

## ***Gênese organizacional e empreendedorismo institucional em redes de pesquisas científica, tecnológica e de inovação***

Este trabalho buscou investigar a interação em redes interinstitucionais e o comportamento colaborativo dos pesquisadores mineiros imersos nas Redes de Pesquisa Científica, Tecnológica e de Inovação (RPCTI) apoiadas pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG). As redes existentes em Minas Gerais representam um sistema de interdependência constituído por dois níveis: redes interpessoais e interinstitucionais. O primeiro se estrutura a partir da interação entre pesquisadores afiliados às Instituições de Ciência, Tecnologia e Inovação (ICTI). O segundo é composto pela colaboração entre as ICTI. Esta proposta busca entender o efeito de formas de colaboração prévia entre pesquisadores e instituições sobre a formação das RPCTI, bem como o efeito mútuo dos atributos e relações nos dois níveis na configuração da colaboração interinstitucional e interpessoal. A pesquisa analisou os papéis dos principais pesquisadores que atuaram como empreendedores institucionais nestas redes. Sendo eles dotados de características particulares e controladores de recursos complementares, destacam-se as seguintes hipóteses: 1ª) empreendedores institucionais ocupam posições centrais na rede interpessoal; 2ª) empreendedores periféricos podem se beneficiar pela filiação às RPCTI; 3ª) os atributos dos atores influenciam a formação de laços de colaboração nas RPCTI. Foram aplicadas técnicas de Análise de Redes Sociais a partir de um modelo de seleção social para descobrir quais fatores afetaram a seleção de parcerias na gênese das RPCTI.

**Palavras-chave:** Redes interorganizacionais; Redes multiníveis; Gênese organizacional; Colaboração científica; Empreendedorismo institucional.

## ***Organizational genesis and institutional entrepreneurship in scientific, technological and innovation research networks***

This work aimed to investigate the interaction in interinstitutional networks and the collaborative behavior of researchers immersed in the Scientific, Technological and Innovation Research Networks (STIRN) supported by the Minas Gerais Research Support Foundation. The existing networks in Minas Gerais represent an interdependence system consisting of two levels: interpersonal and interinstitutional networks. The first is structured based on the interaction between researchers affiliated with the Institutions of Science, Technology and Innovation (ISTI). The second is composed of collaboration between ISTI. This proposal seeks to understand the effect of forms of prior collaboration between researchers and institutions on the formation of STIRN, as well as the mutual effect of attributes and relationships at both levels in the configuration of interinstitutional and interpersonal collaboration. The research analyzed the roles of the main researchers who acted as institutional entrepreneurs in these networks. Since they have particular characteristics and complementary resource controllers, the following hypotheses stand out: 1) institutional entrepreneurs occupy central positions in the interpersonal network; 2) peripheral entrepreneurs can benefit from membership in the STIRN; 3) the attributes of the actors influence the formation of collaborative ties in the STIRN. Social Network Analysis techniques were applied to a social selection model to find out which factors affected the selection of partnerships in the genesis of STIRN.

**Keywords:** Interorganizational networks; Multilevel networks; Organizational genesis; Scientific collaboration; Institutional entrepreneurship.

Topic: **Sociologia**

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Received: **10/06/2020**

Approved: **19/07/2020**

**Velcimiro Inácio Maia** 

Universidade Federal de São João del-Rei, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/5274925982950540>  
<http://orcid.org/0000-0003-1283-6529>  
[maia@ufsj.edu.br](mailto:maia@ufsj.edu.br)

**Antônio Carlos Andrade Ribeiro** 

Universidade Federal de Alfenas, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/0977494541313720>  
<http://orcid.org/0000-0003-2196-4143>  
[antonilos@gmail.com](mailto:antonilos@gmail.com)

**Marcus Chrystian Pimentel Alves** 

Universidade Federal de São João del-Rei, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/4408384057231300>  
<http://orcid.org/0000-0002-8246-1075>  
[marcus.cpimentel@gmail.com](mailto:marcus.cpimentel@gmail.com)



DOI: 10.6008/CBPC2674-6654.2020.002.0001

### **Referencing this:**

MAIA, V. I.; RIBEIRO, A. C. A.; ALVES, M. C. P.. Gênese organizacional e empreendedorismo institucional em redes de pesquisas científica, tecnológica e de inovação. *Humanum Sciences*, v.2, n.2, p.1-19, 2020. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2674-6654.2020.002.0001>

## INTRODUÇÃO

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) foi criada em 1985, tendo entre seus objetivos estimular a formação de grupos empenhados no estudo de questões consideradas estratégicas para o Estado. O fomento de redes de pesquisa, portanto, é um dos objetivos da instituição. Ao todo, as redes de pesquisa financiadas pela FAPEMIG envolveram 31 instituições do Estado, sejam universidades, centros de pesquisa estaduais e federais, empresas públicas e institutos federais. Até o ano de 2013, essas redes receberam recursos na ordem de 60 milhões de reais (FAPEMIG, 2014).

O objetivo do programa institucional de apoio à formação de redes de pesquisa científica foi incentivar a criação, a manutenção e o fortalecimento de redes de pesquisa científica, tecnológica e de inovação no Estado de Minas Gerais, possibilitando:

- a) Articulação entre pesquisadores e instituições para desenvolver competências em diferentes áreas do conhecimento de interesse do Estado e do País;
- b) Otimização do uso de recursos, evitando duplicação e, ao mesmo tempo, induzir o trabalho cooperativo das ICTI mineiras em sistema de redes de pesquisa, facilitando a interação entre pesquisadores e estimulando a utilização compartilhada dos laboratórios de pesquisa e a geração de novos conhecimentos;
- c) Formação de parcerias com órgãos federais que veem nas redes a oportunidade de financiamento articulado, otimizando e ampliando o uso de seus recursos. (FAPEMIG, 2014).

Uma das possibilidades para as redes de pesquisa já consolidadas no Estado é de transformarem-se em Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCT), que são redes com articulação nacional financiadas no âmbito federal, via Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Portanto, a formação das redes procura otimizar o investimento em equipamentos, laboratórios e demais recursos. Por outro lado, os laços entre pesquisadores podem facilitar a geração de conhecimento, visto que a ligação entre pesquisadores e ICTI permite que ocorra um fluxo de informações necessário para o desenvolvimento da Ciência e Tecnologia.

Diante destas colocações iniciais, estabelecemos a seguinte questão: *O que influencia a formação de laços de colaboração entre organizações e entre indivíduos em contextos competitivos como o campo da pesquisa científica e tecnológica para inovação?* Como objetivo central da pesquisa: *Investigar a interação em redes interinstitucionais e o comportamento colaborativo dos pesquisadores mineiros imersos nas Redes de Pesquisa Científica, Tecnológica e de Inovação apoiadas pela FAPEMIG (RPCTI).*

Consideramos que o tema seja relevante para pensar a relação entre as dimensões micro e macro da vida social. Contribui para entender como indivíduos interessados em melhorar seu desempenho são capazes de atuar sobre a estrutura social e transformá-la. A interação entre micro e macro é uma questão clássica do pensamento sociológico para a qual ferramentas metodológicas inovadoras permitem alcançar novas respostas. Nas últimas décadas o desenvolvimento de técnicas de análise de redes sociais constituiu a base de sustentação da nova sociologia estrutural, o que permitiu que velhos debates sociológicos pudessem ser revistos sob um exame crítico e rigoroso que exige a comprovação das hipóteses teóricas mediante a análise de dados empíricos. Sob a luz deste movimento, tem sido possível avançar consideravelmente no

entendimento sobre como se formam as relações sociais. Este trabalho almeja dar uma contribuição direta pela análise da formação de parcerias interinstitucionais no campo da pesquisa tecnocientífica.

