



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MODELAGEM MATEMÁTICA E COMPUTACIONAL

ÊXODO CIENTÍFICO BRASILEIRO: UMA ANÁLISE DO PROCESSO DE MIGRAÇÃO PARA CAPACITAÇÃO

HIGOR ALEXANDRE DUARTE MASCARENHAS

Orientador: Prof. Dr. Thiago Magela Rodrigues Dias
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais

BELO HORIZONTE
AGOSTO DE 2021

HIGOR ALEXANDRE DUARTE MASCARENHAS

ÊXODO CIENTÍFICO BRASILEIRO: UMA ANÁLISE DO PROCESSO DE MIGRAÇÃO PARA CAPACITAÇÃO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Modelagem Matemática e Computacional do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Modelagem Matemática e Computacional.

Área de concentração: Modelagem Matemática e Computacional

Linha de pesquisa: Sistemas Inteligentes

Orientador: Prof. Dr. Thiago Magela Rodrigues Dias
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais

CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MODELAGEM MATEMÁTICA E COMPUTACIONAL
BELO HORIZONTE
AGOSTO DE 2021



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS
COORDENAÇÃO DO CURSO DE MESTRADO EM MODELAGEM MATEMÁTICA E COMPUTACIONAL

**“ÊXODO CIENTÍFICO BRASILEIRO: UMA ANÁLISE DO PROCESSO DE
MIGRAÇÃO PARA CAPACITAÇÃO”**

Dissertação de Mestrado apresentada por **Higor Alexandre Duarte Mascarenhas**, em 04 de agosto de 2021, ao Programa de Pós-Graduação em Modelagem Matemática e Computacional do CEFET-MG, e aprovada pela banca examinadora constituída pelos professores:

Prof. Dr. Thiago Magela Rodrigues Dias (Orientador)
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais

Prof. Dr. Fábio Castro Gouveia
Fundação Oswaldo Cruz

Prof. Dr. Washington Luis Ribeiro de Carvalho Segundo
Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia

Prof. Dr. Gustavo Campos Menezes
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais

Prof. Dr. Emerson de Souza Costa
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais

Visto e permitida a impressão,

Prof^ª. Dr^ª. Elizabeth Fialho Wanner
Presidenta do Colegiado do Programa de Pós-Graduação em
Modelagem Matemática e Computacional

Mascarenhas, Higor Alexandre Duarte
M395e Êxodo científico brasileiro: uma análise do processo de migração para
capacitação / Higor Alexandre Duarte Mascarenhas. – 2021.
xii, 72 f.

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Modelagem Matemática e Computacional.

Orientador: Thiago Magela Rodrigues Dias.

Dissertação (mestrado) – Centro Federal de Educação Tecnológica de
Minas Gerais.

1. Evasão de cientistas – Brasil – Teses. 2. Cientistas – Atitudes – Teses.
3. Curriculum vitae – Análise – Teses. 4. Pesquisa quantitativa – Teses. I. Dias,
Thiago Magela Rodrigues. II. Centro Federal de Educação Tecnológica de
Minas Gerais. III. Título.

CDD 519.6081

Agradecimentos

Primeiramente a Deus, por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades.

Aos meus pais, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

Agradeço também ao orientador Prof. Dr. Thiago Dias que acompanhou minha jornada enquanto mestrando e foi essencial à minha formação como profissional e, além disso, minha evolução como pessoa.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

“O êxito da vida não se mede pelo caminho que você conquistou, mas sim pelas dificuldades que superou no caminho.” (Abraham Lincoln)

Resumo

O êxodo de indivíduos por diversos motivos ou circunstâncias vem ao longo dos últimos anos aumentando de forma significativa no cenário brasileiro e mundial. Um dos motivos identificados para esse fluxo migratório é a formação acadêmica desses indivíduos, que buscam se capacitar em instituições de ensino de melhor qualidade. Neste contexto, este trabalho tem como objetivo analisar como ocorre o êxodo científico no Brasil, em que indivíduos de diversas localidades do país migram em busca de uma melhor formação acadêmica. Logo, neste estudo, foi analisado como ocorre o êxodo científico brasileiro. Para isso foi necessária a extração dos dados de formação acadêmica, a partir dos currículos de indivíduos cadastrados na Plataforma Lattes. Assim sendo, selecionou-se todos os indivíduos com doutorado concluído, agregando 308.317 currículos. A escolha deste grupo se justifica por se tratar do conjunto de mais alto nível de formação acadêmica concluída, e que detém como característica, possuem dados recentemente atualizados em seus currículos. Inicialmente, filtrou-se os dados, selecionando os atributos relevantes à pesquisa, e finalmente, efetuou-se o tratamento dos dados com o intuito de encontrar a localização geográfica das instituições em que os indivíduos se capacitaram. Como resultados iniciais, foi possível efetuar uma caracterização dos dados coletados na Plataforma Lattes, mensurando distâncias percorridas pelos indivíduos ao longo de sua formação acadêmica, bem como, fluxos percorridos pelos doutores a nível estadual e uma análise sobre o processo de internacionalização dos doutores brasileiros. Foram efetuadas redes de vínculos demonstrando as principais localizações ocupadas pelos doutores durante a formação acadêmica, bem como as conexões entre estas localizações. Posteriormente foram extraídos e analisados possíveis indicadores buscando justificativas pela escolha dos indivíduos migrarem para as localizações durante a capacitação, tal como, uma correlação entre os resultados encontrados e alguns indicadores extraídos de repositórios de dados em acesso aberto, como população e cursos de graduação e pós-graduação. Sendo assim, foi possível apresentar um retrato inédito sobre como ocorre o êxodo científico brasileiro.

Palavras-chave: Plataforma Lattes. Êxodo Científico Brasileiro. Fluxo Migratório. Análise de Dados.

