

PANDEMIA E CORRIDA TECNOLÓGICA: O BRASIL TEM COMO RECUPERAR O TEMPO PERDIDO? EVIDÊNCIA A PARTIR DOS DADOS DE PATENTES, 1980-2018¹

GÍLSON GERALDINO SILVA JR²

BRUNO SOUZA CAVALCANTE³

1. INTRODUÇÃO

A crise mundial causada pelo vírus COVID-19, supostamente difundido a partir de um mercado de animais vivos em Wuhan na China, tem proporções catastróficas em maio de 2020 em todos os países atingidos, considerando os dados oficiais. Estes dados, porém, tem falhas dependendo do país, haja vista a subnotificação da ocorrência desta doença – infectados, doentes e falecidos pelo referido vírus. Logo, o problema de saúde é maior do que os números oficiais mostram. E a causa da subnotificação é a falta de testes – um dos vários tipos de tecnologia em saúde.

A pandemia revelou outras deficiências tecnológicas mundiais e brasileiras em saúde, como falta de aparelhos respiratórios. Os hospitais no mundo e no Brasil relevaram-se bastante despreparados para o pico de demanda. A solução foi restringir a circulação de pessoas, em graus e momentos variados conforme a região, com a intenção de “achatar a curva”, ou reduzir o ritmo de propagação da doença de tal forma que a demanda por atendimento médico-hospitalar fosse compatível com a tecnologia e a capacidade instalada do sistema de saúde naquela área. O que a pandemia não deixou tão claro foi que o Brasil tem uma deficiência tecnológica generalizada, e de longa data.

Neste contexto, o objetivo deste artigo é indicar como está o Brasil na corrida tecnológica pré pandemia de 2020 usando como aproximação de desempenho de

¹ FORMA DE CITAÇÃO: SILVA Jr, G. G.; CAVALCANTE, BS . Pandemia e corrida tecnológica:o Brasil tem como recuperar o tempo perdido? Evidência a partir dos dados de patentes, 1980-2018. In: Ronaldo Pereira Santos; Marcio Pochmann. (Org.). Brasil pós-pandemia: reflexões e propostas.São Paulo: ALEXA Cultural, 2020, p. 103-118.

² Economista e Professor da Universidade Federal de Santa Catarina

³ Advogado e Professor da Universidade Federal do Amazonas

longo prazo os dados de patentes publicamente disponíveis no repositório da Organização Mundial de Propriedade Intelectual (WIPO) para o período 1980 a 2018.

Vamos comparar o Brasil em relação a si próprio, com os países líderes em patentes que têm desempenho consistente – Estados Unidos e Japão -, com os que recém ingressaram na corrida por patentes e rapidamente ficaram entre os 10 primeiros – China e Coreia do Sul –, e com os outros membros dos BRICS. Estes mesmos números indicam que o Brasil tem feito um esforço tecnológico consistente de longo prazo, porém pífio. Claramente perdeu a corrida tecnológica no século XX e continua muito lento no século XXI, tomando patentes como aproximação.

Sobre o pós-pandemia, há possibilidade do Brasil recuperar o tempo perdido. Uma alternativa seria adotar o esforço tecnológico equivalente ao chinês e sul-coreano, ou pelo menos foco e ritmo como o indiano. Isso implica em um amplo e contínuo esforço nacional e radical mudança de prioridades, como investir mais em infraestrutura laboratorial e financiamento de ciência, tecnologia e inovação e menos em infraestrutura e financiamento do futebol, menos gastos com propaganda governamental, e menos gastos com serviços da dívida pública.

A seguir apresentamos uma breve revisão do debate sobre patentes e os limites do seu uso como aproximação para desempenho tecnológico de longo prazo; os dados, as comparações e as interpretações; e as conclusões.

2. PATENTES: BREVE REVISÃO DE UM LONGO DEBATE

Começamos lembrando que uma inovação tecnológica pode ser uma mudança radical, incremental ou revolucionária implementada por novos produtos ou processos, ou mudanças significativas em produtos ou processos existentes. As formas de apropriabilidade (ou as maneiras de capturar os lucros gerados pela inovação) são também determinantes relevantes da inovação.

Um detalhe importante que pode passar despercebido é a distinção entre invenção e inovação (FAGERBERG, 2006). Invenção é uma ideia referente a um novo produto ou processo, enquanto inovação é uma maneira de colocar a invenção em

prática. Em vários casos, porém, há um substancial lapso de tempo entre a invenção e a inovação, que reflete as diferentes necessidades para refinar as ideias e implementá-las. Além disso, as invenções, na condição de ideias, podem ocorrer em qualquer lugar. Já as inovações, precisam de infraestrutura física e financeira e de capital humano adequado.

Quando observamos as invenções que moldaram o cotidiano do século XX nos países desenvolvidos (VAN DULKEN, 2002), encontramos coisas que hoje são bastante familiares em todo o mundo. Entre as primeiras coisas da lista, está o avião, patenteado em 23 de março de 1903 e publicado como US821393, sob requisição de Wilbur Wright e Orville Wright, os famosos irmãos Wright. Entre os brasileiros, tal feito é atribuído a Santos Dumont. A diferença é que, apesar do experimento de Dumont em Paris em 23/10/1906 ser público e notório, quem registrou patente foram os irmãos Wright. Pode ter sido uma distração de Dumont e outros que o antecederam e também contribuíram para a aviação. Mas, a despeito da fama de Dumont, fato é que quem se apropriou formalmente deste conhecimento foram os americanos e não o brasileiro.

