

Identificação do índice de inovação aberta presente nas ICT Brasileiras e as estratégias tecnológicas adotadas

Marcelo Trevilato Dorascenzi
Geciane Silveira Porto

Resumo: Este trabalho tem como objetivo identificar o índice de inovação aberta (IA) das Instituições de Ciência e Tecnologia (ICT) brasileiros. Para isso, desenvolveu-se uma pesquisa quantitativa, com abordagem descritiva, a qual analisa dados secundários referentes ao depósito de patentes, extraídas da base de dados Derwent Innovations. O universo da pesquisa compreende informações de todas as ICT instaladas no país, no período de 2000-2019. Para esse fim, a partir da captação das informações foi feita a identificação e análise do grau de IA. Isso ocorreu por meio do cálculo proposto por Luqueze (2018), que permite uma classificação quanto ao grau de IA em razão da intensidade com a qual as empresas adotam a cooperação para desenvolvimento tecnológico. O estudo concluiu que as ICT no Brasil adotam prioritariamente a estratégia de inovação parcialmente aberta. Além disso, as universidades tendem a ter um número de patentes maior do que os outros tipos de ICT. Este estudo integra o Sistema de Monitoramento de Parcerias Tecnológicas (<https://sites.usp.br/monitoramentotecnologico>), o qual disponibiliza informações que permitem compreender melhor a dinâmica de gestão da inovação das organizações públicas ou privadas instaladas no país..

Palavras-Chave: Inovação Aberta; Inovação Tecnológica; Patentes.

1. Introdução

Desde o nascimento do pensamento matemático até a criação dos mais complexos processadores e computadores, a tecnologia impacta o desenvolvimento humano. O mundo sempre seguiu e deve continuar seguindo as consequências do avanço tecnológico. As organizações são parte integrante e fundamental desse desenvolvimento, isso porque criam e determinam essa realidade. Essa dinâmica se intensifica na lógica capitalista, a qual configura um macroambiente em que o processo tecnológico é extremamente importante para a manutenção da competitividade (BELTRÁN MORA, 2012).

A intensificação da competitividade faz com que o processo de pesquisa, desenvolvimento e inovação (P&D&I) torne-se indispensável para as empresas acompanharem o progresso mercadológico; aumentarem a eficiência e eficácia dos processos; e enfrentarem os desafios globais, com a reavaliação de estratégias, métodos e rotinas organizacionais (SOUZA; ARICA, 2006). Como resultado, a inovação tem sido a grande pauta da atualidade, já que é a resposta das organizações para toda a complexidade que o mundo moderno imprime sobre elas.

A eficiência é melhorada por meio da inovação (Felin e Zenger, 2014) e, juntamente com a sua capacidade de solucionar problemas, proporciona para as organizações uma forma de compreensão e adaptação diante das produções tecnológicas (FREITAS et al., 2017). Como consequência de uma dinâmica competitiva, incertezas ambientais e complexidades da inovação e da recombinação do conhecimento, surge a necessidade de aplicação de diferentes formas de governança, de acordo com as especificidades dos problemas e desafios.

Isso aumenta a permeabilidade das fronteiras organizacionais e força as organizações a interagirem com seu ambiente e com as partes externas. Por esse motivo, estudiosos da inovação aberta (IA) se concentram na necessidade de organizações transcenderem suas fronteiras, adquirindo conhecimento e tecnologia externamente, ao buscar novos métodos e estratégias de inovação (FELIN e ZENGER, 2014).

Dessa maneira, a IA, como um modelo de gestão da inovação tornou-se uma opção para as empresas, já que possibilita a soma de conhecimentos e esforços, internos e externos com o intuito de inovar (LINDEGAARD, 2011).

A IA pode ser realizada com diferentes agentes externos à organização, sendo alguns deles: empresas, órgãos do governo, universidades e institutos de pesquisa. Cada um desses agentes tem um papel no ecossistema de inovação, o que possibilita diferentes estratégias e oportunidades para a geração de tecnologia em cooperação. As Instituições de Ciência e Tecnologia (ICT), especificamente, são responsáveis por gerar conhecimento científico e formar pesquisadores e mão de obra qualificada. Isso as faz ter uma relevância muito grande dentro de um cenário de cooperação, uma vez que detém a expertise dos pesquisadores e a estrutura necessária para a criação de uma nova tecnologia.

Considerando esse cenário, buscou-se neste estudo avaliar o índice de IA adotado pelas ICTs brasileiras a partir da identificação da cooperação entre ICTs e os outros atores do sistema de inovação que resultaram no desenvolvimento de invenções protegidas por patentes em cotitulariedade. Com a identificação do grau de IA, é possível compreender a abordagem de governança aplicado para inovação, das ICTs Brasileiras, tendo como base os anos 2000 a 2019.

Espera-se, a partir deste estudo, disponibilizar informações que permitam compreender melhor a dinâmica de gestão da inovação das ICTs no país e desta forma contribuir para o aprimoramento de políticas públicas do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI), fundações de apoio, Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (EMBRAPPI) e bancos de desenvolvimento, voltadas ao incentivo da Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil. Há ainda a possibilidade de potencializar a realização de projetos de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (P&D&I) em cooperação entre as ICTs pesquisadas e os demais atores do sistema de inovação.

2. Fundamentação teórica

A Inovação Aberta é um modelo de gestão definido por Chesbrough (2006, p. 2) como:

Uso de entradas e saídas intencionais de conhecimento para acelerar a inovação interna e expandir os mercados para o uso externo da inovação, respectivamente. A inovação aberta é um paradigma que pressupõe que as empresas podem e devem usar ideias externas, bem como ideias internas, e caminhos internos e externos para o mercado, à medida que procuram aprimorar sua tecnologia.

Um dos diferenciais da IA é a centralidade do modelo de negócios, ao propor que as organizações procurem talentos de dentro e fora da empresa para fomentar e não se restringir aos modelos atuais, buscando diversidade de oportunidades no mercado. Em contraposição, a inovação fechada presta pouca ou nenhuma atenção nesse tópico dentro da organização para a inovação e foca seus esforços com o intuito de garantir “os melhores” e que essa seria a chave para a apresentação de inovações valiosas (CHESBROUGH, 2006).

