



08, 09, 10 e 11 de novembro de 2022
ISSN 2177-3866

MAPEAMENTO DAS PARCERIAS CIENTÍFICAS E TECNOLÓGICAS DO IFSULDEMINAS: UMA ANÁLISE DE REDES SOCIAIS

PAULA LOPES DE OLIVEIRA MAIA

FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - FEA

GECIANE SILVEIRA PORTO

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP)

MAPEAMENTO DAS PARCERIAS CIENTÍFICAS E TECNOLÓGICAS DO IFSULDEMINAS: UMA ANÁLISE DE REDES SOCIAIS

INTRODUÇÃO

Nas sociedades modernas, a inovação é um dos fatores fundamentais para o desenvolvimento econômico (Zabala-Iturriagoitia et al, 2020). Sob essa perspectiva, os programas de estímulo ao empreendedorismo e a inovação são fundamentais para garantir a competitividade, bem como a prosperidade de regiões e países (Cunningham & Reilly, 2018; Good et al, 2019).

No Brasil, com o objetivo de estabelecer medidas de incentivo “à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo, com vistas à capacitação tecnológica”, em 2004 foi sancionada a Lei n° 10.973, cujo intuito é promover a conexão entre universidades, centros de pesquisa e empresas (BRASIL, 2004). Posteriormente em 2016, o Marco Legal da Ciência Tecnologia e Inovação, através da Lei n° 13.243 definiu mudanças na Lei da Inovação que pudessem desburocratizar e fortalecer a cooperação entre as Instituições Científicas e Tecnológicas (ICTs) e entidades públicas e privadas (BRASIL, 2016).

No artigo 16 da Lei de Inovação, fica estabelecido que as ICTs disponham de um Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT), para apoiar a gestão de sua política de Inovação (BRASIL, 2004). Dentre as atribuições dos Núcleos de Inovação Tecnológica destaca-se: desenvolver estudos de prospecção tecnológica e de inteligência competitiva no campo da propriedade intelectual, de forma a orientar as ações de inovação da ICT; desenvolver estudos e estratégias para a transferência de inovação gerada pela ICT; promover e acompanhar o relacionamento da ICT com empresas, dentre outras (BRASIL, 2016).

Desta forma, vale destacar o papel essencial que os NITS exercem no sentido de conectar as universidades com os outros elementos da sociedade por meio da transferência de conhecimento entre universidades e indústria, governo e sociedade (Laredo, 2007), contribuindo assim para o fortalecimento da Hélice Tríplice, bem como tornando o ambiente mais propício à inovação e ao desenvolvimento econômico e social.

Sob esse ponto de vista, a interação entre universidade, indústria e governo torna-se o fator primordial para favorecer a inovação na sociedade do conhecimento, conforme enfatiza Etzkowitz (2004) sobre o papel da Hélice Tríplice. E complementa, destacando ainda a função da universidade empreendedora, cuja atribuição deve exceder o tradicional enfoque no ensino e pesquisa, para abranger uma contribuição mais significativa no desenvolvimento econômico e social.

Neste contexto, é importante destacar a atuação dos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, cuja proposta inovadora de interiorização da educação consegue atingir regiões e alunos que até então não tinham acesso às universidades. Permitindo assim, não somente o acesso à educação pública, gratuita e de qualidade às pessoas historicamente excluídas de outras políticas de formação profissional, mas também promovendo a realização de “pesquisa aplicada voltada para a elevação do potencial das atividades produtivas locais e a democratização do conhecimento à sociedade em todas as suas representações” (Anjos, et al, 2015, p. 105). Tomando como ponto de partida as questões discutidas acima, esta pesquisa justifica-se pela relevância da colaboração entre universidade, empresa e governo para a realização de pesquisas científicas e tecnológicas e para o desenvolvimento de inovações.

Destaca-se que a produção científica e tecnológica brasileira vem crescendo ao longo dos anos, contudo, os Institutos Federais de Educação, por se tratar de instituições relativamente novas se comparados às universidades (sua origem data do ano de 2008), ainda necessitam ampliar significativamente sua produção para se consolidarem enquanto instituições de

pesquisa. Desta forma, este fato configura-se também como significativa justificativa para estudar as características das colaborações e das produções científicas e tecnológicas dos IFs, pois permitirá a compreensão da rede e a identificação de novas possibilidades de parcerias.

Tendo em vista que a pesquisa científica e tecnológica é a base para o desenvolvimento de inovações e para a disseminação de novos conhecimentos, e considerando ainda que a cooperação entre universidade, indústria e governo é um fator primordial para o estabelecimento de tais pesquisas, este estudo tem como objetivo central analisar a estrutura da rede de cooperação científica e tecnológica do IFSULDEMINAS. Para tanto, o estudo possui como objetivos específicos: (1) Analisar a estrutura das redes de cooperação científica e tecnológica; (2) Identificar os principais atores da rede e compreender seu relacionamento e sua posição a partir das medidas de centralidade e (3) Avaliar o resultado das cooperações (produtos, patentes, pesquisas e etc).

Espera-se que o mapeamento da rede de cooperação possa auxiliar não somente na compreensão da estrutura da rede, mas principalmente possa permitir uma melhor exploração e ampliação das conexões a partir dos atores chave que atuam na mesma.

HÉLICE TRÍPLICE

O modelo proposto pela Hélice Tríplice, aborda as relações entre indústria (como o lócus da produção), governo (como fonte de vínculos contratuais seguros) e universidade (berço de informação e tecnologia), cuja interação tem como foco alcançar a inovação. Desta forma, os objetivos gerais desses três atores são uniformes: todos eles se esforçam para a inovação (Etzkowitz; Zhou, 2006). Carayannes et al (2018) acrescentam ao modelo da Hélice Tríplice, a sociedade civil e o meio ambiente, como quarta e quinta hélices, enfatizando que os usuários da inovação (sociedade civil) são os atores centrais no desenvolvimento de inovações, tendo em vista que estas devem ser pertinentes às suas demandas, considerando ainda a sustentabilidade. Ou seja, no modelo proposto pela Hélice Quádrupla/Quíntupla, a sociedade civil é que deve direcionar o processo de inovação.

A relação de cooperação entre indústria- universidade-governo, estabelecida pela Hélice Tríplice é capaz de trazer inúmeros benefícios para os stakeholders envolvidos, tais como: a obtenção de novos conhecimentos, o desenvolvimento tecnológico, econômico e social, além da geração de lucros e de vantagem competitiva (Etzkowitz et al, 2005).

