

Patentes x Inovação: Uma Avaliação do Impacto utilizando o Método de Controle Sintético

Reili Amon-Há* Rodrigo Gomes de Arruda† Jocildo Fernandes Bezerra‡

Resumo

O objetivo do artigo foi averiguar se economias com lei de patentes mais rígidas influenciam no processo inovativo. Para isso, usamos como instrumento a mudança na lei de patentes no Brasil, ocorrida em 1996, e sua influência sobre os produtos exportados de alta tecnologia. O trabalho embasou-se na metodologia do Controle Sintético, proposta por Abadie e Gardeazabal (2003). O grupo de controle utilizado foram os países que não apresentaram adequação das suas leis de patentes, até o ano de 2000, período no qual todos os países membros da Organização Mundial do Comércio (OMC) tiveram para ajustar-se as normas internacionais do Acordo sobre os Aspectos dos Direitos de Propriedade Intelectual, que entrou em vigor em 1995. Os resultados obtidos é que a mudança na lei de patentes gerou um ambiente propenso ao investimento em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), impactando diretamente no aumento das exportações de produtos de alta tecnologia, com relação aos produtos manufaturados, na ordem de 10% à mais, em comparação ao cenário sem adequação da lei de patentes as normas internacionais.

Palavras-chave: Controle Sintético, Inovação, Lei de Patentes e Produtos de Alta Tecnologia.

Abstract

The objective of the article was to investigate whether economies with stricter patent law influence the innovative process. For this, we use as an instrument the change in the patent law in Brazil in 1996, and its influence on exported high technology products. The work was based on the methodology of the Synthetic Control, proposed by Abadie e Gardeazabal (2003). The control group used were those countries that did not show compliance with their patent laws until the year 2000, when all the member countries of the World Trade Organization (WTO) had to adjust to the international The Intellectual Property Rights Aspects, which came into force in 1995. The results obtained are that the change in the patent law generated an environment prone to investment in Research and Development (P&D), directly impacting the increase in exports of products High-tech, with regard to manufactured products, on the order of 10 % more, compared to the scenario without adequacy of the international patent law standards.

Key-words: Synthetic Control, Innovation, Patent Law and High Technology Products.

Área 9 -Economia Industrial e da Tecnologia

JEL Codes: O3, O38.

*Afiliação Institucional: Doutorado de Pós-Graduação em Economia (PIMES) - Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) - Bolsista CAPES. Endereço Eletrônico: reiliamon@gmail.com.

†Afiliação Institucional: Professor, coordenador do Núcleo de Pesquisa e presidente da Comissão Própria de Avaliação da Faculdade Nova Roma. Doutor em Economia pelo Programa de Pós-Graduação em Economia (PIMES) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Endereço Eletrônico: rodrigogomesdearruda@gmail.com.

‡Afiliação Institucional: Professor Associado IV do Departamento de Economia (DECON) e do Programa de Pós-Graduação em Economia (PIMES) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Endereço eletrônico: jocildo.bezerra@gmail.com

1 Introdução

Acredita-se que políticas mais rígidas de patentes geram efeitos positivos sobre a tecnologia de um país. Entretanto, até o momento, as evidências sobre este assunto são escassas, provavelmente porque é difícil saber como as economias teriam evoluído com regras mais ou menos rígidas, principalmente para países em desenvolvimento.

Este artigo investiga o impacto de ambientes com políticas mais rígidas, com relação aos direitos sobre patentes, no processo inovativo. Para isso, utilizou-se como instrumento de identificação a mudança na lei de patentes no Brasil, e seu impacto na exportação de produtos de alta tecnologia. No ano de 1996, o Brasil apresentava um registro na ordem de quase 8 mil patentes sendo cerca de 2,6 mil por residentes e 5,4 mil por não-residentes. No final do ano de 2004, após 8 anos de vigoramento da nova lei, o Brasil apresentou cerca de 16 mil registros de patentes, sendo 4 mil de residentes e 12,6 mil de não-residentes. E, concomitantemente, o Brasil apresentou um crescimento médio na exportação de produtos de alta tecnologia na ordem de 12,5%. Não surpreendentemente, o aumento de produtos de alta tecnologia que o Brasil apresentou durante esses 8 anos tem sido atribuído, pelo menos parcialmente, ao efeito da lei. No entanto, poucas pesquisas foram realizadas para avaliar o impacto econômico dessa mudança na lei. Um trabalho a ser destacado é o de Zucoloto (2010) que analisou o impacto da Lei de Propriedade Industrial no desempenho tecnológico – de empresas nacionais e filiais de multinacionais no Brasil. A autora concluiu que a mudança na Lei de Patentes impactou no aumento dos depósitos, mas não conseguiu inferir uma causalidade com relação aos produtos de alta tecnologia. Sendo assim, o trabalho visa contribuir para literatura de inovação e tecnologia uma abordagem empírica sobre a causalidade entre rigidez das leis de patentes e o processo de inovação.

Com isso, a estratégia empírica para averiguar o efeito da lei baseia-se em uma combinação de outros países como controles, para criação de um “Brasil Sintético” que se assemelha as características com relação a taxa percentual de exportação de produtos de alta tecnologia, com relação aos produtos manufaturados, antes do início da lei de patentes em 1996. A evolução da taxa percentual de exportação de produtos de alta tecnologia, com relação aos produtos manufaturados, subsequente deste Brasil Contrafactual, sem a lei de patentes, é comparada com a experiência real do Brasil.

Essa estratégia empírica foi apresentada, primeiramente, por Abadie e Gardeazabal (2003) ao estudar os efeitos econômicos do conflito terrorista no país Basco como estudo de caso, apontando uma redução de cerca de 10% no produto per capita, em relação a região sintética, sem o terrorismo, usada como controle.

Posteriormente, vários trabalhos foram implementados utilizando a mesma estratégia empírica, pode-se destacar: Nannicini e Ricciuti (2010) que implementou estudos comparativos baseados em dados sobre o impacto da transição autocrático no Produto Interno Bruto (PIB) Real per capita, a metodologia aplicada compara o crescimento de países que passaram por uma transição para a autocracia com o crescimento de uma combinação convexa de países semelhantes que se manteve democráticos. O trabalho de Cavallo et al. (2013) examinou o impacto causal médio de curto e longo prazo dos desastres catastróficos naturais sobre o crescimento econômico através da combinação de informações de estudos de casos comparativos. Possebom (2017) que aplicou o método de controle sintético para os municípios brasileiros durante o século XX, com o objetivo de avaliar o impacto econômico da Zona Franca de Manaus (ZFM). Por fim, pode-se citar o trabalho seminal de Abadie et al. (2012) que discutiu as vantagens desse método e a aplicação para estudar os efeitos da Proposição 99 – um programa em larga escala do controle de tabaco na Califórnia, implementado em 1988, no qual demonstrou que, após a Proposição 99, o consumo de tabaco caiu acentuadamente naquele estado, em relação a uma região de controle sintético comparável.

Dado que muitas intervenções e eventos de interesse, em política sociais, ocorrem a nível agregado (países, regiões, cidades, etc.) e afetam um número de unidades agregadas, a potencial aplicabilidade do método de controle sintético para estudos comparativos de casos é muito grande, especialmente em situações de análise de regressão, onde métodos tradicionais não são apropriados.