A IA pode ser definida como "um processo de inovação distribuído baseado em fluxos de conhecimento gerenciados propositadamente através das fronteiras organizacionais, usando mecanismos pecuniários e não pecuniários em linha com o modelo de negócios da organização" (CHESBROUGH, 2017, p. 30). O que faz com que o modelo de inovação fechada gradativamente seja substituído por ela, já que esta vai além de análises de fontes internas e busca também como fontes, clientes, fornecedores, universidades, institutos de pesquisa, inventores independentes, a fim de colaborar (STAL; NOHARA; CHAGAS JR., 2014). No sentido de que, “na tentativa de atingir ou permanecer na vanguarda das inovações, algumas empresas perceberam que não havia mais espaço para o modelo verticalizado de gestão da inovação, no qual eram internalizadas todas as atividades voltadas à inovação” (FREITAS et al., 2017, p. 24). Porquanto, conforme Luqueze (2018, p. 18) a ação de colaborações em prol do desenvolvimento gera evolução tecnológica porque

É possível constatar inúmeras evoluções tecnológicas advindas de grupos de estudo, pessoas autodidatas e empreendedoras, setores empresariais, programas governamentais, comunidades, dentre tantos outros segmentos, os quais apresentam diferentes esforços colaborativos em prol do desenvolvimento.

O destaque da IA ocorre por resultado de influências do mercado e pode-se ressaltar pontos benéficos da adoção desse modo de gestão da inovação, como a possibilidade de inovar de modo mais eficiente, com menos recursos, em menos tempo, proporcionar ao mercado invenções internas, as quais não tiveram uso, o que viabiliza uma nova fonte de renda para a organização. Além de trazer mudanças na cultura empresarial, no modelo de negócios e na gestão de propriedade intelectual, as quais trazem novas formas de criar valor e identificar conhecimento externo útil para agregar na organização, de mesmo modo, a utilização da IA é uma estratégia para aumentar competitividade. (STAL; NOHARA; CHAGAS JR., 2014). E segundo Luqueze (2018, p. 26) “ademais de fazerem a própria investigação e desenvolvimento, as empresas tipicamente exploram o conhecimento de fontes externas por meio de licenciamento, contratação de P&D, aquisição de outras empresas, ou, ainda, atraindo pesquisadores qualificados que incorporam conhecimento relevante”.

O sucesso na implementação de práticas de Inovação Aberta depende, na maioria dos casos, de como elas são incorporadas no modelo de negócio da empresa, sendo os esforços das empresas, tanto a partir de recursos internos ou externos, precisam estar alinhados ao seu modelo de negócio (CHESBROUGH e CROWTHER, 2006, apud CÂNDIDO, 2017).

O modelo de IA é uma nova proposta na condução dos desenvolvimentos inovadores, em contraste com o modelo tradicional, em que tudo era realizado de forma isolada e sem abertura com o ambiente externo. A partir do modelo de Inovação Aberta houve uma significativa alteração na maneira de pensar a gestão da inovação. Embora, muitos casos de sucesso em grandes empresas já foram relatados a nível mundial, ainda parece existir receio na adoção do modelo aberto (CÂNDIDO, 2017).

Diante disso, vale-se a importância do estudo e da análise do comportamento das grandes organizações diante da gestão da inovação de forma aberta, e para isso, considerando a existência de diferentes formas de gestões, o trabalho realizado por (LUQUEZE, 2018, p. 69 e 134) buscou fazer discriminantes para essa questão por meio da análise de patentes, as quais a autora acredita que trazem “relevantes subsídios para o avanço da pesquisa sobre a IA”. Então, utilizou de uma matriz desenvolvida de forma autoral para transpor informações sobre gestão da inovação das empresas de forma mais clara, tendo em vista a busca por formas que permitam a catalogação e o estudo dessas informações em base de comparação analítica, já que “tais práticas não são divulgadas de modo sistemático e pormenorizado nos relatórios publicados ao mercado”.

A matriz desenvolvida permite visualizar como as empresas estão respondendo aos desafios sob a ótica da cooperação. Para isso, propôs uma categorização das empresas segundo a identificação dos padrões de cooperação criando uma matriz de classificação para IA, a qual define os estágios de maturidade de IA nas empresas por meio de quartis, que possuem uma evolução entre uma fase e outra.

Quadro 1 - Matriz de classificação quanto ao grau de IA

Percentual de Patentes em contitularidade	Práticas das empresas	Classificação
0 – 25%	Empresa tecnologia proprietária	Inovação Fechada
26% - 50%	Prioriza interações e parcerias esporadicamente	Inovação parcialmente aberta
51% - 75%	Faz uso constante e regular de parcerias em investimentos de P&D interno e externo	Inovação Aberta
76% - 100%	Desenvolve tecnologia por meio de parceiras e redes de colaboração	Inovação extremamente aberta

Fonte: Luqueze (2018)

O quartil de inovação fechada abrange empresas que realizam parcerias de forma pontual e que optam por uma estratégia de desenvolver internamente suas tecnologias. O quartil de inovação parcialmente aberta engloba as empresas que estão começando a analisar suas capacidades internas e oportunidades externas, compreendendo as competências tecnológicas de outras organizações e as potencialidades de uma cooperação.

No quartil de inovação aberta, tem-se as empresas que possuem as habilidades interativas de comunicação que transmitem e absorvem as competências tecnológicas com o mundo externo para participantes internos e externos. Por fim, no quartil de inovação extremamente aberta, as empresas buscam parcerias mais duradouras para desenvolver novas soluções e produtos e possuem cultura e estratégia direcionadas à IA (LUQUEZE, 2018).

Com as mudanças constantes no mercado, que propiciam a criação de uma nova ordem econômica, a qual instiga a competitividade e a inovação tecnológica, surgem nas empresas novas formas de organização industrial com o objetivo de acompanhar as transformações. Por isso, a organização e atuação em cooperação tornam-se atrativas para solucionar e viabilizar o desenvolvimento no ambiente competitivo e inovador emergente (OLIVEIRA; FILHO, 2005), justamente, por ser “uma das formas de acesso à tecnologia e à inovação” (PORTO, 2004, p. 30).

As cooperações entre empresa e universidade são um exemplo de como as empresas podem mudar sua perspectiva de gestão da inovação para IA. “Organizadas por meio de funções e operações interconectadas e integradas entre empresas e entidades, estão envolvidas no desenvolvimento ou difusão de inovações” (LUQUEZE, 2018, p. 33) e são resultado de uma ação em conjunto, que desenvolvem parcerias e que envolvem, simultaneamente, mais de um do ator do sistema, que podem ser, por exemplo, a empresa, a universidade e o governo (PORTO, 2004).