Avançamos na discussão sobre gerenciamento de interdependências nos níveis individual e organizacional para melhoria do desempenho organizacional. Percebendo as organizações como sistemas de interdependência, esta proposta contribui para análise sobre o uso que membros fazem de suas organizações e vice-versa, bem como da influência mútua entre colaboração interpessoal e parcerias interorganizacionais.

## REVISÃO TEÓRICA

O institucionalismo sociológico aponta a habilidade social de empreendedores institucionais para mobilizar apoio e promover inovações no campo (DIMAGGIO, 1988; FLIGSTEIN, 2007). Para DiMaggio (1988), empreendedores institucionais são atores capazes de manipular os recursos no campo e identificar oportunidades para realizar seus interesses. Tais atores empreendem projetos de institucionalização que moldam o campo organizacional. Estes atores ajudam no desenvolvimento das atividades nas quais estão envolvidos e na constituição de novas instituições.

Empreendedores institucionais são vistos como dotados de habilidade para motivar alianças políticas entre grupos muito diferentes (SCHUMPETER, 1982). Estudos recentes buscam explicar o processo de gênese organizacional a partir de uma abordagem relacional (PADGETT et al., 2012) e incorporam análises de casos de insucesso de inovação institucional (POWELL et al., 2012).

Segundo Scott (2008), a mudança no campo organizacional é afetada por quatro componentes-chave: Os sistemas relacionais criam oportunidades e constrangimentos para mudança. Organizações e indivíduos ocupam diferentes posições em uma rede amplamente conectada e, assim, adquirem capacidades diferenciadas de intervenção no campo; O sistema cognitivo-cultural define “um conjunto de práticas materiais e simbólicas que constituem os princípios institucionais e estão disponíveis para organizações e indivíduos” (SCOTT, 2008). Esse sistema orienta a ação dos atores no campo organizacional e oferece a base para seu entendimento; Um terceiro componente-chave remete ao repertório de ações consideradas adequadas no campo, que exclui algumas possibilidades de ação vista como não desejáveis; Por último, Scott destaca os arquétipos organizacionais. Neste caso, refere-se à influência da estrutura e das práticas organizacionais (cultura institucional) sobre os valores que são compartilhados no campo.

Em adição às redes sociais, a vida institucional é organizada ao redor de redes culturais, estruturas relacionais que ligam significados, valores, narrativas e retóricas em várias configurações estruturadas. Uma análise institucional necessita atentar para ambas as estruturas: os sistemas de discurso e os sistemas de interação social e para ligações que os une (MOHR et al., 2008).

## METODOLOGIA

O percurso metodológico da pesquisa se deu pela coleta de dados quantitativos e qualitativos, e aplicação das técnicas de Análise de Redes Sociais. Os dados primários sobre a formação das RPCTI foram levantados por meio de questionário *online* enviado aos coordenadores das redes. Contatos telefônicos

também foram realizados com alguns coordenadores, a fim de compreender melhor as informações obtidas ou complementá-las. Das 13 RPCTI iniciais obtivemos respostas via questionário de 7 coordenadores. O restante dos dados foi obtido por meio de levantamento nos sítios na Web das referidas redes. Nesta etapa foi possível identificar os pesquisadores atuantes nas RPCTI, bem como as suas instituições de filiação.

Para a confecção das redes de colaboração científica entre os pesquisadores participantes das RPCTI selecionadas, utilizamos as informações coletadas na base de currículos da Plataforma Lattes. Foi feita a listagem dos pesquisadores atuantes nas RPCTI, a localização dos códigos utilizados pelo CNPq como identificadores (IDs) dos currículos Lattes, e posteriormente foi utilizado o software de mineração de dados Scriptlattes para a coleta dos dados (MENACHALCO et al., 2013). Nessa ferramenta, as produções bibliográficas disponíveis nos currículos Lattes com títulos iguais ou similares, dentro do mesmo tipo e ano de publicação, são consideradas como colaborações entre autores. O programa foi ajustado para considerar os seguintes tipos de produção em Ciência e Tecnologia: artigos completos publicados em periódicos, livros publicados, organizados ou editados, capítulos de livros, textos em jornais, trabalhos completos em congressos, resumos expandidos em congressos, resumos em congressos, artigos aceitos para publicação, apresentação de trabalhos, demais produções bibliográficas.

As redes de coautoria geradas foram do tipo endógenas, isto é, consideraram somente as relações entre os pesquisadores listados. Adotou-se a metodologia de Análise de Redes Sociais (ARS) com auxílio dos *softwares* Pajek 3.13, Ucinet 6.491, Netdraw 2.135 e Gephi 0.8.2. A coleta foi realizada em 24 de maio de 2019 e quaisquer dados inseridos nos currículos Lattes após esta data não constaram nas redes. Visando levantar apenas a produção a partir do fomento da FAPEMIG às RPCTI, estabeleceu-se um corte temporal, ou seja, considerou-se apenas a produção bibliográfica dos pesquisadores entre os anos de 2013 a 2018.

Depois de construída a rede de coautorias, por meio dos currículos Lattes, estabeleceram-se os seguintes atributos dos pesquisadores: ICTI de afiliação, gênero, bolsista produtividade CNPq, RPCTI de afiliação, grande área do conhecimento - CNPq. Estes atributos foram analisados em termos de formação dos laços na rede de coautorias utilizando as técnicas da modelagem ERGM (*Exponential Random Graph Models*). O uso dessa técnica será detalhado na seção 5.1.1.1.

Para a parte qualitativa do estudo, que visou testar a hipótese dos ganhos de atores periféricos na rede, foi aplicado um instrumento de coleta via correio eletrônico a 83 atores que se encontravam na periferia da rede de colaboração científica. As respostas foram interpretadas por meio da análise de conteúdo, que pode ser definida como um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando a obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (BARDIN, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um levantamento inicial das RPCTI permitiu visualizar a rede das ICTI participantes dos projetos já outorgados pela FAPEMIG: Rede Mineira de Propriedade Intelectual; Rede Mineira de Química; Rede Mineira



conjunto de Redes credenciadas e fomentadas pela FAPEMIG. A rede é coordenada por Rodrigo Gava, e é composta por 32 ICTI, sendo 27 instituições científicas e tecnológicas e cinco entidades afiliadas.

A Rede auxilia na definição de políticas de proteção intelectual, na implantação dos núcleos de inovação tecnológica, na capacitação de recursos humanos para atuarem na gestão da proteção do conhecimento e na transferência de tecnologia. Além disso, promove eventos com o intuito de discutir e disseminar o aprendizado de temas relativos à propriedade intelectual, propondo troca de experiências, em benefício do interesse público, pelo fato de o setor ser estratégico para o desenvolvimento tecnológico, e considera a importância de os investimentos públicos, feitos nas universidades, serem preservados através da propriedade intelectual (FAPEMIG, 2014).

### **Rede Mineira de Biomoléculas**

Criada em 2002, a Rede Mineira de Biomoléculas apoia projetos de pesquisas nas áreas de genômica funcional, proteoma e estudos sobre estrutura e função de biomoléculas. Ela é coordenada por Ricardo Tostes Gazzinelli, e estabelece parceria entre pesquisadores da UFMG, CPqRR/Fiocruz Minas, Funed, Fundação Hemominas, UFOP, UFU e UFV.