Abstract

The exodus of individuals, for several reasons or circumstances, has increased significantly over the past few years in Brazil and all over the world. One of the identified reasons for such migratory flow is the academic training of these individuals who seek degrees in higher quality educational institutions. In this context, this paper aims to provide an analysis of how the scientific exodus takes place in Brazil, in which individuals from different parts of the country migrate in search of a better academic education. Therefore, in this study, the Brazilian scientific exodus has been analyzed. In order to accomplish this, it was necessary to extract data on academic training from the curricula of individuals registered on the Lattes Platform. Accordingly, all individuals with a PhD degree were selected, adding up to 308,317 curricula. The choice of this group is justified for being the highest level of completed academic training group, as well as having recently updated data in their curricula. Initially, the data was filtered, and the attributes which were relevant to the research were selected. Finally, the data was processed in order to find the geographic location of the institutions in which the individuals were trained. As initial results, it was possible to characterize the data collected on the Lattes Platform by measuring the distances traveled by individuals throughout their academic training, as well as tracking PhDs' steps at state level followed by an analysis of the internationalization process of Brazilian PhDs. Connection networks were traced showing the main locations occupied by PhDs during their academic training, as well as the links between these locations. Subsequently, possible indicators were extracted and analyzed, seeking justifications for the choice of individuals to migrate to those locations during their training, such as a correlation between the results found and some indicators extracted from open access data repositories, such as population and undergraduate and graduate courses. Thusly, it was possible to present an unprecedented portrait of how the Brazilian scientific exodus takes place.

Keywords: Platform Lattes. Brazilian Scientific Exodus. Migratory Flow. Data Analysis.

Lista de Figuras

Figura 1 – Exemplo de uma rede de mobilidade com conceitos fundamentais para o entendimento de redes sociais.	7
Figura 2 – Exemplo de uma rede social e seus respectivos valores.	9
Figura 3 – Visão geral do <i>LattesDataExplorer</i> . Fonte: Dias (2016)	20
Figura 4 – Componente de coletor do <i>LattesDataExplorer</i> . Fonte: Dias (2016)	21
Figura 5 – Aspecto geral do conjunto de componentes utilizados.	23
Figura 6 – Filtragem dos dados.	23
Figura 7 – Tratamento dos dados.	24
Figura 8 – Quantitativo de currículos que possuem informações que são objetos de análises.	26
Figura 9 – Distribuição de doutores por Grande Área.	27
Figura 10 – Distribuição das distâncias entre os níveis de formações.	30
Figura 11 – Distância por faixas entre os níveis de formação.	31
Figura 12 – Fluxos a nível estadual percorridos pelos doutores.	34
Figura 13 – Quantitativo de migração internacional.	36
Figura 14 – Cidades de atuação profissional de quem realizou o doutorado no exterior.	38
Figura 15 – Quantidade de indivíduos com doutorado no Brasil e imigraram para o exterior.	40
Figura 16 – Rede de vínculos: nascimento-graduação.	42
Figura 17 – Rede de vínculos: graduação-mestrado.	43
Figura 18 – Rede de vínculos: mestrado-doutorado.	43
Figura 19 – Rede de vínculos: doutorado-atuação profissional.	44
Figura 20 – Rede de vínculos: nascimento-atuação profissional.	45
Figura 21 – Rede geral com todos os vínculos identificados.	46
Figura 22 – Rede global contendo as cidades com os maiores graus de entrada.	48
Figura 23 – Redes de vínculos internacionais.	51
Figura 24 – Rede geral com todos os vínculos internacionais.	53
Figura 25 – Rede de vínculos internacionais com maiores graus de entrada.	54
Figura 26 – Mensuração de indicadores populacionais por estados.	58
Figura 27 – Mensuração de cursos de graduação por estados.	59
Figura 28 – Mensuração de cursos de pós-graduação por estados.	60
Figura 29 – Correlação de população x cursos de graduação.	61
Figura 30 – Correlação de população x cursos de pós-graduação.	62

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Distribuição de doutores por estado de nascimento e vínculo institucional.	28
Tabela 2 – Quantidade de registros obtidos.	29
Tabela 3 – Distância média em Km entre os níveis de formação.	30
Tabela 4 – Distribuição das distâncias médias percorridas por estados.	32
Tabela 5 – Quantidade de indivíduos localizados no exterior no final da trajetória acadêmica.	37
Tabela 6 – Vínculos internacionais de doutorado para atuação profissional.	39
Tabela 7 – Métricas extraídas das redes nacionais caracterizadas.	47
Tabela 8 – Arestas mais representativas nas redes analisadas.	49
Tabela 9 – Métricas aplicadas nas redes internacionais caracterizadas.	53
Tabela 10 – Arestas mais representativas nas redes internacionais.	55

Lista de Abreviaturas e Siglas

AC	Acre
AL	Alagoas
AM	Amazonas
AP	Amapá
API	<i>Application Programming Interface</i>
BA	Bahia
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CE	Ceará
CEP	Código de Endereçamento Postal
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
C&T	Ciência e Tecnologia
DF	Distrito Federal
EUA	Estados Unidos da América
ES	Espírito Santo
FFF	Fluxo de Formação para outra Formação
FFT	Fluxo de Formação para o Trabalho
FNF	Fluxo de Nascimento para a primeira Formação
GO	Goiás
HTML	<i>HyperText Markup Language</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índice de desenvolvimento Humano
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
MA	Maranhão
MAG	<i>Microsoft Academic Graph</i>

MG	Minas Gerais
MS	Mato Grosso do Sul
MT	Mato Grosso
MEDLINE	<i>Medical Literature Analysis and Retrieval System Online</i>
PA	Pará
PB	Paraíba
PE	Pernambuco
PI	Piauí
PR	Paraná
RF	Registro de Formação
RJ	Rio de Janeiro
RN	Registro de Nascimento
RN	Rio Grande do Norte
RO	Rondônia
RR	Roraima
RS	Rio Grande do Sul
RT	Registro de Trabalho
SC	Santa Catarina
SE	Sergipe
SNA	<i>Social Network Analysis</i>
SP	São Paulo
TO	Tocantins
UF	Unidade de Federação
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UnB	Universidade de Brasília
UFF	Universidade Federal Fluminense

UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
USP	Universidade de São Paulo
URL	<i>Uniform Resource Locator</i>
WEB	<i>World Wide Web</i>
XML	<i>eXtensible Markup Language</i>
XPath	<i>XML Path Language</i>

Sumário

1 – Introdução	1
1.1 Objetivos	2
1.2 Descrição do problema	2
1.3 Motivação	3
1.4 Organização do trabalho	3
2 – Fundamentação Teórica	4
2.1 Conceitos fundamentais	4
2.2 Análise de Redes Sociais	5
2.2.1 Conceitos Fundamentais de Redes Sociais	6
2.2.2 Métricas para Análise de Redes Sociais	8
3 – Trabalhos Relacionados	11
3.1 Trabalhos envolvendo êxodo de indivíduos	11
3.2 Trabalhos utilizando dados da Plataforma Lattes	16
4 – Metodologia	19
4.1 Aquisição dos dados	19
4.2 Componentes desenvolvidos para tratamento dos dados	22
5 – Caracterização dos dados	26
5.1 Caracterização geral	26
5.2 Distâncias entre os vínculos de formação	29
5.3 Uma análise sobre o processo de internacionalização	37
6 – Redes de migração	41
6.1 Redes nacionais	41
6.2 Redes internacionais	50
7 – Indicadores de influência no processo de migração para capacitação	57
8 – Considerações	64
8.1 Contribuições	64
8.2 Publicações	66
8.3 Trabalhos Futuros	68
Referências	69

1 Introdução

A emigração de brasileiros para outros países e para outros estados tem aumentado de forma significativa, de modo que, no Brasil, estudos demonstram que em algumas cidades possuem taxa de 10 a 30% de migrantes que não vivem no seu estado de origem (ALMEIDA, 2017). Em muitos casos, brasileiros saem em busca de emprego, ou estudos, visando sempre qualidade de vida.

