

BOLETIM

PESQUISADORES, PRODUÇÃO BIBLIOGRÁFICA E ORIENTAÇÃO ACADÊMICA

EDIÇÃO ESPECIAL: REDES DE COOPERAÇÃO EM PESQUISA



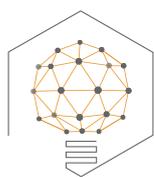
Fomento: Inova Gestão Fiocruz/ Fundação Oswaldo Cruz

BOLETIM

PESQUISADORES, PRODUÇÃO BIBLIOGRÁFICA E ORIENTAÇÃO ACADÊMICA

EDIÇÃO ESPECIAL: REDES DE COOPERAÇÃO EM PESQUISA

SISREDES



PROGRAMA
INOVA FIOCRUZ



Escola Nacional de Saúde Pública
Sergio Arouca
ENSP



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz

Rio de Janeiro, RJ

2023

FIOCRUZ – Fundação Oswaldo Cruz

Presidência	Mario Santos Moreira
Vice-Presidência de Ambiente, Atenção e Promoção da Saúde	Hermano Albuquerque de Castro
Vice-Presidência de Educação, Informação e Comunicação	Cristiani Vieira Machado
Vice-Presidência de Pesquisa e Coleções Biológicas	Maria de Lourdes Aguiar Oliveira
Vice-Presidência de Produção e Inovação em Saúde	Marco Aurelio Krieger
Diretor Executivo	Juliano Carvalho de Lima

ENSP – Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca

Diretor	Marco Antonio Carneiro Menezes
Vice-Diretora de Ensino (VDE)	Enirtes Caetano Prates Melo
Vice-Diretor da Escola de Governo em Saúde (VDEGS)	Eduardo Alves Melo
Vice-Diretora de Pesquisa e Inovação (VDPI)	Luciana Dias Lima
Vice-Diretora de Ambulatórios e Laboratórios (VDAL)	Fatima Maria Gomes da Rocha
Vice-Diretor de Desenvolvimento Institucional e Gestão (VDDIG)	Alex Molinaro

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Viana, Laura Cristina Simões

Boletim [livro eletrônico] : pesquisadores, produção bibliográfica e orientação acadêmica : edição especial : redes de cooperação em pesquisa / Laura Cristina Simões Viana ; colaboradores Jesus P. Mena-Chalco...[et al]. -- 1. ed. -- Rio de Janeiro : Ed. dos Autores, 2023.

PDF

Outros colaboradores: Rafael Damaceno, Victor Hugo Oliveira, Olga Nabuco.

Bibliografia.

ISBN 978-65-00-83969-2

1. Colaboração em pesquisa 2. Redes de pesquisa 3. Saúde coletiva 4. Saúde pública - Pesquisa 5. Pesquisa científica 6. Pesquisa quantitativa I. Mena-Chalco, Jesús. II. Damaceno, Rafael. III. Oliveira, Victor Hugo. IV. Nabuco, Olga.

23-177693

CDD-610.72

Índices para catálogo sistemático:

1. Pesquisa em saúde 610.72

Aline Grazielle Benitez - Bibliotecária - CRB-1/3129

BOLETIM PESQUISADORES, PRODUÇÃO BIBLIOGRÁFICA E ORIENTAÇÃO ACADÊMICA

CONCEPÇÃO

Laura Cristina Simões Viana (CMDP / VDPI / ENSP / FIOCRUZ)

SISTEMATIZAÇÃO, ANÁLISE E REDAÇÃO

Laura Cristina Simões Viana (CMDP / VDPI / ENSP / FIOCRUZ)

REVISÃO

Luciana Dias de Lima (VDPI / ENSP / FIOCRUZ)

EQUIPE TÉCNICA DE DESENVOLVIMENTO DO sisRedes

Laura Cristina Simões Viana – (CMDP / VDPI / ENSP / FIOCRUZ) – coordenação

Jesús Mena-Chalco – (UFABC / CMCC) – coordenação

Rafael Damaceno – (USP)

Victor Hugo Oliveira – (UFABC)

Olga Nabuco – (CTI) – Renato Archer

PROJETO GRÁFICO, DIAGRAMAÇÃO E IMAGENS

Andrea del Arco

CAPA

Pérola S. D. do Amaral

PRODUÇÃO EDITORIAL

EBK Projetos Editoriais (Elke Braga Kropotoff)



Sumário

1.	Introdução	13
2.	Redes de Cooperação em Pesquisa	13
3.	Etapas do Desenvolvimento Técnico do sisRedes.....	17
3.1	Captura dos nomes completos dos servidores FIOCRUZ no Portal Federal da Transparência.....	17
3.2	Obtenção dos respectivos códigos identificadores na Plataforma Lattes.....	17
3.3	Identificação e marcação da titulação dos nomes capturados e que constam da Plataforma Lattes	18
3.4	Verificação manual e desambiguação dos nomes dos doutores identificados.....	18
3.5	Integração dos dados da Plataforma Lattes.....	19
3.6	“Profilling”, “access”, indexação e armazenagem	19
4.	Relatórios do sisRedes das Redes de Colaboração em Pesquisa da FIOCRUZ e da ENSP – 2016 a 2020.....	21
4.1	Tamanho da rede.....	23
4.2	Rede de cooperação em pesquisa da FIOCRUZ	24
4.3	Rede de cooperação em pesquisa da ENSP	33
5.	Produção Bibliográfica e Métricas da Rede de Cooperação em Pesquisa da FIOCRUZ e da ENSP	42
5.1	Produção bibliográfica dos pesquisadores da rede de cooperação em pesquisa da FIOCRUZ.....	43
5.2	Produção bibliográfica dos pesquisadores da rede de cooperação em pesquisa da ENSP.....	47
6.	Comentários Adicionais sobre os Resultados dos Relatórios dos sisRedes	49
7.	Conclusões	52
	Referências Bibliográficas	53
	Anexo Relatórios do sisRedes	55



Índice de Tabelas

TABELA 1	Principais Estatísticas e Métricas de Topologia de Redes Sociais.....	16
TABELA 2	Portal da Transparência do Governo Federal: Resumo Extração de Dados Realizada em 31 de janeiro de 2022	21
TABELA 3	Rede de Cooperação em Pesquisa Científica da FIOCRUZ – 2000 a 2022.....	22
TABELA 4	Rede de Cooperação em Pesquisa Científica da FIOCRUZ e da ENSP: Indicadores - 2016 a 2020.....	23
TABELA 5	Rede de Colaboração em Pesquisa da FIOCRUZ: Composição – 2016 a 2020	24
TABELA 6	Subrede Endógena de Colaboração em Pesquisa da FIOCRUZ: Distribuição de Coautores – 2016 a 2020	26
TABELA 7	Subrede Exógena de Colaboração em Pesquisa da FIOCRUZ: Distribuição de Coautores por Principais Instituições Parceiras – 2016 a 2020.....	27
TABELA 8	Rede de Cooperação em Pesquisa da FIOCRUZ: Distribuição dos Coautores por Grande Área do Conhecimento – 2016 a 2020	29
TABELA 9	Rede de Cooperação em Pesquisa da FIOCRUZ: Distribuição dos Pesquisadores por Área do Conhecimento – 2016 a 2020	30
TABELA 10	Rede de Colaboração em Pesquisa da ENSP: Composição – 2016 a 2020.....	34
TABELA 11	Subrede Endógena de Colaboração em Pesquisa da ENSP: Distribuição de Coautores por Unidade da FIOCRUZ – 2016 a 2020	35
TABELA 12	Subrede Endógena Típica de Colaboração em Pesquisa da ENSP: Distribuição de Coautores por Unidade da ENSP – 2016 a 2020	36
TABELA 13	Subrede Exógena de Colaboração em Pesquisa – ENSP – Distribuição dos Principais Coautores por Instituição – 2016 a 2020.....	37
TABELA 14	Rede de Cooperação em Pesquisa da ENSP: Distribuição de Pesquisadores por Grande Área do Conhecimento – 2016 a 2020	38
TABELA 15	Rede de Cooperação em Pesquisa da ENSP: Distribuição dos Pesquisadores por Áreas do Conhecimento – 2016 a 2020.....	39
TABELA 16	Rede de Cooperação em Pesquisa da FIOCRUZ: Número de Publicações Duplicadas – 2016 a 2020	43
TABELA 17	Rede de Cooperação em Pesquisa da FIOCRUZ: Número de Publicações Únicas – 2016 a 2020	43
TABELA 18	Rede de Cooperação em Pesquisa da FIOCRUZ: Estatísticas e Métricas de Topologia de Redes – 2016 a 2022.....	44
TABELA 19	Rede de Cooperação em Pesquisa da FIOCRUZ: 100 Coautores com Maior Número de Publicações Consolidado por Subrede – 2016 a 2020	45
TABELA 20	Rede de Cooperação em Pesquisa da FIOCRUZ: 100 Coautores com Maior Grau Médio Consolidado por Subrede – 2016 a 2020.....	46

TABELA 21	Rede de Cooperação em Pesquisa – ENSP: Produção Bibliográfica Duplicada – 2016 a 2020	47
TABELA 22	Rede de Cooperação em Pesquisa da ENSP: Produção Bibliográfica Única – 2016 a 2020	47
TABELA 23	Rede de Cooperação em Pesquisa da ENSP: Estatísticas e Métricas de Topologia de Redes – 2016 a 2022	48



Índice de Figuras

FIGURA 1	Sistema de Identificação e Gestão de Redes de Colaboração em Pesquisa – sisRedes.....	14
FIGURA 2	Rede Social Acadêmica Típica	14
FIGURA 3	Medidas de Centralidade de Redes	15
FIGURA 4	sisRedes – Interface com Usuário – 2023	20
FIGURA 5	Rede de Cooperação em Pesquisa da FIOCRUZ – 2016 a 2020.....	25
FIGURA 6	Servidores Pesquisadores Lotados e em Exercício na FIOCRUZ e em Outros Órgãos Governamentais	25
FIGURA 7	Rede de Cooperação em Pesquisa da ENSP – 2016 a 2020	35
FIGURA 8	Rede de Cooperação em Pesquisa da FIOCRUZ: Produção Bibliográfica por Número de Pesquisadores – 2016 a 2020.....	44
FIGURA 9	Rede de Cooperação em Pesquisa da ENSP: Produção Bibliográfica por Número de Pesquisadores – 2016 a 2020.....	49
FIGURA 10	Rede de Cooperação em Pesquisa da FIOCRUZ: Evolução da Produção Bibliográfica – 2016 a 2020.....	51
FIGURA 11	Rede de Cooperação em Pesquisa da ENSP: Evolução da Produção Bibliográfica – 2016 a 2020.....	52



BOLETIM

PESQUISADORES, PRODUÇÃO BIBLIOGRÁFICA E ORIENTAÇÃO ACADÊMICA

EDIÇÃO ESPECIAL: REDES DE COOPERAÇÃO EM PESQUISA

1. Introdução

As coautorias em publicações científicas são uma das expressões formais das redes sociais acadêmicas desenvolvidas por pesquisadores (KONG et al., 2019) e estão disponíveis em grandes bases de dados. Os estudos das redes de cooperação em pesquisa (ou redes de cooperação científicas), com base em coautorias em publicações, podem ser úteis para a gestão da pesquisa, pois permitem identificar esforços de colaboração entre pesquisadores, grupos e instituições na comunicação de resultados de pesquisas.

O Sistema de Identificação e Gestão de Redes de Colaboração em Pesquisa (sisRedes) é uma ferramenta que permite gerar informações sobre redes de colaboração em pesquisa, com base em coautorias de publicações científicas. Financiado integralmente pelo Programa Inova, uma iniciativa da Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), o sistema foi desenvolvido por meio de uma parceria entre a FIOCRUZ e a Universidade Federal do ABC (UFABC)¹.

O boletim está organizado em seções. A **Seção 1** é a Introdução, na **Seção 2** são apresentadas algumas definições úteis sobre redes de cooperação acadêmica adotadas no desenvolvimento do sisRedes. Em seguida, na **Seção 3**, é feita uma descrição das etapas do desenvolvimento técnico da ferramenta. Na sequência, os dados dos relatórios produzidos pelo sisRedes e uma discussão sobre os achados são apresentados nas **Seções 4 e 5**, respectivamente. Os ganhos, as limitações e as possibilidades de melhorias do sisRedes são discutidas ao fim do boletim.

2. Redes de Cooperação em Pesquisa

Os estudos sobre cooperação científica, ou cooperação em pesquisa, ou cooperação acadêmica, classificam-se em estatísticos/quantitativos, qualitativos e estudos sociais (BEAVER; ROSEN, 1978). Glänzel e Schubert (2005) ressaltam que a coautoria pode representar parcerias entre instituições, regiões, países, cada uma a seu modo. A estrutura da colaboração em pesquisa costuma ser analisada com base nos dados individuais de coautoria (GLÄNZEL; SCHUBERT, 2005; KATZ; MARTIN, 1997), sejam artigos publicados em periódicos, livros e capítulos de livros, comunicações em congressos e outras publicações científicas e tecnológicas, como patentes.

O trabalho apresentado nesse boletim é quantitativo e exploratório e está centrado na utilização de dados de coautoria científica para analisar a cooperação em pesquisa: artigos publicados em periódicos, livros e capítulos de livros, comunicações em congressos. Os estudos quantitativos sobre redes de colaboração em pesquisa possuem as seguintes vantagens: são invariáveis, auditáveis, podem ser reproduzidos e, permitem a utilização de amostras maiores, gerando resultados mais significativos além de apresentarem o potencial de não interferirem ou alterarem as colaborações (KATZ; MARTIN, 1997).

O sisRedes extrai dados e informações do Portal da Transparência do Governo Federal (“Servidores Públicos - Portal da Transparência”, [s.d.]) e da Plataforma Lattes (“Plataforma Lattes”, [s.d.]), que são tratadas e processadas, para gerar relatórios sobre redes de colaboração em pesquisa, como mostrado na **Figura 1**. O sistema utiliza dados disponíveis em páginas eletrônicas do Governo Federal para produzir informações sobre a cooperação em pesquisa em instituições públicas federais.

¹ O projeto Sistema de Identificação e Gestão de Redes de Colaboração em Pesquisa (sisRedes) foi apresentado ao Edital Inova Gestão, da FIOCRUZ, em 2021, tendo sido financiado com recursos do Programa Inova.

A identificação e a análise das redes de colaboração científica dos pesquisadores da FIOCRUZ e da Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca – ENSP, uma unidade técnico-científica da FIOCRUZ, é uma aplicação piloto da ferramenta sisRedes. O objetivo principal desse boletim é apresentar o sisRedes, registrar os resultados do teste piloto realizado e produzir um diagnóstico da cooperação na publicação científica, contribuindo para a gestão estratégica da pesquisa da instituição.

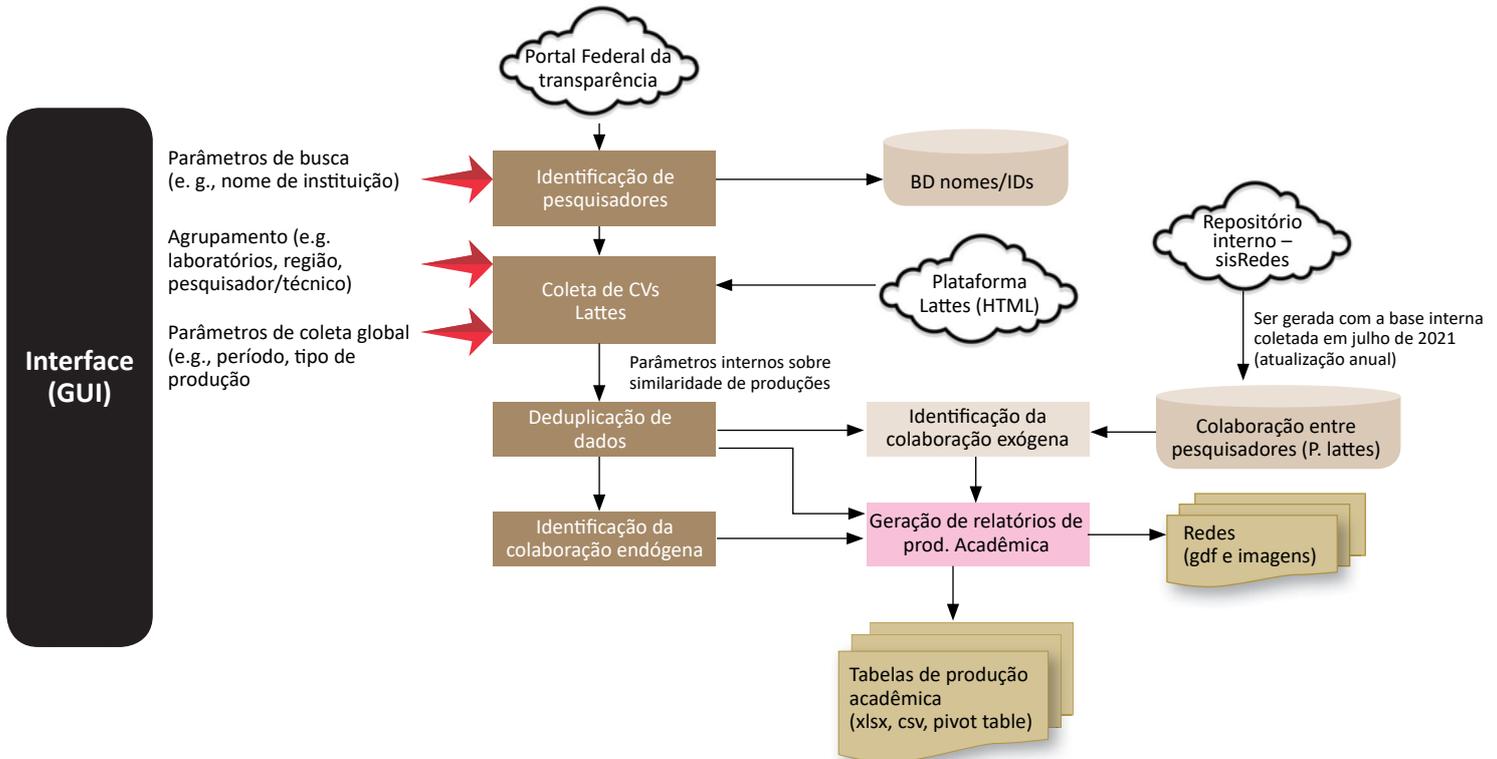


FIGURA 1 Sistema de Identificação e Gestão de Redes de Colaboração em Pesquisa – sisRedes.

Fonte: elaboração dos autores.

As colaborações em pesquisa são redes sociais acadêmicas, formadas por grupos de indivíduos ou organizações que se inter-relacionam (KONG et al., 2019). Nesse documento, os nós (ou os pontos) representam os coautores (pesquisadores) e as arestas (as linhas que interligam os pontos) são as relações de coautorias, como mostra a **Figura 2**. É importante destacar os conceitos de grau, de caminho, e de centralidade propostos por Freeman (1978) para o estudo das redes sociais, resumidos nos parágrafos seguintes.

Se dois pontos estão diretamente conectados por uma aresta, então esses dois pontos são adjacentes, como p_1 e p_2 , na **Figura 2**, seguinte. O número de outros pontos aos quais um dado ponto é adjacente é chamado de grau daquele ponto. Nessa **Figura 2**, o ponto p_1 tem grau 1 e o ponto p_2 tem grau 3.

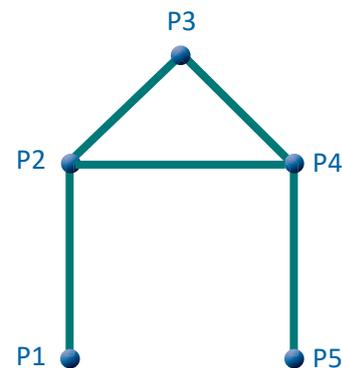


FIGURA 2 Rede Social Acadêmica Típica.

Fonte: adaptado de (FREEMAN, 1978).

O caminho nas redes sociais estabelece que um ponto pode ser alcançado se e somente se existir uma sequência de uma ou mais arestas que, partindo de um determinado ponto, provavelmente passando por outros pontos

intermediários, termina em outro ponto. O número de arestas de um caminho é conhecido com a distância desse caminho.

A centralidade é um atributo importante das redes sociais. Freeman (1978) detalhou medidas e índices de centralidade para pontos e para redes, respectivamente, com base em três propriedades estruturais:

- **grau:** os pontos devem ter os graus mais elevados possíveis da rede, ou seja, devem ter o maior número de conexões permitidas pela rede;
- **independência ou eficiência:** os pontos devem estar o mais próximo possível de todos os outros pontos da rede e, de certa forma, dificultando que outros pontos assumam o controle da rede;
- **intermediação:** os pontos estar compreendidos entre o maior número de outros pontos (o mais perto possível uns dos outros) e na menor distância possível desses pontos.

A primeira medida de centralidade é o grau, denominada nesse documento de grau médio. A segunda é a centralidade de proximidade (*centrality closeness*), e a terceira é a centralidade de intermediação (*betweenness centrality*), ilustradas na **Figura 3**.