Na lista de van Dulken, encontramos outras coisas que ainda usamos, como o ar condicionado, patenteado por Wilson Carrier em 16/09/1904, e até hoje a Carrier é uma importante empresa no mercado de refrigeração de ambientes; e o barbeador, por King Camp Gillette, em 3/12/1901, sendo a Gillette até hoje uma das empresas líderes neste mercado, tendo a marca se tornado sinônimo de lâmina de barbear e de barbeadores.

Além destes inventos que se tornaram marcas famosas, vale destacar da lista de van Dulken algumas coisas antigas e hoje cotidianas, como o aspirador de pó (patenteado em 1901), a máquina de lavar elétrica (1909), o supermercado self-service (1916), o semáforo (1922), o código de barras (1949), o mouse (1967) e o telefone celular (1989). E coisas que ainda não usamos, mas que podem vir a fazer parte do nosso cotidiano, como os fullerenes (1990), ou novas estruturas de moléculas de carbono, e os materiais programáveis (1995).

Sem os respectivos gastos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) e sem os mecanismos de apropriabilidade dos resultados destes gastos, talvez não tivéssemos nenhum destes produtos ou processos.

De fato, a necessidade de mecanismos de apropriabilidade não é um problema novo (GRANSTRAND, 2006). As primeiras medidas de proteção intelectual no ocidente datam do século XV, com o Código de Patentes de Veneza, de 1474, criado como parte da política veneziana para atrair engenheiros de outras regiões e estimular o progresso técnico ordenado. As invenções consideradas úteis e funcionais recebiam proteção de 10 anos contra imitação, mas ficavam sujeitas à licença compulsória. Iniciava-se a era das patentes nacionais, restritas às cidades-estado.

Assim, problemas como apropriabilidade e incentivos a inovar com regularidade, que surgiram no “período romântico” da inovação, quando inventores descobriam por acaso, persistiram na era das invenções mais sistematizadas e tendem a persistir na era das comunidades virtuais de produtores e consumidores para criação de bens e serviços.

Um dos fatores que permitiram a alguns países reduzir a diferença de produtividade e renda em relação ao país líder (catch-up), como EUA e Alemanha em relação ao Reino Unido, e Japão e sudeste da Ásia em relação aos EUA, cada um com suas especificidades, foi a inovação tecnológica. Porém, hoje não seria tão simples para os chamados países em desenvolvimento. Segundo registros históricos, há 250 anos a diferença de renda e produtividade entre os países líderes e não líderes que era da ordem de 5:1 passou para 400:1. (FAGERBERG; GODINHO, 2006).

Neste sentido, seria prudente para os países em desenvolvimento considerarem as experiências dos países que conseguiram fazer catch-up. E entre as decisões que tiveram maior sucesso, estão gastos com P&D e inovação tecnológica, juntamente com investimento em educação e treinamento da mão de obra – fundamental para absorção de tecnologias mais sofisticadas.

Uma vez na liderança, é preciso trabalhar para permanecer na liderança (CANTWELL, 2006). Neste contexto, inovação também é essencial para competitividade – entendida como uma comparação de taxas de crescimento ou como comparação a uma referência de desempenho. Afinal, pode-se considerar competitividade a nível nacional, regional, setorial ou global. No caso da comparação global, devem ser considerados não somente os países atualmente líderes, mas o grupo de países mais promissores a fazer catch-up. As empresas hoje são bem menos independentes que suas respectivas há 100 anos e navegam em mares bem

mais profundos de conhecimento, o que torna a inovação ao mesmo tempo mais importante e mais complexa.

Analisando o sistema de proteção por patentes por um período de 150 anos em 60 países (LERNER, 2002) percebem-se três características dos países que privilegiam o sistema de patentes: relativa força econômica, condições políticas e tradição jurídica. Países relativamente mais ricos têm bons sistemas de patentes, que permitem que os patenteadores coloquem as patentes em prática por longos períodos; e países com instituições democráticas têm maior probabilidade de terem sistemas de proteção à propriedade intelectual e maiores prêmios aos patenteadores. Ou seja, a evidência empírica sugere que o arranjo institucional é significativamente importante.

A experiência do século XIX pode ajudar a esclarecer em que medida as leis de patentes influenciam a inovação (MOSER, 2005). A análise de dados para os anos de 1851 e 1876 sugere que invenções em países sem leis de patentes se concentram em um pequeno conjunto de indústrias nas quais patentes são pouco importantes, enquanto inovação em países com leis de patentes é muito mais diversificada. Estes resultados sugerem que patente ajuda a determinar a direção da mudança técnica e que a adoção de leis de patentes em países sem tais leis pode alterar o padrão existente de vantagem comparativa entre os países.