A Rede estuda o uso de venenos de animais peçonhentos e parasitas causadores de doenças comuns no país para o desenvolvimento de medicamentos e inseticidas. Para isso, recursos foram destinados à aquisição de equipamentos específicos, de alta tecnologia, como aparelhos para sequenciamento de proteínas, síntese de peptídeos e espectrômetros de massa. Segundo Gava, foram financiados equipamentos de uso comum a vários departamentos, de forma a contribuir com toda a comunidade científica (FAPEMIG, 2014). Alguns laboratórios do Estado, como o Laboratório de Proteômica (UFMG) receberam investimentos para sua modernização, de forma a manter a competitividade na área.

### **Rede Mineira de Química**

Fundada em dezembro de 2009, a Rede Mineira de Química teve como principal objetivo integrar pesquisadores de Minas Gerais, para reduzir desigualdades regionais e estimular o desenvolvimento de projetos de pesquisa com maior coesão e qualidade, focando em áreas de atuação que abrangem a expertise dos grupos e que são relevantes para as comunidades mineiras. Inicialmente, foram feitos estudos sobre todas ICTI participantes da rede, demandas para infraestrutura para pesquisa, e grupos potenciais que poderiam estabelecer colaborações científicas. Foi organizado então um plano objetivo e eficiente para o compartilhamento de recursos materiais existentes e elaboração de projetos de pesquisa visando a aquisição de equipamentos de uso comum.

A Rede é coordenada por Glaura Goulart Silva, da UFMG, e constituída por cerca de 200 pesquisadores, que pertencem às ICTI: Unifal, Unifei, UFJF, UFLA, UFMG, UFOP, UFSJ, UFTM, UFU, UFVJM, UFV, UNIMONTES e CEFET-MG. Estes pesquisadores trabalham em colaboração, com vistas à formação de recursos humanos de alto nível e ao desenvolvimento de pesquisa e inovação em Química (FAPEMIG, 2014).

### **Rede Mineira de Biotecnologia para o Agronegócio (Biotecnologia)**

A Rede Mineira de Biotecnologia para o Agronegócio atua na capacitação de pesquisadores nas áreas de genômica funcional, genética molecular e biossegurança. Criada em 2005, a rede busca o desenvolvimento sustentável do agronegócio mineiro, melhorando o conhecimento e desenvolvendo tecnologias sustentáveis na utilização dos recursos naturais. Sob a coordenação de Antonio Álvaro Corsetti Purcino, da Embrapa Milho e Sorgo, a rede é composta pelas seguintes ICTI: Embrapa Milho e Sorgo, Embrapa Gado de Leite, UFV, UFLA, UFU, UFMG, EPAMIG, e CCPqRR/Fiocruz Minas.

A Rede tem entre seus princípios o compartilhamento de laboratórios, integração entre pesquisadores e metodologias utilizadas nos laboratórios, apoio e estímulo a ações coordenadas de pesquisa nas áreas contempladas pela Rede, aumento da colaboração interinstitucional e a parceria com outras redes de pesquisa já apoiadas pela FAPEMIG, otimizando a capacidade de Pesquisa e Desenvolvimento.

### **Rede de Teleassistência de Minas Gerais (Teleassistência)**

A Rede de Teleassistência de Minas Gerais tem por objetivo desenvolver, implementar e avaliar sistemas de telessaúde. Criada em 2005, por meio do edital do Programa de Telemedicina para Ações Preventivas de Saúde, ela se tornou uma das redes de pesquisa do estado em 2010, sendo composta por: UFMG, UFSJ, UNIMONTES, UFU, UFJF, UFTM, UFVJM.

Sob a coordenação de Antonio Luiz Pinho Ribeiro (UFMG), a Rede conecta profissionais de diversas especialidades de hospitais universitários a profissionais de saúde remotos por meio de atividades de telediagnóstico e teleconsultorias, além de oferecer sistemas de apoio à decisão. Ela conta com números expressivos em teleconsultorias, laudos de exames, entre outros serviços, e já desenvolveu sistemas, modelos de teleassistência e manutenção de serviço em larga escala, realizando um trabalho de excelência no estado.

### **Rede Mineira de Bioterismo (Bioterismo)**

Para garantir a qualidade dos biotérios (instalações para produção de modelos animais adequados a estudos especializados) foi criada, em 1998, a Rede Mineira de Bioterismo, que sob a coordenação de Vera Maria Peters, é formada por oito instituições do Estado: UFMG, UFJF, UFSJ, UFV, UFLA, UFOP, CPqRR/FIOcruz Minas, FUNED. Desde sua criação, a rede almeja o monitoramento sanitário e genético dos biotérios, assim como a adequação de condições ambientais, a normatização de procedimentos, o intercâmbio e a formação de recursos humanos (FAPEMIG, 2014).

Como conquistas da rede, podem ser citados a aquisição de instrumentos e equipamentos científicos de alto custo, a normalização da qualidade do modelo animal, a adequação da legislação vigente, a redução do número de animais usados pelos especialistas e dos custos na pesquisa, além da melhoria dos processos de biossegurança e de tratamento de resíduos.

### **Rede de Pesquisas em Doenças Infecciosas Humanas e Animais (Doenças Infecciosas)**

A Rede de Pesquisas em Doenças Infecciosas Humanas e Animais foi criada em 2012, tendo inicialmente a participação das seguintes ICTI: UFTM, UFU, UFJF, UFMG, UFOP, CPQRR, sob coordenação da UFTM. A rede tem como objetivo investigar a etiopatogenia, transmissão, epidemiologia, diagnóstico, desenvolvimento de novas terapias e modulação das respostas imunes e inflamatórias em diferentes doenças infecciosas ainda sem cura e altamente relevantes para o estado de Minas Gerais (PPGEOC, 2018).

Sob a coordenação de Virmondes Rodrigues Jr., da UFTM, o grupo reúne pesquisadores de produção científica destacada em sua área de atuação, tendo como missão acelerar os esforços de pesquisa em doenças infecciosas, humanas e animais, de grande relevância, e que não possuem tratamento adequado no Brasil (FAPEMIG, 2014).

### **Rede Mineira de Ensaio Toxicológicos e Farmacológicos de Produtos Terapêuticos (Farmacologia e Toxicologia)**

A Rede Mineira de Ensaio Toxicológicos e Farmacológicos de Produtos Terapêuticos foi criada em 2002, e tem como principal objetivo desenvolver e realizar análises toxicológicas e farmacológicas pré-clínicas para atendimento da demanda do setor acadêmico e farmacêutico por novos produtos, visando ao monitoramento de seu potencial de ação terapêutica na saúde humana e animal. A rede é composta por cinco ICTI: UFJF, Unifenas, UFOP, UFV, UFSJ. Juntas, as instituições estão desenvolvendo anti-inflamatório, antiulcerogênico, analgésico, relaxante muscular e antineoplásico.

Segundo a coordenadora do projeto, Vera Maria Peters: “Com os recursos iniciais obtidos por meio da FAPEMIG, os laboratórios da Unifenas e do Centro de Biologia da Reprodução da Universidade Federal de Juiz de Fora (CBR/UFJF) puderam ser parcialmente equipados e adequados para atender ao propósito do edital”. Os investimentos na rede trouxeram a elevação da qualidade da pesquisa no Estado, um maior número de patentes, o desenvolvimento de novas práticas, a redução de custos e autossuficiência do Estado na obtenção de produtos terapêuticos, acesso a medicamentos de qualidade e de baixo custo, além do aumento da produção de fármacos utilizáveis pela população (FAPEMIG, 2014).