Dentre os principais motivos para migração está a necessidade de capacitação em alto nível de formação. Das principais causas por optar pela mobilidade de indivíduos no território brasileiro, refere-se à qualidade de ensino superior em outros estados, a busca de novas oportunidades e mais experiências em suas áreas (LOMBAS, 2017). Outro refúgio para tais estudantes condiz na ida para outros países, buscando assim, intercâmbio cultural e melhor investimento em bolsas de pesquisa. A saída do estudante para outros países não é interessante somente ao discente, mas também às instituições de origem, pois, o mesmo retorna na maioria das vezes mais produtivo, com rede de contato mais extensa, maior vivência, e podendo futuramente compartilhar suas experiências com outros estudantes da instituição de origem.

De acordo com Demartini (2017) a cada dia tem se tornado mais difícil produzir pesquisa científica no Brasil, devido a cortes de investimentos destinados a bolsas. Um dos principais motivos para a emigração de pesquisadores brasileiros para outros países pode ser apontado pela falta de apoio do governo. Logo, com esse cenário, pesquisadores brasileiros saem do país, dificultando assim o retorno pela falta de oportunidades. Grande parte dos cientistas brasileiros que voltam para o Brasil não conseguem emprego na sua área de formação, fazendo assim que não progridam nas suas carreiras.

Um programa que facilitou e auxiliou bastante o ingresso de estudante às instituições com sedes em outros países foi o Ciência Sem Fronteiras, por se referir a um programa que amparou estudantes, oferecendo bolsas de estudos. Em 2015, o governo pretendia alcançar 101.000 bolsas de estudos para pesquisadores, graduandos, doutorandos, alunos ingressados no pós-doutorado, incentivando os discentes a se capacitarem em instituições de reconhecida relevância (AVEIRO, 2014). Recentemente, o Programa perdeu bastante influência no ingresso de estudantes para outros países, por motivos de cortes de investimento.

Diante deste cenário, este trabalho apresentará um estudo sobre o êxodo de estudantes brasileiros que partiram do seu estado/cidade de nascimento para outros estados/cidades e/ou aqueles que foram para outros países em busca de capacitação. Para obtenção dos dados dos estudantes brasileiros analisados neste estudo será utilizado o

framework LattesDataExplorer (DIAS, 2016), ferramenta responsável por extrair e tratar currículos de indivíduos cadastrados na Plataforma Lattes. Atualmente, o repositório de currículos da Plataforma Lattes, que registra informações acadêmicas/científicas e profissionais, possui 7.200.000 currículos cadastrados. Um conjunto de componentes desenvolvidos para os propósitos deste estudo foram elaborados e incorporados ao *framework*, viabilizando dessa forma uma visão ampla e inédita sobre o êxodo científico brasileiro.

1.1 Objetivos

O objetivo geral deste trabalho é analisar o êxodo de estudantes brasileiros durante o seu processo de formação acadêmica, a partir de dados extraídos de seus currículos cadastrados na Plataforma Lattes.

Para tanto, foi necessário contemplar os seguintes objetivos específicos:

- Extração dos dados da Plataforma Lattes com a ferramenta *LattesDataExplorer*;
- Seleção de um conjunto representativo de indivíduos para análise;
- Integração dos dados analisados com informações de geolocalização;
- Seleção de técnicas e métricas de análises para serem aplicadas aos dados obtidos;
- Adoção das técnicas selecionadas;
- Identificação e análise sobre como ocorre o êxodo científico no Brasil.

1.2 Descrição do problema

A mobilidade de indivíduos brasileiros ao longo de sua carreira acadêmica é bastante discutida em nossa sociedade, cuja finalidade é obter uma justificativa do porquê indivíduos optam por partir do(a) seu(ua) própria(o) cidade/estado/país com a finalidade de se capacitar em outros locais. Estudos apontam que grande parte dos indivíduos realizam o feito de se deslocar de suas origens para busca de uma melhor oportunidade em qualidade de ensino (LOMBAS, 2017).

O estudo da mobilidade é algo de bastante relevância, pois retrata a realidade de ofertas de cursos de graduação e pós-graduação distribuídos em nosso país, além disto também envolve questões econômicas e conseqüentemente uma melhor qualidade de vida daqueles que escolhem se deslocar. Segundo Jonkers e Tijssen (2008) os deslocamentos na formação do pesquisador demonstram uma correlação com as características do indivíduo, sendo uma das principais características o grau de cooperação internacional ou produção científica.

Apesar de reconhecida relevância no presente estudo, a aquisição dos dados para análises não é algo trivial, uma vez que são poucas as plataformas que disponibilizam dados sobre formação acadêmica e, na maioria das vezes, para recuperá-los é necessária

a construção ou a disponibilidade de algumas ferramentas ou *frameworks*. Além da recuperação é necessária a filtragem dos dados e um posterior tratamento, tendo em vista que em geral se faz necessário a integração entre distintos repositórios de dados no intuito de se obter dados com maior confiabilidade.

Nesse contexto, realizar uma análise da mobilidade dos doutores brasileiros ao longo da formação acadêmica com currículos cadastrados na Plataforma Lattes, visa contribuir com a geração de indicadores científicos nacionais, para uma visualização sobre como ocorre a formação acadêmica brasileira com relação à realidade vivida pelos doutores ao longo de seu processo de capacitação, considerando ainda, possíveis justificativas da escolha da mobilidade em suas formações.

1.3 Motivação

Um dos fatores que motiva o estudo para a compreensão do êxodo científico brasileiro é a oportunidade de compreender o cenário atual, e através dessa compreensão levar a adoção de medidas para promover possíveis aberturas de novos cursos de graduação ou pós-graduação em regiões em que se identifica um déficit de cursos em determinadas áreas do conhecimento. Outra questão a ser retratada é a questão econômica, de uma maior oferta de formação em determinada área do Ensino em uma região do Brasil.

