

INSPER INSTITUTO DE ENSINO E PESQUISA
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIAS ECONÔMICAS

Diego Miranda

Efeitos de leis de patente em pesquisa e inovação no Brasil.

SÃO PAULO-SP

2022

Diego Miranda

Efeitos de leis de patente em pesquisa e inovação no Brasil.

SÃO PAULO-SP
2022

Efeitos de leis de patente em pesquisa e inovação no Brasil.

São Paulo, 15 de novembro de 2022.

Professora Coordenadora Dra. Priscila Ribeiro

Curso de Ciências Econômicas

Professora Orientadora Dra. Luciana Yeung

Curso de Ciências Econômicas

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	REVISÃO DA LITERATURA	12
3	BASE DE DADOS	14
4	METODOLOGIA	17
5	RESULTADOS	19
6	CONCLUSÃO	24
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26

Lista de Ilustrações

1	BASE DE DADOS	15
2	CARACTERÍSTICAS DESCRITIVAS DAS VARIÁVEIS	17
3	REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA	20
4	REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA SEM INVESTIMENTOS	21
5	DISTRIBUIÇÃO DOS RESÍDUOS	22
6	TESTE DE COINTEGRAÇÃO	23

Resumo

Este estudo busca compreender os efeitos das leis de propriedade intelectual no contexto brasileiro, com o objetivo de determinar se as mesmas são capazes de incentivar a inovação e o desenvolvimento tecnológico. Para isso, foi utilizada uma Regressão Linear Múltipla através do Método dos Mínimos Quadrados Ordinários (OLS), de forma a mensurar os resultados da implementação de uma nova lei sobre propriedade intelectual aprovada em 1996, com a principal variável explicativa utilizada sendo o número de patentes preenchidas por empresas e instituições brasileiras nos Estados Unidos. A análise que a implementação da lei resultou em um impacto nulo ou negativo no desenvolvimento de novas ideias e tecnologias no Brasil, e portanto, se mostrou ineficiente em atingir os resultados almejados ao instituir uma defesa mais rígida da propriedade intelectual.

Abstract

This study seeks to understand the effects of intellectual property laws in the Brazilian context, in order to determine whether they are capable of encouraging innovation and technological development. For this, a Multiple Linear Regression was used through the Ordinary Least Squares Method (OLS), as to measure the results of the approval of a new law on intellectual property in 1996, with the main explanatory variable used being the number of patents filled by Brazilian companies and institutions in the United States. The analysis concludes that the implementation of the law had a null or negative impact on the development of new ideas and technologies in Brazil, and therefore, it proved to be inefficient in achieving the objectives that are desired when applying a stricter defense of intellectual property.

1. Introdução

A relação entre instituições e desenvolvimento é um tópico amplamente estudado, sobre o qual economistas vem se debruçando há gerações. Atualmente, o papel institucional é considerado um dos mais relevantes, se não o mais relevante, para determinar os rumos que um país seguirá no longo prazo, tanto do ponto de vista econômico, quanto político, ou mesmo social (ACEMOGLU, ROBINSON, 2012). Dentre os elementos institucionais, um ao qual é atribuída grande impacto nos resultados de uma nação é a capacidade de uma pessoa patentear novas ideias que ela venha a desenvolver, resultando em maiores incentivos ao progresso tecnológico, o que, por sua vez, é uma parte importante no crescimento econômico (JONES, 2013).

As primeiras leis de patente foram desenvolvidas na Inglaterra, em meados do século XV (MOSER, 2013), mas foram pouco utilizadas durante a maior parte de sua história, tanto por não terem um nível de eficiência tão alto, quanto por imporem custos consideráveis de aquisição (MACLEOD, 1988).

Ainda assim, o sistema de patentes inglês podia ser considerado avançado em relação ao resto do mundo por mais alguns séculos, até os Estados Unidos formarem suas próprias leis de patentes no século XIX, com um modelo de garantias mais eficiente e custos de aquisição inferiores, o que chegou a provocar mudanças na própria Inglaterra, após a proeminência de invenções americanas em diversos setores na exibição do Palácio de Cristal, em Londres, um grande evento realizado no século XIX para mostrar descobertas tecnológicas de vários países (KHAN, SOKOLLOF, 2001).

Em seus respectivos tempos, esses dois países eram o que havia de mais avançado em termos de propriedade intelectual no mundo, que, apesar de existir há mais de 500 anos nesse período, só seria adotado pela maioria das outras nações ao longo do século XX, e, ainda assim, a maior parte das inovações eram feitas de forma independente, com apenas 11% e 15% delas estando patenteadas na Inglaterra e Estados Unidos no século XIX, respectivamente (MOSER, 2013).