### **Rede Mineira de Toxinas com Ação Terapêutica (Toxinas)**

Criada em 2011, a partir de uma chamada pública da FAPEMIG, a Rede Mineira de Toxinas com Ação Terapêutica reúne quatro instituições: IEP Santa Casa (BH), Faculdade de Medicina da UFMG, Funed e ICB/UFMG. A proposta da Rede é realizar estudos sobre a composição química e os mecanismos de ação do veneno da aranha. Por meio de estudos farmacológicos e bioquímicos, o grupo investiga o potencial das toxinas para controle da dor e obtenção de novos medicamentos.

O interesse pelo aracnídeo estava ligado às evidências, cada vez mais frequentes, de que as toxinas presentes em seu veneno atuam bloqueando determinados canais de cálcio e amenizando dores crônicas. Estudos nessa linha já eram desenvolvidos nas quatro instituições e, com a criação da rede, intensificou-se o intercâmbio de informações e de recursos, o que inclui o compartilhamento de infraestrutura de pesquisa.



Sob a coordenação de Marcus Vinicius Gomez, o trabalho é distribuído de forma dinâmica entre os pesquisadores. A Funed é responsável por obter, purificar e identificar as toxinas. A ação farmacológica é, então, estudada pelo IEP Santa Casa e pelas unidades da UFMG. Segundo Gomez, existe a perspectiva de futuramente tentar mapear os neurônios ativados durante o processo de dor, de forma a permitir o desenvolvimento de medicamentos ainda mais específicos (FAPEMIG, 2014).

### **Rede Mineira de Microscopia e Microanálise (Microscopia)**

Com a criação da Rede Mineira de Microscopia e Microanálise em 2012, o conhecimento gerado e a infraestrutura existente nos laboratórios de universidades e centros de pesquisa integrados ao grupo passaram a ser compartilhados. Sob a coordenação de Elizabeth Ribeiro da Silva, a rede é composta pelas seguintes ICTI: CEFET/MG, CDTN/CNEN, CIT/SENAI/FIEMG, CPqRR/FIOcruz-BH, UFJF, UFLA, UFMG, UFOP, UFSJ, UFU, UFV.

A rede objetiva nivelar a qualidade dos laboratórios e melhorar a qualidade da microscopia eletrônica. Assim, reúne equipamentos de última geração, além de cerca de 300 pesquisadores doutores, com atuação de excelência em microscopia e microanálise, que interagem com os demais usuários, entre os quais, alunos das instituições de ensino, pesquisadores e empresas. Ao menos 30 empresas dos setores de bens de consumo, energético, siderúrgico e minero-metalúrgicos já são beneficiadas pela parceria. Os estudos realizados nos laboratórios da rede colaboram para a solução de problemas técnicos vividos nas companhias, formam mão de obra e, ainda, desenvolvem novas técnicas e metodologias de análise de produtos (FAPEMIG, 2014).

### **Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Teranóstica e Nanobiotecnologia (Teranano)**

A Rede Teranóstica de Minas Gerais é composta por seis instituições: UFU, UFMG, UFJF, UFSJ, UFLA e UFV, e tem foco na combinação de sistemas terapêuticos e diagnósticos. Ela foi formada em 2008, reunindo quase 100 pesquisadores, dos quais 14 são bolsistas de produtividade em pesquisa do CNPQ.

A rede coordenada por Luiz Ricardo Goulart é dividida em quatro áreas: Nanomedicina, Nano-odontologia, Nanofarmácia e Nanoveterinária, cada uma com dois subcoordenadores específicos que tem por objetivo integrar as instituições com aplicações conjuntas. A proposta da rede vem de encontro às iniciativas dos Ministérios da Saúde e de Ciência e Tecnologia para pesquisas prioritárias direcionadas para o SUS, podendo levar ao aprimoramento de políticas públicas de saúde, e ao desenvolvimento científico e tecnológico voltado para a saúde da população (UFU, 2020). A Tabela 1 lista as RPCTI com o número de participantes, seu coordenador e a instituição de filiação do coordenador (à época do levantamento).

É importante salientar que sete pesquisadores participavam de duas redes, e dois pesquisadores participam de três redes, simultaneamente. Pesquisadores que participavam de duas ou mais RPCTI: Luis David Solis Murgas - Bioterismo / Farmacologia; Vera Maria Peters - Bioterismo / Farmacologia Elizabeth Batista Fontes - Biotecnologia / Biomoléculas; Jose Roberto Mineo - Teranano / Oncologia / Doenças Infecciosas; Luiz Ricardo Goulart Filho - Teranano / Oncologia / Biotecnologia; Marcelo Emilio Beletti -

Teranano / Microscopia; Luiz Gustavo de Lima Guimarães - Química / Microscopia; Teodorico de Castro Ramalho - Química / Microscopia; Elmiro Santos Resende - Teranano / Teleassistência.

**Tabela 1:** Pesquisadores por RPCTI.

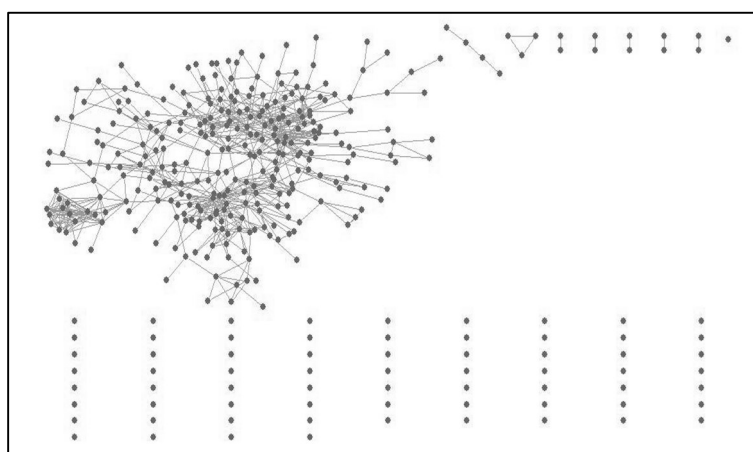
RPCTI	Nº de pesquisadores	Coordenador	IFES
Química	166	Glaura Goulart Silva	UFMG
Teranano	45	Luiz Ricardo Goulart	UFU
Microscopia	36	Elizabeth Ribeiro da Silva	UFV
Propriedade Intelectual	27	Rodrigo Gava	UFV
Farmacologia/Toxicologia	24	Vera Maria Peters	UFJF
Biotecnologia	21	Antonio Álvaro Purcino	EMBRAPA
Toxinas	18	Marcus Vinicius Gomez	IEPSC-BH
Oncologia	15	Eddie Fernando Murta	UFTM
Bioterismo	11	Vera Maria Peters	UFJF
Doenças Infecciosas	8	Virmondes Rodrigues Jr.	UFTM
Biomoléculas	8	Ricardo Tostes Gazzinelli	UFMG
Teleassistência	7	Antonio Luiz Ribeiro	UFMG

Na análise de redes sociais foi necessário associar cada pesquisador a somente uma RPCTI. Portanto, como critério, afiliamos o pesquisador à RPCTI na qual teve o maior número de laços de coautoria ou maior produção relatada no currículo Lattes ligada à esta. Ao todo, 44 ICTI possuem membros nas RPCTI, contando também com a participação de ICTI que não estão localizadas em Minas Gerais.

### Análise de Redes Sociais

Essa seção faz a análise de como as redes entre atores e instituições surgiram através do fomento da FAPEMIG e da atuação dos empreendedores institucionais. Para testar as hipóteses traçadas, foi construída a rede de colaboração científica entre os atores das RPCTI, identificadas as redes múltiplas e, finalmente, os benefícios da articulação em redes para os atores.