1.4 Organização do trabalho

O restante desta Dissertação está organizado da seguinte forma:

- No [Capítulo 2](#) é apresentada a fundamentação teórica com conceitos relevantes para o entendimento de alguns termos tratados no trabalho.
- No [Capítulo 3](#) é apresentada a revisão bibliográfica citando alguns trabalhos similares a este.
- No [Capítulo 4](#) é apresentada a metodologia adotada para se alcançar os objetivos propostos.
- No [Capítulo 5](#) é apresentada uma caracterização geral dos dados obtidos, e são representados os resultados de cálculos de distâncias ao longo da trajetória acadêmica dos doutores.
- No capítulo [Capítulo 6](#) são apresentados resultados da adoção de algumas métricas bibliométricas e baseadas em redes de vínculos.
- No capítulo [Capítulo 7](#) são apresentados a correlação de dados entre os resultados encontrados no trabalho e dados extraídos de outros repositórios.
- No capítulo [Capítulo 8](#) são apresentadas considerações do trabalho desenvolvido, as publicações originadas até o presente momento e propostas para trabalhos futuros.

2 Fundamentação Teórica

Este capítulo apresenta um estudo bibliográfico referente aos assuntos tratados nesta Dissertação. Nas próximas seções, serão apresentados: conceitos fundamentais para o entendimento deste trabalho (Seção 2.1), e conceitos de redes sociais com suas principais métricas adotadas para análise (Seção 2.2).

2.1 Conceitos fundamentais

De acordo com Weiszflog (1999) migração corresponde a uma mudança temporária ou permanente de um local. Migração pode ser dada como o processo de movimentação de um povo, ou de um grande número de pessoas, seja para uma região diferente dentro do próprio país de origem, ou um país diferente. Como exposto por Subuhana (2005), migração consiste em um deslocamento de populações de um local, sendo para outro país; para outra região do mesmo país; outra cidade. Já Mazza (2011) defende que a migração representa o deslocamento dos indivíduos no espaço ou o cruzamento de uma fronteira, sendo gerada por diversos motivos, como no caso do século XX a crise econômica. Conforme Severino (2012), a migração pode ser dividida entre dois conceitos principais: imigração e emigração.

Consoante, Neto (2006), analisando o ponto de vista demográfico, um saldo migratório negativo constataria em uma situação de emigração. Numa classificação de um país como “de emigração” ou “de imigração” costuma se associar a um diagnóstico simplista: em que as nações receptoras de imigrantes teriam ofertas de melhores qualidades de vida atraindo assim os imigrantes, enquanto as terras “expulsoras” de emigrantes apresentariam piores qualidades de vida acarretando em graves problemas de ordem social, política e econômica.

Emigrar corresponde a sair de sua nação ou país em direção a outro, em busca de felicidade. A classificação de imigração em linhas gerais corresponde em ser admitido em outra comunidade nacional. Todo o imigrante que chega em algum lugar é o emigrante que saiu de seu lugar de origem (SEVERINO, 2012).

Para Weiszflog (1999) emigrar é definido como saída voluntária, podendo ser temporária ou não de uma localidade, que seja uma região ou um país.

O termo imigrar é definido por Weiszflog (1999) como movimento pelo qual um indivíduo ou grupo de indivíduos se estabelece em um país ou região diferente de seu local de origem. Em linhas gerais, corresponde a "entrada" de indivíduos em uma determinada região no país atual ou em outro país.

Houaiss, Villar e Franco (2001) define a palavra êxodo como a emigração de todo

um povo, ou seja, saída de pessoas em massa. Uma outra definição que o mesmo autor utiliza é a saída de um povo ou de uma multidão de um país ou de uma região, por exemplo o êxodo rural, ou o êxodo científico.

Após terem sido esclarecidos termos fundamentais bastante utilizados ao longo do trabalho, é possível obter um melhor entendimento dos objetivos propostos, e resultados já obtidos neste estudo.

2.2 Análise de Redes Sociais

A utilização de métricas de análise de redes sociais em trabalhos acadêmicos têm crescido progressivamente nas últimas décadas, aumentando a quantidade de pesquisas que defendem que as redes sociais representam o comportamento de indivíduos e grupos. Segundo [DEROY-PINEAU \(1994\)](#) o conceito de redes tem uma dupla aplicação: a "utilização estática" que explora a estrutura da rede, isto é, emprega a ideia de rede para melhor compreender a sociedade ou um grupo social por sua estrutura, os nós e suas ramificações, e "utilização dinâmica" que trabalha as redes como uma estratégia de ação no nível pessoal ou grupal, gerando instrumentos de mobilização de recursos. [Marteleto \(2001\)](#) menciona que rede social representa um conjunto de participantes autônomos, unindo ideias e recursos em torno de valores e interesses compartilhados. Já [Souza e Quandt \(2008\)](#) define rede social como "[...] estruturas dinâmicas e complexas formadas por pessoas com valores e/ou objetivos em comum, interligadas de forma horizontal e predominantemente descentralizada. [...] têm sido utilizadas para explicar uma série de fenômenos caracterizados por troca intensiva de informação e conhecimento entre as pessoas."

Objetivando estudar redes sociais e compreender como elas funcionam, diversos autores efetuam a análise de redes sociais. [Friemel \(2017\)](#) defende que a análise de redes sociais (SNA) engloba um grande conjunto de abordagens metodológicas, estatísticas e teóricas que são desenvolvidas para a análise de dados relacionais. Os dados relacionais são fornecidos quando as entidades de interesse (por exemplo, conteúdo de mídia, pessoas, organizações) não são consideradas independentes umas das outras e informações sistemáticas são coletadas sobre suas relações.

A análise de redes sociais se baseia numa perspectiva distinta de pesquisa nas ciências sociais e comportamentais, pois é baseada na suposição da importância dos relacionamentos entre as unidades em interação. A perspectiva de rede social abrange teorias, modelos e aplicativos que são expressos em termos de conceitos ou processos relacionais. Ou seja, as relações definidas pelas ligações entre as unidades são um componente fundamental das teorias das redes ([WASSERMAN; FAUST et al., 1994](#)).

[Souza e Quandt \(2008\)](#) defende que a análise de redes sociais tem por vantagem a formalização gráfica e obtenção de conceitos abstraídos a partir de propriedades e

processos característicos da realidade social.