Sob essa perspectiva, a indústria apresenta-se como principal usuária das inovações e tecnologias desenvolvidas em parceria com universidades e institutos de pesquisa, nos quais obtém acesso à laboratórios e mão de obra qualificada (Etzkowitz et al, 2005). Assim, as universidades e os institutos de pesquisa atuam no sentido de desenvolver e disseminar conhecimentos (Etzkowitz et al, 2000; Ranga et al, 2013), através de projetos formais ou informais, cuja base da cooperação consiste no compartilhamento de habilidades interesses e recursos (Luqueze, 2017). Por outro lado, o governo tem como papel fomentar a interação entre esses dois atores através direcionamento de recursos para o financiamento de pesquisas, buscando promover assim o desenvolvimento econômico, científico e tecnológico (Etzkowitz, 2006).

No caso das universidades, a cooperação pode possibilitar que as pesquisas sejam convertidas em inovações e conhecimentos aplicáveis ao mercado. Além disso, a cooperação permite ainda o acesso à recursos que por via pública encontram-se cada vez mais escassos. Por outro lado, as empresas têm a possibilidade de contar com recursos humanos altamente qualificados e utilizar pesquisas que podem auxiliar na resolução de problemas internos. Desta forma, são obtidos resultados economicamente significativos como a criação de novos produtos e processos, a disseminação de conhecimentos e inovações tecnológicas, dentre outros (Mowery & Sampat, 2004).

Sob esse ponto de vista, Etzkowitz et al (2000) chamam a atenção para o papel vital que a universidade desempenha em sociedades cada vez mais baseadas no conhecimento, nas quais o paradigma do empreendedor vem sendo alterado, ao substituir as empresas, como a principal fonte de progresso econômico e social, pelas universidades, que vem se destacando no desenvolvimento de inovações tecnológicas. Neste contexto, o governo deve incentivar essa transição acadêmica como uma estratégia de desenvolvimento econômico, que tem repercussões inclusive na relação entre os produtores e os usuários do conhecimento.

Estudos recentes destacam que tem havido um crescente reconhecimento da contribuição potencial da hélice tríplice para o desenvolvimento econômico, especialmente no relacionamento entre universidades e empresas (Galan-Muros & Davey, 2019). Nesse sentido, o estudo de Lima et al (2021) aponta e classifica os principais impactos gerados pela colaboração universidade-indústria (figura 1). O estudo propõe que os impactos gerais provenientes da colaboração universidade-indústria sejam agrupados em três categorias: (1) Impactos econômicos, que se referem à infraestrutura, produção e processos e desenvolvimento científico; (2) Impactos sociais, que abarcam a geração de empregos, assim como o desenvolvimento de habilidades e qualificação da mão de obra; e por fim os (3) Impactos financeiros, que contemplam os impostos, os investimentos e a geração de renda (Lima et al, 2021).

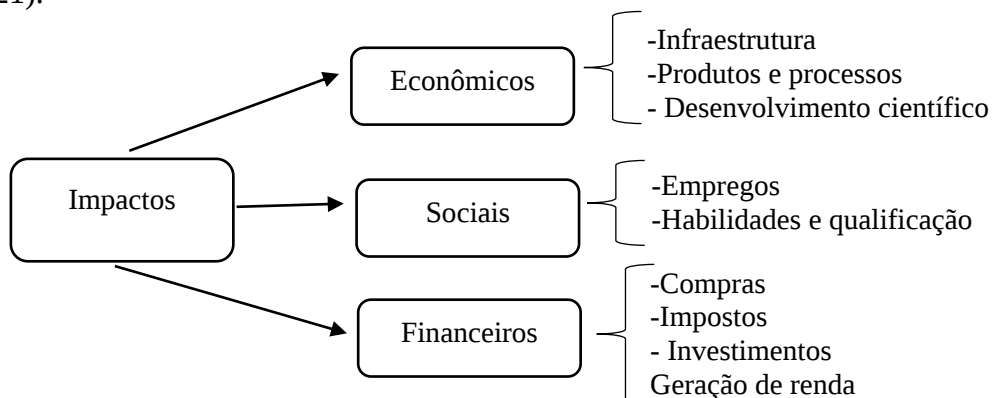


Figura 1: Modelo de avaliação dos impactos da colaboração universidade-indústria
Fonte: Adaptado de Lima et al (2021, p. 12)

Vale destacar também que o modelo da Hélice Tríplice está relacionado à constituição de organizações híbridas como as incubadoras, os parques científicos e tecnológicos e os escritórios de transferência de tecnologia (Etzkowitz & Mello, 2005). Através dos escritórios de transferência de tecnologia, as universidades apresentam ao mercado as tecnologias desenvolvidas internamente que tem maior potencial de transferência (Breznitz & Feldman, 2012). Sob essa perspectiva, Audretsch et al (2019) chamam atenção para a importância dos escritórios de transferência de tecnologia no que tange ao licenciamento das tecnologias desenvolvidas nas universidades.

Por fim, é importante ressaltar que há vários estudos que apontam a relevância da Hélice Tríplice para o desenvolvimento e consolidação dos ecossistemas de inovação, como por exemplo, a pesquisa de Murray & Budden (2019) que reforça o papel das universidades, do governo e das empresas, entre os stakeholders primordiais de um ecossistema, tendo em vista que são eles os atores que mais contribuem para a construção e a manutenção do mesmo.

Sob esse ponto de vista, uma pesquisa sobre ecossistemas de alto impacto realizada pelo Sebrae em parceria com a Anprotec corrobora o apontamento acima, demonstrando que em Berlim e em Haifa, por exemplo, as universidades de alta qualidade fornecem um volume significativo de talentos que contribuem com a consolidação do seu ecossistema. Já em

Manchester, as universidades obtiveram papel central na reconstrução da cidade posteriormente ao declínio industrial. No Brasil, nas cidades de Santa Rita do Sapucaí, Capina Grande e Porto Alegre, observa-se uma atuação marcante das universidades no que se refere tanto na formação de mão de obra qualificada, quanto na geração de empreendimentos inovadores através dos seus diversos mecanismos (SEBRAE, 2020).

Nesse sentido, nos países em desenvolvimento, há uma procura crescente por parcerias tecnológicas, favorecendo o desenvolvimento do ecossistema de inovação. Contudo, em países emergentes, que possuem um sistema nacional de inovação imaturo, como é o caso do Brasil, verifica-se desafios para o desenvolvimento do ecossistema de inovação (Zanello & Mohnen, 2016).