A centralidade tem sido utilizada em diferentes estudos sobre redes de colaboração em pesquisa científica (MAIA et al., 2019; RODRIGUES; MENA-CHALCO, 2022; TOMASSINI et al., 2021). Embora o presente trabalho enfatize as

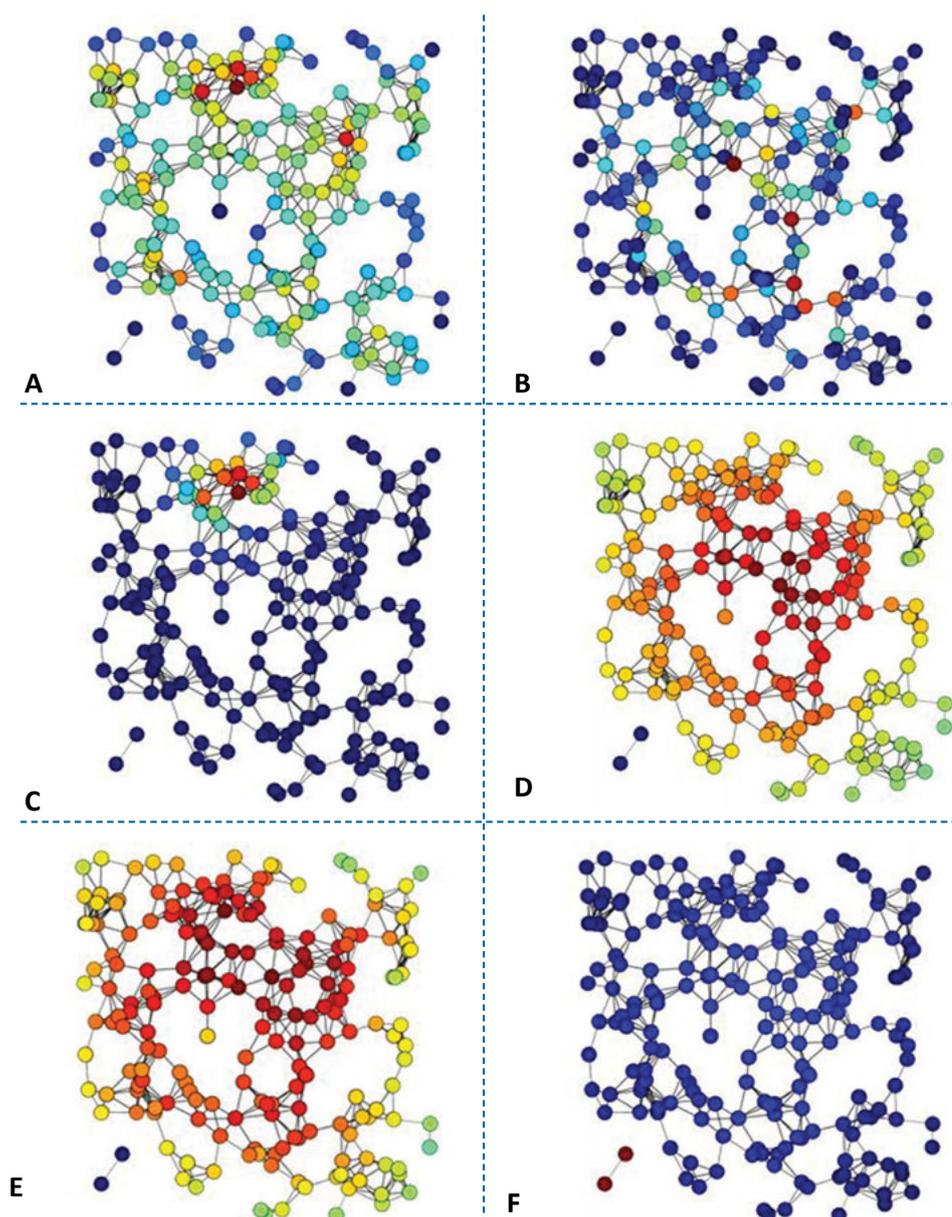


FIGURA 3 Medidas de Centralidade de Redes.

Fonte: (TAPIOCOZZO, 2015).

Notas: Centralidade de (A) grau (B) intermediação (C) eigenvector (D) proximidade (normalizada) (E) harmônica (F) proximidade (não normalizada).

medidas de centralidade, a **Tabela 1** lista estatísticas comuns e outras medidas de topologia de redes utilizadas para caracterizar os inter-relacionamentos e o fluxo de informações entre os componentes das redes sociais acadêmicas.

TABELA 1 Principais Estatísticas e Métricas de Topologia de Redes Sociais.

Tamanho da rede: número de autores (nós).
Número de artigos: número de artigos em coautoria.
Número médio de artigos por autor: é a razão entre o número total de artigos em coautoria e o número total de autores, e varia segundo o campo do conhecimento, e a biologia costuma ser maior que matemática e física e reflete o modo como o conhecimento é produzido em cada um desses campos.
Número médio de coautores por artigo: é o número médio de coautores por artigo.
Diâmetro da rede ou tamanho da rede: distância máxima entre quaisquer pares de pesquisadores da rede, e pode variar entre 1 e o máximo de $V-1$, sendo V o número total de nós do grafo.
Grau médio: informa o número de arestas que incide em um nó, e varia entre um mínimo de 0 (se não existem arestas adjacentes) até um máximo de $V-1$, onde V é o número de nós na rede (se o nó é adjacente a todos os outros). Se um nó tem grau 0, então é chamado de nó isolado ou vértice isolado. O grau médio refere-se à média dos graus de todos os nós da rede.
Densidade da rede: é uma medida de rede que procura evidenciar quantas conexões entre os nós presentes na rede foram realizadas em relação ao número de conexões possíveis, se todos os nós da rede estivessem conectados. A densidade de uma rede pode variar entre 0, se não existem arestas na rede, até 1, se cada nó for adjacente a todos os demais nós. Existe uma forte relação entre densidade e grau médio da rede.
Tamanho de comprimento médio: o caminho entre dois nós em uma rede é uma sequência de arestas que correspondem a um caminho que não se repete, e o tamanho do comprimento médio é o valor médio dos caminhos mínimos entre todos os pares de nós de um dado grafo.
Tamanho da componente gigante: o tamanho da componente gigante em uma rede é a componente com o maior número de nós.
Centralidade de proximidade (<i>closeness</i>): mede o quão próximo um nó está dos outros nós da rede; o prestígio ou a importância do nó está relacionado com a proximidade de outros nós importantes. É a média dos menores caminhos entre um nó e todos os outros nós. O grau de centralidade por proximidade (<i>closeness</i>) representa a habilidade de um indivíduo em monitorar o fluxo de informação e enxergar o que está acontecendo na rede. A proximidade é uma característica “com”, que denota o grau de centralidade (o quão próximo), que um vértice se encontra em relação aos principais atores que estabelecem os fluxos de uma rede.
Centralidade de intermediação (<i>betweenness</i>): prestígio ou importância do nó está na capacidade de intermediação do fluxo entre os demais nós. O grau de centralidade por intermediação (<i>betweenness</i>) representa a habilidade de um indivíduo em se conectar aos círculos importantes da rede. A interposição é uma característica “entre”, a qual denota o grau de centralidade que um vértice se encontra em relação às principais rotas por onde os fluxos de uma rede são estabelecidos. Mede o quão importante um nó é para os menores caminhos da rede. Captura o quão importante um nó é para o fluxo de informação de uma parte da rede para a outra.
PageRank: analisa conexões entre nós. O <i>PageRank</i> é uma avaliação da relevância de um determinado nó em uma rede. Para calcular o valor do <i>PageRank</i> considera-se basicamente a quantidade, qualidade e o contexto de elos que uma pessoa recebe e faz.

Fonte: adaptado de (MENA-CHALCO et al., 2014); (NEWMAN, 2001, 2004).

O trabalho realizado por Mena-Chalco et al. (2014) utilizou os dados de mais de um milhão de pesquisadores, cujos currículos estão cadastrados na Plataforma Lattes, para investigar a estrutura e a dinâmica da colaboração bibliográfica entre pesquisadores nas principais áreas do conhecimento. Segundo esses autores, os dados sobre coautoria em pesquisa contêm informações relevantes, que podem ser úteis aos formuladores de políticas, acadêmicos e ao setor empresarial para avaliar e entender o desempenho de pesquisadores e as tendências em pesquisa. Esse estudo destacou a necessidade de se escolher uma janela temporal para obtenção de cenários os mais realísticos possíveis, para avaliar a estrutura e a dinâmica entre pesquisadores e as diferen-

tes áreas de pesquisa, pois se a janela temporal for muito pequena (um mês), a maioria dos pesquisadores não estaria conectada, e se a janela for muito grande (uma década), grande percentagem de pesquisadores estaria, de alguma forma, conectada.

O teste piloto do sisRedes, ora relatado, considerou uma janela temporal compreendida entre 2016 e 2020, período anterior à pandemia de covid-19 pois, além de serem anos não contaminados pela atipicidade que permeou a sociedade, e a comunidade acadêmica nos anos posteriores (LIU et al., 2022), a atualização da base de dados do sisRedes somente alcança até meados do ano de 2021.

3. Etapas do Desenvolvimento Técnico do sisRedes

Em linhas gerais, o sisRedes possui seis módulos: identificação dos pesquisadores, coleta de currículos Lattes, duplicação de dados, identificação de colaboração endógena, identificação de colaboração exógena e geração de relatórios.

3.1 Captura dos nomes completos dos servidores FIOCRUZ no Portal Federal da Transparência

O desenvolvimento da ferramenta sisRedes teve início com o estudo e o planejamento dos requisitos necessários ao desenvolvimento do módulo para captura e estruturação dos nomes completos dos servidores federais que constam do Portal da Transparência do Governo Federal.

Em seguida, o módulo que associa os nomes de servidores federais a seus respectivos identificadores na Plataforma Lattes foi desenvolvido com base em um conjunto de requisitos sendo que, em princípio, foi considerado o nome completo padronizado dos servidores, que deve coincidir, de forma exata, com os nomes completos, padronizados, registrados na Plataforma Lattes.

Assim, dado um arquivo com nomes de servidores federais do Portal da Transparência do Governo Federal, o programa consegue extrair todos os servidores ativos, i.e., em folha de pagamento, e construir um novo arquivo com informações relevantes para os próximos processamentos. Aqui é importante destacar que a padronização de nomes se trata da normalização dos dados (caracteres em caixa baixa e sem acentos) para que nomes com grafias similares sejam identificados de forma correta (e.g., nome como 'SIMÕES' é padronizado para 'simoes').

Ao longo do desenvolvimento do módulo de captura dos nomes, a interface gráfica da ferramenta para sua interação com o usuário foi igualmente criada, de modo a permitir que o usuário indique a instituição que deseja analisar (da lista do Portal de Transparência), ou envie uma lista de pessoas e seus IDs Lattes para a coleta de dados. A interface gráfica criada é de simples configuração e execução no console do computador do usuário.

O primeiro exercício de captura dos nomes completos dos servidores federais do Portal da Transparência identificou um total de 619.579 nomes distintos, ou seja, esse é o total de servidores civis federais ativos que constavam da base do Portal da Transparência, na data da coleta, em 31 de janeiro de 2022. Importante destacar que esta captura é automatizada e de execução simples.

Em seguida, os nomes dos servidores capturados do Portal da Transparência foram marcados com os atributos nome, órgão de lotação, órgão de exercício, unidade do órgão de lotação, unidade do órgão de exercício, titulação e unidade federativa.

3.2 Obtenção dos respectivos códigos identificadores na Plataforma Lattes.

A extração de dados dos currículos Lattes depende da identificação dos identificadores Lattes (ID) de cada pessoa. Com essa finalidade foram projetados algoritmos para:

- identificar, de forma correta, os nomes completos dos pesquisadores associados à instituição; nessa etapa foi utilizado o Portal Transparência do Governo Federal como fonte de dados;

- realizar a associação dos IDs Lattes comparando os nomes completos, capturados no Portal da Transparência e padronizados, com uma base de dados de nomes completos das pessoas presentes na Plataforma Lattes.

O sisRedes associa os IDs para a grande maioria das pessoas com registro na Plataforma Lattes. Aqui é importante destacar que os homônimos e nomes cadastrados com grafia diferente não são identificados de forma automática, sendo necessário, para esses casos, um procedimento de atualização manual, onde o usuário procura o ID Lattes de forma manual, ou o descarta para análise.

Esse procedimento é de suma importância porque é a partir desses ID Lattes que a produção bibliográfica (livros, capítulos de livros, livros e publicações em eventos) de cada pesquisador é extraída da Plataforma Lattes. As pessoas que estão registradas no Portal Transparência, mas não na Plataforma Lattes, não são consideradas na coleta. O universo de pesquisadores do sisRedes está na Plataforma Lattes e as informações do Portal da Transparência permitem identificar os servidores em atividade de pesquisa.

Posteriormente, essa produção foi agrupada/sumarizada resultando na produção total e na produção realizada em colaboração. Ao existir colaboração entre os pesquisadores é comum a presença de publicações duplicadas. A atividade de deduplicação das publicações, comentada mais adiante, é fundamental para a produção de bons relatórios sobre a colaboração em pesquisa.

Os currículos Lattes extraídos tiveram marcados ID Lattes, nome, primeira grande área do conhecimento, primeira subárea do conhecimento, primeira especialidade, lista de publicações, e outros.

É importante destacar que, para cada ano, o sisRedes somente computa as produções daqueles pesquisadores que tiverem, ao menos, uma publicação em coautoria, bem como somente resgata os autores que têm registro na Plataforma Lattes. Portanto, os nós ou os autores contabilizados nos relatórios do sisRedes são constituídos exclusivamente por pesquisadores com ID Lattes, ou seja, pesquisadores que têm currículo Lattes registrado na Plataforma Lattes. Por extensão, somente os coautores com registro na Plataforma Lattes são resgatados pelo sisRedes. A consolidação dessa produção gera a produção total do grupo selecionado, se uma instituição ou um grupo específico de pesquisadores, e, também, a produção em colaboração que segue para a etapa de deduplicação.

É importante destacar que o método computacional que foi desenvolvido é genérico o suficiente para permitir a obtenção do ID Lattes de qualquer servidor público ativo, cadastrado no Portal Transparência do Governo Federal. Essa flexibilidade permite ao sisRedes operar a descoberta das coautorias endógenas e exógenas dos pesquisadores.

3.3 Identificação e marcação da titulação dos nomes capturados e que constam da Plataforma Lattes

Após a identificação e o armazenamento local do currículo Lattes de cada pesquisador, o projeto desenvolveu rotina para informar a titulação dos servidores civis identificados no Portal da Transparência, apontando aqueles que são mestres e doutores, para composição das redes de colaboração em pesquisa. Para exemplificação, um pesquisador é rotulado como doutor desde que: tenha registrado pelo menos uma formação profissional no nível de doutorado e com período concluído; ou tenha registrado pelo menos uma formação profissional com pós-doutor. Por definição, o sisRedes identifica as redes de colaboração em pesquisa dos mestres e doutores das universidades e instituições federais, que tenham cadastro na Plataforma Lattes.

3.4 Verificação manual e desambiguação dos nomes dos doutores identificados

A presença de homônimos assim como nomes abreviados e nomes atualizados (casado/separado) criam desafios na identificação correta dos currículos Lattes dos pesquisadores. Na etapa de identificação dos IDs Lattes pode acontecer que, para um mesmo nome, seja localizado mais de um ID Lattes. Esse fenômeno acontece quando o nome completo apresentado corresponde a uma pessoa que tem homônimos. O sisRedes identifica o fenômeno, mas ele não é automaticamente tratado. Para os casos de ter mais de um ID identificado, o usuário recebe numa mensagem que indica o fenômeno, sugerindo ao usuário a correta atualização/verificação manual dos IDs Lattes.

É importante frisar que a desambiguação de nomes é ainda um grande desafio para o estado da arte das ferramentas/plataformas que tentam associar produção bibliográfica a um dado nome/pesquisador. Assim, os mestres e doutores identificados passam por um processo de desambiguação dos nomes e essa etapa é crucial para todas as atividades que associam produção bibliográfica a nomes de pesquisadores. A solução para a atividade de desambiguação dos nomes no projeto é manual. Essa estratégia foi adotada no sisRedes com a finalidade de não correr o risco de coletar dados de pessoas que não deveriam ser coletadas, evitando, ao máximo, os falsos positivos.

O processo manual de desambiguação permite selecionar, de forma correta, os mestres e doutores associados às instituições, mas esse processo de identificação correta é oneroso. Ou seja, é caro em termos de tempo de execução realizado por especialista/analista e operador do programa, ainda que necessário, pois é essencial para se conhecer, de forma mais aproximada ao real, a produção e colaboração científica do grupo selecionado.

3.5 Integração dos dados da Plataforma Lattes

A rede de colaboração considera como vértices pesquisadores (autores) e a ligação entre os vértices são as coautorias entre pesquisadores. A qualidade e completude do grafo é totalmente dependente da qualidade da etapa anterior, que é a identificação correta dos IDs Lattes dos pesquisadores.

A lista de itens necessários para a construção de grafos de coautoria é a seguinte:

- artigos completos publicados em periódicos;
- artigos completos apresentados em eventos;
- capítulos de livros;
- livros.

Cada publicação precisa seguir, rigorosamente, uma lista de critérios de aceitação. Alguns critérios são a presença dos campos listados, a seguir, com conteúdo válido: a) nome de coautores; b) ano de publicação, c) identificador Lattes do pesquisador; d) título de publicação e e) nome de veículo de publicação.

Para redução da ambiguidade dos dados de publicações registradas na Plataforma Lattes de servidores federais foi desenvolvido um módulo que permitiu identificar as publicações feitas em coautoria (módulo de deduplicação de dados), que tomou por base módulo já implementado na ferramenta scriptLattes (MENA-CHALCO; CESAR JUNIOR, 2009, 2013).

Esse módulo mostrou-se computacionalmente mais eficiente dado que, no sisRedes, são realizados mais processos de padronização no título de cada publicação. A normalização permite retirar os espaços em branco, retirar os acentos e todo sinal de pontuação, de tal forma que a comparação seja realizada por ‘chaves’ – i.e., sequência de caracteres – considerando uma distância de edição de poucos caracteres. Atualmente, consideramos a distância de edição Levenshtein entre títulos e a distância máxima foi configurada para 4 caracteres. Dessa forma, duas publicações seriam consideradas iguais ou similares, se a distância de edição é igual ou menor a 4 caracteres. A comparação de publicações é feita por listas do mesmo tipo e do mesmo ano (por exemplo, uma publicação em periódico, de 2010, seria comparada apenas com publicações em periódicos de 2010).

Como resultado, foi obtido um algoritmo para identificar, de forma rápida e eficiente, as publicações feitas em coautoria, mas que têm pequenas variações de grafia.

O desenvolvimento do módulo de deduplicação também permitiu gerar a rede/grafos de colaboração endógena entre os pesquisadores considerados na análise. O grafo gerado tem informações tanto dos pesquisadores (e.g., nome, área, grande área) assim como de seus relacionamentos (e.g., lista de publicações em coautoria).

3.6 “Profiling”, “access”, indexação e armazenagem

O projeto se dedicou ao estudo de ferramentas computacionais para criação de interface gráfica de interação com o usuário para leitura de dados, configuração de parâmetros e execução. A ferramenta escolhida permitiu entregar um produto amigável, dentro do cronograma planejado, tendo sido feito um balanço entre qualidade/ tempo.

Apesar de mudanças nas ferramentas que geram os melhores designers, tornando-as mais acessíveis para pessoas que não trabalham nessa área, prevaleceu a estratégia inicial de criar uma versão desktop, com interface em Python. Assim, a interface gráfica do sisRedes, em sua versão 1.0, foi construída utilizando pacotes livres da linguagem de programação Python, e permite a ampla utilização do sisRedes por gestores, pesquisadores e dirigentes na identificação e gestão de redes de cooperação em pesquisa. Os testes experimentais realizados utilizaram estruturas de dados simples e de acesso na memória principal (RAM), e não foram utilizados sistemas de gestão de bancos de dados local.