De acordo com [Dias \(2016\)](#) as redes surgem e evoluem em determinados contextos específicos nos quais seus elementos se relacionam de alguma forma, como, por exemplo, professores de uma mesma instituição, alunos de um mesmo curso, pesquisadores de um mesmo projeto, cientistas de uma mesma área ou autores de um mesmo artigo, dentre outros. Ao observar que as conexões em uma rede permitem a interação e a troca de informações entre as pessoas, é possível perceber a aplicabilidade desses conceitos na área científica, no qual a interação entre os pesquisadores é de grande importância para o avanço científico.

A análise de redes sociais é uma ferramenta de origem multidisciplinar estando presente na psicologia, sociologia, antropologia, matemática e estatística ([SOUZA; QUANDT, 2008](#)), e seus conceitos vêm sendo explorados em diversos trabalhos, tais como: redes de colaboração científica ([DIAS, 2016](#)), fluxos migratórios ([MATOS; BRAGA, 2016](#)) e redes biológicas ([BARABÁSI; ALBERT; JEONG, 2000](#)).

Tendo em vista a definição dos autores sobre redes sociais e sua análise, é possível perceber que as ideias defendidas por todos os autores são bastante similares, uma vez que todos trabalhos abordados definem rede social em linhas gerais como um instrumento que possibilita analisar um conjunto de componentes independentes que compartilham interesses.

2.2.1 Conceitos Fundamentais de Redes Sociais

Para o entendimento sobre Análise de Redes Sociais, existem alguns conceitos básicos. As definições são baseadas em [Wasserman, Faust et al. \(1994\)](#):

- **Ator:** são entidades sociais que podem ter vínculos com outros atores. Refere-se a unidades sociais individuais, corporativas ou coletivas distintas. Alguns exemplos de atores são pessoas em um grupo, departamentos dentro de uma corporação, agências de serviço público em uma cidade ou estados-nação no sistema mundial. Frequentemente denominados como nós ou vértices.
- **Vínculos:** é o meio com que os atores estão conectados entre si. Alguns exemplos de vínculos são: Conexão física (uma estrada, rio ou ponte que liga dois pontos); Relacionamento biológico (parentesco ou descendência); Movimento entre lugares ou status (migração, social ou física).
- **Díade:** uma díade equivale a um par de atores conectados por meio de um vínculo. A díade é uma unidade de análise frequentemente explorada em análises estatísticas em redes sociais.
- **Tríade:** corresponde a um trio de atores em que todos possuem vínculos entre si. Possivelmente em uma tríade possuem duas díades. Uma explicação de uma tríade

transitiva é que se o ator i tem um vínculo com o ator j , e o ator j , por sua vez, tem vínculo com o ator k , então o ator i também possuirá vínculo com o ator k .

- **Subgrupo:** pode-se definir um subgrupo de atores como qualquer subconjunto de atores e todos os laços entre eles. Algo que preocupa em análise de redes sociais são a localização e o estudo de subgrupos usando critérios específicos.
- **Grupo:** consiste em um conjunto finito de atores que, por razões conceituais, teóricas ou empíricas, são tratados como um conjunto finito de indivíduos nos quais são feitas medições de rede. A modelagem de grupos finitos apresenta algumas das questões mais problemáticas na análise de redes, incluindo a especificação de limites de rede, amostragem e a definição de grupo.
- **Relação:** corresponde a coleção de vínculos de um tipo específico entre membros de um grupo. Como exemplo, o conjunto de amizades entre pares de estudantes em uma sala de aula, ou o conjunto de laços diplomáticos formais mantidos por pares de nações no mundo, são laços que definem as relações.
- **Rede Social:** consiste em um conjunto ou conjuntos finitos de atores e na relação ou relações definidas neles, em que os atores podem ter interesses compartilhados.

A fim de demonstrar visualmente como são encontrados estes conceitos acima definidos foi efetuada uma rede social ilusória (Figura 1). Considera-se que é uma rede de cidades onde os doutores se capacitaram, em que atores são cidades e os vínculos representam a mobilidade dos doutores através das cidades utilizadas para capacitação. Sendo assim o conjunto de todos os vínculos formam um grupo, em que esse grupo representa a mobilidade de doutores ao longo de sua formação acadêmica.

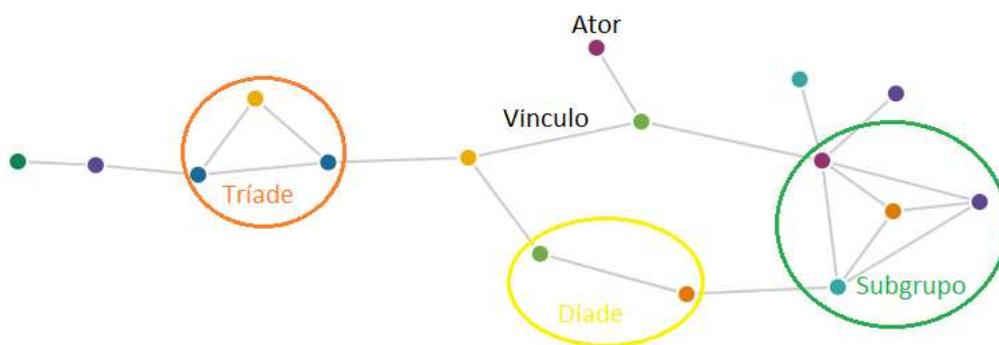


Figura 1 – Exemplo de uma rede de mobilidade com conceitos fundamentais para o entendimento de redes sociais.

2.2.2 Métricas para Análise de Redes Sociais

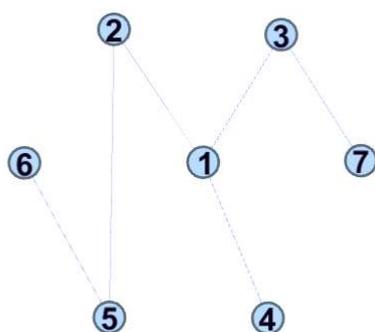
Na [Subseção 2.2.1](#) é possível entender conceitos básicos para o entendimento de Análise de Redes, já nesta subseção serão abordadas as nomenclaturas e conceitos de algumas métricas frequentemente utilizadas na Análise das Redes Sociais que foram utilizadas neste trabalho. Tais conceitos são baseados em [Newman \(2010\)](#), [Gabardo \(2015\)](#) e [Guerreiro \(2012\)](#).