O Brasil, em particular, é um exemplo de como alguns países demoraram para se adequar aos conceitos modernos de patente. Apesar de ter sido uma

das primeiras nações a legislar sobre o tema, abordado na constituição federal de 1824 (FURTADO, 1996), a defesa de propriedade intelectual no Brasil consistia apenas em diversas leis e decretos sem organização ou sistema legal claro. O primeiro Código de Propriedade Industrial, com uma regulação clara de direitos acerca de propriedade intelectual, só viria a surgir no Brasil em 1945, com o Decreto lei 7.903/45. Apesar de representar uma modernização da legislação de patentes brasileira, mesmo esse código era defasado em diversos sentidos, a exemplo de restringir o patenteamento de invenções relacionadas a medicamentos ou gêneros alimentícios (BRASIL, 1945). Em 1994, com a assinatura do *Agreement on Trade-Related Aspects of Intellectual Property Rights* (TRIP's) como parte do processo para criação da Organização Mundial do Comércio, renovaram-se os esforços para adequar o Brasil aos padrões internacionais de patentes (SALAMA, BENOLIEL, 2010). Mas foi apenas em 1996, com a promulgação da atual Lei de Propriedade Industrial (BRASIL, 1996), que o Brasil passou a possuir uma legislação de patentes que poderia ser considerada condizente com outros países do mundo desenvolvido.

Dessa forma, grande parte das inovações ao longo da história humana aconteceram fora de um sistema de propriedade intelectual. Mesmo em países que possuem leis de patentes, é bastante comum que uma parte considerável da inovação, se não a maioria, seja feita sem o uso de tais métodos, por sua aplicação ser muito cara e complexa, por sua baixa capacidade de garantir o monopólio intelectual, ou mesmo por serem restritas a certos grupos da sociedade (MOSER, 2013). Nesses casos, era comum que inovadores utilizassem outros meios para garantir sua vantagem competitiva ao criar uma tecnologia, como manutenção do segredo ou primeira entrada no mercado (KHAN, SOKOLLOF, 2001).

Por ser, portanto, uma instituição relativamente recente, apesar de sua grande expansão no último século (MOSER, 2013), as leis de patente também representam divergência nos meios acadêmicos. Enquanto grande parte da teoria econômica de desenvolvimento no longo-prazo enfatiza a importância dos monopólios temporários gerados por patentes para incentivar a inovação e garantir o progresso tecnológico (JONES, 2013), outra linha de pensamento argumenta que o monopólio intelectual tende a prejudicar novas tecnologias.

Tal lógica está baseada no fato de que atividades de P&D não são feitas no vácuo, mas se constroem a partir de trabalhos desenvolvidos anteriormente por outros inovadores (SCOTCHMER, 1991). Ou, como diz a célebre frase de Sir Newton: “Se eu vi mais longe, foi porque subir em ombros de gigantes.”

Um tema que, apesar de ser apoiado por robusta literatura teórica, assim como uma gama de estudos empíricos, ainda apresenta grandes divergências em relação a um dos principais resultados almejados pelos pesquisadores, sem dúvidas representa um desafio considerável para a ciência econômica contemporânea. Dessa forma, em uma tentativa de contribuir, ainda que minimamente, para o estudo acerca da relação entre leis de patente e inovação, o seguinte trabalho busca medir os efeitos das leis de propriedade intelectual no Brasil, através da Lei da Propriedade Industrial Nº 9.279, aprovada em 1996, que, dentre outros efeitos, regula a concessão de patentes de invenção e utilidade em território nacional.

2. Revisão de Literatura

Apesar de não ser um tema recente, pesquisas acerca da relação entre propriedade intelectual e desenvolvimento científico são uma área relativamente pouco explorada. Uma das principais causas para tal escassez é a dificuldade de encontrar variáveis quantitativas que consigam capturar o nível de inovação.

De forma geral, uma das principais formas de quantificar a inovação, para pesquisas que tratam de outros temas que não a propriedade intelectual, é a quantidade de patentes (HALL, JAFE, TRAJTENBERG, 2001), algo que se torna problemático caso se deseje medir a eficiência das próprias leis de patentes. Embora não seja difícil encontrar casos de inovações que acontecem dentro e fora do sistema legal de patenteamento, transforma-se em uma tarefa árdua achar um denominador comum para tais eventos, que podem acontecer em períodos, países, e indústrias diferentes, o que dificulta a capacidade de

medir o quão eficiente as leis de propriedade intelectual realmente são para facilitar o desenvolvimento tecnológico.

Nas últimas décadas, diferentes métodos foram utilizados para lidar com essa dificuldade. Um exemplo seria o aplicado em “*Appropriating the Returns from Industrial Research and Development*” (LEVIN, KLEVORICK, NELSON, WINTER, GRILICHES, GILBERT, 1987), que pesquisou a opinião de 650 executivos de P&D em grandes empresas, chegando a conclusão de que, de maneira geral, o uso de patentes era considerado uma das maneiras menos eficazes de garantir a exclusividade de uma nova tecnologia, apesar de alguns setores tenderem a patentear suas invenções mais do que outros, a depender da eficiência dos métodos disponíveis em cada mercado.

