



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ARTES, CIÊNCIAS E HUMANIDADES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MODELAGEM DE SISTEMAS
COMPLEXOS

NATHÁLIA FERRAZ ALONSO MARTINS

**Interação entre ciência e tecnologia e desenvolvimento de ranking de
inovação de universidades brasileiras por meio de dados de patentes**

São Paulo

2021

NATHÁLIA FERRAZ ALONSO MARTINS

Interação entre ciência e tecnologia e desenvolvimento de ranking de inovação de universidades brasileiras por meio de dados de patentes

Versão original

Dissertação apresentada à Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências pelo Programa de Pós-graduação em Modelagem de Sistemas Complexos.

Área de concentração: Ciências Sociais Aplicadas

Orientador: Prof. Dr. Esteban Fernandez Tu-esta

São Paulo

2021

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

CATALOGAÇÃO-NA-PUBLICAÇÃO

(Universidade de São Paulo. Escola de Artes, Ciências e Humanidades. Biblioteca)
CRB-8 4936

Martins, Nathália Ferraz Alonso

Interação entre ciência e tecnologia e desenvolvimento de ranking de inovação de universidades brasileiras por meio de dados de patentes / Nathália Ferraz Alonso Martins ; orientador, Esteban Fernandez Tuesta. – 2021.

73 f : il.

Dissertação (Mestrado em Ciências) - Programa de Pós-Graduação em Modelagem de Sistemas Complexos, Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo.
Versão original

1. Ciência - Brasil. 2. Tecnologia - Brasil. 3. Inovação. 4. Universidades - Brasil - Indicadores. 5. Patente. I. Fernández Tuesta, Esteban, orient. II. Título.

CDD 22.ed.– 507.2

Dissertação de autoria de Nathália Ferraz Alonso Martins, sob o título “**Interação entre ciência e tecnologia e desenvolvimento de ranking de inovação de universidades brasileiras por meio de dados de patentes**”, apresentada à Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Ciências pelo Programa de Pós-graduação em Modelagem de Sistemas Complexos, na área de concentração Ciências Sociais Aplicadas, aprovada em ____ de _____ de ____ pela comissão julgadora constituída pelos doutores:

Prof. Dr.
Instituição
Presidente

Prof. Dr.
Instituição

Prof. Dr.
Instituição

Prof. Dr.
Instituição

Prof. Dr.
Instituição

Dedico este trabalho aos meus pais, que sempre priorizaram a educação.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

“In the absence of forces, objects at rest stay at rest and objects in motion maintain uniform motion in a straight line”
(Isaac Newton)

Resumo

MARTINS, Nathália Ferraz Alonso. **Interação entre ciência e tecnologia e desenvolvimento de ranking de inovação de universidades brasileiras por meio de dados de patentes**. 2021. 71 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2021.

A relação entre ciência, tecnologia e inovação tem sido estudada por muitos pesquisadores ao longo dos últimos anos e sob diversas abordagens, alguns trabalhos defendem que a relação ciência e tecnologia é não unilateral, que os resultados da inovação tecnológica também propõem uma “agenda” para a investigação científica. No centro dessas relações estão as instituições de ensino superior, que nas últimas décadas ampliaram seus papéis e objetivos, indo além das barreiras das atividades de ensino e pesquisa, e sendo estudadas como agentes de inovação social e econômica. A preocupação com a inovação e sua importância para o desenvolvimento de um país impulsionou o desenvolvimento de rankings para avaliar e comparar universidades por todo o planeta. O objetivo deste trabalho é entender as relações entre ciência e tecnologia no Brasil e países vizinhos e propor um primeiro esboço de um Ranking Brasileiro de Universidades Inovadoras utilizando como *proxy* dados de patentes e de seus inventores. As relações de ciência e tecnologia dos países analisados sugere uma concentração da inovação em áreas relacionadas à saúde como tecnologia médica, química fina, biotecnologia e farmacêuticos e à revolução digital como tecnologia da computação e comunicação digital, aparecem como subsídios e fontes primárias de conhecimento a química, biologia e medicina para o primeiro grupo e ciências da computação, engenharia e ciências sociais para o último. Comparativamente o Brasil se apresenta com os melhores indicadores e tem 34% de sua matriz preenchida. Nota-se uma evolução a partir das áreas de química de materiais e tecnologia médica, para química fina e biotecnologia e, no último período analisado, para tecnologia da computação e comunicação digital. Com relação ao ranking, a Universidade de São Paulo (USP) aparece com o maior número de ex-alunos produzindo patentes, e que assim como na produção científica, as universidades paulistas são as que mais produzem patentes. A grande maioria das patentes produzidas são feitas por alunos de instituições públicas e a primeira universidade privada na lista é a Pontifícia Universidade Católica de Rio de Janeiro (PUC-RJ). As formações são principalmente em Engenharia e Ciências Exatas e da Terra (de acordo com a classificação de áreas da CNPq), com a ordem invertida para a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). A área de Ciências Agrárias sobe de posição na Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho (UNESP) ficando acima de Ciências da Saúde.

Palavras-chaves: Ciência. Tecnologia. Inovação. Ranking de universidades. Universidades inovadoras. Indicadores. Patentes.

Abstract

Martins, Nathália Ferraz Alonso Martins. **Interaction between science and technology and development of innovation ranking of Brazilian universities using patent data**. 2021. 71 p. Dissertation (Master of Science) – School of Arts, Sciences and Humanities, University of São Paulo, São Paulo, 2021.

The relationship between science, technology and innovation has been studied by many researchers over the past years and under different approaches, some studies argue that the relationship between science and technology is not one-sided, that the results of technological innovation also propose an “ agenda ” for scientific research. At the center of these relationships are higher education institutions, which in recent decades have broadened their roles and objectives, going beyond the barriers of teaching and research activities, and being studied as agents of social and economic innovation. The concern with innovation and its importance for the development of a country drove the development of rankings to evaluate and compare universities across the planet. The goal of this work is to understand the relationship between science and technology in Brazil and neighboring countries and to propose a first draft of a Brazilian Ranking of Innovative Universities using patent and inventors' data as *proxy*. The relationship between science and technology in the countries analyzed suggests a concentration of innovation in areas related to health, such as medical technology, fine chemistry, biotechnology and pharmaceuticals and the digital revolution as computer technology and digital communication; chemistry, biology and medicine appears as subsidies and primary sources of knowledge for the former and computer science, engineering and social sciences for the latter. Comparatively, Brazil presents the best indicators and has 34% of its matrix filled. There is an evolution from the areas of material chemistry and medical technology, to fine chemistry and biotechnology and, in the last period analyzed, to computer technology and digital communication. Regarding the ranking, the University of São Paulo (USP) appears with the largest number of alumni producing patents, and that just like in scientific production, São Paulo universities are the ones that produce more patents. The vast majority of patents produced are made by students from public institutions and the first private university on the rank is the Pontifical Catholic University of Rio de Janeiro (PUC-RJ). The courses are mainly in Engineering and Exact and Earth Sciences (according to the CNPq area classification), with the order reversed for the Federal University of Rio Grande do Sul (UFRGS). The area of Agricultural Sciences rises in position at the State University Júlio de Mesquita Filho (UNESP) above the Health Sciences.

Keywords: Science. Technology. Innovation. Ranking of universities. Innovation universities. Index. Patents.

Lista de figuras

Figura 1 – Diferenciação entre descoberta, invenção, inovação	17
Figura 2 – Evolução de patentes concedidas por ano e por países selecionados . . .	39
Figura 3 – Matriz de interação ciência e tecnologia, países selecionados, 1976 a 2018	41
Figura 4 – Distribuição dos campos da tecnologia por peso, 1976 a 2018	42
Figura 5 – Distribuição dos campos da ciência por peso, 1976 a 2018	42
Figura 6 – Matriz de interação ciência e tecnologia, Brasil, 1976 a 2018	45
Figura 7 – Matriz de interação ciência e tecnologia, México, 1976 a 2018	46
Figura 8 – Matriz de interação ciência e tecnologia, Argentina, 1976 a 2018	47
Figura 9 – Matriz de interação ciência e tecnologia, Chile, 1976 a 2018	48
Figura 10 – Matriz de diferenças, México x Brasil, 1976 a 2018	50
Figura 11 – Matriz de diferenças, Chile x Argentina, 1976 a 2018	51
Figura 12 – Matriz de interação ciência e tecnologia, Brasil, 1976 a 1991	53
Figura 13 – Matriz de interação ciência e tecnologia, Brasil, 1992 a 2000	54
Figura 14 – Matriz de interação ciência e tecnologia, Brasil, 2001 a 2009	55
Figura 15 – Matriz de interação ciência e tecnologia, Brasil, 2010 a 2018	56
Figura 16 – Matriz de diferenças, Brasil, 2001 a 2009 x 1992 a 2000	57
Figura 17 – Matriz de diferenças, Brasil, 2010 a 2018 x 2001 a 2009	58
Figura 18 – Distribuição das universidades por número de inventores	60

Lista de tabelas

Tabela 1 – Classificação dos campos da tecnologia	25
Tabela 2 – Classificação dos campos da ciência	26
Tabela 3 – Quantidade de patentes totais e utilizadas para construção da matriz por país e período	40
Tabela 4 – Indicadores da matriz de interação ciência e tecnologia, geral e por país	44
Tabela 5 – Indicador de transformação das matrizes entre os países com maior número de patentes (Brasil, México, Argentina e Chile)	49
Tabela 6 – Indicador de transformação das matrizes entre os períodos analisados, Brasil	52
Tabela 7 – Distribuição de indivíduos por área de formação	59
Tabela 8 – Distribuição de universidades, inventores e patentes por Estado	61
Tabela 9 – Ranking de inovação das universidades brasileiras (top 30)	62
Tabela 10 – Distribuição de indivíduos e patentes por área de formação	63
Tabela 11 – Distribuição de indivíduos por área de formação e universidade de graduação das 10 primeiras colocadas	64
Tabela 12 – Distribuição de indivíduos por país de origem	71

Lista de abreviaturas e siglas

ARWU	<i>Academic Ranking of World Universities</i>
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento e Pesquisa
C&T	<i>Ciência e Tecnologia</i>
CWTS	<i>Centre for Science and Technology Studies (Leiden University)</i>
EPO	<i>European Patent Office</i>
GERD	<i>Government Expenditures in Research and Development</i>
IES	Instituições de Ensino Superior
INPI	Instituto Nacional da Propriedade Industrial
IPC	<i>International Patent Classification</i>
IP	<i>Intellectual Property</i>
JPO	<i>Japan Patent Office</i>
KPO	<i>Korean Intellectual Property Office</i>
MFI	<i>Matrix Filling Index</i>
MFI	<i>Matrix Rugosity Index</i>
NSI	<i>National Systems of Innovation</i>
PCT	<i>Patent Cooperation Treaty</i>
QSWUR	<i>QS World University Rankings</i>
R&D	<i>Research and Development</i>
RUF	Ranking Universitário Folha
THEWUR	<i>THE-TR World University Rankings</i>
TI	<i>Tecnologia da Informação</i>
USPTO	<i>United State Patent and Trademark Office</i>

WIPO *World Intellectual Property Organization*

WOS *Web of Science*

Sumário

1	Introdução	15
2	Principais conceitos e definições	21
2.1	<i>Patentes e inovação</i>	21
2.2	<i>Classificação tecnológica</i>	23
2.3	<i>Classificação científica</i>	24
2.4	<i>Interação entre ciência e tecnologia</i>	24
2.5	<i>Empreendedorismo, educação e inovação</i>	27
2.6	<i>Universidades e patentes</i>	27
2.7	<i>Rankings universitários</i>	28
2.7.1	Rankings de universidades brasileiras	29
3	Métodos	31
3.1	<i>Busca dos dados</i>	31
3.1.1	Eleição do repositório de patentes	31
3.1.2	Desenvolvimento de algoritmo para <i>scraping</i> de dados de patentes	31
3.2	<i>Preparação dos dados</i>	32
3.2.1	Identificação dos campos tecnológicos de patentes	32
3.2.2	Identificação dos campos da ciência das referências de patentes	32
3.2.3	Identificação de universidades de formação dos inventores de patentes	34
3.3	<i>Construção da matriz de interação entre ciência e tecnologia</i>	34
3.4	<i>Indicadores da matriz de interação</i>	35
3.5	<i>Construção do ranking</i>	36
4	Resultados e discussões	38
4.1	<i>Patentes</i>	38
4.2	<i>Interação entre ciência e tecnologia</i>	39
4.3	<i>Ranking brasileiro de inovação</i>	58
5	Conclusão e trabalhos futuros	65
	REFERÊNCIAS	67

Apêndice A – Distribuição de inventores e patentes por país dos inventores	71
---	----

1 Introdução

A relação entre ciência, tecnologia e inovação tem sido estudada por muitos pesquisadores ao longo dos últimos anos e diversas abordagens para entender o problema têm sido utilizadas, constituindo um campo interdisciplinar conhecido como *Estudos da Ciência e Tecnologia* (SISMONDO, 2004; NARIN; NOMA, 1985). Um dos objetos de estudo desta disciplina consiste na análise da influência entre ciência e tecnologia e como essa relação se manifesta no âmbito do desenvolvimento econômico de um país. Um exemplo recente dessa relação é notado na pandemia provocada pelo vírus Sars-Cov2, que provocou uma corrida por soluções tais como a criação de vacinas ou medicamentos para resolver o problema. Institutos de pesquisa e indústria farmacêutica se uniram pela busca de soluções.

Em Brooks (1994), o autor cita pelo menos seis contribuições da ciência para a tecnologia: fonte de novos conhecimentos, fonte de ferramentas e técnicas, instrumentação de investigação, prática de investigação, criação de conhecimento base, criação de estratégias para a pesquisa aplicada e refinamento das tecnologias.

Em Bernardes e Albuquerque (2003), os autores analisam o papel que a ciência exerce nos primeiros estágios do desenvolvimento econômico dos países. Utilizaram dados de publicações científicas, de patentes e de renda de 120 países para simular relações entre desenvolvimento científico, desenvolvimento tecnológico e desenvolvimento econômico. Os autores encontraram três tipos de correlação: (i) correlação direta entre a produção científica e a produção tecnológica, ou seja, quanto mais artigos publicados mais patentes registradas; (ii) correlação entre o desenvolvimento científico e renda; e (iii) correlação entre desenvolvimento tecnológico e renda.

No trabalho de Ribeiro, Ruiz e Albuquerque (2006) são estudados os mecanismos internos que produzem as interações entre ciência e tecnologia e o rol destas no desenvolvimento econômico de uma nação. Para isso simularam modelos econômicos baseados em redes de países onde a principal interação estava relacionada ao Sistema Nacional de Inovação, NSI (sigla em inglês – *National Systems of Innovation*), que é uma estrutura que comporta os agentes envolvidos na geração de inovação e o processo que o traduz para crescimento econômico; o governo, as universidades, as instituições de fomento à investigação e muitas outras, fazem parte desta estrutura. Em Ribeiro *et al.* (2010) os autores apresentam um modelo que simula a renda dos países como uma função da tecnologia (número de

patentes concedidas) e da ciência (número de artigos publicados), os resultados mostram a influência correlata do desenvolvimento da ciência e tecnologia na determinação da riqueza de um país, especialmente para os países em nível de desenvolvimento econômico mais avançado.

Alguns trabalhos, como [Spinak \(1999\)](#), defendem que a relação entre ciência e tecnologia não é unilateral. Ou seja, os resultados da inovação tecnológica também influenciam os estudos científicos, existe uma retroalimentação entre os dois processos e frequentemente as necessidades tecnológicas propõem uma “agenda” para a investigação científica. [Nelson e Rosenberg \(1993\)](#) apontam a interação entre ciência e tecnologia como uma característica chave do NSI e evidenciam a ciência como causa e também como consequência do desenvolvimento tecnológico.

Entre as razões para que países como os Estados Unidos tenham alto investimento em pesquisa científica estão o crescimento econômico, a melhora de serviços de saúde e outros serviços públicos. Aproximadamente 75% dos artigos citados nas patentes (dos sistemas americano e europeu) são originados em instituições públicas ou financiadas com dinheiro público. Outros países como Turquia, também tem estudado o fenômeno do crescimento econômico baseado na influência da pesquisa científica e tem se deparado com a existência de uma relação até com a empregabilidade dos seus funcionários ([NARIN; OLIVASTRO, 2012](#); [İSKENDER; BATI, 2015](#)).

No centro desta relação entre ciência e tecnologia estão as Instituições de Ensino Superior - IES (*Higher Educations Institutions* - HEI), que desempenham um papel muito importante uma vez que atuam tanto na geração de novos conhecimentos e soluções para desafios tecnológicos, quanto no campo da formação de pessoas, fornecendo base sólida de conhecimento de um campo específico e na formação de indivíduos com capacidade inovadora ([İSKENDER; BATI, 2015](#)). Em [Klevorick et al. \(1995\)](#) os autores apresentam evidências empíricas sobre o papel das universidades e da ciência como fonte importante de *oportunidades tecnológicas* para inovação industrial; analisam a relevância de disciplinas científicas para diferentes setores industriais.

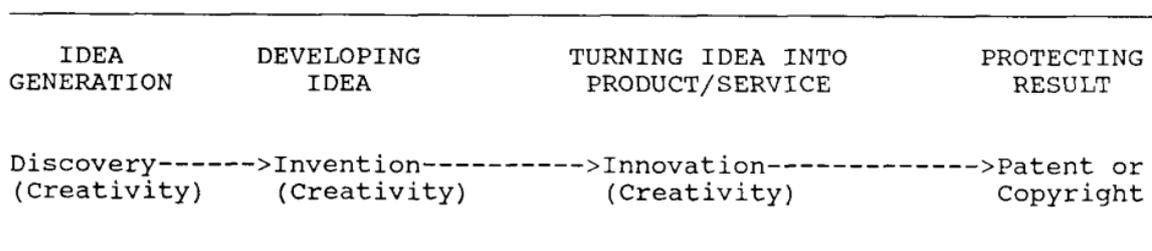
Nas últimas décadas as universidades ampliaram seus papéis e objetivos, indo além das barreiras das atividades de ensino e pesquisa para o oferecimento de soluções a problemas sociais e industriais. A influência das universidades sobre o crescimento econômico dos países (especialmente em países em desenvolvimento) tem sido investigado por muitos autores, como no trabalho de [Yıldırım e Aşkun \(2012\)](#). Em [Kadir, Salim e](#)

[Kamarudin \(2012\)](#) os autores propõem o estudo da influência da educação sobre fatores de comportamento empreendedor e para decisões de risco, tomando como base uma amostra de indivíduos na Malásia.

Para determinar a capacidade inovadora ou de empreendedorismo, alguns autores têm optado por classificar os indivíduos de acordo com o perfil, por exemplo: indivíduos capazes de fazer investimentos ou produzir produtos com certas utilidades independente do centro de estudos (universidade, escola, ou outra instituição), e indivíduos que podem inovar mas precisam do apoio na forma de conhecimento teórico que permita ou ative a capacidade de inovação. Em [Walter, Parboteeah e Walter \(2010\)](#), os autores fizeram uma análise interessante sobre as metodologias de ensino, dividindo-as em dois conjuntos: as do tipo ativo, em que os estudantes adquirem conhecimentos pela experimentação; e as do tipo reflexivo, em que os alunos aprendem via reflexão e leitura. Estes autores hipotetizaram que as metodologias do tipo reflexiva, tendem a formar alunos com menor propensão a participação em atividades empreendedoras.

Estudos sobre empreendedorismo, inovação e criatividade não são recentes e mesmo assim ainda não há unanimidade sobre as definições destes termos. Em [Couger, Higgins e McIntyre \(1990\)](#), os autores fazem um levantamento de definições feitas por autores renomados ao longo das décadas dos termos *Criatividade, Inovação, Empreendedorismo e Patentes*. Os autores propõem um processo sequencial para a distinção e diferenciação dos termos que transcrevemos na íntegra na figura 1.