Seguindo nessa mesma linha de inteligência, averiguou-se que, após a lei de patentes – ao final de 2000, a proporção de produtos exportados de alta tecnologia foi de 18,72%, ao contrário dos 6,21%, ao período conforme antes a lei. Em comparação ao “Brasil Sintético”, essa proporção seria em torno de 7,8%, ou seja, menos que a metade da proporção apresentada de fato pelo Brasil.

O artigo, além da introdução, segue uma estrutura de discussão teórica sobre patentes e inovação, a apresentação da estratégia empírica, a análise dos dados e resultados, e por fim, a conclusão.

2 Referencial Teórico

Esta seção apresenta uma discussão teórica dos efeitos da lei de patentes sobre a inovação e a mudança da lei de patentes no Brasil.

2.1 Efeitos da Lei de Patentes sobre a Inovação

A mudança tecnológica é um dos principais fatores da melhoria dos padrões de vida (Williams (2017)) - por exemplo, os avanços dos medicamentos e tratamentos na área de saúde sobre a longevidade dos indivíduos, bem como o avanço nos circuitos eletrônicos para comunicação e negociação. Um dos pilares que influenciam o ritmo e a direção da mudança tecnológica são os avanços na ciência básica, além disso, os investimentos privados, como apontado por Schmookler (1966) que averiguou o papel dos incentivos de mercado na formação de investimentos em novas tecnologias. No qual Arrow (1971), Nelson (1959) convergem no pensamento de que na ausência de intervenção governamental, os mercados privados competitivos podem oferecer menos inovações do que nível o socialmente desejável. Tais estudos motivaram outras pesquisas para o desenho de políticas públicas que aumentassem os incentivos à inovação.

Uma dessas políticas é o sistema de patentes, no qual consiste num conjunto de regras que visam aproximar os retornos privados, captados pelos inventores, pelo valor social de suas invenções. Ao fornecer, aos inventores, um poder de monopólio sobre suas descobertas, as patentes visam permitir que estes auferam ganhos que excedam os custos fixos de seus investimentos em pesquisa, gerando um incentivo para aumentar os investimentos em pesquisas posteriores. Essas são tentativas de usar o sistema legal para influir sobre o grau de exclusividade das ideias. Sem os direitos de patentes ou autorais, a prática da “engenharia reversa” de uma invenção torna-se muito fácil e a concorrência da imitação pode eliminar os incentivos para que o inventor crie a ideia em primeiro lugar. De acordo com o Nobel de Economia em 1993, Douglass C. North, esse raciocínio é muito peculiar para entender a história do crescimento econômico.

Conforme North (1981), o desenvolvimento dos direitos de propriedade intelectual – um processo cumulativo que ocorreu durante séculos – é o responsável pelo crescimento econômico moderno. As inovações persistentes só ocorreram a partir do momento em que as pessoas foram incentivadas por uma perspectiva confiável de grandes retornos por meio do mercado.

Porém, este é um debate ainda muito controverso, para Boldrin e Levine (2013) não existem evidências empíricas de que as patentes sirvam para aumentar a inovação, porém, em um artigo recente Haber (2016) argumenta que existe uma relação causal positiva entre a lei de patentes mais rígidas e a inovação.

De acordo com Gowers (2006) vários países em desenvolvimento receberam amplamente as leis de patentes e direitos correlatos e isso não geraram melhora sensível no seu desempenho econômico, tecnológico, de industrialização ou de inovação.

Como argumentam Lall e Albaladejo (2002) e Chang (2001) direitos de patentes mais brandas ou inexistentes, por certo períodos, podem auxiliar empresas ou países, em estágios iniciais de desenvolvimento, a estabelecer instrumentos de capacitação tecnológicas por meio da imitação e engenharia reversa. Por exemplo, como o caso da Alemanha, Japão, Suíça e Holanda. Este último, revogou por 47 anos (1869-1910) a sua lei de

patentes, permitindo imitação na área química. Superados os atrasos tecnológicos, esses países fortaleceram seus direitos de patentes e correlatos, restringindo o acesso dos demais países às suas inovações e, sendo assim, mantendo o controle tecnológico no mercado internacional. Em consequência, direitos de propriedade intelectual podem não ser essenciais para induzir atividades inventivas, dado que, em muitas indústrias, a liderança ou pioneirismo na comercialização de um novo produto é suficiente para gerar lucros extraordinários e, nesses casos, as patentes não seriam primordiais para promover o seu desenvolvimento.

Boldrin e Levine (2013) trazem o pensamento de que os economistas, durante muito tempo, enfatizaram os malefícios das restrições comerciais até conseguirem fazer os governos adotarem medidas para abertura de mercado. Para os autores, as patentes são muito parecidas com as restrições comerciais, pois impedem a entrada gratuita de concorrentes nos mercados nacionais, reduzindo assim o crescimento da capacidade produtiva e abrandando o crescimento econômico. Da mesma forma que as restrições comerciais foram progressivamente reduzidas até a abolição (quase completa), uma abordagem similar (embora, com expectativa menos lenta), deveria ser adotada para "livrar-se" das patentes. Esta abordagem conservadora também tem a vantagem de que, se a redução dos termos de patentes tiver um efeito catastrófico sobre a inovação, o processo pode ser facilmente revertido.

Para Moser (2005) os dados da exposição¹ não revelaram evidências de que as leis de patentes aumentassem os níveis de atividade inovadora, mas eles indicam que as leis de patentes influenciaram a direção da atividade inovadora. A ausência de leis de patentes parece ter orientado a atividade inovadora para as indústrias onde os mecanismos da leis de patentes não protegem a propriedade intelectual. Para autora, os inventores, em países sem leis de patentes, concentraram a inovação em indústrias onde o segredo era uma alternativa efetiva às concessões de patentes. O sigilo foi especialmente eficaz em instrumentos científicos, e cerca de um quarto das exposições de países, sem leis de patentes, veio dessa indústria, enquanto não mais de um sétimo das inovações de outros países estavam em instrumentos científicos. A introdução de leis de patentes fortes e efetivas, em países sem lei de patentes, pode ter efeitos mais fortes na mudança da direção da atividade inovadora do que na elevação do número de inovações.

Já para Nordhaus (1969), Klemperer (1990) e Gilbert e Shapiro (1990) as leis de patentes mais rígidas elevam o número de inovações que são feitas internamente no país. Para os autores, os países sem leis de patentes exibem poucas tecnologias inovadoras.

De acordo com Andersen (2004), após a Segunda Guerra Mundial, o patenteamento se elevou em diversos campos tecnológicos, entre eles as áreas químicas, eletrônicas, mecânicas, de transporte e setores não industriais. Isso permitiu que os Estados Unidos, os países europeus e o Japão lograssem de grande avanço tecnológico.

No pensamento de Haber (2016) existem evidências abundantes da economia e da história de que os países se enriqueceram porque possuíam sistemas bem desenvolvidos de propriedade privada. Os direitos de propriedade, claramente definidos e imparcialmente fundamentados, foram cruciais para o desenvolvimento econômico. O autor argumenta que esses direitos facilitaram o comércio e permitiram que indivíduos e empresas comerciais se especializassem, e com a especialização, tornaram os indivíduos e as empresas mais produtivas e as empresas mais produtivas e os indivíduos, no agregado, aumentam a renda nacional. A inovação e o crescimento econômico, em suma, emergiram de sistemas de propriedade que permitiram que as economias operassem como uma rede de contratos.