A interface do aplicativo sisRedes em sua versão 1.0 para desktop é visualizada na **Figura 4**. Essa interface é composta de:

- **Diretório de dados:** onde o usuário indica a localização dos nós (pesquisadores) e das arestas (publicações), constantes do banco de dados do sisRedes. O sisRedes pode ser executado com diferentes conjuntos de dados, atualizados periodicamente, e utiliza as informações de mestres e doutores registrados na Plataforma Lattes;
- **Conjunto de dados:** onde o usuário define se a identificação da rede de coautoria será por instituição federal ou por grupos de IDs Lattes. O sisRedes permite identificar as pessoas a partir de apenas uma única entrada textual, como por exemplo, o nome de uma instituição federal, ou a partir de uma lista de IDs Lattes (neste caso o operador do sisRedes deverá fornecer a lista de IDs). Particularmente, esta última forma de conjunto de dados se torna interessante caso seja necessária conhecer sobre a colaboração endógena e exógena de um grupo seletivo de pesquisadores, como, por exemplo, grupo de pesquisa que propõe a criação de um laboratório, pois nesse caso pode ser relevante conhecer como é a liderança exógena de cada participante do grupo de pesquisa;

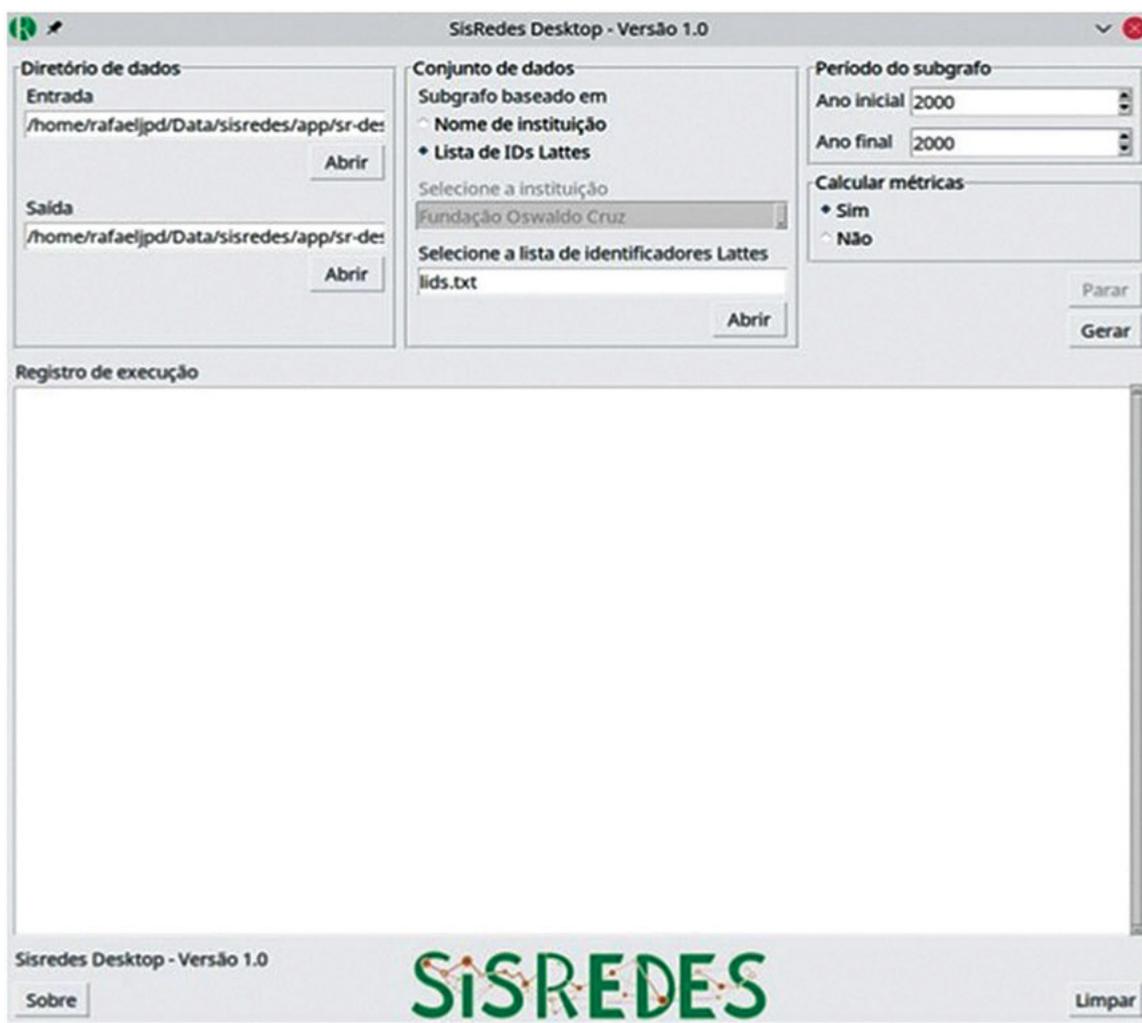


FIGURA 4 sisRedes – Interface com Usuário – 2023.

- **Período do subgrafo:** onde o usuário define o período, em anos, para identificação das redes de colaboração em pesquisa. Essa opção facilita a obtenção de relatórios de colaboração, segmentados por períodos, e a observação da evolução da colaboração dos pesquisadores ao longo do tempo. Aqui é importante destacar que a ferramenta é flexível o suficiente, dado que o usuário do sisRedes tem a liberdade de escolher períodos sequenciais ou sobrepostos, como, por exemplo, períodos trienais sequenciais: 2000-2002, 2003-2005, 2006-2008 ou períodos sobrepostos: 2000-2003, 2000-2005, 2002-2008. Nos períodos sequenciais, pode ser observada a mudança de colaboração dentro do período, e nos períodos sobrepostos, o acúmulo da colaboração;
- **Registro de execução:** mostra a evolução das ações do aplicativo. Nessa seção, são apresentadas diferentes mensagens textuais que indicam todas as etapas de execução do programa. O objetivo dessa tela é facilitar o entendimento do processo geral realizado e dar um indicativo de quanto o programa irá demorar para a obtenção dos relatórios (arquivos.csv e.gdf);
- **Calcular métricas:** essa opção permite gerar os relatórios com os quantitativos de frequência das publicações. Essas métricas permitem observar a colaboração na forma quantitativa. Aqui é importante destacar que avaliações qualitativas (por exemplo, de produção qualificada em estrato superior Qualis/CAPES) podem ser realizadas a partir dos relatórios gerados pelo programa. Realizar uma avaliação qualitativa da produção/colaboração de um grupo ainda é um grande desafio nos dias de hoje. No entanto, a ferramenta é capaz de trazer insumos para que, em etapas posteriores, possam ser estudadas de forma complementar pelo analista/usuário da ferramenta.

A interface contém também um item “sobre”, que descreve as características principais da ferramenta.

4. Relatórios do sisRedes das Redes de Colaboração em Pesquisa da FIOCRUZ e da ENSP – 2016 a 2020

O módulo de captura dos nomes completos dos servidores federais do Portal da Transparência identificou um total de 619.579 nomes distintos, ou seja, esse é o total de servidores civis federais, ativos, que constavam da base do Portal da Transparência, em 04 de fevereiro de 2022, dos quais 4.881 eram servidores da Fundação Oswaldo Cruz, conforme resumo na **Tabela 2**.

TABELA 2 Portal da Transparência do Governo Federal: Resumo Extração de Dados Realizada em 31 de janeiro de 2022.

Rótulo	Dados
Tamanho do arquivo	418,7 MB
Cabeçalho	Sim
Número total de linhas	728.411
Número de nomes repetidos ⁽¹⁾	101.374
Número de nomes distintos	619.579
Número de homônimos ⁽²⁾	7.806
Quantidade de instituições (ORG_LOTACAO) ⁽³⁾	292
Quantidade de instituições (ORG_EXERCICIO)	292
Quantidade de membros FIOCRUZ	4.881

Fonte: elaboração dos autores.

Notas: **(1)** nomes repetidos após normalização, ou seja, remoção de caracteres especiais e espaçamentos; **(2)** nomes repetidos após normalização, mas que possuem números de CPF diferentes. O arquivo do Portal da Transparência fornece os 6 últimos dígitos do CPF, excluindo os dígitos verificadores (***DDD.DDD.**). Exemplos de homônimos Adailson da Silva Santos ***.361.135.** (linha 1007 do arquivo) e Adailson da Silva Santos ***.DDD.DDD.**, ambos lotados no Ministério de Minas e Energia; **(3)** busca do campo “COD_EXERCICIO” ou “COD_LOTACAO”, ambos têm a mesma quantidade de instituições **(4)** essa contagem foi feita após a identificação dos homônimos.

A base completa da Plataforma Lattes é estimada, atualmente, em 7,4 milhões de currículos registrados, sendo 7,3 milhões de brasileiros. Essa base passou por um processo de limpeza e classificação, pois o número de total de doutores registrados na Plataforma, na data de 6 de fevereiro de 2022, era igual a 354.539, pouco menos de 5% do total de registros. O total de mestres cadastrados na Plataforma Lattes era igual a 646.335, e não alcançava 9% do total de currículos Lattes. O conjunto dos currículos de mestres e doutores registrados na Plataforma Lattes, cerca de 1 milhão de IDs, é a base de dados curricular do sisRedes, que extrai dados sobre titulação e produção bibliográfica dos pesquisadores para formar os relatórios de coautoria.

A **Tabela 3**, seguinte, resume os dados produzidos pelo sisRedes que consiste na grande matriz de relações de coautoria dos pesquisadores das instituições públicas federais. O sisRedes comparou a lista de servidores ativos do Portal da Transparência com a lista de nomes registrados na Plataforma Lattes, ao longo do período 2000 e 2022, para produzir, ano a ano e para todo o período, as relações de coautoria. Somente os dados até o ano de 2020 estão completos, pois, em geral, a contabilização da produção bibliográfica anotada nos currículos Lattes começa a apresentar estabilidade no segundo semestre do ano seguinte da publicação. Esse atraso se deve, em parte, ao preenchimento do currículo Lattes não ser obrigatório, além de ser de autopreenchimento, embora a solicitação de bolsas

TABELA 3 Rede de Cooperação em Pesquisa Científica da FIOCRUZ – 2000 a 2022.

Ano	Vértices	Arestas	Publications	JP deduplicated	EP deduplicated	B deduplicated	C deduplicated
2000	78518	154968	318656	88691	212692	6313	10960
2001	88334	181889	348273	95975	231202	7507	13589
2002	101473	216957	398465	105503	267201	8869	16892
2003	116177	267255	454317	115213	306560	10007	22537
2004	127275	297300	493112	122819	332122	11550	26621
2005	140552	334471	531086	129806	357517	12900	30863
2006	148826	362653	552772	126716	369519	15499	41038
2007	162591	405051	581111	130033	392278	16168	42632
2008	173663	444198	604727	139686	394413	19629	50999
2009	188099	491756	648110	151281	415791	22911	58127
2010	198348	532501	686275	161381	435816	25179	63899
2011	217658	587898	728832	175534	457959	26656	68683
2012	226442	631385	747035	187037	452906	28365	78727
2013	236084	658020	738606	194328	441180	27881	75217
2014	241720	668270	739582	204094	425560	30695	79233
2015	247843	730336	768682	209692	441757	32903	84330
2016	250798	698242	778267	219007	433651	32636	92973
2017	250133	715928	801777	226982	446928	34551	93316
2018	242122	810651	788664	232182	413808	36628	106046
2019	226980	715506	752699	234231	369476	34455	114537
2020	198571	674501	596790	265904	174183	36983	119720
2021	119652	320655	304849	160738	59180	20537	64394
2022	1131	1448	861	861			
Total	676023	4345051					

e de financiamento às agências governamentais, em geral, requisite a apresentação de currículo Lattes atualizado. Por outro lado, é comum o atraso de três meses ou mais, na publicação de artigos aceitos pelas revistas científicas.

A **Tabela 3** mostra que, ao longo de duas décadas, aumentos expressivos no número de pesquisadores e de publicações são nítidos desde o ano de 2000, quando a Plataforma Lattes efetivamente entrou em operação. A partir de 2017, há oscilações anuais no número de pesquisadores e de coautorias, desconsiderando os anos de 2021 e de 2022, pois estão incompletos, considerando que a extração de dados da Plataforma Lattes foi realizada ao longo do mês de março de 2022.

Os itens seguintes apresentam os dados obtidos dos relatórios do sisRedes para a rede de colaboração em pesquisa da FIOCRUZ e da ENSP, no período de 2016 a 2020. Como já explicado, a decisão de trabalhar com essa janela de tempo se deu por duas razões: em função da base de dados do sisRedes estar atualizada até o ano de 2020 e para minimizar possíveis “contaminações” de efeitos da pandemia de covid-19 sobre a formação de redes de cooperação em pesquisa, algo já em investigação por alguns autores.

Segundo Liu et al. (LIU et al., 2021), o índice de colaboração internacional em covid-19, em 2020, foi semelhante ao índice das demais pesquisas. Por outro lado, tanto Liu et al. (2021), como e Maher e Van Noorden (2021) observaram que as colaborações internacionais foram menos comuns em publicações sobre covid-19, em 2020, do que o foram em surtos anteriores de coronavírus. Além disso, com a explosão da pandemia, os artigos sobre covid-19, em coautoria exclusivamente nacional, passaram a ter maior expressão nas publicações sobre o SARS-CoV2. Esses autores também identificaram que a colaboração entre pesquisadores que não tinham trabalhos conjuntos anteriores, cresceu durante a pandemia. Essas colaborações envolviam pesquisadores de disciplinas diferentes e geraram alguns novos termos biomédicos. De acordo com os autores, a pandemia tirou os pesquisadores da zona de conforto, e todos tiveram que pensar sobre um problema comum, influenciando a comunidade científica e modificando o modo como os pesquisadores colaboram.

4.1 Tamanho da rede

A **Tabela 4** destaca o tamanho e alguns indicadores das redes de colaboração em pesquisa da FIOCRUZ e da ENSP. Os números apresentados nessa tabela sinalizam que essas redes possuem tamanhos diferentes de redes em termos de número de pesquisadores e de quantidade de coautorias, produtividade em pesquisa (total publicação/total pesquisadores) e grau médio, que representa a média de coautorias dos pesquisadores. Os dados sobre publicações ressaltam a importância da etapa da identificação única das publicações, pois o somatório de todas as publicações, contadas individualmente por coautor com duplicidades, situa-se entre 4 e 4,5 vezes o somatório de todas as publicações únicas, ou seja, contadas uma única vez. A média de pesquisadores por publicação é a medida mais convergente entre as duas redes.

TABELA 4 Rede de Cooperação em Pesquisa Científica da FIOCRUZ e da ENSP: Indicadores – 2016 a 2020.

Indicadores	Coluna	FIOCRUZ	ENSP
Número de nós	A	18.403	2.853
Número de publicações únicas	B	14.848	2.082
Número de publicações duplicadas	C	66.409	8.100
Número de pesquisadores em todas as publicações duplicadas	D	38.413	5.094
Média de publicações por pesquisador	$E = C/A$	3,61	2,84
Média de pesquisadores por publicação	$F = D/B$	2,59	2,45
Números de arestas	G	52.761	4.536
Grau médio	H	5,73	3,18

Fonte: elaboração dos autores com base em relatórios do sisRedes.

Os próximos itens apresentam, em separado, as redes de colaboração em pesquisa da FIOCRUZ e da ENSP.

4.2 Rede de cooperação em pesquisa da FIOCRUZ

O sisRedes apurou 18.403 pesquisadores (ou nós ou vértices ou coautores) e 52.761 relações de coautorias (ou coautorias ou arestas ou links) para a rede de cooperação em pesquisa da FIOCRUZ, no período analisado. Essa rede é constituída de coautores endógenos e exógenos que, agrupados separadamente, recebem a denominação nesse trabalho de subredes endógena e exógena, como apresentado na **Tabela 5**. No caso da subrede endógena, as coautorias podem ocorrer “intramuros”, ou seja, somente envolvendo coautores endógenos. A subrede endógena é composta, majoritariamente, por pesquisadores servidores em exercício na FIOCRUZ, complementada por pouco mais de uma dezena de coautores que, embora servidores de origem (lotados) na FIOCRUZ, à época da consulta ao Portal da Transparência, estavam em exercício em outro órgão governamental.

TABELA 5 Rede de Colaboração em Pesquisa da FIOCRUZ: Composição – 2016 a 2020.

Subrede FIOCRUZ	Pesquisadores	
	Número	%
ENDÓGENA	1.742	9,5%
Somente servidores pesquisadores lotados na FIOCRUZ e em exercício na FIOCRUZ	1.728	99,2%
Demais servidores pesquisadores lotados na FIOCRUZ e em exercício em outro órgão	14	0,8%
EXÓGENA	16.661	90,5%
Pesquisadores com algum vínculo profissional com a FIOCRUZ	1.402	8,4%
Pesquisadores sem vínculo profissional com a FIOCRUZ	15.259	91,6%
REDE FIOCRUZ TOTAL	18.403	100,0%

Fonte: elaboração dos autores.

A subrede exógena inclui pesquisadores de inúmeras instituições públicas e privadas, nacionais e internacionais, além de um conjunto importante de pesquisadores cujo endereço profissional é FIOCRUZ, mas não são servidores da FIOCRUZ, tal como explicado nos parágrafos seguintes. A instituição profissional dos coautores da subrede exógena é obtida por extração dos respectivos currículos Lattes, e herda todas as implicações de repetições decorrentes da característica de autopreenchimento. Diferente da subrede endógena, não há parcerias somente entre coautores exógenos, os quais, obrigatoriamente, estão vinculados à rede por meio de parceiros da subrede endógena.

A **Figura 5** é um recorte da rede de cooperação em pesquisa da FIOCRUZ e foi gerada com auxílio do software Gephi, versão 0.10, após a aplicação de filtros para o componente gigante, seguido do grau médio maior que 6, restando 3.499 pesquisadores e 26.584 coautorias, que correspondem a cerca de 20% e 50% do total de nós e de arestas, respectivamente. O maior componente gigante da rede da FIOCRUZ abrange 97,66% dos nós e 99,39% das arestas. A densidade da rede FIOCRUZ foi calculada em próxima a zero. Na **Figura 5** a cor dos nós representa as unidades da FIOCRUZ e o tamanho dos nós equivale ao grau médio do respectivo nó.

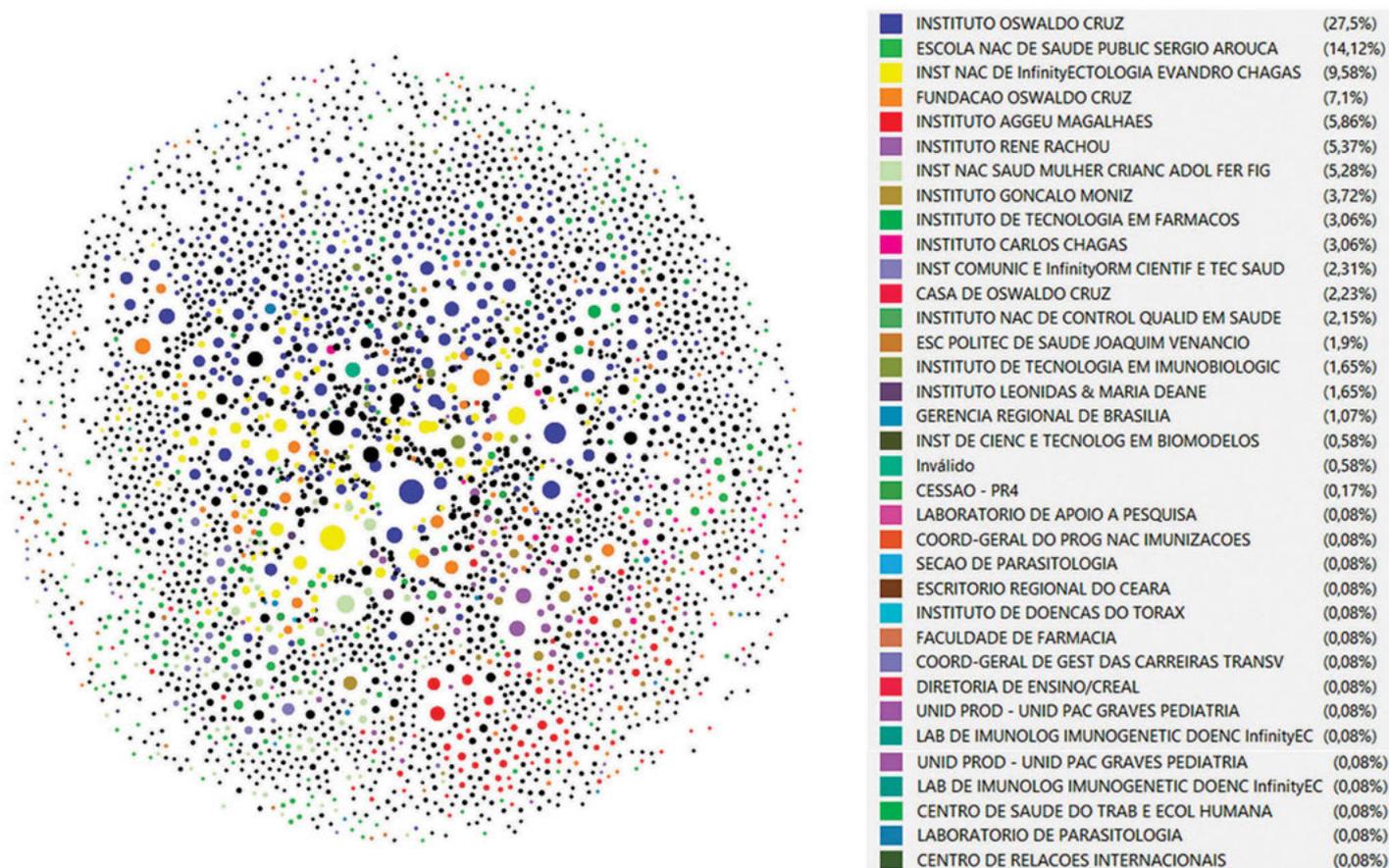


FIGURA 5 Rede de Cooperação em Pesquisa da FIOCRUZ – 2016 a 2020.

Fonte: elaboração dos autores.

O sisRedes identificou 1.725 servidores pesquisadores lotados na FIOCRUZ e 1.728 em exercício na FIOCRUZ, com registro na Plataforma Lattes, grau mestre ou doutorado concluído, e que tiveram ao menos um trabalho em coautoria com parceiro igualmente registrado na Plataforma Lattes. Os números de servidores pesquisadores da FIOCRUZ são o resultado líquido da conta de servidores lotados na FIOCRUZ, de origem (1.725) e cedidos de outros órgãos governamentais (17), e da conta de servidores em exercício na FIOCRUZ, lotados (1.728) e cedidos (14). A **Figura 6** ilustra essa conta de servidores.