Figura 1 – Diferenciação entre descoberta, invenção, inovação



Fonte – [Couger, Higgins e McIntyre \(1990\)](#)

A preocupação com a inovação e a sua importância para o desenvolvimento econômico, impulsionou o desenvolvimento de diversos rankings para avaliar e comparar universidades por todo o planeta e com diversas metodologias. Como exemplo, em [İskender e Bati \(2015\)](#) os autores desenvolveram um ranking para comparar 179 universidades turcas

levando em consideração a proficiência na pesquisa científica e tecnológica, os direitos de propriedade intelectual, a cooperação e interação, a cultura de empreendedorismo e inovação, a contribuição econômica e a comercialização das instituições analisadas. Este e outros estudos medem a participação dos indivíduos ligados às instituições (sejam professores, alunos ou funcionários), a produção de conteúdo tecnológico ou mesmo produtos inovadores que possam gerar recursos tanto para suas instituições como para os países a que estas IES pertencem.

Essas investigações apontam a ciência e tecnologia como grandes influenciadores do crescimento econômico por meio da inovação, assim como oferecem e validam aproximações eficientes, embora simples, desses indicadores por meio de publicações científicas e patentes. Também evidenciam a importância e a atuação das universidades na construção do desenvolvimento tecnológico e econômico dos países.

Desta maneira, este trabalho traz importante contribuição para o entendimento das relações de inovação dos países da América do Sul, Central e México, uma vez que são excluídas as distorções comparativas que países como, por exemplo, USA e Japão trazem devido a enorme quantidade de propriedades de patente e oferece valioso conhecimento a respeito dos campos da ciência que estão atuando no desenvolvimento tecnológico desta região. E, tendo em vista o rol e a importância que as universidades exercem sobre a produção de conhecimento, o desenvolvimento e produção industrial e na formação de recursos humanos, também oferece uma estratégia para estimar quais são as universidades brasileiras pioneiras no incentivo e no desenvolvimento de indivíduos com capacidade de inovação.

O ranking encontrado é, até onde sabemos, o primeiro ranking de inovação de universidades brasileiras. Este trabalho é inédito também no sentido de buscar a influência que uma universidade exerce sobre os seus alunos, quanto à capacidade de criação, empreendedorismo e inovação.

A importância do presente estudo pode ser constatado no relatório *The Global Innovation Index* de 2019:

“The world witnessed an increase in innovation investments over recent years, as measured by the average investments of economies across all levels of development. The use of intellectual property (IP) reached record highs in 2017 and 2018. Global R&D expenditures have been growing faster than the

global economy, more than doubling between 1996 and 2016. In 2017, global government expenditures in R&D (GERD) grew by about 5% while business R&D expenditures grew by 6.7%, the largest increase since 2011. Never in history have so many scientists worldwide labored at solving the most pressing global scientific challenges”

Este esforço de pesquisa está intimamente relacionado com a nova tendência das IES de procurarem recursos para uma provável autogestão e aumento da influência da universidade sobre a economia de uma país.

A proposição deste trabalho é que os resultados possam ajudar no reconhecimento dos campos da ciência mais importantes para a geração de inovação no país e no cenário atual, assim como identificar as universidades que atuam na formação e capacitação de recursos humanos que efetivamente participam do processo de inovação.

Desta maneira, um dos objetivos deste trabalho é entender as relações entre ciência e tecnologia no Brasil e países vizinhos e, principalmente propor um **Ranking Brasileiro de Universidades Inovadoras**. Não é pretensão deste trabalho de apresentar um ranking universal (no sentido de observar todas os indicadores relativos a C&T) e definitivo (no sentido de ser o único ranking de inovação) das universidades brasileiras, mas sim um primeiro passo na mensuração da transferência de conhecimento, capacitação e promoção das habilidades para inovação tecnológica, que estão entre os principais objetivos das IES.

Os objetivos específicos são:

- investigar os campos da ciência com maior influência sobre o desenvolvimento tecnológico (construção de matrizes de interação entre campos tecnológicos e campos científicos), que de acordo com (HINZE; SCHMOCH, 2004) podem variar de acordo com a realidade de cada país;
- desenvolver metodologia para a construção de um ranking brasileiro de inovação das instituições de ensino.

Para conseguir o proposto no trabalho foi necessário explorar e propor metodologias para captação, tratamento e análise de dados de patentes, de inventores, de instituições de ensino e de publicações científicas em diferentes *databases* (nacionais e internacionais); proposição de indicadores; e o desenvolvimento de diversos algoritmos para automação dos

procedimentos com o objetivo de investigar as relações entre ciência, tecnologia, inovação e universidades.

A estrutura deste trabalho segue com a apresentação de conceitos e definições básicas no capítulo 2. A metodologia é apresentado no capítulo 3. Os resultados encontrados são explorados no capítulo 4. E as conclusões são discutidas no capítulo 5.

2 Principais conceitos e definições

2.1 Patentes e inovação

Segundo o site do INPI¹ (Instituto Nacional de Propriedade Industrial), patente é uma propriedade intelectual, um direito exclusivo concedido a uma invenção que pode ser um produto ou um processo que ofereça uma nova maneira de produzir algo ou uma nova solução técnica para um problema existente; é um direito territorial que, em geral, é válido apenas no país ou região em que a patente foi requerida ou concedida e sempre em concordância com as leis daquele território; a exclusividade é concedida por período limitado, em geral por 20 anos a contar da data de requerimento. O detentor de uma patente pode impedir e interromper a exploração comercial da invenção patenteada, ou seja, para fins comerciais, a invenção não pode ser produzida, usada, distribuída, importada ou vendida sem o consentimento do proprietário e a contrapartida à esse direito é a revelação detalhada de todo conteúdo técnico da matéria protegida. O manual de Oslo (OECD; EUROSTAT, 2005) define a patente como:

“um direito legal de propriedade sobre uma invenção, garantido pelos escritórios de patentes nacionais. Uma patente confere a seu detentor direitos exclusivos (durante um certo período) para explorar a invenção patenteada”

Sendo a patente um direito territorial é natural a existência de diversos escritórios de propriedade intelectual. No Brasil, temos o INPI que é uma autarquia federal vinculada ao Ministério da Economia e sua missão é o desenvolvimento tecnológico e econômico por meio do incentivo à inovação e competitividade, alguns dos serviços são: registros de marcas, desenhos industriais e concessões de patentes. Ainda segundo o site do INPI, as patentes depositadas neste repositório são classificadas em:

- Patente de Invenção (PI): produtos ou processos que atendam aos requisitos de atividade inventiva, novidade e aplicação industrial com validade de 20 anos a partir da data do depósito.
- Patente de Modelo de Utilidade (MU): nova forma ou disposição que resulte em melhoria funcional no uso ou fabricação, é de uso prático e suscetível de aplicação industrial, tem validade 15 anos a contar da data de depósito.

¹ <https://www.gov.br/inpi/pt-br>

- Certificado de Adição de Invenção (C): aperfeiçoamento ou desenvolvimento introduzido no objeto da invenção, é acessório à patente e com mesma data final de vigência desta.

Existe um grande número de repositórios de patentes e a escolha para análise de qualquer uma delas pode gerar resultados diferentes. Dessa forma, uma característica a levar em consideração na eleição do repositório consiste em estudar o propósito principal das empresas ou pessoas que patenteiam na base, pois isto agrega valor à análise da inovação (KIM; LEE, 2015). Entre as bases de patentes mais conhecidas estão a *United States Patent and Trademark Office* (USPTO), o *European Patent Office* (EPO), o *Japan Patent Office* (JPO) e o *Korean Intellectual Property Office* (KPO).

O USPTO é uma agência do Departamento de Comércio dos Estados Unidos e uma de suas funções é a concessão de patentes; patentes concedidas pelo USPTO são válidas apenas em seu país (territórios e possessões). O escritório divide suas patentes em três classes²: patentes de utilidade (invenção ou descoberta de qualquer novo processo, máquina, produto, composição de matéria ou melhoria); patentes de design (invenção de design novo, original e ornamental para um artigo de manufatura); e patentes de plantas (invenção ou descoberta de qualquer nova variedade de planta que seja distinta e que possa ser reproduzida assexualmente). Segundo Kim e Lee (2015), muitas empresas procuram patentear na USPTO especialmente quando há alguma característica de novidade importante, o que permite exercer direitos de uso nos Estados Unidos (o maior mercado de tecnologia). Por outro lado, a USPTO é uma fonte de informação em relação à quantidade e qualidade dos dados oferecidos, o que a faz dela uma das principais fontes de dados para estudos de inovação (GOTO; MOTOHASHI, 2007; KIM; LEE, 2015). Autores como Ribeiro, Ruiz e Albuquerque (2006) consideram este repositório como um dos mais importantes dado que as companhias ou indivíduos não americanos que patenteiam neste repositório estão interessados em proteger internacionalmente um novo produto ou ideia.

O WIPO (*World Intellectual Property Organization*) é uma organização da Agência das Nações Unidas com 192 Estados membros que estabelece e gerencia um sistema imparcial das propriedades intelectuais entre os territórios. Além de fomentar regras de propriedade intelectual a nível global, oferece serviços de facilitação de proteção internacional de patentes sob o sistema PCT (*Patent Cooperation Treaty*) e de resolução

² <https://www.uspto.gov/>

de problemas além das fronteiras territoriais de nações ou regiões. O escritório não é responsável pelas concessões em si, apenas facilita a comunicação. A concessão ou recusa depende dos escritórios de cada território³.

O PCT é um tratado que trabalha no sentido de facilitar os processos de pedidos internacionais de proteção de patentes, ajuda nas decisões de concessão e facilita o acesso público a informações técnicas de invenções. Aplicando uma patente sob o PCT é possível proteger uma invenção simultaneamente em diversos países.

Para Kim e Lee (2015), os produtos e processos de inovação e as patentes são medidas de atividades inovadoras cuja mensuração é feita por meio do número de vendas, de novos produtos, de propagandas e de patentes. O problema das três primeiras é que não há um método padrão que permita coletar as informações referidas. Já as patentes, por exemplo, apesar de não garantirem sucesso comercial, elas apresentam características relevantes para a mensuração de inovação; são fontes de informação para a inovação pelas seguintes razões: (i) contém abundante informação e são completas, (ii) o volume aumenta rapidamente com o tempo e são mantidas em formato estruturado, e (iii) os dados são públicos.

Os dados de patentes apresentam, no entanto, algumas dificuldades quando utilizadas como *proxy* de inovação: nem todas as invenções são patenteadas e há diferentes propensões ao patenteamento de acordo com as características de cada campo industrial. O trabalho de Kim e Lee (2015) apresenta também um levantamento dos trabalhos que investigam o processo de inovação por meio de dados de patentes, classificando-a em três categorias: da nação, da indústria e tecnologia e das empresas. Assim, a quantidade de patentes é normalmente utilizada como um indicador da dinâmica tecnológica de um país, empresa ou instituição e elas são consideradas como importantes fontes de inovação.

Os dados de patentes são utilizadas para os estudos das características de inovação assim como para investigar as tendências tecnológicas, para verificar padrões e estratégias de inovação (RIBEIRO *et al.*, 2010; KIM; LEE, 2015).

2.2 Classificação tecnológica

Em 1971 o *Strasbourg Agreement* estabelece o IPC (*International Patent Classification*) que divide a tecnologia em oito seções e aproximadamente 70.000 subdivisões.

³ <https://www.wipo.int/portal/en/index.html>

O código IPC é um sistema hierárquico e independente para classificação de patentes e modelos de utilidade de acordo com as diferentes áreas da tecnologia a que pertencem e tem até oito níveis de hierarquia. A classificação de nível quatro tem 646 subdivisões diferentes.

Uma tabela de concordância entre campos tecnológicos pré-definidos e o código IPC é utilizada pelo WIPO e outros escritórios de propriedade intelectual por muitos anos para fazer análises estatísticas sobre inovação por meio de dados de patentes. Em 2009, uma comissão de *experts*, organizada pela WIPO, faz uma revisão desse material e publica seus resultados. Atualmente a tabela de concordância trabalha com 5 setores subdivididos em 35 campos de tecnologia (Tabela 1). Desta maneira é possível associar cada um dos 646 códigos IPC de nível 4 a pelo menos um dos 35 campos tecnológicos.

2.3 Classificação científica

Em Guevara *et al.* (2016), para criar o *Research Space*, os autores designaram uma categoria de pesquisa para cada publicação de acordo com a revista em que foi publicada utilizando o sistema de classificação da Scopus, provida por SCImago que inclui 27 áreas principais do conhecimento subdivididas em 308 categorias.

Neste trabalho utilizaremos a mesma metodologia para identificar os campos científicos das revistas em que os artigos citados são publicados, mas de acordo com a atual classificação dos campos de pesquisa (*research fields*) da WoS (*Web of Science*) que divide as áreas da pesquisa científica em 22 campos científicos (Tabela 2).

2.4 Interação entre ciência e tecnologia

Em Ribeiro *et al.* (2010) os autores desenvolvem uma metodologia para analisar as interações entre os campos da ciência e os campos da tecnologia, as matrizes de interação. Mostraram que essas matrizes são poderosas ferramentas para avaliar o nível e dinâmica das interações entre as áreas e que podem ser usadas para o desenvolvimento de políticas públicas de desenvolvimento industrial e tecnológico dos países. Desenvolveram indicadores para: (i) avaliar quais campos da ciência influenciam no desenvolvimento dos campos da tecnologia, ou seja, o preenchimento da matriz (*Matrix Filling Index* - MFI), (ii) quantificar

Tabela 1 – Classificação dos campos da tecnologia

Id	Setor	Campo
1	Engenharia elétrica	Maquinaria elétrica, aparelhos, energia
2	Engenharia elétrica	Tecnologia áudio-visual
3	Engenharia elétrica	Telecomunicações
4	Engenharia elétrica	Comunicação Digital
5	Engenharia elétrica	Processos básicos de comunicação
6	Engenharia elétrica	Tecnologia de Computadores
7	Engenharia elétrica	Métodos de TI para gestão
8	Engenharia elétrica	Semicondutores
9	Instrumentos	Óptica
10	Instrumentos	Medição
11	Instrumentos	Análise de Materiais Biológicos
12	Instrumentos	Controle
13	Instrumentos	Tecnologia médica
14	Química	Química orgânica fina
15	Química	Biotecnologia
16	Química	Medicamentos
17	Química	Química macromolecular, polímeros
18	Química	Química dos alimentos
19	Química	Química de materiais básicos
20	Química	Materiais, metalurgia
21	Química	Tecnologia de superfície, revestimento
22	Química	Microtecnologia e nanotecnologia
23	Química	Engenharia química
24	Química	Tecnologia Ambiental
25	Engenharia mecânica	Manipulação
26	Engenharia mecânica	Máquinas-ferramentas
27	Engenharia mecânica	Motores, bombas, turbinas
28	Engenharia mecânica	Máquinas têxteis e de papel
29	Engenharia mecânica	Outras máquinas especiais
30	Engenharia mecânica	Processos e aparelhos térmicos
31	Engenharia mecânica	Elementos mecânicos
32	Engenharia mecânica	Transporte
33	Outros	Móveis, jogos
34	Outros	Outros bens de consumo
35	Outros	Engenharia civil

Fonte – WIPO IPC - Technology Concordance Table, 2009

Tabela 2 – Classificação dos campos da ciência

Id	Campo
1	Ciências agrícolas
2	Biologia e bioquímica
3	Química
4	Medicina clínica
5	Ciências da computação
6	Economia e negócios
7	Engenharia
8	Meio ambiente e ecologia
9	Geociências
10	Imonologia
11	Ciência dos materiais
12	Matemática
13	Microbiologia
14	Biologia molecular e genética
15	Multidisciplinar
16	Nerociência e comportamento
17	Farmacologia e toxicologia
18	Física
19	Ciência vegetal e animal
20	Psiquiatria e psicologia
21	Ciências sociais, geral
22	Ciência espacial

Fonte – WOS, 2019

essas interações por meio da espessura da matriz (*Matrix Rugosity Index* - MRI) e (iii) para comparar matrizes ao longo do tempo ou entre países (*Inter-temporal Correlation between Matrices*). Segundo os autores algumas contribuições dessa ferramenta são: (i) indícios de quais campos de S&E devem ser incentivados por políticas de desenvolvimento tecnológico fornecendo aos gestores públicos uma ferramenta que considera as interações entre ciência e tecnologia; (ii) mostrar a necessidade de grandes mudanças no cenário empresarial, como o desenvolvimento de políticas que mitiguem as altas taxas de mortalidade de novas empresas (necessárias para a mudança tecnológica de países subdesenvolvidos); (iii) mais evidências para o argumento de que é necessário investir na infraestrutura de ciência e tecnologia para o desenvolvimento do país; e (iv), mostram que o incentivo a publicações de S&E pode aumentar a qualidade técnica de patentes e por consequência o desenvolvimento tecnológico.

2.5 *Empreendedorismo, educação e inovação*

O termo empreendedorismo tem aparecido na literatura das últimas décadas como sinônimo de inovação, criatividade e pensamento integrador. Esta é a razão que tem servido de base para que muitas instituições de ensino superior (universidades), além de promoverem o ensino e a pesquisa, procurem criar na mente dos seus alunos, a capacidade de inovação ou de desenvolvimento de ideias de negócios assim como a agregação de valor econômico aos resultados de suas pesquisas (ISKENDER; BATI, 2015). Segundo o manual de Oslo (OECD; EUROSTAT, 2005), a inovação

“é a implementação de um produto (bem ou serviço) novo ou significativamente melhorado, ou um novo processo, ou um novo método de marketing, ou um novo método organizacional nas práticas de negócios, na organização do local de trabalho ou nas relações externas.”

2.6 *Universidades e patentes*

Segundo Cattivelli e Lucas (2016) as universidades brasileiras estão entre as principais produtoras de patentes. Os autores afirmam que o motivo principal para esta participação majoritária é devido a falta de interesse e recursos das empresas nacionais para investir em pesquisa e desenvolvimento.

Estudos sobre o perfil dos inventores de patentes produzidas pelas universidades brasileiras tem sido feitos em Cattivelli e Lucas (2016), Souza, Basbastefano e Pereira (2011), Mueller e Perucchi (2014) e outros, no entanto, estes estudos não abrangem as patentes que são produzidas por indivíduos não associados com instituições de ensino.

Em Glanzel e Meyer (2003) os autores apresentam um dos primeiros rankings que analisam os países de residência dos inventores de patentes. Neste trabalho, os autores analisam a citação reversa, isto é, a análise da relação entre C&T por meio do estudo das patentes citadas na literatura científica.

2.7 *Rankings universitários*

Rankings são utilizados para comparação há muito tempo e houve um crescimento acelerado nas últimas décadas. São necessários para a distinção das melhores instituições de ensino, informação importante para o público que procura por uma universidade ou para governos e institutos de financiamento na disposição de seus recursos.

Por outro lado, na prática, os rankings trazem alguns problemas: (i) ignoram os diferentes objetivos das universidades, comparando-as num mesmo patamar; (ii) usam como uma aproximação da qualidade da instituição alguns aspectos como financiamento externo, número de artigos e livros publicados, recursos de biblioteca, grau de qualificação dos professores e dos estudantes, porém esses números não necessariamente conseguem refletir a qualidade da organização, a quantidade de artigos publicados não mede necessariamente a relevância e impacto das pesquisas, assim como algumas áreas do conhecimento são mais atrativas para o desenvolvimento e financiamento de pesquisas pelo setor privado; (iii) não levam em consideração alguns aspectos importantes como a qualidade do ensino da graduação, o oferecimento de programas específicos em áreas profissionais limitadas e o acesso a população desassistida (ALTBACH, 2006); e (iv) os resultados estão sendo utilizados muito literalmente pelas partes envolvidas sem reflexão sobre uma interpretação mais adequada dos resultados e da veracidade dos dados e também dos métodos (CHENG, 2011).