Desta forma, a cooperação científica e tecnológica, através da Hélice Tríplice, pode representar um fator extremamente relevante no que tange à promoção do desenvolvimento e consolidação do ecossistema de inovação. Nesse sentido, compreender a estrutura da rede de cooperação poderá auxiliar na construção do ecossistema.

REDES DE COOPERAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

As redes de cooperação permitem a obtenção e o compartilhamento de recursos e de competências complementares entre os atores envolvidos. Desta forma, quanto maior a diversidade de recursos e competências oferecidos pelos parceiros da rede, mais forte ela se torna (Luqueze, 2017). Etzkowitz (2004) enfatiza que embora estes atores atuem de maneira independente e possuam motivações distintas para as interações, a cooperação favorece a competitividade de ambos e evolui até a formação de redes.

Neste contexto, as políticas nacionais de inovação e a capacidade de desenvolvimento tecnológico são fatores que influenciam no desenvolvimento das redes, conforme apontam as pesquisas que analisam as cooperações sob a perspectiva da Hélice Tríplice (Basso et al, 2021).

Em uma rede de cooperação, as empresas geralmente procuram financiar pesquisas com potencial de se tornarem tecnologias patenteáveis (Martinez et al, 2013). Desta forma, os pedidos de patentes e o número de publicações científicas, são indicadores que podem definir o grau de atratividade das universidades como fornecedoras de conhecimento para a indústria (Gielfi, et al 2017).

No que tange à colaboração científica, Gracio (2018) observa que trata-se de uma estratégia que os pesquisadores utilizam no intuito de viabilizar, facilitar e potencializar o desenvolvimento de suas pesquisas, principalmente as de caráter empírico ou experimental. Desta forma, pesquisadores, instituições e países unem esforços através de uma rede de colaboração, na qual o trabalho coletivo tende a produzir novas ideias. E finaliza, ressaltando que “a colaboração científica vem se configurando como uma resposta à profissionalização da ciência” (Gracio, 2018, p. 1).

Por outro lado, a cooperação tecnológica permite o desenvolvimento e a apreensão do conhecimento de uma maneira interdependente e colaborativa, possibilitando que organizações e países atendam aos seus desafios tecnológicos com maior agilidade e menor custo, tornando-se assim um diferencial no esforço inovativo dos parceiros envolvidos (De Paulo et al 2018).

Sob esse ponto de vista, Smith & Bagchi-Sem (2010) salientam que em uma rede de cooperação, a distribuição do conhecimento, assim como a formação de grupos, são influenciados pela dinâmica dos relacionamentos, pelos novos entrantes e também pelo papel dos atores na rede. Nesse sentido, a análise de redes sociais para investigar o desenvolvimento de inovações vem obtendo grande interesse empírico (Gomes et al 2019), pois possibilita a compreensão da atuação dos atores individuais, a partir das características, da estrutura e da dinâmica da rede na qual estão inseridos (Van Der Valk & Gijsbers, 2010).

Assim, tendo em vista que o volume de publicações científicas e a quantidade de pedidos de patentes, são parâmetros relevantes tanto para mensurar atividades de inovação, quanto para verificar o tráfego do conhecimento entre os diferentes atores da hélice tríplice, a análise de redes sociais mostra-se como uma forma apropriada, pois permite compreender e visualizar as conexões e o fluxo do conhecimento em uma rede de colaboração (Pereira & Porto, 2018). Nesse sentido, para além das informações sobre a dinâmica das conexões que se estabelecem, a análise das redes de colaboração fornece dados sobre as empresas e os inventores mais propensos a estabelecer cooperações, permitindo que os pesquisadores os encontrem com mais facilidade (Pereira & Porto, 2018).

Estudos sobre cooperação indicam que a proximidade entre os atores é um fator essencial para que as parcerias aconteçam. E nesse sentido, os autores Boschma e Frenken (2010) destacam que dentre as cinco perspectivas utilizadas para avaliar a proximidade dos atores – cognitiva, organizacional, social, institucional e geográfica - a proximidade geográfica é a que mais contribui para a geração de parcerias, especialmente as interdisciplinares. Ponds et al (2007) corroboram esse apontamento, identificando que no caso das colaborações científicas, a proximidade geográfica é mais importante nas relações universidade-indústria-governo do que nas relações de colaboração entre universidade e universidade.

Diversos estudos que avaliam colaborações científicas e tecnológicas para o desenvolvimento de inovações, vem empregando a análise de redes sociais, tendo em vista que esse método permite uma investigação mais completa do fenômeno a partir da análise de diferentes métricas e das características estruturais da rede (Gomes et al, 2019).

“As redes são aglomerados de nós que permitem interações e organizações sociais nas quais conhecimento e informação são essenciais”. Desta forma, a definição de redes possibilita melhor entendimento dos processos de interação social entre os atores e também da concepção do conhecimento. (Didriksson, 2003 apud Ribeiro & Cirani, 2013, p. 212).

A análise de redes sociais é originária da matemática, especificamente da Teoria dos Grafos e tem como foco compreender as relações entre atores de uma rede, através da identificação das características, das relações e da estrutura que compõe a referida rede. Para tanto, utiliza cálculos estatísticos e grafos (Newman, 2002).

Em uma rede, os atores também denominados nós ou vértices, podem representar pessoas, instituições, objetos ou outros, conforme o objetivo da análise. Os nós podem ser caracterizados de acordo com seus atributos (governo, universidade, empresas e etc). Já os links ou conexões, representam o elo que liga os atores e podem ser referentes às parcerias, cooperações, citações, dentre outros. Os links podem ser caracterizados de acordo com sua direção ou intensidade. Por fim, vale destacar que a existência de relações em uma rede pressupõe um fluxo de transferência de recursos tangíveis ou intangíveis (Jackson, 2010).

MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo analisou a estrutura da rede de cooperação científica e tecnológica do IFSULDEMINAS. Configurando-se como uma pesquisa descritiva, de natureza quantitativa que utiliza a pesquisa documental, a partir da coleta de informações sobre publicações de artigos científicos, utilizando a Web of Science como fonte de dados para a análise das parcerias científicas e o Espacenet para análise das parcerias tecnológicas. Ambas as bases foram escolhidas devido à sua relevância e abrangência. Conforme propõe Newman (2002) uma rede de afiliação, como é o caso das parcerias científicas, pode ser reconstruída a partir de uma base de dados contendo as informações de coautoria, na qual os artigos científicos formam as conexões entre os atores da rede.

