \end{aligned} \quad (2.3)$$

em que \mathbf{X}^1 é um vetor $k \times 1$ de preditores da unidade tratada, $\mathbf{X}^0 = (\mathbf{X}_1, \dots, \mathbf{X}_J)$ é uma matriz $k \times J$ de preditores das J unidades de controle e \mathbf{V} é uma matriz $k \times k$ diagonal positiva semi-definida, podendo ser estimada como:

$$\mathbf{V}^* = \arg \min_{\mathbf{V}} (\mathbf{Y}^1 - \mathbf{Y}^0 \mathbf{W}^*(\mathbf{V}))' (\mathbf{Y}^1 - \mathbf{Y}^0 \mathbf{W}^*(\mathbf{V})) \quad (2.4)$$

sendo $\mathbf{Y}^1 = (y_{0,1}, \dots, y_{0,T_0})'$ e \mathbf{Y}^0 uma matriz $T_0 \times J$ da variável de interesse para o período pré-tratamento das unidades de controle.

Utilizando os valores ótimos obtidos nas minimizações 2.3 e 2.4 na equação 2.2, conseguimos estimar nosso efeito de tratamento:

$$\hat{\alpha}_{0t} = y_{0,t}^1 - \hat{y}_{0,t}^0 \quad (2.5)$$

2.1 Especificações

Seja $\mathcal{S} = \{1, \dots, S\}$ o conjunto de possíveis especificações dos preditores $\mathbf{X}_j(s) = (Z'_j, \{y_{jt}\}_{t \in \mathcal{T}^s})$, em que $s \in \mathcal{S}$ e \mathcal{T}^s é um subconjunto de $\mathcal{T}_0 = \{1, \dots, T_0\}$. Ou seja, cada especificação s está definindo um subconjunto dos períodos pré-tratamento, \mathcal{T}^s , que será utilizado para determinar quais defasagens de y_{jt} serão utilizadas como preditores de $\hat{y}_{0,t}^0$, além das covariadas Z_j . Para exemplificar, suponha que $\mathcal{T}^1 = \{1, \dots, \frac{T_0}{2}\}$, assumindo que T_0 é par. Portanto, para a especificação $s = 1$, estaremos utilizando apenas a primeira metade do período de tratamento como preditores, isto é, $\mathbf{X}_j(1) = (Z'_j, y_{j,1}, \dots, y_{j, \frac{T_0}{2}})$.

¹Existem modificações que permitem com que $w_j < 0$ para algumas unidades de controle j , como em Ben-Michael, Feller e Rothstein (2021).

Assumindo que qualquer subconjunto não-vazio de \mathcal{T}_0 é uma especificação factível, obtemos um total de especificações $S = 2^{T_0} - 1$.² Ou seja, se obtivermos apenas um período pré-tratamento, só será possível construir uma especificação. Alternativamente, assumindo que $T_0 \rightarrow \infty$, o número de especificações também vai para infinito. Desta forma, para cada especificação s , existe um problema de minimização diferente para os vetores de peso \mathbf{W} e \mathbf{V} . Isto implica que existe a possibilidade de obtermos $2^{T_0} - 1$ diferentes resultados para o efeito de tratamento $\hat{\alpha}_{0t}(s) = y_{0,t}^1 - \sum_{j=1}^J w_j(s)y_{jt}$.

O grande problema envolvendo a grande possibilidade de escolhas é que não um consenso na literatura teórica sobre como escolher a especificação. [Ferman, Pinto e Possebom \(2020\)](#) chamam atenção a esse problema, citando uma série de recomendações a respeito de como contorná-lo. Similarmente, [Abadie \(2021\)](#) nota a importância em se discutir robustez em relação às especificações. Além disso, [Ferman, Pinto e Possebom \(2020\)](#) mostram que $\text{plim}_{T_0 \rightarrow \infty} \mathbf{W}^*(s) = \bar{\mathbf{W}}$ sempre que $\text{card}(\mathcal{T}^s) \rightarrow \infty$, para qualquer $s \in \mathcal{S}$.

2.2 Inferência

[Abadie, Diamond e Hainmueller \(2010\)](#) propõem um método de inferência baseado em permutações. A ideia é aplicar o método de controle sintético iterativamente a todas as unidades de controle, como se tivessem recebido o tratamento, com o objetivo de estimar os efeitos de placebo. Para inferirmos a respeito da significância do resultado, podemos construir um teste estatístico baseado na razão do *fit* pós-tratamento relativo ao *fit* pré-tratamento. Ou seja, calculamos a raiz do erro quadrático médio de predição (RMSPE) para o período pós-tratamento e dividimos pela RMSPE do período pré-tratamento:

$$R_j(t_1, t_2) = \left(\frac{1}{t_2 - t_1 + 1} \sum_{t=t_1}^{t_2} (y_{jt} - \hat{y}_{jt}^0)^2 \right)^{\frac{1}{2}} \quad (2.6)$$

²Na prática, existem mais possibilidades de especificações, como pode ser visto na subseção 5.1. Podemos definir os preditores com ou sem as covariadas, além de podermos utilizar a média de alguma subsequência temporal.

em que $R_j(t_1, t_2)$ é a RMSPE da unidade j para o período entre t_1 e t_2 . Assim, nosso teste estatístico pode ser representado como:

$$r_j = \frac{R_j(T_0 + 1, T)}{R_j(1, T_0)} \quad (2.7)$$

Podemos entender que nossa unidade tratada será estatisticamente significativa se nosso teste estatístico r_0 tiver uma magnitude extremamente maior do que os calculados para os placebos. Isto é, acreditamos que nossas J unidades de controle deveriam seguir uma trajetória semelhante a do contrafactual no período pós-tratamento, já que não receberam tratamento nenhum, fazendo com que a RMSPE do período pós-tratamento seja pequena. Desta forma, calculamos o p-valor como a posição do r_0 no ranking de testes estatísticos dividido pelo número de unidades da análise, isto é:

$$p = \frac{1}{J+1} \sum_{j=0}^J \mathbb{1}(r_j \geq r_0) \quad (2.8)$$

[Firpo e Possebom \(2018\)](#) modificam a equação 2.8, propondo uma forma mais generalizada do teste de permutação, $p = \sum_{j=0}^J \pi_j \times \mathbb{1}(r_j \geq r_0)$, em que π_j representa o peso de cada unidade j , e utilizam disso para analisar de diversas maneiras a sensibilidade do resultado do teste apresentado pela equação 2.8. Com base nisso, ainda, propõem inverter o teste estatístico para estimar um intervalo de confiança dos efeitos de tratamento.

[Hahn e Shi \(2017\)](#) chamam a atenção para possíveis distorções nos testes de placebo e propõem a utilização o teste de instabilidade de [Andrews \(2003\)](#), baseado na MSPE do período pós-tratamento. [Ferman e Pinto \(2017\)](#) apontam que tais distorções podem ser atenuadas ao utilizarem o teste estatístico da equação 2.7 sob certas hipóteses. Similar a [Hahn e Shi \(2017\)](#), [Chernozhukov, Wüthrich e Zhu \(2021\)](#) constroem um teste estatístico baseado na permutação dos resíduos nos períodos pós-intervenção.

2.3 Informação Pré-Tratamento

Abadie, Diamond e Hainmueller (2010) mostram que se o processo gerador de dados seguir um modelo de fatores lineares, então o viés do estimador de controle sintético será limitado por uma função inversamente proporcional ao número de períodos pré-tratamento, isto é, o viés do estimador de controle sintético tende a zero quando $\text{card}(\mathcal{T}^s) \rightarrow \infty$. Desta forma, Abadie (2021) ressalta a importância de coletar dados para um grande período pré-tratamento.

Utilizando uma pequena quantidade de períodos pré-tratamento, o ajuste perfeito do controle sintético à trajetória da unidade tratada pode estar sendo obtido de forma espúria, resultando num contrafactual que não necessariamente esteja representando a trajetória da unidade tratada na ausência de tratamento.

É importante ressaltar que o modelo apresentado aqui é baseado no modelo de Abadie, Diamond e Hainmueller (2010), em que condicionam as propriedades do estimador de controle sintético à hipótese de “ajuste perfeito pré-tratamento”.³ Ferman e Pinto (2021) relaxam essa hipótese e consideram um modelo em que o ajuste pré-tratamento é imperfeito, isto é, não assumem que exista um vetor \mathbf{W}^* que pondere as unidades de controle para que se ajustem perfeitamente a unidade tratada, considerando todos os períodos pré-tratamento.

Com o relaxamento dessa hipótese, o estimador do efeito de tratamento, $\hat{\alpha}_{0t}$, quando $\text{card}(\mathcal{T}^s) \rightarrow \infty$, irá convergir para o efeito real de tratamento, α_{0t} , mais uma combinação linear do efeito fixo de unidade e dos fatores comuns presentes na equação 2.1. Assim, podemos entender que o tamanho do viés está condicionado na hipótese de ajuste pré-tratamento: quanto mais relaxarmos esta hipótese, esperamos que o viés do estimador esteja mais distante de zero.

No entanto, raramente o pesquisador irá ter a sua disponibilidade uma base de dados que justifique a análise assintótica. Ferman e Pinto (2021) mostram que quando $\text{card}(\mathcal{T}^s)$ é pequena relativamente ao número de unidades de controle, então a diferença entre y_{0t} e \hat{y}_{0t} para $t \in \mathcal{T}^s$ pode ser próxima de zero, pois os pesos estarão sendo escolhidos de forma a compensar a divergência entre os parâmetros não observados. Semelhante ao problema de existir um pequeno número de períodos

³É chamado de *perfect pretreatment fit* em Ferman e Pinto (2021).

pré-tratamento sob a hipótese de ajuste perfeito pré-tratamento, ao relaxarmos esta hipótese, um bom ajuste pré-tratamento pode estar sendo obtido por meio de *overfitting*.