Desde início do século XXI, os rankings universitários tem sido uma nova forma de apresentar o sucesso das instituições na prática das principais tarefas atribuídas aos centros de educação superior, entre eles a pesquisa, ensino e extensão. Estes rankings fomentaram uma corrida pela melhora dos principais indicadores que servem como base para sua elaboração.

Desde 2003, o ARWU (*Academic Ranking of World Universities*), elaborado pelas instituições *Centre of World-Class University* e *Institute of Higher Education of the Shanghai Jiao Tong University* vem entregando anualmente uma classificação dos principais centros mundiais de produção científica e de ensino no mundo, considera como principais indicadores aqueles relacionados com a produção e citação científica.

Quacquarelli Symonds Ltd e *Times Higher Education*, em 2004 lançam o QSWUR - *QS World University Rankings*, que publica anualmente uma classificação das 600 melhores

universidades. Leva em consideração opiniões de pares e empregadores, proporção entre estudantes e professores e diversidade.

Em 2009 *Times Higher Education* e *Thomson Reuters* apresentam um novo ranking global universitário baseado na produção tecnológica e sua relação com a produção científica, o THEWUR - *THE-TR World University Rankings*. Consideram principalmente os indicadores tradicionais: ensino, pesquisa e citação.

Em Cheng (2011) o autor faz uma análise desses rankings. A análise intra sistema é consistente, ou seja, existe correlação de um mesmo ranking ano a ano, e como intuitivamente esperado são maiores em anos subsequentes. Mas, a análise intersistema não apresenta a mesma característica: das 100 primeiras posições dos três sistemas, apenas 35 universidades aparecem em todos, apenas 6 com diferença de cinco ou menos posições, 8 com diferença de seis a dez posições, 7 entre onze e trinta posições e 14 com diferenças de mais de 30 posições. Levando em consideração apenas as essas 35 universidades, as correlações entre os rankings foram: ARWU/QSWUR: 0.07, ARWU/THEWUR: 0.54, QSWUR/THEWUR: 0.42.

Segundo Altbach (2006) não existem métodos universalmente aceitos para medir a qualidade do ensino e o impacto deste nos estudantes, mas um bom ranking pode ser construído por meio de critérios amplamente aceitos, metodologia bem descrita para o cálculo e transparência desses cálculos e resultados. Em todo tipo de competição os competidores são ranqueados por uma qualidade definida e o ranking é construído com base em algum tipo de dado que possa descrever essa qualidade (CHENG, 2011).

Segundo Cheng (2011), rankings vieram pra ficar apesar de suas deficiências, vieses e falhas porque apresentam alto nível de aceitação entre os *stakeholders* e são acessíveis devido a simplicidade das informações resultantes.

2.7.1 Rankings de universidades brasileiras

O jornal Folha de S.Paulo publica anualmente, desde 2012, o Ranking Universitário Folha⁴ - RUF, que avalia 197 universidades brasileiras com base em pesquisa (publicações, citações e financiamento), internacionalização (citações e publicações), inovação (patentes e parcerias com empresas), ensino (pesquisa de opinião, graduação e dedicação dos professores e nota de Enade) e mercado (pesquisa de opinião).

⁴ <https://ruf.folha.uol.com.br/>

Em 2014 o Centro de Estudos em Ciência e Tecnologia (*Centre for Science and Technology Studies* - CWTS), da universidade holandesa *Leiden University*, desenvolveu e divulgou o *Brazilian Research Ranking*⁵ (Ranking de Pesquisa Brasileiro), baseado no banco de dados da *Thomson Reuters*, WoS. O período analisado foi entre 2003 e 2012, e o ranking leva em consideração dados de impacto (citações) e colaboração (publicações entre instituições).

⁵ <http://brr.cwts.nl/>

3 Métodos

Em uma perspectiva macro, para a elaboração deste trabalho, foi necessário (i) encontrar um repositório de patentes que oferecesse com qualidade e confiabilidade os dados para análises, (ii) desenvolver algoritmos para o *scraping* dos dados, (iii) desenvolver metodologias e algoritmos para o tratamento e classificação dos dados, (iv) desenvolver análises e indicadores e (v) propor um ranking de universidades.

3.1 Busca dos dados

3.1.1 Eleição do repositório de patentes

O banco de dados do USPTO foi selecionado para elaboração deste trabalho por alguns motivos, o principal deles é que os documentos de patente deste repositório apresentam um campo específico para referências bibliográficas além de outras patentes, o campo “*other references*”, o escritório nacional INPI e o internacional WIPO não possuem esse campo. Ainda, USPTO é um escritório neutro em relação aos países analisados, permite a busca por residência de inventores e é o maior dos repositórios nacionais.

Além disso, como discutido na Introdução, este repositório possui características interessantes para o desenvolvimento deste trabalho, como a preferência de países em patentear suas inovações tecnológicas no USPTO.

3.1.2 Desenvolvimento de algoritmo para *scraping* de dados de patentes

O algoritmo foi elaborado em *Python*¹ e sua função foi buscar e armazenar dados de patentes depositadas no USPTO² em que apareçam como inventores pessoas residentes nos países que compõe a América do Sul, Central e Latina. Primeiramente, busca por todas as patentes concedidas até 29.10.2018 (último dia de coleta de dados) que se encaixam no recorte descrito e em seguida extrai os dados necessários de cada patente. Foram encontradas 19.661 patentes. Os dados extraídos foram formatados e armazenados em um banco de dados relacional. Abaixo, os campos utilizados:

¹ <https://www.spyder-ide.org/>

² <https://www.uspto.gov/>

- título;
- número de identificação no USPTO;
- datas de aplicação e concessão;
- nome e país de residência dos inventores;
- nome e país de residência dos aplicantes (*applicant*);
- nome e país de residência dos proprietários (*assignee*);
- classificação internacional (IPC); e
- outras referências (*other references*).

3.2 Preparação dos dados

3.2.1 Identificação dos campos tecnológicos de patentes

A quantidade de patentes com alguma classificação IPC foi de 17.167, e estas estão classificadas em 614 códigos IPC. Uma patente pode estar classificada em mais de um código IPC. Adicionalmente, estes códigos podem estar associados a mais de um campo tecnológico.

Desta maneira, foi identificado o código IPC de cada uma das patentes e, de acordo com a tabela de concordância do WIPO (*Technology Concordance Table, 2009*)³, cada patente foi classificada em um ou mais dos 35 campos da tecnologia.

3.2.2 Identificação dos campos da ciência das referências de patentes

O campo “outras referências” é utilizado principalmente para indicar publicações científicas que foram utilizadas como base para o desenvolvimento das patentes. Entretanto, ainda aparecem algumas citações a outras patentes e processos de concessão de patentes.

A quantidade de patentes com pelo menos um código IPC especificado e com alguma informação no campo de “outras referências” foi de 8.016, com um total de 116.019 referências, das quais 21.241 são referências a outras patentes e/ou processos de concessão e muitas também são repetidas; desta maneira o desafio foi identificar 69.070 publicações científicas diferentes.

³ https://www.wipo.int/meetings/en/doc_details.jsp?doc_id=117672

Para a classificação dessas referências em áreas da ciência foi utilizada uma estratégia baseada no reconhecimento das revistas em que os artigos foram publicados. Para isso, foi retirada, do repositório WoS, uma lista de revistas catalogadas e já classificadas nos campos da ciência, onde há três formas diferentes para os títulos das revistas (*"Full tittle"*, *"Title 29"* e *"Title 20"*), o primeiro é o nome completo e os dois últimos são abreviações comumente utilizadas.

E, apesar da falta de padronização na escrita das referências, foi possível desenvolver um outro algoritmo para realização desta tarefa. O primeiro passo foi identificar e excluir das buscas o título dos artigos, identificado pelo uso de aspas (""), da maioria dessas referências (39.328 - 57%). As revistas com apenas uma palavra no nome trouxe problemas adicionais, principalmente quando é uma palavra comum (por exemplo *Nature*), esse problema foi contornado dando prioridade a identificação de revistas com mais de uma palavra. Desta maneira, a estratégia desenvolvida foi:

1. identificar e excluir da busca os títulos dos artigos;
2. separar os nomes das revista por quantidade de palavras;
3. identificar as revistas com mais de uma palavra pela busca **exata** do *Full title*, depois do *Title 29* e depois do *Title 20*;
4. identificar as revistas com mais de uma palavra com o uso de expressões regulares dos títulos, na mesma sequência anterior;
5. identificar as revistas com apenas uma palavra pela busca **exata** adicionado de um caracter de espaço (" ") no início e no final dos títulos (por exemplo " *Nature* ") do *Full title* (esta busca para os outros títulos aumentou o índice de erros, por este motivo retiramos estas etapas da estratégia);
6. e, sorteio aleatório de 0,1% para análise manual e cálculo do índice de acerto do processo desenvolvido.

Desta maneira, foi possível identificar 44.318 (64%) referências relativas a 4.852 patentes diferentes, com 86% de identificações corretas do sorteio aleatório.

Uma patente pode referenciar mais de um artigo científico publicado e também, uma mesma revista pode estar classificada em mais de um campo científico. A partir das identificações foi possível associar um ou mais campos da ciência a cada uma das 4.852 patentes.

3.2.3 Identificação de universidades de formação dos inventores de patentes

Para a identificação das instituições de ensino dos inventores foi necessário a formatação e limpeza dos nomes de inventores, gerando uma listagem de indivíduos que tenham inventado ao menos uma patente depositada no USPTO e utilizada nesse trabalho.

Essa lista foi utilizada para o levantamento e busca desses indivíduos na plataforma de currículos Lattes⁴, que é uma das principais fontes de informação sobre estudantes, profissionais e pesquisadores brasileiros, é mantida pelo CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento e Pesquisa) do estado Brasileiro.

Após a identificação destes indivíduos na plataforma foram retiradas informações como país natal, área de atuação, sexo e dados das formações (como ano de início e conclusão, *status*, curso e instituição das formações).

As formações são divididas em algumas classes, para este trabalho agrupamos em graduação, pós-graduação acadêmica (mestrado, doutorado, pós-doutorado e livre docência), pós-graduação profissional (aperfeiçoamento, especialização e mestrado profissionalizante) e pós-graduação médica (residência médica).

Para a identificação, tratamento e padronização das universidades de formação foi desenvolvido um algoritmo para identificar diferentes nomenclaturas para as mesmas universidades, adicionalmente ocorreram correções e identificações manuais. Todas as instituições com pelo menos cinco inventores foram classificadas em relação ao Estado de origem, regime de financiamento (pública ou privada) e âmbito de atuação, no caso das públicas (municipal, estadual e federal). Adicionalmente foram excluídas as universidades estrangeiras por identificação de palavras-chave, como exemplos: “University”, “Université”, “Universidad”, “College”, “Universitaet”, “Universita”.

3.3 Construção da matriz de interação entre ciência e tecnologia

Para a construção das matrizes foram utilizadas apenas as patentes com pelo menos um campo da tecnologia e um campo da ciência identificados, ou seja, foram selecionadas **4.852** patentes.

É possível calcular a interação entre os campos da tecnologia e ciência a partir das combinações dos pares nas patentes. Assim, seja $TS^p = \{ts_1^p, ts_2^p, \dots, ts_n^p\}$ o conjunto de

⁴ <http://lattes.cnpq.br/>

pares únicos de tecnologia/ciência ts^p de uma patente p ($ts_i^p \neq ts_j^p$), nts^p o número total de combinações de pares possíveis e $f_{ts_i^p}$ a frequência do par ts_i^p na patente p ; o peso de cada par único ts_i^p de uma patente p é:

$$W_{ts_i^p} = \frac{1}{nts^p} \times f_{ts_i^p} \quad (1)$$

Este sistema de atribuição de pesos foi adotada, diferentemente de [Ribeiro et al. \(2010\)](#), para evitar distorções de contagem, uma vez que $\sum_{i=1}^n W_{ts_i^p} = 1$ garantimos que todas as patentes tenham pesos iguais independente da quantidade de classificações científicas e tecnológicas a que estão submetidas.

E, seja $P = \{p_1, p_2, \dots, p_{np}\}$ nosso universo de patentes analisadas, $T = \{t_1, t_2, \dots, t_{35}\}$ o conjunto de campos da tecnologia e $S = \{s_1, s_2, \dots, s_{22}\}$ o conjunto de campos da ciência, então a matriz de interação entre tecnologia e ciência M_{TS} é definida de forma que cada célula $M_{T=t, S=s}$, ou simplesmente M_{ts} , representa a soma dos pesos das patentes classificadas no campo tecnológico t e que citaram o campo s da ciência. Assim,

$$M_{T=t, S=s} = M_{ts} = \sum_{p=1}^{np} W_{ts_i^p} \quad (2)$$

3.4 Indicadores da matriz de interação

Em [Ribeiro et al. \(2010\)](#) os autores utilizam um indicador para analisar o preenchimento de uma matriz de interação entre ciência e tecnologia M_{TS} , o *Matrix Filling Index* - MFI (Equação 2). Este indicador varia entre 0 e 1 e indica a proporção de pares ts que são ativos na matriz analisada.

$$MFI(M_{TS}) = \frac{\sum_{t=1}^{35} \sum_{s=1}^{22} \delta_{ts}}{35 \times 22} \quad (3)$$

onde $\delta_{ts} = 1$ se $M_{ts} > 0$, e $\delta_{ts} = 0$ se $M_{ts} = 0$.

Neste trabalho foi utilizada uma abordagem diferente para a construção da matriz e por este motivo será utilizada uma definição diferente para δ : $\delta_{ts} = 1$ se $M_{ts} \geq 1$, e $\delta_{ts} = 0$ se $M_{ts} < 1$, ou seja, considera-se ativo um par ts que tem pelo menos o peso equivalente à uma patente.

Como medida da espessura, em [Ribeiro et al. \(2010\)](#), os autores propõem o *Matrix Rugosity Index* - MRI, que nada mais é do que o desvio padrão das células da matriz. Uma

vez que o desvio padrão é uma medida que compara a dispersão dos dados e não a posição, aqui propomos uma nova abordagem no sentido de medir o “intervalo médio” da matriz utilizando o primeiro e terceiro quartil da distribuição das matrizes, ou seja, propomos comparar a concentração dos dados centrais.

E, por último, propomos também uma nova abordagem para comparação entre matrizes. Em primeiro, a construção de uma nova matriz capaz, principalmente, de indicar mudança nos picos e em segundo uma medida comparativa de mudança. Seja M^b a matriz que queremos comparar em relação a matriz M^a , então a Matriz de Diferenças $MD^{b|a}$ é definida como segue:

$$MD_{T=t,S=s}^{b|a} = MD_{ts}^{b|a} = \frac{M_{ts}^b}{\sum_{t=1}^{35} \sum_{s=1}^{22} M_{ts}^b} - \frac{M_{ts}^a}{\sum_{t=1}^{35} \sum_{s=1}^{22} M_{ts}^a} \quad (4)$$

As células negativas desta matriz indicam diminuição da participação global dos pares ts a que se referem. E, da mesma maneira, as positivas indicam o aumento da participação. É importante ressaltar que esses valores estão apenas relacionados com a participação, ou seja, a proporção que o par ts representa do todo das patentes do país e período analisado, o objetivo é analisar a concentração dessas interações e observar mudanças na estrutura da matriz e não avaliar os números absolutos. Essa matriz traz uma percepção visual das mudanças/diferenças (entre períodos e entre países).

E, finalmente como medida dessa mudança, é proposto o indicador de transformação MTI - *Matrix Transformation Index*:

$$MTI = \sum_{t=1}^{35} \sum_{s=1}^{22} |MD_{ts}^{b|a}| \quad (5)$$

3.5 Construção do ranking

O objetivo principal do ranking é investigar quais instituições se destacam na formação de indivíduos com capacidades de proposição de novas soluções para problemas reais, da indústria ou o dos diversos aspectos da vida real.

Neste sentido, a proposta deste ranking é avaliar de maneira simples, mensurável e replicável quais universidades são identificadas com maior frequência na formação dos inventores de patentes. Aparecem diversos níveis de formação na plataforma de currículos

Lattes, optou-se, neste momento, por analisar as instituições responsáveis pela graduação dos inventores.

Desta maneira, o indicador utilizado para a composição do ranking é apenas a quantidade de inventores que se graduaram nas instituições. Ou seja, quanto mais inventores uma instituição forma, melhor é sua posição no ranking. E como critério de desempate foi utilizado a quantidade de patentes que essas esses inventores produziram.

4 Resultados e discussões

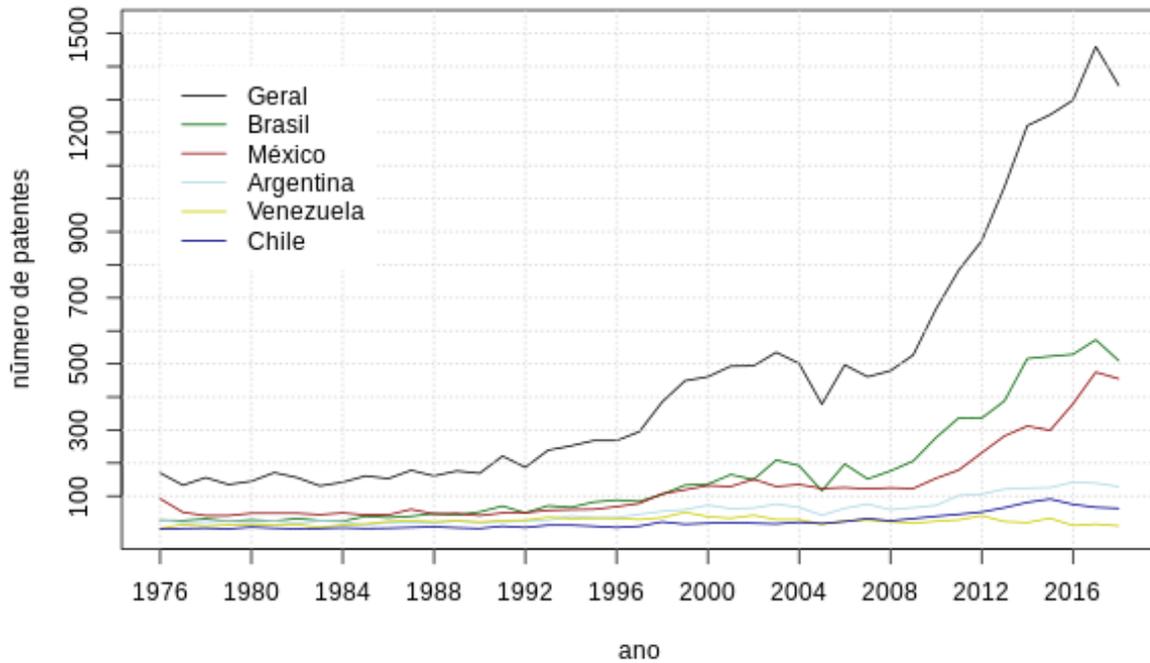
4.1 Patentes

A tabela 3 mostra a quantidade total de patentes por país (coluna "Total"), é válido notar que a soma de patentes dos países (19.808) é superior ao total de patentes capturadas, isto ocorre devido ao fato de algumas patentes terem inventores residentes de mais de um dos países selecionados.

O Brasil aparece com o maior número total de patentes (6.934 - 35%), seguido por México (5.451 - 28%), Argentina (2.369 - 12%), Venezuela (1.016 - 5%) e Chile (942 - 5%), que juntos representam mais de 84% da amostra.