### A rede de colaboração científica



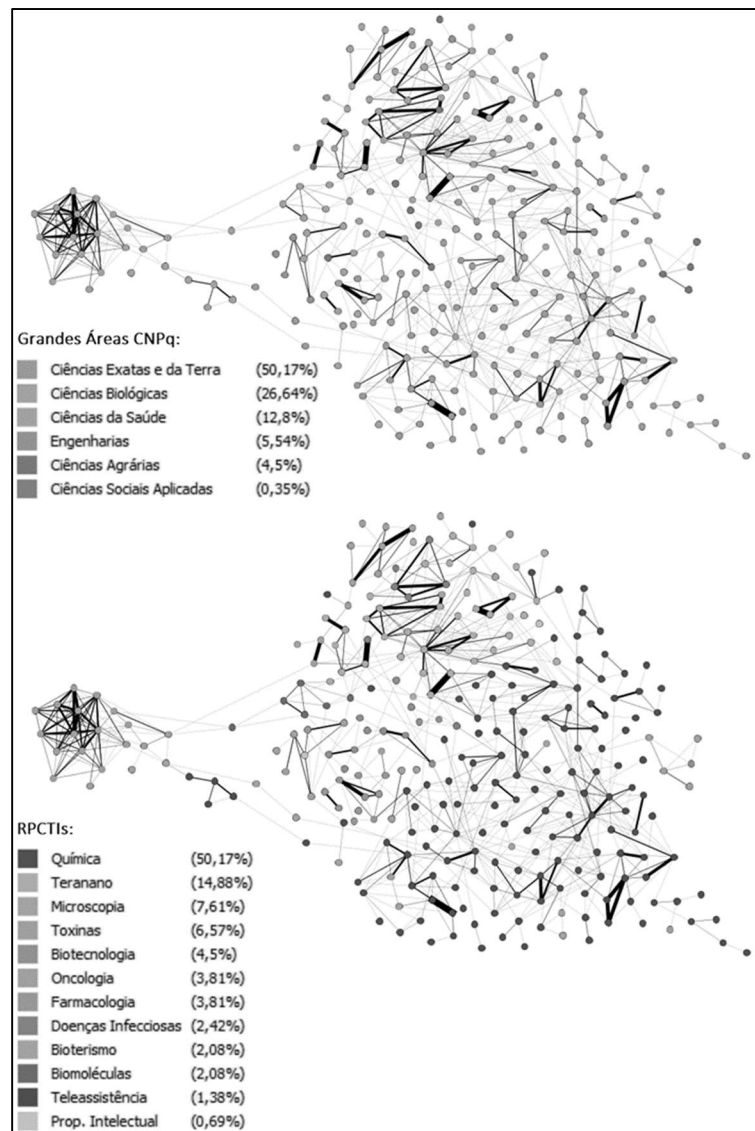
**Figura 2:** Rede total de Colaboração Científica dos pesquisadores das ICTI.

A rede de coautorias neste estudo contemplou somente os pesquisadores integrantes de cada RPCTI, não constando aqui colaborações científicas com outros pesquisadores. A rede total contém 374 pesquisadores separados em 76 componentes (subgrupos conexos) assim divididos: um componente gigante, um componente com quatro nós em linha, uma tríade, cinco díades e 68 nós isolados. O maior

componente da rede (componente gigante) foi composto por 289 nós. Comumente os analistas de redes sociais se concentram no componente gigante, que neste caso concentrou 77,27% dos pesquisadores listados. A Figura 2 exibe a rede total, com todos os seus componentes.

### Análise do componente gigante

A Figura 3 traz uma visualização do componente gigante da rede de colaboração com os vértices segundo as 'Grandes Áreas' declaradas nos currículos Lattes dos pesquisadores e segundo a afiliação às RPCTI.



**Figura 3:** Componente Gigante Rede de Colaboração Científica dos pesquisadores.

A formação de subgrupos por afinidade de áreas de pesquisa parece ser bem clara na figura acima. O Quadro 1 mostra os principais pesquisadores de cada RPCTI pela diversidade de laços de coautoria (*degree*), isto é, pelo número de pesquisadores com quem se tem parceria em publicações. Consideramos empreendedores institucionais os pesquisadores que foram coordenadores das RPCTI, pois eles possuem posições de destaque na rede de colaboração científica, promovendo o contato entre diversos pesquisadores. Observa-se no quadro 1 que os empreendedores institucionais estão entre os pesquisadores mais centrais.

**Quadro 1:** Pesquisadores mais centrais nas RPCTI.

RPCTI	Atores com maior diversidade de laços de coautoria ( <i>Degree</i> )
Teranano	*Luiz Ricardo Goulart Filho; José Roberto Mineo
Toxinas	*Marcus Vinicius Gomes; Marta do Nascimento Cordeiro
Doenças Infecciosas	*Virmondes Rodrigues Júnior; Marcos Vinicius da Silva
Química	Luiz Carlos A. de Oliveira; Marcio Cesar Pereira; *Hélio Ferreira dos Santos
Oncologia	*Eddie Fernando Cândido Murta; Márcia Antoniazzi Michelin
Bioterismo	*Vera Maria Peters; Marta de Lana; Murilo Vieira da Silva
Farmacologia e Toxicologia	Martha de Oliveira Guerra; *Vera Maria Peters; Marcos Antônio Fernandes Brandão
Biomoléculas	Santuza Maria Ribeiro Teixeira; *Ricardo Tostes Gazzinelli; Daniella Castanheira Bartholomeu; Ana Paula Salles Fernandes; Helida Monteiro Andrade
Biotecnologia	Vera Lúcia dos Santos; *Eliane A. Gomes; Cláudia Teixeira Guimarães
Microscopia	José Mário Carneiro Vilela; Valdir Mano; *Elizabeth Ribeiro da Silva
Teleassistência	*Antônio Luiz Pinho Ribeiro; Clareci Silva Cardoso
Propriedade Intelectual	Vanessa Carla Furtado Mosqueira; *Rodrigo Gava

\* Coordenadores das RPCTI (empreendedores institucionais).

**Análise ERGM da rede de colaboração científica**

Nesta seção, analisamos por meio da modelagem ERGM (*Exponential Random Graph Models*) a rede de cooperação entre os pesquisadores das ICTI. Neste tipo de análise, é possível estimar os parâmetros mais adequados para cada termo, visando definir com maior ou menor grau de confiança a contribuição individualizada de cada termo para a geração de um conjunto de grafos que possuam características estruturais similares às da rede obtida empiricamente (FERNANDES et al., 2017).

Em um modelo ERGM os possíveis laços entre atores de uma rede social são tratados como variáveis aleatórias, que podem ser modeladas sob várias suposições de dependências. Essas suposições de dependência possibilitam entender como e porque surgem – e também não surgem – os laços entre atores de uma rede social, e são primariamente expressas por meio da maior ou menor probabilidade de ocorrência de configurações endógenas de vários tipos (relacionamentos mútuos entre atores, assimetria de relações, formação de triângulos, estrelas de grau  $k$  etc.). As configurações (endógenas) e os efeitos de atributos (exógenos) são inseridas em um modelo ERGM por meio de termos de modelagem (ROBINS et al., 2007).