- **Grau:** corresponde ao número de ligações num determinado nó. Possui duas variantes, sendo Grau de Saída e Grau de Entrada. O Grau de Entrada corresponde ao número de conexões que um vértice recebe, correspondendo ao destino de uma aresta direcionada. Já o Grau de Saída é definido pelo número de conexões que se originam de um determinado vértice, equivalente a origem de uma aresta direcionada.
- **Grau médio:** equivale a média do grau de todos os nós da rede, pode auxiliar na medição da conectividade global da rede.
- **Grau ponderado médio:** similar ao grau médio, porém para medi-lo utiliza-se os pesos das arestas, para então definir os pesos dos nós.
- **Grau de centralidade:** corresponde ao grau de um vértice, o número de arestas conectadas a ela. O grau às vezes é chamado de centralidade do grau na literatura das redes sociais, com o intuito de enfatizar seu uso como uma medida de centralidade. As redes direcionadas possuem os vértices que contêm graus internos e externos, uma vez que ambos são úteis para medidas de centralidade.
A medida de centralidade de um grau pode ser muito esclarecedora, como por exemplo, em uma rede social parece razoável supor que indivíduos que têm conexões com muitos outros possam ter mais influência, mais acesso à informação ou mais prestígio do que aqueles que têm menos conexões.
- **Grau de Intermediação:** determina a localização global de um nó na rede. A medida permite inferir se um nó ocupa uma posição crítica na rede, isto é, se a relação entre diferentes grupos passa por este nó. Um nó com um grau elevado de intermediação ocupa uma posição chave numa rede.
- **Grau de Proximidade:** é uma medida que permite descobrir a posição de um nó numa rede, ou seja, a proximidade do nó com relação aos nós restantes da rede. O grau de proximidade é definido pelo inverso da soma de suas distâncias (menor caminho), para todos os outros nós.
- **Diâmetro:** consiste na maior distância geodésica, ou seja, o maior dos menores caminhos entre cada par de vértices de uma rede. Para cada par de vértices **X** a um vértice **Y**, existe um caminho mínimo. Computados todos os caminhos mínimos de todos os vértices, o maior deles corresponderá ao diâmetro da rede.
- **Densidade:** corresponde à medida que permite explicar o nível geral de ligações numa rede. As redes sem ligações resultam no valor 0, já as redes completamente

ligadas assumem o valor 1. Esta métrica é obtida pela divisão do número de ligações da rede sobre o número máximo possível de ligações.

- **Hub:** o conceito de hub pode estar bem relacionado ao conceito de grau de intermediação. Um exemplo desta afirmação: os nós que contém um grau maior de intermediação são os principais conectores da rede, uma vez que possuem um grande número de vínculos, e conseqüentemente, permitem estabelecer a conexão de diferentes grupos.
- **Caminho Mínimo Médio:** equivale ao número médio de arestas em todos os caminhos mínimos existentes entre todos os pares de nós da rede.

A Figura 2 demonstra um exemplo de rede social e o resultado dos cálculos das métricas aqui conceituados nesta subseção. Percebe-se que a rede social é não direcionada e possui 7 atores. Nesse exemplo a rede possui uma única componente conexa. Quando não se existe uma única componente, a componente principal, ou seja, com maior número de nós, deve ser usada para os cálculos das métricas globais.



Métricas	Valores
Grau médio	1,714
Grau ponderado médio	1,714
Hubs	#1
Grau de centralidade(#1)	3
Grau de Intermediação(#1)	11
Grau de Proximidade(#1)	0,1
Diâmetro	5
Densidade	0,286
Caminho mínimo médio	2,38

Figura 2 – Exemplo de uma rede social e seus respectivos valores.

Para ser calculado o grau médio, leva-se em conta o somatório de graus de cada nó (12) dividido pela quantidade de total de atores (7), assim sendo, obtém-se o valor de 1,714. O resultado do cálculo do grau médio ponderado também é igual a 1,714 devido o peso de todos os vértices ser igual a 1, cujo somatório é 12 e o número de atores é 7, sendo assim a divisão resulta no mesmo valor do grau médio.

Devido o cálculo de *Hub* levar em conta os menores caminhos que passam por um determinado nó, o nó 1 pode ser considerado *Hub* da rede em análise. Ao ser calculado o grau de centralidade para o nó #1 obtém-se o valor 3, devido a quantidade de vínculos relacionais que o nó possui, sendo assim seu grau de proximidade equivale a 3. Desta forma, é calculado o inverso da soma de suas distâncias geodésicas (menor caminho) para todos os outros nós ($1/10 = 0,1$), ou seja, 1 dividido pela soma dos menores caminhos do nó 1 para todos os outros nós da rede (3 caminhos de tamanho 1, 2 caminhos de tamanho 2 e 1 caminho de tamanho 3). Finalmente, seu grau de intermediação corresponde a 11, já que esta métrica considera a quantidade de menores caminhos entre quaisquer dois nós que passam por ele.

O valor da densidade é 0,286, ou seja, o número total de graus é 12 dividido pelo número total de arestas que é 42. Já o valor do diâmetro é 5, isto é, o valor do máximo menor caminho (nesse caso ocorre entre os nós #6 e #7).

Diversas são as métricas encontradas para análise de redes, objetivando obter um conhecimento prévio, compreender nomenclaturas posteriormente utilizadas, e entender cálculos efetuados, este capítulo foi descrito. Ainda são adotadas diversas outras métricas para a análise de redes, mas entende-se que para o compreensão dos resultados a serem discutidos, as métricas abordadas no capítulo são suficientes. No capítulo seguinte serão abordadas as principais referências relacionadas a este trabalho.

3 Trabalhos Relacionados

Nesta seção serão abordados alguns trabalhos relacionados a este presente trabalho, o capítulo é dividido em duas seções: trabalhos que envolvem o êxodo de indivíduos (Seção 3.1) e trabalhos envolvendo a utilização da Plataforma Lattes (Seção 3.2).

3.1 Trabalhos envolvendo êxodo de indivíduos

Aveiro (2014) realizou um estudo sobre os indivíduos que participaram do programa Ciência Sem Fronteiras. Segundo o autor, os estados em que mais ingressaram estudantes no programa Ciência Sem Fronteiras são os estados pertencentes às regiões do Sudeste, Sul e Nordeste respectivamente. Uma das razões pelas quais o Sudeste está em primeiro lugar, é por ser o estado mais populoso. Chegou-se a conclusão que as faculdades que mais possuíam bolsistas são USP, UFMG, UFRJ, UnB e UFSC. Quando se trata da distribuição de áreas existentes no cenário acadêmico brasileiro, as engenharias e demais áreas tecnológicas lideram este ranking com maior número de bolsistas registrados. No que se concerne ao país de destino foi observado que aqueles que mais receberam bolsistas são EUA, Reino Unido, Canadá, França, Austrália, Alemanha, Espanha, Portugal, Itália e Irlanda, respectivamente.