As solicitações de patentes por inventores domésticos nos EUA passaram de cerca de 60 mil por ano na década de 1980 para cerca de 150 mil por ano na década de 1990. As universidades triplicaram sua produção anual de patentes, e os gastos reais com P&D por pequenas e médias empresas (menos de 5000 empregados) mais que dobraram – todas mudanças atribuídas às reformas no sistema de patentes nos EUA (GALLINI, 2002). Tais mudanças tiveram como objetivo estimular a inovação nos EUA, dada a constatação de que o país estava perdendo posição relativa para outros países. Para tal, tornaram as patentes mais fortes, mais fáceis de serem aplicadas e de serem garantidas por tempo maior, estendendo a aplicação de patentes para novos assuntos importantes, como engenharia genética e métodos de administração. Tudo indica que funcionou.

Porém, não seria de todo sem sentido verificar a pertinência e as formas de proteger ativos intelectuais dadas as condições de apropriabilidade. Cohen, Nelson e

Walsh (2000) fazem esta análise tentando explicar por que algumas empresas industriais americanas patenteiam e outras não. A partir de uma pesquisa feita em 1994 entre 1478 laboratórios de P&D no setor manufatureiro americano, foram encontradas firmas que protegem seus lucros referentes às inovações não só com patentes, mas com um leque de mecanismos de proteção intelectual, que inclui segredo industrial, tempo de liderança e o uso de capacidades manufatureiras e de mercados complementares. Entre estes mecanismos, as patentes são as menos utilizadas pelas empresas na maioria dos setores industriais, enquanto o segredo industrial e o tempo de liderança são os mais utilizados.

As edições 2003, 2005 e 2008 da Pesquisa de Inovação Tecnológica (PINTEC) realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) trazem informações sobre o uso de mecanismos de apropriabilidade. Segundo SILVA JR et alli (2015, p. 344), apenas 6,35% das empresas brasileiras da indústria de transformação usam patentes de invenção. Na indústria química, considerado um dos setores mais inovadores e que mais faz uso de mecanismos formais de apropriabilidade, 11,26% usam patentes de invenção.

Isto é compreensível diante dos vários mecanismos de apropriabilidade por escrito - patente de invenção, patente de modelo de utilidade, registro de desenho industrial, marca, direito de autor –, estratégicos - complexidade do desenho, segredo industrial, tempo de liderança sobre os competidores –, e uso de mais de um mecanismo de apropriabilidade ao mesmo tempo, ou mix de mecanismos de apropriabilidade.

Efetivamente, patente nem sempre é a melhor alternativa de apropriabilidade (HALL; ZIEDONIS, 2001). Em alguns casos, encontramos um paradoxo das patentes, como ilustra estudo empírico sobre o padrão de patenteamento na indústria de semicondutores americana entre 1979 e 1995 - um setor caracterizado por rápida mudança tecnológica e cumulatividade de inovação. A pesquisa referente a 95 empresas americanas de semicondutores sugere que tais firmas não utilizam patentes de forma sistemática para se apropriar dos retornos de P&D, a despeito de a propensão a patentear das empresas de semicondutores ter aumentado significativamente desde meados dos anos de 1980.

Utilizar informações sobre patentes e P&D de países em desenvolvimento é algo ainda mais sensível, haja vista suas restrições. As patentes apresentam três limitações: i) elas medem invenções ao invés de inovações, ii) a tendência a patentear varia entre os países, setores e processos, e iii) as firmas frequentemente usam métodos de proteção alternativos às patentes para proteger suas invenções, tais como segredo industrial e tempo de liderança sobre os competidores. Já gastos com P&D podem ser inadequados porque nem todas as inovações são geradas por gastos com P&D; porque P&D não necessariamente leva à inovação, pois de fato, são insumos, e não produtos; e porque a medida de P&D formal é viesada contra as pequenas empresas (GORODNICHENKO; SVEJNAR; TERRELL, 2008).

Porém, em economias emergentes, P&D e patentes são menos prováveis de serem observadas, na medida em que, a princípio, as empresas se envolvem mais em imitação e adaptação de inovações já criadas ou testadas do que na geração de novas invenções. Neste sentido, é importante observar outros tipos de atividade inovativa, como o desenvolvimento e atualização de novos produtos, a adaptação de novas tecnologias, ou a obtenção de certificações de qualidade (GORODNICHENKO; SVEJNAR; TERRELL, 2008).

3. O QUE DIZEM OS DADOS DE PATENTES

Feitas as considerações e ressalvas sobre patentes, analisamos os dados obtidos na base de dados on line da Organização Mundial de Propriedade Intelectual (World Intellectual Property Organization, WIPO) para o período 1980 a 2018 para o Brasil e alguns países selecionados: Japão e Estados Unidos (EUA), líderes mundiais em patentes e que têm uma trajetória de patenteamento de longo prazo consistente; China e Coreia do Sul, que deram um saldo substancial na corrida por patentes no século XXI; e os outros membros dos BRICS, Rússia, Índia e África do Sul.

A TABELA 1A abaixo (que deve ser lida na direção das linhas) traz os dados absolutos para os países selecionados agregados por décadas – o que faz sentido, pois o esforço inovador não gera resultado imediato. A TABELA 1B (que também deve ser lida na direção das linhas) é seu equivalente em percentuais. Percebemos que o Brasil tem um avanço consistente, saindo de pouco mais de 1200 patentes na década

de 1980 para quase 10 mil entre 2010 e 2018, sendo que 81,5% das quase 17 mil patentes brasileiras entre 1980 e 2018 foram depositadas no século XXI.