A garantia desses contratos é que protegem os conhecimentos gerados pelas pesquisas e suas inovações, atraindo novos pesquisadores. Um estudo sobre a evolução no pós-guerra é apresentado por Moser et al. (2014) na qual apontou que os emigrantes judeus, fugidos da Alemanha nazista, revolucionaram a ciência dos Estados Unidos. Para analisar os efeitos dos emigrantes na inovação química, o autor comparou as alterações no

¹Moser (2005) fomentou um novo conjunto de dados que permitiu uma investigação empírica dos efeitos das leis de patentes em todos os países. Os dados foram construídos a partir dos catálogos de duas feiras mundiais do século XIX: a Exposição do Palácio de Cristal, em Londres - UK, em 1851 e a Exposição do Centenário, na Filadélfia - USA, em 1876.

registro de patentes por inventores norte-americanos, nos campos que receberam os pesquisadores judeus, com os demais campos. O patenteamento por inventores norte-americanos aumentou 31% nesses campos que receberam os cientistas imigrantes. O autor concluiu que a imigração incentivou a inovação, atraindo novos investigadores para os seus campos, em vez de aumentar a produtividade dos inventores incumbentes.

Além dessa transferência de capital humano, para Shell et al. (1967) a produção de novos conhecimentos técnicos (invenção) e a transmissão e aplicação desse conhecimento (inovação) são tratados como subprodutos na produção. O autor complementa que embora seja verdade que a mudança técnica está relacionada com o investimento bruto, tanto como um subproduto da produção de bens de capital e como um veículo para incorporar novas técnicas em novos equipamentos de capital, também é verdade que a taxa de produção de conhecimento técnico pode ser aumentada através do aumento da alocação de recursos explicitamente econômicos dedicados à atividade inventiva. Este aumento alocativo de recursos em favor da atividade inventiva, historicamente, se deram de duas formas interventivas: em primeiro lugar, a criação de um dispositivo legal, a patente, concebido para conferir direitos de propriedade sobre alguns *outputs* do processo inventivo; a segunda forma de intervenção foi de apoio ao mercado de pesquisa e desenvolvimento, de forma indireta. As universidades por muito tempo desempenharam esse papel nas economias ocidentais. E, com isso, esses pesquisadores desenvolvidos nas universidades migram para as empresas em busca de remuneração.

Estudos estes que convergem com a investigação de Balasubramanian e Sivadasan (2011) e com os trabalhos relacionados na literatura (por exemplo, Hall et al. (2005), Bloom e Van Reenen (2002)), onde sugere fortemente que as patentes estão associadas as mudanças reais, grandes e estatisticamente significativas nas empresas. A conclusão mais forte, dos autores, é que as patentes estão associadas a um aumento significativo no tamanho da empresa, evidenciando fortemente que esse crescimento está associado à introdução de novos produtos. Uma evidência fraca, apresentada pelos os autores, é que as patentes estão positivamente correlacionado com os aumentos de produtividade ao nível da empresa, bem como com aumentos na intensidade de capital e habilidade.

Em estudos recentes, Bilir (2014) apresenta um modelo teórico no qual indica que os países com as leis de patentes fortes atraem atividade multinacional, mas apenas em setores com ciclos de vida relativamente longo de produtos. Por outro lado, as empresas com tecnologias de ciclo de vida curtos são mais insensíveis. Entre os setores sensíveis, leis de patentes mais forte do país anfitrião, atraem relativamente maior número de filiais. Sendo assim, pode concluir que setores de alta tecnologia se enquadram nos setores com ciclo de vida longo, fazendo com que o país crie um ambiente propício a troca de conhecimentos e transferências tecnológicas.

Como foi o caso do Brasil, após a implementação da Lei de Patentes em 1996. A próxima seção apresenta um breve sumário dessa mudança.

2.2 Mudança Lei de Patentes do Brasil

Em 1994, institui-se a Organização Mundial do Comércio (OMC) – oriunda das negociações multilaterais do Acordo Geral sobre Tarifas e Comércio – *General Agreement on Tariffs and Trade (GATT)*. Um dos principais tratados negociados pelos países foi o Acordo sobre os Aspectos dos Direitos de Propriedade Intelectual Relacionados com o Comércio – *Trade Related Aspects of Intellectual Property Rights (TRIPs)* que entrou em vigor em 1995.

A lei de patentes brasileira foi modificada em 1996, em virtude da criação em 1994, da Organização Mundial do Comércio (OMC) – *World Trade Organization (WTO)*, na qual abordou em um tópico específico – a propriedade intelectual: *Trade Related Aspects of Intellectual Property Rights (TRIPs)*² – onde estabelecia pa-

²Em Zucoloto (2010) enumera seus elementos centrais: i) validade em âmbito nacional; ii) tempo de duração mínimo da patente de invenção por 20 anos, podendo ter uma extensão deste prazo em virtude do período de análise regulatória; iii) extensão da matéria patenteável; iv) restrições ao licenciamento compulsório; e v) alteração do ônus da prova da infração em um processo patentário, que passo do patenteador para o alegado infrator.

drões mínimos dos direitos de patentes, sendo que todos os países membros deveriam adotar como condições, porém, deixou considerável espaço para que cada país adapta-se suas legislações para suas próprias realidades e estágios atuais de desenvolvimento tecnológico.

Assim, os países membros em desenvolvimento, incluindo o Brasil, teriam até 2005 para incorporar o padrão mínimo de concessão de direitos de propriedade intelectual em suas legislações internas; e os países de menor grau de desenvolvimento, conforme lista da Organização das Nações Unidas (ONU), teriam até 1º de julho de 2013 – e, para o campo de patentes farmacêuticas, os países teriam até 1º de janeiro de 2016, conforme previsto na Declaração de Doha sobre o Acordo TRIPs e Saúde Pública, assinado em 2001.

Paralelamente, estava em vigor no Brasil o Código de Propriedade Industrial de 1971 que, entre outras regras, não previa a concessão de patentes a produtos farmacêuticos, químicos e alimentícios. Destarte, o Brasil aprovou a sua nova Lei da Propriedade Industrial (Lei n.º 9.279) – Lei das Patentes – que entrou em vigor em 15 de maio de 1997. Por ela, o Brasil voltou a conceder patentes para alimentos, medicamentos e substâncias obtidas a partir de processos químicos. A nova lei contemplava ainda alguns avanços tecnológicos recentes, como a concessão de patentes para transgênicos.

A literatura brasileira argumenta que o Brasil não aproveitou o prazo que teria de 1994 a 2005, como adequação da sua economia, para adoção das normas *TRIPs*, na sua legislação. Em contraposição, o Brasil sancionou a sua Lei de Patentes em 1996, entrando em vigor em 1997, abrindo mão de nove anos para diminuir o *catching up* em relação as nações desenvolvidas tecnologicamente.

A próxima seção aborda a parte metodológica do trabalho, com a apresentação da estratégia empírica e suas particularidades.

3 Estratégia Empírica

Este capítulo apresenta o método do controle sintético, em uma breve abordagem matemática, o teste inferencial "placebo", a fonte dos dados e a apresentação do grupo de controle.