Por fim, [Ferman \(2021\)](#) discute o caso em que tanto J quanto $\text{card}(\mathcal{T}^s)$ vão para infinito. Se J diverge mais rapidamente do que $\text{card}(\mathcal{T}^s)$, então, assintoticamente, não há *overfitting*. Isso acontece, pois as restrições de não-negatividade dos pesos ($w_j \geq 0$) e de soma igual a 1 ($\sum_{j=1}^J w_j = 1$) servem como regularização.

3 Dados

Foram coletados dados a respeito de características da construção do controle sintético de 43 artigos publicados em diversas revistas durante o período de 2003-2022. As tabelas 1 e 2 listam os 43 artigos investigados, sendo 12 publicados no *Journal of Policy Analysis and Management* (JPAM), 9 no *Review of Economics and Statistics* (RESTAT), 4 no *American Economic Journal: Economic Policy* (AEJ:EP), 4 no *American Journal of Political Science* (AJPS), 4 no *Journal of Development Economics* (JDE), 2 no *American Economic Review* (AER), 2 no *Quarterly Journal of Economics* (QJE), 2 no *Review of Economic Studies* (RESTUD), 2 no *Journal of Labor Economics* (JLE), 1 no *Journal of American Statistical Association* (JASA) e 1 no *Journal of Experimental Political Science*.

As características de interesse são a quantidade de períodos pré-tratamento (Pré-Tratamento)¹, quantidade de períodos pós-tratamento (Pós-Tratamento), número de covariadas (Covariadas), quais foram os preditores utilizados (Preditores)², quantidade de unidades de controle (Controles), qual foi o método de inferência utilizado (Método de Inferência)³, se o artigo detalhou a especificação dos preditores (Detalhamento da Especificação), se o artigo reportou mais de uma especificação dos preditores (Robustez de Especificação) e se o controle sintético foi o principal método de análise do artigo (Importância).

Ademais, foram utilizados dados de dois artigos presentes na tabela para a realização de replicações. Os dados para replicação dos artigos de Kleven, Landais e Saez (2019) e Bechtel, Hangartner e Schmid (2017) estão disponibilizados nos sites Open ICPSR e Harvard Dataverse, respectivamente.

¹Dados apresentados separados por um hífen referem-se a utilização de mais de uma especificação de período pré-tratamento para uma mesma análise. Se separados por um ponto e vírgula, representam a utilização do controle sintético em duas análises diferentes no mesmo artigo. O mesmo se aplica as outras colunas da tabela 1.

²O preditor de índice 0 se refere à variável de interesse no período T_0 , enquanto os outros índices se referem à defasagem em relação ao período T_0 .

³A indicação “Método Próprio” foi feita em função de não apresentarem explicitamente se o método utilizado havia sido proposto em algum artigo teórico de controle sintético.

Tabela 1 – Especificações

Autores	Journal	Pré-Tratamento	Pós-Tratamento	Covariadas	Preditores	Controles
Abadie e Gardeazabal (2003)	AER	10	30	11	Média	16
Abadie, Diamond e Hainmueller (2010)	JASA	19	12	4	-1, -9, -14	38
Montalvo (2011)	RESTAT	4	1	2	0, -1	32
Hinrichs (2012)	RESTAT	9	6	2	Todos	3-7
Kleven, Landaís e Saez (2013)	AER	14	5	3	Média	14
Cavallo et al. (2013)	RESTAT	11	10	7	Primeira Metade	53
Billmeier e Nannicini (2013)	RESTAT	2-32	10	5	Todos	4-62
Baccini, Li e Mirkina (2014)	JPAM	7	5	0	Média	36
Bohn, Lofstrom e Raphael (2014)	RESTAT	9	3	42	Todos	45
DeAngelo e Hansen (2014)	AEJ:EP	37	35	14	Média	46
Smith (2015)	JDE	10-43	16-49	2	0, -2, -4, -6	7-32
Abadie, Diamond e Hainmueller (2015)	AJPS	31	13	6	-10:-20	16
Eren e Ozbeklik (2016)	JPAM	19	6	7	Lags pares	28
Gobillon e Magnac (2016)	RESTAT	8	13	0	Todos	135
Dustmann, Schönberg e Stuhler (2016)	QJE	6	5	5	Todos	85
Kaestner et al. (2017)	JPAM	3	1	3	Todos	29
Cheong, Kwak e Yuan (2017)	JDE	70	14	0	Todos (Pesos V iguais)	21
Lindo e Packham (2017)	AEJ:EP	6	5	0	Lags ímpares	38
Bartel et al. (2018)	JPAM	5	9	11	Todos, Média	49
Aghion et al. (2018)	RESTUD	10	9	5	Não específica	Não específica
Morrill (2018)	JPAM	2	1	24	Não específica	35
Chen et al. (2018)	JPAM	4	2	Não específica	Não específica	12

Notas: Esta tabela lista artigos que utilizam o Método de Controle Sintético publicados no *American Economic Review*, *Journal of the American Statistical Association*, *Review of Economics and Statistics*, *Journal of Political Analysis and Management*, *American Economic Journal: Economic Policy*, *Journal of Development Economics*, *American Journal of Political Science*, *Quarterly Journal of Economics*, *Review of Economic Studies*, *Journal of Labor Economics* e *Journal of Experimental Political Science*

Continua na próxima página ...

Tabela 1 – Especificações (Continuação)

Autores	Journal	Pré-Tratamento	Pós-Tratamento	Covariadas	Preditores	Controles
Bechtel, Hangartner e Schmid (2018)	RESTAT	25	46	10	Média das duas metades	14
Zou (2018)	JLE	2	1	6	Todos	2429
Cunningham e Shah (2018)	RESTUD	18	6	5	0, -1, -2, -7, -8, -9, -11, -14, -15, -16	50
Singh (2019)	AJPS	24	17	Não especifica	Não especifica	104
Sun et al. (2019)	JPAM	6	2	2	Lags ímpares	17
Bischof e Wagner (2019)	AJPS	12	11	4	Não especifica	7
Gurantz (2020)	JPAM	4-8	2	0-7	Todos	6-9-47
Toews e Vézina (2020)	RESTAT	4-7	8-5	Não especifica	Não especifica	Não especifica
Vogler (2020)	JPAM	5	5	16	Todos	19
Clay et al. (2020)	JDE	16	18	11	Média	7-91
Venator e Fletcher (2021)	JPAM	57; 4	51; 5	4; 0	0:-15; Todos	50; 36
Friedson et al. (2021)	JPAM	7	22	0	Todos	43-32
Bullinger (2021)	JPAM	13	5	9	Todos	18
Schenoni (2021)	AJPS	5; 18	31; 18	9	0 e -5; -13 e -18	Só especifica as que receberam pesos
Bahar et al. (2022)	RESTAT	10	16	3	0, -2, -5	Não especifica
Alvarez e Argente (2022)	QJE	130	112	4	Não especifica	32
Glasner (2022)	JLE	13	6	2	Cross-Validation (Xu, 2017)	Não especifica
de Roux e Riehl (2022)	JDE	7	3	0	0, -6	25
Jardim et al. (2022)	AEJ:EP	33	9	0	Todos	40
Jones e Marinescu (2022)	AEJ:EP	4	33	11	Todos	50
Lang, Esbenschade e Willer (2022)	JEPS	17	6	0	Todos	33

Notas: Esta tabela lista artigos que utilizam o Método de Controle Sintético publicados no *American Economic Review*, *Journal of the American Statistical Association*, *Review of Economics and Statistics*, *Journal of Political Analysis and Management*, *American Economic Journal: Economic Policy*, *Journal of Development Economics*, *American Journal of Political Science*, *Quarterly Journal of Economics*, *Review of Economic Studies*, *Journal of Labor Economics* e *Journal of Experimental Political Science*

Tabela 2 – Especificações

Autores	Journal	Método de Inferência	Detalhamento da Especificação	Robustez de Especificação	Importância
Abadie e Gardeazabal (2003)	AER	Abadie e Gardeazabal (2003)	Sim	Não	Central
Abadie, Diamond e Hainmueller (2010)	JASA	Abadie, Diamond e Hainmueller (2010)	Sim	Não	Central
Montalvo (2011)	RESTAT	Não especifica	Sim	Não	Robustez
Hinrichs (2012)	RESTAT	Não especifica	Sim	Não	Central
Kleven, Landaís e Saez (2013)	AER	Não especifica	Apêndice	Não	Intermediário
Cavallo et al. (2013)	RESTAT	Abadie, Diamond e Hainmueller (2010)	Sim	Não	Central
Billmeier e Nannicini (2013)	RESTAT	Abadie, Diamond e Hainmueller (2010)	Sim	Não	Central
Baccini, Li e Mirkina (2014)	JPAM	Não especifica	Sim	Não	Central
Bohn, Lofstrom e Raphael (2014)	RESTAT	Método Próprio	Sim	Não	Central
DeAngelo e Hansen (2014)	AEJ:EP	Método Próprio	Sim	Sim	Central
Smith (2015)	JDE	Não especifica	Sim	Não	Robustez
Abadie, Diamond e Hainmueller (2015)	AJPS	Abadie, Diamond e Hainmueller (2015)	Sim	Não	Central
Eren e Ozbeklik (2016)	JPAM	Abadie, Diamond e Hainmueller (2010)	Sim	Não	Central
Gobillon e Magnac (2016)	RESTAT	Gobillon e Magnac (2016)	Sim	Não	Central
Dustmann, Schönberg e Stuhler (2016)	QJE	Abadie, Diamond e Hainmueller (2010)	Sim	Não	Robustez
Kaestner et al. (2017)	JPAM	Método Próprio	Sim	Sim	Robustez
Cheong, Kwak e Yuan (2017).	JDE	Método Próprio	Sim	Não	Robustez
Lindo e Packham (2017)	AEJ:EP	Abadie, Diamond e Hainmueller (2010)	Sim	Não	Robustez
Bartel et al. (2018)	JPAM	Abadie, Diamond e Hainmueller (2010)	Sim	Sim	Robustez
Aghion et al. (2018)	RESTUD	Não especifica	Apenas covariadas	Não	Robustez
Morrill (2018)	JPAM	Método Próprio	Apenas covariadas	Não	Robustez
Chen et al. (2018)	JPAM	Abadie, Diamond e Hainmueller (2010)	Não	Não	Robustez

Notas: Esta tabela lista artigos que utilizam o Método de Controle Sintético publicados no *American Economic Review*, *Journal of the American Statistical Association*, *Review of Economics and Statistics*, *Journal of Political Analysis and Management*, *American Economic Journal: Economic Policy*, *Journal of Development Economics*, *American Journal of Political Science*, *Quarterly Journal of Economics*, *Review of Economic Studies*, *Journal of Labor Economics* e *Journal of Experimental Political Science*

Continua na próxima página ...