Observando Japão e EUA percebemos que os EUA saem na frente na corrida por patentes, mas são ultrapassados pelo Japão a partir dos anos 1990, que permanecem na liderança. A distribuição temporal indica que 68% dos quase 7 milhões de patentes japonesas foram depositadas no século XXI, enquanto que 65% das quase 5,5 milhões de patentes dos EUA foram depositadas nas duas últimas décadas. Coreia do Sul começa muito à frente da China, e na década de 1980 tinha mais de 7.200 patentes depositadas, contra apenas 390 patentes chinesas. Mas a China revela um esforço tecnológico impressionante no século XXI e ultrapassa a Coreia do Sul, que também teve ritmo elevado. No período 2010 a 2018 a Coreia do Sul depositou notáveis 1 milhão de patentes, e a China 1,9 milhão de patentes – algo espetacular perante as 390 patentes dos anos 1980. Das 1,8 milhão de patentes sul-coreanas, 91,5 % foram depositadas no século XXI, enquanto que 99,4% das 2,2 milhões de patentes da China foram depositadas no mesmo período.

Sobre os outros membros dos BRICS, começamos pela Rússia, que nos anos 1980 ainda era União das Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS). Segundo os dados disponíveis, 70% das 1,4 milhão de patentes russas foi depositada no século XX, sendo 43,85% na era da URSS. Índia e África do Sul revelam estoque de patentes parecido, cerca de 47 mil, mas com trajetórias temporais opostas: enquanto Índia tem crescimento consistente e 90% das suas patentes são depositadas no século XXI, a África do Sul mostra declínio consistente e 59% das suas patentes são do século XX.

A TABELA 2 (que deve ser lida na direção das colunas) dá a dimensão do estoque de 17 mil patentes brasileiras em 38 anos em relação aos países selecionados. Equivale a 0,24% do estoque de 7 milhões de patentes japonesas, 0,31% das 5,5 milhões dos EUA, 0,78% das 2,2 milhões da China, 0,95% das 1,8 milhão da Coreia do Sul, 1,2% das 1,4 milhão russas, 35% das sul-africanas e 36% das indianas. Ou seja, o desempenho relativo brasileiro oscila entre o péssimo e o pífio.

TABELA 1A – patentes por países selecionados, agregado por décadas

# patentes	1980-1989	1990-1999	2000-2009	2010-2018	1980-2018
BRASIL	1,233	1,902	4,049	9,781	16,965
JAPÃO	800,299	1,421,158	2,013,572	2,741,950	6,976,979
EUA	887,627	1,049,498	1,417,525	2,155,363	5,510,013
CHINA	390	12,418	234,378	1,932,959	2,180,145
CORÉIA DO SUL	7,237	145,002	610,473	1,029,271	1,791,983
RÚSSIA	617,025	365,433	209,213	215,154	1,406,825
ÍNDIA	752	3,815	15,164	27,274	47,005
ÁFRICA DO SUL	13,757	14,158	12,151	7,528	47,594

Fonte: elaborado pelos autores a partir de dados da WIPO

TABELA 1B - patentes por países selecionados, distribuição percentual

% patentes	1980-1989	1990-1999	2000-2009	2010-2018	2000-2018
BRASIL	7.268%	11.211%	23.867%	57.654%	81.521%
JAPÃO	11.471%	20.369%	28.860%	39.300%	68.160%
EUA	16.109%	19.047%	25.726%	39.117%	64.844%
CHINA	0.018%	0.570%	10.751%	88.662%	99.413%
CORÉIA DO SUL	0.404%	8.092%	34.067%	57.438%	91.504%
RÚSSIA	43.859%	25.976%	14.871%	15.294%	30.165%
ÍNDIA	1.600%	8.116%	32.260%	58.024%	90.284%
ÁFRICA DO SUL	28.905%	29.747%	25.531%	15.817%	41.348%

Fonte: elaborado pelos autores a partir de dados da WIPO

TABELA 2 - estoque de patentes brasileiras entre 1980 e 2018 em relação aos países selecionados

% patentes	BRASIL/OUTROS
JAPÃO	0.243%
EUA	0.308%
CHINA	0.778%
CORÉIA DO SUL	0.947%
RÚSSIA	1.206%
ÍNDIA	36.092%
ÁFRICA DO SUL	35.645%

Fonte: elaborado pelos autores a partir de dados da WIPO

A TABELA 3 (que também deve ser lida na direção das colunas), mostra a distribuição das patentes depositadas pelos países selecionados entre 1980 e 2018 entre as 35 áreas de classificação da WIPO. Observando com atenção, percebemos as áreas que os países mais se destacam. No caso do Brasil, o destaque vai para construção civil, com 6,47% do total. E em percentuais que variam entre 5% e 6% em cada área estão materiais químicos básicos, materiais metelúrgicos, engenharia química, manipulação de medicamentos, máquinas, bombas hidráulicas e turbinas e transporte.