Mas, mesmo diante dos desafios apresentados pelo uso de dados de patentes nesse tópico, ainda assim sua aplicação foi considerável entre pesquisadores. Parte disso foi consequência dos esforços de Griliches, em seu artigo de 1990, “Patent Statistics as Economic Indicators: A Survey”. Além de atingir algumas conclusões interessantes, — como a alta correlação entre quantidade de patentes e gastos em P&D, tornando a primeira uma boa proxy para a última, uma vez que bases de dados acerca de investimentos em inovação apresentam problemas recorrentes de omissão de valores, — o artigo demonstra que, de maneira geral, a quantidade de patentes pode ser um recurso valioso para os estudos acerca de inovação.

A partir desse ponto, diversos artigos utilizaram-se de estatísticas de patentes como método de quantificar os efeitos das próprias leis de patentes no desenvolvimento tecnológico, geralmente medindo seus efeitos em um único país, como os trabalhos de Lerner (1999) e Lo (2011), os quais encontram uma forte correlação positiva entre a proteção à propriedade intelectual e inovação.

Estudos que utilizam estatísticas de diversos países, embora em menor quantidade, devido às outras dificuldades que enfrentam, também começaram a aparecer, uma vez que trabalhos com dados de um único país sofriam pesados questionamentos sobre a generalização dos resultados obtidos (GAMBA, 2016). Um exemplo notável pode ser visto em “The effect of intellectual property protection on innovation: Empirical analysis of developing

countries panel” (HAMMAMI, 2021), que faz uso do número de patentes por unidade de medida, seguindo a recomendação de Griliches, e compara 32 países em desenvolvimento que possuem leis de patentes, mas cuja rigorosidade da legislação varia, para poder observar se uma maior defesa de propriedade intelectual de fato acarreta na criação de mais ideias. Como resultado, o artigo conclui que uma maior rigorosidade nas leis de patente acaba por reduzir o desenvolvimento tecnológico nos países estudado, e atribui esse efeito à menor capacidade de absorver outras ideias para utilizar em seu próprio processo de inovação.

Como se pode observar, diferentes estudos econométricos chegam a resultados diametralmente opostos acerca da utilidade da propriedade intelectual em incentivar inovação. Mas, ainda que um consenso não tenha sido atingido, uma conclusão comum à uma grande parte dos trabalhos é de que múltiplos elementos influenciam os efeitos gerados pelas leis de patente (JAFFE, 2000), como o tipo de indústria em que a patente está sendo aplicada (LO, 2011), ou o nível de desenvolvimento econômico do país (GAMBA, 2016). Tais resultados levantam a possibilidade de que, talvez, o motivo para as pesquisas realizadas até agora não atingirem um consenso seja justamente porque as patentes trazem consequências muito distintas, a depender do contexto em que são aplicadas. Dito isso, mesmo tal hipótese ainda necessita de estudos posteriores para que conclusões satisfatórias sejam obtidas.

3. Base de Dados

A partir das conclusões obtidas pela análise de estudos anteriores, assume-se que apenas medir os níveis de inovação a partir de uma legislação de propriedade intelectual não seria suficiente. Também se tornam necessárias diversas variáveis de controle, capazes de compreender a situação econômica e institucional como um todo, e assim isolar os reais efeitos das leis de patentes.

Assim, a base de dados foi formada a partir de duas fontes distintas. Para os principais dados de patentes, como a variável resposta, foi utilizada a “Number of Utility Patent Applications Filed in the United States, By Country of Origin, Calendar Years 1965 to Present (1)”, fornecida pelo Escritório de Patentes e Marcas Comerciais dos Estados Unidos, utilizando os dados de 1970 até 2015, em um total de quarenta e seis amostras. A segunda fonte, a base de dados do Banco Mundial, forneceu as variáveis de controle PIB per capita e Investimento nos Estados Unidos. Adicionando ainda a principal variável explicativa, *patent_law*, tem-se uma base composta de quatro variáveis independentes e uma dependente.

BASE DE DADOS.

	year	patent	patent_law	GDP_per_capita	invest_US	patent_US
0	1970	30	0	445.024	0.9254	72343
1	1971	51	0	501.317	0.918767	71089
2	1972	46	0	585.171	0.78703	65943
3	1973	43	0	817.452	1.41245	66935
4	1974	44	0	1048.6	1.10015	64093
5	1975	64	0	1205.07	1.00771	64445
6	1976	51	0	1395.1	1.01522	65050
7	1977	51	0	1568.54	1.03945	62863

Figura 1. Visão parcial da base de dados. Fonte: Escritório de Patentes e Marcas Comerciais dos Estados Unidos e Banco Mundial. Elaboração própria.

A variável dependente que será estudada neste artigo é a que foi chamada de “patent”. Ela contém a quantidade anual de patentes aplicadas por instituições brasileiras nos Estados Unidos.

Para medir os efeitos da mudança das leis de patentes, a variável explicativa utilizada foi a “patent_law”, uma *dummy* que possui um valor de 0 até 1996, quando a Lei de Propriedade Industrial entrou em vigor, e muda para 1 a partir desse ponto.