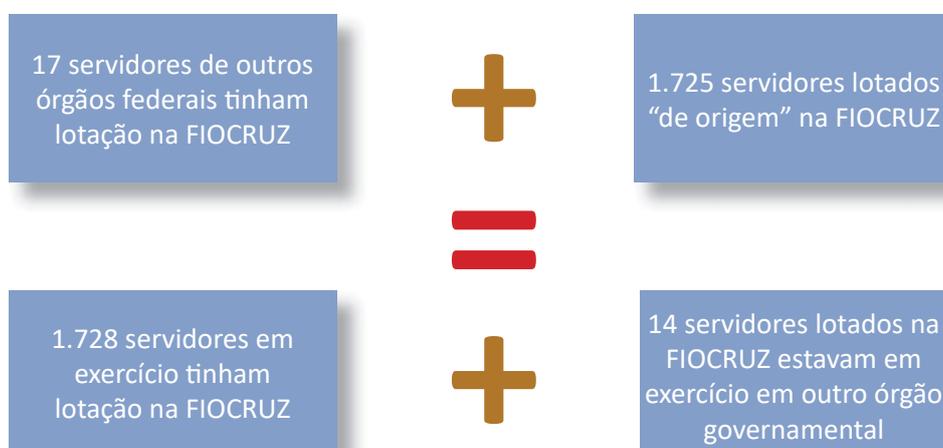


FIGURA 6 Servidores Pesquisadores Lotados e em Exercício na FIOCRUZ e em Outros Órgãos Governamentais.

Fonte: elaboração dos autores.

É importante enfatizar que o Portal da Transparência recupera dados de servidores, de todas as instituições públicas do poder executivo, e a Plataforma Lattes recupera dados de pessoas que têm currículo Lattes cadastrado, atualizados ou não, independente do vínculo institucional. Com base no nome da instituição ou nos números dos IDs Lattes de interesse informados, os relatórios produzidos pelo sisRedes retornam com a marcação do órgão e da unidade de lotação dos servidores para o conjunto específico de nomes identificados pelo Portal da Transparência, desde que tenha, ao menos, uma relação de coautoria extraída da Plataforma Lattes.

Para os demais pesquisadores coautores, que não pertencem ao universo previamente informado ao sisRedes, obrigatoriamente formado por servidores ativos do Governo Federal e que são os dados de entrada do sistema, os relatórios do sisRedes trazem a marcação de instituição profissional, extraída da Plataforma Lattes. Esse campo do currículo Lattes tem seu preenchimento irregular e as diferentes grafias de uma mesma instituição são numerosas. Assim, para os coautores que não integram a lista de servidores da instituição ou dos IDs, para os quais se quer investigar a rede de cooperação em pesquisa científica, a referência institucional desses pesquisadores é o dado extraído do campo “endereço profissional” que consta do currículo Lattes. Esse dado foi utilizado para mapear a subrede exógena de colaboração em pesquisa da FIOCRUZ e da ENSP.

A distribuição dos servidores pesquisadores FIOCRUZ, que conformam a rede endógena de colaboração em pesquisa da FIOCRUZ, é consolidada na **Tabela 6**. A distribuição de coautores por unidade da FIOCRUZ contou com ajustes, pois a marcação da unidade do órgão de lotação ou em exercício, no Portal da Transparência dificulta a consolidação dos dados institucionais. Desse modo, algumas “subunidades” da FIOCRUZ, que não necessariamente são unidades independentes, mas que têm corpo de servidores próprios, foram agrupadas em PRESIDÊNCIA, junto aos pesquisadores que desenvolvem suas atividades de pesquisa na própria PRESIDÊNCIA, da FIOCRUZ. Esse rearranjo tem o objetivo de apenas facilitar compreensão da rede de colaboração em pesquisa institucional.

TABELA 6 Subrede Endógena de Colaboração em Pesquisa da FIOCRUZ: Distribuição de Coautores – 2016 a 2020.

Unidade da FIOCRUZ	Pesquisadores lotados na FIOCRUZ		Pesquisadores em exercício na FIOCRUZ	
	Número	%	Número	%
CASA DE OSWALDO CRUZ	72	4,2%	72	4,2%
CENTRO DE DESENVOLV TECNOLOGIC EM SAUDE	21	1,2%	21	1,2%
ESC POLITEC DE SAUDE JOAQUIM VENANCIO	47	2,7%	46	2,7%
ESCOLA NAC DE SAUDE PUBLIC SERGIO AROUCA	242	14,0%	243	14,1%
GERENCIA REGIONAL DE BRASILIA	27	1,6%	27	1,6%
INST COMUNIC E INORM CIENTIF E TEC SAUD	49	2,8%	50	2,9%
INST DE CIENC E TECNOLOG EM BIOMODELOS	19	1,1%	20	1,2%
INST NAC DE INFECTOLOGIA EVANDRO CHAGAS	137	7,9%	136	7,9%
INST NAC SAUD MULHER CRIANC ADOL FER FIG	132	7,7%	133	7,7%
INSTITUTO AGGEU MAGALHAES	85	4,9%	86	5,0%
INSTITUTO CARLOS CHAGAS	54	3,1%	55	3,2%
INSTITUTO DE TECNOLOGIA EM FARMACOS	51	3,0%	50	2,9%
INSTITUTO DE TECNOLOGIA EM IMUNOBIOLOGIC	44	2,6%	43	2,5%
INSTITUTO GONÇALO MONIZ	61	3,5%	63	3,6%

Continua ►

TABELA 6 (Cont.) Subrede Endógena de Colaboração em Pesquisa da FIOCRUZ: Distribuição de Coautores – 2016 a 2020.

Unidade da FIOCRUZ	Pesquisadores lotados na FIOCRUZ		Pesquisadores em exercício na FIOCRUZ	
	NÚMERO	%	NÚMERO	%
INSTITUTO LEONIDAS & MARIA DEANE	31	1,8%	31	1,8%
INSTITUTO NAC DE CONTROL QUALID EM SAUDE	54	3,1%	54	3,1%
INSTITUTO OSWALDO CRUZ	381	22,1%	377	21,8%
INSTITUTO RENE RACHOU	92	5,3%	94	5,4%
PRESIDÊNCIA DA FIOCRUZ	69	4,0%	69	4,0%
<i>ESCRITÓRIOS REGIONAIS</i>	<i>57</i>	<i>3,3%</i>	<i>57</i>	<i>3,3%</i>
ESCRITORIO REGIONAL DE MATO GROSSO DO SUL	12	0,7%	12	0,7%
ESCRITORIO REGIONAL DE RONDONIA	15	0,9%	14	0,8%
ESCRITORIO REGIONAL DE SAO PAULO	2	0,1%	2	0,1%
ESCRITORIO REGIONAL DO CEARÁ	26	1,5%	27	1,6%
ESCRITORIO REGIONAL DO PIAUI	2	0,1%	2	0,1%
NÃO IDENTIFICADA	0	0,0%	1	0,1%
TOTAL PESQUISADORES LOTADOS / EM EXERCÍCIO NA FIOCRUZ	1.725	100,0%	1.728	100,0%

Fonte: elaboração dos autores.

Todas as unidades da FIOCRUZ contam com coautores que participam da subrede endógena, embora a distribuição desses coautores se concentre em duas unidades, ambas com atuação em ensino, pesquisa e assistência: Instituto Oswaldo (IOC) (21,8%) e Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca (ENSP) (14,1%). O Instituto Nacional de Infectologia (INI) e o Instituto Nacional de Saúde da Mulher, da Criança e do Adolescente Fernandes Figueira (IFF) respondem, cada um, por 7,9% e 7,7% dos nós da rede de coautores da FIOCRUZ, respectivamente, diferenciando-se das unidades anteriores por serem dedicadas à assistência, embora também tenham atividades relevantes de ensino e de pesquisa. As unidades IOC, ENSP, INI e IFF estão localizadas na cidade do Rio de Janeiro. Em seguida, destacam-se o Instituto Rene Rachou (IRR), com 5,4% dos coautores, localizado em Belo Horizonte, e o Instituto Ageu Magalhães (IAM), com 5,0% dos coautores, localizado em Recife. Sobressaem, também, a participação dos coautores da Casa de Oswaldo Cruz, no Rio de Janeiro, com 4,2% dos coautores, o bloco de coautores agrupados na rubrica “PRESIDÊNCIA DA FIOCRUZ”, com 4,0%, o Instituto Gonçalo Moniz (IGM), com 3,6%, localizado em Salvador, o Instituto Carlos Chagas (ICC), com 3,2%, em Curitiba, o Instituto Nacional de Controle de Qualidade em Saúde (INCQS), com 3,1%, e aqueles que exercem suas atividades em “ESCRITÓRIO REGIONAL”, cujo somatório responde por 3,3% dos coautores.

Os coautores que formam a subrede exógena de colaboração em pesquisa da FIOCRUZ têm ou tiveram algum tipo de vínculo com cerca de mil instituições diferentes, considerando as múltiplas grafias institucionais. A própria FIOCRUZ é a instituição informada por 8,4% dos coautores, conforme indicado na **Tabela 7**. Ainda que esses pesquisadores não sejam servidores da FIOCRUZ, em algum momento, entre 2016 e 2020, estabeleceram vínculo com a instituição. Esses vínculos ocorrem ou ocorreram na forma de bolsista de pós-graduação (de mestrado e de doutorado) ou de pós-doutorado, ou de pesquisador visitante, ou de bolsista contratado para projeto de pesquisa ou de servidor aposentado, que

segue com suas atividades de ensino e de pesquisa na instituição, como pesquisador voluntário sênior, ou outro tipo de vínculo. As instituições parceiras, exógenas, mais numerosas, listadas na **Tabela 7**, reúnem 43% dos coautores.

TABELA 7 Subrede Exógena de Colaboração em Pesquisa da FIOCRUZ: Distribuição de Coautores por Principais Instituições Parceiras – 2016 a 2020.

Instituições com mais de 100 coautores na subrede exógena de cooperação em pesquisa da FIOCRUZ	Número de pesquisadores	% de pesquisadores
FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ (PESQUISADORES QUE NÃO SÃO SERVIDORES DA FIOCRUZ)	1.402	8,4%
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO (UFRJ)	1.169	7,0%
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP)	741	4,4%
UNIVERSIDADE DE MINAS GERAIS (UFMG)	623	3,7%
UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE (UFF)	388	2,3%
UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO (UERJ)	364	2,2%
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO (UFPE)	311	1,9%
UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA (UFBA)	246	1,5%
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL (UFRGS)	153	0,9%
INSTITUTOS FEDERAIS DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA	191	1,1%
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP)	186	1,1%
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS (UNICAMP)	170	1,0%
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA (UNB)	166	1,0%
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ (UFCE)	159	1,0%
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO (UNIFESP)	152	0,9%
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ (UFPR)	141	0,8%
INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER (INCA)	139	0,8%
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO (UNIRIO)	110	0,7%
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPIRITO SANTO (UFES)	103	0,6%
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO (UFRRJ)	103	0,6%
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (UFSC)	101	0,6%
Subtotal	7.118	42,7%
SUBREDE EXÓGENA COMPLETA	16.661	100,0%

Fonte: elaboração dos autores.

A **Tabela 8** mostra que os pesquisadores da rede de cooperação em pesquisa da FIOCRUZ atuam em todas as grandes áreas do conhecimento, com predomínio para as grandes áreas das Ciências Biológicas e das Ciências da Saúde, tanto para os parceiros da subrede endógena, como para aqueles da subrede exógena. Entretanto, esses percentuais oscilam a depender das subredes endógena e exógena. Por exemplo, 57% dos coautores da subrede exógena, que têm ou tiveram vínculo com a FIOCRUZ, atuam nas Ciências Biológicas, enquanto para os demais segmentos da rede esse percentual é da ordem de 22%. A subrede endógena tem coautores com atuação importante nas Ciências Humanas e Ciências Sociais Aplicadas, algo não observado nos demais segmentos da rede. Por outro lado, os coau-

tores do segmento exógeno sem vínculo com a FIOCRUZ têm atuação relevante nas Ciências Exatas e da Terra não verificada em outros blocos da rede.

TABELA 8 Rede de Cooperação em Pesquisa da FIOCRUZ: Distribuição dos Coautores por Grande Área do Conhecimento – 2016 a 2020.					
	Rede completa	Rede endógena	Subrede exógena		
			Completa	Parceiros com vínculo profissional com a FIOCRUZ	Parceiros sem vínculo profissional com a FIOCRUZ
SEM INDICAÇÃO	6,8%	3,4%	7,2%	5,6%	7,3%
CIÊNCIAS AGRÁRIAS	4,9%	2,5%	5,2%	2,3%	5,4%
CIÊNCIAS BIOLÓGICAS	40,5%	38,4%	40,7%	56,8%	39,3%
CIÊNCIAS DA SAÚDE	31,4%	34,8%	31,0%	21,8%	31,9%
CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA	6,9%	4,5%	7,2%	4,5%	7,4%
CIÊNCIAS HUMANAS	4,2%	7,2%	3,9%	5,2%	3,8%
CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS	2,9%	6,7%	2,5%	1,9%	2,6%
ENGENHARIAS	1,5%	1,7%	1,5%	1,1%	1,5%
LINGUÍSTICA LETRAS E ARTES	0,2%	0,3%	0,2%	0,1%	0,2%
OUTROS	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%
NÚMERO DE PESQUISADORES	18.403	1.742	16.661	1.402	15.259
% DE PESQUISADORES	100,0%	9,4%	90,5%	7,6%	82,9%

Fonte: elaboração dos autores.

A distribuição dos pesquisadores por Área do Conhecimento para toda a rede e para as subredes endógena e exógena é apresentada na **Tabela 9**, juntamente com os números para alguns dos principais parceiros institucionais exógenos, que são os que têm ou tiveram algum vínculo com a FIOCRUZ entre 2016 e 2020: a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), a Universidade de São Paulo (USP), a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), a Universidade Federal Fluminense (UFF), a Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), a Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e a Universidade Federal da Bahia (UFBA). A rede total, assim como a subrede exógena completa, listam 83 Áreas do Conhecimento, e a subrede endógena lista 66 Áreas. O número de Áreas de atuação diminui na medida em que a quantidade de pesquisadores das instituições parceiras decresce.

As dez Áreas do Conhecimento que têm mais coautores na rede de pesquisa da FIOCRUZ, são, na ordem, Medicina, Saúde Coletiva, Bioquímica, Microbiologia, Imunologia, Genética, Parasitologia, Farmácia, Química e Medicina Veterinária. A **Tabela 9** mostra que há diferenças na distribuição de coautores entre as subredes e as Áreas do Conhecimento. Na subrede endógena, e entre os parceiros com vínculo com a FIOCRUZ (conforme explicado para os parceiros exógenos na **Tabela 6**) e os parceiros da UFBA, ambos da subrede exógena, a Saúde Coletiva tem o maior número de coautores. Na UFRJ, a Área de Bioquímica lista a maior quantidade de pesquisadores e entre os parceiros com vínculo com a FIOCRUZ, esse lugar é ocupado pela Parasitologia. Outros destaques da atuação dos coautores por Áreas do Conhecimento são a participação da UFMG e da UFF, em Medicina Veterinária, da USP, em Parasitologia, e da UERJ, em Ecologia.

TABELA 9 – Rede de Cooperação em Pesquisa da Fiocruz: Distribuição dos Pesquisadores por Área do Conhecimento 2016 – 2020.

Área do conhecimento	Rede Completa	Subrede Endógena	Subrede exógena									
			Completa	Parceiros com Vínculo com a FIOCRUZ	Parceiros Sem Vínculo com a FIOCRUZ							
					Todos os Parceiros Sem Vínculo com a FIOCRUZ	UFRJ	USP	UFMG	UFF	UERJ	UFPE	UFBA
ADMINISTRAÇÃO	126	21	105	6	100	2	3	8	-	-	-	2
AGRONOMIA	97	1	96	2	94	-	7	4	1	-	3	-
ANTROPOLOGIA	70	6	64	8	56	4	4	1	2	4	3	2
ARQUEOLOGIA	16	-	16	-	16	-	2	-	-	-	2	-
ARQUITETURA E URBANISMO	29	16	13	-	13	3	-	-	-	2	-	1
ARTES	16	4	12	1	11	1	-	-	-	-	1	-
ASTRONOMIA	2	-	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-
BIOÉTICA	8	1	7	-	7	1	-	-	-	-	-	-
BIOFÍSICA	144	9	135	9	126	35	10	5	10	6	4	-
BIOLOGIA GERAL	508	42	466	76	390	17	19	13	2	5	13	4
BIOMEDICINA	2	-	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-
BIOQUÍMICA	1.160	98	1.062	123	938	132	57	39	14	10	28	5
BIOTECNOLOGIA	131	12	119	20	99	6	4	7	3	1	1	1
BOTÂNICA	145	1	144	6	138	14	4	1	7	3	2	2
CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO	194	16	178	13	165	7	7	5	1	3	1	-
CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO	82	21	61	8	53	4	-	-	3	-	1	-
CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS	72	1	71	1	70	7	3	-	2	1	-	4
CIÊNCIA POLÍTICA	41	10	31	6	25	1	2	-	-	2	1	-
CIÊNCIAS AMBIENTAIS	56	2	54	4	50	5	1	1	1	2	-	-
COMUNICAÇÃO	115	27	88	7	81	7	-	3	2	1	1	-
DEFESA	6	1	5	-	5	1	-	-	-	-	-	-
DEMOGRAFIA	25	2	23	-	23	-	1	5	1	-	-	-
DESENHO INDUSTRIAL	7	3	4	1	3	1	-	-	-	-	-	-
DIREITO	53	10	43	1	42	2	-	-	-	1	-	-
DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA	30	4	26	4	22	-	1	3	-	-	-	1
ECOLOGIA	554	9	545	19	526	23	17	10	5	32	3	2

Continua ►

TABELA 9 – (Cont.) Rede de Cooperação em Pesquisa da Fiocruz: Distribuição dos Pesquisadores por Área do Conhecimento 2016 – 2020.

Área do conhecimento	Rede Completa	Subrede Endógena	Subrede exógena									
			Completa	Parceiros com Vínculo com a FIOCRUZ	Parceiros Sem Vínculo com a FIOCRUZ							
					Todos os Parceiros Sem Vínculo com a FIOCRUZ	UFRJ	USP	UFMG	UFF	UERJ	UFPE	UFBA
ECONOMIA	47	5	42	1	41	6	1	3	2	1	3	3
EDUCAÇÃO	236	42	194	24	170	6	1	2	13	6	2	1
EDUCAÇÃO FÍSICA	105	2	103	1	102	6	5	-	-	2	1	1
ENFERMAGEM	540	21	519	10	508	26	13	8	16	17	5	3
ENGENHARIA AGRÍCOLA	3	-	3	-	3	-	-	-	-	-	-	-
ENGENHARIA BIOMÉDICA	32	4	28	1	27	10	1	-	-	1	1	-
ENGENHARIA CIVIL	17	1	16	2	14	5	-	1	-	-	-	-
ENGENHARIA DE ENERGIA	1	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-
ENGENHARIA DE MATERIAIS E METALÚRGICA	11	-	11	1	10	3	-	-	-	1	-	-
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO	65	7	58	4	54	12	-	3	3	2	-	1
ENGENHARIA ELÉTRICA	14	2	12	-	12	4	1	-	-	-	-	-
ENGENHARIA MECÂNICA	13	1	12	-	12	2	-	-	-	-	-	-
ENGENHARIA NAVAL E OCEÂNICA	1	-	1	-	1	1	-	-	-	-	-	-
ENGENHARIA NUCLEAR	18	-	18	-	18	5	-	-	-	5	-	-
ENGENHARIA QUÍMICA	45	4	41	6	35	14	2	-	-	2	1	-
ENGENHARIA SANITÁRIA	57	10	47	2	45	4	2	3	-	6	-	-
FARMÁCIA	734	55	679	35	643	53	28	33	21	3	27	16
FARMACOLOGIA	302	27	275	34	241	22	17	13	4	5	9	5
FILOSOFIA	14	4	10	1	9	2	-	-	-	-	-	-
FÍSICA	88	3	85	1	84	3	3	2	2	4	2	4
FISIOLOGIA	167	6	161	5	155	28	13	7	6	8	6	1
FISIOTERAPIA E TERAPIA OCUPACIONAL	193	16	177	4	173	8	10	5	-	-	4	2

Continua ►

TABELA 9 – (Cont.) Rede de Cooperação em Pesquisa da Fiocruz: Distribuição dos Pesquisadores por Área do Conhecimento 2016 – 2020.