Para proceder a modelagem, duas questões foram levantadas: (1) Qual é a propensão típica dos pesquisadores em estabelecer relacionamentos de cooperação, independente de atributos pessoais? (2) Atributos pessoais dos pesquisadores, como: pertencer à mesma Grande Área do CNPq, ser filiado à mesma ICTI ou RPCTI, ser do mesmo gênero ou ser bolsista aumenta a chance de se estabelecer laços de cooperação?

Neste estudo, utilizamos o pacote *Statnet* na plataforma *R* para fazer a modelagem ERGM. Para responder à primeira pergunta formulada, utilizamos o termo *edges* que permite a exploração do aspecto estrutural relacionado à capacidade dos nós de tecerem laços entre si. Para a segunda questão, usamos o termo *nodematch* (*attrname*) que permite estimar a probabilidade de estabelecimento de laços entre dois nós a partir da semelhança de um atributo destes nós. Inserimos no modelo os atributos: 'Grande área' (que o pesquisador declara em seu currículo Lattes, segundo as grandes áreas de pesquisa do CNPq), 'ICTI' (instituição a que está filiado), 'RPCTI' (qual Rede financiada pela FAPEMIG faz parte), 'Gênero' (masculino ou feminino), 'Bolsista' (se é bolsista produtividade do CNPq).

A rede real observada possuía 289 nós e 740 laços. A correspondência de laços por Grande Área foi de 533, por ICTI foi de 316, por pertencimento à uma Rede fomentada pela FAPEMIG de 604, por coincidência

de gênero 451 e por ser ou não bolsista 408. A Tabela 2 mostra a qualidade do ajuste (*Goodness-of-fit*) para o modelo estatístico.

**Tabela 2:** *Goodness-of-fit for model statistics.*

Parâmetro	obs	min	mean	Max	p-value
Edges	740	661	737	803	0.90
Nodematch. Grande_area	533	463	531	575	1.00
Nodematch. ICTI	316	275	311	361	0.74
Nodematch. RPCTI	534	544	602	656	0.88
Nodematch. Genero	451	394	449	495	0.94
Nodematch. Bolsista	408	371	406	461	0.92

O modelo mais adequado para a rede foi obtido pela fórmula a seguir.

$$Nw () \sim \text{edges} + \text{nodematch} ('Grande\_area') + \text{nodematch} ('ICTI') + \text{nodematch} ('RPCTI') + \\ \text{nodematch} ('G\text{ê}n\text{e}r\text{o}') + \text{nodematch} ('Bolsista')$$

Os parâmetros estimados são apresentados na Tabela 3. Se o valor do erro de cada estimativa for menor que a metade do valor absoluto da estimativa, ela pode ser utilizada em análises. Apenas o parâmetro ser 'Bolsista' não foi satisfatório.

**Tabela 3:** Monte Carlo MLE Results.

Parâmetro	Estimativa	Erro MCMC	p-value
edges	-5.9511	0.1110	<1e-04 ***
Nodematch. Grande_area	0.3985	0.1009	<1e-04 ***
Nodematch. ICTI	2.2014	0.0801	<1e-04 ***
Nodematch. RPCTI	2.0214	0.1148	<1e-04 ***
Nodematch. Gênero	0.1803	0.0794	0.023 *
Nodematch. Bolsista	0.0961	0.0779	0.217

O valor estimado de -5,9511 para o termo *edges* indica ser cerca de 0,26% a chance de que dois pesquisadores quaisquer desenvolvam cooperação entre si. Já a chance de surgir uma relação de cooperação entre pesquisadores de uma mesma grande área é de 59,83%, que pertencem a uma mesma ICTI de 90,04%, que fazem parte de uma mesma RPCTI 88,30%, do mesmo gênero de 54,50% e de ser bolsista 52,40% (mas o resultado da modelagem não é confiável para esse parâmetro). As chances são dadas pela equação abaixo:

$$\text{Chance} = e^{\text{param}} / (1 + e^{\text{param}})$$

Enfim, a modelagem ERGM permitiu chegar às seguintes respostas: (1) a propensão a estabelecer relações de cooperação entre dois pesquisadores quaisquer é pequena; (2) no entanto, a chance de cooperação entre dois pesquisadores que combinem atributos de filiação passa a ser mais elevada, com destaque para pertencer à mesma ICTI e RPCTI.

### Análise de redes múltiplas

Padgett et al. (2012) partem do pressuposto que a sobreposição de domínios de atividades na vida social estabelece a condição social para que inovações ganhem vida. Podemos pensar então em um modelo de redes múltiplas, onde é possível entender a gênese de inovações organizacionais. Atores sociais circulando entre domínios diferentes transportam ideias e práticas que podem ser recombinadas de forma a gerar inovações.



## Centralidade e poder no nível das RPCTI

Para verificar nossa primeira hipótese de trabalho, empreendedores institucionais ocupam posições centrais na rede interpessoal, procedemos às análises de centralidade nas redes. Freeman (1977; 1979) se baseou em três intuições para mensurar a centralidade de um vértice: o grau de laços que o vértice tem com seus vizinhos (*degree*); sua proximidade em relação aos outros (*closeness*) e a sua posição de intermediação na rede (*betweenness*). A centralidade de grau (*Freeman degree centrality*) mede a atividade relacional direta de um ator, ou seja, a quantidade de laços que um ator possui com outros atores na rede. A intuição é a de que o ator mais central na rede é aquele que concentra o maior número de conexões diretas com outros atores.

A centralidade de proximidade proposta por Freeman (1979) procura medir a capacidade de autonomia ou de independência dos atores. Na verdade, trata-se de medir o afastamento (*farness*) em vez da proximidade (*closeness*) (LEMIEUX et al., 2012), sendo dada pelo inverso da distância geodésica total de um vértice a todos os outros da rede. *Farness* (distanciamento) é a soma das distâncias geodésicas de um vértice para todos os outros vértices. *Closeness* (proximidade) é o inverso do distanciamento. O *nCloseness* é obtido pelo distanciamento dividido pelo distanciamento mínimo possível expresso como uma porcentagem.

**Tabela 4:** Medidas de centralidade das ICTI por afiliação às RPCTI.

ICTI	<i>Degree</i>	<i>nDegree</i>	<i>Betweenness</i>	<i>nBetweenness</i>	<i>Farness</i>	<i>nCloseness</i>
UFMG	89.000	0.259	216.667	23.994	44.000	97.727
UFU	83.000	0.241	78.667	8.712	50.000	86.000
UFJF	68.000	0.198	13.750	1.523	57.000	75.439
UFSJ	66.000	0.192	4.000	0.443	58.000	74.138
UFV	66.000	0.192	13.750	1.523	57.000	75.439
UFLA	65.000	0.189	13.750	1.523	57.000	75.439
UFOP	60.000	0.174	13.750	1.523	57.000	75.439
UFTM	60.000	0.174	66.667	7.383	52.000	82.692
CEFET-MG	48.000	0.140	4.000	0.443	58.000	74.138
FIOCRUZ	44.000	0.128	4.000	0.443	58.000	74.138
UFVJM	44.000	0.128	0.000	0.000	60.000	71.667
UNIMONTES	44.000	0.128	0.000	0.000	60.000	71.667

A centralidade de intermediação (*betweenness*), para Freeman (1979), descreve a capacidade que os atores de uma rede têm de assegurar um papel de coordenação e controle. Essa centralidade vem da posição intermediária que um ator ocupa, de forma que muitos atores precisam passar por ele para alcançar os outros. Isto confere ao ator maior controle sobre a circulação de informações. Mede a frequência com que um nó aparece nos caminhos mais curtos entre nós da rede. A Tabela 4 mostra as ICTI que apresentam maior centralidade de grau (número de laços) com outras por meio do pertencimento às mesmas RPCTI. Também a centralidade de intermediação (*Betweenness*) e a centralidade de proximidade (*nCloseness*).