Tabela 2 – Especificações (Continuação)

Autores	Journal	Método de Inferência	Detalhamento da Especificação	Robustez de Especificação	Importância
Bechtel, Hangartner e Schmid (2018)	RESTAT	Abadie, Diamond e Hainmueller (2010)	Apêndice	Não	Central
Zou (2018)	JLE	Não Especifica	Sim	Sim	Intermediário
Cunningham e Shah (2018)	RESTUD	Abadie, Diamond e Hainmueller (2010)	Sim	Não	Robustez
Singh (2019)	AJPS	Abadie, Diamond e Hainmueller (2010)	Não	Não	Central
Sun et al. (2019)	JPAM	Abadie, Diamond e Hainmueller (2015)	Sim	Não	Central
Bischof e Wagner (2019)	AJPS	Xu (2017)	Não	Sim (Xu, 2017)	Robustez
Gurantz (2020)	JPAM	Método Próprio	Sim	Sim	Robustez
Toews e Vézina (2020)	RESTAT	Não especifica	Não	Não	Intermediário
Vogler (2020)	JPAM	Abadie, Diamond e Hainmueller (2010)	Sim	Não	Robustez
Clay et al. (2020)	JDE	Abadie, Diamond e Hainmueller (2010) e Doudchenko e Imbens (2016)	Sim	Não	Central
Venator e Fletcher (2021)	JPAM	Abadie, Diamond e Hainmueller (2010)	Sim	Não	Central
Friedson et al. (2021)	JPAM	Abadie, Diamond e Hainmueller (2010) e Imbens e Rubin (2015)	Sim	Sim	Central
Bullinger (2021)	JPAM	Método Próprio	Sim	Não	Central
Schenoni (2021)	AJPS	Abadie, Diamond e Hainmueller (2015)	Sim (Apêndice)	Sim (Apêndice)	Central
Bahar et al. (2022)	RESTAT	Não especifica	Sim	Não	Robustez
Alvarez e Argente (2022)	QJE	Firpo e Possebom (2018)	Apenas covariadas	Não	Central
Glasner (2022)	JLE	Xu (2017)	Não	Sim (Xu, 2017)	Robustez
de Roux e Riehl (2022)	JDE	Não especifica	Sim	Não	Intermediário
Jardim et al. (2022)	AEJ:EP	Abadie, Diamond e Hainmueller (2015) e Firpo e Possebom (2018)	Sim	Não	Central
Jones e Marinescu (2022)	AEJ:EP	Abadie, Diamond e Hainmueller (2010)	Sim	Sim	Central
Lang, Esbenshade e Willer (2022)	JEPS	Abadie, Diamond e Hainmueller (2010), Chernozhukov, Wüthrich e Zhu (2021) e Ben-Michael, Feller e Rothstein (2021)	Sim	Sim	Central

Notas: Esta tabela lista artigos que utilizam o Método de Controle Sintético publicados no *American Economic Review*, *Journal of the American Statistical Association*, *Review of Economics and Statistics*, *Journal of Political Analysis and Management*, *American Economic Journal: Economic Policy*, *Journal of Development Economics*, *American Journal of Political Science*, *Quarterly Journal of Economics*, *Review of Economic Studies*, *Journal of Labor Economics* e *Journal of Experimental Political Science*

4 Metodologia

Este artigo pretende documentar como os pesquisadores utilizaram o método de controle sintético ao longo dos anos em diversos aspectos de sua construção, além de entender se estão utilizando novos métodos e recomendações desenvolvidos pela literatura teórica. Assim, os artigos das tabelas 1 e 2 serão analisados em três diferentes períodos temporais e também serão divididos em relação a importância do método na aplicação.

Cada característica da tabela será analisada nos períodos 2003-2014, 2015-2018 e 2019-2022. Os três períodos escolhidos representam bem o desenvolvimento do método de controle sintético, sendo o primeiro referente às primeiras aplicações do método, o segundo referente ao começo do desenvolvimento teórico e o terceiro referente a sua afirmação como ferramenta econométrica. Ainda, as características serão analisadas de acordo com sua importância na aplicação feita pelo artigo, podendo ser “central”, “intermediária” ou para fins de “robustez” da análise.

Será comparado entre os períodos e entre as classes de importância se os pesquisadores estão se preocupando em reportar detalhadamente como aplicaram o método, especificando quais foram os preditores, quantidade de unidades de controle, se foram utilizadas covariadas e o horizonte temporal da análise.

Dois principais problemas relacionados a especificação serão investigados nos artigos disponíveis. O primeiro é o exposto em [Ferman, Pinto e Possebom \(2020\)](#), a respeito da arbitrariedade na escolha das especificações. Será analisado se os artigos estão reportando mais de uma especificação e se esse padrão muda ao longo do tempo. O mesmo será feito em relação ao apresentado em [Kaul et al. \(2022\)](#), que mostram que ao utilizar todos os lags da variável de interesse como preditores juntamente com as covariadas, as covariadas perdem relevância na estimação dos pesos w_j .

Ademais, será importante entender se os pesquisadores estão se preocupando em utilizar as recomendações propostas pela literatura teórica, como métodos de inferência mais recentes. Assim, os artigos serão divididos em quatro categorias: os

que utilizaram apenas os métodos de inferência propostos por [Abadie, Diamond e Hainmueller \(2010\)](#) ou [Abadie, Diamond e Hainmueller \(2015\)](#); os que utilizaram algum método de inferência desenvolvido na literatura teórica de controle sintético; os que utilizaram algum método próprio ¹; e os que não especificaram o método de inferência utilizado. Com isso, buscará entender como a proporção de artigos nessas quatro categorias varia em relação à importância do método de controle sintético na análise dos autores.

A informação pré-tratamento dos artigos será avaliada com base no período pré-tratamento disponível (T_0), podendo ser interpretado como a informação potencial disponível ao pesquisador, e na razão de períodos pré-tratamento com o número de unidades de controle disponíveis (T_0/J). T_0 será avaliado em dois cortes diferentes, 10 e 5, e serão interpretados conjuntamente com os artigos que apresentarem um $T_0/J < 0,5$.

Para ilustrar alguns problemas recorrentes na literatura aplicada, serão replicados os artigos de [Kleven, Landais e Saez \(2013\)](#) e [Bechtel, Hangartner e Schmid \(2018\)](#). Um dos problemas que serão investigados é o de *cherry picking* nas especificações dos preditores, como notado por [Ferman, Pinto e Possebom \(2020\)](#). O exercício consistirá em replicar os artigos com a especificação usada originalmente juntamente com outras possíveis especificações. Ambos os artigos serão replicados para as seguintes especificações:

- a. Todos os períodos pré-tratamento: $\mathbf{X}_j = (y_{j,1}, \dots, y_{j,T_0})'$
- b. Primeiros $\frac{3}{4}$ do período pré-tratamento: $\mathbf{X}_j = (y_{j,1}, \dots, y_{j, \frac{3T_0}{4}})'$
- c. Períodos pré-tratamento ímpares: $\mathbf{X}_j = (y_{j,1}, y_{j,3}, \dots, y_{j,T_0-3}, y_{j,T_0-1})'$
- d. Períodos pré-tratamento pares: $\mathbf{X}_j = (y_{j,2}, y_{j,4}, \dots, y_{j,T_0-2}, y_{j,T_0})'$
- e. Média dos períodos pré-tratamento: $\mathbf{X}_j = (\frac{\sum_{t=1}^{T_0} y_{jt}}{T_0})'$
- f. Primeira metade dos períodos pré tratamento: $\mathbf{X}_j = (y_{j,1}, \dots, y_{j, \frac{T_0}{2}})'$

¹Muitas vezes baseados no proposto em [Abadie, Diamond e Hainmueller \(2010\)](#), mas não citam o artigo explicitamente ao discorrerem a respeito do método de inferência

- g. Três períodos pré-tratamento: $\mathbf{X}_j = (y_{j,1}, y_{j,\frac{T_0}{2}}, y_{j,T_0})'$
- h. Média das duas metades do período pré-tratamento: $\mathbf{X}_j = (\frac{\sum_{t=1}^{\frac{T_0}{2}} y_{jt}}{\frac{T_0}{2}}, \frac{\sum_{t=\frac{T_0}{2}+1}^{T_0} y_{jt}}{\frac{T_0}{2}})'$

Todas as especificações acima serão utilizadas com e sem covariadas.² Com essas 16 especificações, serão estimados os controles sintéticos e os p-valores serão calculados de acordo com a equação 2.8, como sugerido em [Abadie, Diamond e Hainmueller \(2010\)](#). A partir disso, será utilizado o método de seleção sugerido em [Ferman, Pinto e Possebom \(2020\)](#), previamente utilizado em [Dube e Zipperer \(2015\)](#), que escolhe a especificação que minimiza a MSPE do período pós-tratamento dos placebos:

$$s^* = \arg \min_{s \in S} \left\{ \frac{1}{(T - T_0)J} \sum_{j=1}^J \sum_{t=T_0+1}^T (y_{jt} - \hat{y}_{jt}^0(s))^2 \right\} \quad (4.1)$$

Se a especificação de preditores constrói um bom controle sintético, é esperado que a MSPE do período pós-tratamento dos placebos seja próxima de 0, já que nenhuma dessas unidades foi tratada.