Área do conhecimento	Rede Completa	Subrede Endógena	Subrede exógena									
			Completa	Parceiros com Vínculo com a FIOCRUZ	Parceiros Sem Vínculo com a FIOCRUZ							
					Todos os Parceiros Sem Vínculo com a FIOCRUZ	UFRJ	USP	UFMG	UFF	UERJ	UFPE	UFBA
FONOAUDIOLOGIA	30	2	28	2	26	4	3	1	-	-	3	-
GENÉTICA	838	65	773	70	703	44	35	31	3	14	16	13
GEOCIÊNCIAS	96	6	90	3	87	7	3	3	8	6	2	-
GEOGRAFIA	45	4	41	5	36	1	-	-	-	1	-	-
HISTÓRIA	108	27	81	16	65	5	1	2	2	2	1	1
IMUNOLOGIA	865	113	752	106	646	56	62	39	10	5	10	24
LETRAS	10	-	10	1	9	-	-	-	-	-	-	-
LINGÜÍSTICA	10	1	9	-	9	1	-	-	-	-	-	-
MATEMÁTICA	26	1	25	2	23	2	-	-	1	1	-	-
MEDICINA	1.931	179	1.752	68	1.685	115	136	80	39	52	42	40
MEDICINA VETERINÁRIA	655	39	616	29	587	5	21	32	36	2	-	14
MICROBIOLOGIA	957	113	844	117	728	84	23	49	27	19	20	8
MICROELETRÔNICA	3	-	3	-	3	-	-	-	-	-	-	-
MORFOLOGIA	314	20	294	21	273	42	10	13	11	9	9	1
MULTIDISCIPLINAR	2	1	1	-	1	-	1	-	-	-	-	-
MUSEOLOGIA	10	6	4	-	4	-	-	-	-	-	-	-
NUTRIÇÃO	295	14	281	4	277	25	6	8	14	17	7	5
OCEANOGRAFIA	35	-	35	1	34	2	5	-	4	1	-	-
ODONTOLOGIA	184	3	181	3	178	11	7	7	3	5	6	4
PARASITOLOGIA	819	128	691	155	536	17	35	51	18	8	9	5
PLANEJAMENTO URBANO E REGIONAL	3	-	3	1	2	1	-	-	1	-	-	-
PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA	124	11	113	11	102	6	5	5	4	1	1	3
PSICOLOGIA	177	17	160	13	147	8	6	3	5	9	4	4
QUÍMICA	704	40	664	32	632	69	31	32	33	7	12	7

Continua ►

TABELA 9 – (Cont.) Rede de Cooperação em Pesquisa da Fiocruz: Distribuição dos Pesquisadores por Área do Conhecimento 2016 – 2020.

Área do conhecimento	Rede Completa	Subrede Endógena	Subrede exógena									
			Completa	Parceiros com Vínculo com a FIOCRUZ	Parceiros Sem Vínculo com a FIOCRUZ							
					Todos os Parceiros Sem Vínculo com a FIOCRUZ	UFRJ	USP	UFMG	UFF	UERJ	UFPE	UFBA
RECURSOS FLORESTAIS E ENGENHARIA FLORESTAL	17	-	17	-	17	-	1	-	-	-	-	-
RECURSOS PESQUEIROS E ENGENHARIA DE PESCA	26	-	26	-	26	1	-	-	-	1	-	-
RELAÇÕES PÚBLICAS	1	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-
ROBÓTICA MECATRÔNICA E AUTOMAÇÃO	6	1	5	-	5	-	-	-	-	1	-	-
SAÚDE COLETIVA	1.737	311	1.426	177	1.250	46	50	47	24	39	25	40
SEM INDICAÇÃO	1.312	65	1.247	83	1.164	66	37	21	15	11	10	11
SERVIÇO SOCIAL	36	4	32	2	30	3	-	-	3	1	1	-
SOCIOLOGIA	68	14	54	-	54	1	2	3	5	3	1	-
TEOLOGIA	4	-	4	-	4	-	-	-	-	1	-	-
TURISMO	5	-	5	-	5	-	-	-	-	-	-	-
ZOOLOGIA	526	25	501	33	468	54	22	9	1	12	7	4
ZOOTECNIA	32	5	27	-	27	-	-	2	-	-	-	1
TOTAL PESQUISADORES	18.403	1.742	16.661	1.402	15.259	1.169	741	623	388	364	311	246

Fonte: elaboração dos autores.

4.3 Rede de cooperação em pesquisa da ENSP

A rede de cooperação em pesquisa da ENSP foi identificada pelo sisRedes com base em uma lista dos códigos IDs na Plataforma Lattes, composto de 16 dígitos, de 243² servidores em atividade de pesquisa na Escola, ano base 2022, diferentemente da identificação da rede de pesquisa da FIOCRUZ, cuja entrada foi o nome completo da instituição. O sisRedes totalizou 2.853 coautores (ou nós ou vértices) e 4.536 relações de coautorias (ou coautorias ou arestas ou links) para a rede de cooperação em pesquisa da ENSP, cuja composição é resumida na **Tabela 10**, a seguir.

2 O número total de servidores em atividade de pesquisa da ENSP em 2022 era 244. Entretanto, não foi possível localizar o currículo Lattes de um servidor.

TABELA 10 Rede de Colaboração em Pesquisa da ENSP: Composição – 2016 a 2020.

Subrede ENSP	Pesquisadores	
	Número	%
ENDÓGENA	509	17,8%
Segmento composto somente por servidores pesquisadores lotados e em exercício na ENSP	238	46,8%
Segmento composto por servidores pesquisadores lotados e em exercício em outras unidades da FIOCRUZ	271	53,2%
EXÓGENA	2.344	82,2%
Pesquisadores com algum vínculo profissional com a FIOCRUZ	207	8,8%
Pesquisadores sem vínculo profissional com a FIOCRUZ	2.137	91,2%
REDE ENSP TOTAL	2.853	100,0%

Fonte: elaboração dos autores.

A subrede endógena é composta por dois segmentos: pesquisadores servidores lotados e em exercício na ENSP e pesquisadores servidores lotados e em exercício em outras unidades da FIOCRUZ. O primeiro segmento é denominado subrede endógena típica e o segundo subrede endógena ampliada, em proporção maior para o último segmento.

Do mesmo modo que para a rede da FIOCRUZ, na subrede endógena, as coautorias podem se dar apenas entre combinações de pesquisadores da ENSP e da FIOCRUZ. Considerada essa composição, a subrede endógena da ENSP inclui cerca de 18% do total de coautores da rede total. Se os coautores de outras unidades da FIOCRUZ forem excluídos, o tamanho da subrede endógena cai para 8,4%. A subrede exógena inclui pesquisadores de várias instituições dos setores público, privado, nacionais e estrangeiras, além de um grupo de pesquisadores cujo endereço profissional é FIOCRUZ ou ENSP, embora não sejam servidores da FIOCRUZ. O detalhamento institucional da rede da ENSP é descrito nas páginas seguintes.

A **Figura 7** representa a rede completa de cooperação em pesquisa da ENSP, gerada com auxílio do software Gephi, versão 0.10. O maior componente gigante dessa rede engloba 97,69% dos nós e 98,77% das arestas. O grau médio da rede da ENSP é igual a 3,2 e a densidade é 0,001. Os nós estão coloridos por unidade da FIOCRUZ e o tamanho obedece ao grau médio dos nós.

A **Tabela 11** detalha a repartição de coautores da subrede endógena da ENSP por unidade da FIOCRUZ. A subrede endógena típica da ENSP contém apenas pesquisadores lotados e em exercício, na própria ENSP, cuja distribuição é coerente com o tamanho dos departamentos em termos de número de pesquisadores. A ENSP tem 12 Departamentos e Centros e a metade dessas subunidades responde por 71% dos coautores: Departamento de Administração e Planejamento em Saúde (DAPS), Centro de Saúde do Trabalhador e Ecologia Humana (CESTEH), Departamento de Epidemiologia e Métodos Quantitativos em Saúde (DEM QS), Departamento de Ciências Sociais (DCS), Departamento de Endemias Samuel Pessoa (DENSP) e Departamento de Saúde e Saneamento Ambiental (DSSA). Tomando a subrede endógena ampliada, os principais parceiros da ENSP na FIOCRUZ são: IOC, com 12% dos coautores; Presidência da FIOCRUZ, com 6,7%; INI, com 9,6%; IFF, com 4,1%, e Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde (ICICT), com 3,7%. A ENSP mantém parcerias com todas as unidades da FIOCRUZ, inclusive com os Escritórios Regionais.

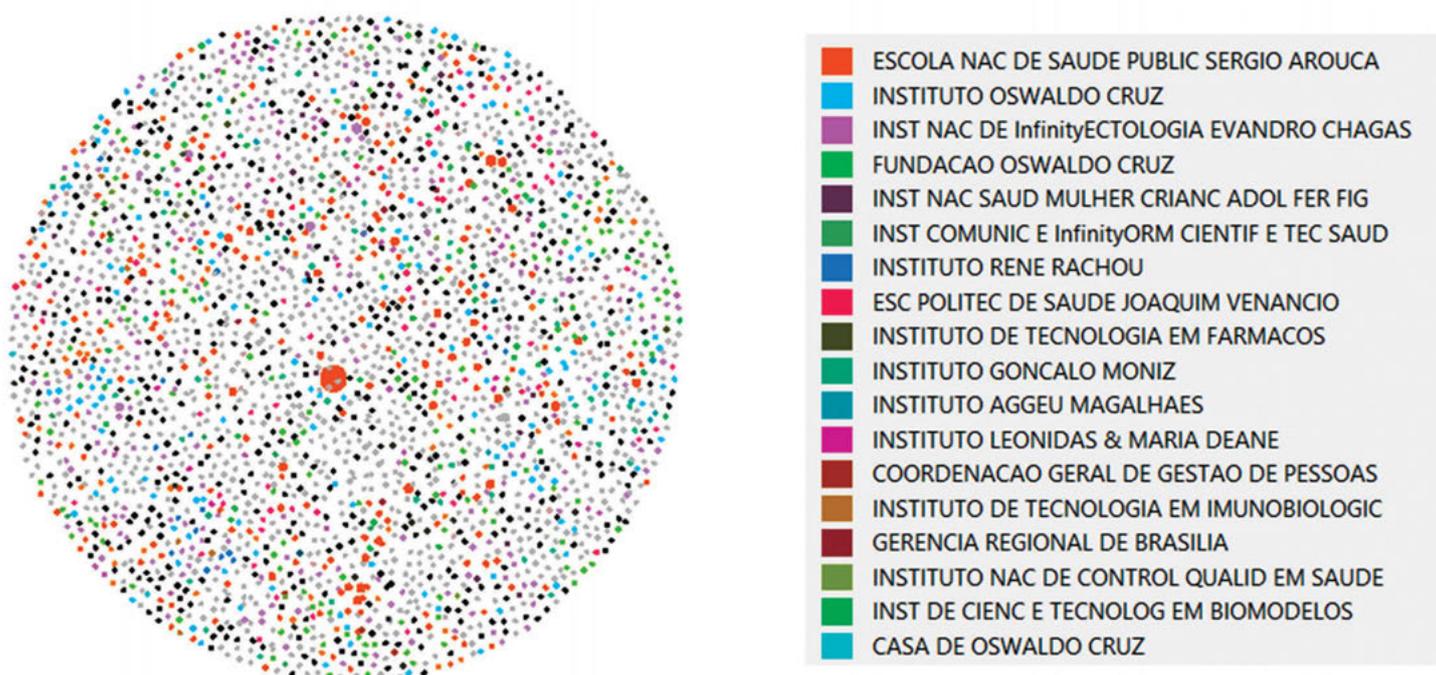


FIGURA 7 Rede de Cooperação em Pesquisa da ENSP – 2016 a 2020.

Fonte: elaboração dos autores.

TABELA 11 Subrede Endógena de Colaboração em Pesquisa da ENSP: Distribuição de Coautores por Unidade da FIOCRUZ – 2016 a 2020.

Unidade de lotação subrede endógena	Pesquisadores	
	Número	%
CASA DE OSWALDO CRUZ	4	0,8%
ESC POLITEC DE SAUDE JOAQUIM VENANCIO	12	2,4%
ESCOLA NAC DE SAUDE PUBLIC SERGIO AROUCA	238	46,8%
GERENCIA REGIONAL DE BRASILIA DA FIOCRUZ	5	1,0%
INST COMUNIC E INFORM CIENTIF E TEC SAUD	19	3,7%
INST DE CIENC E TECNOLOG EM BIOMODELOS	4	0,8%
INST NAC DE INFECTOLOGIA EVANDRO CHAGAS	49	9,6%
INST NAC SAUD MULHER CRIANC ADOL FER FIG	21	4,1%
INSTITUTO AGGEU MAGALHÃES	7	1,4%
INSTITUTO CARLOS CHAGAS	1	0,2%
INSTITUTO DE TECNOLOGIA EM FARMACOS	8	1,6%
INSTITUTO DE TECNOLOGIA EM IMUNOBIOLOGIC	5	1,0%
INSTITUTO GONÇALO MONIZ	7	1,4%
INSTITUTO LEONIDAS & MARIA DEANE	6	1,2%
INSTITUTO NAC DE CONTROL QUALID EM SAÚDE	4	0,8%
INSTITUTO OSWALDO CRUZ	61	12,0%

Continua ►

TABELA 11 (Cont.) Subrede Endógena de Colaboração em Pesquisa da ENSP: Distribuição de Coautores por Unidade da FIOCRUZ – 2016 a 2020.

Unidade de lotação subrede endógena	Pesquisadores	
	Número	%
INSTITUTO RENE RACHOU	17	3,3%
PRESIDENCIA FIOCRUZ	34	6,7%
<i>ESCRITORIOS REGIONAIS</i>	7	1,4%
ESCRITORIO REGIONAL DE RONDONIA	1	0,2%
ESCRITORIO REGIONAL DO CEARA	4	0,8%
ESCRITORIO REGIONAL DO PIAUI	1	0,2%
ESCRITORIO REGIONAL MATO GROSSO DO SUL	1	0,2%
SUBREDE ENDÓGENA AMPLIADA	509	100,0%

Fonte: elaboração dos autores.

Internamente à ENSP, os coautores se distribuem como indicado na **Tabela 12**. Do mesmo modo que para a tabulação por unidade da FIOCRUZ, a consolidação dos servidores pesquisadores da ENSP em outros espaços que não os departamentos, passaram por ajustes e foi resumida na rubrica DIREÇÃO da ENSP.

TABELA 12 Subrede Endógena Típica de Colaboração em Pesquisa da ENSP: Distribuição de Coautores por Unidade da ENSP – 2016 a 2020.

Subrede endógena típica	Número de pesquisadores	% de pesquisadores
CENTRO DE REFERENCIA PROF HELIO FRAGA	6	2,5%
CENTRO DE SAUDE DO TRAB E ECOL HUMANA	37	15,5%
CENTRO DE SAUDE ESC GERMANO SINVAL FARIA	16	6,7%
DEP DE ADM E PLANEJAMENTO EM SAUDE	37	15,5%
DEP DE DIR HUM SAUD E DIVERSID CULTURAL	11	4,6%
DEP DE ENDEMIAS SAMUEL PESSOA	23	9,7%
DEP DE EPIDEMIO E METODOS QUANTITATIVOS	28	11,8%
DEP DE EST S VIOLENC E SAUD JORGE CARELI	10	4,2%
DEP DE POLITICA E MEDICAMENT E ASSIST	9	3,8%
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS	8	3,4%
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS SOCIAIS	23	9,7%
DEPARTAMENTO DE SANEAMENT E SAUD AMBIENT	20	8,4%
DIREÇÃO DA ENSP	10	4,2%
SUBREDE ENDÓGENA TÍPICA	238	100,0%

Fonte: elaboração dos autores.

Os parceiros exógenos da subrede de cooperação em pesquisa da ENSP integram equipes de pesquisa em mais de trezentas instituições diferentes, nacionais e estrangeiras, como universidades e centros de pesquisa; órgãos governamentais, organizações internacionais, empresas privadas, e profissionais liberais. A **Tabela 13**, abaixo, lista as principais parcerias exógenas da rede de pesquisa da ENSP, que são os coautores que têm ou tiveram vínculo com a

FIOCRUZ. Em seguida, estão as universidades públicas nacionais, que abrigam o maior contingente de coautores da subrede exógena da ENSP, com destaque para a UFRJ.

Principais instituições parceiras da subrede exógena	Pesquisadores	
	Número	%
PESQUISADORES COM VÍNCULO COM A FIOCRUZ, MAS NÃO SÃO SERVIDORES	207	8,8%
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO (UFRJ)	163	7,0%
UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO (UERJ)	97	4,1%
UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SÃO PAULO (USP)	83	3,5%
UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE (UFF)	68	2,9%
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS (UFMG)	68	2,9%
INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER (INCA)	49	2,1%
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO (UFES)	31	1,3%
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA (UNB)	31	1,3%
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (UFSC)	29	1,2%
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL (UFRGS)	29	1,2%
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO (UNIRIO)	27	1,2%
OUTRAS INSTITUIÇÕES PÚBLICAS E PRIVADAS	1.462	62,4%
SUBREDE EXÓGENA COMPLETA	2.344	100,0%

Fonte: elaboração dos autores.

A **Tabela 14** mostra que os pesquisadores da rede de cooperação em pesquisa da ENSP atuam em todas as grandes Áreas do Conhecimento. Essa atuação está concentrada nas Ciências da Saúde, em todos os segmentos da rede. A subrede endógena típica, que é aquele composto por coautores lotados e em exercício na ENSP, tem 67% dos seus pesquisadores atuando nessa Área, enquanto no segmento da subrede ampliada, que traz os coautores lotados e em exercício em outras unidades da FIOCRUZ, essa participação cai para 47%. As Ciências Biológicas reúnem, proporcionalmente, mais coautores na subrede endógena típica, com 31% dos coautores do segmento ampliado da subrede endógena da ENSP. Os segmentos da subrede endógena da ENSP registram diferenças no número de coautores que atuam nas Ciências Humanas, 11% para o segmento típico e 5% para o segmento ampliado. Metade dos coautores da subrede exógena da ENSP, em ambos os segmentos com e sem vínculo com a FIOCRUZ, atua na grande Área do Conhecimento das Ciências da Saúde, seguindo as Ciências Biológicas e as Ciências Humanas. Essa configuração da rede de cooperação em pesquisa da ENSP se mostra compatível com as áreas de atuação da ENSP e das demais unidades da FIOCRUZ, ainda que os dados apurados estejam em nível elevado de agregação.

TABELA 14 Rede de Cooperação em Pesquisa da ENSP: Distribuição de Pesquisadores por Grande Área do Conhecimento – 2016 a 2020.

Grande área do conhecimento	Rede completa	Subrede endógena			Subrede exógena		
		Típica + ampliada	Típica	Ampliada	Todos os parceiros	Parceiro com vínculo com a FIOCRUZ	Parceiros sem vínculo com a FIOCRUZ
CIÊNCIAS AGRÁRIAS	2,0%	1%	0%	2%	2%	1%	2%
CIÊNCIAS BIOLÓGICAS	21,9%	20%	7%	31%	22%	22%	22%
CIÊNCIAS DA SAÚDE	50,8%	57%	67%	47%	50%	51%	49%
CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA	5,2%	5%	4%	6%	5%	7%	5%
CIÊNCIAS HUMANAS	8,0%	8%	11%	5%	8%	10%	8%
CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS	3,3%	4%	3%	4%	3%	3%	3%
ENGENHARIAS	2,2%	4%	5%	2%	2%	1%	2%
LINGUÍSTICA LETRAS E ARTES	0,1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
OUTROS	1,1%	0%	0%	0%	1%	1%	1%
SEM INFORMAÇÃO	5,5%	3%	2%	3%	6%	4%	6%
NÚMERO DE PESQUISADORES	100,0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fonte: elaboração dos autores.

A **Tabela 15** sobre Áreas do Conhecimento, foi construída considerando as subredes endógenas e exógenas, sendo que para a subrede endógena os números apresentados são aqueles dos parceiros com maior número de coautores. A rede completa lista 72 Áreas do Conhecimento distintas, e nem todas essas Áreas do Conhecimento estão presentes nos subconjuntos das subredes.

As Áreas do Conhecimento da Saúde Coletiva e da Medicina, ambas inseridas na grande Área das Ciências da Saúde reúnem a maior quantidade de coautores nas subredes endógena e exógena da ENSP e em seus segmentos. Ecologia, em Ciências Biológicas, é a terceira Área com maior número de coautores, em uma lista de 10, seguindo, Enfermagem, Zoologia, Nutrição, Psicologia, Microbiologia, Farmácia e Parasitologia.

As 10 Áreas do Conhecimento mais numerosas para as redes endógenas e exógenas não coincidem, e seus respectivos segmentos listam Áreas diferentes. Na subrede endógena, o segmento típico tem em comum, além de Saúde Coletiva e Medicina, as Áreas de Psicologia e Farmácia; o segmento ampliado, Microbiologia, Farmácia e Parasitologia. Na subrede exógena é a mais numerosa e é a principal influência na distribuição das Áreas de Atuação dos coautores. Assim, exceto a substituição de Parasitologia por Medicina Veterinária, a hierarquização das Áreas de Conhecimento na subrede exógena segue aquela de toda a rede. Os segmentos com e sem vínculo com a FIOCRUZ, da subrede exógena, têm em comum Saúde Coletiva, Medicina, Ecologia, e Genética em ordens distintas. Entre as universidades, as Áreas compartilhadas são: Saúde Coletiva, Medicina, Ecologia, Enfermagem, Zoologia, e Nutrição.

TABELA 15 Rede de Cooperação em Pesquisa da ENSP: Distribuição dos Pesquisadores por Áreas do Conhecimento – 2016 a 2020.