Portanto, mesmo que as redes de empresas permitam a “complementação para superar problemas comuns, adquirir eficiência coletiva e penetrar novos mercados” (OLIVEIRA; FILHO, 2005, p. 3845), é essencial que haja diversificação de conexões, como o estabelecimento de parcerias entre empresas e universidades, por ser de suma relevância para a dinâmica da inovação (LUQUEZE, 2018, p. 140). Inclusive porque, a partir da década de 1970, as mudanças econômicas e políticas do mundo alteraram as políticas de educação das

Instituições de Ensino Superior (IES), no sentido de que, as universidades passaram a se aproximar do mercado e das empresas e criaram-se mecanismos de interação (CRISTOFOLETTI; SERAFIM, 2017).

Ademais, “a análise do processo inovador, antes focada somente na geração linear de novos saberes, também sofreu inúmeras mudanças e hoje aborda o desenvolvimento de novas formas de produzir, aplicar e distribuir o conhecimento” (COSTA; PORTO; FELDHAUS, 2010, p. 102). Assim, o fomento à absorção de tecnologia depende do sistema formal de ensino, de instituições de pesquisa e das empresas, especialmente, da vinculação do setor técnico-científico com o empresarial (PORTO, 2004).

Nessa linha, a interação empresa-universidade ganha destaque e de acordo com Philippi (2015, apud TAVARES; PHILIPPI; PORTO, 2019), se faz propulsora de desenvolvimento científico tecnológico e, conseqüentemente, econômico e social nos países em desenvolvimento. No Brasil, o processo de incentivo a essa atividade ainda é recente e não foram encontrados padrões claros de relacionamento tanto para empresas quanto para universidades e grupos de pesquisa, logo, há muito a ser feito para incentivar novas parcerias e impulsionar a inovação no país (PORTO, 2013).

Em suma, a relevância da colaboração entre empresa e universidade é resultado do ritmo altamente dinâmico do desenvolvimento tecnológico, o qual demanda novas perspectivas. Além de que, as universidades por meio de esforços colaborativos podem atrair novas fontes de investimento para suas atividades e expandir a participação do esforço de desenvolvimento tecnológico e econômico do país de forma mais próxima e mais eficiente, além de exercer com maiores eficiências seu papel social. (TAVARES; PHILIPPI; PORTO, 2019).

3. Método de pesquisa

O procedimento metodológico adotado com relação à forma de abordagem se classifica como quantitativo, porque possui embasamentos em técnicas de estatística descritiva e busca identificar, classificar e compreender o Sistema de Inovação Brasileiro a partir de informações de base numérica. Classifica-se também como pesquisa descritiva, uma vez que possui em seus objetivos a identificação da dinâmica de inovação no Brasil e a comparação entre categoria de cooperação e classificação das ICTs por meio de amostras da realidade (VERGARA, 2009).

Os dados secundários empregados foram coletados na base Derwent Innovation da Clarivate Analytic, no período de 1998 a 2019. Os documentos patentários coletados são referentes às Instituições de Ciência e Tecnologia (ICTs) que tiveram registro de patentes entre 1999 e 2019. Utilizou-se para a coleta de dados, os INPADOCs (família de patentes) depositados nos últimos 20 anos ICTs da amostra.

Esta pesquisa visa aprimorar os estudos no campo de inovação no país por meio da identificação do índice de inovação aberta utilizado pelas ICTs Brasileiras e a adoção de estratégias de tecnologia proprietária ou cooperação tecnológica. Entender como essas organizações se relacionam entre si e com a inovação são de extrema relevância para permitir uma orientação da área de pesquisa, desenvolvimento e inovação (P&D&I) no sentido de coordenarem esforços para a geração de patentes com maior grau de inovação e valor de mercado.

Ressalta-se que a escolha das patentes como fonte de informação se deve à acessibilidade de informações estratégicas sobre o conteúdo da invenção protegida, o mercado alvo de interesse das organizações e os titulares. Tem-se, com as patentes, uma ampla cobertura dos setores de maior agregado tecnológico, sendo assim, possível, análises com maior abrangência na área de inovação. A amostra utilizada se baseou em uma sequência de lapidações no arquivo base. Primeiramente foram coletados todos os registros de patentes realizados no período de 1998 a 2019 das 305 ICTs Brasileiras. Após isso foi realizado a construção de um banco de dados padronizado e segmentado por categoria de atuação (Universidades, Institutos de Pesquisa, Empresas, Hospitais e Governo). Vale lembrar que nem toda organização dessa amostra já realizou algum depósito de patente ou mesmo possuem registros ativos. Desse modo, buscou-se analisar apenas àquelas que possuem depósitos ativos e com atuação no Brasil, o que totaliza 273 ICTs.

O banco de dados formado contou com a eliminação dos pedidos que foram negados ou arquivados em definitivo de forma a se analisar somente pedidos em análise e patentes concedidas pelas 94 autoridades patentárias monitoradas pela plataforma. Utilizou-se o campo do Assignee/Applicant para coleta dos dados, que apresenta o titular original da patente. Essa informação permite avaliar a questão das fusões e aquisições ao longo do tempo. Dentre as informações patentárias coletadas utilizou-se: Assignee/Applicant, Número de publicação, Ano de aplicação, Status da patente (morta ou viva) e Membros do INPADOC.

Após a coleta dos dados das ICTs Brasileiras, agrupou-se as informações em uma única tabela Excel. As patentes que não estavam mais sob proteção foram eliminadas, seja por ter expirado o prazo (em geral 20 anos), por estratégia da organização em abandonar o depósito, por ter sido negado ou litigado o pedido. Esta etapa evita erros nas análises realizadas, atuando como um primeiro filtro dos dados.

Em razão da falta de padronização dos nomes dos titulares das patentes, utilizou-se o software de tratamento de dados OpenRefine. Os dados tratados permitiram, a partir dos membros do INPADOC, identificar os países alvos da proteção das tecnologias, já que patentes têm vigência geográfica.

Após a separação dos dados, foram criadas colunas com especificações de patentes em cooperação e categoria de organização (Universidade, Instituto de Pesquisa, Governo, Empresa e Hospital). Em seguida foram criadas tabelas dinâmicas que pudessem suportar as análises de índice de cooperação (a partir do ano Assignee Padronizado) e das categorias de organização.