A variável “GDP_per_Capita” contém o PIB brasileiro por habitante, em dólares, entre 1970 e 2015. Como visto, a relação entre inovação e crescimento econômico é uma questão amplamente explorada na literatura (JONES, 2013), com a ideia de que o desenvolvimento de novas tecnologias é uma condição essencial para o aumento de produtividade no longo prazo. Dito isso, também é possível encontrar evidências de que o crescimento econômico é ele próprio responsável por incentivar a inovação (PRADHAN, 2016), tanto quanto é influenciado pela mesma. Assim, adicionar “GDP_per_Capita” como variável de controle torna-se um fator relevante ao mensurar os efeitos das leis de patentes no avanço tecnológico.

“Invest_US”, por sua vez, representa o investimento brasileiro nos Estados Unidos, em porcentagem do PIB americano. O objetivo dessa variável é controlar variações na produção de patentes que sejam causadas não por inovação, mas apenas porque empresas ou outras instituições brasileiras passaram a operar em maior ou menor quantidade nos Estados Unidos, o que poderia afetar a aplicação de patentes feitas por tais entidades.

Por último, “patent_US”, que possui a quantidade de patentes aplicadas por instituições americanas, será usada como *proxy* para medir variações dentro dos Estados Unidos, ou no contexto internacional como um todo, que possam levar a uma mudança na quantidade de patentes aplicadas. A lógica por trás dessa variável seria de que eventos de grande magnitude, — como por exemplo, um *boom* tecnológico em áreas previamente pouco exploradas, — afetaria tanto patentes produzidas por instituições brasileiras quanto por americanas, de forma que uma poderia ser usada para mensurar os efeitos vistos na outra.

Na tabela abaixo (Figura 2), pode-se ter uma noção de como se comportam as variáveis, com dados como média, desvio-padrão e os *quartis*. Também é possível perceber as diferentes dimensões de cada uma, com variáveis cujos valores circulam em torno das dezenas enquanto outras estão em centenas de milhares.

CARACTERÍSTICAS DESCRITIVAS DAS VARIÁVEIS.

	year	patent	patent_law	GDP per capita	invest_US	patent_US
Número de obs.	46	46	46	46	46	46
Média	1992.5	216.6087	0.434783	4075.039	1.789662	132307.3
Desvio padrão	13.42262	224.6924	0.501206	3595.588	1.354194	77311.92
Mínimo	1970	30	0	445.0238	0.159812	59390
25%	1981.25	64.5	0	1597.86	0.825217	65159.25
50%	1992.5	113.5	0	2496.915	1.088146	96190
75%	2003.75	280	1	5146.39	3.028784	189387.3
Máximo	2015	855	1	13245.39	5.033917	288335

Figura 2. Características descritivas da base de dados. Fonte: Escritório de Patentes e Marcas Comerciais dos Estados Unidos e Banco Mundial. Elaboração própria.

Um aspecto interessante que pode ser observado na base de dados é seu desvio-padrão. Para todas as variáveis, o desvio foi consideravelmente alto, em alguns casos superior a própria média. Apesar de variações bruscas poderem ser interpretadas como uma dificuldade para o modelo, o fato de as diversas variáveis serem atingidas de forma similar faz com que as inconsistências não sejam necessariamente relevantes.

De forma a padronizar dados que possuem grande discrepância, tanto em valores absolutos quanto na maneira como as variações acontecem — por exemplo, o número de patentes nos Estados Unidos e o PIB *per capita* — assim como diminuir o impacto de *outliners*, foram feitas transformações logarítmicas em todas as variáveis de controle, assim como no número de patentes brasileiras produzidas nos Estados Unidos. A única exceção foi a aplicação da lei de patentes, por se tratar de uma *dummy*.

4. Metodologia

Problemas metodológicos permanecem um desafio para pesquisadores ao se tratar da relação entre leis de patentes e inovação. Dito isso, a própria natureza do tema também o concede certas vantagens, como o fato de ser um assunto relativamente novo, — com a maioria dos países tendo implementado, ou alterado de forma significativa, suas leis de patentes apenas no século XX (MOSEER, 2013), — o que facilita consideravelmente uma análise econométrica dos efeitos de criar, modificar, ou mesmo extinguir uma lei de patentes no desenvolvimento científico.

Buscando aproveitar tais vantagens, e incorporando os resultados acerca da utilidade de estatísticas de patentes (GRILICHES, 1990), ao mesmo tempo que lida com problemas como endogeneidade entre quantidade de inovação e proteções legais a propriedade intelectual, o presente artigo se serviu do número de patentes registradas nos Estados Unidos por instituições brasileiras como *proxy* da quantidade de inovações realizadas, de forma a mensurar se as mudanças nas leis de propriedade intelectual do Brasil tiveram algum efeito sobre as tecnologias patenteadas em outra legislação. A lógica por trás dessa relação série de que empresas brasileiras que possuem operações em outros países, ao desenvolver novas tecnologias, realizariam a patentes de suas inovações também nas outras nações em que atuam. De fato, há evidências de que empresas tendem a focar seus investimentos em P&D no país que utilizam como sede (AMSDEN, TSCHANG, GOTO, 2001). Assim, caso uma alteração nas leis de propriedade intelectual obtivesse sucesso em aumentar o número de inovações produzidas no Brasil, tais ideias seriam produzidas em sua maioria por empresas brasileiras, que por sua vez patenteariam as novas tecnologias nos outros países que elas operam, como os Estados Unidos.