A coleta de dados ocorreu no mês de Maio de 2022 e abrangeu o período de 2008 até dezembro de 2021. O ano inicial foi definido tendo como base a data de criação dos Institutos

Federais de Educação. O critério de inclusão para seleção dos artigos no Web of Science, foi a utilização do campo afiliação, sendo definidas como palavras-chave os termos “IFSULDEMINAS” OR “Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais” OR “Instituto Federal de Educação do Sul de Minas Gerais”. Utilizou-se também *** para alcançar as possíveis variações finais no nome. Na busca retornaram 522 artigos, cujos dados foram limpos, organizados e padronizados utilizando-se o software Openrefine juntamente com o Microsoft Excel, conforme sugerem Gomes et al (2019). Após a exclusão dos artigos em duplicidade e artigos nos quais não houve colaboração, obteve-se o total de 420 publicações para as análises.

A busca por patentes no Espacenet adotou como critério o nome do depositante, utilizando os termos “IFSULDEMINAS” OR “Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais” OR “Instituto Federal de Educação do Sul de Minas Gerais”. Retornou da busca o total de 19 patentes, cujos dados também foram organizados em uma planilha utilizando-se o Microsoft Excel seguindo as técnicas de organização propostas por Gomes et al (2019). Após a organização e limpeza dos dados e atendendo ao critério de ser uma patente depositada em parceria, ficaram 8 patentes para análise.

Utilizou-se a análise de redes sociais (ARS) por meio do software Gephi (Versão 0.9.5 202205022109), tanto para a elaboração das redes quanto para as análises estatísticas das medidas de centralidade. A análise estrutural das redes sociais “é uma técnica quantitativa que procura explicar as relações pessoais entre indivíduos de um grupo” (Lakatos & Marconi, 2001, p. 107).

As redes ilustram as conexões que se estabelecem entre os nós, estabelecendo o tipo de relação entre eles. Na visão geral de uma rede, tem-se como principais medidas estatísticas: grau - métrica que determina o número de conexões diretas de um nó; grau ponderado médio - representa a média de conexões da rede como um todo; diâmetro da rede - indica o esforço necessário para que uma instituição se conecte com outra, ou seja, determina a menor distância entre dois nós; e modularidade - representa uma medida de agrupamento de comunidades. (Newman, 2002)

Na ARS, as medidas de centralidade indicam a importância estrutural que um ator ou nó apresenta na rede. Desta forma, a teoria dos Grafos apresenta diferentes medidas de centralidade, cujo objetivo é quantificar a relevância de um ator em uma rede, sendo as principais medidas de centralidade: grau (*degree*), proximidade (*closeness*) e intermediação (*betweenness*). A centralidade de grau, sugere que quanto maior o número de conexões de um ator, mais importante ele se torna na rede. Já a proximidade, denota que os atores que conseguem chegar até outros atores por caminhos menores, estão em posições mais favoráveis (Izquierdo & Hanneman, 2006).

E por fim, a intermediação revela a posição mais ou menos central ocupada por um ator em uma rede (Izquierdo & Hanneman, 2006). Freeman (1978) destaca que a centralidade de grau representa indicadores de atividades de comunicação, já as medidas de proximidade indicam a independência ou eficiência dos atores. Já medidas de intermediação (*betweenness*) demonstram o potencial de controle da comunicação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais (IFSULDEMINAS) foi criado pela unificação das escolas agrotécnicas das cidades de Inconfidentes, Machado e Muzambinho, historicamente reconhecidas pela qualidade na oferta do ensino médio e técnico. Atualmente, além de Inconfidentes, Machado e Muzambinho, possui campi em nas cidades de Passos, Poços de Caldas, Pouso Alegre e campi avançados em Carmo de Minas e Três Corações, nos quais oferece desde cursos técnicos integrados ao Ensino Médio

até pós graduações, tendo como cerne a verticalização do ensino. Atualmente o IFSULDEMINAS ocupa o 1º lugar no Índice de Eficiência Acadêmica entre os 38 institutos federais, alcançando a marca de 73,7% de eficiência no ciclo acadêmico de 2020. Segundo o pró reitor de ensino, um dos fatores que contribuiu com esse resultado foi a promoção, por meio da a Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação, de editais para o desenvolvimento de projetos, nos quais houve fomento bolsas e o lançamento de programas que perpassam a pesquisa, a inovação e o empreendedorismo (IFSULDEMINAS, 2022).

Ao analisar a rede de parcerias científicas do IFSULDEMINAS (Figura 2), verifica-se a existência de 194 nós (representados pelas instituições parceiras) e 828 conexões, formadas pelas publicações dos 420 artigos científicos em cooperação, sendo a espessura do aresta correspondente a frequência de colaborações, de forma que quanto mais espessa a conexão, maior a quantidade de artigos científicos publicados em parceria. Como atributo da rede, foi incluído no nó de cada instituição, o número de colaborações, de forma que o tamanho do nó representa o seu grau, ou seja, quanto maior o nó, maior o número de colaborações.