Para a análise dos dados foram utilizadas ferramentas de estatísticas descritivas como gráficos de distribuição, diagramas de Pareto, tabelas de sumarização de dados e figuras comparativas. Essas ferramentas ilustram de modo resumido o que há no banco de dados. A partir delas foi possível a construção de análises que embasam argumentos e justificam pontos específicos. Além disso, o modelo de índice de cooperação elaborado por Luqueze (2018) foi utilizado como fonte para a elaboração de um índice próprio para as ICTs brasileiras que pudesse descrever o grau de inovação de cada instituição no período analisado.

O cálculo realizado para encontrar os percentuais classificadores do grau de IA é a razão entre o número de patentes em cooperação de determinada ICT e o montante total de patentes depositadas ao longo do período analisado por ela.

4. Resultados e Discussão

A análise do índice de inovação aberta das 273 ICTs brasileiras se deu a partir da identificação de mais de uma organização no *Assignee/Applicant* das patentes coletadas. Uma vez identificados essas organizações, foram segmentadas, categorizadas e associadas à sua origem. Esse processo resultou na análise de 941 organizações diferentes, categorizadas em universidades (UNIV), institutos de pesquisa (IP), órgãos do governo (GOV), hospitais (HOSP) e empresas (EMP). Isso mostra que além das 273 ICTs realizarem cooperações entre si, também possuem patentes em cotitularidade com outras 658 organizações de várias nacionalidades.

Na Tabela 1, é possível visualizar a quantidade de organizações por categoria, a quantidade de patentes total produzidas e as patentes em cooperação. Ressalta-se que o número total de UNIV e IP evidenciados na Tabela 1 são maiores que 273, pois há patentes em cooperação com universidades e institutos de pesquisa estrangeiros, e por isso somam na mesma categoria. O número de patentes das categorias GOV, HOSP e EMP é necessariamente igual às suas patentes em cooperação, pois sua existência na base de dados se deve a cooperação com as ICTs alvo do estudo.

Tabela 1: Apresentação da amostra utilizada

Categoria	Quant. Instituições	Quant. Patentes	Pat. Cooperação
UNIV	260	10.307	3.080
IP	118	1.716	757
GOV	44	859	859
HOSP	13	44	44
EMP	506	1.319	1.319
TOTAL	941	11.610	3.424

Fonte: elaborado pelo autor

Além disso, o número total de patentes e patentes em cooperação não é a soma das categorias, mas sim, a quantidade de números de publicação únicos. Essa pesquisa, analisou, então, 11.610 patentes diferentes, dentre elas, 3.424 em cooperação. Logo, o grau de inovação aberta médio das ICTs brasileiras é de 29,5%. Considerando as classificações de Luqueze (2018), as ICTs brasileiras apresentam uma estrutura parcialmente aberta.

As universidades e os institutos de pesquisas somam 88,8% e 14,8%, respectivamente, da quantidade total de patentes analisadas. A relevância das universidades é nítida na produção de tecnologia.

As universidades geralmente possuem maior potencial de produção tecnológica quando em comparação com os institutos de pesquisa devido a uma variedade de fatores. Uma das razões para isso é a abordagem multidisciplinar nas pesquisas, a qual permite maior colaboração entre diferentes campos de estudo e o desenvolvimento de soluções inovadoras. Além disso, universidades possuem um forte foco em educação e treinamento, o que ajuda a desenvolver mão de obra com habilidades e conhecimentos capazes de produzir tecnologia no âmbito acadêmico e industrial. Universidades também tendem a ter um maior investimento quando comparadas com Institutos de Pesquisa e expressam uma perspectiva científica de longo prazo,

o que leva a transformações tecnológicas mais ambiciosas, Börner, K., Sanyal, S., & Vespignani, A. (2007).

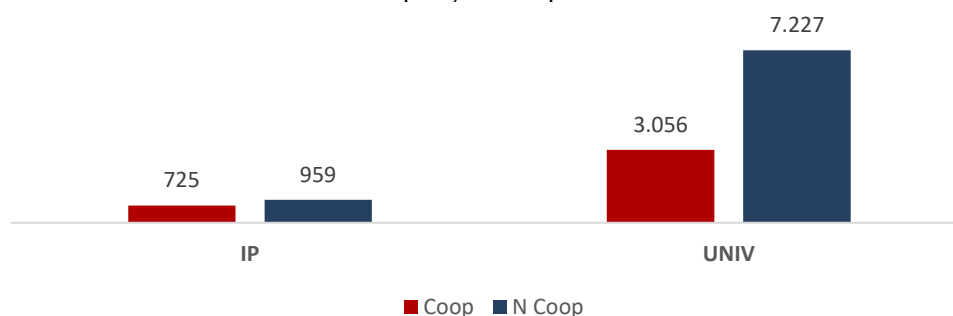
Em contrapartida, os institutos de pesquisa podem apresentar maior foco e flexibilidade quando em comparação com as universidades, permitindo-lhes responder mais rapidamente às questões de pesquisa emergentes e às necessidades tecnológicas. De modo similar, Carayannis e Rakhmatullin (2014) sugerem que os institutos de pesquisa são mais efetivos no desenvolvimento de ciências aplicadas e tecnologia, já que estão mais próximos da indústria e por isso, conseguem melhor compreender as demandas do mercado. Os autores argumentam que os institutos pode ser uma fonte chave de transferência de conhecimento e inovação, atuando como ponte entre a academia e a indústria. Etzkowitz (2008) defende que os institutos de pesquisa podem também servir como intermediários entre as universidades e o governo, ajudando a traduzir o conhecimento científico em políticas e práticas econômicas. De modo geral, os institutos de pesquisa são valiosos agentes do ecossistema de inovação, atuando ao lado das universidades, indústria e governo na produção de novas tecnologias.

Desse modo, é compreensível a relevância da cooperação nos institutos de pesquisa quando em comparação com as universidades, uma vez que o propósito desses agentes é atuar como um desenvolvedor de soluções para as demandas do mercado. No Gráfico 1 é possível visualizar como 43,0% das patentes dos IP são em cooperação, enquanto apenas 29,71% das patentes das UNIV estão em cotitularidade.

No entanto, é preciso ter cuidado ao determinar a alta representatividade da cooperação dos Institutos de Pesquisa como sendo algo restrito à sua função econômica dentro do contexto dos ecossistemas de inovação. Isso porque, por mais que a representatividade seja alta quando em comparação com as Universidades, o volume de tecnologia produzido é extremamente baixo. O Gráfico 1 deixa evidente essa disparidade entre a quantidade de patentes produzidas pelos IP e pelas UNIV.