3.1 Controle Sintético

Abordou-se o problema da transferência tecnológica via direitos de patentes mais rígidos, usando como variável objetivo a taxa percentual de exportação de produtos de alta tecnologia, com relação aos produtos manufaturados, no Brasil. Para isso, utilizou-se a taxa percentual de exportação de produtos de alta tecnologia através de uma combinação ponderada de outros países escolhidos que assemelham-se as características do Brasil, antes da lei. Conceituou-se uma média ponderada de tais outros países como um “Brasil Sintético”, sem a lei de patentes, contra a qual podemos comparar o Brasil real com a lei de patentes. A metodologia abaixo foi obtida em Abadie et al. (2015), adaptando os termos para o trabalho corrente.

Conforme o autor supracitado, ao obter um conjunto de dados para uma amostra J de países: $j = 1, 2, \dots, J$, sem perda de generalidade, assumimos que o primeiro país ($j = 1$) é a unidade afetada pela intervenção da política de interesse. O “grupo de controle”, isto é, o conjunto de comparações potenciais, $j = 2, \dots, J$, é um conjunto de países não afetados pela intervenção. Assume-se que o conjunto de dados abrange o período, T , ou seja, tanto o primeiro período, T_0 , como os períodos pós-intervenção. Para cada país, j , e tempo, t , observar-se o resultado de interesse, Y_{jt} . Para cada país, j , observa-se também o conjunto k de preditores dos resultados: X_{1j}, \dots, X_{kj} (que pode incluir valores de pré-intervenção Y_{jt}). Para o país afetado pela intervenção, $j = 1$, e o período pós-intervenção, $t > T_0$, define-se o resultado potencial que seria observado com e sem a intervenção, Y_{1t}^1 e Y_{1t}^N , respectivamente. Então, o efeito da intervenção de interesse para o país afetado no período t (com

$t > T_0$) é:

$$\tau_{1t} = Y_{1t}^1 - Y_{1t}^N \quad (1)$$

Como o país “um” é exposto a intervenção após o período T_0 , logo para $t > T_0$ tem-se $Y_{1t} = Y_{1t}^1$. Simplesmente, para o país afetado pela intervenção e um período pós-intervenção, observamos o resultado potencial sob a intervenção. O grande desafio da avaliação de políticas é estimar Y_{1t}^N para $t > T_0$: como o resultado de interesse teria evoluído no país afetado na ausência da intervenção. Este é um resultado contrafactual, pois o país afetado, por definição, estava exposto à intervenção de interesse após $t = T_0$. A equação (1) aponta que Y_{1t}^1 é observado, o problema da estimação do efeito da intervenção da política é equivalente ao problema da estimação de Y_{1t}^N .

Estudos de casos comparativos visam reproduzir Y_{1t}^N , ou seja, o valor da variável de resultado que teria sido observada para a unidade afetada na ausência da intervenção, utilizando uma unidade não-afetada ou um pequeno número de unidades não-afetadas que tenham características semelhantes às da unidade afetada, no momento da intervenção. Como descrito por Abadie et al. (2015):

(...) conforme discutido acima, quando os dados consistem em algumas entidades agregadas, como países, muitas vezes é difícil encontrar um único país não afetado que forneça uma comparação adequada para o país afetado pela intervenção política de interesse. O método do controle sintético baseia-se na observação de que uma combinação de unidades na associação do grupo de controle pode assemelhar-se às características da unidade afetada, substancialmente melhor do que qualquer unidade não-afetada sozinha (tradução própria).

Com isso, o controle sintético define uma média ponderada dos componentes do grupo de controle. Formalmente, o controle sintético pode ser representado por um conjunto de pesos, $w = w_2, \dots, w_j$, anexado aos países do grupo de controle. Dado o conjunto de pesos, w , o estimador do controle sintético de Y_{1t}^N e τ_{1t} são, respectivamente:

$$\hat{Y}_{1t}^N = w_2 Y_{2t} + \dots + w_j Y_{jt}, \quad (2)$$

e

$$\hat{\tau} + 1t = Y_{1t} - \hat{Y}_{1t}^N \quad (3)$$

para evitar a extrapolação, os pesos são restritos a serem não-negativos e a terem soma igual a um, de modo que o controle sintético sejam uma média ponderada das unidades no grupo de controle.

Expressar a unidade de comparação como um controle sintético motiva a questão de como os pesos, w_2, \dots, w_j , devem ser escolhidos. Abadie e Gardeazabal (2003) e Abadie et al. (2012) propõem escolhê-los de modo que o controle sintético resultante se assemelhe melhor às características de pré-intervenção da unidade afetada. Isto é, dado um conjunto de pesos não-negativos, os autores supracitados propõem escolher o controle sintético, $w^* = \{w_2, \dots, w_j^*\}$ que minimiza:

$$v_1 (X_{11} - w_2 X_{12} - \dots - w_J X_{1J})^2 + \dots + v_k (X_{k1} - w_2 X_{k2} - \dots - w_J X_{kJ})^2 \quad (4)$$

Os pesos v_1, \dots, v_k refletem a relativa importância do controle sintético reproduzindo os valores dos preditores: X_{11}, \dots, X_{k1} . Para um determinado conjunto de pesos, v_1, \dots, v_k , a minimização da equação (3) pode ser realizada usando uma otimização quadrática restrita. O procedimento adotado para escolha dos pesos v_1, \dots, v_k foi determinado pelo conjunto de valores que produziram o melhor “ajuste” em termos de quão próximo o

controle sintético acompanha a trajetória da variável de resultado da unidade tratada durante o período de pré-intervenção. Em outras palavras, a escolha de v_1, \dots, v_k é de certo modo o controle sintético resultante que minimiza o tamanho do erro de previsão, $Y_{1t} - Y_{1t}^N$ e o conjunto de períodos pré-intervenção (tipicamente todo o período de pré-intervenção).

Além disso, Abadie et al. (2012) discutem um modo de inferência para o quadro de controle sintético que se baseia na comparação entre o efeito da intervenção estimado para a unidade afetada e a distribuição dos efeitos de intervenção “placebo” estimados para as unidades no grupo de controle. Os autores consideram uma estimativa significativa quando a estimativa é de grande magnitude em relação à distribuição dos efeitos placebo obtidos para as unidades que não foram afetadas pela intervenção. Destacam ainda que a disponibilidade de um procedimento bem definido para selecionar a unidade de comparação, como a fornecida pelo método de controle sintético, torna viável a estimativa dos efeitos das intervenções com placebo. A razão é, que sem um procedimento formal para escolher as unidades de comparação, seria difícil reaplicar o mesmo procedimento de estimação usado para unidade afetada para as unidades do grupo de controle. Nesse sentido, a formalização da escolha da unidade de comparação proporcionada pelo método de controle sintético abre a porta para uma inferência quantitativa precisa no contexto de estudos de casos comparativos.

3.1.1 Base de dados

Os dados utilizados neste estudo são originados do *The World Bank*. A escolha das exportações de alta tecnologia, usando a taxa de proporção com relação as exportações de manufaturados, foi escolhida por serem exportações de grande valor agregado, e assim, são produtos com intensidade alta em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), como na indústria aeroespacial, computadores, produtos farmacêuticos, instrumentos científicos e máquinas elétricas. Além disso, utilizou-se os registros de patentes por residentes e não-residentes.

O grupo de controle foi formado por 10 países: Armênia (ARM), Colômbia (COL), Croácia (HRV), Macedônia (MKD), Rússia (RUS), Geórgia (GEO), Lituânia (LTU), Turquia (TUR), Ucrânia (UKR), Vietnã (VNM).