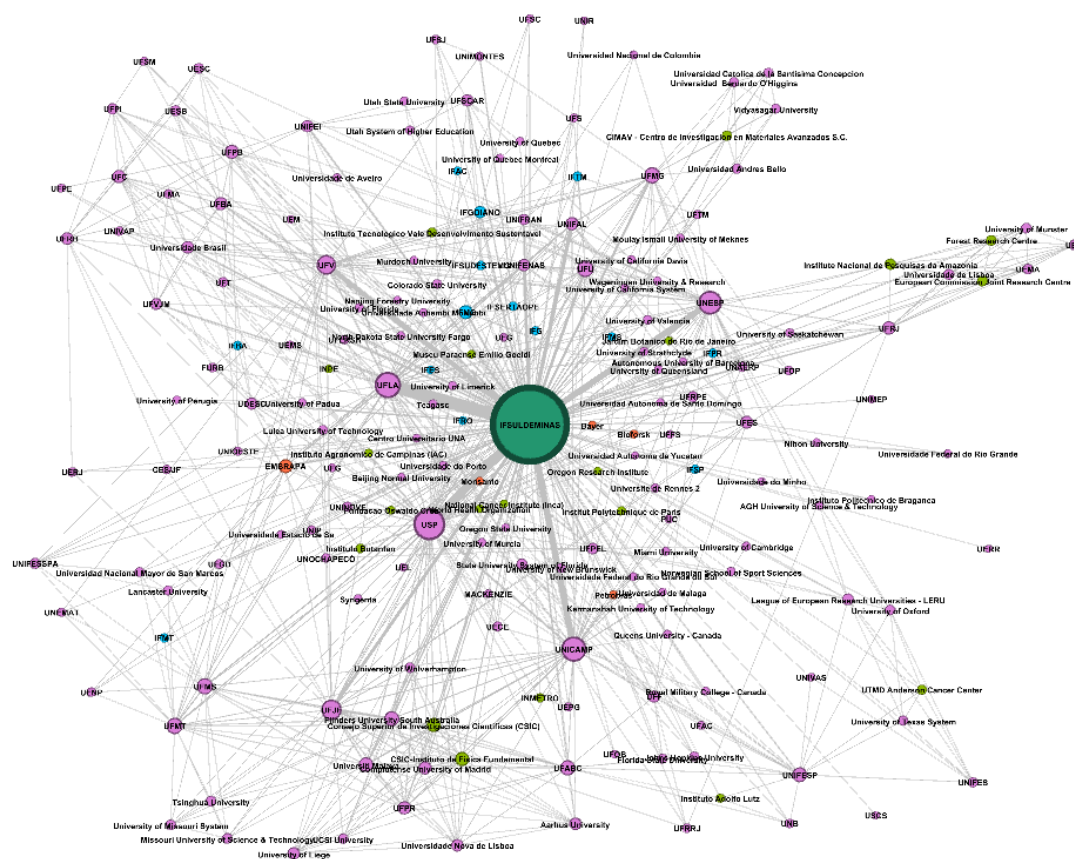


Figura 2: Visão geral da rede de parcerias científicas do IFSULDEMINAS

Analisando a estrutura da rede (tabela 1), verificou-se que o grau médio da rede é de 8,53 o que demonstra que cada ator está conectado com outros 8 atores em média. Quanto ao grau ponderado médio, que considera a intensidade das conexões, o resultado foi 24,08 com variação de 1 para 267, indicando os valores mais baixos e mais altos de colaborações.

Já o comprimento médio do caminho, ou diâmetro da rede obtido foi de 2. Como trata-se de uma rede egocêntrica (Luqueze, 2017), na qual os outros atores estão ligados a um ator central, os demais nós se encontram em uma distância média de dois passos de outro nó, o que corrobora a teoria de “Six Degrees”, que demonstra que um determinado ator encontra-se a no máximo 6 passos de outro ator em uma rede.

No que se refere ao nível de coesão da rede obtido pela da medida de densidade do grafo, o resultado foi de 0,04, o que nos leva a inferir que se trata de uma rede pouco densa, ou seja, de todas as conexões possíveis, são estabelecidas um número muito baixo, indicando que esta rede ainda precisa ser mais bem explorada. E por fim, a modularidade obtida foi de 0,24 com a formação de 14 comunidades. Esse resultado sinaliza um baixo coeficiente de clusterização no qual qualquer mudança na rede irá impactar na formação de grupos (Newman, 2002). As métricas de modularidade, densidade e diâmetro obtidas sugerem a baixa reincidência de colaborações, com a formação de pequenos grupos.

Tabela 1: Métricas da Rede de Parcerias Científicas do IFSULDEMINAS

Métricas	Valor
Nós	194
Conexões	828
Grau médio	8,53
Grau médio ponderado	24,08
Diâmetro da rede	2
Densidade do grafo	0,04
Modularidade	0,24

No que se refere à categorização dos principais parceiros da rede de cooperação científica (tabela 2), verifica-se a predominância de pesquisas realizadas em conjunto com universidades, totalizando 79,38%. Sendo a menor quantidade de parcerias realizadas com empresas (3,1%). Esse dados nos mostram a não ocorrência das relações empresa-universidade-governo proposta pela Hélice Tríplice.

Tabela 2: Categorização da rede de parcerias científicas do IFSULDEMINAS

Categoria do Parceiro	Valor relativo
Universidade	79,38%
Instituto de Pesquisa	10,31%
Instituto Federal de Educação	7,22%
Empresa	3,1%

Quanto às dez principais áreas de publicações científicas (Figura 3), verifica-se a predominância da área de agricultura com 30,24% (127 publicações) do total, demonstrando claramente a principal expertise do IFSULDEMINAS.

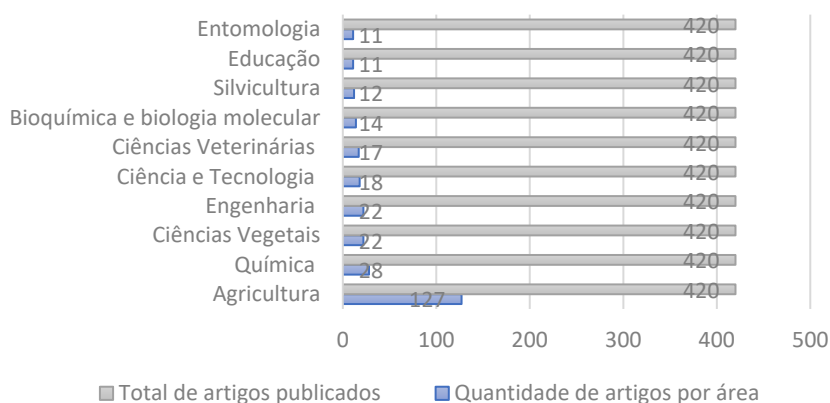


Figura 3: Principais áreas de publicações científicas

Sobre as medidas de centralidade, utilizou-se as medidas de grau, intermediação e proximidade para cada nó, as quais apontaram que os atores mais centrais e ativos em termos

de colaboração são USP, UFLA, UNICAMP e UNESP que aparecem nos três rankings nas cinco primeiras posições.

A tabela 3 apresenta as medidas de grau das cinco instituições melhor posicionadas na rede. Destacam-se nas medidas de grau USP, UFLA, UNICAMP, UNESP e UFJF respectivamente. Essas cinco universidades juntas são responsáveis por 28,86% do total de conexões da rede. Esse dado corrobora o estudo de Basso et al (2021) que aponta as universidades USP, UNICAMP e UNESP como as principais produtoras da publicação científica nacional.

Tabela 3: Medidas de grau das 5 principais parceiras da rede de colaboração científica

Instituição	Grau
USP	65
UFLA	50
UNICAMP	47
UNESP	43
UFJF	34

As medidas intermediação (Betweenness) das cinco instituições melhor posicionadas na rede (tabela 4) mostram que USP, UFLA, UNICAMP, UNESP e UFV são as instituições que colaboram com outros dois membros da rede com os quais que elas mesmas nunca trabalharam juntas. Portanto, as instituições que possuem alto grau de intermediação encontram-se em situação privilegiada na rede, pois são capazes de controlar os fluxos de comunicação.