A figura 2 mostra a evolução do número de patentes concedidas por ano, do geral e dos países com maior número de patentes. A quantidade de patentes concedidas é crescente e tem um aumento significativo após o ano de 2004. É possível notar que México patenteava a níveis superiores mas bem próximos ao do Brasil, a partir de 2000 o Brasil passa a superar o número de patentes do México e tem um crescimento acentuado em 2007, enquanto nota-se esse crescimento no México a partir de 2009. Venezuela e Argentina mantinham os mesmos níveis até a segunda metade da década de 90, quando Argentina acelera em quantidade de concessões e Venezuela estabiliza, principalmente após 2000. A partir de 2008 o Chile também aumenta seu número anual de concessões, ultrapassando os níveis da Venezuela.

Figura 2 – Evolução de patentes concedidas por ano e por países selecionados



Fonte – Nathália Ferraz Alonso Martins, 2021

4.2 Interação entre ciência e tecnologia

A quantidade de patentes com pelo menos um campo da tecnologia e um campo da ciência identificados foi 4.852. Para facilitar as análises temporais foram estabelecidos alguns períodos (P1: de 1968 a 1991, P2: de 1992 a 2000, P3: de 2001 a 2009, e P4: de 2010 a 2018). O total de patentes utilizadas para a construção das matrizes (coluna “Total M.”) por período e país (colunas “P1”, “P2”, “P3” e “P4”) pode ser observada na tabela 3.

A figura 3 mostra a matriz de interação dos campos da ciência com os campos da tecnologia de todos os países no período analisado (apenas em 1976 aparece a primeira patente com algum campo da ciência e da tecnologia identificados). Os pares tecnologia & ciência com maiores pesos são: Tecnologia Médica & Medicina Clínica (255), Química Orgânica Fina & Química (163), Tecnologia da Computação & Ciências da Computação (128), Biotecnologia & Biologia e Bioquímica (105), Química Orgânica Fina & Medicina Clínica (101), Comunicação Digital & Ciências da Computação (92), Tecnologia da Computação & Engenharia (88), Química Orgânica Fina & Farmacologia e Toxicologia

Tabela 3 – Quantidade de patentes totais e utilizadas para construção da matriz por país e período

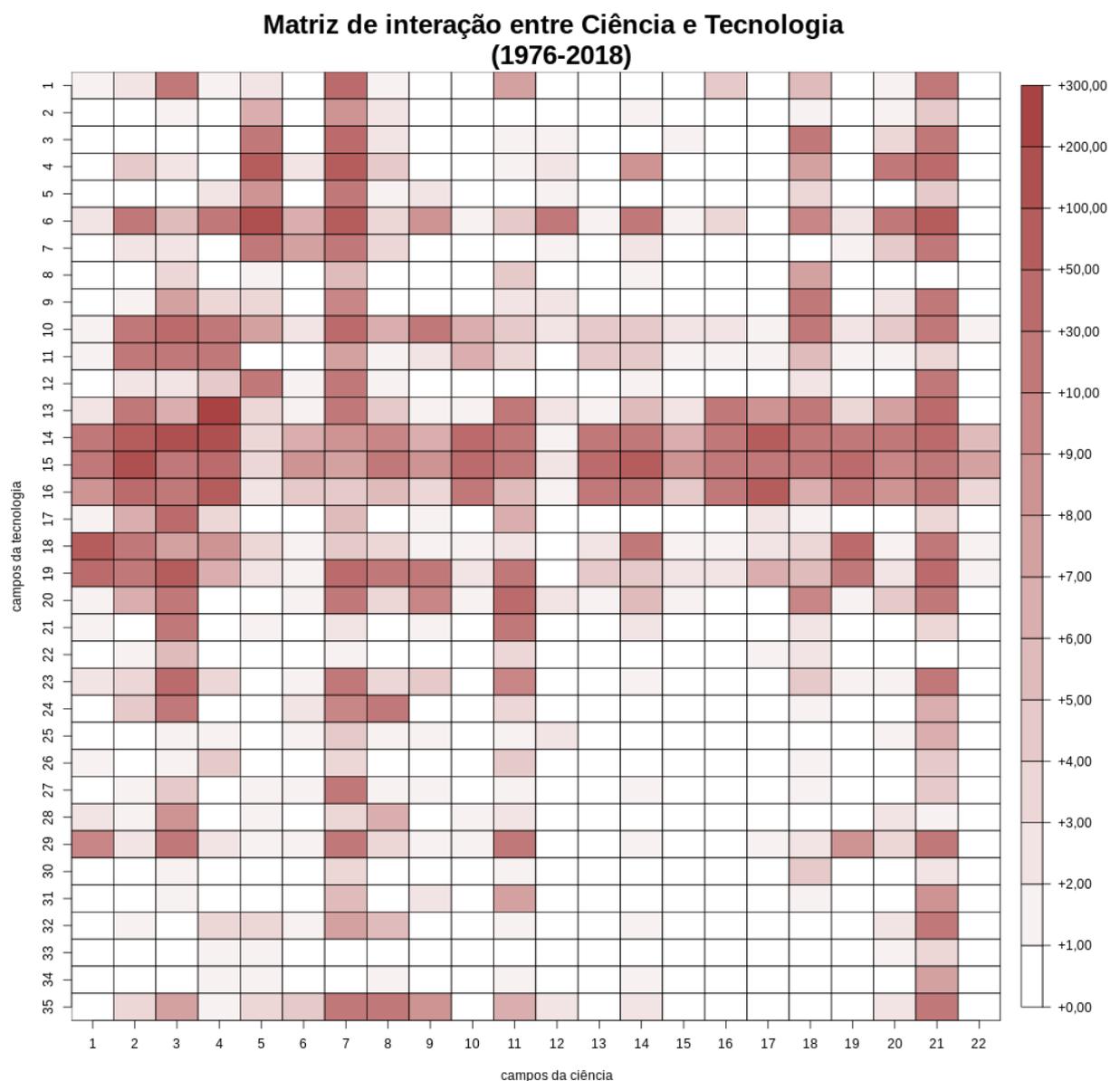
Sigla	País	Total	P1	P2	P3	P4	Total M.
AG	Antígua e Barbuda	27	0	1	2	4	7
AR	Argentina	2369	17	86	155	480	738
BB	Barbados	66	0	1	0	13	14
BO	Bolívia	46	2	3	3	5	13
BR	Brasil	6934	37	123	331	1238	1729
BS	Bahamas	319	11	31	9	17	68
BZ	Belize	12	0	0	0	4	4
CL	Chile	942	7	28	52	290	377
CO	Colômbia	638	9	24	26	118	177
CR	Costa Rica	519	4	9	26	95	134
CU	Cuba	168	1	14	25	82	122
DM	Dominica	6	0	2	0	0	2
DO	República Dominicana	92	1	4	6	10	21
EC	Equador	126	3	3	8	15	29
GD	Granada	5	0	0	0	1	1
GT	Guatemala	80	1	1	1	13	16
GY	Guiana	7	0	0	0	2	2
HN	Honduras	44	1	3	4	9	17
HT	Haiti	14	1	0	0	0	1
JM	Jamaica	128	7	3	10	38	58
KN	São Cristóvão e Névis	32	0	0	2	7	9
LC	Santa Lúcia	2	0	0	0	0	0
MX	México	5451	78	143	170	658	1049
NI	Nicarágua	16	0	0	0	4	4
PA	Panamá	138	1	6	1	24	32
PE	Peru	200	5	3	1	27	36
PY	Paraguai	23	0	1	0	5	6
SR	Suriname	6	0	0	0	2	2
SV	El Salvador	30	0	0	2	3	5
TT	Trinidade e Tobago	110	3	0	0	27	30
UY	Uruguai	240	1	8	11	42	62
VC	São Vicente e Granadinas	0	0	0	0	0	0
VE	Venezuela	1016	16	36	52	63	167

Fonte – Nathália Ferraz Alonso Martins, 2021

(87), Farmacêuticos & Medicina Clínica (83), Química de Materiais Básicos & Química (78), Tecnologia da Computação & Ciências Sociais, Geral (74).

O que sugere uma concentração da inovação em áreas relacionadas à saúde como tecnologia médica, química fina, biotecnologia e farmacêuticos e à revolução digital como tecnologia da computação e comunicação digital. E aparecem como subsídios e fontes primárias de conhecimento a química, biologia e medicina para o primeiro grupo e ciências da computação, engenharia e ciências sociais para o último.

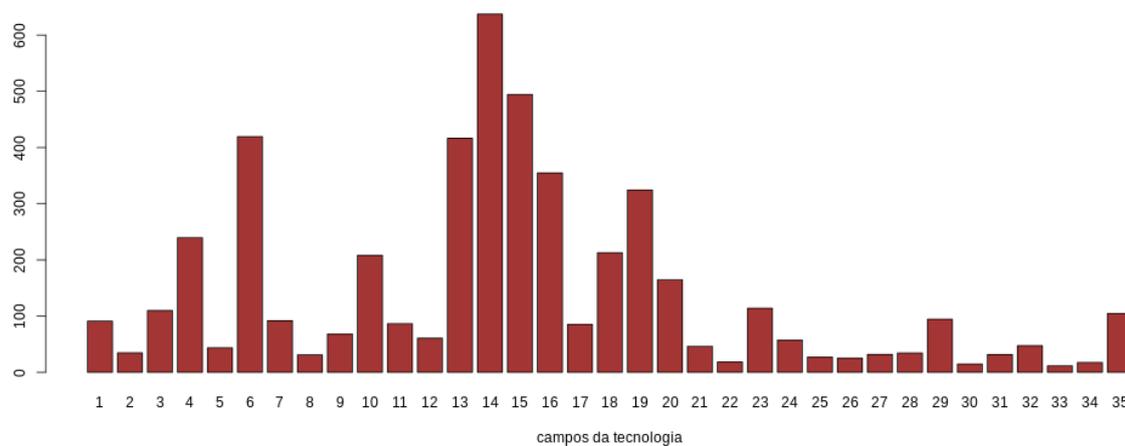
Figura 3 – Matriz de interação ciência e tecnologia, países selecionados, 1976 a 2018



Fonte – Nathália Ferraz Alonso Martins, 2021

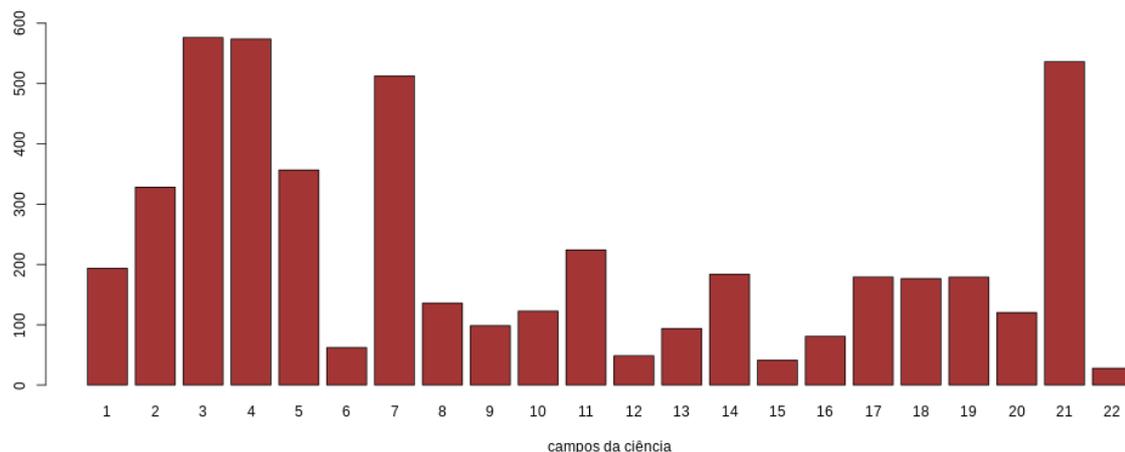
Fazendo uma leitura marginal é possível identificar os campos da ciência e os campos da tecnologia que, individualmente, aparecem com maior peso na matriz. A área da tecnologia com maior participação é Química Orgânica Fina (637), seguida por Biotecnologia (494) e Tecnologia da Computação (419) (Figura 4). E, os campos da ciência que aparecem com maior influência no desenvolvimento de patentes são (Figura 5): Química (576), Medicina Química (574), Ciências Sociais, Geral (536) e Engenharia (513).

Figura 4 – Distribuição dos campos da tecnologia por peso, 1976 a 2018



Fonte – Nathália Ferraz Alonso Martins, 2021

Figura 5 – Distribuição dos campos da ciência por peso, 1976 a 2018



Fonte – Nathália Ferraz Alonso Martins, 2021

Na tabela 4 temos o quadro com os indicadores da matriz geral e de cada país analisado. Utilizando o indicador de preenchimento de Ribeiro *et al.* (2010) a matriz apresenta 96% das células preenchida, porem, considerando como células ativas apenas

aquelas que tenham pelo menos o equivalente a uma patente $M_{ts} \geq 1$ o preenchimento cai para 57%. A tabela 4 ainda mostra que a maioria dos valores das células são muito pequenos, 75% dos valores da matriz são menores do que 4,988. O Brasil apresenta a melhor posição com relação a todos os indicadores, tem 34% de sua matriz preenchida. O México tem 27% de preenchimento, Argentina tem 19% e Chile 14%.

Em relação à altura das células o Brasil apresenta maior número de patentes por interação ciência tecnologia, 25% de suas células tem um peso superior a 1,7 enquanto que para o México esse valor cai para 1,1 e para Argentina cai para 0,5. Fazendo um paralelo com MRI de [Ribeiro et al. \(2010\)](#) fica claro que o indicador, como esperado, mostra a dispersão dos dados da matriz e não um comparativo da altura em si, uma vez que Argentina tem MRI maior que México, mas apresenta um valor médio e mediana menores.

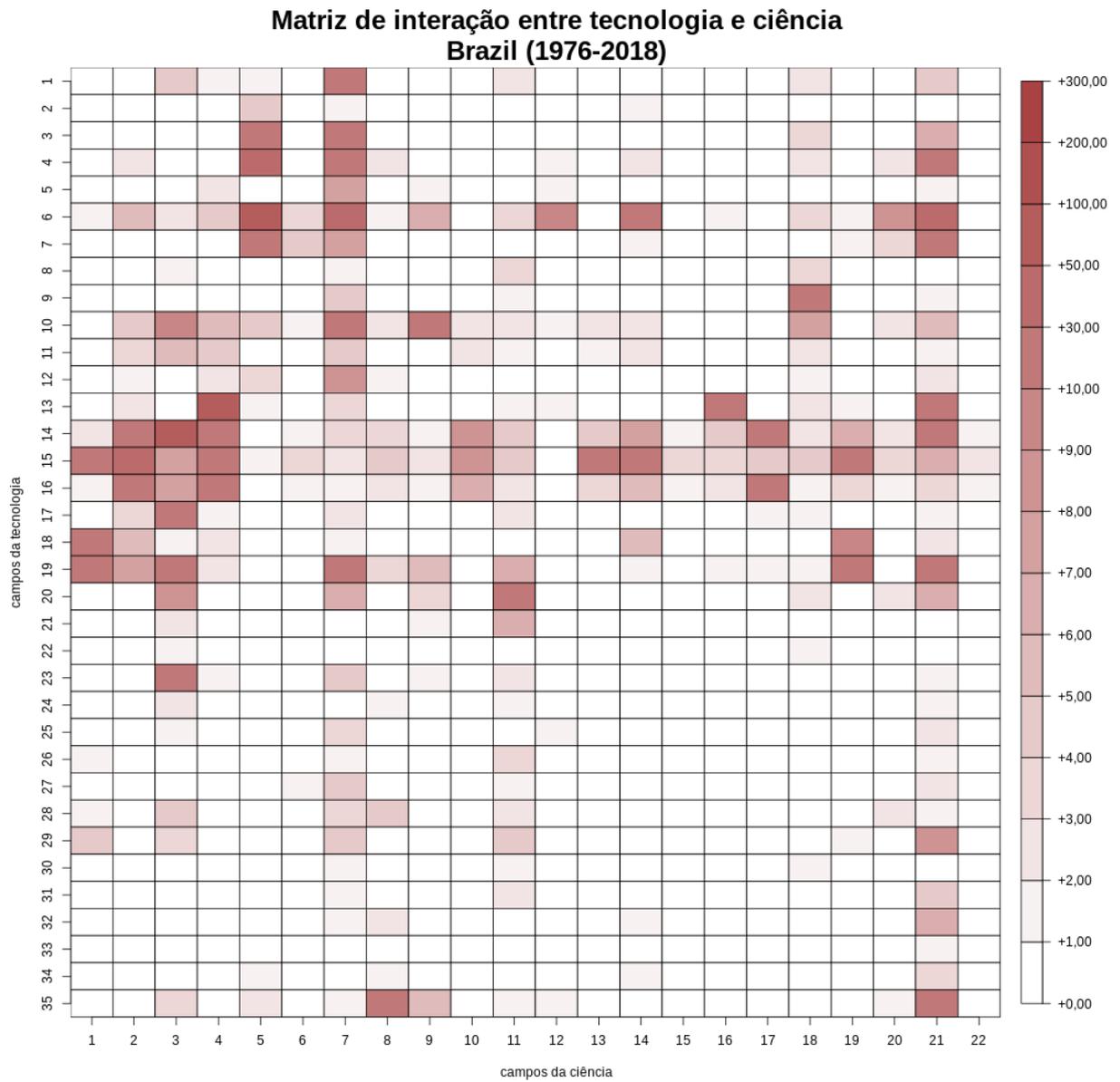
Tabela 4 – Indicadores da matriz de interação ciência e tecnologia, geral e por país

País	MFI*	MFI	MRI*	Média	Q ₅₀	Q ₇₅	L _{sup}	Máx.
Geral	0,960	0,569	16,719	6,301	1,265	4,988	11,948	254,80
BR	0,852	0,344	6,033	2,245	0,357	1,706	4,122	71,27
MX	0,835	0,274	3,525	1,362	0,262	1,101	2,692	48,80
AR	0,718	0,190	4,128	0,958	0,044	0,520	1,267	95,30
CL	0,722	0,142	1,234	0,490	0,045	0,354	0,871	11,81
CO	0,449	0,074	0,723	0,230	0,000	0,120	0,290	12,11
VE	0,395	0,061	0,755	0,217	0,000	0,095	0,232	12,14
CR	0,345	0,053	0,746	0,174	0,000	0,012	0,028	13,94
CU	0,252	0,039	0,767	0,158	0,000	0,005	0,010	9,39
BS	0,247	0,022	0,660	0,088	0,000	0,000	0,000	16,92
UY	0,317	0,022	0,303	0,081	0,000	0,018	0,043	5,28
JM	0,290	0,023	0,368	0,075	0,000	0,008	0,020	6,98
PE	0,279	0,016	0,203	0,047	0,000	0,009	0,020	2,62
PA	0,088	0,014	0,256	0,042	0,000	0,000	0,000	4,68
TT	0,199	0,008	0,166	0,039	0,000	0,000	0,000	3,00
EC	0,213	0,013	0,177	0,038	0,000	0,000	0,000	2,04
DO	0,158	0,009	0,148	0,027	0,000	0,000	0,000	1,90
HN	0,143	0,005	0,118	0,022	0,000	0,000	0,000	1,67
GT	0,174	0,004	0,104	0,021	0,000	0,000	0,000	1,32
BB	0,051	0,006	0,168	0,018	0,000	0,000	0,000	3,16
BO	0,025	0,006	0,155	0,017	0,000	0,000	0,000	3,00
KN	0,095	0,003	0,074	0,012	0,000	0,000	0,000	1,00
AG	0,112	0,001	0,056	0,009	0,000	0,000	0,000	1,00
PY	0,105	0,003	0,074	0,008	0,000	0,000	0,000	1,58
SV	0,016	0,004	0,089	0,006	0,000	0,000	0,000	2,00
BZ	0,042	0,001	0,051	0,005	0,000	0,000	0,000	1,25
NI	0,066	0,000	0,032	0,005	0,000	0,000	0,000	0,33
DM	0,034	0,000	0,026	0,003	0,000	0,000	0,000	0,65
GY	0,051	0,000	0,015	0,003	0,000	0,000	0,000	0,22
SR	0,013	0,000	0,029	0,003	0,000	0,000	0,000	0,50
GD	0,013	0,000	0,013	0,001	0,000	0,000	0,000	0,18
HT	0,003	0,000	0,025	0,001	0,000	0,000	0,000	0,50
LC	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00
VC	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00