²As covariadas utilizadas são as mesmas utilizadas nos dois artigos.

5 Resultados

Primeiramente, podemos analisar as diferenças na utilização do controle sintético de acordo com os períodos temporais descritos na seção 4. O período 2003-2014 possui 10 artigos: [Abadie e Gardeazabal \(2003\)](#), [Abadie, Diamond e Hainmueller \(2010\)](#), [Montalvo \(2011\)](#), [Hinrichs \(2012\)](#), [Kleven, Landaís e Saez \(2013\)](#), [Cavallo et al. \(2013\)](#), [Billmeier e Nannicini \(2013\)](#), [Baccini, Li e Mirkina \(2014\)](#), [Bohn, Lofstrom e Raphael \(2014\)](#) e [DeAngelo e Hansen \(2014\)](#). Destes, apenas [Montalvo \(2011\)](#) utiliza o método como forma de robustez, enquanto que [Kleven, Landaís e Saez \(2013\)](#) utilizam como método intermediário.

Já o período 2015-2018 possui 15 artigos: [Smith \(2015\)](#), [Abadie, Diamond e Hainmueller \(2015\)](#), [Eren e Ozbeklik \(2016\)](#), [Gobillon e Magnac \(2016\)](#), [Dustmann, Schönberg e Stuhler \(2016\)](#), [Kaestner et al. \(2017\)](#), [Cheong, Kwak e Yuan \(2017\)](#), [Lindo e Packham \(2017\)](#), [Bartel et al. \(2018\)](#), [Aghion et al. \(2018\)](#), [Morrill \(2018\)](#), [Chen et al. \(2018\)](#), [Bechtel, Hangartner e Schmid \(2018\)](#), [Zou \(2018\)](#) e [Cunningham e Shah \(2018\)](#). O padrão que se observa neste período é contrário do que o anterior, sendo 10 artigos em que se utilizam o método como robustez.

Por fim, o período de 2019-2022 possui 18 artigos: [Singh \(2019\)](#), [Sun et al. \(2019\)](#), [Bischof e Wagner \(2019\)](#), [Gurantz \(2020\)](#), [Toews e Vézina \(2020\)](#), [Vogler \(2020\)](#), [Clay et al. \(2020\)](#), [Venator e Fletcher \(2021\)](#), [Friedson et al. \(2021\)](#), [Bullinger \(2021\)](#), [Schenoni \(2021\)](#), [Bahar et al. \(2022\)](#), [Alvarez e Argente \(2022\)](#), [Glasner \(2022\)](#), [de Roux e Riehl \(2022\)](#), [Jardim et al. \(2022\)](#), [Jones e Marinescu \(2022\)](#) e [Lang, Esbenshade e Willer \(2022\)](#). Destes, apenas em 5 o método é utilizado como robustez e em outros dois é utilizado como método intermediário.

5.1 Especificações

Dos 43 artigos investigados, 6 utilizam a média do período pré-tratamento como preditores, 17 utilizam todos os períodos como preditores, 7 não especificam quais foram os preditores utilizados e os demais utilizam alguma subsequência dos

períodos de pré-tratamento.

No período 2003-2014, 4 dos 10 artigos utilizam a média do período pré-tratamento como preditor, enquanto apenas um artigo utiliza a média como preditor em cada período subsequente. Ainda, no período 2003-2014, dos artigos que utilizam a média, 3 têm o controle sintético como principal método de análise, enquanto o outro utiliza como método intermediário. Nos outros dois períodos, [Clay et al. \(2020\)](#) utilizam a média e têm o controle sintético como método central, enquanto [Bartel et al. \(2018\)](#) utilizam a média e também todos os períodos pré-tratamento, tendo o controle sintético como método de robustez. Além dos que usam a média de todos os períodos pré-tratamento, [Bechtel, Hangartner e Schmid \(2018\)](#) utilizam a média das duas metades.

Em relação aos artigos que utilizam todos os períodos pré-tratamento como preditores, observa-se um aumento ao longo do tempo. No primeiro corte temporal, apenas 3 dos 10 artigos utilizam todos os períodos pré-tratamento como preditores, sendo que no período seguinte 6 artigos de 15 utilizam todos. O último corte temporal tem proporção semelhante ao de 2015-2018, com 8 de 18 artigos utilizando todos os períodos pré-tratamento como preditores.

Um problema que surge ao se utilizar todos os períodos pré-tratamento como preditores é quando o pesquisador entende necessário também utilizar covariadas para estimar o controle sintético. Como notado por [Kaul et al. \(2022\)](#), ao utilizar todos os *lags* da variável de interesse juntamente com as covariadas, as covariadas acabam sendo irrelevantes na estimação dos pesos do controle sintético. Para identificar tal problema na literatura aplicada, podemos comparar os três períodos descritos anteriormente. Observando a figura 1, nota-se que no período de 2003-2014 todos os artigos que utilizaram todos os períodos pré-tratamento como preditores também utilizaram covariadas. Já no período seguinte, essa proporção caiu para 66% dos artigos que utilizaram todos os períodos pré-tratamento como preditores, coincidindo com o período em que foram lançadas as versões do *working paper* de [Kaul et al. \(2022\)](#).¹ No período de 2019-2022 essa proporção é reduzida para quase 38% dos artigos, o que evidencia uma maior preocupação dos pesquisadores em

¹A última versão do *working paper* de [Kaul et al. \(2022\)](#) é de Junho de 2017. Veja [Kaul et al. \(2015\)](#).

relação ao problema enfatizado em [Kaul et al. \(2022\)](#).²

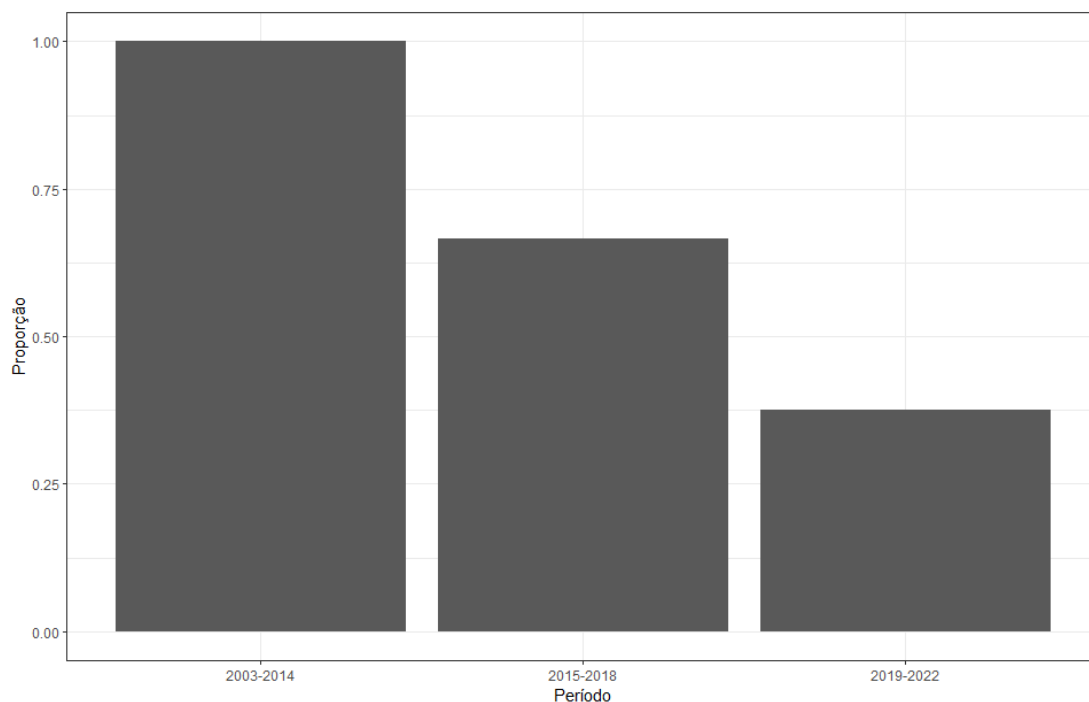


Figura 1 – Covariadas e todos os períodos pré-tratamento

Outro potencial problema referente às especificações é o de *cherry picking*, notado em [Ferman, Pinto e Possebom \(2020\)](#). Como ilustrado na subseção 2.1, existem infinitas possibilidades de especificações, mas a falta de consenso na literatura a respeito de como escolher a especificação pode levar o pesquisador a resultados enviesados. Para contornar este problema, [Ferman, Pinto e Possebom \(2020\)](#) apresentam uma série de recomendações baseadas em reportar diversas especificações possíveis como forma de robustez. No entanto, a literatura aplicada não aparenta se preocupar muito com esse problema, apesar de se observar um crescimento ao longo dos períodos analisados. Analisando a figura 2, dos 10 artigos referentes ao período 2003-2014, apenas [DeAngelo e Hansen \(2014\)](#) reporta mais de uma especificação (10%). No período 2015-2018, 3 dos 15 artigos fazem o mesmo

²Importante notar que o artigo de [Jones e Marinescu \(2022\)](#), apesar de utilizarem como especificação principal todos os períodos pré-tratamento juntamente com covariadas, reportam adicionalmente outra especificação com uma subsequência dos períodos pré-tratamento e covariadas como forma de robustez.