O financiamento público é particularmente importante para os institutos de pesquisa, uma vez que muitas vezes essas instituições operam em áreas onde o potencial de ganho comercial pode não ser imediatamente aparente, dificultando o apoio financeiro necessário para os investidores privados. Ao fornecer financiamento para institutos de pesquisa, os governos podem apoiar o desenvolvimento de novas tecnologias e inovações com potencial para beneficiar a sociedade e impulsionar o crescimento econômico.

Gráfico 1: Patentes em Cooperação e Proprietárias das ICTs Brasileiras



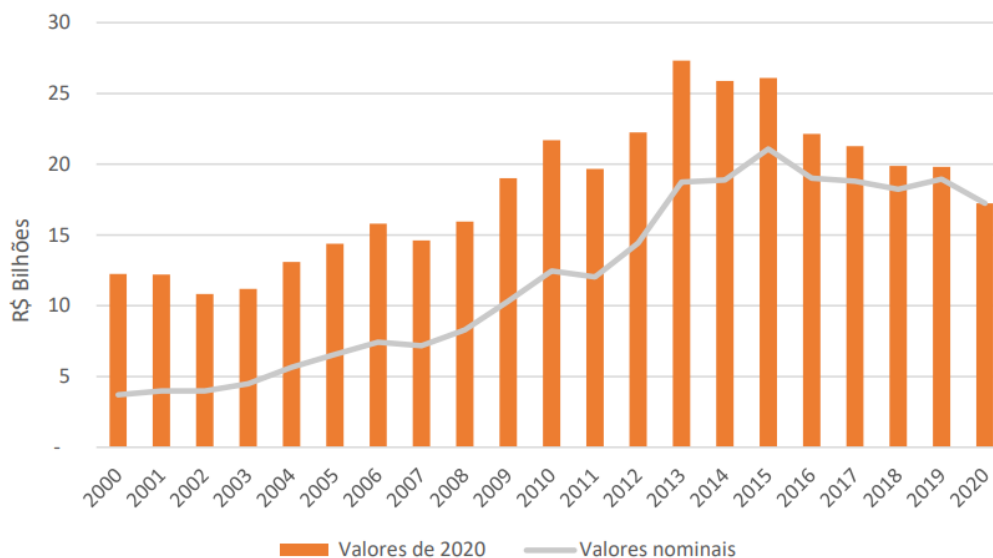
Fonte: elaborado pelo autor

O contexto político econômico ao qual os IP brasileiros estão inseridos justifica o nível de produção tecnológica da categoria. O Gráfico 2 mostra que, a partir de 2013, houve uma queda significativa nos investimentos federais em Ciência e Tecnologia (C&T), em termos reais. Depois de um período de ampliação consistente que durou mais de uma década, os investimentos em C&T caíram cerca de 37% entre 2013 e 2020, chegando em 2020 a um nível inferior ao registrado em 2009. É importante notar, no entanto, que essa queda não afetou todos os órgãos e ações governamentais da mesma maneira. Esse decréscimo no financiamento dos últimos anos tem impactado a capacidade das ICTs brasileiras continuarem suas atividades eficientemente.

De acordo com IPEA (2021), o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), em conjunto com o Ministério da Educação (MEC) foram os órgãos governamentais que mais perderam orçamento em C&T entre 2013 e 2020, ou seja, justamente os principais órgãos da política nacional de ciência e tecnologia. No MCTI, estão as principais agências e fundos de fomento a pesquisa no país, o CNPq e o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), gerido pela Finep. Além disso, é ao MCTI que estão vinculadas a maior parte das instituições de pesquisa do país, tais como o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), o Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM), o Instituto de Pesquisas da Amazônia (IMPA), entre outros. A queda pela metade do orçamento deste órgão, portanto, atinge profundamente a capacidade de produção científica e tecnológica do país.

No Ministério da Educação, a redução no orçamento foi bastante significativa, afetando principalmente a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), a principal agência responsável pela formação de cientistas no país, que responde por cerca de 80% dos investimentos em C&T (exceto pós-graduação) do MEC. Além disso, o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) também sofreu redução de orçamento, representando 10% do investimento do MEC em C&T. Essas reduções terão um impacto direto na formação de pesquisadores brasileiros em cursos de mestrado e doutorado, tanto no Brasil quanto no exterior

Gráfico 2: Gastos em C&T do governo federal em valores nominais e reais de 2020 (R\$ milhões): 2000 a 2020



Fonte: Sistema Integrado de Planejamento e Orçamento (SIOP); IPEA (2021)

Apesar dos desafios, os institutos de pesquisa têm realizado importantes contribuições. A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), por exemplo, tem um papel chave no desenvolvimento de novas tecnologias e práticas para o desenvolvimento das lavouras do país e na segurança alimentar do mundo. A Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), também tem realizado importantes contribuições na pesquisa para a saúde pública, como o desenvolvimento de novas vacinas e tratamentos de doenças infecciosas. Esses e tantos outros institutos de pesquisa continuarão a exercer um papel relevante no desenvolvimento tecnológico no país, mas o financiamento público será necessário para assegurar que eles possam operar de maneira eficaz nos próximos anos.

Isso fica evidente, quando se observa a Tabela 2, a qual evidencia a EMBRAPA e a FIOCRUZ em primeiro e terceiro lugares, respectivamente, entre os institutos de pesquisa com maior número de patentes registradas no período. Percebe-se que o desenvolvimento tecnológico dos IP tem pouca dispersão e por isso, depende de agentes específicos. Apenas as três instituições listadas em primeiro lugar no ranking, detêm juntas, 54,6% de toda a produção da categoria. Isso mostra como a categoria possui um desenvolvimento de inovação centralizado em agentes específicos.

Um ecossistema de inovação descentralizado e diversificado pode estimular o surgimento e a difusão de novas tecnologias e ideias. Em contraste, um ecossistema excessivamente centralizado em torno de alguns agentes dominantes, como grandes corporações ou agências governamentais, pode se tornar estagnado e resistente à mudança Etzkowitz (2008). Um ecossistema diversificado, com diversos atores, como universidades, startups e organizações comunitárias, pode estimular a criatividade, a experimentação e as colaborações interdisciplinares. Além disso, um sistema descentralizado pode criar redundâncias que podem ajudar a mitigar o impacto de qualquer participante ou instituição falhar ou ser incapaz de inovar, aumentando assim a resiliência do sistema como um todo. Portanto, promover a

diversidade e a descentralização nos ecossistemas de inovação é crucial para a inovação sustentável e contínua.