Observando o Japão, o destaque é máquinas elétricas e aparatos de energia com 8,2%, seguidos de equipamentos óticos (7%), tecnologia audio-visual (6,7%), tecnologia de computadores e semi-condutores (5,6%). Nos EUA o destaque é tecnologia de computadores (9,72%), seguido de tecnologia médica (6,7%). Na China, equipamentos de medida (7%), máquinas elétricas e aparatos de energia (6,78%), tecnologia de computadores (6,56%). Na Coreia do Sul, semicondutores (8,4%), máquinas elétricas e aparatos de energia (8,1%), tecnologia e equipamentos audio-visuais (7,47%) e tecnologia de computadores (7%). Na Rússia, equipamentos de medida (9,94%), engenharia civil (8%) e máquinas e ferramentas (7,8%). A Índia revela-se bastante focada em segmentos sofisticados, com 4 áreas respondendo por 57% das 47 mil patentes indianas: tecnologia de computadores (22,85%), semicondutores (12,6%), farmacêuticos (10,95%) e química orgânica fina (10,85%). Por fim, África do Sul apresenta destaques em construção civil (14,9%), manipulação de medicamentos (7,15%), mobília e jogos (6,27%) e engenharia química (5,9%).

Cabe algumas observações sobre particularidades dos países analisados. O Brasil teve sérios problemas econômicos e políticos entre as décadas de 1980 e 2010. Nos anos 1980 e até meados dos 1990 todo esforço nacional girou em torno do combate à inflação, que ultrapassou os 1000% ao ano mais de uma vez. Teve a campanha “diretas já”, a eleição indireta de Tancredo Neves seguido de sua morte às vésperas da posse, a constituinte de 1987 e a constituição de 1988, as primeiras eleições livres depois de décadas em 1989, seguidas de confisco de ativos em 1991 e do impedimento do presidente eleito em 1992. Nos anos 1995 a 2015 uma certa estabilidade política e econômica, seguida de novas turbulências, como outro

impedimento de presidente da república em 2016 e um tumultuado período político até as eleições de 2018.

Estados Unidos viveram certa estabilidade política e econômica, mas foram fortemente afetados pelas consequências do segundo choque do petróleo de 1979, a Guerra do Golfo nos anos 1990, os atentados terroristas de 11/09/2001, a segunda Guerra do Golfo de 2003, e a crise financeira de 2008. Em alguma medida estes eventos que atingiram os EUA atingiram o Japão e outros países da nossa amostra. Sobre a Rússia, cabe destacar que a passagem de URSS para Federação Russa teve substanciais mudanças na sociedade russa, o que certamente impactou o sistema de inovação russo, como indicam os dados de patentes antes e depois da União Soviética. Apesar dos choques exógenos negativos, os países aqui analisados conseguiram manter e avançar suas agendas tecnológicas - exceto a África do Sul, que apresenta reversão, e a Rússia, que não consegue manter o ritmo da era soviética.

Mas o elemento estrutural que provoca tamanha discrepância não é exatamente a exogeneidade favorável ou desfavorável. É a solidez do sistema nacional de inovação.

4. A CAPACIDADE DE INOVAR NÃO É FRUTO DO ACASO

“Seria desnecessário frisar que a tecnologia, entendida como a capacidade do homem de transformar e administrar os recursos da natureza em seu próprio proveito, não aparece e se desenvolve em um vácuo sociopolítico. Não é ela uma benesse dos deuses a um Prometeu sempre perdoado. São as condições concretas da sociedade que favorecem ou dificultam o progresso tecnológico.” Segundo Videira (2010, p. 7), esta foi a fala de Renato Archer, primeiro a chefiar o Ministério da Ciência e Tecnologia, em “Os problemas do desenvolvimento da tecnologia no Brasil”, tema da Aula Magna proferida no Instituto Militar de Engenharia, em 13/02/1986.

De fato, a capacidade de inovar de um país é resultado de um Sistema Nacional de Inovação sólido, o que demanda continua e substancial mobilização nacional de recursos físicos, financeiros e humanos no longo prazo. Vejamos brevemente a experiência americana, europeia e brasileira.

TABELA 3 - distribuição das patentes depositadas pelos países selecionados entre 1980 e 2018 entre as áreas de classificação da WIPO