Fonte – Nathália Ferraz Alonso Martins, 2021

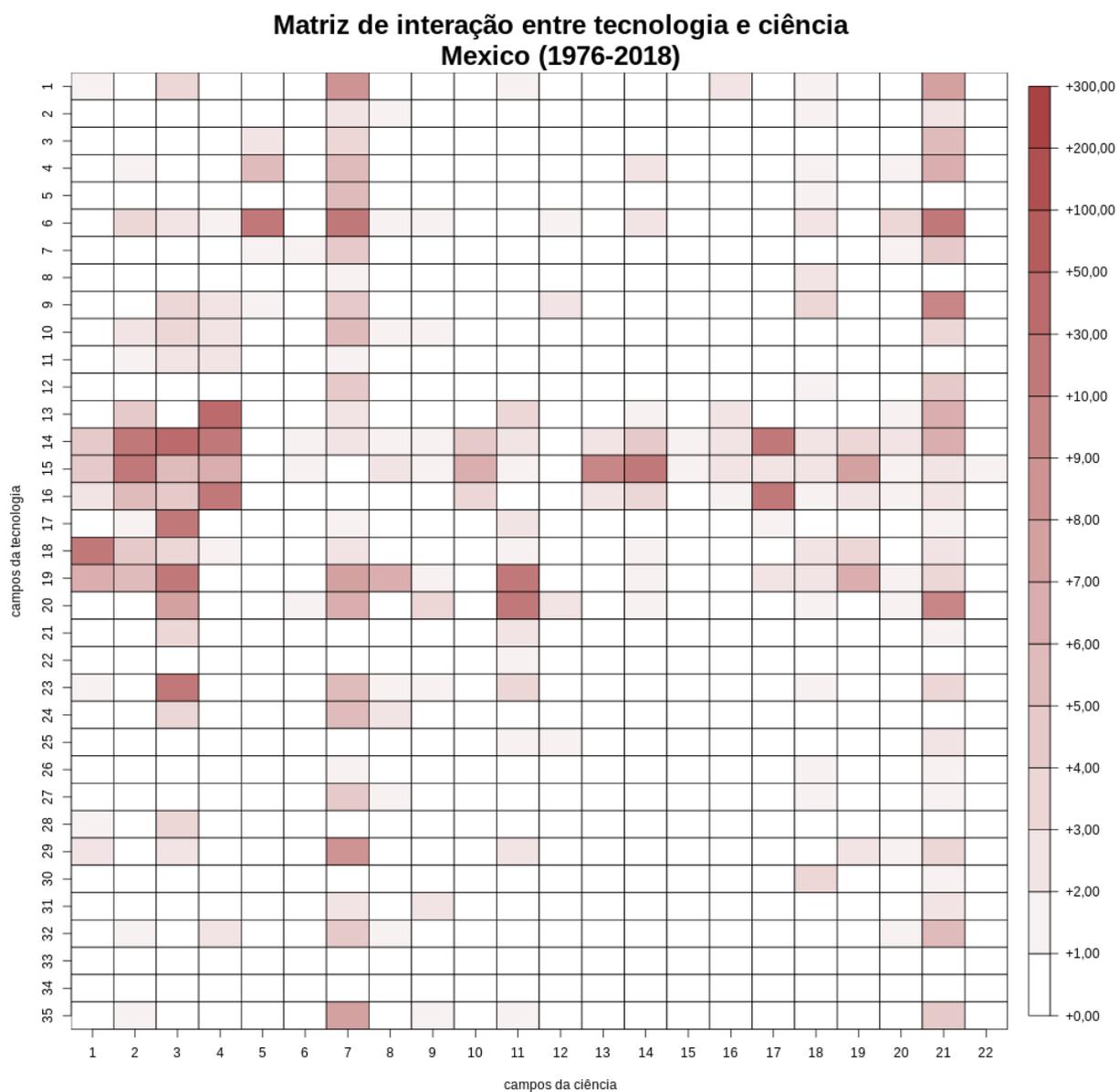
As interações entre os campos da ciência e tecnologia pode ajudar a entender os processos de inovação dos países e trazer luz para diferenças entre eles ou intertemporal. As figuras 6, 7, 8 e 7 apresentam as matrizes de interação de ciência e tecnologia filtrada para patentes com inventores residentes do Brasil, México, Argentina e Chile, respectivamente. É possível notar que as matrizes trazem algumas similaridades e diferenças.

Figura 6 – Matriz de interação ciência e tecnologia, Brasil, 1976 a 2018



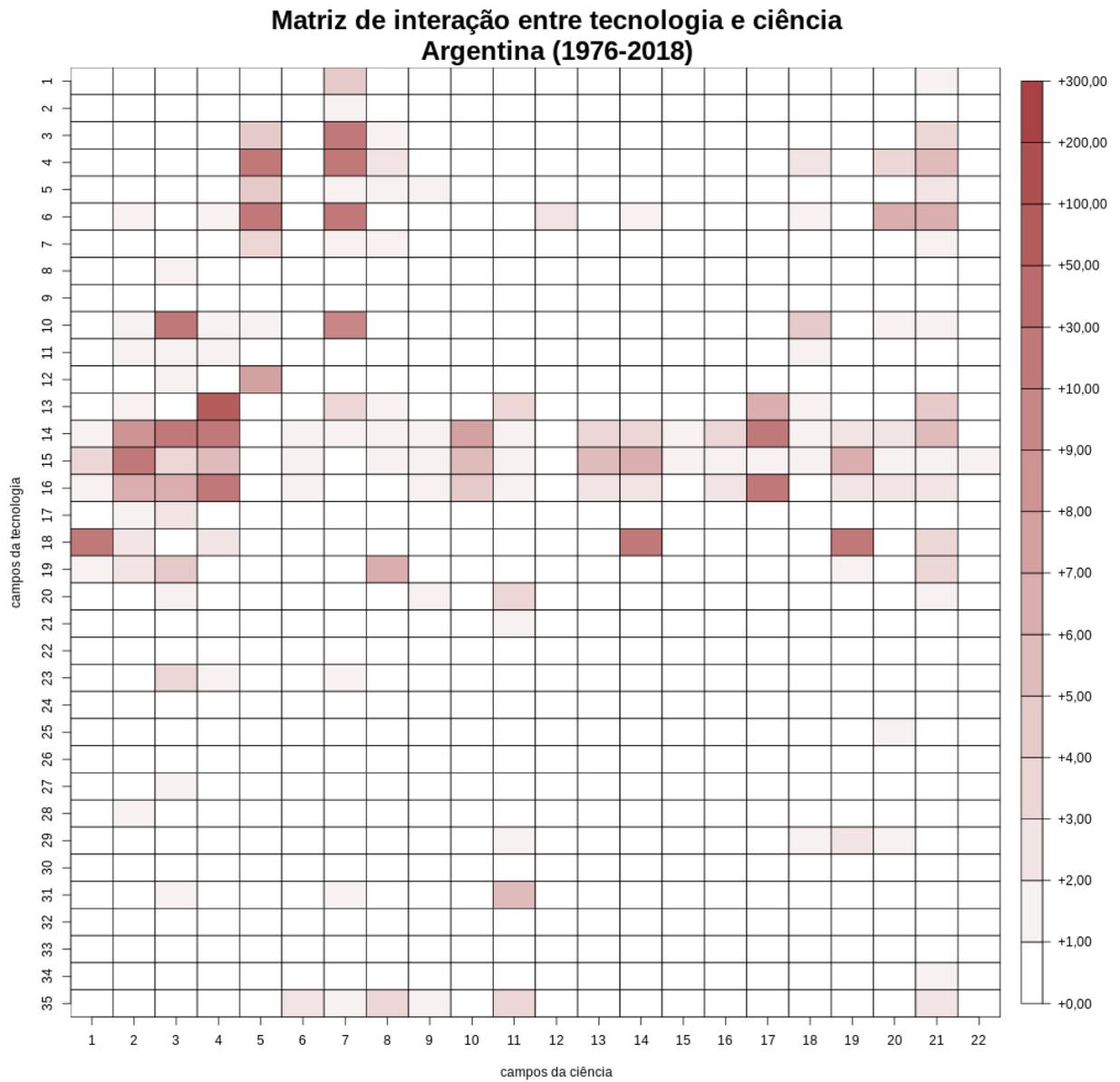
Fonte – Nathália Ferraz Alonso Martins, 2021

Figura 7 – Matriz de interação ciência e tecnologia, México, 1976 a 2018



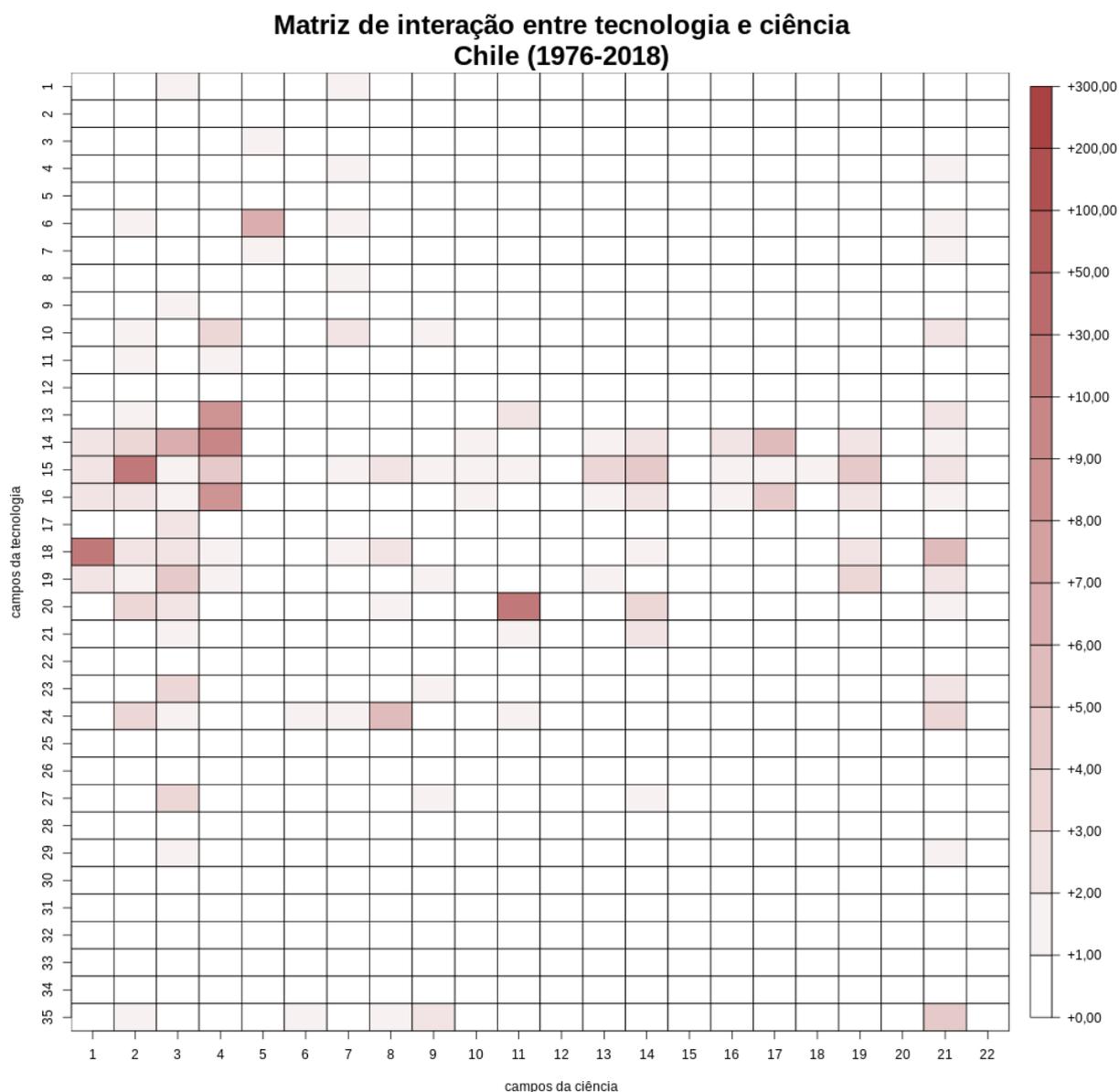
Fonte – Nathália Ferraz Alonso Martins, 2021

Figura 8 – Matriz de interação ciência e tecnologia, Argentina, 1976 a 2018



Fonte – Nathália Ferraz Alonso Martins, 2021

Figura 9 – Matriz de interação ciência e tecnologia, Chile, 1976 a 2018



Fonte – Nathália Ferraz Alonso Martins, 2021

Para aprofundar a discussão das diferenças entre as matrizes analisou-se a matriz de diferença entre os países e o MTI (Tabela 5). O indicador se propõe a avaliar diferenças em relação a concentração dos pares ciência/tecnologia, nota-se que Brasil e México apresentam o menor valor, ou seja, possuem menores diferenças em sua estrutura enquanto Argentina e Chile aparecem mais desiguais, quando avaliado todo o período. A figura 10 mostra a matriz de diferenças entre Brasil e México. O Brasil apresenta maior concentração nas áreas relacionadas a revolução digital (Tecnologia da Computação e Comunicação Digital com base nas Ciências da Computação e Engenharia), enquanto México se concentra mais

nas interações entre Química Orgânica Fina e as áreas da ciência de Química e Medicina Clínica.

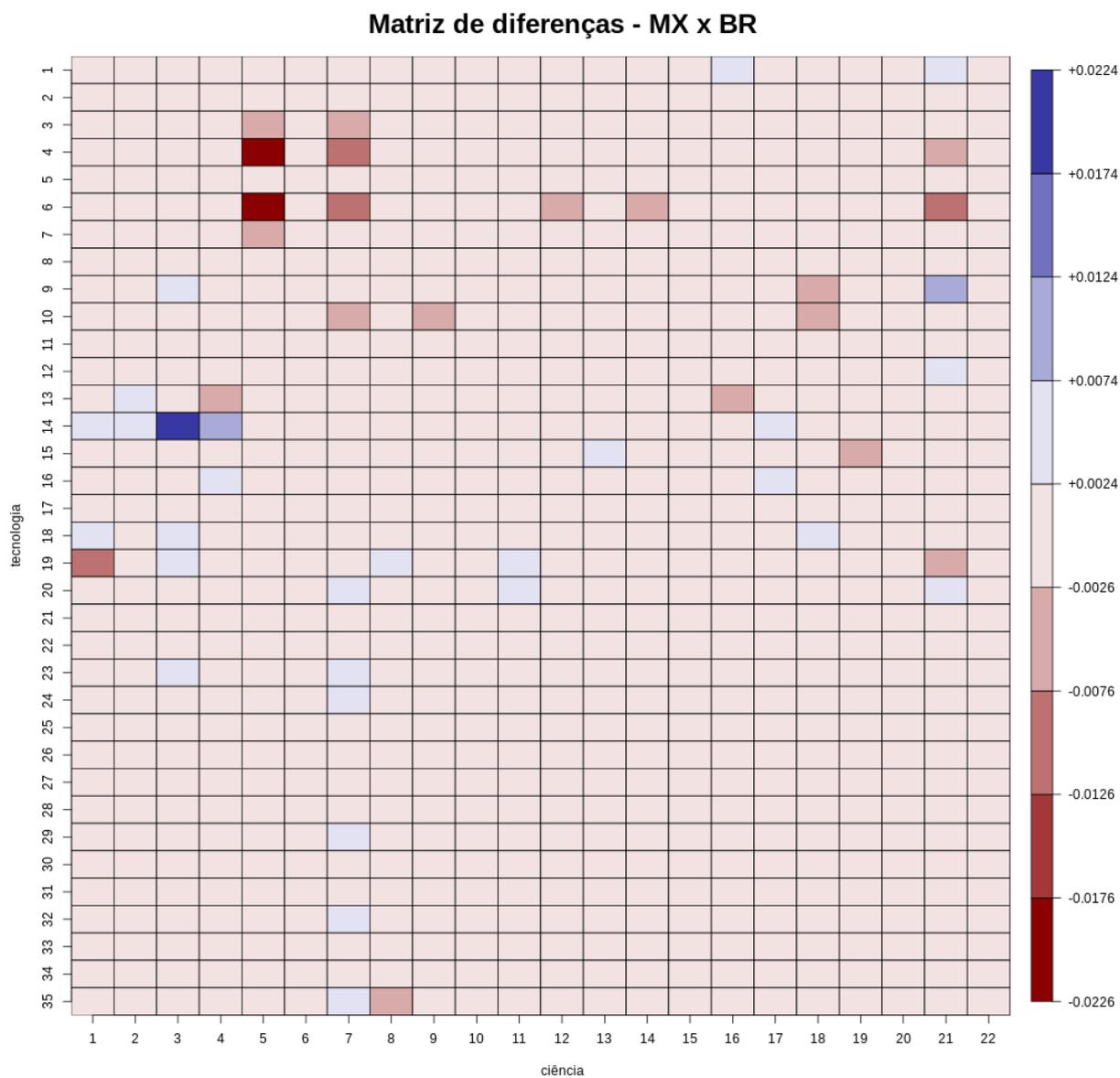
Argentina mostra uma maior concentração em Tecnologia Médica & Medicina Clínica do que o Chile, enquanto este aparece com maior presença na interação Metalurgia & Ciências dos Materiais e Tecnologia Ambiental & Ambiente/Ecologia (Figura 11).