Tabela 2: Institutos de Pesquisa Brasileiros com Maior Número de Patentes

IP	Nº Patentes	% IP	% Geral	Pat. Coop.	% Coop
EMBRAPA	365	21,7%	3,1%	201	55,1%
CPQD	331	19,7%	2,9%	72	21,8%
FIOCRUZ	222	13,2%	1,9%	65	29,3%
BUTANTAN	75	4,5%	0,6%	24	32,0%
INPA	71	4,2%	0,6%	23	32,4%
IPT	70	4,2%	0,6%	44	62,9%
INT	54	3,2%	0,5%	34	63,0%
CETEM	52	3,1%	0,4%	23	44,2%
CBPF	45	2,7%	0,4%	22	48,9%
CNPEM	39	2,3%	0,3%	15	38,5%

Fonte: elaborado pelo autor

Por outro lado, as universidades evidenciam mais dispersão na produção geral de patentes, e maiores diferenças entre as estratégias de produção tecnológica adotadas. Dentre as 10 universidades que mais produziram patentes, todas são públicas.

As universidades públicas brasileiras têm se mostrado mais eficazes na produção de tecnologia devido ao foco em pesquisa e inovação, ao acesso a financiamento governamental e à capacidade de colaborar com parceiros da indústria. Possuem acesso a financiamento governamental por meio de órgãos como a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), que fornecem apoio financeiro para pesquisa e desenvolvimento e independem suas operações das pressões e oscilações do mercado.

Levando em consideração o índice de inovação aberta (% Coop), constata-se uma média geral entre as apresentadas na tabela de 35,7%, percentual menor em comparação aos Institutos de Pesquisa. As diferenças nesse índice podem indicar inúmeros fatores, desde a capacidade autônoma da universidade em produzir tecnologia, até a maturidade em produzir patentes cotitularidade com outros agentes. A categoria apresentou cooperações com empresas, outras universidades, governos e institutos de pesquisa, seguindo essa ordem de relevância. Em contrapartida, os institutos de pesquisa, tiveram destaque para as cooperações com outras universidades e empresas. Essa pode ser interpretado como um indicativo da falta de capacidade tecnológica autônoma que os institutos de pesquisa possuem, quando se relaciona com os níveis de investimento e a centralização da produção de patentes em apenas alguns IP.

Tabela 3: Universidade Brasileiras com Maior Número de Patentes

IP	Nº Patentes	% UNIV	% Geral	Pat. Coop.	% Coop
UNICAMP	1.254	12,2%	10,8%	305	24,3%
USP	1.121	10,9%	9,7%	485	43,3%
UFRJ	986	9,6%	8,5%	468	47,5%
UFMG	892	8,7%	7,7%	295	33,1%

UFRGS	717	7,0%	6,2%	376	52,4%
UFPR	484	4,7%	4,2%	70	14,5%
UNESP	357	3,5%	3,1%	143	40,1%
UFPE	260	2,5%	2,2%	106	40,8%
UFPB	217	2,1%	1,9%	27	12,4%
UNB	203	2,0%	1,7%	99	48,8%

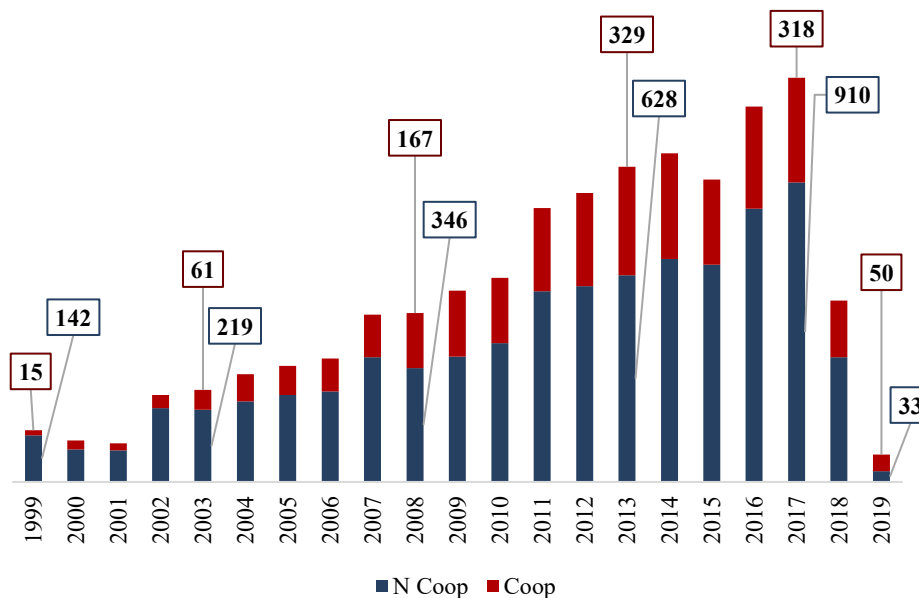
Fonte: elaborado pelo autor

Em ambas as tabelas apresentadas, percebe-se algum nível de inovação aberta exercido pelas ICTs brasileiras. No Gráfico 1, é possível visualizar a quantidade absoluta de registros analisados no período, segmentado por tecnologias em cooperação e tecnologias proprietárias. Nele, é visível a diferença entre a quantidade de depósitos em cotitularidade e em titularidade individual, assim como a evolução desses registros ao longo do tempo. Basicamente há uma oscilação que indica crescimento tanto na quantidade total de patentes produzidas como no aumento do emprego da IA (vide consequente aumento nas tecnologias patenteadas em cotitularidade).

O pico em relação à produção total de tecnologia se dá em 2017, no entanto, em relação a produção de registros em cooperação, o pico é em 2013, com um total de 329 registros. Esse tipo de oscilação evidencia como aos poucos as ICTs brasileiras ganharam competitividade tecnológica ao longo do tempo, assim como o emprego da cooperação tecnológica tem tomado força no Sistema Nacional de Inovação (SNI) brasileiro.

Ao longo dos anos, a inovação aberta tem sido cada vez mais adotada no Brasil, pois empresas e instituições buscam colaborar e compartilhar conhecimento para promover a inovação. O governo brasileiro lançou diversas iniciativas para fomentar a inovação aberta, como a criação de polos de inovação e parques tecnológicos, que visam reunir empresas, universidades, institutos de pesquisa e outras organizações para colaborar e desenvolver novas tecnologias. Além disso, tem havido um interesse crescente em inovação aberta entre as empresas, que estão formando parcerias e redes para alavancar a expertise e o conhecimento de parceiros externos. A abordagem de inovação aberta tem sido reconhecida como uma estratégia promissora para as empresas brasileiras superarem desafios, como recursos limitados, e acessarem novos mercados e oportunidades.