Já Araújo e Silva (2014) efetuaram um estudo em uma determinada instituição acadêmica portuguesa que abrangia os estudantes e pesquisadores brasileiros. Ao longo de seu estudo, os autores citam que foi realizada uma pesquisa por Franco (2002) e foi descoberto que Portugal era o sexto país com maior número de emigrantes brasileiros que possuíam bolsa da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior). Para analisar tais estudantes brasileiros os autores implementaram um questionário, com o objetivo de compreender o porquê da imigração para Portugal. Pôde ser observado que a maioria dos estudantes vão para Portugal visando fazer novos contatos, aprimorar seus estudos e currículos, alguns por realização pessoal, tencionando expectativas de carreira. Um fato bastante importante para o Brasil é que a maioria dos estudantes brasileiros entrevistados pretendiam retornar, mas muitos deles ainda queriam conhecer outros lugares antes do regresso.

Abel e Sander (2014) em seus estudos efetuaram uma análise do fluxo migratório de indivíduos nascidos em 196 países de todos os continentes. Essa pesquisa realizou a análise da migração de meados dos anos 1990 até o ano de 2010, com a finalidade de entender padrões e tendências dos fluxos de migrações dos países e continentes selecionados. Neste trabalho foi possível identificar os fluxos de migrações dos indivíduos obtidos para estudo de acordo com nível de desenvolvimento dos países. Assim foram

efetuadas análises de 1990 a 1995, 1995 a 2000, 2000 a 2005 e 2005 a 2010, deste modo, os autores destacam que a maior porcentagem dos indivíduos de países menos desenvolvidos dos anos 1990 a 2000 optam por imigrar para países mais desenvolvidos, enquanto indivíduos de países desenvolvidos imigram para outros países desenvolvidos. Já dos anos 2000 a 2010 os indivíduos de países desenvolvidos optaram por imigrar para outros países menos desenvolvidos. Abel e Sander (2014) também fazem uma análise com relação às imigrações de indivíduos nos continentes e perceberam então que os maiores movimentos ocorrem entre o sul e oeste da Ásia, da América Latina para a América do Norte e entre os países da África.

Spears (2014) desenvolveu um trabalho com o intuito de identificar os locais onde ocorrem os programas de intercâmbios a nível de graduação ou pós-graduação, quais são as armadilhas que existem para a mobilidade dos estudantes brasileiros, e análises de estudantes brasileiros comparado a estudantes estrangeiros. Na sua pesquisa ele pôde perceber que tanto para os estudantes, para as universidades que o pesquisador está efetuando o intercâmbio, quanto para o país de origem do estudante é benéfico que seja realizado o intercâmbio. Para a instituição de origem, há a ampliação a rede de contatos; para o estudante se justifica pelo ganho experiência e para o país que está sendo prestado o intercâmbio ocorre um aumento na economia. Conforme o autor diz, o estado da Geórgia no ano de 2012 teve lucro de \$463.000.000,00 somente com rendas de estudantes. Porém, o autor descreve que os estudantes internacionais, entretanto, não são percebidos apenas como fonte de renda, mas também como essenciais para a diversidade cultural e capital intelectual de uma universidade. No seu trabalho o autor, como conclusão, cita três artefatos que prejudicam ao governo e/ou ao estudante. Considera que o estudante é como uma mercadoria para o país do intercâmbio; as áreas de ciências sociais, humanidades e artes levam desvantagens em detrimento das outras e, ainda, destaca a complexidade para a economia do Brasil em ser capaz de acomodar em empregos formais os estudantes que retornam.

Silva et al. (2016) analisaram o impacto na mobilidade acadêmica levando em consideração a qualidade dos programas de pós-graduação. Os autores optaram por analisar os 25 melhores programas de pós-graduação (somente os avaliados pela CAPES de 4 a 7) em Ciência da Computação e caracterizaram a trajetória acadêmica de seus docentes. Como resultado, evidenciaram que na maioria dos programas de pós-graduação, pelo menos metade de seus docentes possuem título de doutor em instituição fora do Brasil, indicando que os vínculos externos são um fator importante na avaliação da qualidade dos programas. Além disso, o impacto dos trabalhos produzidos por docentes com ligações internacionais é maior não só em termos de volume, mas também no que diz respeito à qualidade dos locais de publicação.

Já Pierro (2016) analisa a mobilidade de pesquisadores e estudantes brasileiros ao

longo de sua formação acadêmica. Ressalta-se que 20% dos pesquisadores trabalham a mais de 500 km de distância da instituição onde ingressou na trajetória acadêmica, em contrapartida, a maioria trabalha cerca de 100 km de distância. Tal mobilidade fez com que os pesquisadores entrevistados se envolvessem em várias linhas de pesquisa, tornando assim seus trabalhos mais conhecidos nos locais de sua trajetória. O estudo indica que os estados da região sudeste, principalmente o estado de São Paulo, são aqueles que a maioria dos pesquisadores são oriundos; já os outros estados brasileiros possuem um padrão migratório temporário. A mobilidade de pesquisadores pode contribuir para a produção científica brasileira, mesclando conhecimento entre os pesquisadores dos diversos estados da federação. Os pesquisadores que encontram barreiras durante o limite da mobilidade optam por realizar redes de colaboração com cientistas de outras instituições.

No estudo de [Viotti et al. \(2016\)](#) os autores realizaram uma análise tendo como base doutores e mestres formados até o ano de 2014 a partir de dados disponibilizados pela CAPES, tendo como foco principal a mobilidade dos indivíduos, tomando como referência o local da formação (mestrado e doutorado) e o local da atuação profissional. Analisam também o grau de endogenia (proporção de empregados em determinada UF que obtiveram seus títulos na mesma UF) de mestres e doutores por Unidade da Federação. Os autores observaram que o estado de São Paulo é aquele que mais titula e emprega mestres e doutores, e que Minas Gerais é o estado que mais importa mestres e doutores. Já no âmbito de exportação de doutores, Minas Gerais e Rio de Janeiro estão à frente. Destaca-se também que nos estados de Acre e Roraima nenhum doutor havia obtido o título até o estudo, porém havia doutores empregados nestes estados.