Área do conhecimento	Rede completa	Subrede endógena			Subrede Exógena					
		Todos os parceiros	Típica	Ampliada	Todos os parceiros	Parceiros com vínculo com a FIOCRUZ	Parceiros sem vínculo com a FIOCRUZ – todos	Parceiros sem vínculo com a FIOCRUZ - UFRj	Parceiros sem vínculo com a FIOCRUZ - UERJ	Parceiros sem vínculo com a FIOCRUZ - USP
ADMINISTRAÇÃO	14	3	1	2	11	1	10	0	0	0
AGRONOMIA	4	-	-	-	4	-	4	0	0	0
ANTROPOLOGIA	22	4	4	-	18	5	13	2	0	1
ARQUEOLOGIA	12	-	-	-	12	-	12	0	0	1
ARQUITETURA E URBANISMO	6	3	2	1	3	-	3	0	1	0
ARTES	1	-	-	-	1	-	1	0	0	0
BIOÉTICA	5	1	1	-	4	-	4	1	0	0
BIOFÍSICA	5	-	-	-	5	-	5	1	2	0
BIOLOGIA GERAL	26	4	-	4	22	-	22	1	0	1
BIOQUÍMICA	42	15	4	11	27	2	25	3	0	0
BIOTECNOLOGIA	2	-	-	-	2	1	1	0	0	0
BOTÂNICA	11	1	1	-	10	-	10	3	0	0
CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO	16	4	1	3	12	3	9	0	1	0
CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO	7	3	-	3	4	2	2	0	0	0
CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS	4	-	-	-	4	-	4	1	0	0
CIÊNCIA POLÍTICA	15	3	3	-	12	3	9	0	0	1
CIÊNCIAS AMBIENTAIS	17	-	-	-	17	1	16	2	1	1
COMUNICAÇÃO	6	2	1	1	4	1	3	0	0	0
DEFESA	1	-	-	-	1	-	1	0	0	0
DEMOGRAFIA	14	1	1	-	13	-	13	0	0	0
DIREITO	14	2	1	1	12	-	12	0	0	0
DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA	5	-	-	-	5	1	4	0	0	0
ECOLOGIA	204	6	3	3	198	5	193	7	5	8

Continua ►

TABELA 15 (Cont.) Rede de Cooperação em Pesquisa da ENSP: Distribuição dos Pesquisadores por Áreas do Conhecimento – 2016 a 2020.

Área do conhecimento	Rede completa	Subrede endógena			Subrede Exógena					
		Todos os parceiros	Típica	Ampliada	Todos os parceiros	Parceiros com vínculo com a FIOCRUZ	Parceiros sem vínculo com a FIOCRUZ – todos	Parceiros sem vínculo com a FIOCRUZ - UFRj	Parceiros sem vínculo com a FIOCRUZ - UERJ	Parceiros sem vínculo com a FIOCRUZ - USP
ECONOMIA	21	3	2	1	18	1	17	4	1	1
EDUCAÇÃO	39	13	7	6	26	3	23	1	1	0
EDUCAÇÃO FÍSICA	17	1	1	-	16	-	16	3	0	0
ENFERMAGEM	128	3	-	3	125	1	124	5	5	2
ENGENHARIA BIOMÉDICA	5	3	1	2	2	-	2	0	1	0
ENGENHARIA CIVIL	5	-	-	-	5	1	4	1	0	0
ENGENHARIA DE MATERIAIS E METALÚRGICA	1	-	-	-	1	-	1	0	0	0
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO	18	3	1	2	15	1	13	2	1	0
ENGENHARIA DE TRANSPORTES	2	-	-	-	2	-	2	0	0	0
ENGENHARIA QUÍMICA	8	2	1	1	6	1	5	2	0	0
ENGENHARIA SANITÁRIA	23	10	9	1	13	-	13	1	3	1
FARMÁCIA	60	12	5	7	48	5	43	5	0	1
FARMACOLOGIA	19	4	1	3	15	2	13	0	1	0
FILOSOFIA	7	2	2	-	5	-	5	1	0	0
FÍSICA	3	1	-	1	2	-	2	0	0	0
FISIOLOGIA	6	1	-	1	5	-	5	3	0	0
FISIOTERAPIA E TERAPIA OCUPACIONAL	27	1	-	1	26	1	25	0	0	0
FONOAUDIOLOGIA	8	-	-	-	8	1	7	3	0	0
GENÉTICA	49	9	3	6	40	4	36	2	3	1
GEOCIÊNCIAS	35	4	1	3	31	2	29	1	2	1
GEOGRAFIA	23	3	2	1	20	1	19	0	1	0

Continua ►

TABELA 15 (Cont.) Rede de Cooperação em Pesquisa da ENSP: Distribuição dos Pesquisadores por Áreas do Conhecimento – 2016 a 2020.

Área do conhecimento	Rede completa	Subrede endógena			Subrede Exógena					
		Todos os parceiros	Típica	Ampliada	Todos os parceiros	Parceiros com vínculo com a FIOCRUZ	Parceiros sem vínculo com a FIOCRUZ – todos	Parceiros sem vínculo com a FIOCRUZ - UFRj	Parceiros sem vínculo com a FIOCRUZ - UERJ	Parceiros sem vínculo com a FIOCRUZ - USP
HISTÓRIA	9	2	1	1	7	3	4	0	0	0
IMUNOLOGIA	35	18	1	17	17	4	13	1	0	2
LETRAS	1	-	-	-	1	-	1	0	0	0
LINGÜÍSTICA	2	1	1	-	1	-	1	0	0	0
MATEMÁTICA	2	-	-	-	2	-	2	0	0	0
MEDICINA	297	57	15	42	240	12	229	24	17	17
MEDICINA VETERINÁRIA	46	5	-	5	41	3	38	0	0	4
MICROBIOLOGIA	66	24	2	22	42	13	29	7	1	0
MORFOLOGIA	7	-	-	-	7	-	7	0	2	0
NUTRIÇÃO	100	3	3	-	97	1	96	18	8	2
OCEANOGRAFIA	12	-	-	-	12	-	12	0	0	2
ODONTOLOGIA	22	-	-	-	22	-	22	1	4	2
PARASITOLOGIA	50	13	1	12	37	13	24	2	1	0
PLANEJAMENTO URBANO E REGIONAL	1	-	-	-	1	-	1	0	0	0
PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA	36	8	3	5	28	7	21	4	0	0
PSICOLOGIA	74	7	4	3	67	6	61	2	3	2
QUÍMICA	43	8	4	4	35	2	33	4	1	2
RECURSOS FLORESTAIS E ENGENHARIA FLORESTAL	1	-	-	-	1	-	1	1	0	1
RECURSOS PESQUEIROS E ENGENHARIA DE PESCA	2	-	-	-	2	-	2	0	0	0

Continua ►

TABELA 15 (Cont.) Rede de Cooperação em Pesquisa da ENSP: Distribuição dos Pesquisadores por Áreas do Conhecimento – 2016 a 2020.

Área do conhecimento	Rede completa	Subrede endógena			Subrede Exógena					
		Todos os parceiros	Típica	Ampliada	Todos os parceiros	Parceiros com vínculo com a FIOCRUZ	Parceiros sem vínculo com a FIOCRUZ – todos	Parceiros sem vínculo com a FIOCRUZ - UFRj	Parceiros sem vínculo com a FIOCRUZ - UERJ	Parceiros sem vínculo com a FIOCRUZ - USP
ROBÓTICA MECATRÔNICA E AUTOMAÇÃO	1	-	-	-	1	-	1	0	0	0
SAÚDE COLETIVA	785	211	136	75	574	84	490	29	26	20
SEM INFORMAÇÃO	163	13	4	9	150	8	142	7	3	5
SERVIÇO SOCIAL	10	1	-	1	9	1	8	1	1	0
SOCIOLOGIA	25	6	3	3	19	-	19	1	0	2
TEOLOGIA	1	-	-	-	1	-	1	0	1	0
TURISMO	1	-	-	-	1	-	1	0	0	0
ZOOLOGIA	103	5	1	4	98	1	97	6	0	2
ZOOTECNIA	1	-	-	-	1	-	1	0	0	0
TOTAL GERAL	2.853	509	238	271	2.344	207	2.137	163	97	83

Fonte: elaboração dos autores.

5. Produção Bibliográfica e Métricas da Rede de Cooperação em Pesquisa da FIOCRUZ e da ENSP

Na seção anterior, foram sistematizados dados e informações sobre o tamanho e as características das redes de cooperação de pesquisa da FIOCRUZ e da ENSP. Nesta seção, são apresentados o grau médio e métricas de centralidade, as quais podem informar a quantidade e a qualidade das conexões (ou arestas ou coautorias) dos nós da rede, ou dos pesquisadores/coautores. Essas medidas, podem ser indicadores de importância, influência, e prestígio de pesquisadores e de instituições na rede.

O grau médio corresponde ao número de conexões (ou de arestas ou de coautorias) que incidem diretamente em um determinado nó, medindo a quantidade de conexões dos pesquisadores. Em princípio, quanto mais conexões um nó (ou pesquisador) experimentar, maior deve ser a importância desse nó (pesquisador) para a rede. Entretanto, muitas vezes interessa saber não apenas a quantidade de conexões de um nó (pesquisador), mas a posição desse nó (pesquisador) na rede. Nesse particular, a centralidade de proximidade indica se um determinado nó (pesquisador) está próximo ou não de todos os outros nós da rede. Assim, se o nó atravessa caminhos pequenos para chegar aos outros nós, então esse nó deve ter uma centralidade de proximidade mais elevada e está mais próximo de todos os demais nós da rede. A centralidade de proximidade pode ser entendida como uma medida de independência ou de eficiência de um nó, tal como comentado na **Seção 2 (Redes de Cooperação em Pesquisa)**. A centralidade de intermediação é o número de menores distâncias ou os caminhos mais curtos que atravessam um dado vértice, e significa que os nós com elevada centralidade de intermediação devem funcionar como “elos” entre regiões da rede, favorecendo a comunicação entre as regiões mais afastadas.

5.1 Produção bibliográfica dos pesquisadores da rede de cooperação em pesquisa da FIOCRUZ

Os relatórios produzidos pelos sisRedes consolidam informações por período e por tipo de produção bibliográfica, quais sejam: artigos publicados em periódicos, livros, capítulos de livros e publicações em eventos (trabalhos completos publicados em congressos, resumos expandidos publicados em anais de congressos, e resumos publicados em anais de congressos). A **Tabela 16** resume o número de publicações duplicadas, que é o somatório da lista de publicações por cada pesquisador. O número de vezes em que uma mesma publicação aparece nessa lista pode acontecer mais de uma vez, em múltiplas coautorias. Os artigos publicados em periódicos são o principal veículo de comunicação dos coautores da rede de pesquisa da FIOCRUZ, refletindo modos de produção dos campos do conhecimento da comunidade envolvida. A publicação de artigos aumentou 22% entre 2019 e 2020. É provável que a pandemia de covid-19 tenha impulsionado esse crescimento na publicação de artigos, livros e capítulos de livros, pois nos anos anteriores as perspectivas para a ciência não eram favoráveis. Ainda nesse período, a publicação em eventos teve queda abrupta, de mais de 3 vezes.

TABELA 16 Rede de Cooperação em Pesquisa da FIOCRUZ: Número de Publicações Duplicadas – 2016 a 2020.						
Tipo de publicação	2016	2017	2018	2019	2020	TOTAL
Artigos em periódicos	9.797	10.802	10.614	10.238	12.510	53.961
Publicação em eventos	2.232	2.377	1.993	1.635	482	8.719
Capítulos de livros	441	539	615	599	683	2.877
Livros	200	170	174	122	186	852
TOTAL	12.670	13.888	13.396	12.594	13.861	66.409

Fonte: elaboração dos autores.

O número de publicações únicas, deduplicadas, resumido na **Tabela 17**, teve comportamento semelhante ao das publicações duplicadas, mas o crescimento dos artigos publicados em periódicos foi menor, 17%.

TABELA 17 Rede de Cooperação em Pesquisa da FIOCRUZ: Número de Publicações Únicas – 2016 a 2020.						
Tipo de publicação	2016	2017	2018	2019	2020	TOTAL
Artigos em periódicos	1.961	2.070	1.980	1.995	2.342	10.348
Publicação em eventos	803	852	741	617	188	3.201
Capítulos de livros	151	207	215	215	237	1.025
Livros	65	56	50	40	63	274
TOTAL	2.980	3.185	2.986	2.867	2.830	14.848

Fonte: elaboração dos autores.

A produção em coautoria da rede de pesquisa da FIOCRUZ segue o comportamento típico em bibliometria, em que poucos publicam muito e muitos publicam pouco. No período investigado, cerca de 50% dos pesquisadores estiveram presentes em somente uma coautoria e 17% em duas coautorias, perfazendo 67% do total de 18.403 pesquisadores da rede. A **Figura 8** é a curva de produção bibliográfica *versus* o número de pesquisadores.

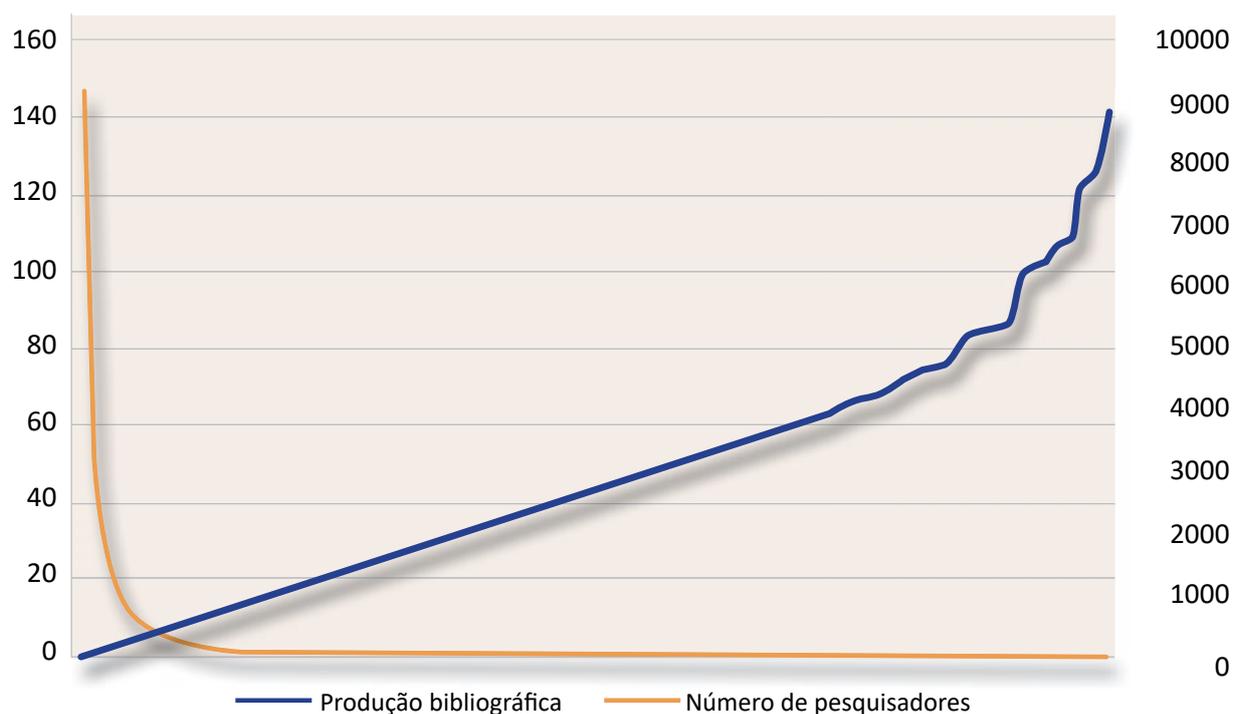


FIGURA 8 Rede de Cooperação em Pesquisa da FIOCRUZ: Produção Bibliográfica por Número de Pesquisadores – 2016 a 2020.

Fonte: elaboração dos autores.

A **Tabela 18** apresenta o grau médio e as centralidades de proximidade e intermediação para a toda a rede de cooperação em pesquisa da FIOCRUZ e para as subredes endógenas e exógenas. A subrede endógena tem a maior conectividade e é a mais relevante para a rede da FIOCRUZ. A importância da subrede endógena também se expressa nas medidas de centralidade de proximidade e de intermediação, demonstrando que seus coautores são mais eficientes na rede, disponibilizando caminhos para outros coautores, e constituem elos de comunicação valiosos entre partes da rede. O segmento de coautores com vínculo com a FIOCRUZ registra maior conectividade, eficiência e possibilidade de comunicação, e marca sua relevância no interior da subrede exógena.

TABELA 18 Rede de Cooperação em Pesquisa da FIOCRUZ: Estatísticas e Métricas de Topologia de Redes – 2016 a 2022.

Subrede	Média		
	Grau médio	Centralidade de proximidade	Centralidade de intermediação
ENDÓGENA	26,93	0,251582	0,001465
Somente servidores pesquisadores lotados na FIOCRUZ e em exercício na FIOCRUZ	26,88	0,251365	0,001461
Demais servidores pesquisadores lotados na FIOCRUZ e em exercício em outro órgão	33,07	0,278454	0,001936
EXÓGENA	2,50	0,207846	0,000042
Pesquisadores com algum vínculo profissional com a FIOCRUZ	14,61	0,245545	0,000477
Pesquisadores sem vínculo profissional com a FIOCRUZ	2,50	0,207846	0,000042
REDE COMPLETA	5,73	0,214856	0,000209

Fonte: elaboração dos autores.

A **Tabela 19** consolida dados para os 100 coautores com maior produção bibliográfica na rede de cooperação em pesquisa da FIOCRUZ. Apenas seis unidades da FIOCRUZ somam 64 coautores da lista de 100 pesquisadores com maior número de publicações: IOC, INI, IAM, IRR, IGM e ENSP. A **Tabela 18** mostra que o quantitativo de pesquisadores nem sempre está associado aos destaques em métricas de produção bibliográfica e de rede. Esses 100 pesquisadores atuam majoritariamente nas grandes Áreas do Conhecimento das Ciências da Saúde (47%) e das Ciências Biológicas (44%), e se distribuem por 21 Áreas do Conhecimento, com concentração nas Áreas de Saúde Coletiva, Medicina e Microbiologia, seguindo com menor participação Bioquímica e Parasitologia.

TABELA 19 Rede de Cooperação em Pesquisa da FIOCRUZ: 100 Coautores com Maior Número de Publicações Consolidado por Subrede – 2016 a 2020.

Instituição	Número de pesquisadores	% de pesquisadores	Número de publicações	% de publicações	Média do grau médio	Média da centralidade de proximidade	Média da centralidade de intermediação
SUBREDE EXÓGENA	16	16,0%	881	14,75%	88,50	0,250316	0,006137
Com vínculo com a FIOCRUZ	11	11,0%	604	10,12%	101,73	0,253541	0,007358
Servidor lotado na FIOCRUZ, em exercício em outro órgão	1	1,0%	59	0,99%	141,00	0,277035	0,006274
UFMG	2	2,0%	105	1,76%	65,00	0,256402	0,004976
USP	2	2,0%	113	1,89%	13,00	0,213134	0,000512
SUBREDE ENDÓGENA	84	84,0%	5090	85,25%	126,32	0,253433	0,009498
COC	1	1,0%	48	0,80%	37,00	0,139669	0,003336
ENSP	6	6,0%	325	5,44%	124,17	0,240058	0,005867
ESCRITÓRIO REGIONAL SÃO PAULO	1	1,0%	49	0,82%	188,00	0,239110	0,015246
ESCRITÓRIO REGIONAL CEARÁ	2	2,0%	91	1,52%	72,00	0,202364	0,006938
ESCRITÓRIO REGIONAL MATO GROSSO DO SUL	2	2,0%	111	1,86%	182,00	0,282659	0,014288
ESCRITÓRIO REGIONAL RONDÔNIA	2	2,0%	103	1,73%	44,00	0,212023	0,001765
FARMAGUINHOS	2	2,0%	143	2,39%	127,50	0,268573	0,009497
IAM	9	9,0%	470	7,87%	109,78	0,243904	0,005467
ICC	1	1,0%	50	0,84%	112,00	0,243632	0,007353
ICICT	2	2,0%	132	2,21%	120,00	0,253122	0,005535
IFF	2	2,0%	127	2,13%	138,50	0,266536	0,015681
IGM	8	8,0%	616	10,32%	173,38	0,259032	0,013799
ILMD	3	3,0%	209	3,50%	78,00	0,255333	0,010430
INI	9	9,0%	667	11,17%	150,56	0,274541	0,011782
IOC	24	24,0%	1.379	23,09%	122,00	0,260859	0,009290
IRR	8	8,0%	478	8,01%	126,75	0,242284	0,010095
PRESIDÊNCIA	2	2,0%	92	1,54%	127,50	0,276118	0,014330
100 MAIORES POR PUBLICAÇÃO	100	100,0%	5.971	100,00%	120,27	0,252934	0,008960

Fonte: elaboração dos autores.

Entre os 100 coautores com maior grau médio, somente 6 unidades da FIOCRUZ somam 74 coautores: IOC, INI, IGM, IAM, IRR e Presidência. A maioria dos 100 coautores de maior grau médio atua nas grandes Áreas do Conhecimento das Ciências Biológicas (66%) e nas Ciências da Saúde (26%), e em 18 Áreas do Conhecimento, onde acumulam maiores participações em Medicina, Microbiologia e Imunologia. A **Tabela 20** também revela que produção bibliográfica e quantitativo de pesquisador não têm associação direta com métricas de rede.