Tabela 5 – Indicador de transformação das matrizes entre os países com maior número de patentes (Brasil, México, Argentina e Chile)

País	País	MTI
Brasil	México	0,579
Brasil	Argentina	0,729
Brasil	Chile	0,818
México	Argentina	0,780
México	Chile	0,734
Argentina	Chile	0,887

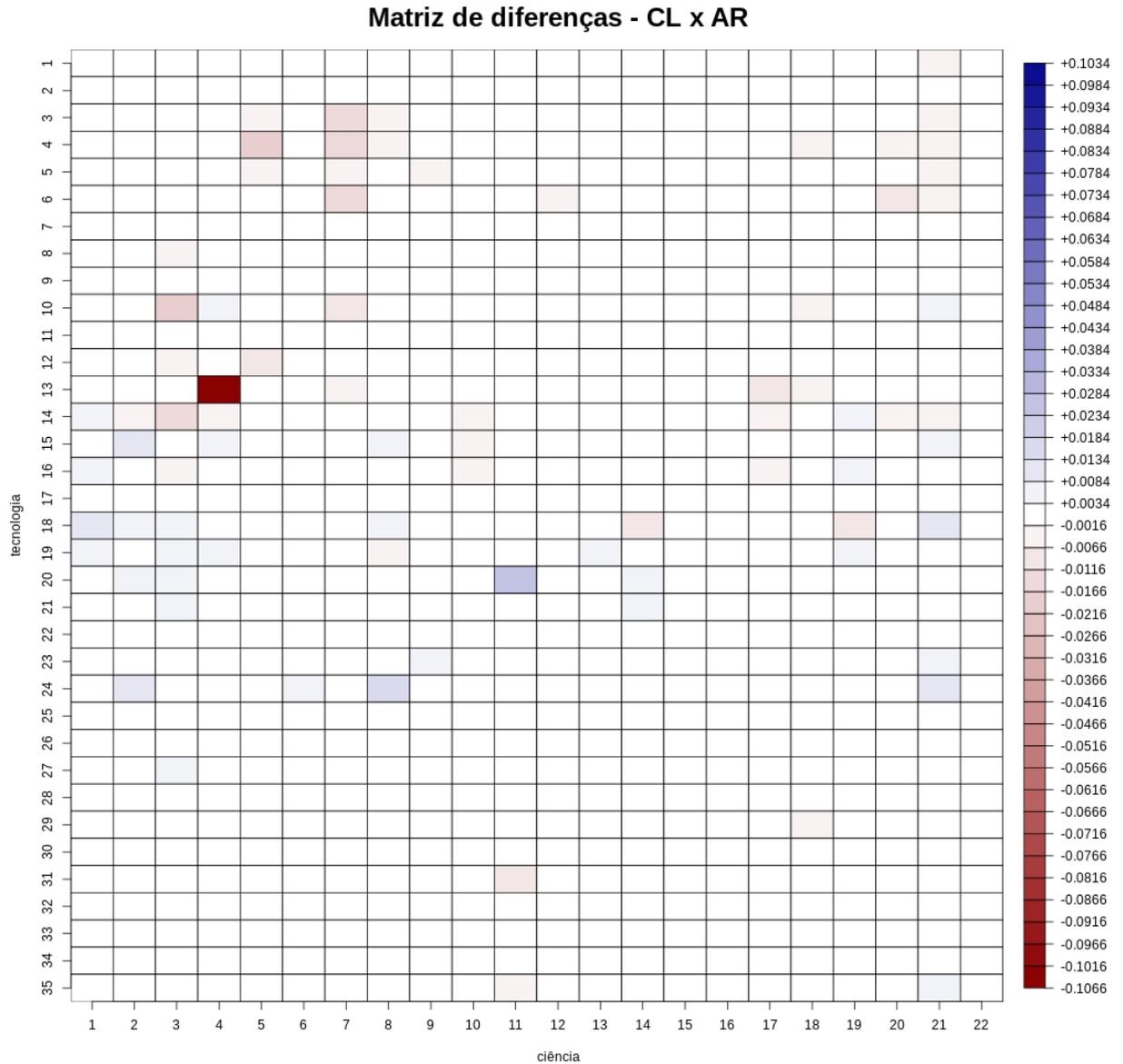
Fonte – Nathália Ferraz Alonso Martins, 2021

Figura 10 – Matriz de diferenças, México x Brasil, 1976 a 2018



Fonte – Nathália Ferraz Alonso Martins, 2021

Figura 11 – Matriz de diferenças, Chile x Argentina, 1976 a 2018



Fonte – Nathália Ferraz Alonso Martins, 2021

E, para analisar a evolução das interações de inovação no Brasil, analisou-se as matrizes de interação entre os campos da ciência e tecnologia ao longo de períodos selecionados (Figuras 12, 13, 14 e 15). No Brasil de 1976 a 1991 a produção de patentes foi pequena e uma pequena parcela da matriz aparece com algum preenchimento (menos de 2%) e a maior interação acontece entre Química de Materiais Básicos & Química. Entre 1992 e 2000 o número de patentes aumenta, assim como o preenchimento (4%) e o pico passa a ser a interação entre Química de Materiais Básicos & Ciências da Agricultura, e Tecnologia Médica & Medicina Clínica aparecem logo em seguida.

De 2001 a 2009 o preenchimento tem um salto para 13% e novos picos de interação aparecem como Química Orgânica Fina & Química, Biotecnologia & Biologia e Bioquímica, Química de Materiais Básicos & Engenharia, enquanto Tecnologia Médica & Medicina Clínica se mantém. Proporcionalmente Química de Materiais Básicos & Ciências da Agricultura perde bastante espaço (Figura 16).

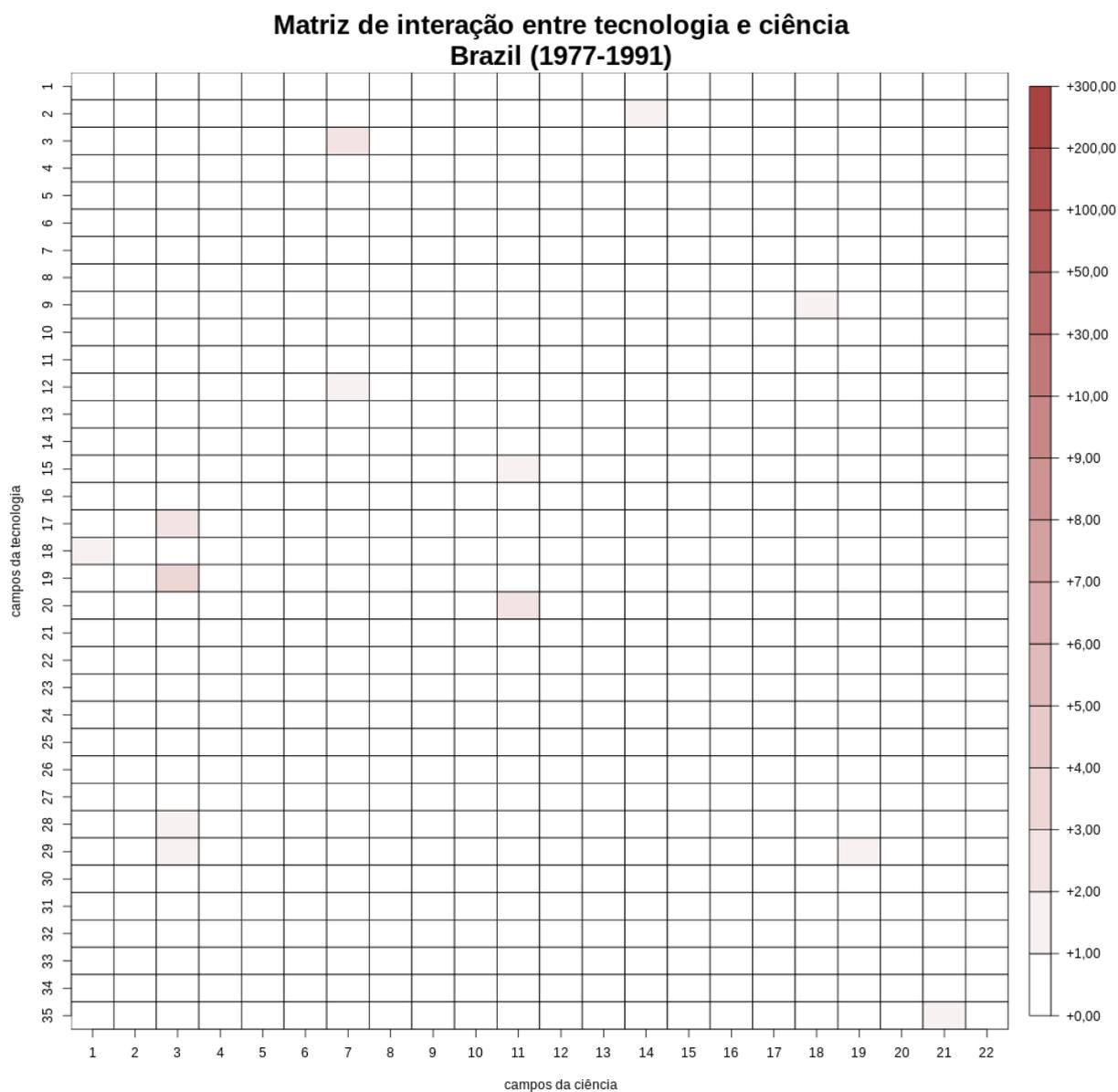
E, no período de 2010 a 2018 as interações se expandem pela matriz (29%) e a disciplina de Ciências da Computação junto com Engenharia e Ciências Sociais desenvolvem áreas de Tecnologia da Computação e Comunicação Digital. As interações entre Química Orgânica Fina & Química embora apareçam com número absoluto de patentes alta, perde bastante espaço (Química de Materiais Básicos & Engenharia e Biotecnologia & Biologia e Bioquímica também perdem em proporção). A figura 17 mostra a matriz de diferenças entre os últimos períodos, e a tabela 6 expõe o MTI das matrizes entre os períodos analisados no Brasil.

Tabela 6 – Indicador de transformação das matrizes entre os períodos analisados, Brasil

Período	Período	MTI
Entre 1976 a 1991	Entre 1992 a 2000	1,501
Entre 1992 a 2000	Entre 2001 a 2009	0,964
Entre 2001 a 2009	Entre 2009 a 2018	0,714

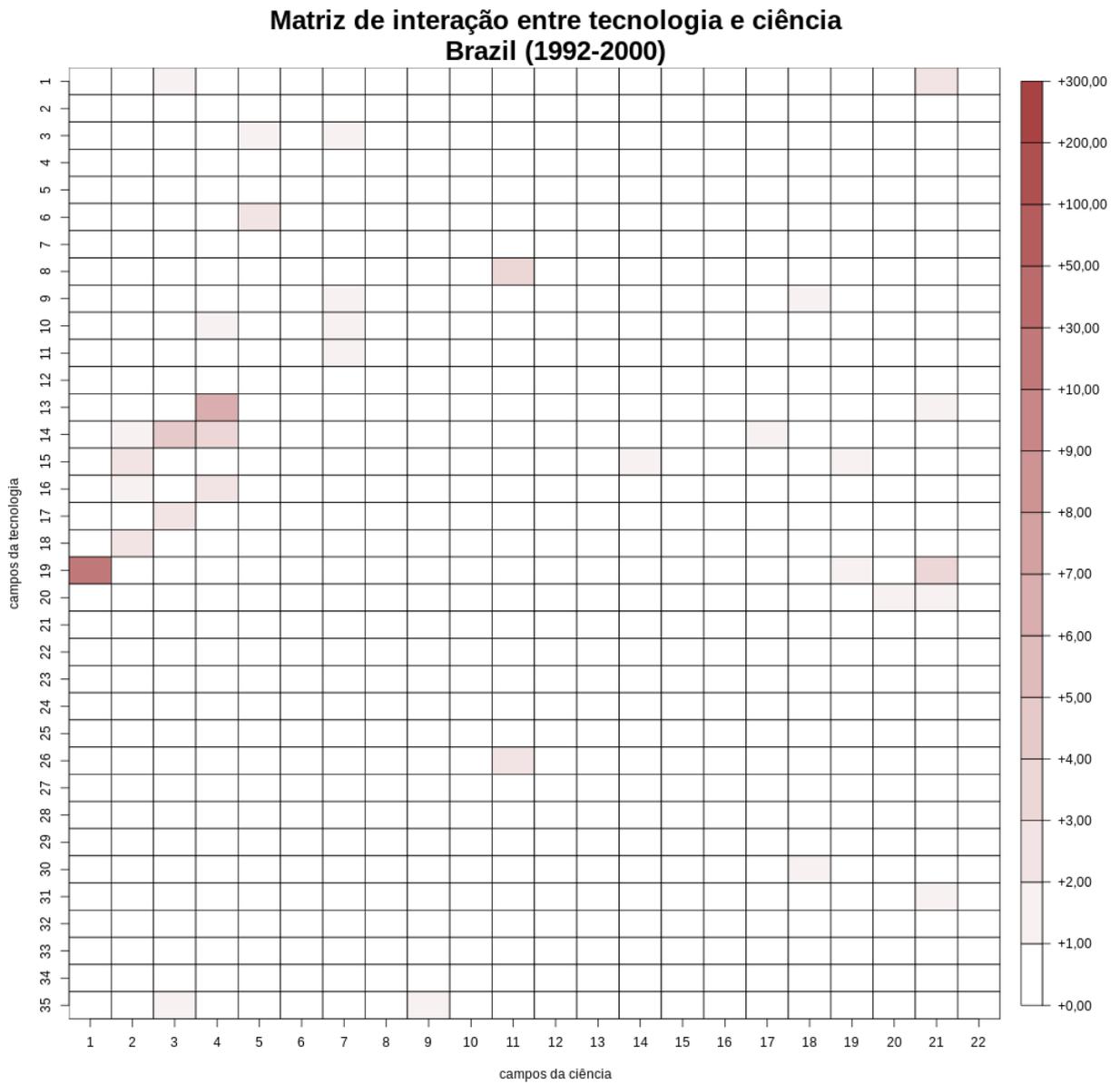
Fonte – Nathália Ferraz Alonso Martins, 2021

Figura 12 – Matriz de interação ciência e tecnologia, Brasil, 1976 a 1991



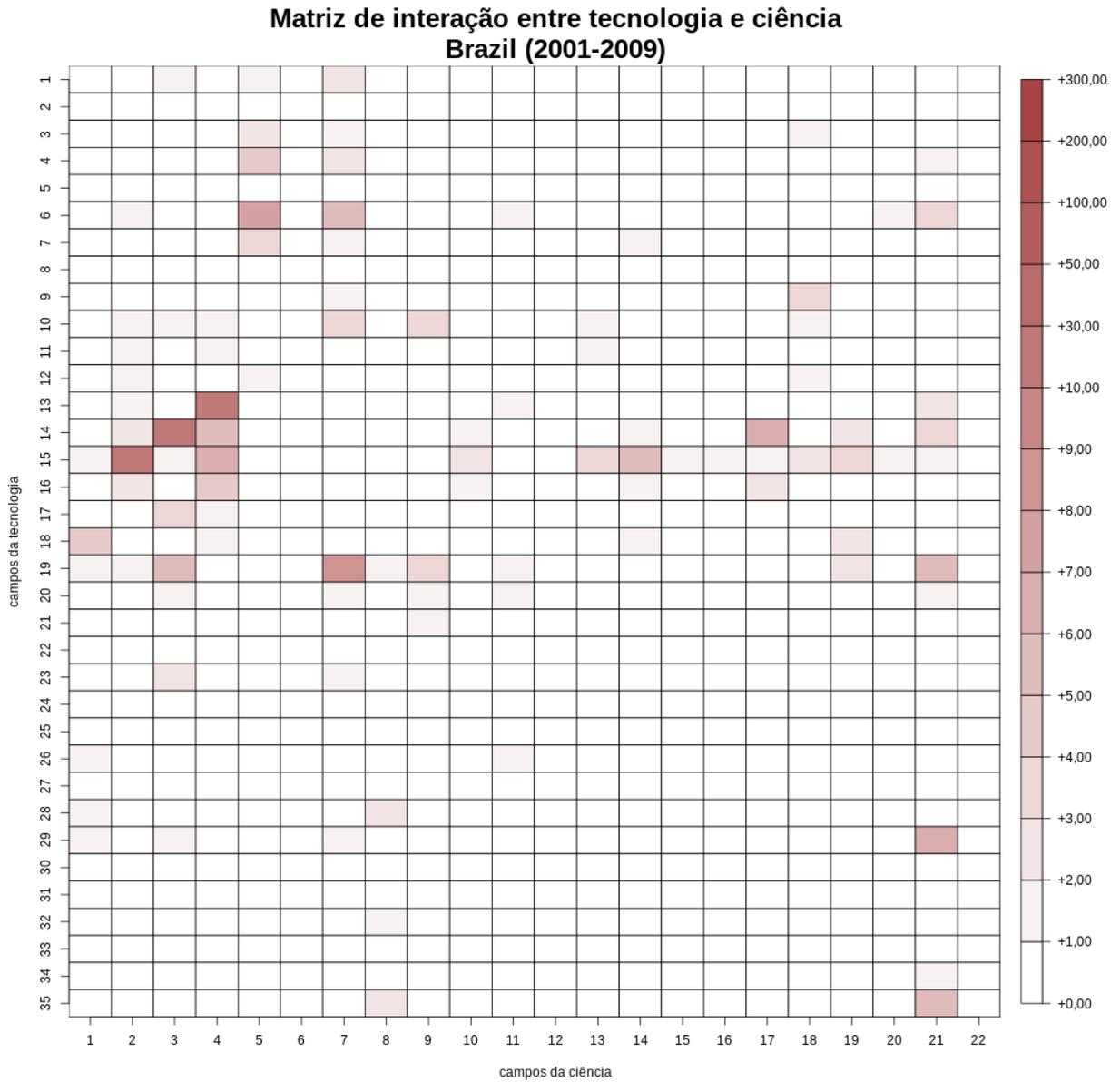
Fonte – Nathália Ferraz Alonso Martins, 2021

Figura 13 – Matriz de interação ciência e tecnologia, Brasil, 1992 a 2000



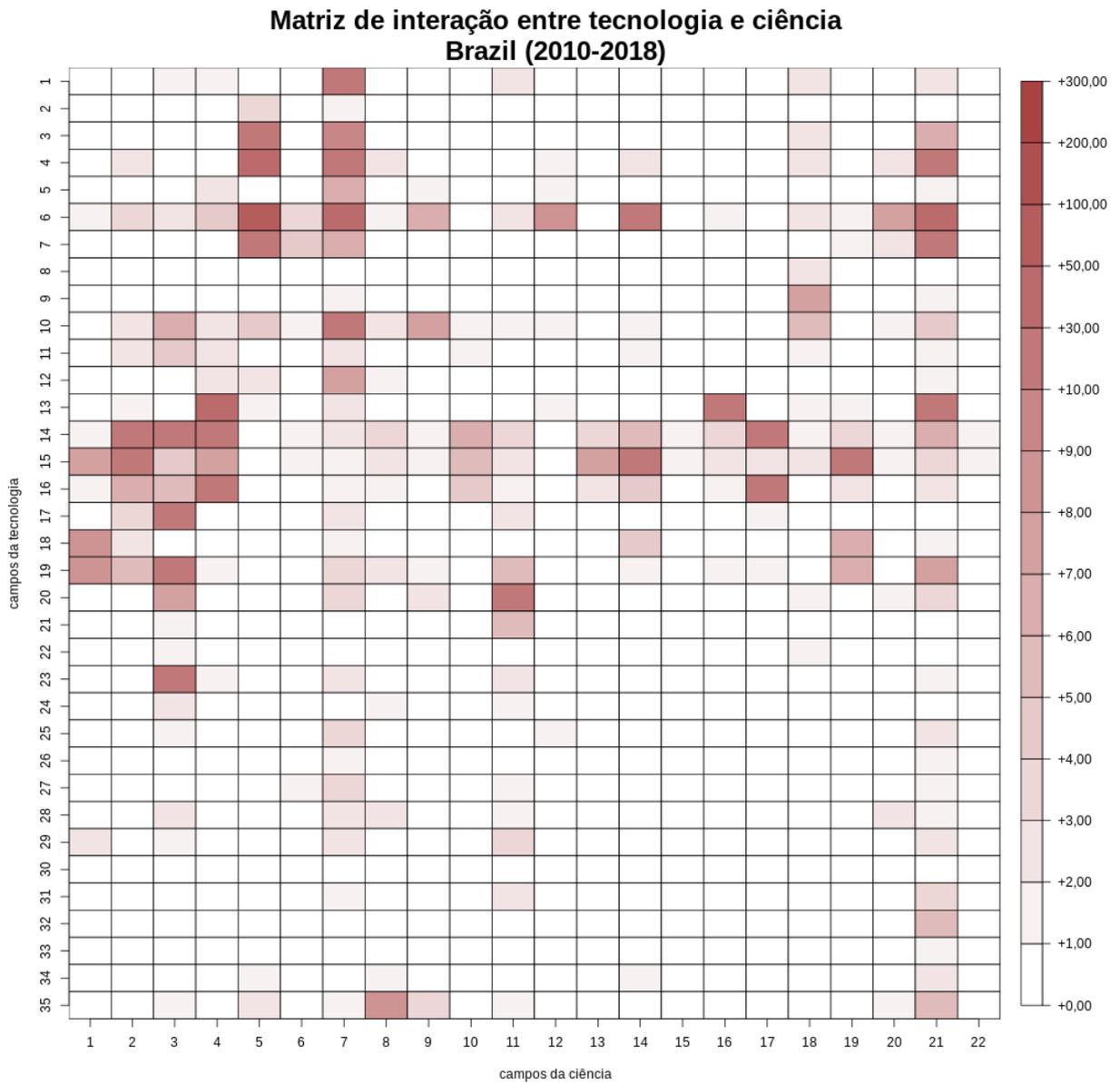
Fonte – Nathália Ferraz Alonso Martins, 2021