Essa metodologia foi escolhida tendo em mente lidar com problemas como o de que medir inovação usando estatísticas de patentes do país que teve sua lei alterada sofreria de altos riscos de endogeneidade, uma vez que um aumento prévio no desenvolvimento tecnológico pode resultar em maiores lobbys por leis de patentes mais rígidas. Outra possibilidade seria a de que maior proteção à propriedade intelectual não aumenta a quantidade de inovação como um todo, mas apenas faz com que parte das pesquisas que antes aconteciam fora do sistema de patentes, agora sejam absorvidas para dentro do mesmo. Assim,

supõe-se que alguns dos principais problemas ao se trabalhar com estatísticas de patentes, como os citados acima, podem ser contornados de maneira satisfatória.

A partir desse ponto, era necessário um modelo que fosse adequado para avaliar os efeitos das mesmas ao longo do tempo. Para tal, foi utilizado o conhecido *Ordinary Least Squares* (OLS), para aplicar uma Regressão Linear Múltipla. Tal modelo foi escolhido por sua simplicidade, assim como por sua capacidade de lidar com variáveis de naturezas distintas, como a base de dados deste artigo, que possui tanto variáveis discretas quanto contínuas, e a própria variável explicativa que se busca analisar é uma *dummy*.

Apesar de seus benefícios, utilizar um modelo OLS trouxe consigo certos desafios, uma vez que o mesmo foi originalmente projetado para lidar com dados em *cross-section*, e não séries temporais, como a base presente neste artigo. Ainda assim, caso certas condições sejam garantidas, é possível assegurar que os resultados advindos da OLS não serão prejudicados pela natureza distinta da base de dados (PICKETT, REILLY, MCINTYRE, 2005). Dessa forma, foram aplicados testes adicionais para verificar se o modelo utilizado se comporta de forma adequada, os quais serão apresentados com maiores detalhes na Seção de Resultados.

5. Resultados

Indo ao encontro da teoria desenvolvida neste artigo até então, assim como de grande parte dos estudos vistos anteriormente (MOSER, 2013), os resultados das regressões realizadas concluíram que as leis de patente aplicadas no Brasil desde 1996 tiveram um impacto nulo ou negativo na inovação tecnológica no país. Aplicando a Regressão Linear Múltipla para todas as variáveis explicativas, conclui-se que, tanto para a aplicação da lei de patentes quanto para o investimento nos Estados Unidos por parte de instituições brasileiras, não se pode rejeitar a hipótese nula de que o impacto da variável seja igual a zero.

No caso da lei de patentes em específico, o coeficiente encontrado na regressão com o logaritmo de todas as variáveis foi de -0,19; com um *p*-valor de 0,252, o que não garante que o coeficiente seja diferente de zero a um nível de 95% de confiança. Mesmo quando a regressão foi testada sem a variável de investimento, ainda assim o coeficiente observado foi negativo, e ainda não se podia rejeitar a hipótese de que uma maior defesa da propriedade intelectual pela legislação brasileira não surtiu efeito nas patentes aplicadas nos Estados Unidos.

REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA.

```

=====
Dep. Variable:          ln_patent    R-squared:                0.966
Model:                  OLS         Adj. R-squared:           0.963
Method:                 Least Squares   F-statistic:              292.1
Date:                   Tue, 15 Nov 2022   Prob (F-statistic):       1.54e-29
Time:                   15:46:53       Log-Likelihood:           16.152
No. Observations:      46            AIC:                      -22.30
Df Residuals:          41            BIC:                      -13.16
Df Model:               4
Covariance Type:       nonrobust
=====

```

	coef	std err	t	P> t	[0.025	0.975]
const	-12.2446	1.340	-9.135	0.000	-14.952	-9.538
patent_law	-0.1886	0.162	-1.161	0.252	-0.517	0.139
ln_GDP	0.3850	0.064	6.061	0.000	0.257	0.513
ln_invest	0.0143	0.059	0.242	0.810	-0.105	0.134
ln_patent_US	1.2197	0.139	8.757	0.000	0.938	1.501

Figura 3. Resultados do modelo OLS com a variável *ln_invest*. Fonte: Escritório de Patentes e Marcas Comerciais dos Estados Unidos e Banco Mundial. Elaboração própria.

REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA SEM INVESTIMENTOS.

```

=====
Dep. Variable:          ln_patent      R-squared:              0.966
Model:                 OLS           Adj. R-squared:         0.964
Method:               Least Squares  F-statistic:            398.3
Date:                 Tue, 15 Nov 2022  Prob (F-statistic):     7.28e-31
Time:                 15:48:47       Log-Likelihood:        16.119
No. Observations:    46           AIC:                   -24.24
Df Residuals:        42           BIC:                   -16.92
Df Model:             3
Covariance Type:     nonrobust
=====

```

	coef	std err	t	P> t	[0.025	0.975]
const	-12.2193	1.321	-9.248	0.000	-14.886	-9.553
patent_law	-0.1638	0.125	-1.313	0.196	-0.415	0.088
ln_GDP	0.3826	0.062	6.167	0.000	0.257	0.508
ln_patent_US	1.2186	0.138	8.853	0.000	0.941	1.496

```

=====

```

Figura 4. Resultados do modelo OLS sem a variável *ln_invest*. Fonte: Escritório de Patentes e Marcas Comerciais dos Estados Unidos e Banco Mundial. Elaboração própria.