Tabela 4: Medidas de intermediação das 5 principais parceiras da rede de colaboração científica

Instituição	Intermediação (Betweenness)
USP	774.53
UFLA	447.30
UNICAMP	370.72
UNESP	313.25
UFV	147.50

Dentre as instituições que se destacam quanto ao grau de proximidade (closeness), se sobressaem a USP, UFLA, UNICAMP, UNESP e UFJF demonstrando que possuem maior capacidade de colaboração (tabela 5), e desta forma são consideradas atores importantes na rede.

Tabela 5: Medidas de proximidade das 5 principais parceiras da rede de colaboração científica

Instituição	Proximidade(Closeness)
USP	0.601
UFLA	0.574
UNICAMP	0.569
UNESP	0.562
UFJF	0.548

No que se refere às parcerias tecnológicas (Figura 4), verificou-se que o IFSULDEMINAS ainda se encontra em um grau incipiente, tendo em vista que foram localizadas somente 8 patentes depositadas em cooperação, as quais envolviam em sua totalidade o IFSULDEMINAS mais um parceiro, formando uma rede egocêntrica, na qual há um componente central que se conecta com os demais e os parceiros não se estabelecem conexões entre si. Vale destacar que das cooperações estabelecidas, 4 referem-se à parcerias

com empresas , 3 com universidades e 1 com pessoa física. A UNICAMP possui 2 depósitos em cooperação com o IFSULDEMINAS.



Figura 4: Rede de Cooperação Tecnológica do IFSULDEMINAS

Sobre as características gerais das patentes depositadas em cooperação, nota-se que o 1º depósito ocorreu no ano de 2017, embora o núcleo de inovação tecnológica (NIT), tenha sido criado em 10 de dezembro 2010 por meio da resolução 75/2010 (IFSULDEMINAS, 2022). Nos anos de 2017 e 2018 somente uma patente foi depositada em cada ano. Já em 2019 e 2021 foram depositadas 4 patentes em cada ano, o que expressa uma evolução e tendência de crescimento.

Nesse sentido, vale destacar que um dos principais elementos da missão do NIT do IFSULDEMINAS é o fomento à transferência do conhecimento em prol do desenvolvimento econômico, tecnológico e social, contudo, a cultura de empreendedorismo e inovação vem sendo gradativamente construída na instituição.

Quanto às principais áreas tecnológicas das patentes depositadas em cooperação, nota-se a predominância do grupo de IPCs: B01F (mistura, p. ex. dissolução, emulsificação ou dispersão) ressaltando a prevalência de tecnologias relativas à área agrícola, área de atuação tradicional do IFSULDEMINAS, especialmente por se tratar de uma região responsável por cerca de 13% das exportações de café do estado de Minas Gerais.

Tabela 6: Principais características das patentes depositadas em colaboração

Nº	Título	IPC	Data de publicação
1	compostos inibidores seletivos da calicreína tecidual humana 1 (klk1), composição, processo e usos	A61K31/34 A61P31/04 C07D493/04	2017-03-21 2019-09-24
2	descascador de drupas sem utilização de água	B02B3/04	2018-02-27 2019-09-10
3	sistema de escalonamento de processos químicos, distribuidor cônico de fluido, estrutura de suporte de milirreatores e milirreator	B01F25/432 B01F25/51 B01F33/81 B01F35/43 B01J19/00	2019-11-19
4	t.h.a.s. - transporte hospitalar autônomo com rastreador de posição e bens patrimoniais utilizando monotrilho suspenso	B61B13/04	2019-12-10

5	torrador elétrico de baixo custo	A23N12/08 H05B3/00	2021-05-25
6	sistema de escalonamento de processos químicos, distribuidor cônico de fluido, estrutura de suporte de milirreatores e milirreator	B01F25/00 B01F25/40 B01F5/00 B01F5/06 B01J19/00	2021-06-22
7	Sistema derriçador de café e demais drupas	A01D46/06 A01D46/26	2021-09-08
8	Disposição construtiva integradora de multisensores quantitativos e qualitativos para captura de dados pertinentes a água	G01N21/29 G01N23/06	2021-09-21

CONCLUSÃO

Este estudo teve como objetivo geral analisar a rede de cooperação científica e tecnológica do IFSULDEMINAS. No que se refere à estrutura da rede de cooperação científica, foram identificadas 194 instituições parceiras (dentre universidades, institutos de pesquisa, outros institutos federais de educação e empresas), totalizando 420 publicações científicas em diferentes áreas do conhecimento, com predominância na área agrícola que resultaram em 828 conexões. Embora a rede possua um número significativo de conexões, ela ainda apresenta uma baixa densidade. As métricas de modularidade, densidade e diâmetro obtidas sugerem a baixa reincidência de colaborações, o que demonstra uma necessidade de obtenção de maior coesão na mesma. Isso pode ser obtido através do fortalecimento das relações com as instituições que possuem o maior grau de intermediação e proximidade.

Verificou-se que as universidades são as principais parceiras do IFSULDEMINAS o que é esperado, haja vista ser a rede de cooperação científica, porém há uma lacuna em relação a institutos de pesquisa e empresas do setor agrícola em razão do foco de atuação deste instituto.

Por outro lado, no que tange à rede de cooperação tecnológica do IFSULDEMINAS, observou-se que a mesma é incipiente, tendo sido localizadas somente 8 colaborações relativas ao depósitos de patentes. Destas parcerias, 4 foram realizadas com empresas, 3 com universidades e 1 com pessoa física, sendo que as instituições parceiras não apresentam relacionamentos entre si, caracterizando uma rede egocêntrica. Embora a rede seja muito pequena, constatou-se a existência de cooperação empresa-universidade de forma mais efetiva. Espera-se que com o desenvolvimento das atividades tecnológicas no instituto este viés favorável a hélice tripla seja intensificado.

Constatou-se que USP, UFLA, UNICAMP e UNESP são as instituições que apresentam as maiores medidas de grau, intermediação e proximidade, indicando que são os atores mais importantes da rede de parcerias científicas do IFSULDEMINAS. Desta forma, o fortalecimento da relação com essas instituições pode auxiliar o IFSULDEMINAS a melhorar a densidade da sua rede, pois estas universidades podem conectá-lo a outras instituições significativas na mesma.

Finalmente, sobre o resultado das cooperações, obteve-se 8 patentes como resultado das cooperações tecnológicas e 420 publicações científicas como resultado das cooperações científicas. Esse dado demonstra que apesar do IFSULDEMINAS, assim como os demais institutos federais de educação, serem instituições relativamente novas, se comparados às universidades federais, eles vem trabalhando nas cooperações científicas e tecnológicas no intuito de contribuir com o desenvolvimento da ciência e da inovação no país e procurando consolidar-se como instituições de pesquisa.