Também podemos pensar a centralidade pela formação de subgrupos. As redes sociais podem apresentar um padrão de estratificação do tipo centro-periferia. A intuição conceitual, neste caso, consiste na proposição de que os atores da rede se encontram divididos em dois grupos distintos – o centro e a periferia. No centro, os atores estão densamente conectados entre si, enquanto os atores da periferia estão

mais conectados com os atores do centro do que com seus pares periféricos (BORGATTI et al., 1999). O modelo utilizado para detectar os dois subgrupos foi o *simple core/periphery model* pelo Ucinet 6.491. Pelo algoritmo, na rede de ICTI por afiliação às RPCTI, as instituições centrais foram: UFMG, UFU, UFJF, UFSJ, UFV, UFLA, UFOP, UFTM, CEFET-MG, UFVJM e UNIMONTES. Percebe-se claramente a predominância de instituições mineiras, isto era esperado, visto que o edital da FAPEMIG previa como requisito que as propostas de formação das RPCTI fossem compostas por ICTI sediadas no Estado de Minas Gerais.

### Centralidade e poder no nível da colaboração científica

A Tabela 5 traz as ICTI com os maiores números de centralidades, segundo o número de coautorias dos pesquisadores participantes das RPCTI.

**Tabela 5:** Medidas de centralidade das ICTI na rede de coautoria.

ICTI	<i>Degree</i>	<i>nDegree</i>	<i>Betweenness</i>	<i>nBetweenness</i>	<i>Farness</i>	<i>nCloseness</i>
UFMG	382.000	0.129	208.610	23.102	612.000	7.026
UFU	214.000	0.072	128.641	14.246	618.000	6.958
UFSM	201.000	0.068	18.800	2.082	633.000	6.793
UNESC	170.000	0.057	4.800	0.532	634.000	6.782
UFOP	167.000	0.056	9.267	1.026	623.000	6.902
IEPSC-BH	163.000	0.055	18.800	2.082	633.000	6.793
UFSC	153.000	0.052	4.800	0.532	634.000	6.782
UFV	133.000	0.045	61.128	6.769	620.000	6.935
UFTM	131.000	0.044	11.305	1.252	626.000	6.869
UFSJ	124.000	0.042	6.780	0.751	624.000	6.891
UFVJM	117.000	0.039	3.536	0.392	625.000	6.880
UFLA	106.000	0.036	6.797	0.753	624.000	6.891
CEFET-MG	104.000	0.035	0.236	0.026	626.000	6.869
UFJF	94.000	0.032	14.936	1.654	623.000	6.902
FUNED	88.000	0.030	4.800	0.532	634.000	6.782

Novamente, usando o *simple core/periphery model* do Ucinet 6.491, as instituições centrais na rede de coautoria foram: UFMG, UFU, UFSM, UNESC, UFOP, IEP Santa Casa BH, UFSC e FUNED. Considerando os pesquisadores afiliados às RPCTI fomentadas pela FAPEMIG, as ICTI acima possuem pesquisadores com maior densidade de relações de colaboração científica entre si. Neste nível, temos três ICTI de fora do Estado de Minas Gerais: UFSM, UNESC e UFSC.

Cruzando as ICTI centrais dos dois níveis (rede por filiação às RPCTI e rede por coautoria), temos algumas instituições mineiras proeminentes: UFMG, UFU, UFV, UFOP e UFJF. Destacamos também as ICTI que desempenham papéis importantes como *brokers*, isto é, como conectores entre os subgrupos de alta coesão. São elas: UFMG, UFU, UFOP, UFV, UFTM e FUNED.

Para Burt (1992), *broker* é um ator que ocupa uma posição estrutural na extremidade de uma ponte entre dois setores de maior densidade dentro de uma rede. A posição de *broker* confere ao ator uma vantagem em termos de obtenção de informações mais ricas e privilegiadas, assim como de controle do fluxo de informações ou recursos entre os setores da rede. As ICTI que desempenham papéis de *brokers* possuem o maior grau de *Betweenness* nas redes e também os menores valores de *Constraints*. O *constraint index*<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Aqui utilizamos a medida de buracos estruturais pelo método *Whole Network* em Ucinet. As medidas são computadas para todos os nós da rede, tratando cada nó por sua vez, como *ego*. Ucinet oferece duas medidas de buracos estruturais: a primeira (*Ego Network*) trata cada ator como um *ego*



mensura a ausência de buracos estruturais numa rede. A lógica apresentada por Burt (2001) é a de que quanto mais os nós diretamente ligados a um determinado nó (*alters* de ego) estão interconectados entre si, sem a mediação de ego, maior será o constrangimento (*constraint*) da rede em ego. Portanto, quanto menor o *constraint* de um ator, maior será seu papel como *broker*. A Tabela 6 mostra os menores *constraints*.

**Tabela 6:** Principais brokers nas redes.

Rede ICTI por afiliação às RPCTI		Rede ICTI por coautoria	
ICTI	<i>Constraint</i>	ICTI	<i>Constraint</i>
UFMG	0.188	UFMG	0.136
UFU	0.321	FUNED	0.139
UFOP	0.400	UFTM	0.154
UFV	0.441	UFU	0.154

As principais RPCTI que ligam ICTI de Minas Gerais com as de outros Estados da Federação são: Teranano e Toxinas. Já as principais RPCTI que ligam as ICTI mineiras são: Rede de Química, Rede de Propriedade Intelectual e Rede de Microscopia. Enfim, os coordenadores de redes e suas ICTI desempenham papéis cruciais para a gênese das redes, com destaque para UFMG, UFU, UFV, UFOP e UFJF.

### Benefícios vindos da articulação de atores em redes

Recursos para compra de equipamentos, ligação entre pesquisadores e indução do trabalho cooperativo são efeitos esperados pelo fomento das redes. Os empreendedores institucionais, aqui colocados como os coordenadores das RPCTI, são pesquisadores seniores que ao mobilizar outros pesquisadores e instituições em suas áreas de pesquisa criam condições para o desenvolvimento dos atores periféricos. Instituições menores e mais jovens se beneficiam pelos fluxos de informações e pelo acesso a recursos que de forma isolada não teriam. Para verificar se isso condiz com a realidade observada, partimos para a análise qualitativa da rede.

Consideramos como atores periféricos os pesquisadores que apresentaram apenas um ou dois laços na rede de colaboração científica (componente gigante). Foram então identificados 83 atores. Por meio de um questionário on-line, enviado via correio eletrônico, os dados qualitativos foram coletados. O questionário continha apenas três perguntas, bem diretas: 1) Participar da REDE DE PESQUISA fez com que sua produção científica e bibliográfica aumentasse? Comente; 2) Sua participação na REDE DE PESQUISA possibilitou o acesso a recursos como laboratórios, equipamentos, laços com outros pesquisadores etc. que antes não dispunha?; 3) Participar da REDE DE PESQUISA trouxe algum outro proveito ou benefício para você? Qual?.