Dentre todas as variáveis de controle, aquela que apresentou o maior impacto foi a quantidade de patentes aplicadas por instituições americanas. O coeficiente encontrado foi de 1,22 em ambas as regressões, o maior de todos os coeficientes. Tal resultado é interessante, pois indica que choques de inovação não são limitados a um único país; ou seja, eventos que geram uma variação nos níveis de desenvolvimento tecnológico nos Estados Unidos também tendem a afetar o surgimento de novas tecnologias no Brasil.

Não apenas o modelo obteve resultados similares ao que era teoricamente esperado, mas ele também apresentou solidez diante dos testes realizados, desde os mais simples até aqueles mais específicos. O *R² ajustado* encontrado na regressão foi de 0,963, indicando que os resultados obtidos pelo modelo estão consideravelmente próximos dos números reais. Ainda assim, o alto valor do *R²* será de pouca validade caso a regressão esteja viesada (FROST, 2020).

O problema existiria caso os resíduos da regressão não apresentassem uma distribuição normal, mas ao invés disso tendessem a subestimar ou superestimar os valores encontrados (FROST, 2020). Em uma análise preliminar, o gráfico de distribuição dos resíduos parecia indicar que os mesmos seguiam uma distribuição normal, como pode ser visto abaixo (Figura 5).

DISTRIBUIÇÃO DOS RESÍDUOS.

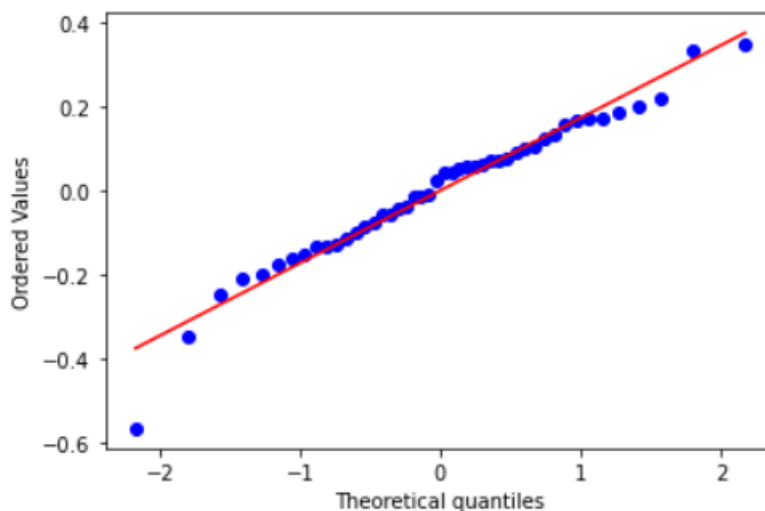


Figura 5. Gráfico da distribuição de resíduos. Fonte: Escritório de Patentes e Marcas Comerciais dos Estados Unidos e Banco Mundial. Elaboração própria.

Ainda assim, de forma a assegurar que os resultados do modelo não estivessem comprometidos, foi utilizado o teste de Anderson para verificar a normalidade dos resíduos (STEPHENS, 1974). Apresentando um *p-valor* de 0,73, não foi possível rejeitar a hipótese H_0 de que os resíduos possuem uma distribuição normal, o que indicaria uma ausência de viés.

Além da normalidade, foi utilizado o teste de Durbin-Watson para verificar se os resíduos não estão correlacionados entre si (DURBIN, WATSON, 1951), o que também seria um problema no qual a OLS poderia incorrer. A partir de um nível de confiança de 95%, para uma base de dados com 46 amostras e cinco variáveis, o teste resultou em um valor de 1,72, concluindo que não foram encontradas evidências de autocorrelação para os resíduos (SAVIN, WHITE, 1977).

O último teste acerca da adequação dos resíduos foi o Breusch-Pagan, que indica a presença de heterocedasticidade, ou seja, se a variância residual é constante ou não (BREUSCH, PAGAN, 1979). Caso seja confirmado que os resíduos não são homocedásticos, haveria indícios de que o modelo é ineficiente e sua adequação está sendo superestimada. O teste de Breusch-Pagan, porém, ao apresentar um *p-valor* de 0,19; concluiu que não era possível

rejeitar a hipótese nula de homoscedasticidade para o modelo OLS, o que indica que os resíduos possuem uma variância constante.

Verificado que os resíduos se comportavam de maneira adequada, e de que os riscos de viés foram reduzidos, ainda se faz necessário testar se a regressão não seria espúria, o que tornaria os resultados do modelo enganosos. Uma das principais causas de relação espúria entre séries temporais é a cointegração entre ambas as variáveis, ou seja, elas se movem juntas no longo prazo, mas não há uma relação de causalidade entre as duas.