Tabela 20 Rede de Cooperação em Pesquisa da FIOCRUZ: 100 Coautores com Maior Grau Médio Consolidado por Subrede – 2016 a 2020.

Instituição	Número de pesquisadores	% de pesquisadores	Número de publicações	% de publicações	Média do grau médio	Média da centralidade de proximidade	Média da centralidade de intermediação
SUBREDE EXÓGENA	16	16,0%	881	14,75%	88,50	0,250316	0,006137
Com vínculo com a FIOCRUZ	11	11,0%	604	10,12%	101,73	0,253541	0,007358
Servidor lotado na FIOCRUZ, em exercício em outro órgão	1	1,0%	59	0,99%	141,00	0,277035	0,006274
UFMG	2	2,0%	105	1,76%	65,00	0,256402	0,004976
USP	2	2,0%	113	1,89%	13,00	0,213134	0,000512
SUBREDE ENDÓGENA	84	84,0%	5090	85,25%	126,32	0,253433	0,009498
COC	1	1,0%	48	0,80%	37,00	0,139669	0,003336
ENSP	6	6,0%	325	5,44%	124,17	0,240058	0,005867
ESCRITÓRIO REGIONAL SÃO PAULO	1	1,0%	49	0,82%	188,00	0,239110	0,015246
ESCRITÓRIO REGIONAL CEARÁ	2	2,0%	91	1,52%	72,00	0,202364	0,006938
ESCRITÓRIO REGIONAL MATO GROSSO DO SUL	2	2,0%	111	1,86%	182,00	0,282659	0,014288
ESCRITÓRIO REGIONAL RONDÔNIA	2	2,0%	103	1,73%	44,00	0,212023	0,001765
FARMAGUINHOS	2	2,0%	143	2,39%	127,50	0,268573	0,009497
IAM	9	9,0%	470	7,87%	109,78	0,243904	0,005467
ICC	1	1,0%	50	0,84%	112,00	0,243632	0,007353
ICICT	2	2,0%	132	2,21%	120,00	0,253122	0,005535
IFF	2	2,0%	127	2,13%	138,50	0,266536	0,015681
IGM	8	8,0%	616	10,32%	173,38	0,259032	0,013799
ILMD	3	3,0%	209	3,50%	78,00	0,255333	0,010430
INI	9	9,0%	667	11,17%	150,56	0,274541	0,011782
IOC	24	24,0%	1.379	23,09%	122,00	0,260859	0,009290
IRR	8	8,0%	478	8,01%	126,75	0,242284	0,010095
PRESIDÊNCIA	2	2,0%	92	1,54%	127,50	0,276118	0,014330
100 MAIORES POR PUBLICAÇÃO	100	100,0%	5.971	100,00%	120,27	0,252934	0,008960

Fonte: elaboração dos autores.

Entre os 100 coautores com maior grau médio, somente 6 unidades FIOCRUZ somam 74 coautores: IOC, INI, IGM, IAM, IRR e Presidência. A maioria dos 100 coautores de maior grau médio atua nas grandes Áreas do Conhecimento das Ciências Biológicas (66%) e nas Ciências da Saúde (26%), e em 18 Áreas do Conhecimento, onde acumulam maiores participações em Medicina, Microbiologia e Imunologia.

5.2. Produção bibliográfica dos pesquisadores da rede de cooperação em pesquisa da ENSP

A quantidade de publicações duplicadas da rede de cooperação em pesquisa, da ENSP, por tipo e por ano, no período entre 2016 e 2020, é apresentada na **Tabela 21**. Vale lembrar que essa lista de publicações por coautor tem itens duplicados, conforme comentado quando da apresentação dos dados para a rede de cooperação da FIOCRUZ.

A produção bibliográfica da rede de pesquisa da ENSP, majoritariamente composta por artigos publicados em periódicos, que experimentou certo declínio até 2019, cresceu 40% entre 2019 e 2020, muito provavelmente sob influência da pandemia de covid-19. A publicação em eventos tem uma série irregular no período, mas a série dos dados deduplicados mostra que houve queda nessas publicações.

Tipo de publicação	2016	2017	2018	2019	2020	Total de publicações
Artigos em periódicos	1.318	1.387	1.206	1.212	1.695	6.818
Publicação em eventos	55	158	186	104	129	632
Capítulos de livros	96	165	84	82	45	472
Livros	35	24	69	24	26	178
TOTAL DE PUBLICAÇÕES	1.504	1.734	1.545	1.422	1.895	8.100

Fonte: elaboração dos autores.

A **Tabela 22** mostra que a produção bibliográfica única da rede de cooperação em pesquisa da ENSP, no período 2016 a 2020 é cerca de um quarto dos números apurados para as publicações duplicadas, e cresceram 20% entre 2019 e 2020, durante o primeiro ano de pandemia. A publicação de capítulos de livros caiu à metade no período 2016-2020.

Tipo de publicação	2016	2017	2018	2019	2020	Total de publicações
Artigos em periódicos	309	339	290	310	370	1.618
Publicação em eventos	37	63	31	33	17	181
Capítulos de livros	19	60	59	39	47	224
Livros	12	8	21	8	10	59
TOTAL DE PUBLICAÇÕES	377	470	401	390	444	2.082

Fonte: elaboração dos autores.

O desempenho das coautorias da rede de colaboração em pesquisa da ENSP é semelhante ao da rede FIOCRUZ e é característico em bibliometria, onde há assimetrias entre pesquisadores que publicam muito e pesquisadores que publicam menos. Cerca de 62% dos coautores participam em apenas uma coautoria, e 15% em duas coautorias, alcançando 76% do total de 2.853 nós ou pesquisadores ou coautores da rede. A **Figura 9** é a curva de produção bibliográfica *versus* o número de pesquisadores da rede da ENSP.

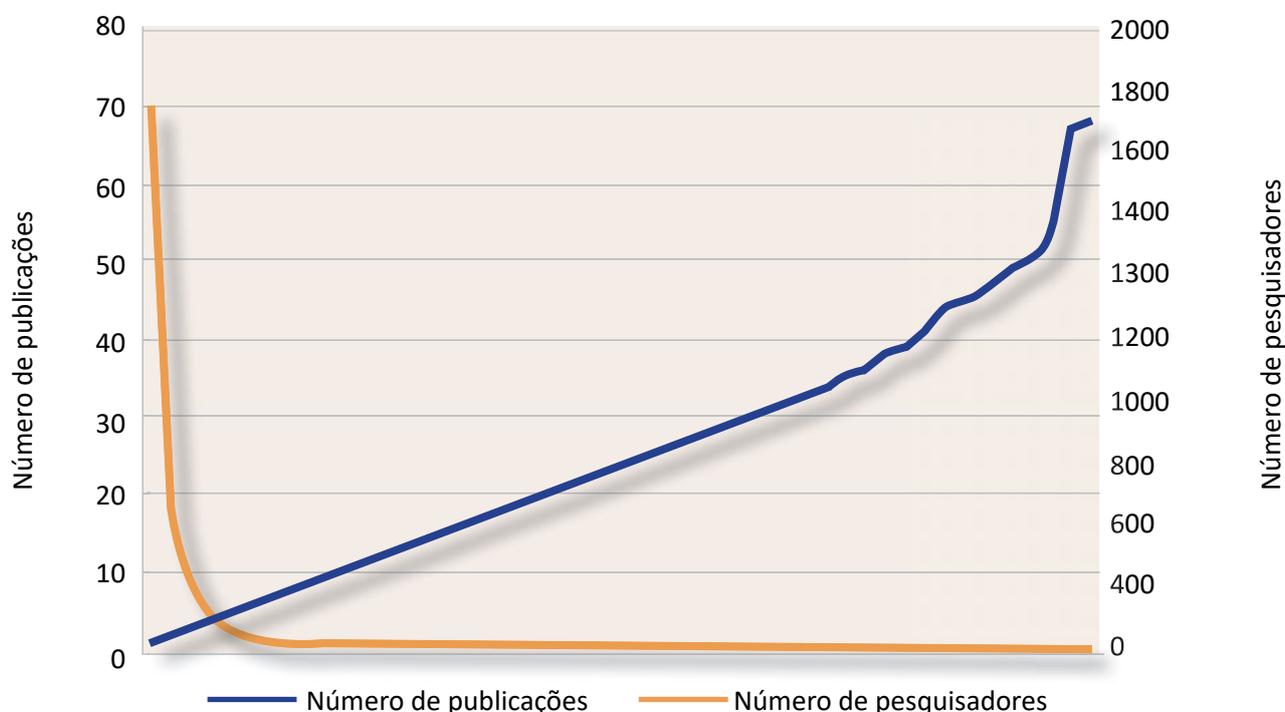


FIGURA 9 Rede de Cooperação em Pesquisa da ENSP: Produção Bibliográfica por Número de Pesquisadores – 2016 a 2020.

Fonte: elaboração dos autores.

As medidas de grau médio, centralidade de proximidade, e centralidade de intermediação para a rede de cooperação em pesquisa da ENSP e subredes endógenas e exógenas estão resumidos na **Tabela 23**. Essas três métricas informam a importância do segmento endógeno típico para a rede de cooperação em pesquisa da ENSP.

TABELA 23 Rede de Cooperação em Pesquisa da ENSP: Estatísticas e Métricas de Topologia de Redes – 2016 a 2022.			
Subrede ENSP	Média do grau médio	Média da centralidade de proximidade	Média da centralidade de intermediação
ENDÓGENA	11,01	0,232955	0,006802
Segmento típico	21,25	0,258785	0,013251
Segmento ampliado	2,02	0,210270	0,001138
EXÓGENA	1,48	0,204657	0,000185
Pesquisadores com algum vínculo profissional com a FIOCRUZ	2,06	0,204959	0,000467
Pesquisadores sem vínculo profissional com a FIOCRUZ	1,42	0,204628	0,000158
REDE ENSP TOTAL	3,18	0,209706	0,001366

Fonte: elaboração dos autores.

Nove Departamentos da ENSP reúnem 76% dos 50 coautores com maior número de publicações, com destaque para DENSP, CESTEh, DEMQS, e DAPS que concentram 44% dos pesquisadores. Esses 50 pesquisadores atuam, basicamente, na grande Área do Conhecimento das Ciências da Saúde (86%), distribuídos por 9 Áreas do Conhecimento, sendo 76% na Áreas de Saúde Coletiva, seguidos de Farmácia, Medicina e Probabilidade e Estatística.

Entre os 50 com maior grau médio na rede da ENSP, 5 não são pesquisadores ativos da ENSP. Dos 45 coautores que são pesquisadores lotados na ENSP, 62% estão nos seguintes Departamentos: DEMQS, DENSP, CESTEh E DAPS. Mais de 70% dos 50 coautores com maior grau médio atuam na grande Área do Conhecimento das Ciências da Saúde e 10% atuam em Ciências Biológicas. Esses 50 pesquisadores atuam em 11 Áreas do Conhecimento, com destaque para Saúde Coletiva (70%), Probabilidade e Estatística (6%), e Ecologia e Farmácia (4%, cada uma).

6. Comentários Adicionais sobre os Resultados dos Relatórios dos sisRedes

A seção anterior apresentou dados de duas redes de cooperação em pesquisa científica, FIOCRUZ e ENSP, obtidos dos relatórios do sisRedes, aplicativo desenvolvido conjuntamente entre FIOCRUZ e Universidade Federal do ABC. O **Anexo (Relatórios do sisRedes)** lista os relatórios produzidos pelo sisRedes, utilizados nesse boletim. O sisRedes e os arquivos dos relatórios podem ser solicitados por e-mail.³

Os dados divulgados na **Seção 4 (Relatórios do sisRedes das Redes de Colaboração em Pesquisa da FIOCRUZ e da ENSP – 2016 a 2020)** destacam algumas estatísticas descritivas das redes da FIOCRUZ e da ENSP, como distribuição dos coautores por instituição e identificação de parceiros endógenos e exógenos, atuação dos pesquisadores nas redes por grande Área e por Área do Conhecimento, produção bibliográfica, e métricas de topologia de redes, com ênfase em grau médio, centralidade de proximidade, e centralidade de intermediação.

As bases do sisRedes em quaisquer situações são o Portal da Transparência e a Plataforma Lattes que tiveram desempenho satisfatório para os propósitos de identificação de coautorias em instituições públicas do Governo Federal, considerando somente servidores em atividade laboral. Nesse ponto, há que se considerar a discussão sobre dados imputados e dados reais. O sisRedes, tal como projetado, alcança apenas dados imputados, ou seja, trabalha com uma lista de servidores que é periodicamente atualizada, devido a alterações funcionais corriqueiras e a mudança de situação de ativo para inativo. A lista de servidores produzida pelo sisRedes em uma determinada data é utilizada para extrair as coautorias de anos anteriores e pode acontecer, como acontece, de servidores que seriam incluídos em listas anteriores não serem incluídos em listas atuais, pelas razões expostas. Com isso, os dados de anos anteriores extraídos pelo sisRedes são imputados.

É importante salientar que a identificação das coautorias do sisRedes situa-se no entorno dos pesquisadores que constituem os dados de entrada do sistema. Nesse trabalho, os dados de entrada do sistema foram dois: (i) rede FIOCRUZ: servidores ativos da FIOCRUZ, grau mestre ou doutor, com pelo menos uma coautoria registrada na Plataforma Lattes, e (ii) rede ENSP: servidores em atividade de pesquisa da ENSP,⁴ grau mestre ou doutor, com pelo menos uma coautoria registrada na Plataforma Lattes. Os parceiros endógenos são coautores que desenvolvem suas pesquisas internamente à FIOCRUZ (ou à ENSP), e os parceiros exógenos são os coautores cuja atividade de pesquisa é realizada além dos muros da FIOCRUZ. As métricas de rede apresentadas para os parceiros endógenos têm por base toda a produção em coautoria de cada pesquisador no período, porém as métricas dos parceiros exógenos só contabilizam a produção com os coautores endógenos.

A decisão de desenvolver o sisRedes a partir do Portal da Transparência permitiu a identificação do conjunto completo dos servidores civis federais ativos, como aqueles da FIOCRUZ, organizados por órgãos e unidades, contendo informações sobre cargo, data e forma de ingresso no serviço público, situação do vínculo, órgão de origem (lotação), local de exercício (localização), entre outras. Em alguns casos, as informações sobre órgãos e unidades de lotação e de exercício se mostraram inconclusivas, e é provável que essas situações estejam relacionadas a servidores que têm duas matrículas ou estejam cedidos, por exemplo. Essas situações não trouxeram prejuízo para o resultado das apurações.

³ Enviar solicitação de acesso para laura.viana@fiocruz.br

⁴ A elaboração da lista de servidor em atividade de pesquisa na ENSP é responsabilidade dos Departamentos.

A rede de colaboração em pesquisa científica da FIOCRUZ e a rede da ENSP têm médias de pesquisadores por publicação próximas, sendo 2,6, para a FIOCRUZ, e 2,5, para a ENSP. Em compensação, a média de publicações por pesquisador da FIOCRUZ (3,6) é 27% superior à produtividade da ENSP (2,8). O grau médio dessas redes também mostrou diferença, da ordem de 5,7 e 3,2, FIOCRUZ e ENSP, respectivamente, sugerindo que o conjunto de pesquisadores da FIOCRUZ estabelecem mais parcerias (coautorias) que os pesquisadores da ENSP, e costumam ter produtividade mais elevada.

A densidade da rede FIOCRUZ é próxima a zero e é menor que a da rede ENSP, igual a 0,001. Esses valores são comuns em grandes redes acadêmicas (DIGIAMPIETRI, 2015), e indicam que as conexões nessas redes são uma fração pequena de todas as conexões possíveis entre todos os nós da rede, sugerindo que ambas as redes têm baixa conectividade. Por outro lado, nas redes sociais acadêmicas de baixa densidade, a informação transita entre poucos coautores, quase sempre os mesmos, e boa parte dos demais coautores ficam afastados (KOEHLER; CARVALHO, 2022).

Os perfis das subredes endógenas da FIOCRUZ e da ENSP são distintos, pois 18% dos pesquisadores ou coautores da subrede endógena (típica e ampliada) da ENSP são servidores lotados e em exercício na FIOCRUZ, enquanto esse percentual é próximo a 10% para a subrede endógena da FIOCRUZ. A quantidade de pesquisadores da subrede endógena ampliada da ENSP, que desempenha suas funções nas demais unidades da FIOCRUZ, é maior que o número de coautores vinculados à subrede endógena típica da ENSP. Esses números mostram que a coautoria típica na ENSP, ou seja, entre os pesquisadores de seu próprio quadro, tem espaço para progredir.

A FIOCRUZ é a instituição profissional mais presente nas subredes exógenas da FIOCRUZ e da ENSP, lembrando que as afiliações institucionais foram identificadas por meio do endereço profissional constante do currículo Lattes, ou seja, esse é um campo de autopreenchimento e está sujeito a inconsistências. Entre 8% e 9% dos coautores da subrede exógena da FIOCRUZ e da ENSP, registraram vínculo profissional com a FIOCRUZ, em diferentes modalidades, como cursos de pós-graduação, contratos de terceirização, estágios de pós-doutorado, bolsas de pesquisador visitante, entre outros.

O número de instituições diferentes as quais os coautores das subredes exógenas são afiliados é numeroso. O autopreenchimento do currículo Lattes contribui para essa multiplicidade de instituições profissionais, pois uma determinada instituição pode estar presente com grafias distintas, mas o consolidado dessas instituições não deve modificar a ordem de grandeza dos quantitativos de parceiros das subredes exógenas. Apesar dessas numerosas parcerias, a afiliação às universidades públicas e privadas, nacionais e estrangeiras, é majoritária no conjunto dos coautores da subrede exógena. De qualquer modo, é legítimo apontar que a FIOCRUZ e a ENSP, por meio de suas redes de cooperação em pesquisa, alcançam diversas instituições públicas e privadas em todas as regiões do Brasil, além de interagir com vários órgãos dos governos federal, estadual e municipal, como também cooperam com universidades e instituições estrangeiras e organismos multilaterais, e instituições privadas de diversos setores da atividade econômica.

A distribuição dos coautores nas redes de cooperação em pesquisa da FIOCRUZ e da ENSP, por atuação nas grandes Áreas do Conhecimento, revela a especificidade da ENSP. No segmento da subrede endógena típica, composto por coautores que desenvolvem suas pesquisas na ENSP, 67% dos coautores atuam na grande Área das Ciências da Saúde e 7% nas Ciências Biológicas. No segmento endógeno ampliado, que inclui pesquisadores de outras unidades da FIOCRUZ, os percentuais para são 47% para Ciências da Saúde e 31% para Ciências Biológicas. Outra diferença importante entre esses dois segmentos da subrede endógena da ENSP, é encontrada no número de coautores que atuam nas Ciências Humanas, 11% para o segmento típico e 5% para o segmento ampliado. Metade dos coautores da subrede exógena da ENSP, em ambos os segmentos com e sem vínculo com a FIOCRUZ, atua na grande Área do Conhecimento das Ciências da Saúde, seguindo das Ciências Biológicas e das Ciências Humanas. Essa configuração da rede de cooperação em pesquisa da ENSP se mostra compatível com as áreas de atuação da ENSP e das demais unidades da FIOCRUZ, ainda que os dados apurados estejam em um nível elevado de agregação.

A distribuição dos coautores da rede de cooperação da FIOCRUZ por atuação se mostrou mais diversa que aquela da rede da ENSP. Embora a proporção entre as grandes Áreas do Conhecimento das Ciências da Saúde e das Ciências Biológica seja próxima, em quase todos os segmentos da rede, na subrede exógena dos parceiros que têm ou tiveram vínculo com a FIOCRUZ, a participação das Ciências Biológicas é mais elevada que nos demais segmentos, em desvantagem das Ciências da Saúde. Na subrede exógena, sem vínculo com a FIOCRUZ, os coautores estabeleceram percentuais importantes nas Áreas das Ciências Exatas e da Terra, e em Ciências Agrárias, e influenciaram a distribuição final

dos pesquisadores na rede de cooperação em pesquisa da FIOCRUZ por grandes Áreas do Conhecimento. Em relação à atuação de seus coautores endógenos, as Ciências da Saúde e as Ciências Biológicas reúnem percentuais próximos de pesquisadores, sugerindo que pode haver uma troca equilibrada de conhecimento entre os parceiros endógenos.

As Áreas do Conhecimento da Saúde Coletiva e da Medicina, ambas inseridas na grande Área das Ciências da Saúde, são as mais numerosas nas subredes endógena e exógena da ENSP. As Áreas do Conhecimento de Engenharia Sanitária, Antropologia, Psicologia, Química e Ciência Política estão presentes na lista que reúne as 10 Áreas com mais coautores em atuação no segmento endógeno típico. Para o segmento endógeno ampliado, as presenças dissonantes de Áreas do Conhecimento nessa lista são Microbiologia, Imunologia, Parasitologia, Genética e Medicina Veterinária. Apesar do nível de agregação ainda elevado, esses destaques em áreas de atuação sinalizam complementaridade nas coautorias dos parceiros endógenos da ENSP.