Entre as respostas positivas quanto ao aumento da produção, destacamos: novas colaborações (laços, interações científicas); auxílio financeiro; interações institucionais; acesso a recursos materiais (reagentes, equipamentos etc.). Entre as respostas negativas nesse quesito, destacamos: entrada muito recente do ator na rede; ser técnico de laboratório e não professor; pela rede a qual participa ser de cunho muito técnico. As redes permitem que alguns atores periféricos ganhem por ter acesso a laboratórios,

---

e considera somente a rede entre *ego* e seus *alters* e as ligações entre os *alters*, como se o resto da rede não existisse; a segunda (*Whole Network*) olha para todas as conexões de *alters* na rede estando eles vinculados ao ego ou não.

equipamentos e insumos, além de envolvimento com outros pesquisadores. No entanto, alguns relataram que não houve recursos disponibilizados para sua rede durante o período.

Em síntese, a segunda hipótese levantada na pesquisa: ‘empreendedores periféricos podem se beneficiar pela filiação às RPCTI’, se mostrou plausível. Boa parte dos atores com posição periférica na rede de colaboração científica relataram obter ganhos por tecerem laços com outros pesquisadores e com outras instituições, bem como terem acesso a recursos financeiros e físicos.

## CONCLUSÕES

Retomando Padgett et al. (2012) reforçamos a ideia de que “novidades organizacionais surgem dentro de contextos nos quais “a curto prazo, atores criam relações; a longo prazo, relações criam atores”. O fortalecimento das redes de pesquisadores e instituições no âmbito de Minas Gerais, iniciado pelo edital de fomento de redes de pesquisa da FAPEMIG foi importante para fomentar a formação de laços e do aumento da coesão social nos campos científicos mapeados neste estudo. As RPCTI funcionam como fábricas de laços entre pesquisadores, como pode ser corroborado pelo aumento de publicações e de relações entre os atores do campo científico. Pelas redes de colaboração e redes institucionais identificadas neste trabalho foi possível constatar que as relações extrapolaram as instituições iniciais. Laços passaram a ser constituídos com pesquisadores fora do Estado de Minas Gerais, como a Rede de Toxinas mostrou.

Para responder à nossa questão central de pesquisa, afirmamos que a filiação institucional a uma RPCTI contribui sobremaneira para que pesquisadores aumentem o número de laços, de parcerias, enfim, de colaboração científica. A coesão social do campo científico aumenta e, por consequência se fortalece. Concluindo, o trabalho corroborou as três hipóteses levantadas: 1ª) Empreendedores institucionais ocupam posições centrais na rede interpessoal – todos os atores que foram coordenadores de RPCTI ocuparam posições de destaque na rede de colaboração; 2ª) Empreendedores periféricos podem se beneficiar pela filiação às RPCTI – os atores com posição periférica na rede, com poucos laços de colaboração, em geral relataram ter obtido ganhos no sentido de ter a oportunidade de criar relações com pesquisadores mais experientes e com outras instituições, aumentar o número de orientandos, além de acesso a recursos físicos como laboratórios, equipamentos, etc.; 3ª) Os atributos dos atores influenciam a formação de laços de colaboração nas RPCTI – por meio da análise ERGM percebeu-se que pertencer a uma RPCTI aumenta as chances de um ator tecer laços.

Enfim, editais da FAPEMIG são importantes para fomentar a geração de laços entre pesquisadores, para o fortalecimento das redes de pesquisadores e instituições no âmbito de Minas Gerais. Isso permite o aumento da coesão social dos campos científicos e, por consequência sua produção. As RPCTI funcionam como fábricas de laços entre pesquisadores.

## REFERÊNCIAS

BARDIN, L.. **Análise de conteúdo**. 70 ed. São Paulo, 2011.

BORGATTI, S. P.; EVERETT, M. G.. Models of core/periphery structures. **Social Networks**, v.21, n.4, p.375-395, 1999.

BURT, R. S.. **Structural holes**: the social structure of competition. Cambridge: Harvard University Press, 1992.

BURT, R. S.. Structural Holes versus Network Closure as Social Capital. In: LIN, N.; COOK, K.; BURT, R. S.. **Social capital**: theory and research. New York, 2001. p.31-56.

DIMAGGIO, P. J.. Interest and agency in institutional theory. In: ZUCKER, L.. **Institutional Patterns and Organizations**. Cambridge: Ballinger, 1988.

FAPEMIG. Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais. **Relatório de Atividades 2013**. Belo Horizonte: FAPEMIG, 2014.

FAPEMIG. Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais. **Revista Minas Faz Ciência, Edição Especial: Redes de pesquisa**. Belo Horizonte: FAPEMIG, 2014.

FERNANDES, J.; MARANHÃO, J.; ANDRADE, C.; SAMPAIO, R.. Uma análise da colaboração científica numa área da pós-graduação brasileira por meio da modelagem estatística de redes sociais usando ERGM: Estudo de caso. In: BRAZILIAN WORKSHOP ON SOCIAL NETWORK ANALYSIS AND MINING, 6. **Anais**. Porto Alegre: 2017.

FLIGSTEIN, N.. Habilidade social e a teoria dos campos. **Revista de Administração de Empresas**. São Paulo, v.47, n.2, p.61-80, 2007.

FREEMAN, L. C.. A set of measures of centrality based on betweenness. **Sociometry**, v.40, n.1, p.35-41, 1977. DOI: <http://dx.doi.org/10.2307/3033543>

FREEMAN, L. C.. Centrality in social networks. **Social Networks**, v.1, n.3, p.215-239, 1979.

LEMIEUX, V.; OUIMET, M.. **Análise estrutural das redes sociais**. 2 ed. Lisboa, 2012.

MENACHALCO, J.; JUNIOR, R. M. C.. Prospecção de dados acadêmicos de currículos Lattes através de script Lattes. In: MENACHALCO, J.; JUNIOR, R. M. C.. **Bibliometria e Cientometria**: reflexões teóricas e interfaces. São Carlos, 2013. p.109-128. DOI: <http://doi.org/10.13140/RG.2.1.5183.8561>

MOHR, J.; WHITE, H.. How to Model an Institution. **Theory and Society**, v.37, n.5, p.485-512, 2008. DOI: <http://doi.org/10.1007/s11186-008-9066-0>

PADGETT, J.; POWELL, W.. The Problem of Emergence. In: PADGETT, J.; POWELL, W.. **The Emergence of Organizations and Markets**. Princeton: Princeton University Press, 2012. p.1-31.

PPGEOC. Programa de Pós-Graduação em Ecologia. **Rede de Pesquisa em Doenças Infecciosas no Estado de Minas Gerais**. Uberlândia: PPGEOC, 2018

ROBINS, G.; PATTISON, P.; KALISH, Y.; LUSHER, D.. An introduction to exponential random graph (p\*) models for social networks. 2007. **Social Networks**, v.20, p.173-191, 2007. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.socnet.2006.08.002>

SCHUMPETER, J. A.. **Teoria do desenvolvimento econômico**. São Paulo: Abril Cultural, 1982.

SCOTT, W. R.. **Institutions and Organizations**: Ideas and Interests. Thousand Oaks: Sage, 2008.

UFU. Universidade Federal de Uberlândia. **Histórico - Teranóstica e Nanotecnologia**. Uberlândia: UFU, 2020.

A CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica (CNPJ: 11.221.422/0001-03) detém os direitos materiais desta publicação. Os direitos referem-se à publicação do trabalho em qualquer parte do mundo, incluindo os direitos às renovações, expansões e disseminações da contribuição, bem como outros direitos subsidiários. Todos os trabalhos publicados eletronicamente poderão posteriormente ser publicados em coletâneas impressas sob coordenação da **Sapientiae Publishing**, da Companhia Brasileira de Produção Científica e seus parceiros autorizados. Os (as) autores (as) preservam os direitos autorais, mas não têm permissão para a publicação da contribuição em outro meio, impresso ou digital, em português ou em tradução.