A escolha do grupo de controle embasou-se em dois critérios: i) data de entrada na Organização Mundial do Comércio (OMC) após o ano 2000³; ii) mudanças nas leis de patentes, adequação as Normas Internacionais, após o ano de 2000⁴.

Tabela 1: Data de Entrada na Organização Mundial de Comércio (OMC) e Mudanças na Lei de Patentes

País	Entrada na OMC	Mudança Lei de Patentes
Armênia (ARM)	5 de fevereiro de 2003	Modelos de Utilidade e Desenho Industrial (2009)
Colômbia (COL)	30 de novembro de 1995	Direitos de Propriedade Industrial (2013)
Croácia (HRV)	30 de novembro de 2000	Lei de Propriedade Industrial (2011)
Macedônia (MKD)	4 de abril de 2003	Lei da Propriedade Industrial (2009)
Rússia (RUS)	22 de agosto de 2012	Lei de Transferências de Tecnologias Unificadas (2011)
Geórgia (GEO)	14 de junho de 2000	Lei de Patentes (2010)
Lituânia (LTU)	31 de maio de 2001	Lei de Patentes (2007)
Turquia (TUR)	26 de março de 1995	Lei de Proteção da Competência (2008)
Ucrânia (UKR)	16 de maio de 2008	Lei de Proteção dos Desenhos e Modelos Industriais (2012)
Vietnã (VNM)	11 de janeiro 2014	Lei sobre Ciência e Tecnologia (2000)

Fonte: Elaboração própria dos autores.

³https://www.wto.org/spanish/thewto_s/whatis_s/tif_s/org6_s.htm#applicants

⁴<http://www.wipo.int/members/es/index.jsp>

Como ressalta a Organização Mundial do Comércio - para os países em desenvolvimento se estabeleceu um período adicional de quatro anos, a decidir, até 1º de janeiro de 2000, para aplicar as disposições do Acordo, com exceção dos artigos 3, 4 e 5 que se referem ao princípio da não discriminação. Para os países menos adiantados se estabeleceu um período de transição mais prolongado, de 11 anos no total (até 1º de janeiro de 2006), com possibilidade de ampliação.

4 Análise dos Dados e Resultados

Esta seção tem como objetivo apresentar a análise descritiva dos dados e os resultados, a respeito da mudança da Lei de Patentes no Brasil. Além disso, apresentar o controle sintético e o teste placebo de inferência.

A partir dos dados sobre registro de patentes, a figura 1 apresenta a série temporal do número de patentes concedidas no Brasil anualmente de 1980 a 2014. O primeiro aspecto que o gráfico revela é o salto do número de patentes registradas, para o período de análise (1980 a 2004), com a mudança da lei em 1996. A trajetória de crescimento do registro de patentes dos residentes não foi alterada significativamente, porém, tendo uma tendência crescente. Contudo, a trajetória de crescimento dos registros por não-residentes saiu do patamar de 6 mil para cerca de 12 mil patentes.

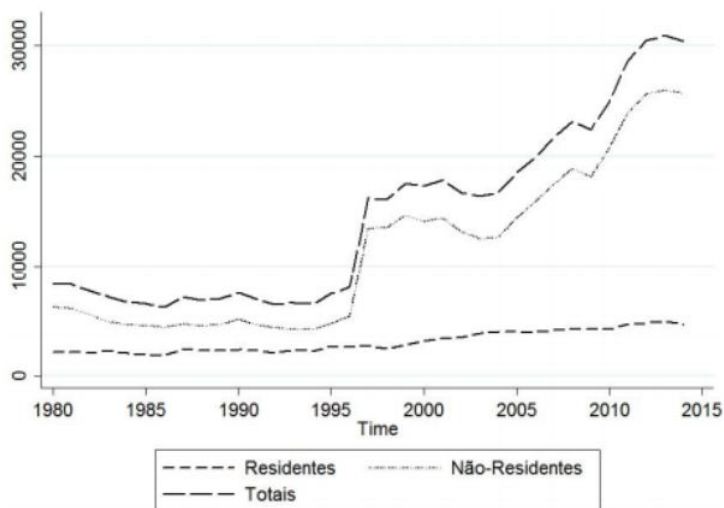


Figura 1: Série Histórica de Patentes no Brasil

Na medida em que as ideias mais importantes ou valiosas são patenteadas, o número de patentes pode fornecer uma medida indicativa do número de ideias geradas. Com isso, mostramos os dados sobre o registro de patentes, na tabela 1, onde temos a divisão para o período de 1980 até 1996 (período antes da lei) e de 1997 a 2004 (após a lei).

É notório destacar que o número de registro de patentes cresceu substancialmente após a implementação da lei. Entretanto, esse aumento é oriundo, em grande parte para o registro de patente de não-residentes. A taxa de crescimento do registro de patentes, por residentes, entre os anos de 1980 a 2004, foi de 46,85% e, para os não-residentes foi de 50,84%. Porém, a taxa de participação no registro de patentes dos residentes, para os anos de 1996 e 2004, eram de 32,4% e 24,19%, respectivamente, enquanto, dos não-residentes passou de 67,5% para 75,8%. Isso é um indício de que as empresas estrangeiras sentiram-se mais protegidas para registrar e comercializar seus produtos no mercado brasileiro.

Concomitantemente, a taxa de participação de produtos de alta tecnologia também apresentou um aumento substancial. Na figura 2 temos a trajetória dos registros de patentes no eixo vertical esquerdo e a taxa de

Tabela 2: Estatística das Patentes - Brasil (1980-2004)

Patentes de Residentes				
	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Antes da Lei (1980-1996)	2.267	221,16	1.855	2.707
Após a Lei (1997-2004)	3.259	549,26	2.491	4.044
Patentes de Não-Residentes				
	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Antes da Lei (1980-1996)	4.890	609,98	4.221	6.228
Após a Lei (1997-2004)	13.581	779,75	12.545	15.693
Patentes Totais				
	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Antes da Lei (1980-1996)	7.157	650,51	6.268	8.377
Após a Lei (1997-2004)	16.840	643,30	16.037	17.849

Fonte: Elaboração própria dos autores a partir dos dados da World Intellectual Property Organization (WIPO).