Na subrede exógena da ENSP após Saúde Coletiva e Medicina, a Área do Conhecimento, com maior quantidade de coautores em atuação é Ecologia e esses pesquisadores, no geral, não tem vínculo com a FIOCRUZ, mas com universidades e outros institutos de pesquisa. Além de Ecologia, a presença de coautores nas Áreas de Enfermagem, Zoologia e Nutrição também é importante nesse segmento da subrede exógena da ENSP. Entre os parceiros exógenos da rede de pesquisa da ENSP que têm vínculo com a ENSP, sobressaem a presença de pesquisadores nas Áreas de Probabilidade e Estatística e Antropologia, além daquelas de Microbiologia e Parasitologia.

Em síntese, as redes de colaboração em pesquisa da FIOCRUZ e da ENSP se mostraram robustas em Saúde Coletiva, cuja caracterização é multidisciplinar. A **Figura 10** mostra que o número de publicações únicas da rede FIOCRUZ diminuiu entre 2016 e 2020, ainda que a quantidade de publicações duplicadas tenha aumentado, sugerindo que as coautorias aumentaram ao fim do período.

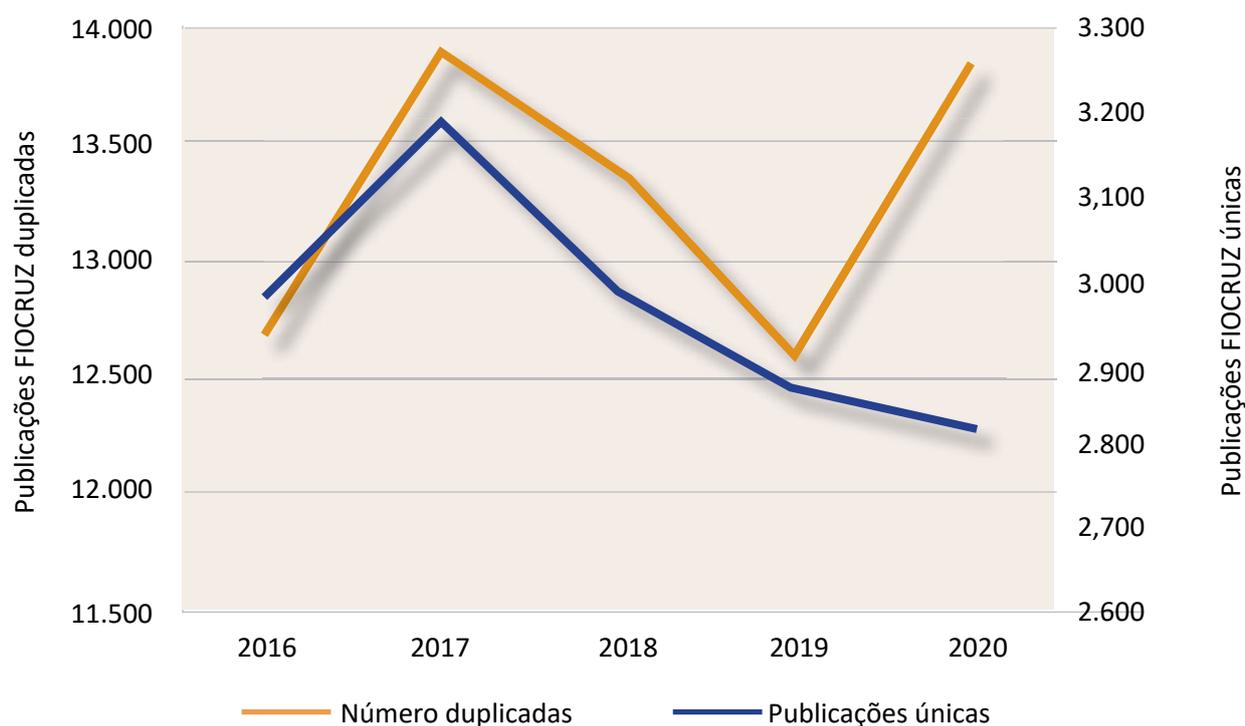


FIGURA 10 Rede de Cooperação em Pesquisa da FIOCRUZ: Evolução da Produção Bibliográfica – 2016 a 2020.

Fonte: elaboração dos autores.

A curva de distribuição de publicações por coautor da rede de cooperação em pesquisa da FIOCRUZ é aquela esperada em bibliometria, onde a maior parte dos coautores, 67% dos pesquisadores, de um total de 18.403, contribuíram com até duas coautorias; considerando até 10 coautorias, esse percentual alcança mais de 93% de todos os coautores. Restringindo para o grupo de pesquisadores incluídos na lista daqueles com 100 maiores números de coautorias, o percentual de coautores é de apenas 0,5%, que respondem por 9% do total de publicações da rede de

colaboração em pesquisa. Esses coautores são, majoritariamente, da subrede endógena, ou seja, realizam suas atividades intramuros, na FIOCRUZ. Apesar dessa maioria dos coautores estarem na subrede endógena, a presença dos parceiros exógenos com vínculo com a FIOCRUZ é relevante, sejam pesquisadores aposentados ou bolsistas.

Resultado semelhante foi apurado para a lista de 100 maiores coautores por grau médio em termos de localização institucional dos pesquisadores, os quais, na maior parte, realizam seus trabalhos na FIOCRUZ. Em termos de número de publicações, esses pesquisadores respondem por 8% do total de coautorias em duplicidade. No conjunto das listas de 100 maiores números de publicações e de grau médio, 52 coautores coincidem, no limite da maioria, apontando para o entendimento de que maior número de publicações é diferente de maior número de coautorias. De outro modo, o agrupamento das duas listas gera uma relação ampliada de 146 coautores proeminentes na rede de cooperação em pesquisa da FIOCRUZ.

A distribuição da produção bibliográfica da rede de cooperação em pesquisa da ENSP segue o padrão em bibliometria: 62% dos pesquisadores têm uma coautoria e 95% até 10 coautorias entre 2016 e 2020. A produção da rede da ENSP, diferente da produção da rede da FIOCRUZ, e contrariando a expectativa inicial do presente trabalho, experimentou um aumento considerável na publicação de artigos científicos, entre 2019 e 2020, mostrado na **Figura 11**, sinalizando o impacto da pandemia de covid-19. Os 50 coautores com maior número de publicações respondem por 20% de todas as publicações da rede e entre os 50 coautores com maior grau médio esse número é 17%, indicando que, na rede de cooperação em pesquisa da ENSP, esse bloco tem peso maior em termos de coautorias na unidade. Cerca de 34 pesquisadores estão presentes nas duas listas, que tem mais 32 nomes distintos, totalizando um grupo de 64 coautores destacados.

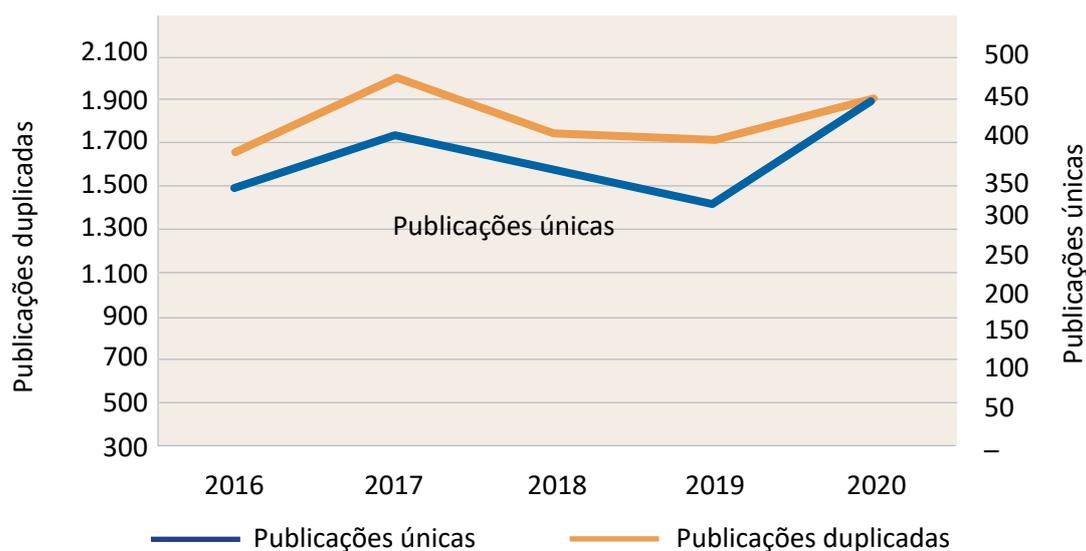


FIGURA 11 Rede de Cooperação em Pesquisa da ENSP: Evolução da Produção Bibliográfica – 2016 a 2020.

Fonte: elaboração dos autores.

As medidas de topologia de redes, grau médio, centralidade de proximidade e centralidade de intermediação, ratificam a importância das subredes endógenas das redes de cooperação em pesquisa da FIOCRUZ e da ENSP, não somente em termos de conectividades, como também no que diz respeito à eficiência dos autores em acompanhar a informação que circula na rede e no que tange à competência em se relacionar com os demais grupos da rede.

7. Conclusões

Esse boletim utilizou relatórios produzidos pela ferramenta sisRedes para identificar e analisar as redes de colaboração científica da FIOCRUZ e da ENSP, e encerra, desse modo, a etapa piloto de testes do sisRedes. Dados e informações sobre coautores, instituições, produção bibliográfica, Áreas do Conhecimento, e métricas de topologia de rede foram reunidas e sinalizaram algumas características das redes, pontos positivos, limitações do sisRedes e possibilidade de melhorias.

Tal como comentado na seção anterior, o sisRedes trabalha com dados imputados. Essa característica do aplicativo não prejudicou a obtenção dos resultados, tendo em vista que as redes da FIOCRUZ e da ENSP mostraram participação expressiva de coautores da instituição e da Unidade, que já estavam aposentados, na data de identificação dos servidores no Portal da Transparência. A recuperação desses e de outros coautores que não estão no Portal da Transparência, é o resultado das coautorias com servidores ativos e das respectivas presenças dos coautores na Plataforma Lattes.

A utilização da Plataforma Lattes, tanto quanto do Portal da Transparência, foi fundamental para a geração dos relatórios do sisRedes, apesar da característica de autopreenchimento do currículo e de alguma defasagem que existe na atualização dos dados de produção bibliográfica. O currículo Lattes ainda é a principal fonte de dados e de informações sobre a comunidade científica e, salvo exceções, é utilizado para análises de solicitações de auxílio financeiro, compelindo a comunidade que almeja apoio para suas pesquisas, atualizar seu currículo de tempos em tempos. O banco de dados do currículo Lattes é distribuído, gratuitamente, para as instituições que o solicitam, mas com limitações. No caso do sisRedes, o parceiro da UFABC foi responsável por alimentar o aplicativo com o banco de dados do currículo Lattes, porém, desde então, este não foi atualizado.

Embora o sisRedes recupere todos os parceiros das coautorias, é importante que seja esclarecido que a produção bibliográfica e as métricas de topologia de redes dizem respeito somente à participação dos coautores na respectiva rede. Assim, para os coautores da FIOCRUZ e da ENSP, que são o núcleo das redes de cooperação a serem identificadas, tais dados são referentes aos totais do período indicado. Para os coautores parceiros, os dados são aqueles produzidos somente no contexto da rede em questão. Do contrário, se o sisRedes buscasse as coautorias das coautorias chegaria à uma outra rede de cooperação.

O sisRedes é um aplicativo livre, que independe de sistema operacional, e seu uso deverá ser regulamentado pelo Sistema GESTEC/NIT, da FIOCRUZ. A versão atual ainda se encontra residente em máquina e sua instalação requer atenção e usuários com alguma experiência. A próxima versão poderá ser desenvolvida para ser utilizada em ambiente web, transparente para o usuário, desde que exista, tenha infraestrutura de servidor e viabilidade técnica e financeira de manutenção. Os relatórios do sisRedes são exportados em formato.csv e devem ser trabalhados pelo usuário, que precisa ter conhecimento de planilhas eletrônicas. Uma versão mais avançada do sisRedes poderá oferecer ao usuário relatórios customizados, algo que irá facilitar e ampliar o uso do aplicativo para além das redes de cooperação, mas também para monitoramento da produção bibliográfica institucional.

Como pode ser verificado no **Anexo (Relatórios do sisRedes)**, os relatórios do sisRedes contêm grande quantidade de dados e de informações, e somente uma pequena fração foi utilizada na produção deste boletim, cujo objetivo maior foi mostrar a viabilidade técnica e operacional do sisRedes. Com base nos relatórios do sisRedes, é possível aprofundar as análises, por grupos definidos, segundo variáveis distintas, como unidades, órgãos e áreas do conhecimento, e situações mais complexas, como identificação de competências estratégicas para FIOCRUZ. Os relatórios do sisRedes igualmente permitem o mapeamento da evolução das redes de cooperação em pesquisa e a identificação dos grupos de pesquisas que se relacionam com a FIOCRUZ nos diferentes períodos.

Referências Bibliográficas

- BEAVER, D. d.; ROSEN, R. Studies in scientific collaboration. *Scientometrics*, v. 1, n. 1, p. 65-84, 1 set. 1978.
- DIGIAMPIETRI, L. A. **Análise da Rede Social Acadêmica Brasileira: Um estudo de caso**. 2015 [s.l.: s.n.].
- FREEMAN, L. C. Centrality in Social Networks' Conceptual Clarification. *Social Networks*, v. 1 n. 3, p. 215-239, 1978.
- GLÄNZEL, W.; SCHUBERT, A. Analysing Scientific Networks Through Co-Authorship. Em: MOED, H. F.; GLÄNZEL, W.; SCHMOCH, U. (Eds.). **Handbook of Quantitative Science and Technology Research: The Use of Publication and Patent Statistics in Studies of S&T Systems**. Dordrecht: Springer Netherlands, 2005. p. 257-276.
- KATZ, J. S.; MARTIN, B. R. What is research collaboration? *Research Policy*, v. 26, n. 1, p. 1-18, 1 mar. 1997.
- KOEHLER, C.; CARVALHO, M. J. S. ANÁLISE DA COESÃO EM UMA REDE SOCIAL ACADÊMICA. *Revista de Educação Pública*, v. 31, p. 1-18, 29 jun. 2022.

KONG, X. et al. Academic social networks: Modeling, analysis, mining and applications. **Journal of Network and Computer Applications**, v. 132, p. 86-103, 15 abr. 2019.

LIU, M. et al. Pandemics are catalysts of scientific novelty: Evidence from COVID-19. **Journal of the Association for Information Science and Technology**, p. asi.24612, 25 dez. 2021.

MAHER, B.; VAN NOORDEN, R. **How the COVID pandemic is changing global science collaborations**. News Feature. 2021. Disponível em: <<https://www-nature.ez68.periodicos.capes.gov.br/articles/d41586-021-01570-2>>. Acesso em: 9 jan. 2022.

MAIA, L. F. M. P. et al. Colaborações científicas em Zika: identificação dos principais grupos e pesquisadores através da análise de redes sociais. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 35, 8 abr. 2019.

MENA-CHALCO, J.; CESAR JUNIOR, R. ScriptLattes: an open-source knowledge extraction system from the Lattes platform. **J. Braz. Comp. Soc.**, v. 15, p. 31-39, 1 dez. 2009.

MENA-CHALCO, J.; CESAR JUNIOR, R. Prospecção de dados acadêmicos de currículos Lattes através de scriptLattes. 2013. Em: [s.l: s.n.]. p. 109-128.

MENA-CHALCO, J. P. et al. Brazilian bibliometric coauthorship networks. **Journal of the Association for Information Science and Technology**, v. 65, n. 7, p. 1424-1445, 1 jul. 2014.

NEWMAN, M. E. J. From the Cover: The structure of scientific collaboration networks. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 98, n. 2, p. 404, 16 jan. 2001.

NEWMAN, M. E. J. Coauthorship networks and patterns of scientific collaboration. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 101, n. suppl 1, p. 5200-5205, 6 abr. 2004.

Plataforma Lattes. Disponível em: <<https://lattes.cnpq.br/>>. Acesso em: 31 ago. 2023.

RODRIGUES, W.; MENA-CHALCO, J. **Análise da rede de colaboração dos bolsistas produtividade em pesquisa: Uma abordagem segmentada por níveis**. 2022. [s.l: s.n.].

Servidores Públicos - Portal da Transparência. Disponível em: <<https://portaldatransparencia.gov.br/entenda-a-gestao-publica/servidores-publicos>>. Acesso em: 31 ago. 2023.

TAPIOCOZZO. **English: A) Degree B) Betweenness C) Eigenvector D) Closeness (normalized) E) Harmonic Centrality F) Closeness (not normalized)**., 2 mar. 2015. Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Six_centrality_measure.jpg?wprov=srpw1_0>. Acesso em: 31 ago. 2023

TOMASSINI, C. et al. Health Research Networks Based on National CV Platforms in Brazil and Uruguay. **Journal of Scientometric Research**, v. 10, n. 1s, p. s88-s101, 2021.



ANEXO

RELATÓRIOS DO SISREDES

Documentos > sisRedes > sisRedes-programa-final > ensp_2016_2020

<input type="checkbox"/> Nome	Data de modificação	Tipo	Tamanho
 edges	09/09/2023 11:40	Pasta de arquivos	
 nodes	09/09/2023 11:40	Pasta de arquivos	
 period	09/09/2023 11:40	Pasta de arquivos	
 bibliometrics.2016	09/09/2023 11:39	Arquivo de Valore...	31 KB
 bibliometrics.2017	09/09/2023 11:40	Arquivo de Valore...	38 KB
 bibliometrics.2018	09/09/2023 11:40	Arquivo de Valore...	37 KB
 bibliometrics.2019	09/09/2023 11:40	Arquivo de Valore...	34 KB
 bibliometrics.2020	09/09/2023 11:40	Arquivo de Valore...	35 KB
 coauthors.2016	09/09/2023 11:39	Arquivo de Valore...	68 KB
 coauthors.2017	09/09/2023 11:40	Arquivo de Valore...	84 KB
 coauthors.2018	09/09/2023 11:40	Arquivo de Valore...	72 KB
 coauthors.2019	09/09/2023 11:40	Arquivo de Valore...	70 KB
 coauthors.2020	09/09/2023 11:40	Arquivo de Valore...	77 KB
 graph.ids.2016.gdf	09/09/2023 11:39	Arquivo GDF	457 KB
 graph.ids.2017.gdf	09/09/2023 11:40	Arquivo GDF	526 KB
 graph.ids.2018.gdf	09/09/2023 11:40	Arquivo GDF	485 KB
 graph.ids.2019.gdf	09/09/2023 11:40	Arquivo GDF	432 KB
 graph.ids.2020.gdf	09/09/2023 11:40	Arquivo GDF	448 KB
 interactions.2016	09/09/2023 11:39	Arquivo de Valore...	26 KB
 interactions.2017	09/09/2023 11:40	Arquivo de Valore...	32 KB
 interactions.2018	09/09/2023 11:40	Arquivo de Valore...	30 KB
 interactions.2019	09/09/2023 11:40	Arquivo de Valore...	29 KB
 interactions.2020	09/09/2023 11:40	Arquivo de Valore...	31 KB

> Documentos > sisRedes > sisRedes-programa-final > ensp_2016_2020 > edges

<input type="checkbox"/> Nome	Data de modificação	Tipo	Tamanho
<input type="checkbox"/> graph.2016.edges	09/09/2023 11:39	Arquivo de Valore...	230 KB
graph.2017.edges	09/09/2023 11:40	Arquivo de Valore...	268 KB
graph.2018.edges	09/09/2023 11:40	Arquivo de Valore...	235 KB
graph.2019.edges	09/09/2023 11:40	Arquivo de Valore...	197 KB
graph.2020.edges	09/09/2023 11:40	Arquivo de Valore...	205 KB

> Documentos > sisRedes > sisRedes-programa-final > ensp_2016_2020 > nodes

<input type="checkbox"/> Nome	Data de modificação	Tipo	Tamanho
graph.2016.nodes	09/09/2023 11:39	Arquivo de Valore...	228 KB
graph.2017.nodes	09/09/2023 11:40	Arquivo de Valore...	259 KB
graph.2018.nodes	09/09/2023 11:40	Arquivo de Valore...	250 KB
graph.2019.nodes	09/09/2023 11:40	Arquivo de Valore...	236 KB
graph.2020.nodes	09/09/2023 11:40	Arquivo de Valore...	244 KB

> Documentos > sisRedes > sisRedes-programa-final > ensp_2016_2020 > period

<input type="checkbox"/> Nome	Data de modificação	Tipo	Tamanho
bibliometrics.2016_2020	09/09/2023 11:40	Arquivo de Valore...	169 KB
coauthors.2016_2020	09/09/2023 11:40	Arquivo de Valore...	366 KB
graph.2016_2020.edges.parallel	09/09/2023 11:40	Arquivo de Valore...	1.126 KB
graph.2016_2020.edges.summary	09/09/2023 11:40	Arquivo de Valore...	148 KB
graph.2016_2020.nodes	09/09/2023 11:40	Arquivo de Valore...	703 KB
graph.ids.2016_2020.parallel.gdf	09/09/2023 11:40	Arquivo GDF	1.835 KB
graph.ids.2016_2020.summary.gdf	09/09/2023 11:40	Arquivo GDF	851 KB
interactions.2016_2020	09/09/2023 11:40	Arquivo de Valore...	145 KB