Figura 14 – Matriz de interação ciência e tecnologia, Brasil, 2001 a 2009



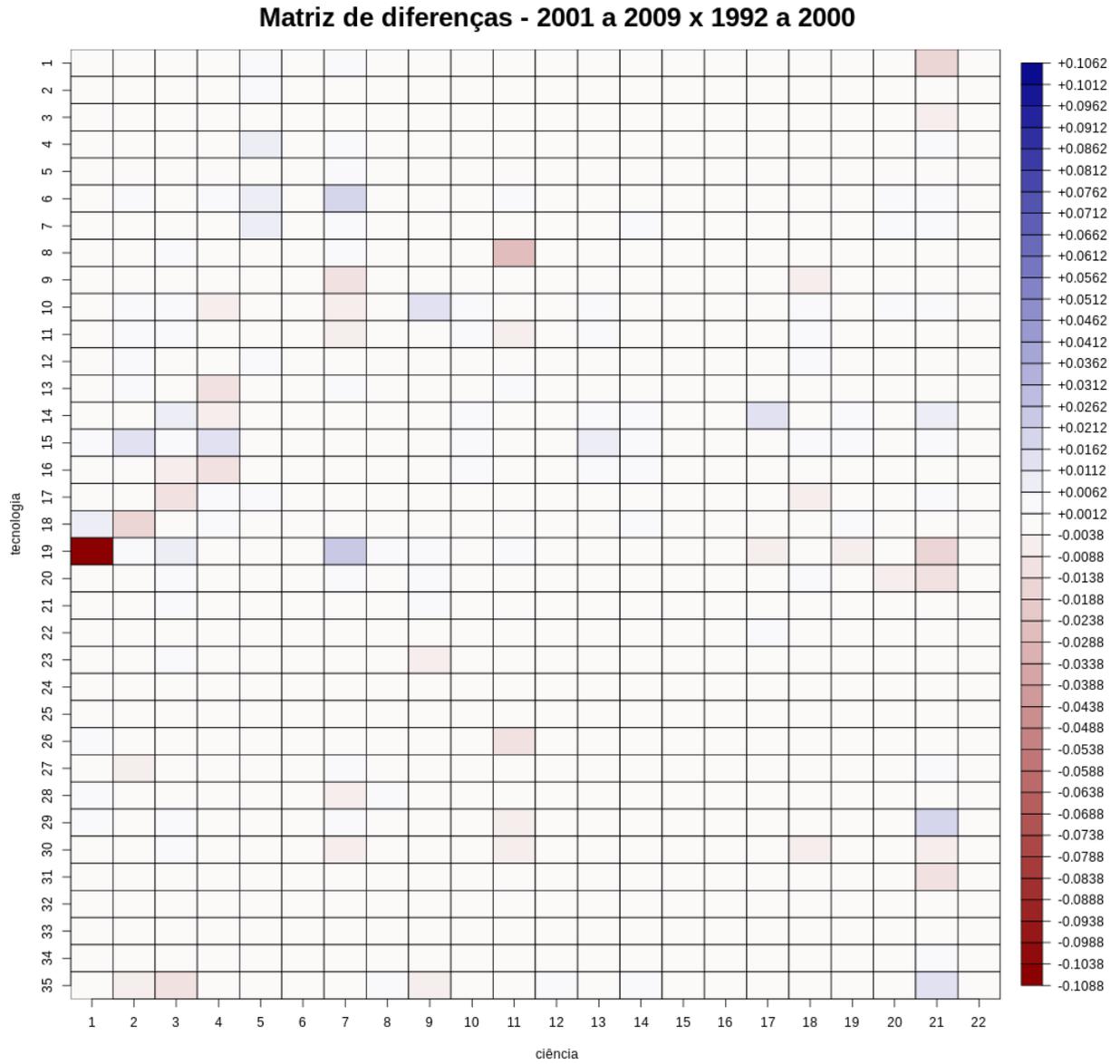
Fonte – Nathália Ferraz Alonso Martins, 2021

Figura 15 – Matriz de interação ciência e tecnologia, Brasil, 2010 a 2018



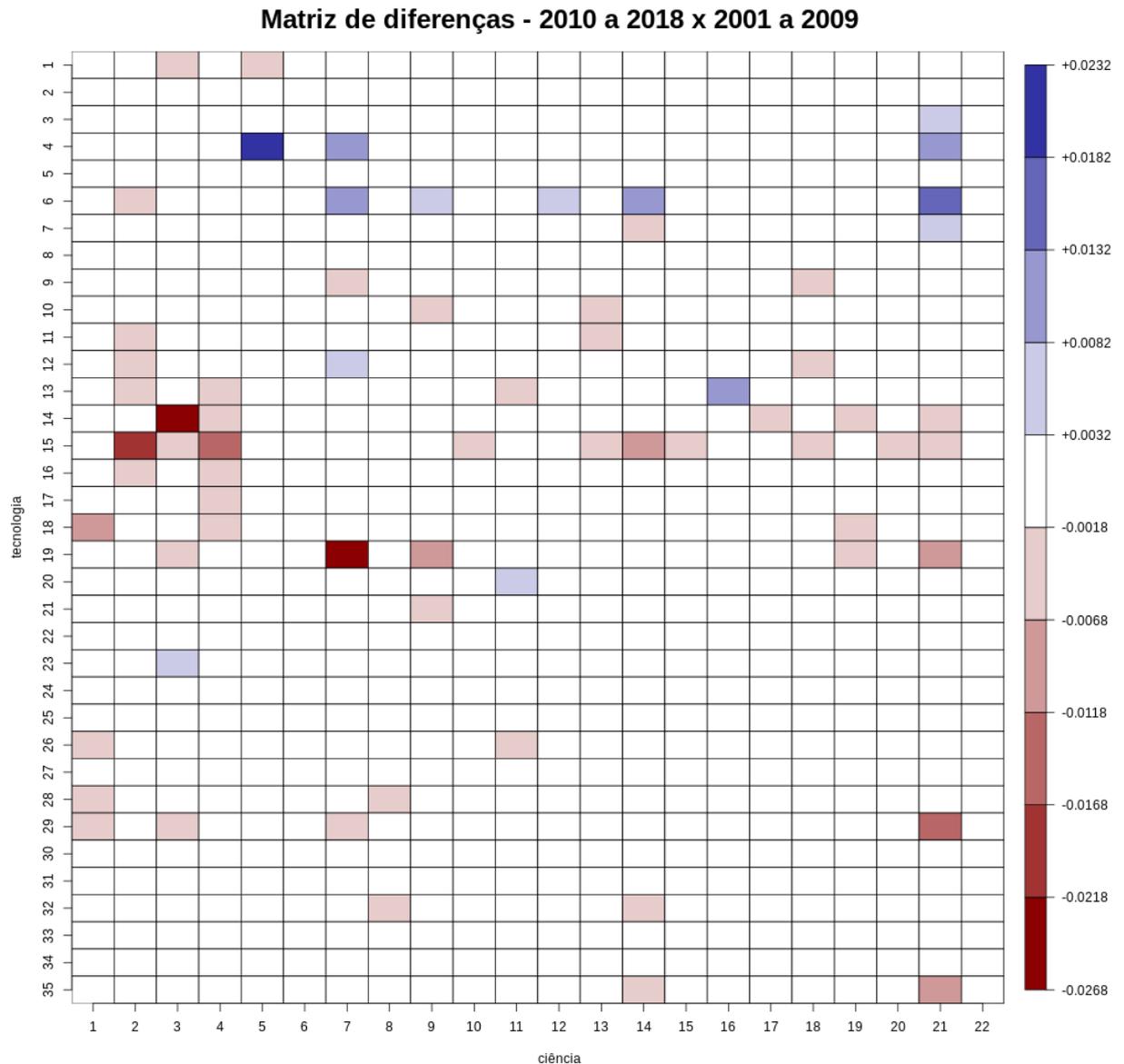
Fonte – Nathália Ferraz Alonso Martins, 2021

Figura 16 – Matriz de diferenças, Brasil, 2001 a 2009 x 1992 a 2000



Fonte – Nathália Ferraz Alonso Martins, 2021

Figura 17 – Matriz de diferenças, Brasil, 2010 a 2018 x 2001 a 2009



Fonte – Nathália Ferraz Alonso Martins, 2021

4.3 Ranking brasileiro de inovação

Foram identificados na plataforma Lattes 3.079 inventores diferentes com pelo menos uma patente concedida e com algum dado de formação, responsáveis por um total de 5.245 patentes. Deste total não foi possível identificar o sexo de 34% dos indivíduos; dos identificados, 1.612 (80%) são homens (inventores de 2.812 patentes) e 427 (20%) são mulheres (inventoras de 683 patentes). São brasileiros a grande maioria, 95% (2.921 inventores, 4.858 patentes); em seguida aparecem indivíduos dos EUA (18, 47 patentes),

Peru (13, 17 patentes), Portugal, Colômbia e Argentina (11 inventores; 60, 44 e 14 patentes respectivamente) e outros países, como mostrado no apêndice A.

Identificou-se o nível de graduação mais alta atingida pelos inventores. Inventores pós-graduados representam 79% (2.422) dos indivíduos encontrados e são responsáveis por 4.24 patentes; 20% (636) tem graduação (1.076 patentes) e 0,7% não aparece com nenhum dado de graduação. Para melhor entendimento classificamos a pós-graduação em acadêmica (1.972 inventores, 3.403 patentes), profissional (434 inventores, 678 patentes) e residência médica (16 inventores, 43 patentes). E ainda dentro da carreira acadêmica analisamos os níveis mestrado (575 inventores, 1009 patentes), doutorado (733 inventores, 1.357 patentes), pós-doutorado (547 inventores, 849 patentes) e livre docência (117 inventores, 188 patentes). A tabela 7 mostra essa distribuição dos indivíduos.

Tabela 7 – Distribuição de indivíduos por área de formação

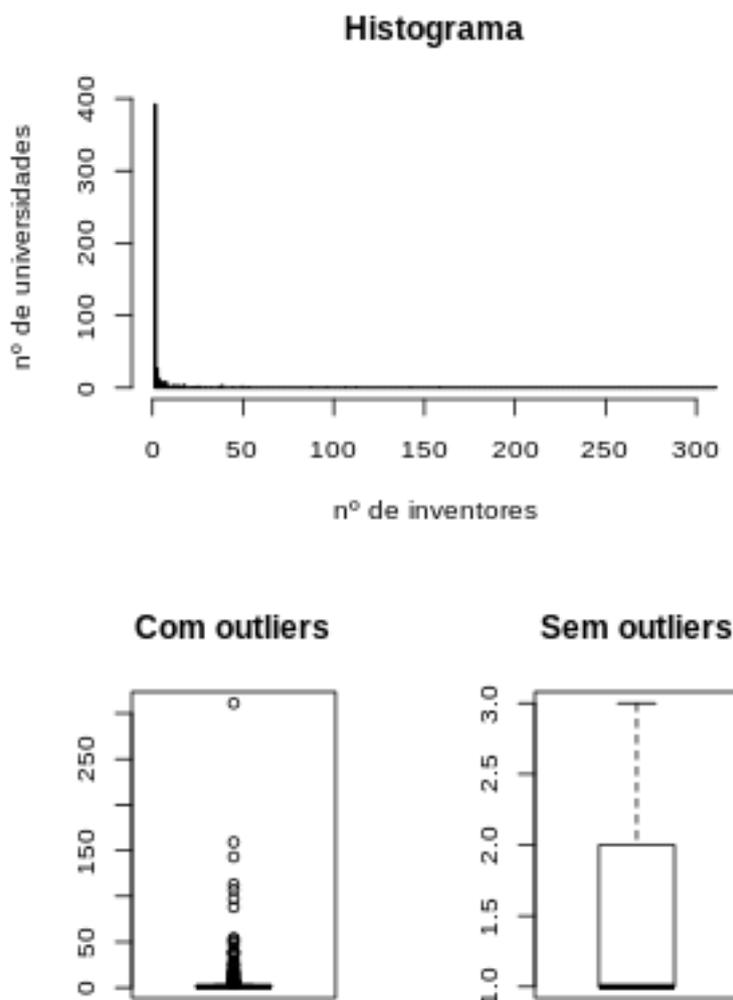
Nível 0	Nível 1	Nível 2	Qtd. inventor	Qtd. patente
Médio	Médio	Técnico Profissionalizante	21 (0,68%)	45 (0,86%)
Graduação	Graduação	Graduação	636 (20,66%)	1076 (20,51%)
Pós-graduação	Acadêmica	Mestrado	575 (18,67%)	1009 (19,24%)
Pós-graduação	Acadêmica	Doutorado	733 (23,81%)	1357 (25,87%)
Pós-graduação	Acadêmica	Pós-doutorado	547 (17,77%)	849 (16,19%)
Pós-graduação	Acadêmica	Livre Docência	117 (3,80%)	188 (3,58%)
Pós-graduação	Profissional	Aperfeiçoamento	38 (1,23%)	51 (0,97%)
Pós-graduação	Profissional	Especialização	341 (11,08%)	538 (10,26%)
Pós-graduação	Profissional	Mestrado Profissionalizante	55 (1,79%)	89 (1,70%)
Pós-graduação	Residência Médica	Residência Médica	16 (0,52%)	43 (0,82%)
Total			3079 (100,00%)	5245 (100,00%)

Fonte – Nathália Ferraz Alonso Martins, 2021

Para a construção do ranking investigou-se a universidade de graduação dos inventores, foram identificadas 583 universidades de graduação de 2.957 indivíduos. Após excluídas as universidades estrangeiras esse total caiu para 516 instituições, 2.879 inventores com 4.782 patentes. Desta maneira foi possível construir um ranking de inovação das universidades de acordo com a incidência dos inventores e patentes.

A distribuição dos inventores (Figura 18) mostra que 75% das universidades formaram no máximo dois indivíduos que se desenvolveram no campo da inovação. Ou seja, é bem seletivo o grupo de universidades que participou da formação de um número considerável de inventores.

Figura 18 – Distribuição das universidades por número de inventores



Fonte – Nathália Ferraz Alonso Martins, 2021

Apenas 84 das instituições aparecem na formação de pelo menos 5 inventores, são responsáveis pela graduação de 2.291 (80%) dos indivíduos que inventaram 3.844 patentes (80%). Neste universo há uma grande concentração de inventores nas universidades públicas, 1.849 indivíduos (81%) e 3.121 (81%) patentes, distribuídos em apenas 48 instituições. Aquelas mantidas pelo governo federal são 36 universidades e foram responsáveis pela

graduação de 1.116 alunos (38% dos graduados em instituições públicas) e os governos estaduais (São Paulo, Rio de Janeiro, Santa Catarina, Paraná e Bahia) com 8 instituições graduaram 671 (23% do universo público) indivíduos que inventaram 1.151 patentes. Instituições militares formaram 38 indivíduos e os municipais foram responsáveis por 24 graduações.

A tabela 8 mostra o número de instituições, inventores e patentes de universidades públicas e privadas por estado das 84 primeiras colocadas (instituições com pelo menos 5 inventores identificados).

Tabela 8 – Distribuição de universidades, inventores e patentes por Estado

Estado	Nº de uni- versidades	Qtd. inventores	Qtd. patentes
SP	21	831 (28,10%)	1366 (27,71%)
RJ	11	349 (11,80%)	585 (11,87%)
MG	10	256 (8,66%)	447 (9,07%)
RS	10	249 (8,42%)	390 (7,91%)
SC	6	166 (5,61%)	338 (6,86%)
PR	5	115 (3,89%)	194 (3,94%)
CE	2	50 (1,69%)	68 (1,38%)
PE	3	49 (1,66%)	70 (1,42%)
BA	4	48 (1,62%)	98 (1,99%)
DF	2	45 (1,52%)	83 (1,68%)
PA	1	37 (1,25%)	65 (1,32%)
PB	2	23 (0,78%)	27 (0,55%)
RN	1	18 (0,61%)	22 (0,45%)
ES	1	16 (0,54%)	19 (0,39%)
AL	1	11 (0,37%)	21 (0,43%)
GO	1	8 (0,27%)	17 (0,34%)
SE	1	8 (0,27%)	10 (0,20%)
AM	1	7 (0,24%)	19 (0,39%)
PI	1	5 (0,17%)	5 (0,10%)

Fonte – Nathália Ferraz Alonso Martins, 2021

A tabela 9 apresenta as trinta primeiras colocadas no ranking de inovação proposto (a lista completa está disponível para consulta online¹). A universidade com maior número de estudantes que vieram a ser inventores de patentes é a Universidade de São Paulo - USP, com 311 alunos (representantes de 10,5% da amostra), quase o dobro da segunda colocada, Universidade Federal do Rio de Janeiro (159 - 5,4%), seguidas pela Universidade Estadual de Campinas (143 - 4,8%), Universidade Federal de Minas Gerais (113 - 3,8%) e Universidade Estadual Paulista Júlio Mesquita Filho (107 - 3,6%) na quinta posição.

¹ <https://drive.google.com/drive/folders/1iwAJ7HkATp2xlO1UAt04YDMhe4RjF9L4?usp=sharing>

Tabela 9 – Ranking de inovação das universidades brasileiras (top 30)

Rank	Universidade	Qtd. inventores	Qtd. patentes
1	Universidade de São Paulo	311 (10,52%)	565 (11,46%)
2	Universidade Federal do Rio de Janeiro	159 (5,38%)	261 (5,29%)
3	Universidade Estadual de Campinas	143 (4,84%)	242 (4,91%)
4	Universidade Federal de Minas Gerais	113 (3,82%)	201 (4,08%)
5	Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho	107 (3,62%)	155 (3,14%)
6	Universidade Federal do Rio Grande do Sul	97 (3,28%)	148 (3,00%)
7	Universidade Federal de Santa Catarina	88 (2,98%)	191 (3,87%)
8	Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro	54 (1,83%)	97 (1,97%)
9	Universidade Federal do Paraná	53 (1,79%)	87 (1,76%)
10	Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul	50 (1,69%)	104 (2,11%)
11	Universidade Federal de São Carlos	50 (1,69%)	71 (1,44%)
12	Universidade Federal do Ceará	45 (1,52%)	60 (1,22%)
13	Universidade do Estado de Santa Catarina	39 (1,32%)	80 (1,62%)
14	Universidade do Estado do Rio de Janeiro	39 (1,32%)	61 (1,24%)
15	Universidade Federal de Santa Maria	39 (1,32%)	52 (1,05%)
16	Universidade de Brasília	38 (1,29%)	76 (1,54%)
17	Universidade Federal de Pernambuco	38 (1,29%)	57 (1,16%)
18	Universidade Federal do Pará	37 (1,25%)	65 (1,32%)
19	Universidade Federal Fluminense	33 (1,12%)	52 (1,05%)
20	Universidade Federal de Viçosa	30 (1,01%)	53 (1,08%)
21	Universidade Federal de Uberlândia	27 (0,91%)	33 (0,67%)
22	Universidade Federal da Bahia	26 (0,88%)	58 (1,18%)
23	Universidade Presbiteriana Mackenzie	26 (0,88%)	44 (0,89%)
24	Fundação Educacional Inaciana Padre Saboia de Medeiros - FEI	25 (0,85%)	34 (0,69%)
25	Instituto Tecnológico de Aeronáutica	24 (0,81%)	41 (0,83%)
26	Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais	23 (0,78%)	28 (0,57%)
27	Pontifícia Universidade Católica de Campinas	22 (0,74%)	40 (0,81%)
28	Universidade Federal de Pelotas	20 (0,68%)	34 (0,69%)
29	Universidade Tecnológica Federal do Paraná	18 (0,61%)	34 (0,69%)
30	Instituto Mauá de Tecnologia	18 (0,61%)	29 (0,59%)

Fonte – Nathália Ferraz Alonso Martins, 2021

Entre as 10 primeiras colocações há concentração de 1.175 inventores, o que representa 41% da amostra e 2.051 patentes (43%); são oito universidades públicas - 3 estaduais (todas do Estado de São Paulo - USP, UNICAMP e UNESP) e 5 federais (UFRJ, UFMG, UFRS, UFSC e UFPR) - e duas universidades privadas (PUC do Rio de Janeiro na oitava posição e PUC do Rio Grande do Sul na décima posição). O Estado de São Paulo chama atenção com a formação de 48% dos inventores dessa faixa de análise (561 indivíduos).