SECTOR	BRA	JPN	USA	CHN	COREIA	RUSSIA	INDIA	AF SUL
1 - Electrical machinery, apparatus, energy	4.60%	8.245%	5.00%	6.77%	8.163%	5.25%	1.64%	4.66%
2 - Audio-visual technology	1.36%	6.768%	3.50%	2.39%	7.474%	1.14%	1.58%	1.25%
3 - Telecommunications	0.95%	3.296%	3.28%	2.38%	5.008%	1.17%	2.36%	1.08%
4 - Digital communication	0.47%	1.904%	4.07%	6.31%	4.721%	0.37%	5.71%	0.55%
5 - Basic communication processes	0.23%	1.473%	1.55%	0.61%	1.218%	2.09%	3.07%	0.25%
6 - Computer technology	1.47%	5.655%	9.72%	6.56%	6.998%	2.77%	22.85%	1.40%
7 - IT methods for management	0.33%	0.478%	1.01%	0.34%	1.359%	0.06%	1.11%	0.55%
8 - Semiconductors	0.21%	5.600%	3.30%	2.23%	8.406%	0.47%	12.59%	0.48%
9 - Optics	0.57%	6.995%	2.78%	1.86%	4.458%	0.91%	1.12%	0.35%
10 - Measurement	3.08%	4.421%	4.49%	7.04%	3.170%	9.94%	2.83%	2.74%
11 - Analysis of biological materials	0.56%	0.301%	0.83%	0.52%	0.323%	1.10%	0.55%	0.24%
12 - Control	1.33%	1.824%	1.77%	2.08%	1.355%	2.06%	1.43%	2.05%
13 - Medical technology	4.33%	2.202%	6.69%	2.05%	2.094%	4.81%	1.72%	3.27%
14 - Organic fine chemistry	3.19%	2.197%	4.27%	2.97%	1.525%	1.40%	10.85%	1.54%
15 - Biotechnology	2.74%	0.856%	2.59%	2.16%	1.332%	1.02%	3.14%	0.97%
16 - Pharmaceuticals	3.75%	1.082%	4.15%	4.16%	1.364%	1.91%	10.95%	1.54%
17 - Macromolecular chemistry, polymers	1.51%	2.452%	2.33%	2.20%	1.311%	0.88%	1.24%	0.55%
18 - Food chemistry	1.66%	0.819%	0.91%	2.59%	1.628%	4.07%	0.96%	1.24%
19 - Basic materials chemistry	5.48%	2.222%	3.11%	3.97%	1.604%	2.24%	2.89%	3.92%
20 - Materials, metallurgy	5.52%	2.891%	1.61%	5.25%	2.191%	5.97%	1.49%	4.56%
21 - Surface technology, coating	1.33%	2.377%	1.76%	1.87%	1.428%	1.41%	1.00%	1.11%
22 - Micro-structural and nano-technology	0.12%	0.078%	0.11%	0.32%	0.251%	0.14%	0.09%	0.02%
23 - Chemical engineering	5.35%	1.909%	2.73%	3.26%	1.961%	4.89%	1.91%	5.90%
24 - Environmental technology	2.02%	1.331%	1.12%	2.38%	1.797%	1.88%	0.57%	2.20%
25 - Handling	5.64%	3.046%	2.76%	2.53%	1.790%	3.35%	0.50%	7.15%
26 - Machine tools	2.76%	3.030%	2.35%	4.63%	2.251%	7.79%	0.65%	3.46%
27 - Engines, pumps, turbines	5.75%	3.202%	2.42%	1.62%	2.026%	3.52%	1.10%	1.98%
28 - Textile and paper machines	1.95%	3.357%	1.88%	1.84%	1.406%	1.25%	0.45%	1.00%
29 - Other special machines	7.01%	3.181%	3.28%	3.65%	2.755%	6.41%	0.82%	6.20%
30 - Thermal processes and apparatus	2.47%	1.917%	1.08%	1.99%	2.374%	2.47%	0.44%	2.39%
31 - Mechanical elements	5.47%	2.960%	2.65%	2.16%	2.080%	3.70%	0.59%	5.15%
32 - Transport	5.41%	4.523%	3.30%	2.40%	4.791%	3.71%	0.71%	5.74%
33 - Furniture, games	2.14%	2.618%	2.56%	1.24%	2.282%	0.74%	0.31%	6.27%
34 - Other consumer goods	2.78%	1.708%	1.85%	1.32%	2.784%	1.00%	0.33%	3.36%
35 - Civil engineering	6.47%	3.084%	3.20%	4.35%	4.323%	8.05%	0.44%	14.90%

Fonte: elaborado pelos autores a partir de dados da WIPO

Do lado americano, em meados dos anos de 1940 o governo concluiu que não poderia depender da ciência européia para o desenvolvimento civil e militar dos EUA. Um sistema nacional de inovação eficiente, com a adequada infraestrutura para ciência e inovação, tinha que ser construído.

Em 17 de novembro de 1944 o presidente Roosevelt encaminhou uma carta ao diretor do Escritório de Pesquisa e Desenvolvimento Científico dos EUA com questões sobre ciência e tecnologia civil e militar. O contexto das duas grandes guerras européias e a necessidade de soluções rápidas e inéditas para problemas

complexos por parte dos EUA influenciaram tanto as questões encaminhadas quanto as respostas oferecidas - respostas estas que recomendaram com urgência um programa de governo para a ciência americana. A principal conclusão do relatório “Science: The Endless Frontier. A Report to the President”, de 1945, que ficou conhecido como “relatório Bush”, foi: o progresso científico é essencial, tanto no âmbito civil quanto militar.

No âmbito civil porque novos produtos, novos setores da economia e mais emprego requerem adição contínua de conhecimento, particularmente das ciências da natureza, e aplicações para fins práticos. No âmbito militar porque deveria ter mais pesquisa militar em tempos de paz, em maior quantidade e qualidade. Logo, é essencial que cientistas civis contribuam para pesquisas militares em tempos de paz, ainda que de forma não tão intensa quanto contribuíram em tempos de guerra. Por fim, estava claro que somente o governo americano poderia empreender pesquisas militares, haja vista o sigilo, a ausência de valor comercial para maioria dos resultados e os altos custos. O governo americano não teria como escapar da sua obrigação de dar apoio às pesquisas militares e os EUA não poderiam mais depender da Europa como fonte indispensável de conhecimento.