Para verificar se alguma das séries temporais explicativas está cointegrada com a variável resposta, foram utilizados dois testes distintos de cointegração. O primeiro deles, o teste de Engle-Granger é realizado em duas etapas, onde primeiro testa-se as séries para estacionariedade, e depois é feita uma regressão entre ambas para assertar se os resíduos também são estacionários (ENGLE, GRANGER, 1987). O segundo teste, conhecido como Phillips-Ouliaris, por sua vez, verifica a existência de cointegração diretamente ao usar um modelo com ambas as variáveis assim como suas primeiras diferenças (PHILLIPS, OULIARIS, 1990). Ao aplicar duas metodologias diferentes, espera-se poder confirmar os resultados obtidos e aumentar, ou eliminar, a confiabilidade do modelo utilizado.

Em ambos os casos, é feito um teste onde a hipótese nula é de que as séries não são cointegradas, contra a hipótese alternativa de que há cointegração. Os *p-valores* de ambos os testes feitos entre as variáveis de controle e a variável resposta “*ln_patent*” estão explicitados na tabela abaixo.

TESTES DE COINTEGRAÇÃO

	Engle-Granger	Phillips-Ouliaris
<u>ln_GDP</u>	0.4110	0.9999
<u>ln_invest</u>	0.1228	0.9999
<u>Ln_patent_US</u>	0.4341	0.9999

Figura 6. Resultados dos *p-valores* dos testes de cointegração. Fonte: Escritório de Patentes e Marcas Comerciais dos Estados Unidos e Banco Mundial. Elaboração própria.

Em ambos os testes realizados para as séries temporais, não se pôde rejeitar a hipótese nula a um nível de confiança de 95%, indicando que não há evidências de cointegração entre as variáveis de controle e a quantidade de patentes registradas nos Estados Unidos por instituições brasileiras. Também vale ressaltar os resultados do teste de Phillips-Ouliaris, que atingiu um *p-valor* de 0,99 para todas as variáveis, o que reforça as conclusões obtidas até o momento.

Assim, os testes feitos neste estudo indicam que o modelo é capaz de interpretar com boa precisão as observações da realidade e uma verdadeira relação de causalidade entre as variáveis, além de não ser tendencioso para resultados específicos. Embora sempre haja mais o que possa ser feito, com os testes realizados sendo apenas uma parcela de todas as possibilidades disponíveis na análise econométrica — e contribuições posteriores sejam sempre bem-vindas — os resultados atuais indicam um considerável grau de validade para as conclusões obtidas por este artigo.

6. Conclusão

Argumentos teóricos e resultados empíricos por parte de diversos economistas ao longo dos anos já consideravam a propriedade intelectual como um método ineficaz de produzir desenvolvimento tecnológico. Tal ineficiência seria ainda mais agravada em países que estivessem longe da fronteira tecnológica, uma vez que seu crescimento seria mais dependente de fontes externas das quais fosse possível adquirir novos conhecimentos. Ainda assim, as últimas décadas viram uma constante expansão e fortalecimento de leis de patentes ao redor do mundo, incluindo em países subdesenvolvidos (JAFFE, 2000), como é o caso do Brasil.

Os resultados apresentados neste artigo indicam que a Lei de Propriedade Industrial e o conseqüente estabelecimento de um sistema robusto de patente

não foram efetivos para produzir um maior nível de inovação dentro das instituições brasileiras. Pelo contrário, se houve algum efeito advindo da legislação, seria uma menor taxa de desenvolvimento de novas tecnologias no país. Tal resultado está de acordo com pesquisas anteriores feitas sobre os efeitos de propriedade intelectual em países em desenvolvimento (HAMMAMI, 2021).

Nesse contexto, é necessário ressaltar que a premissa das leis de patentes se baseia em uma troca entre monopólios temporários, e por consequência menor eficiência e maiores preços, por mais investimentos em P&D e o desenvolvimento de novas ideias. Assim, os achados deste estudo acabam por levantar a questão de se as leis de propriedade intelectual brasileiras, em seu formato atual, não apenas representam um entrave para o crescimento econômico do país, sem gerar os retornos em desenvolvimento tecnológico que seriam esperados.

REFERÊNCIAS

ACEMOGLU, Daron; ROBINSON, James A. "Why Nations Fail: The Origins of Power, Prosperity and Poverty". 1st ed. New York: Crown, 529. 2012.

AMSDEN, A.; TSCHANG, Ted; GOTO, A.. "Do Foreign Companies Conduct R&D in Developing Countries?. A New Approach to Analyzing the Level of R&D with an Analysis of Singapore". Asian Development Bank Institute. 2001.

BRASIL, Código Civil. Lei da Propriedade Industrial. Nº 9.279. 1996. Disponível em < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9279.htm> Acesso em 15/09/2022.

BRASIL, Código Civil. Código da Propriedade Industrial. Nº 7903. 1945. Disponível em < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/1937-1946/del7903.htm > Acesso em 15/09/2022.