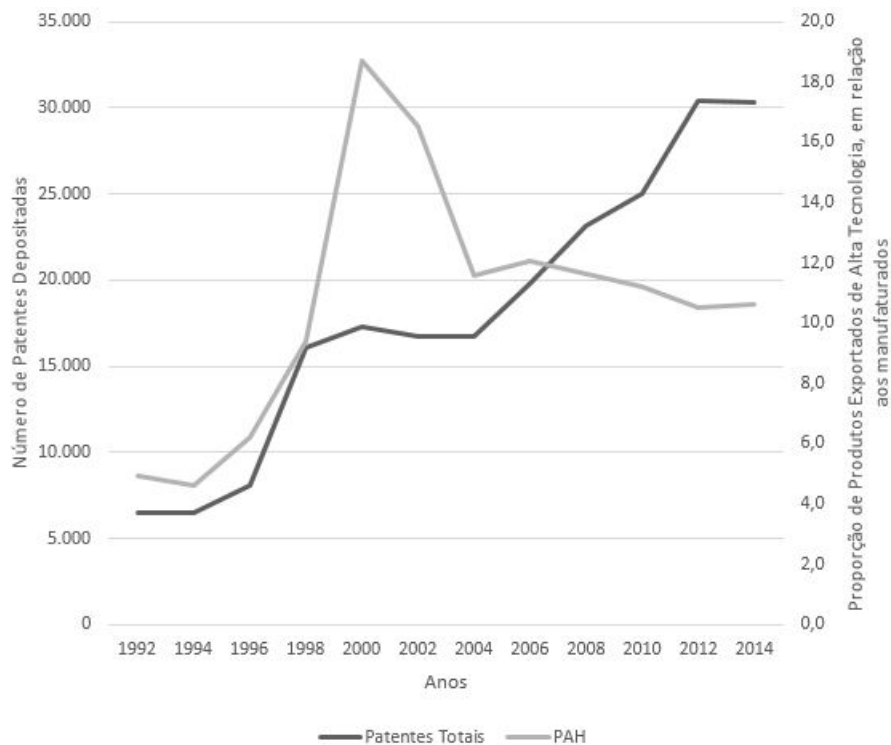


Figura 2: Registro de Patentes Totais x Taxa de Produtos Exportados, com relação aos produtos manufaturados.

produtos exportados de alta tecnologia no eixo vertical direito. Percebe-se que a partir do ano de 1996 ambos apresentam um aumento exponencial. Pode-se dizer que existe uma correlação positiva entre o registro total de patentes e a taxa de produtos exportados, na ordem de (0,4363), porém não pode-se afirmar que exista uma

causalidade entre ambos.

Ao compararmos o Brasil com os demais países da América do Sul, percebemos sua diferença no registro de patentes (figura 3), e apenas o Uruguai e Chile é que possuem registros em quantidades significativas.

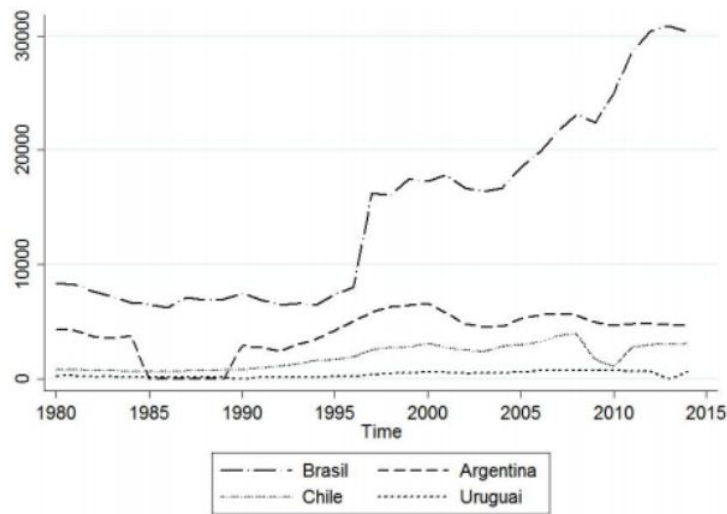


Figura 3: Série Histórica de Patentes Totais para Países selecionados da América do Sul

Com relação aos grupos de países formados por Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul (BRICS), comparamos a trajetória histórica do registro de patentes, excluindo a China, por este país ter um registro de patentes muito elevado, e incluímos o México no gráfico. É notório que até o ano de 2004 – ano limite para o enquadramento das normas TRIPS as legislações de patentes dos países da OMC –, o Brasil também apresentava supremacia nos registros de patentes, exceto com relação a Rússia.

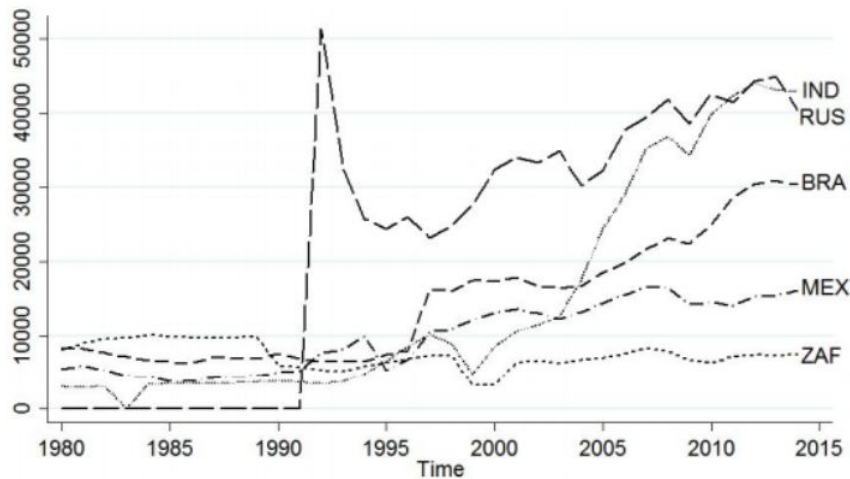


Figura 4: Série Histórica de Patentes Totais para Países selecionados

Com relação a taxa de participação nos produtos exportados, temos a série histórica do Brasil, e esse mesmo conjunto de países na figura 5. O México é o único país a possuir uma proporção maior do que o Brasil, durante o período de análise. Esse fato é fortemente influenciado pelos acordos bilaterais que este país possui com os Estados Unidos.

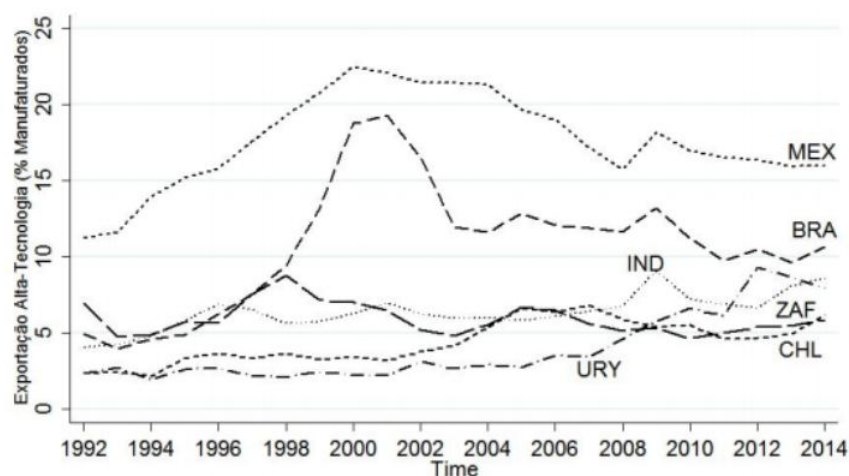


Figura 5: Série Histórica das Exportações de Alta Tecnologia (% sobre as Exportações de Manufaturados)

Da figura 4 e 5, destacamos a trajetória da Índia, que se utilizou todo o período de flexibilidade para iniciar o reconhecimento de patentes, especialmente no setor farmacêutico, aproveitando assim o espaço para fortalecer seu parque industrial. Com isso, em termos de registros de patentes, a Índia apresentou uma quantidade superior ao Brasil, após o ano de 2004. Entretanto, com relação a exportação de produtos de alta tecnologia (como porcentagem das exportações manufaturadas), se apresentou abaixo do Brasil, como mostra a figura 5, para todo o período apresentado, ou seja, é um indício de que ao adiantar a lei de patentes, o Brasil se beneficiou da sua credibilidade internacional, e assim, conseguiu manter-se acima da Índia, na exportação de produtos de alta tecnologia.