Como até 1945 não havia uma política nacional americana para ciência, o relatório Bush recomendou forte e urgentemente 1) a criação de uma agência, a National Research Foundation (Bush, 1945, p. 38) para estes propósitos, 2) investimento em capital humano para produzir ciência básica e para aplicá-la para fins civis e militares, 3) financiamento público para ciência básica, 4) observância de 5 princípios para fomentar pesquisa (p.36): i) fundos estáveis, ii) agências de fomento com corpo técnico composto somente com pessoas qualificadas para ciência e educação, iii) tal agência deveria apenas financiar pesquisa através de bolsas ou contratos, e não ter laboratórios próprios, iv) apoiar pesquisa básica em instituições de ensino superior públicas e privadas, v) garantir a liberdade e independência para pesquisar.

O Relatório Bush estabelecia, então, os fundamentos do sistema nacional de inovação norte americano. E a partir daí um esforço para inovação que colocaria os EUA na liderança tecnológica civil e militar.

A história do sistema federal americano de inovação pode ser dividida em dois períodos. O primeiro, de 1945 a 1980, os laboratórios estavam envolvidos em pesquisa interna e suporte a pesquisa em empresas e universidades, mas não estavam formalmente preocupados com a comercialização de tecnologias. O segundo, a partir de 1980, quando há substancial mudança na legislação que permite envolvimento dos laboratórios federais americanos na comercialização de tecnologia. As principais leis são Stevenson-Wydler Act e o Bayh-Dole Act, ambas de 1980, e consideradas complementares. Depois vieram regras adicionais, que tornaram mais claro como tratar propriedade intelectual resultante de acordos de colaboração. Entre elas The National Cooperative R&D Act of 1984, The Federal Technology Transfer Act of 1986, The National Competitiveness Technology Transfer Act of 1989, The National Cooperative Research and Production Act of 1993. Estas regras criaram a possibilidade de uso de vários canais de transferência de tecnologia para os laboratórios federais americanos. Entre os canais formais, o patenteamento, e o licenciamento exclusivo ou não de patentes. Entre os canais menos formais, a transferência de tecnologia via spinoffs, a ida de cientistas dos laboratórios para as empresas, e os acordos entre empresas e laboratórios (Adams, Chiang, Jensen, 2003). Em suma, a partir dos anos 1980 os EUA criaram uma política de transferência de tecnologia e flexibilizaram o uso dos direitos de propriedade intelectual.

Do lado europeu, no fim dos anos 1960, o então lado capitalista se organizava para minimizar assimetrias e articular melhor o seu sistema nacional de inovação, do qual os EUA dependiam mais do que gostariam. A OCDE, criada em 14 de dezembro de 1960, logo no início das suas atividades manifestou preocupação tanto com a tecnologia quanto com as diferenças de padrões tecnológicos entre seus membros. Já em 1964 houve o primeiro encontro de ministros de Ciência e Tecnologia da OCDE, encontro este que se repetiu em 1966. Daí surgiu a série de estudos "The gaps in technology between member countries" cujas estatísticas orientariam as discussões futuras sobre inovação. Foram considerados prioridades na época: instrumentos científicos, componentes eletrônicos, computadores eletrônicos, plásticos, produtos farmacêuticos e metais não ferrosos, (OCDE, 1968). Não por acaso, setores nos quais as empresas europeias conseguiram substancial liderança mundial.

Desde então a OCDE aprimorou as ferramentas de formulação de políticas para inovação implementando, entre outras coisas, metas de gastos com P&D. Os efeitos dos choques de curto prazo (como a crise financeira de 2008) e longo prazo (como mudanças demográficas) sobre inovação colocaram as economias da OCDE perante desafios sem precedentes. Com orçamentos extremamente restritos, os governos estão mobilizando todos os recursos para garantir crescimento forte e sustentável. Em particular, as oportunidades que a internet e os mercados globais oferecem; e os principais ativos dos respectivos países, tais como capital humano, conhecimento e criatividade. Nesta agenda de tempos de crise a inovação continua a ter importância fundamental (OCDE, 2012).

Assim, na segunda metade do século 20, governos dos EUA e da então Europa ocidental se movimentaram para implementar ou ampliar seus sistemas nacionais de inovação, movimentação esta que prossegue neste início do século 21, conforme detalham Edquist (2005), Mowery, Sampat (2005), Soete, Verspagen, Well (2010).

Do lado brasileiro as iniciativas para fomentar ciência básica e o ensino superior a nível federal começam de forma bem restrita na década de 1920 (com a atual UFRJ criada em 1920 e a atual UFMG em 1927) e se expande substancialmente na década de 1950 com a criação do CNPq e da CAPES; a ampliação das Universidades Federais nos anos 1960; e criação da Embrapa, em 1973, que passaria a ter importante função nas pesquisas agrícolas. Em março 1985 foi criado o Ministério da Ciência e Tecnologia, que em agosto de 2011 passou a se chamar Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, e que em maio de 2016 passou a se chamar Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, e que em junho de 2020 voltou a ser Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. Ou seja, até início da década de 1950 o Brasil não tinha um órgão federal dedicado à ciência, tecnologias e inovações. E depois da criação dos mesmos, orçamentos restritos e grande rotatividade dos ocupantes das respectivas cadeiras, como detalha Videira (2010) ao narrar os primeiros 25 anos do MCT.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, podemos concluir que o Brasil i) avançou em relação a si próprio na produção de tecnologia, tomando patentes como referência, ii) tem desempenho que oscila entre o péssimo e o pífio quando comparado com os países

selecionados, iii) não tem foco, haja vista a grande dispersão no esforço de patentear, iv) é o que tem o menor estoque de patentes entre os BRICS.