(20%), enquanto no período 2019-2022, 6 dos 18 artigos se preocupam com o problema de escolha de especificação (33%). Ainda, dos artigos que reportam mais de uma especificação, destaca-se [Lang, Esbenshade e Willer \(2022\)](#), que dedicam toda uma seção para a discussão da escolha da especificação.³

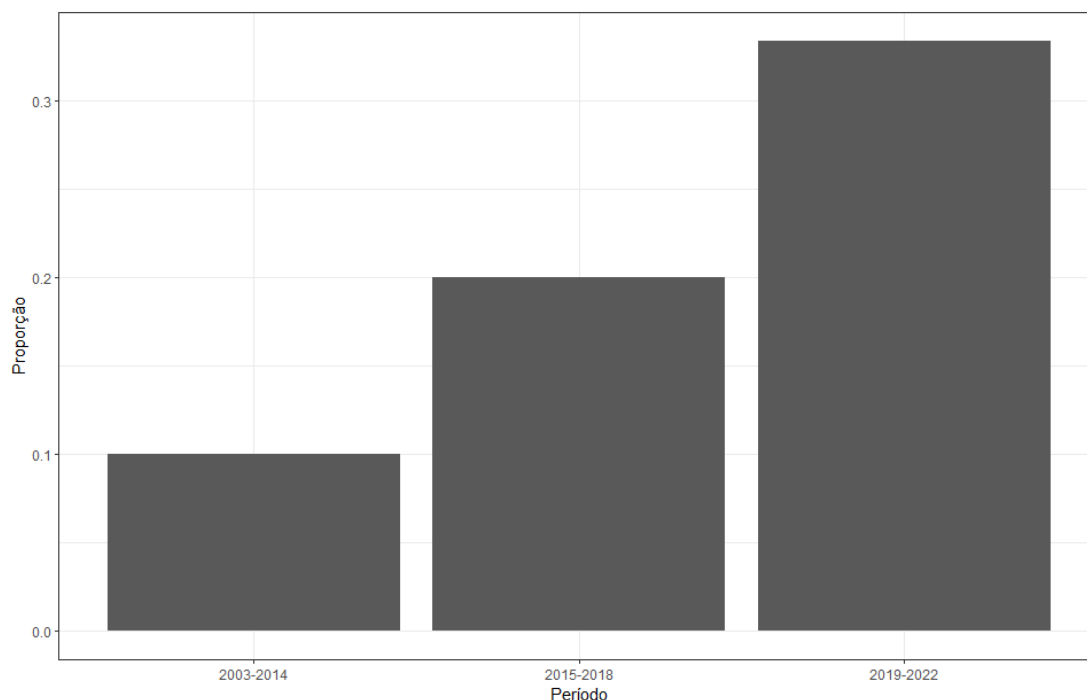


Figura 2 – Proporção de artigos que reportam mais de uma especificação

Nota-se, também, que alguns artigos nem sequer estão detalhando suas especificações. Isto ocorre, majoritariamente, com artigos que utilizam o método como intermediário ou como robustez. Dos que utilizam como método principal, apenas [Singh \(2019\)](#) e [Alvarez e Argente \(2022\)](#) não detalham quais são os preditores utilizados. Ainda, alguns artigos que utilizam como método principal optam por detalhar as especificações apenas no apêndice, como [Bechtel, Hangartner e Schmid \(2018\)](#) e [Schenoni \(2021\)](#). Vale ressaltar que os artigos que utilizam a modificação de controle sintético generalizado de [Xu \(2017\)](#) não detalham a especificação de preditores e não reportam análises de robustez de forma explícita, porém, utilizam

³[Lang, Esbenshade e Willer \(2022\)](#) reportam diversas possibilidades de especificações, incluindo especificações utilizadas por artigos que buscavam responder a mesma pergunta que a deles, como forma de mostrar que a especificação escolhida era robusta.

o pacote *gsynth* no R para a estimação, o qual possui um sistema de validação cruzada para determinar qual a melhor especificação a ser utilizada.⁴

5.2 Inferência

Em relação aos métodos de inferência, podemos notar que inicialmente há uma grande quantidade de artigos que não especificam o método ou utilizam algum método não explicitado na literatura de controle sintético. No período 2011-2014,⁵ 4 dos 8 artigos não especificam o método de inferência, 2 artigos utilizam explicitamente o método recomendado por [Abadie, Diamond e Hainmueller \(2010\)](#) e os 2 outros artigos utilizam métodos semelhantes ao de [Abadie, Diamond e Hainmueller \(2010\)](#), porém não citam explicitamente.

Observa-se uma melhora no período 2015-2018,⁶ com apenas 2 artigos de 13 não especificando o método utilizado, outros 7 referenciando explicitamente ao método proposto em [Abadie, Diamond e Hainmueller \(2010\)](#) e os últimos 4 utilizando métodos próprios. Outros métodos de inferência começam a aparecer na literatura aplicada nos anos mais recentes. No período 2019-2022, nota-se a utilização de métodos de inferência desenvolvidos em [Imbens e Rubin \(2015\)](#), [Doudchenko e Imbens \(2016\)](#), [Xu \(2017\)](#), [Firpo e Possebom \(2018\)](#), [Chernozhukov, Wüthrich e Zhu \(2021\)](#) e [Ben-Michael, Feller e Rothstein \(2021\)](#).

Apesar de nenhum dos artigos que utilizam o controle sintético como método intermediário especificarem o método de inferência utilizado, conseguimos analisar um padrão interessantes em relação às outras duas categorias de importância. Ao observarmos a figura 3, nota-se uma maior utilização de métodos de inferência desenvolvidos na literatura teórica, seja os propostos por [Abadie, Diamond e Hainmueller \(2010\)](#) ou seja os mais recentes, sendo utilizados em artigos que tenham o SC como principal método. No caminho contrário, 50% dos artigos que

⁴O método proposto por [Xu \(2017\)](#) é semelhante ao descrito na equação 4.1.

⁵Retiramos [Abadie e Gardeazabal \(2003\)](#) por não ter literatura teórica até então e [Abadie, Diamond e Hainmueller \(2010\)](#) por ser o primeiro artigo que propõe algum método de inferência, sendo tratado como *benchmark* na análise.

⁶Para este período foi removido da análise os artigos de [Abadie, Diamond e Hainmueller \(2015\)](#) e [Gobillon e Magnac \(2016\)](#) por promoverem também um desenvolvimento teórico do método, discutindo a respeito de inferência.

utilizam o SC para robustez não especificam o método de inferência ou especificam de forma genérica.

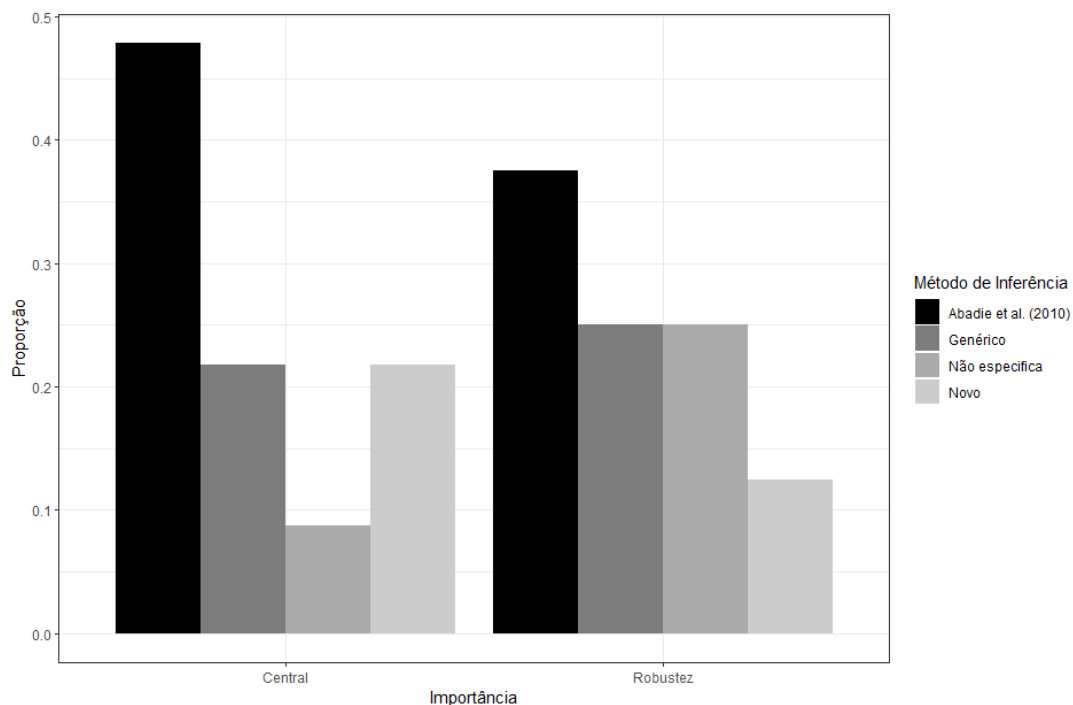


Figura 3 – Métodos de Inferência

5.3 Informação Pré-Tratamento

Pela figura 4 podemos observar que 18 dos 43 artigos ficaram abaixo do corte de 10 períodos pré-tratamento, sendo 9 artigos que utilizaram o SC para robustez, 7 que tinham o SC como método principal e 2 que utilizaram o SC como método intermediário. Dos que ficaram abaixo desse corte, a maioria apresentou uma razão T_0/J menor do que 0.5, estando especificados em vermelho na figura.

Ao reduzirmos o corte para 5 períodos pré-tratamento, o padrão em relação ao nível de importância do SC no artigo muda. Dos 8 artigos que ficaram abaixo do corte de 5 períodos pré-tratamento, 6 foram artigos que utilizaram o método de controle sintético como robustez. Isto pode ser um indicativo de que a estratégia de robustez desses artigos pode estar comprometida, pois possivelmente estão

utilizando o controle sintético em situações nas quais não é o método mais adequado. Ainda, pode indicar que os artigos que têm o controle sintético como principal método estão se preocupando mais com a informação pré-tratamento, ou que esta preocupação parte da revista em que estão sendo publicados.