Comparar somente o Brasil com Índia, por este ter feito uso de todo o tempo cedido para adequação as normas internacionais com relação a patentes, e o Brasil ter adiantado, não é suficiente para inferir que o Brasil teve benefícios sobre os produtos exportados com alta tecnologia e a Índia não obteve. Desse modo, a seguir temos a análise do Brasil Real x Brasil Sintético.

4.1 Análise do Controle Sintético

O “Brasil Sintético” é formado pelos seguintes países com seus respectivos pesos: Armênia (0.033), Rússia (0.033), Geórgia (0.033), Lituânia (0,106), Ucrânia (0.033), Colômbia (0.681) e Turquia (0.049).

Tabela 3: Estatística Descritiva (Valores Médios Pré-Tratamento)

Variáveis	Brasil			Brasil Sintético			Média da Amostra		
	PR	PNR	PAT	PR	PNR	PAT	PR	PNR	PAT
1992	2100	4374	4,9176	855,6	1431,8	4,7729	1487,4	4112,4	1,3941
1993	2429	4221	3,9539	892,6	1397	4,0576	994,2	3920,9	1,2113
1994	2269	4228	4,5959	852,5	1000,2	4,5298	858,3	2788,9	2,0052
1995	2707	4741	4,8882	1126,1	869,7	4,9904	1227,7	2363,4	2,0887

Fonte: Elaboração Própria dos autores.

PR - Patentes Residentes; PNR - Patentes de Não-Residentes;

PAT - Proporção dos Produtos Exportados de Alta Tecnologia (com relação aos produtos manufaturados).

A figura 6 representa Y_1 e Y_1^* para o período de 1992-2000, ou seja, a taxa de produtos exportados de alta tecnologia, com relação aos produtos manufaturados, para o Brasil Real e o Brasil Sintético. O Brasil e o

Controle Sintético se comportam de forma semelhante até 1996, com um bom ajuste. O erro quadrático médio obtido foi igual a (0.107), no qual quanto mais próximo de zero, melhor. A partir do ano de tratamento (1996), quando foi implementada a lei de patentes (a linha pontilhada vertical indica o início do período de tratamento), Y_1 e Y_1^* passaram a divergirem.

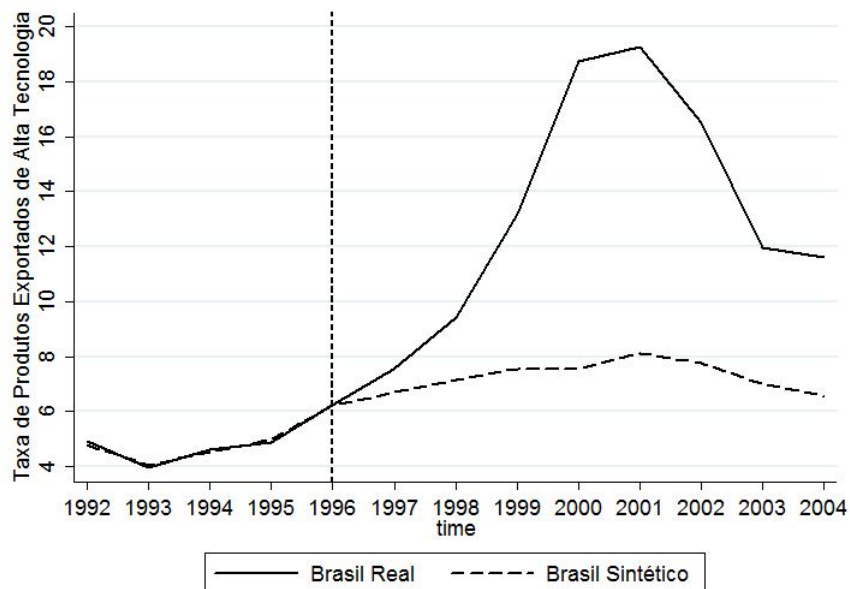


Figura 6: Efeitos de Estimação usando o Método de Controle Sintético

A Tabela 3 destaca uma característica importante dos estimadores de controle sintéticos. Semelhante aos estimadores de correspondência, o método de controle sintético força o pesquisador a demonstrar a afinidade entre a região exposta à intervenção de interesse e a sua contraparte sintética, ou seja, a média ponderada dos países escolhidos, a partir do grupo de controle. Como resultado, o método de controle sintético protege contra a estimativa de "contrafactuais extremos", isto é, os contrafactuais que caem muito além do conjunto convexo dos dados (King e Zeng (2005)). Como explicado na metodologia, escolhemos os pesos entre todas as matrizes positivas e diagonais positivas para minimizar o erro médio de previsão quadrática da taxa de produtos exportados de alta tecnologia, com relação aos produtos manufaturados, do Brasil durante o período anterior a mudança da lei de patentes. A tabela 3 apresenta o balanço dos preditores do Brasil e do Sintético para taxa de exportação de produtos de alta tecnologia, com relação aos manufaturados, o número de aplicações de patentes dos residentes e não-residentes.

Pode-se averiguar que, após a lei de patentes – no ano de 2000, a proporção de produtos exportados de alta tecnologia foi de 18,72%, ao contrário dos 7,8% apresentado pelo “Brasil Sintético”, ou seja, menos que a metade da proporção apresentada de fato pelo Brasil.

4.2 Inferência dos Resultados

Para avaliar a significância de nossas estimativas, colocamos a questão se os nossos resultados poderiam ser conduzidos inteiramente por acaso. Com que frequência obteríamos resultados dessa magnitude se tivéssemos escolhido um país aleatoriamente para o estudo ao invés do Brasil?

Para responder a esta pergunta, usou-se o teste placebo. Semelhante a Abadie e Gardeazabal (2003), aplicou-se o método de controle sintético aos países que não implementaram numa escala maior a rigidez sobre as leis de patentes durante o período estabelecido pelo acordo TRIPS, ou seja, aplicando iterativamente

o método de controle sintético usado para estimar o efeito da nova Lei de Patentes para todos os outros países no grupo de controle.