Como principais contribuições, o estudo traz reflexões sobre a Hélice Tríplice e as Redes de Cooperação no universo de um Instituto Federal, contexto este ainda pouco estudado. Além de proporcionar aos gestores do NIT dos Institutos Federais uma perspectiva a respeito das redes de cooperação, demonstrando suas lacunas e possibilidades, como ferramenta analítica. No entanto, destaca-se a limitação do trabalho ter analisado as redes de uma única instituição, no caso o IFSULDEMINAS.

Para trabalhos futuros, sugere-se a realização de uma pesquisa junto a Pró Reitoria de Pesquisa, Pós Graduação e Inovação, e aos pesquisadores do instituto com propósito de compreender os principais desafios e as oportunidades de crescimento e consolidação das redes de cooperação científica e tecnológica. Além da realização do mapeamento e comparação das redes científicas e tecnológicas dos demais institutos federais de educação.

REFERÊNCIAS

Audretsch, D. B., Cunningham, J. A., Kuratko, D. F., Lehmann, E. E., & Menter, M. (2019). Entrepreneurial ecosystems: economic, technological, and societal impacts. *The Journal of technology transfer*, 44(2), 313-325. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10961-018-9690-4>. Acesso em: 04 mai. 2022.

Basso, F. G., Pereira, C. G., & Porto, G. S. (2021). Cooperation and technological areas in the state universities of São Paulo: An analysis from the perspective of the triple helix model. *Technology in Society*, 65, 101566. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2021.101566>. Acesso em: 01 jun. 2022.

Boschma, R., & Frenken, K. (2010). The spatial evolution of innovation networks: a proximity perspective. In *The handbook of evolutionary economic geography*. Edward Elgar Publishing. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Ron-Boschma/publication/296506788_The_handbook_of_evolutionary_economic_geography/link/s/619cf4113068c54fa514cf6e/The-handbook-of-evolutionary-economic-geography.pdf. Acesso em 01 jun. 2011.

Brasil (2004). Congresso Nacional. *Lei n. 10.973, de 02 de dezembro de 2004*. Dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e dá outras providências.

Brasil (2016). *Lei n.º 13.243, de 11 de janeiro de 2016*. Dispõe sobre estímulos ao desenvolvimento científico, à pesquisa, à capacitação científica e tecnológica e à inovação e altera a Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004, a Lei nº 6.815, de 19 de agosto de 1980, a Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, a Lei nº 12.462, de 4 de agosto de 2011, a Lei nº 8.745, de 9 de dezembro de 1993, a Lei nº 8.958, de 20 de dezembro de 1994, a Lei nº 8.010, de 29 de março de 1990, a Lei nº 8.032, de 12 de abril de 1990, e a Lei nº 12.772, de 28 de dezembro de 2012, nos termos da Emenda Constitucional nº 85, de 26 de fevereiro de 2015.

Breznitz, S. M., & Feldman, M. P. (2012). The engaged university. *The Journal of Technology Transfer*, 37(2), 139-157. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10961-010-9183-6>. Acesso em 05 mai. 2022.

Carayannis, E. G., Grigoroudis, E., Campbell, D. F., Meissner, D., & Stamati, D. (2018). The ecosystem as helix: an exploratory theory-building study of regional co-opetitive entrepreneurial ecosystems as Quadruple/Quintuple Helix Innovation Models. *R&d*

Management, 48(1), 148-162. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/radm.12300>. Acesso: 16 mai. 2022.

Cunningham, J. & O'Reilly, P. (2018). Macro, meso and micro perspectives of technology transfer. *The Journal of Technology Transfer*. 43. 10.1007/s10961-018-9658-4. Disponível em: [file:///C:/Users/paula/Downloads/Macro meso and micro perspectives of technology tr.pdf](file:///C:/Users/paula/Downloads/Macro%20meso%20and%20micro%20perspectives%20of%20technology%20tr.pdf). Acesso em: 16 mai. 2022.

De Paulo, A. F., Ribeiro, E. M. S., & Porto, G. S. (2018). Mapping countries cooperation networks in photovoltaic technology development based on patent analysis. *Scientometrics*, 117(2), 667-686. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11192-018-2892-6>. Acesso em: 01 jun 2022.

Dos Santos, D., Heringer, N., Wiese, I. R. B., & da Silva, M. R. (2015). A rede federal de educação profissional e tecnológica indo além do tecnicismo: um estudo de questões de gênero e relações étnico-raciais nos PDIs. *Revista da Associação Brasileira de Pesquisadores/as Negros/as* (ABPN), 7(17), 102-121.

Etzkowitz, Henry. (2004). The Evolution of the Entrepreneurial University. *Int. Journal of Technology and Globalisation*. 1. 64 - 77. 10.1504/IJTG.2004.004551. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Merle-Jacob-2/publication/284157144_The_Future_of_Knowledge_Production_in_the_Academy/links/5954f9a5a6fdcc16978c8a8f/The-Future-of-Knowledge-Production-in-the-Academy.pdf#page=56. Acesso: 04 mai. 2022.

Etzkowitz, H., Webster, A., Gebhardt, C., & Terra, B. R. C. (2000). The future of the university and the university of the future: evolution of ivory tower to entrepreneurial paradigm. *Research Policy*, 29(2), 313-330. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(99\)00069-4](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00069-4). Acesso em: 04 mai. 2022.

Etzkowitz, H.; de Mello, J.M.C.; Almeida, M. (2005) Towards “meta-innovation” in Brazil: The evolution of the incubator and the emergence of a triple helix. *Reserach Policy* 2005, 34, 411–424. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2005.01.011>. Acesso em: 04 mai. 2022.

Etzkowitz, H., & Zhou, C. (2006). Triple Helix twins: innovation and sustainability. *Science and public policy*, 33(1), 77-83. <https://doi.org/10.3152/147154306781779154>. Acesso em 05 mai .2022.

Freeman, L. C. (1978). Centrality in social networks conceptual clarification. *Social networks*, 1(3), 215-239. Disponível em: <https://www.bebr.ufl.edu/sites/default/files/Centrality%20in%20Social%20Networks.pdf>. Acesso em: 01 jun. 2022.

Galan-Muros, V., & Davey, T. (2019). The UBC ecosystem: putting together a comprehensive framework for university-business cooperation. *The Journal of Technology Transfer*, 44(4), 1311-1346. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10961-017-9562-3>. Acesso em: 16 mai. 2022.