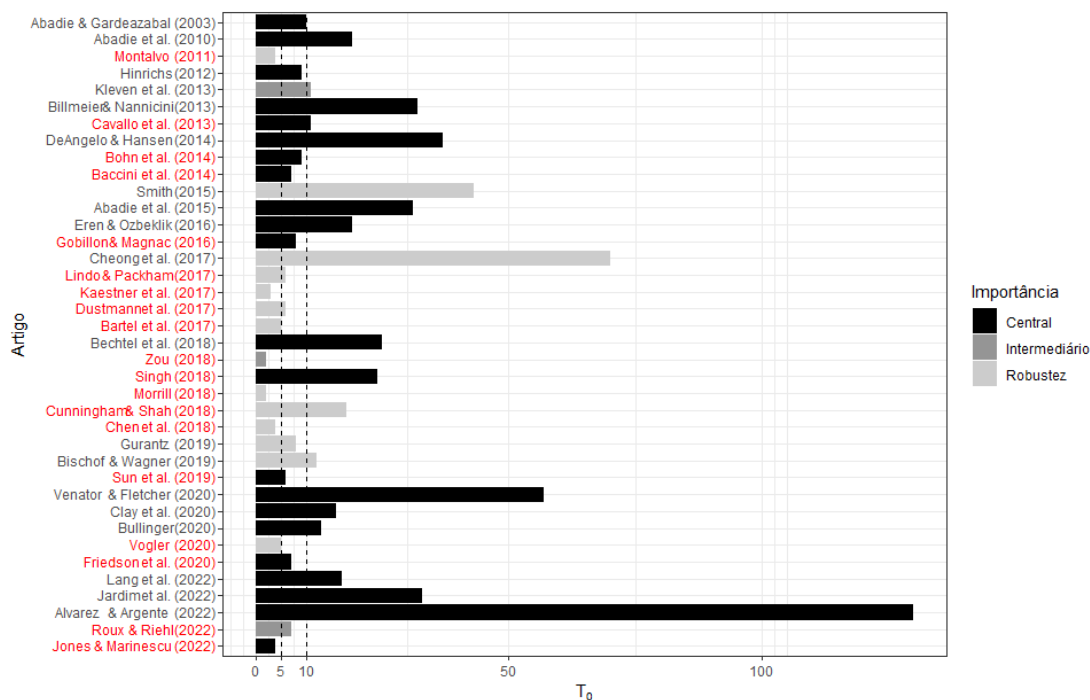


Figura 4 – Períodos pré-tratamento

5.4 Replicações

Aqui serão apresentados os resultados para as replicações dos artigos de [Kleven, Landais e Saez \(2013\)](#) e [Bechtel, Hangartner e Schmid \(2018\)](#), como descritas na seção 4. Os dois artigos foram escolhidos pela falta de robustez nas especificações e pela disponibilidade de dados, trazendo a oportunidade de ilustrar problemas comuns na literatura aplicada no que se diz respeito a especificação dos preditores.

O artigo de [Kleven, Landais e Saez \(2013\)](#) busca entender o efeito de impostos na imigração de jogadores de futebol em alguns países da Europa. Em

uma de suas análises, os autores utilizam do método de controle sintético de forma intermediária para estimar elasticidades, porém discutem um pouco a respeito do efeito do tratamento em questão. A replicação feita aqui discute apenas os efeitos da Lei de Beckham na proporção de jogadores estrangeiros de alto nível na Espanha.⁷

Os dados apresentam 14 períodos pré-tratamento (1990-2003) e 5 períodos pós-tratamento (2004-2008). A especificação de preditores original foi feita com a utilização de 3 covariadas entendidas como importantes para os autores, além da média dos períodos pré-tratamento. Ainda, o conjunto de unidades de controle conta com outros 14 países. Foi estimado o controle sintético para todas as especificações indicadas na seção 4, sendo que a especificação “e” se refere a especificação original.

A tabela 3 reporta os p-valores para cada uma das especificações. Podemos observar que a especificação original (primeira linha da coluna “e”) é que obteve menor p-valor, se mostrando a mais estatisticamente significativa se comparado as outras especificações feitas nessa análise. Apesar de seu p-valor estar distante do p-valor mínimo possível do problema (0.067), é a especificação que reporta os efeitos com maior magnitude e pode levar a conclusões errôneas a respeito da análise.

Covariadas	Especificações							
	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)
Sim	0.857	0.786	0.786	0.929	0.429	0.929	0.857	0.786
Não	0.786	0.786	0.786	0.857	0.929	0.786	0.857	0.571

Tabela 3 – p-valores de Kleven, Landais e Saez (2013)

A figura 5 ilustra a trajetória das diferentes especificações utilizadas neste problema. A trajetória em preto representa a os dados observados para a Espanha, enquanto que a linha tracejada em vermelho representa a especificação original do artigo e as demais tracejadas em cinza representam as especificações adicionais feitas aqui. Podemos observar que o controle sintético estimado pelo artigo originalmente é consideravelmente diferente das outras possíveis especificações e aparenta ser a especificação com o pior *fit*.

⁷O artigo originalmente também estima o controle sintético para outras variáveis de interesse e para outros tratamentos.

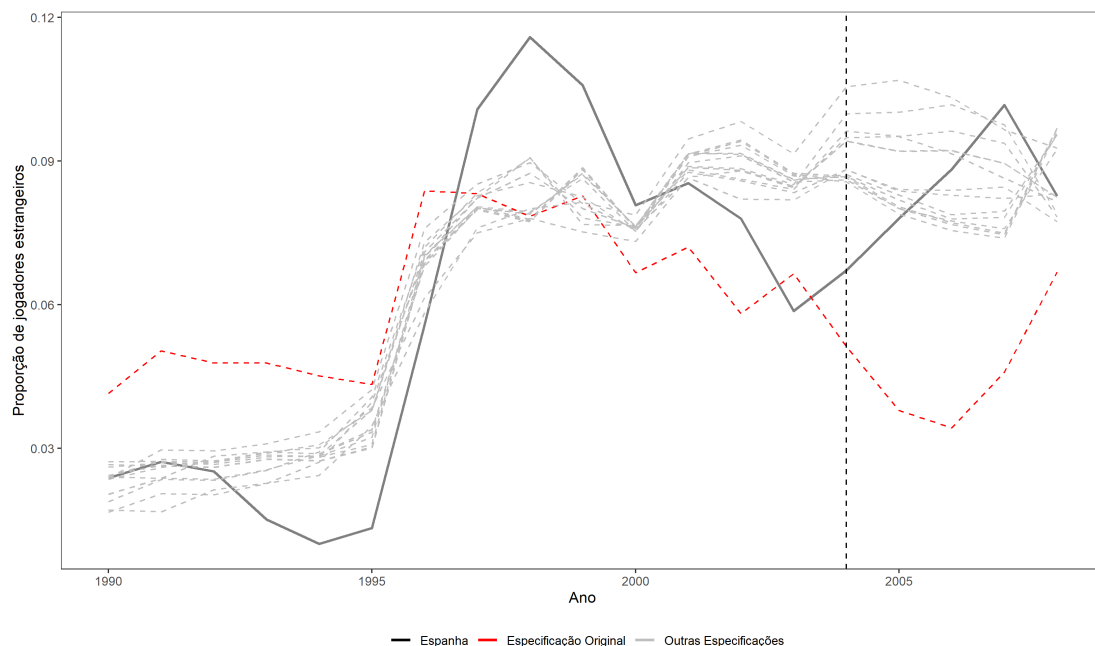


Figura 5 – Trajetórias de controle sintético de [Kleven, Landaís e Saez \(2013\)](#)

Com o método de seleção apresentado na equação 4.1, a especificação original não obteve o melhor resultado. A especificação que minimiza a MSPE do período pós-tratamento para os placebos é a especificação “g” com covariadas, a qual apresentou um dos maiores p-valores segundo a tabela 3. Este exemplo explicita a necessidade de reportar os resultados para diversas especificações possíveis, pois dá mais robustez e mais credibilidade à análise.

O artigo de [Bechtel, Hangartner e Schmid \(2018\)](#) busca entender os efeitos de longo-prazo do voto compulsório no cantão suíço de Vaud. Os dados contam com 25 períodos pré-tratamento (1900-1924) e 46 períodos pós-tratamento (1925-1970). A especificação original consiste num conjunto de 10 covariadas e das médias das duas metades do período pré-tratamento como preditores, além de um conjunto de unidades de controle com 14 outros cantões.

Diferentemente de [Kleven, Landaís e Saez \(2013\)](#), todas as especificações obtiveram o mesmo nível de significância, sendo também o menor valor possível na análise (0.067). Mesmo sem reportar e comparar diversas possibilidades de especi-

ficações de preditores, os autores obtiveram resultados que teriam sido robustos caso tivessem feito a análise. Podemos observar pela figura 6 que o *turnout* cresce consideravelmente nos períodos logo após o tratamento em relação as trajetórias dos controles sintéticos.