Gráfico 2: Evolução dos Depósitos de Patentes das ICTs Brasileiras



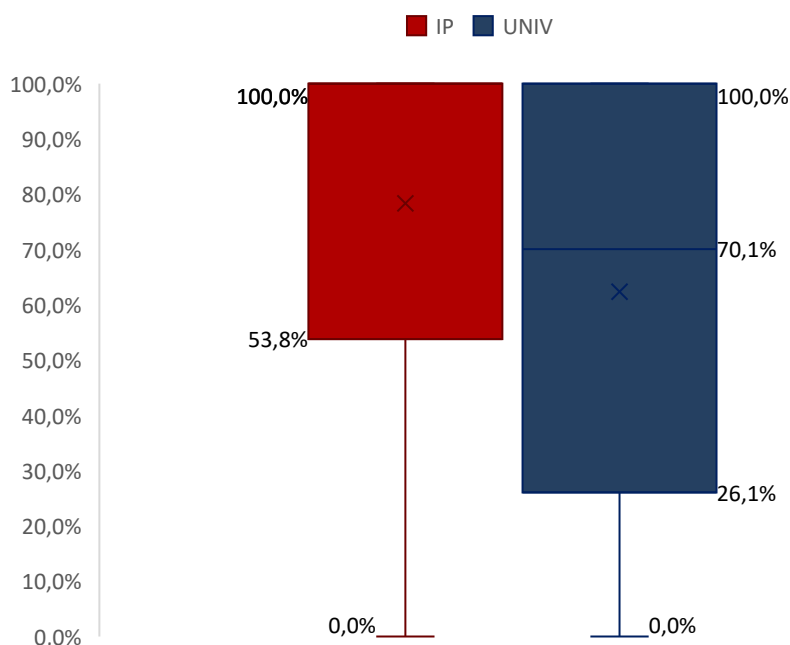
Fonte: elaborado pelo autor

A "Lei do Bem" (Lei nº 11.196/2005), é um exemplo de ação governamental que aumentou a inovação no país. Ela é uma lei federal brasileira criada em 2005 que oferece incentivos fiscais para empresas que investem em atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D). O principal objetivo dessa lei é incentivar a inovação por meio da redução da carga tributária das empresas que investem em P&D. As empresas que investem em P&D podem deduzir até 34% de suas despesas relacionadas a essas atividades de sua receita tributável, incluindo despesas com salário de pesquisadores, equipamentos, softwares e outros custos. Além disso, a lei permite que as empresas usem uma parcela de seus impostos devidos para financiar projetos de P&D em universidades e institutos de pesquisa. A lei tem sido bem-sucedida na promoção de atividades de P&D no país e tem contribuído para aumentar o número de patentes e inovações desenvolvidas no Brasil nos últimos anos.

Além disso, a "Lei do Bem" também facilitou a criação de startups de base tecnológica, que têm se destacado como importantes impulsionadores da inovação no Brasil. Essas startups costumam ter uma forte conexão com universidades e institutos de pesquisa, pois contam com o conhecimento e a experiência de acadêmicos para desenvolver novas tecnologias. No geral, ela ajudou a criar um ecossistema de inovação mais colaborativo e aberto no país.

Nesse contexto, buscou-se encontrar uma classificação própria do índice de inovação aberta das ICTs brasileiras baseada na mesma metodologia empregada por Luqueze (2018). A partir de uma análise de quartil sobre a taxa de cooperação de cada instituição (razão entre patentes em cooperação e total de patentes depositadas), obteve-se o resultado evidenciado no Gráfico 3.

Gráfico 3: Boxplot das 273 ICTs Segmentadas em Institutos de Pesquisa e Universidades

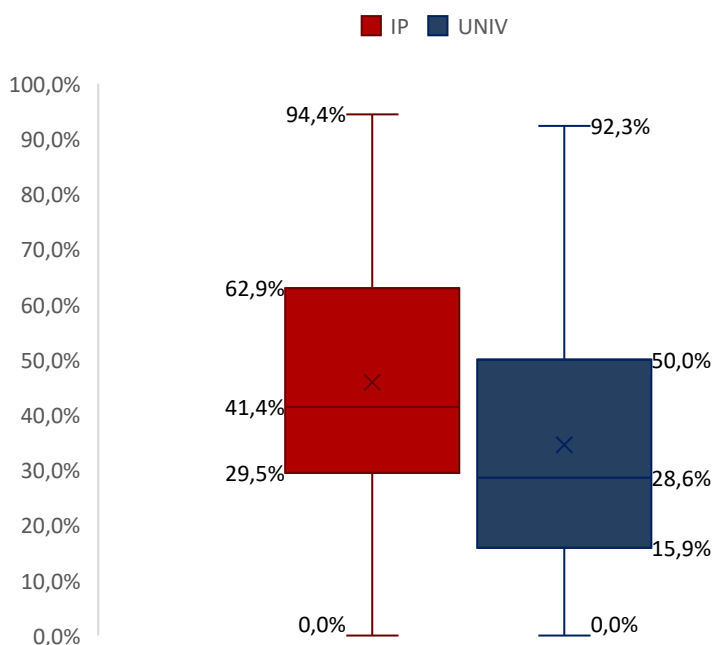


Fonte: elaborado pelo autor

Os resultados das categorias IP e UNIV mostraram uma distribuição assimétrica das taxas de cooperação. Além disso, o número de separatrizes da análise de quartil foi afetado devido ao excesso de instituições apenas com depósitos em cooperação. Desse modo, essas instituições possuem um índice de inovação aberta de 100%, já que todas as suas patentes são resultadas de cooperação. Ao todo, dos 90 institutos de pesquisa e 183 universidades analisadas, haviam 54 e 83 instituições com índice de inovação aberta 100%, respectivamente. Isso quer dizer que, apenas 40% dos IP e 55% das UNIV possuem ao menos uma patente em titularidade individual. Com essa alta quantidade de ICTs com IA em 100%, a análise de quartil geral mostrou como a capacidade de produção tecnológica autônoma é mínima nas ICTs e em como as instituições menores dependem de cooperação com outras instituições ou empresas para conseguir gerar tecnologia. Essa centralização da capacidade tecnológica falseia uma realidade de alta cooperação dentro do SNI brasileiro.