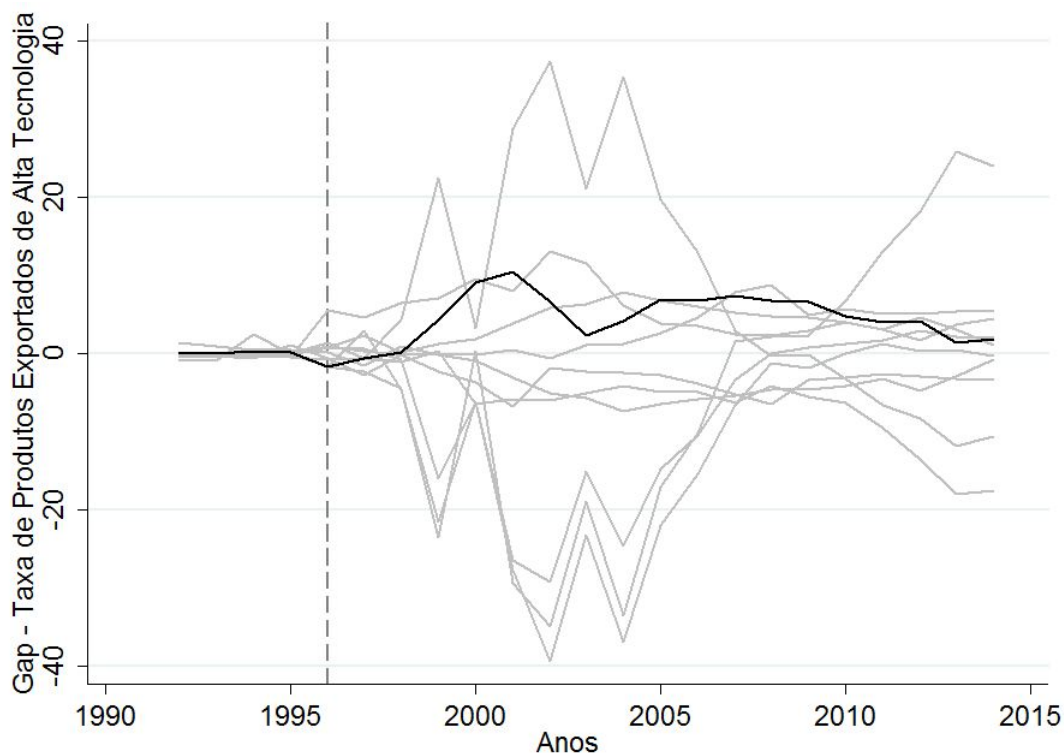


Figura 7: Teste Placebo

A Figura 7 mostra os resultados para o teste placebo. As linhas cinzas representam o intervalo associado a cada um dos países do grupo de controle. Ou seja, as linhas cinzas mostram a diferença taxa dos produtos exportados (com relação aos produtos manufaturados) entre cada país do grupo de controle e sua respectiva versão sintética. A linha escura sobreposta indica o gap estimado para o Brasil. Conforme se depreende o gráfico, o hiato estimado para o Brasil durante o período 1996-2000 é invulgarmente grande em relação à distribuição das lacunas para os países do grupo de controle. Como a Figura 7 indica, o método sintético proporciona um bom ajuste para a taxa de participação dos produtos exportados de alta tecnologia antes a adequação internacional da lei de patentes.

5 Conclusão

Estudos de casos comparativos têm ampla notoriedade nas ciências sociais. Entretanto, as implementações de estudos empíricos nos estudos de caso comparativos encontram uma barreira com relação a encontrar um grupo de controle que seja válido. Com base em uma ideia apresentada por Abadie e Gardeazabal (2003) - método do controle sintético.

O trabalho teve como objetivo analisar se economias com direitos de patentes mais rígidas influenciam no processo inovativo. Para isso, analisamos o impacto de um ambiente com direitos de patentes mais rígidos sobre a exportação de produtos de alta tecnologia, para isso, utilizamos como instrumento uma mudança na lei de patentes ocorrida no Brasil, no ano de 1996, no qual adequou as suas normas de propriedade intelectual as normas internacionais.

Averiguou-se que com uma maior rigidez no tratamento para patentes houve um aumento das exportações de produtos de alta tecnologia, com relação aos manufaturados, na ordem de 10% à mais, com relação ao cenário sem a nova lei de patentes.

Os resultados obtidos leva-nos a inferir que a mudança na lei de patentes gerou um ambiente propenso ao investimento em P&D, impactando diretamente no aumento da taxa de exportação de produtos de alta tecnologia, oriundos dos processos inovativos. E assim, podemos argumentar que a mudança institucional não foi de todo modo prejudicial para o Brasil, ao contrário do que os autores brasileiros têm como hipótese.

Referências

- Abadie, A., Diamond, A., e Hainmueller, J. (2012). Synthetic control methods for comparative case studies: Estimating the effect of california's tobacco control program. *Journal of the American statistical Association*.
- Abadie, A., Diamond, A., e Hainmueller, J. (2015). Comparative politics and the synthetic control method. *American Journal of Political Science*, 59(2):495–510.
- Abadie, A. e Gardeazabal, J. (2003). The economic costs of conflict: A case study of the basque country. *American economic review*, pages 113–132.
- Andersen, B. (2004). If 'intellectual property rights' is the answer, what is the question? revisiting the patent controversies. *Economics of innovation and new technology*, 13(5):417–442.
- Arrow, K. J. (1971). The economic implications of learning by doing. In *Readings in the Theory of Growth*, pages 131–149. Springer.
- Balasubramanian, N. e Sivadasan, J. (2011). What happens when firms patent? new evidence from us economic census data. *The Review of Economics and Statistics*, 93(1):126–146.
- Bilir, L. K. (2014). Patent laws, product life-cycle lengths, and multinational activity. *The American Economic Review*, 104(7):1979–2013.
- Bloom, N. e Van Reenen, J. (2002). Patents, real options and firm performance. *The Economic Journal*, 112(478).
- Boldrin, M. e Levine, D. K. (2013). The case against patents. *The journal of economic perspectives*, 27(1):3–22.
- Cavallo, E., Galiani, S., Noy, I., e Pantano, J. (2013). Catastrophic natural disasters and economic growth. *Review of Economics and Statistics*, 95(5):1549–1561.
- Chang, H.-J. (2001). Intellectual property rights and economic development: historical lessons and emerging issues. *Journal of Human Development*, 2(2):287–309.
- Gilbert, R. e Shapiro, C. (1990). Optimal patent length and breadth. *The RAND Journal of Economics*, pages 106–112.
- Gowers, A. (2006). *Gowers review of intellectual property*. The Stationery Office.
- Haber, S. (2016). Patents and the wealth of nations.

- Hall, B. H., Jaffe, A., e Trajtenberg, M. (2005). Market value and patent citations. *RAND Journal of economics*, pages 16–38.
- King, G. e Zeng, L. (2005). The dangers of extreme counterfactuals. *Political Analysis*, 14(2):131–159.
- Klemperer, P. (1990). How broad should the scope of patent protection be? *The RAND Journal of Economics*, pages 113–130.
- Lall, S. e Albaladejo, M. (2002). The competitive impact of china on manufactured exports by emerging economies in asia. In *China in the WTO*, pages 76–110. Springer.
- Moser, P. (2005). How do patent laws influence innovation? evidence from nineteenth-century world’s fairs. *The American Economic Review*, 95(4):1214–1236.
- Moser, P., Voena, A., e Waldinger, F. (2014). German jewish émigrés and us invention. *The American Economic Review*, 104(10):3222–3255.
- Nannicini, T. e Ricciuti, R. (2010). Autocratic transitions and growth.
- Nelson, R. R. (1959). The simple economics of basic scientific research. *Journal of political economy*, 67(3):297–306.
- Nordhaus, W. D. (1969). An economic theory of technological change. *The American Economic Review*, pages 18–28.
- North, D. C. (1981). *Structure and change in economic history*. Norton.
- Possebom, V. (2017). Free trade zone of manaus: An impact evaluation using the synthetic control method. *Revista Brasileira de Economia*, 71(2).
- Schmookler, J. (1966). Invention and economic growth.
- Shell, K. et al. (1967). A model of inventive activity and capital accumulation. *Essays on the theory of optimal economic growth*, pages 67–85.
- Williams, H. L. (2017). How do patents affect research investments? Technical report, National Bureau of Economic Research.
- Zucoloto, G. F. (2010). Propriedade intelectual, origem de capital e desenvolvimento tecnológico: a experiência brasileira.