Gielfi, G. G., Furtado, A. T., de Campos, A. S., & Tijssen, R. J. (2017). University-industry research collaboration in the Brazilian oil industry: the case of Petrobras. *Revista brasileira de inovação*, 16(2), 325-350. Disponível em: <https://scholarlypublications.universiteitleiden.nl/access/item%3A2948893/view> . Acesso em: 01 jun. 2022.

Gomes, R. C., Porto, G. S., & da Costa, P. R. (2019). Methodological proposal for the use of patents in research of interorganizational collaboration networks for innovation. *Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, 8(3). Disponível em: <https://periodicos.uninove.br/geas/article/view/15777> . Acesso em: 01 jun. 2022.

Good, M., Knockaert, M., Soppe, B., & Wright, M. (2019). The technology transfer ecosystem in academia. An organizational design perspective. *Technovation*, 82, 35-50. Disponível em: <https://spiral.imperial.ac.uk/handle/10044/1/64151>. Acesso em: 16 mai. 2022.

Grácio, M. C. C. (2018). Colaboração científica: indicadores relacionais de coautoria. *Brazilian Journal of Information Science: Research Trends*, 12(2). Disponível em: <https://doi.org/10.36311/1981-1640.2018.v12n2.04.p24>. Acesso em 01 jun. 2022.

Izquierdo, L. R., & Hanneman, R. A. (2006). Introduction to the formal analysis of social networks using mathematica. *University of California, Riverside*. Disponível em: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.722.9695&rep=rep1&type=pdf>. Acesso em 01 jun. 2022.

IFSULDEMINAS. Disponível em: <https://nit.ifsuldeminas.edu.br>. Acesso em 01 jun. 2022.

Jackson, M. O. (2010). *Social and economic networks*. Princeton university press. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=rFzHinVAq7gC&oi=fnd&pg=PP1&dq=jackson+2010+networks&ots=v0lgNX1UjX&sig=JOT0k2rG-WQYytC6ftgOhKi-keE#v=onepage&q=jackson%202010%20networks&f=false> . Acesso em 01 jun. 2022.

Lakatos, E. M., & Marconi, M. D. A. M. D. (2001). *Do trabalho científico*. São Paulo: Atlas.

Lima, J. C. F., Torkomian, A. L. V., Pereira, S. C. F., Oprime, P. C., & Hashiba, L. H. (2021). Socioeconomic Impacts of University–Industry Collaborations—A Systematic Review and Conceptual Model. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 7(2), 137. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2199-8531/7/2/137>. Acesso em: 16 mai. 2022.

Luqueze, M. A. O. (2017). A inovação aberta nas empresas do Índice NASDAQ-100: um estudo das redes de cooperação formadas a partir das patentes (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo). Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/96/96132/tde-25012018-101832/en.php>. Acesso em: 16 mai. 2022.

Martínez, C., Azagra-Caro, J. M., & Maraut, S. (2013). Academic inventors, scientific impact and the institutionalisation of Pasteur's Quadrant in Spain. *Industry and Innovation*, 20(5), 438-455. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/13662716.2013.824194>. Acesso em: 01 mai. 2022.

Mowery, D. C., & Sampat, B. N. (2004). The Bayh-Dole Act of 1980 and university–industry technology transfer: a model for other OECD governments?. *The Journal of Technology*

Transfer, 30(1), 115-127. <https://doi.org/10.1007/s10961-004-4361-z>. Acesso em: 16 mai. 2022.

Murray, F., & Budden, P. (2017). *A systematic MIT approach for assessing innovation-driven entrepreneurship in ecosystems (iEcosystems)*. Working paper Published by MIT's Laboratory for Innovation Science & Policy. Retrieved August 17, 2021. Disponível em: https://innovation.mit.edu/assets/BuddenMurray_Assessing-iEcosystems-Working-Paper_FINAL.pdf. Acesso em: 04 mai. 2022.

Newman, M. E. (2002). Assortative mixing in networks. *Physical review letters*, 89(20), 208701. <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.89.208701>

Pereira, C. G., & Porto, G. S. (2018). Uncovering innovation features and emerging technologies in molecular biology through patent analysis. *Recombinant Glycoprotein Production*, 15-34. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-1-4939-7312-5_2. Acesso em 01 jun. 2022.

Ponds, R., Van Oort, F., & Frenken, K. (2007). The geographical and institutional proximity of research collaboration. *Papers in regional science*, 86(3), 423-443. <https://doi.org/10.1111/j.1435-5957.2007.00126.x>

Ranga, M., Hoareau, C., Durazzi, N., Etzkowitz, H., Marcucci, P., & Usher, A. (2013). Study on university-business cooperation in the US. *Final report, May*. Disponível em: <http://archive.science-marketing.com/pdf/2013-07-07-Ranga.pdf>. Acesso em: 05 mai .2022.

Ribeiro, H. C. M., & Cirani, C. B. S. (2013). Análise da produção científica da Revista de Administração e Inovação. *RAI Revista de Administração e Inovação*, 10(4), 208-228. <https://doi.org/10.5773/rai.v10i4.1139>

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (2020). *Ecossistemas de empreendedorismo inovadores e inspiradores*/ SEBRAE – Brasília: Sebrae, 2020. 180 p. il., color. Disponível em: <https://informativo.anprotec.org.br/estudoecossistemas>. Acesso em: 04 mai. 2022.

Smith, H. L., & Bagchi-Sen, S. (2010). Triple helix and regional development: a perspective from Oxfordshire in the UK. *Technology Analysis & Strategic Management*, 22(7), 805- 818. Doi: <https://doi.org/10.1080/09537325.2010.511143>

Van Der Valk T, Gijsbers G (2010) The use of social network analysis in innovation studies: mapping actors and technologies. *Innovation*, 12 (1), 5–17. Disponível em: <https://doi.org/10.5172/impp.12.1.5>. Acesso em: 01 jun 2022

Zabala-Iturriagagoitia, J. M., Aparicio, J., Ortiz, L., Carayannis, E. G., & Grigoroudis, E. (2021). The productivity of national innovation systems in Europe: Catching up or falling behind?. *Technovation*, 102, 102215. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2020.102215>

Zanello, G., Fu, X., Mohnen, P., & Ventresca, M. (2016). The creation and diffusion of innovation in developing countries: A systematic literature review. *Journal of Economic*

Surveys, 30(5), 884-912. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/joes.12126>. Acesso em: 04 mai. 2022.