De modo a trazer uma visão mais específica nas ICTs com ao menos uma tecnologia patenteada em titularidade proprietária, ou seja, àquelas que evidenciaram capacidade tecnológica autônoma, foi realizada uma nova análise de quartil. No Gráfico 4, tem-se o *boxplot* dos 36 IP e 100 UNIV com um índice de inovação aberta menor que 100%.

Gráfico 4: Boxplot das ICTs com Patentes Proprietárias



Fonte: elaborado pelo autor

No Gráfico 4, é possível notar uma distribuição também assimétrica, mas com todas as separatrizes (mínimo, quartil 1, 2, 3 e máximo). Considerando os IP, percebe-se que possuem um índice de IA geral maior, se concentrando em números entre 29,5% e 62,9%. Em contrapartida, as UNIV se concentram num índice de IA entre 15,9% e 50%. Como já discutido anteriormente, isso se deve a vários fatores, tanto a missão de cada uma das categorias (enquanto um busca solucionar as demandas do mercado, o outro gera ensino e conhecimento a sociedade) quanto questões de financiamento e falta de recurso.

6. Conclusões

Em conclusão, tanto as universidades quanto os institutos de pesquisa desempenham papéis importantes na promoção da inovação aberta no Brasil. As universidades, com sua abordagem multidisciplinar e foco na pesquisa, são mais adequadas para gerar novos conhecimentos e tecnologias. Por outro lado, os institutos de pesquisa, com foco em pesquisa aplicada e conhecimento especializado, estão mais bem posicionados para desenvolver tecnologia e trazê-la para o mercado.

Apesar dos desafios da queda do investimento público em ciência e tecnologia, tanto as universidades quanto os institutos de pesquisa têm demonstrado sua capacidade de inovação e produção de conhecimento no Brasil. No entanto, são necessários mais investimentos e políticas para sustentar e expandir o ecossistema de inovação aberta no Brasil, com foco na criação de um sistema de inovação mais descentralizado e diversificado, que envolva uma gama mais ampla de stakeholders e apoie o desenvolvimento de novas tecnologias e indústrias.

No Brasil, onde o financiamento público para pesquisa e desenvolvimento é limitado, a inovação aberta pode facilitar o desenvolvimento de novas tecnologias e o crescimento de

empresas inovadoras. Também permite a inclusão de uma maior diversidade de atores no processo de inovação, incluindo empresas menores, startups e empresas sociais.

Além disso, a inovação aberta pode ajudar a superar alguns dos desafios enfrentados pelas empresas brasileiras, como a falta de capacidade gerencial e tecnológica e o acesso limitado a financiamento. No geral, a inovação aberta tem o potencial de aumentar a eficácia e a eficiência do ecossistema de inovação no Brasil e contribuir para o desenvolvimento econômico e social do país.

Referências

BELTRÁN MORA, L. N. Innovación y competitividad en el comercio internacional. *Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad*, v. 4, n. 7, p. 137, 2012.

BORNER, K., SANYAL, S., & VESPIGNANI, A. *Network Science: Complexity in Nature and Technology*. Springer Science & Business Media, 2007

CÂNDIDO, A. C. Gestão da Informação e Inovação Aberta. *Brazilian Journal of Information Science: research trends*, v. 11, n. 2, p. 72–78, 23 jun. 2017.

CARAYANNIS, E. G., & RAKHMATULLIN, R.. The quadruple/quintuple innovation helixes and smart specialisation strategies for sustainable and inclusive growth in Europe and beyond. *Journal of the Knowledge Economy*, 5(2), 212-239, 2014

CHESBROUGH, H. *Open Innovation: a New Paradigm for Understanding Industrial Innovation*. Open Innovation: Researching a New Paradigm, 2006.

CHESBROUGH, H. The future of open innovation. *Research-Technology Management*, v. 60, n. 6, p. 29–35, 2 nov. 2017.

CRISTOFOLETTI, E. C.; SERAFIM, M. P. A relação universidade-empresa sob diferentes abordagens: da universidade empreendedora ao capitalismo acadêmico. *Educação*, v. 40, n. 1, p. 73–82, 31 maio 2017.

ETZKOWITZ, H. *The triple helix: university-industry-government innovation in action*. Routledge, 2008

FELIN, T.; ZENGER, T. R. Closed or open innovation? Problem solving and the governance choice. *Research Policy*, v. 43, n. 5, p. 914–925, jun. 2014.

FREITAS, A. S. DE et al. Inovação aberta nas empresas brasileiras: Uma análise da produção acadêmica no período de 2003 a 2016. *Revista Ibero-Americana de Estratégia*, v. 16, n. 03, p. 22–38, 1 set. 2017.

IPEA - INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. Políticas Públicas para Ciência e Tecnologia no Brasil: Cenário e Evolução Recente - Publicação Preliminar. Brasília, 2021

LINDEGAARD, S. A revolução da inovação aberta: A chave da nova competitividade dos negócios. São Paulo: Editora Évora, 2011.

LUQUEZE, M. A. O. A inovação aberta nas empresas do Índice NASDAQ-100: um estudo das redes de cooperação formadas a partir das patentes. Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo, 6 fev. 2018.

OLIVEIRA, M. L. DE; FILHO, J. R. DE F. Breve análise dos tipos de redes de cooperação entre empresas e sua dinâmica atual. n. 1998, p. 3840–3845, 2005.

PORTO, G. S. Características do processo decisório na cooperação empresa-universidade. Revista de Administração Contemporânea, v. 8, n. 3, p. 29–52, set. 2004.

PORTO, G. S. Formação de redes cooperativas a partir de projetos de desenvolvimento tecnológico que resultaram em patentes. Associação Latino-Iberoamericana da Gestão da Tecnologia (ALTEC), p. 1–21, 2013.

SOUZA, S. D. C. DE; ARICA, J. Mudança tecnológica e estratificação competitiva em um arranjo produtivo do setor ceramista. Production, v. 16, n. 1, p. 88–99, abr. 2006.

STAL, E.; NOHARA, J. J.; CHAGAS JR., M. D. F. Os conceitos da inovação aberta e o desempenho de empresas brasileiras inovadoras. Review of Administration and Innovation - RAI, v. 11, n. 2, p. 295, 2014.

TAVARES, K. R.; PHILIPPI, D. A.; PORTO, B. M. Dificuldades na cooperação universidade-empresa para a inovação em universidades de Mato Grosso do Sul. Encontro Internacional de Gestão, Desenvolvimento e Inovação, p. 1–20, 2019.

VERGARA, S. C. Métodos de pesquisa em administração. São Paulo: Atlas, 2009