BREUSCH, T. S.; PAGAN, A. R. "A Simple Test for Heteroskedasticity and Random Coefficient Variation". *Econometrica*. 47. 1979.

DURBIN, J.; WATSON, G.S. "Testing for serial correlation in least squares regression II". *Biometrika*, 38(1/2). doi:10.1093/biomet/38.1-2.159. 1951.

FROST, Jim. "Regression Analysis: An Intuitive Guide for Using and Interpreting Linear Models". 1st ed, Statistics By Jim Publishing. 2020.

ENGLE, Robert F.; GRANGER, Clive W. J. "Co-integration and error correction: Representation, estimation and testing". *Econometrica*. 1987.

FURTADO, Lucas Rocha. "Sistema De Propriedade Industrial No Direito Brasileiro: comentários a nova legislação sobre marcas e patentes, Lei 7.279, de 14 de maio de 1996". Brasília: Brasília Jurídica, 1996.

Gamba, Simona. "The effect of Intellectual Property Rights on domestic innovation in the pharmaceutical sector". Research Institute for the Evaluation of Public Policies, 2016.

GRILICHES, Zvi. "Patent Statistics as Economic Indicators: A Survey". Cambridge: National Bureau of Economic Research. 1990.

HALL, Bronwyn H.; JAFFE, Adam B.; TRAGTENBERG, Manuel. "The NBER Patent Citation Data File: Lessons, Insights and Methodological Tools." NBER Working Paper 8498. 2001.

HAMMAMI, Saïd. The effect of intellectual property protection on innovation: Empirical analysis of developing countries panel. *African Journal of Science, Technology, Innovation and Development*. 2021.

JAFFE, Adam B. "The US Patent System In Transition: Policy Innovation And The Innovation Process," *Research Policy*. 2000.

JONES, C. I.; VOLLRATH, D., *Introduction to Economic Growth*, 3^a ed., W. W. Norton & Company, 2013.

KHAN, B. Zorina; SOKOLOFF, Kenneth L. "History Lessons: The Early Development of Intellectual Property Institutions in the United States." *Journal of Economic Perspectives*. 2001.

LERNER, Josh. "The empirical impact of intellectual property rights on innovation: Puzzles and clues." *American Economic Review* 99. 2009.

KORTUM, S., LERNER, Josh. "What is behind the recent surge in patenting?" *Research policy*, Vol 28. 1999.

LEVIN, R. C., KLEVORICK, A.K., NELSON, R.R., WINTER S.G., GILBERT R., R. GRILICHES, Zvi. "Appropriating the returns from industrial research and development." *Brookings papers on economic activity*, 1987.

LO, Shih-tse. "Strengthening intellectual property rights: Experience from the 1986 taiwanese". *International Journal of Industrial Organization*, Vol 29. 2011.

MACLEOD, Christine. "Inventing the Industrial Revolution: The English Patent System, 1660-1800". *Journal of Economic History*. Cambridge University Press. 1988.

MOSER, Petra. "Patents and Innovation: Evidence from Economic History". *The Journal of Economic Perspectives*, vol. 27, no. 1, American Economic Association, 2013.

PHILLIPS, P. C. B.; OULIARIS, S. "Asymptotic Properties of Residual Based Tests for Cointegration". *Econometrica*. 1990.

PICKETT, John C.; REILLY, David P.; MCINTYRE, Robert M. "How to Select a Most Efficient 'Ols' Model for a Time Series Data." *Journal of Business Forecasting* 24: 28. 2005.

PRADHAN, R. P.; ARVIN, M. B.; HALL, J. H.; NAIR, M. "Innovation, financial development and economic growth in eurozone countries". Applied Economics Letters. 2016.

SALAMA, Meyerhof Bruno; BENOLIEL, Daniel. "Pharmaceutical Patent Bargains: The Brazilian Experience". Cardozo Journal of International and Comparative Law (JICL), Vol. 18, No. 3, 2010.

SAVIN, N. E.; WHITE, K. J. "The Durbin-Watson test for serial correlation with extreme sample sizes or many regressors". Econometrica, 45(8). 1977.

SCOTCHMER, Suzanne. "Standing on the shoulders of giants: cumulative research and the patent law". The Journal of Economic Perspectives. 1991.

STEPHENS, M. A. "EDF Statistics for Goodness of Fit and Some Comparisons". Journal of the American Statistical Association. 1974.

THE WORLD BANK. "Foreign direct investment, net inflows (BoP, current US\$)". Disponível em: <
https://data.worldbank.org/indicator/BX.KLT.DINV.CD.WD?name_desc=false >
Acesso em 15/09/2022.

THE WORLD BANK. "GDP per capita (current US\$)". Disponível em: <
<https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.CD>> Acesso em
15/09/2022.

U.S. PATENT AND TRADEMARK OFFICE. Patent Technology Monitoring Team. "Number of Utility Patent Applications Filed in the United States, By Country of Origin, Calendar Years 1965 to Present". Disponível em: <
https://www.uspto.gov/web/offices/ac/ido/oeip/taf/appl_yr.htm > Acesso em
15/09/2022.