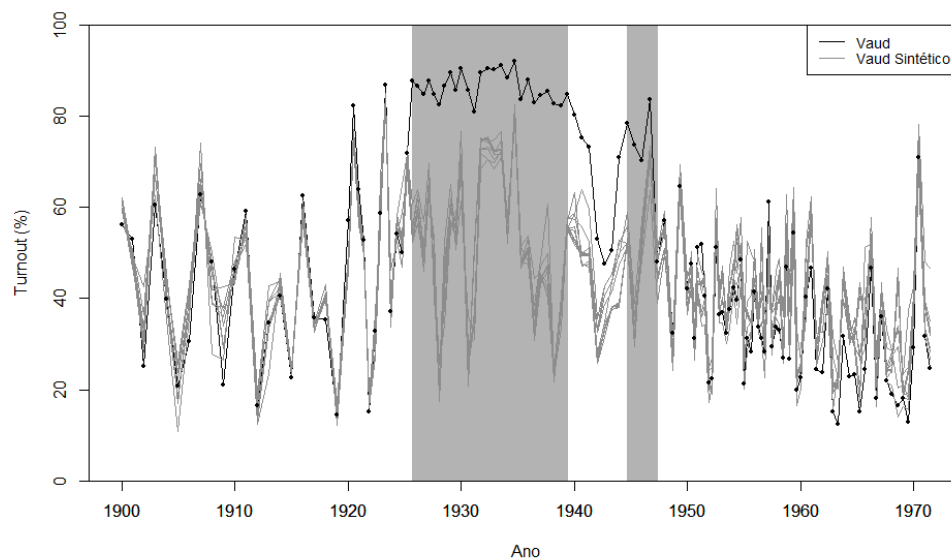


Figura 6 – Replicação [Bechtel, Hangartner e Schmid \(2018\)](#)

6 Conclusão

O método de controle sintético vem sendo cada vez mais um método importante no ferramental econométrico e, nos últimos anos, percebe-se uma maior utilização do método como parte da análise principal dos artigos que o utilizam. O desenvolvimento teórico do método permite com que a pesquisa aplicada se torne mais robusta, gerando resultados mais críveis para a literatura.

Para uma boa aplicação do método de controle sintético, é necessário com que os pesquisadores se preocupem em questões como robustez dos resultados, seguindo as recomendações e ferramental teóricos que estão sendo desenvolvidos. Essa preocupação demorou alguns anos para aparecer na literatura aplicada e percebe-se uma tendência de melhora nos últimos anos analisados.

A escolha das especificações é parte fundamental da estimação do controle sintético e, por existirem infinitas possibilidades de escolha, é necessário com que o pesquisador utilize métodos para fugir da arbitrariedade na escolha. Isto se mostra mais comum em artigos mais recentes, que utilizam o controle sintético como método principal na análise. Artigos que utilizam o método como robustez ou como método intermediário tendem a discutir essa questão mais vagamente.

Por fim, os métodos de inferência mais recentes começam a ser utilizados na literatura aplicada a partir de 2019, sendo mais frequente em artigos que usam o controle sintético como método principal. Os artigos que utilizam o controle sintético como método intermediário não especificam nenhum método de inferência e os que usam como robustez tendem a descrever métodos mais genéricos, sem referenciar explicitamente algum artigo teórico.

Referências

- ABADIE, Alberto. Using synthetic controls: Feasibility, data requirements, and methodological aspects. **Journal of Economic Literature**, v. 59, n. 2, p. 391–425, June 2021. Disponível em: <<https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/jel.20191450>>. 10, 14, 16
- ABADIE, Alberto; DIAMOND, Alexis; HAINMUELLER, Jens. Synthetic control methods for comparative case studies: Estimating the effect of california’s tobacco control program. **Journal of the American Statistical Association**, Taylor Francis, v. 105, n. 490, p. 493–505, 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.1198/jasa.2009.ap08746>>. 4, 5, 10, 13, 14, 16, 19, 21, 22, 24, 25, 26, 30
- ABADIE, Alberto; DIAMOND, Alexis; HAINMUELLER, Jens. Comparative politics and the synthetic control method. **American Journal of Political Science**, v. 59, n. 2, p. 495–510, 2015. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/ajps.12116>>. 19, 21, 22, 24, 26, 30
- ABADIE, Alberto; GARDEAZABAL, Javier. The economic costs of conflict: A case study of the basque country. **American Economic Review**, v. 93, n. 1, p. 113–132, 2003. Disponível em: <<https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/000282803321455188>>. 4, 5, 10, 19, 21, 26, 30
- AGHION, Philippe et al. Innovation and Top Income Inequality. **The Review of Economic Studies**, v. 86, n. 1, p. 1–45, 06 2018. ISSN 0034-6527. Disponível em: <<https://doi.org/10.1093/restud/rdy027>>. 19, 21, 26
- ALVAREZ, Fernando; ARGENTE, David. On the Effects of the Availability of Means of Payments: The Case of Uber*. **The Quarterly Journal of Economics**, 02 2022. ISSN 0033-5533. Qjac008. Disponível em: <<https://doi.org/10.1093/qje/qjac008>>. 20, 22, 26, 29
- ANDREWS, D. W. K. End-of-sample instability tests. **Econometrica**, v. 71, n. 6, p. 1661–1694, 2003. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/1468-0262.00466>>. 15
- BACCINI, Leonardo; LI, Quan; MIRKINA, Irina. Corporate tax cuts and foreign direct investment. **Journal of Policy Analysis and Management**, v. 33, n. 4, p. 977–1006, 2014. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/pam.21786>>. 19, 21, 26

BAHAR, Dany et al. Migration and Knowledge Diffusion: The Effect of Returning Refugees on Export Performance in the Former Yugoslavia. **The Review of Economics and Statistics**, p. 1–50, 01 2022. ISSN 0034-6535. Disponível em: https://doi.org/10.1162/rest_a_01165. 20, 22, 26

BARTEL, Ann P. et al. Paid family leave, fathers' leave-taking, and leave-sharing in dual-earner households. **Journal of Policy Analysis and Management**, v. 37, n. 1, p. 10–37, 2018. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/pam.22030>. 19, 21, 26, 27

BECHTEL, Michael; HANGARTNER, Dominik; SCHMID, Lukas. Replication data for: “Compulsory Voting, Habit Formation, and Political Participation”. Harvard Dataverse, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.7910/DVN/QKP9EJ>. 18

BECHTEL, Michael M.; HANGARTNER, Dominik; SCHMID, Lukas. Compulsory Voting, Habit Formation, and Political Participation. **The Review of Economics and Statistics**, v. 100, n. 3, p. 467–476, July 2018. Disponível em: <https://ideas.repec.org/a/tpr/restat/v100y2018i3p467-476.html>. 6, 20, 22, 24, 26, 27, 29, 32, 34, 35

BEN-MICHAEL, Eli; FELLER, Avi; ROTHSTEIN, Jesse. The augmented synthetic control method. **Journal of the American Statistical Association**, Taylor Francis, v. 116, n. 536, p. 1789–1803, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/01621459.2021.1929245>. 13, 22, 30

BILLMEIER, Andreas; NANNICINI, Tommaso. Assessing economic liberalization episodes: A synthetic control approach. **The Review of Economics and Statistics**, v. 95, n. 3, p. 983–1001, 2013. Disponível em: <https://EconPapers.repec.org/RePEc:tpr:restat:v:95:y:2013:i:3:p:983-1001>. 19, 21, 26

BISCHOF, Daniel; WAGNER, Markus. Do voters polarize when radical parties enter parliament? **American Journal of Political Science**, v. 63, n. 4, p. 888–904, 2019. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/ajps.12449>. 20, 22, 26

BOHN, Sarah; LOFSTROM, Magnus; RAPHAEL, Steven. Did the 2007 legal arizona workers act reduce the state's unauthorized immigrant population? **The Review of Economics and Statistics**, v. 96, n. 2, p. 258–269, 2014. Disponível em: <https://EconPapers.repec.org/RePEc:tpr:restat:v:96:y:2014:i:2:p:258-269>. 19, 21, 26

BULLINGER, Lindsey Rose. Child support and the affordable care act's medicaid expansions. **Journal of Policy Analysis and Management**, v. 40, n. 1, p.

42–77, 2021. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/pam.22238>>. 20, 22, 26

CAVALLO, Eduardo et al. Catastrophic natural disasters and economic growth. **The Review of Economics and Statistics**, v. 95, n. 5, p. 1549–1561, 2013. Disponível em: <<https://EconPapers.repec.org/RePEc:tpr:restat:v:95:y:2013:i:5:p:1549-1561>>. 19, 21, 26

CHEN, Alice J. et al. Does spending more get more? health care delivery and fiscal implications from a medicare fee bump. **Journal of Policy Analysis and Management**, v. 37, n. 4, p. 706–731, 2018. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/pam.22084>>. 19, 21, 26

CHEONG, Juyoung; KWAK, Do Won; YUAN, Haishan. Trade to aid: EU’s temporary tariff waivers for flood-hit Pakistan. **Journal of Development Economics**, v. 125, n. C, p. 70–88, 2017. Disponível em: <<https://ideas.repec.org/a/eee/deveco/v125y2017icp70-88.html>>. 19, 21, 26

CHERNOZHUKOV, Victor; WÜTHRICH, Kaspar; ZHU, Yinchu. An exact and robust conformal inference method for counterfactual and synthetic controls. **Journal of the American Statistical Association**, Taylor Francis, v. 116, n. 536, p. 1849–1864, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/01621459.2021.1920957>>. 15, 22, 30

CLAY, Karen et al. Controlling tuberculosis? evidence from the first community-wide health experiment. **Journal of Development Economics**, v. 146, p. 102510, 2020. ISSN 0304-3878. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304387820300857>>. 20, 22, 26, 27

CUNNINGHAM, Scott; SHAH, Manisha. Decriminalizing Indoor Prostitution: Implications for Sexual Violence and Public Health. **The Review of Economic Studies**, v. 85, n. 3, p. 1683–1715, 12 2018. ISSN 0034-6527. Disponível em: <<https://doi.org/10.1093/restud/rdx065>>. 20, 22, 26

DE ROUX, Nicolás; RIEHL, Evan. Disrupted academic careers: The returns to time off after high school. **Journal of Development Economics**, v. 156, p. 102824, 2022. ISSN 0304-3878. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304387822000074>>. 20, 22, 26

DEANGELO, Gregory; HANSEN, Benjamin. Life and death in the fast lane: Police enforcement and traffic fatalities. **American Economic Journal: Economic Policy**, v. 6, n. 2, p. 231–57, May 2014. Disponível em: <<https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/pol.6.2.231>>. 19, 21, 26, 28