Dos 2.957 inventores, que participaram da construção do ranking (alguma instituição de graduação informada), 2.594 indicaram uma área de formação (Ciências Agrárias; Ciências Biológicas; Ciências da Saúde; Ciências Exatas e da Terra; Ciências Humanas; Ciências Sociais Aplicadas; Engenharias; Linguística, Letras e Artes; e Outras). A área das Engenharias aparece com maior incidência, 935 inventores (36%) e 1.612 (37%) patentes, seguida da área Ciências Exatas e da Terra (602 inventores e 1.007 patentes, 23%), indicando um concentração dos indivíduos em áreas de exatas. O número de indivíduos e o número de patentes e suas proporções por área encontra-se na tabela 10.

Tabela 10 – Distribuição de indivíduos e patentes por área de formação

Área	Qtd. inventores	Qtd. patentes
Engenharias	935 (36,04%)	1612 (37,18%)
Ciências Exatas e da Terra	602 (23,21%)	1007 (23,22%)
Ciências Biológicas	368 (14,19%)	615 (14,18%)
Ciências da Saúde	236 (9,10%)	382 (8,81%)
Ciências Sociais Aplicadas	166 (6,40%)	280 (6,46%)
Ciências Agrárias	105 (4,05%)	161 (3,71%)
Outras	87 (3,35%)	131 (3,02%)
Ciências Humanas	72 (2,78%)	106 (2,44%)
Linguística, Letras e Artes	23 (0,89%)	42 (0,97%)

Fonte – Nathália Ferraz Alonso Martins, 2021

Analisando as áreas de formação dos indivíduos das dez primeiras universidades do ranking, nota-se que a área de Engenharias, seguindo o padrão geral dos inventores, aparece com a maior incidência em quase todas instituições, com exceção da UFRS e da PUC RS (Ciências Exatas e da Terra assume a primeira colocação nas duas universidades); o que sugere uma maior força da área de Ciências Exatas e da Terra no Estado do Rio Grande do Sul. Engenharias, Ciências Exatas e da Terra, Ciências Biológicas e Ciências da Saúde estão no topo superior da tabela em quase todos os casos, exceto para a UNESP em que Ciências Agrárias sobe para o top 4 (a despeito de Ciências da Saúde, o que vai ao encontro da ausência do curso de graduação em Medicina nesta Universidade) e nas PUCs RJ e RS em que aparecem Ciências Humanas (apenas 1 inventor) e Ciências Sociais (4 inventores), respectivamente. As posições das áreas e a quantidade de inventores por instituição pode ser comparada na tabela 11.

Tabela 11 – Distribuição de indivíduos por área de formação e universidade de graduação das 10 primeiras colocadas

Área	USP	UFRJ	UNICAMP	UFMG	UNESP	UFRS	UFSC	PUC RJ	UFPR	PUC RS
Engs.	1 (102)	1 (58)	1 (53)	1 (33)	1 (41)	2 (25)	1 (47)	1 (30)	1 (17)	2 (9)
C. Exat.	2 (68)	2 (38)	2 (40)	2 (30)	2 (14)	1 (34)	2 (14)	2 (16)	3 (8)	1 (21)
C. Biol.	3 (53)	3 (33)	3 (13)	3 (22)	3 (14)	4 (7)	3 (4)	3 (1)	4 (3)	3 (5)
C. Saúde	4 (28)	4 (10)	4 (5)	4 (4)	5 (7)	3 (17)	4 (3)	5 (0)	2 (9)	5 (3)
C. Agrá.	5 (10)	9 (0)	6 (3)	6 (3)	4 (10)	5 (2)	7 (2)	7 (0)	7 (2)	6 (1)
C. Soc.	6 (9)	5 (4)	7 (2)	8 (2)	7 (2)	6 (2)	5 (3)	6 (0)	6 (2)	4 (4)
Outras	7 (5)	8 (1)	9 (2)	5 (4)	6 (6)	8 (0)	8 (1)	8 (0)	9 (1)	7 (1)
C. Humanas	8 (3)	7 (2)	5 (4)	7 (2)	9 (0)	7 (1)	6 (3)	4 (1)	5 (2)	8 (0)
Linguística ..	9 (0)	6 (3)	8 (2)	9 (1)	8 (1)	9 (0)	9 (1)	9 (0)	8 (2)	9 (0)

Fonte – Nathália Ferraz Alonso Martins, 2021

O ranking aqui discutido apresenta uma óbvia imparcialidade em relação as universidades maiores, uma vez que sua capacidade de formação de indivíduos é superior às universidades menores. Uma maneira de contornar essa questão é analisar a taxa de indivíduos que se tornaram inventores.

Em relação aos os rankings brasileiros aqui discutidos o do CWTS avalia apenas a pesquisa (inclusive inclui centros de pesquisas e outros em seus resultados) e o RUF apesar de incluir a inovação como um de seus indicadores, as metodologias são muito diferentes. O RUF analisa a quantidade de patentes das universidades enquanto o indicador proposto olha para a universidade de graduação dos inventores de patentes, além também da utilização de bancos de dados diferentes.

O importante é ressaltar que a ideia principal deste trabalho é dar um primeiro passo na discussão e proposição de comparativos entre universidades sob o aspecto da inovação. É desenvolver uma metodologia para possibilitar a análise da influência das universidades em uma diferente e pouco explorada perspectiva.

Inclusive existem muitos outros aspectos que devem e podem ser explorados para entender o impacto das IES na inovação do país, como suas relações e influências em startups e incubadoras, por exemplo.

5 Conclusão e trabalhos futuros

A análise das matrizes de interação e dos dados dos inventores e universidades sugere uma tendência de áreas da Engenharia e Ciências Exatas e Biológicas no desenvolvimento da inovação.

O Brasil se destaca na produção de patentes no USPTO entre os países analisados e demonstra uma maior concentração em áreas de tecnologia da computação e digital. O que indica, comparativamente, uma maior “maturidade” em sua matriz tecnológica. A matriz de interação e a matriz de diferenças se mostram como valiosas ferramentas para entender a composição de inovação dos países e sua evolução ao longo do tempo.

O objetivo do ranking foi investigar um conjunto de instituições de ensino superior no Brasil que se destacam pela formação de alunos com capacidade de inovação e empreendedorismo. Desta maneira, construímos um ranking universitário a partir da formação superior dos inventores.

Apesar deste objetivo de classificar as instituições pelo número de alunos (ex-alunos) que produziram patentes na USPTO, este trabalho não estende nem elimina o fato de que o inovador ou empreendedor nato, não necessariamente precisa estar formado em alguma carreira para promover inovação. Isto indica que muitas das características podem estar associados aos indivíduos em si, e que não podem ser mensurados nesta pesquisa. No entanto, é também conhecido, que a maior parte das novas tecnologias estão baseadas em conhecimento atualizado e de alto conteúdo teórico, pelo que podemos inferir que uma boa formação pode facilitar o trabalho de um bom empreendedor.

A maior parte dos rankings de inovação, tomam as características das instituições a partir da produção científica ou tecnológica associada à produção dos membros dos centros, isto é, pesquisadores, professores e outros membros das instituições. A proposta do presente trabalho assume que a formação dada pelos centros de estudo pode ou não capacitar o aluno para a produção inovadora ou dar o sustento teórico para esta produção. Desta forma, não necessariamente o indivíduo inventor estará associado a um centro de educação superior. Em vista disso, este trabalho propõe que a partir das capacidades dos alunos, podemos distinguir os centros que de alguma forma propõem ou incentivam as atividades de inovação e/ou empreendedorismo assim como as áreas em que estas se produzem.

É importante destacar que esta abordagem é um *proxy* que permite distinguir entre instituições e formações que mais capacitam os indivíduos a trabalhar na indústria. Outra classificação obtida neste trabalho, identifica as instituições cujas programas de pós-graduação fornecem incentivos ou capacitam o aluno para estas tarefas de inovação. No entanto, diante da dificuldade de mensurar alguns traços característicos e particulares dos indivíduos, não estamos atribuindo à universidade como a única variável significativa no modelo.

O investimento em P&D é um indicador do grau de preocupação de um governo com a Inovação. Os estudos que analisam o perfil dos inventores das patentes universitárias tem encontrado que a maior parte da produção de patentes brasileiras é feita pelas universidades públicas, o que está na mesma direção de [Narin e Noma \(1985\)](#). A relação da produção de patentes, mostra características interessantes tais como os centros mais produtivos (USP, UNICAMP, UFRJ, etc.), que também estão entre as mais bem colocados nos rankings Universitários globais. A maior parte dos inventores por sua vez, procedem dos estados brasileiros onde estão localizados estas universidades. Esta dupla conexão indica que o investimento e promoção da inovação pode ser incentivada na própria universidade.

Observamos nas classificações acima, o alto poder de liderança das universidades paulistas, que assim como nas publicações científicas, elas também ocupam as primeiras posições dos rankings como o Ranking Universitário Folha (RUF).

O número de inventores utilizado neste trabalho é menor do que o número real, dado que nem todos os inventores tem cadastro na Plataforma Lattes e que o algoritmo pode não ter identificado todos os indivíduos.

O principal fator limitante do presente trabalho é a falta de um banco de dados que possua as informações dos curriculum vitae dos inventores. A utilização da plataforma Lattes constitui apenas uma amostra representativa do conjunto de inventores. Os dados dos profissionais formados no Brasil não é um dado aberto e portanto não é possível inferir se ele estará disponível em algum momento. Os autores têm sugerido o uso de outras fontes de informação como as redes sociais (Facebook, Instagram, LinkedIn, etc) com a tentativa de inferir e aumentar a amostra obtida via Plataforma Lattes.

Uma imediata extensão deste trabalho será a produção de um ranking a partir de todas as patentes brasileiras, principalmente as que são concedidas em território brasileiro pelo INPI, e com os dados de outras fontes como o WIPO e Lens.

Referências

- ALTBACH, P. G. The dilemmas of ranking. *International Higher Education*, Boston College, v. 42, p. 2–4, 2006. Citado 2 vezes nas páginas 28 e 29.
- BERNARDES, A. T.; ALBUQUERQUE, E. da M. Cross-over, thresholds, and interactions between science and technology: lessons for less-developed countries. *Research Policy*, Elsevier Science B.V., v. 32, p. 865–885, 2003. Citado na página 15.
- BROOKS, H. The relationship between science and technology. *Research Policy*, Elsevier Science B.V., v. 23, p. 477–486, 1994. Citado na página 15.
- CATIVELLI, A. S.; LUCAS, E. R. de O. Patentes universitárias brasileiras: perfil dos inventores e produção por área do conhecimento. *Encontros Bibli: revista eletrônica de biblioteconomia e ciência da informação*, Universidade Federal de Santa Catarina, v. 21, n. 47, p. 67–81, 2016. Citado na página 27.
- CHENG, S. K. World university rankings: take with a large pinch of salt. *European Journal of Higher Education*, Routledge, v. 1, n. 4, p. 369–381, 2011. Citado 2 vezes nas páginas 28 e 29.
- COUGER, J.; HIGGINS, L.; MCINTYRE, S. Differentiating creativity, innovation, entrepreneurship, intrapreneurship, copyright and patenting of is products/processes. In: *Twenty-Third Annual Hawaii International Conference on System Sciences*. Los Alamitos, CA, USA: IEEE Computer Society, 1990. v. 4, p. 370–379. Citado na página 17.
- GLANZEL, W.; MEYER, M. Patents cited in the scientific literature: an exploratory study of 'reverse' citation relations. *Scientometrics*, Akademiai Kiadó and Kluwer Academic Publishers, v. 58, n. 2, p. 415–428, 2003. Citado na página 27.
- GOTO, A.; MOTOHASHI, K. Construction of a japanese patent database and a first look at janesene patenting activities. *Research Policy*, Elsevier Science B.V., v. 36, p. 1431–1442, 2007. Citado na página 22.
- GUEVARA, M. R.; HARTMAN, D.; ARISTARÁN, M.; MENDOZA, M.; HIDALGO, C. A. The research space: using career paths to predict the evolution of the research output of individuals, institutions, and nations. *Scientometrics*, Springer Netherlands, v. 109, n. 3, p. 1695–1709, 2016. Citado na página 24.
- HINZE, S.; SCHMOCH, U. Opening the black box. In: *Handbook of quantitative science and technology research*. [S.l.]: Springer, 2004. p. 215–235. Citado na página 19.
- KADIR, M. B. A.; SALIM, M.; KAMARUDIN, H. The relationship between educational support and entrepreneurial intentions in malysian higher learning instition. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Elsevier Science B.V., v. 69, p. 2164–2173, 2012. Citado na página 17.
- KIM, J.; LEE, S. Patent databases for innovation studies: a comparative analysis of uspto, rpo, jpo and kipo. *Technological Forecasting Social Change*, Elsevier Science B.V., v. 92, p. 332–345, 2015. Citado 2 vezes nas páginas 22 e 23.

- KLEVORICK, A. K.; LEVIN, R. C.; NELSON, R. R.; WINTER, S. G. On the sources and significance of interindustry differences in technological opportunities. *Research Polic*, Elsevier Science B.V., v. 24, p. 185–205, 1995. Citado na página 16.
- MUELLER, S. P. M.; PERUCCHI, V. universidades e a produção de patentes: tópicos de interesse para o estudioso da informação tecnológica. *Perspectivas em Ciência da Informação*, v. 19, n. 2, p. 15–36, 2014. Citado na página 27.
- NARIN, F.; NOMA, E. Is technology becoming science? *Scientometrics*, Elsevier Science B.V., v. 7, n. 3-6, p. 369–381, 1985. Citado 2 vezes nas páginas 15 e 66.
- NARIN, F.; OLIVASTRO, D. Linkage between patents and papers: An interim epo/us comparison. *Scientometrics*, Elsevier Science B.V., v. 41, n. 1-2, p. 51–59, 2012. Citado na página 16.
- NELSON, R. R.; ROSENBERG, N. Technical innovation and national systems. In: _____. *National systems of innovation: a comparative analysis*. [S.l.]: Oxford University Press, 1993. cap. 1, p. 503–523. Citado na página 16.
- OECD; EUROSTAT. *Proposed guidelines for collecting and interpreting technological innovation data: Oslo manual*. Third edition. [S.l.]: OECD and Eurostat, 2005. Citado 2 vezes nas páginas 21 e 27.
- RIBEIRO, L. C.; BERNARDES, A. T.; RUIZ, R. M.; ALBUQUERQUE, E. da Motta e. Modeling economic growth fuelled by science and technology. *Est. Econ.*, v. 40, n. 2, p. 319–340, 2010. Citado na página 15.
- RIBEIRO, L. C.; RUIZ, R. M.; ALBUQUERQUE, E. M. National systems of innovation and technological differentiation: a multi-country model. *International Journal of Modern Physics C*, World Scientific Publishing Company, v. 17, n. 2, p. 247–257, 2006. Citado 2 vezes nas páginas 15 e 22.
- RIBEIRO, L. C.; RUIZ, R. M.; BERNARDES, A. T.; ALBUQUERQUE, E. M. Matrices of science and technology interactions and patterns of structured growth: implications for development. *Scientometrics*, Springer Netherlands, v. 83, n. 1, p. 55–75, 2010. Citado 5 vezes nas páginas 23, 24, 35, 42 e 43.
- SISMONDO, S. *An Introduction to Science and Technology Studies*. [S.l.]: Blackwell Publishing Ltd, 2004. Citado na página 15.
- SOUZA, C. G. de; BASBASTEFANO, R. G.; PEREIRA, F. de C. Estudo sobre o perfil de inventores das patentes de universidades brasileiras. In: *XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção*. Belo Horizonte, MG, Brasil: [s.n.], 2011. Citado na página 27.
- SPINAK, E. Indicadores científicos de patentes: aplicaciones y limitaciones. 1999. Citado na página 16.
- WALTER, S. G.; PARBOTEEAH, K. P.; WALTER, A. University departments and entrepreneurial intentions: A cross-level analysis. In: *Academy of Management Proceedings*. New York, NY, USA: Academy of Management, 2010. v. 1, p. 1–6. Citado na página 17.
- YILDİRIM, N.; AŞKUN, O. B. Entrepreneurship intentions of public universities in turkey: Going beyond education and research? *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Elsevier Science B.V., v. 58, p. 953–963, 2012. Citado na página 16.

İSKENDER, E.; BATI, G. B. Comparing turkish universities entrepreneurship and innovativeness index's ranking with sentiment analysis results on social media. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Elsevier Science B.V., v. 195, p. 1543–1552, 2015. Citado 3 vezes nas páginas [16](#), [17](#) e [27](#).

Apêndice A – Distribuição de inventores e patentes por país dos inventores

Tabela 12 – Distribuição de indivíduos por país de origem

País	Qtd. inventores	Qtd. patentes
Brasil	2921 (94,87%)	4858 (92,62%)
Estados Unidos	18 (0,58%)	47 (0,90%)
Peru	13 (0,42%)	17 (0,32%)
Portugal	11 (0,36%)	60 (1,14%)
Colômbia	11 (0,36%)	44 (0,84%)
Argentina	11 (0,36%)	14 (0,27%)
Alemanha	8 (0,26%)	41 (0,78%)
França	8 (0,26%)	14 (0,27%)
Espanha	7 (0,23%)	25 (0,48%)
Chile	6 (0,19%)	6 (0,11%)
Itália	5 (0,16%)	10 (0,19%)
Cuba	5 (0,16%)	7 (0,13%)
Japão	4 (0,13%)	7 (0,13%)
Bélgica	4 (0,13%)	6 (0,11%)
Bolívia	3 (0,10%)	10 (0,19%)
Venezuela	3 (0,10%)	7 (0,13%)
Rússia	3 (0,10%)	5 (0,10%)
Uruguai	3 (0,10%)	4 (0,08%)
Inglaterra	3 (0,10%)	4 (0,08%)
México	3 (0,10%)	3 (0,06%)
Moçambique	3 (0,10%)	3 (0,06%)
Suíça	2 (0,06%)	6 (0,11%)
Equador	2 (0,06%)	2 (0,04%)
Marrocos	2 (0,06%)	2 (0,04%)
Angola	2 (0,06%)	2 (0,04%)
Argélia	1 (0,03%)	9 (0,17%)
Romênia	1 (0,03%)	6 (0,11%)
Grã-Bretanha	1 (0,03%)	5 (0,10%)
Áustria	1 (0,03%)	3 (0,06%)
Irã	1 (0,03%)	3 (0,06%)
Islândia	1 (0,03%)	2 (0,04%)
Coreia do Sul	1 (0,03%)	2 (0,04%)
China	1 (0,03%)	1 (0,02%)
Belarus	1 (0,03%)	1 (0,02%)
Canadá	1 (0,03%)	1 (0,02%)
Costa Rica	1 (0,03%)	1 (0,02%)
Panamá	1 (0,03%)	1 (0,02%)
Tunísia	1 (0,03%)	1 (0,02%)
Índia	1 (0,03%)	1 (0,02%)
Formosa	1 (0,03%)	1 (0,02%)
Holanda	1 (0,03%)	1 (0,02%)
Filipinas	1 (0,03%)	1 (0,02%)
Iugoslávia	1 (0,03%)	1 (0,02%)