Podemos concluir também que os líderes em patentes, Japão e EUA, têm um esforço consistente de longo prazo, que a Coreia do Sul deu um saldo impressionante, particularmente no século XXI, e que a China deu um saldo espetacular, saindo de meras 390 patentes nos anos 1980 para cerca de 2 milhões na década de 2010, que a Índia cresce rápido e focada neste século XXI, e que Rússia e África do Sul, até agora, tiveram despenho no século XX melhor que no século XXI. Todavia, apesar da reversão da tendência, ainda continuam na frente do Brasil na corrida por patentes.

Podemos esperar que versão brasileira da crise de 2020, que é eminentemente uma crise de insuficiência tecnológica nacional, deixe claro para os formuladores de políticas públicas o quão estratégico é o domínio tecnológico. Isso implica em um amplo e contínuo esforço nacional e radical mudança de prioridades, como investir mais infraestrutura laboratorial e financiamento de ciência, tecnologia e inovação e menos em infraestrutura e financiamento do futebol, menos gastos com propaganda governamental, e menos gastos com serviços da dívida pública.

REFERÊNCIAS

ADAMS, JD; CHIANG, EP; JENSEN, JL. The Influence of Federal Laboratory R&D on Industrial Research. *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 85, No. 4 (Nov., 2003), pp. 1003-1020.

BUSH, V. *Science: The Endless Frontier. A Report to the President*. Washington, 1945.

CANTWELL, J. Innovation and competitiveness. In: FAGERBERG, J.; MOWERY, D. C.; NELSON, R. R. *The Oxford handbook of innovation*. Oxford: Oxford University Press, 2006. p. 543-567.

EDQUIST, C. Systems of Innovation: perspectives and challengers. In: Fagerberg, J; Mowery, DC; Nelson, RR. *The Oxford Handbook of Innovation*. P. 181-208. Oxford University Press. 2006.

FAGERBERG, J. Innovation: a guide to the literature. In: FAGERBERG, J.; MOWERY, D. C.; NELSON, R. R. *The Oxford handbook of innovation*. Oxford: Oxford University Press, 2006. p. 1-26.

FAGERBERG, J.; GODINHO, M. M. Innovation and catching-up. In: FAGERBERG, J.; MOWERY, D. C.; NELSON, R. R. *The Oxford handbook of innovation*. Oxford: Oxford University Press, 2006. p. 514-542.

GALLINI, N. T. The economics of patents: lessons from recent U.S. patent reform. *Journal of Economic Perspectives*, v.16, n. 2, p. 131–154, spring 2002.

GORODNICHENKO, Y.; SVEJNAR, J.; TERRELL, K. Globalization and innovation in emerging markets. NBER Working Paper, n. 14481, November 2008.

GRANSTRAND, O. Innovation and intellectual property rights. In: FAGERBERG, J.; MOWERY, D. C.; NELSON, R. R. *The Oxford handbook of innovation*. Oxford: Oxford University Press, 2006. p. 266-290.

HALL, B. H.; ZIEDONIS, H. R. The patent paradox revisited: an empirical study of patenting in the U.S. semiconductor industry, 1979-1995. *The RAND Journal of Economics*, v. 32, n. 1, p. 101-128, spring 2001.

LERNER, J. 150 years of patent protection. *The American Economic Review*, v. 92, n. 2, p. 221–225, May, 2002. Papers and Proceedings of the One Hundred Fourteenth Annual Meeting of the American Economic Association.

MOSER, P. How Do Patent Laws Influence Innovation? Evidence from Nineteenth-Century World's Fairs, *The American Economic Review*, v. 95, n.4, p. 1214-1236, September 2005.

MOWERY, DC; SAMPAT, BN. Universities in National Innovation Systems. In: Fagerberg, J; Mowery, DC; Nelson, RR. *The Oxford Handbook of Innovation*. P. 209-239. Oxford University Press. 2006.

OCDE. General Report. Gaps in Technology. Paris, 1968.

OCDE. Science, Technology and Industry Outlook. 2012.

SILVA Jr, G. G.; Hasenclever, L ; Pinto, JPM ; Silveira, JMFJ ; Miranda, RB . Produtividade, inovação e poder de mercado na indústria brasileira de transformação. In: Fernanda de Negri; Luiz Ricardo Cavalcante. (Org.). *Produtividade no Brasil - desempenho e determinantes. Volume 2 - determinantes*. 1ed.Brasília: Ipea, 2015, v. 2, p. 331-360.

SOETE, L; VERSPAGEN, B; WELL, BT. Systems of Innovation. In: Hall, BH; Rosenberg, N. *Handbook of the Economics of Innovation*. P. 1160-1178. North Holland. 2010.

VAN DULKEN, S. *Inventing the 20th century: 100 inventions that shaped the world*. London: The British Library, 2002.

VIDEIRA, A. A. P. 25 anos de MCT: raízes históricas da criação de um ministério. Brasília: CGEE/MCT, 2010

WIPO. IP Statistics Data Center
<https://www3.wipo.int/ipstats/index.htm?tab=patent>
 Acesso entre 06/04/2020 e 30/04/2020