DOUDCHENKO, Nikolay; IMBENS, Guido W. Balancing, Regression, Difference-In-Differences and Synthetic Control Methods: A Synthesis. n. 22791, out. 2016. Disponível em: <<https://ideas.repec.org/p/nbr/nberwo/22791.html>>. 22, 30

DUBE, Arindrajit; ZIPPERER, Ben. Pooling Multiple Case Studies Using Synthetic Controls: An Application to Minimum Wage Policies. n. 8944, mar. 2015. Disponível em: <<https://ideas.repec.org/p/iza/izadps/dp8944.html>>. 25

DUSTMANN, Christian; SCHÖNBERG, Uta; STUHLER, Jan. Labor Supply Shocks, Native Wages, and the Adjustment of Local Employment*. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 132, n. 1, p. 435–483, 10 2016. ISSN 0033-5533. Disponível em: <<https://doi.org/10.1093/qje/qjw032>>. 19, 21, 26

EREN, Ozkan; OZBEKLIK, Serkan. What do right-to-work laws do? evidence from a synthetic control method analysis. **Journal of Policy Analysis and Management**, v. 35, n. 1, p. 173–194, 2016. Disponível em: <<https://EconPapers.repec.org/RePEc:wly:jpamgt:v:35:y:2016:i:1:p:173-194>>. 19, 21, 26

FERMAN, Bruno. On the properties of the synthetic control estimator with many periods and many controls. **Journal of the American Statistical Association**, Taylor Francis, v. 116, n. 536, p. 1764–1772, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/01621459.2021.1965613>>. 17

FERMAN, Bruno; PINTO, Cristine. Placebo Tests for Synthetic Controls. n. 78079, abr. 2017. Disponível em: <<https://ideas.repec.org/p/pramprapa/78079.html>>. 15

FERMAN, Bruno; PINTO, Cristine. Synthetic controls with imperfect pretreatment fit. **Quantitative Economics**, v. 12, n. 4, p. 1197–1221, 2021. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.3982/QE1596>>. 16

FERMAN, Bruno; PINTO, Cristine; POSSEBOM, Vitor. Cherry picking with synthetic controls. **Journal of Policy Analysis and Management**, v. 39, n. 2, p. 510–532, 2020. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/pam.22206>>. 10, 14, 23, 24, 25, 28

FIRPO, Sergio; POSSEBOM, Vitor. Synthetic control method: Inference, sensitivity analysis and confidence sets. **Journal of Causal Inference**, v. 6, n. 2, 2018. Disponível em: <<https://EconPapers.repec.org/RePEc:bpj:causin:v:6:y:2018:i:2:p:26:n:1>>. 10, 15, 22, 30

FRIEDSON, Andrew I. et al. Shelter-in-place orders and public health: Evidence from california during the covid-19 pandemic. **Journal of Policy Analysis and Management**, v. 40, n. 1, p. 258–283, 2021. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/pam.22267>>. 20, 22, 26

GLASNER, Benjamin. The minimum wage, self-employment, and the online gig economy. **Journal of Labor Economics**, v. 0, n. ja, p. null, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.1086/719690>>. 20, 22, 26

GOBILLON, Laurent; MAGNAC, Thierry. Regional policy evaluation: Interactive fixed effects and synthetic controls. **The Review of Economics and Statistics**, v. 98, n. 3, p. 535–551, 2016. Disponível em: <<https://EconPapers.repec.org/RePEc:tpr:restat:v:98:y:2016:i:3:p:535-551>>. 19, 21, 26, 30

GURANTZ, Oded. What does free community college buy? early impacts from the oregon promise. **Journal of Policy Analysis and Management**, v. 39, n. 1, p. 11–35, 2020. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/pam.22157>>. 20, 22, 26

HAHN, Jinyong; SHI, Ruoyao. Synthetic control and inference. **Econometrics**, v. 5, n. 4, 2017. ISSN 2225-1146. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2225-1146/5/4/52>>. 10, 15

HINRICHS, Peter. The effects of affirmative action bans on college enrollment, educational attainment, and the demographic composition of universities. **The Review of Economics and Statistics**, v. 94, n. 3, p. 712–722, 2012. Disponível em: <<https://EconPapers.repec.org/RePEc:tpr:restat:v:94:y:2012:i:3:p:712-722>>. 19, 21, 26

IMBENS, Guido W.; RUBIN, Donald B. **Causal Inference for Statistics, Social, and Biomedical Sciences: An Introduction**. [S.l.]: Cambridge University Press, 2015. 22, 30

JARDIM, Ekaterina et al. Minimum-wage increases and low-wage employment: Evidence from seattle. **American Economic Journal: Economic Policy**, v. 14, n. 2, p. 263–314, May 2022. Disponível em: <<https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/pol.20180578>>. 20, 22, 26

JONES, Damon; MARINESCU, Ioana. The labor market impacts of universal and permanent cash transfers: Evidence from the alaska permanent fund. **American Economic Journal: Economic Policy**, v. 14, n. 2, p. 315–40, May 2022. Disponível em: <<https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/pol.20190299>>. 20, 22, 26, 28

KAESTNER, Robert et al. Effects of aca medicaid expansions on health insurance coverage and labor supply. **Journal of Policy Analysis and Management**, v. 36, n. 3, p. 608–642, 2017. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/pam.21993>>. 19, 21, 26

KAUL, Ashok et al. Synthetic Control Methods: Never Use All Pre-Intervention Outcomes Together With Covariates. n. 83790, mar. 2015. Disponível em: <<https://ideas.repec.org/p/pramprapa/83790.html>>. 27

KAUL, Ashok et al. Standard synthetic control methods: The case of using all preintervention outcomes together with covariates. **Journal of Business & Economic Statistics**, Taylor Francis, v. 40, n. 3, p. 1362–1376, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/07350015.2021.1930012>>. 23, 27, 28

KLEVEN, Henrik Jacobsen; LANDAIS, Camille; SAEZ, Emmanuel. Taxation and international migration of superstars: Evidence from the european football market. **American Economic Review**, v. 103, n. 5, p. 1892–1924, August 2013. Disponível em: <<https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/aer.103.5.1892>>. 6, 7, 19, 21, 24, 26, 32, 33, 34

KLEVEN, Henrik Jacobsen; LANDAIS, Camille; SAEZ, Emmanuel. Replication data for: Taxation and international migration of superstars: Evidence from the european football market. **American Economic Review**, 2019. Disponível em: <<https://www.openicpsr.org/openicpsr/project/112661/version/V1/view>>. 18

LANG, David; ESBENSHADE, Lief; WILLER, Robb. Did ohio’s vaccine lottery increase vaccination rates? a pre-registered, synthetic control study. **Journal of Experimental Political Science**, Cambridge University Press, p. 1–19, 2022. 20, 22, 26, 29

LINDO, Jason M.; PACKHAM, Analisa. How much can expanding access to long-acting reversible contraceptives reduce teen birth rates? **American Economic Journal: Economic Policy**, v. 9, n. 3, p. 348–76, August 2017. Disponível em: <<https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/pol.20160039>>. 19, 21, 26

MONTALVO, José G. Voting after the Bombings: A Natural Experiment on the Effect of Terrorist Attacks on Democratic Elections. **The Review of Economics and Statistics**, v. 93, n. 4, p. 1146–1154, 11 2011. ISSN 0034-6535. Disponível em: <https://doi.org/10.1162/REST_a_00115>. 19, 21, 26

MORRILL, Melinda Sandler. Special education financing and adhd medications: A bitter pill to swallow. **Journal of Policy Analysis**

and Management, v. 37, n. 2, p. 384–402, 2018. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/pam.22055>. 19, 21, 26

SCHENONI, Luis L. Bringing war back in: Victory and state formation in latin america. **American Journal of Political Science**, v. 65, n. 2, p. 405–421, 2021. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/ajps.12552>. 20, 22, 26, 29

SINGH, Shane P. Compulsory voting and parties' vote-seeking strategies. **American Journal of Political Science**, v. 63, n. 1, p. 37–52, 2019. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/ajps.12386>. 20, 22, 26, 29

SMITH, Brock. The resource curse exorcised: Evidence from a panel of countries. **Journal of Development Economics**, v. 116, n. C, p. 57–73, 2015. Disponível em: <https://EconPapers.repec.org/RePEc:eee:deveco:v:116:y:2015:i:c:p:57-73>. 19, 21, 26

SUN, Junxiu et al. Money talks: The environmental impact of china's green credit policy. **Journal of Policy Analysis and Management**, v. 38, n. 3, p. 653–680, 2019. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/pam.22137>. 20, 22, 26

TOEWS, Gerhard; VÉZINA, Pierre-Louis. Resource Discoveries, FDI Bonanzas, and Local Multipliers: Evidence from Mozambique. **The Review of Economics and Statistics**, p. 1–36, 12 2020. ISSN 0034-6535. Disponível em: https://doi.org/10.1162/rest_a_00999. 20, 22, 26

VENATOR, Joanna; FLETCHER, Jason. Undue burden beyond texas: An analysis of abortion clinic closures, births, and abortions in wisconsin. **Journal of Policy Analysis and Management**, v. 40, n. 3, p. 774–813, 2021. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/pam.22263>. 20, 22, 26

VOGLER, Jacob. Access to healthcare and criminal behavior: Evidence from the aca medicaid expansions. **Journal of Policy Analysis and Management**, v. 39, n. 4, p. 1166–1213, 2020. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/pam.22239>. 20, 22, 26

XU, Yiqing. Generalized synthetic control method: Causal inference with interactive fixed effects models. **Political Analysis**, Cambridge University Press, v. 25, n. 1, p. 57–76, 2017. 22, 29, 30

ZOU, Ben. The local economic impacts of military personnel. **Journal of Labor Economics**, v. 36, n. 3, p. 589–621, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1086/696141>. 20, 22, 26