No que se concerne ao grau de endogenia, quando se trata de mestres, os Estados do Rio Grande do Sul, de São Paulo e do Rio de Janeiro, que têm longa e forte tradição na pós-graduação, são os que apresentavam os mais elevados graus de endogenia. Já Tocantins, Roraima, Amapá e Rondônia apresentavam os mais baixos graus, uma vez que menos de um terço dos mestres que trabalhavam nessas Unidades da Federação no ano de 2014 haviam obtido seus títulos de mestrado nesses mesmos estados. Ao tomar como referência os doutores, observa-se que o mais elevado grau é São Paulo, em que possui 96,2% dos doutores ali empregados que haviam obtido seus títulos de doutorado no próprio Estado, porém em estados da região Norte o grau se aproxima a 0 como no caso de estados Acre e Roraima, pelo fato de programas de doutorado serem recentes.

[Ruiz-Santacruz \(2019\)](#) em seu trabalho propôs realizar um estudo para analisar a população de migrantes fornecida pelas Nações Unidas. Seu estudo tem por objetivo identificar os principais países que intervêm nas redes latino-americanas e se as variáveis do Índice do Desenvolvimento Humano (IDH) afetam a rede latino-americana. Como resultado, traçaram uma rede mostrando as principais relações entre os países das Nações Unidas, no qual as arestas são as relações entre os países e os nós são os próprios países. Percebeu-

se então que os Estados Unidos mantêm sua hegemonia como país receptor, comparados a países europeus como Reino Unido, Alemanha e Itália e o país Asiático Japão. Também foi possível observar que alguns indivíduos de países sul-americanos optam por ir para a Espanha e observou-se que países como Paraguai e Bolívia possuem um laço forte com a Argentina. Ao serem observadas as variáveis do IDH, percebeu-se que a variável que mais afeta no processo de imigrantes é a variável de esperança de vida (representando uma melhor expectativa de vida em outros países). Outra variável que tem afetado bastante é a variável de razão de dependência, que simboliza aqueles países que conquistaram a dependência dos demais.

No trabalho de [Andrade \(2019\)](#) o autor analisou a circulação de cérebros ao longo da jornada acadêmica dos indivíduos, bem como sua jornada de trabalho. Em seu estudo o autor cita que pesquisadores de diversas nacionalidades optam por exercer a emigração a fim de obter mais experiências em sua área e ampliar a rede de contatos em outras universidades. Posteriormente, é citado que no Brasil não há uma forma de incentivo facilitada para que estudantes migrem para outros países, e este fato pode causar prejuízo, pois dificulta a rede de contatos de pesquisadores brasileiros com pesquisadores de outras nacionalidades. Porém o Brasil investe na vinda de pesquisadores estrangeiros para que venham estudar, a fim de efetuar a rede de contatos. No entanto, muitas das vezes torna-se difícil conseguir um atrativo para os devidos estrangeiros, uma vez que houve uma redução de bolsas no país. Outros países, assim como a China, investem muito objetivando a obtenção de uma rede de contatos entre outros países. Como conclusão, o autor citou que os Estados Unidos é um dos países em que chineses mais optam por realizar o êxodo.

[Silva e Queiroz \(2020\)](#) propuseram um estudo com a finalidade de analisar a migração intraestadual no Rio Grande do Norte, com fluxos ocorrendo entre a Região Metropolitana de Natal e o interior do estado, e entre o interior do estado e a Região Metropolitana de Natal sendo que os dados obtidos para esta pesquisa se baseiam em dois quinquênios, de 1995/2000 e 2005/2010. Os dados foram fornecidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A partir dos dados obtidos, os autores efetuaram análises estatísticas para comparar os resultados e apontar os principais números sobre os fluxos ocorridos, e constataram que os indivíduos optam mais por exercer o fluxo de interior para metrópole, porém nos dois quinquênios a Região metropolitana de Natal apresentou um declínio de ganhos populacionais. Sobre as análises de migrações de cidades eles observaram que em Natal ocorre o maior volume de migrações do e para interior potiguar, pois a capital concentra as principais atividades relacionadas aos setores de serviço, comércio, turismo e educação.

Já [Sachini et al. \(2020\)](#) efetuaram um estudo com o intuito de analisar a mobilidade de pesquisadores gregos utilizando análises bibliométricas (número de publicações, afiliação de uma unidade de pesquisa). Foi utilizado a base de dados do Scopus para obtenção

dos dados para a pesquisa, como forma de visualização de dados, utilizou-se a análise de redes para representar como estão distribuídos os pesquisadores, bem como principais locais que estes publicam seus trabalhos. Como resultados gerais os autores destacaram que a maior parte dos pesquisadores está estática no país de origem, Grécia (74,6%). Os autores confirmaram que os pesquisadores móveis constituem uma parcela menor (21,7%) da população total, enquanto os viajantes (60%) - autores que ganharam afiliações adicionais enquanto mantêm afiliação com seu país de origem, representam a maioria dos pesquisadores móveis. Por outro lado, os migrantes - autores que deixaram seu país de origem - representam 40% dos pesquisadores móveis. A maior parte dos pesquisadores (86,2%) e principalmente a elite dos pesquisadores (90,5%) mantinham vínculos sólidos científicos com a Grécia, enquanto construíam uma cadeia de afiliações que unia as nações.

No trabalho de [Vaccario, Verginer e Schweitzer \(2020\)](#) foram efetuadas redes de mobilidade baseada na localização onde os cientistas trabalharam, sendo o local de trabalho baseado em dados retirados de artigos publicados por estes indivíduos, sendo possível assim obter a trajetória de vida dos indivíduos, utilizando dois repositórios (MEDLINE e MAG) inicialmente para popular os dados, efetuando o tratamento destes para efetuar futuras análises. Os autores optaram por limitar uma quantidade de 100 melhores universidades dentre os repositórios selecionados. Logo, foram efetuadas as redes, em que os autores destacaram que todas as universidades (nós) são pertencentes a componente gigante, e observaram que qualquer estudante de uma universidade consegue chegar em uma outra através da rede de mobilidades. Após, os autores fizeram uma comparação com o modelo real encontrado a partir dos repositórios, e o modelo por eles proposto a partir de outros estudos, e chegaram à conclusão que na maioria das vezes os cientistas são influenciados por relações temporais.

No trabalho de [Verginer e Riccaboni \(2020\)](#) os autores tinham a finalidade de investigar a mobilidade dos pesquisadores espalhados pelo mundo, porém não se tratando de migração, pois a análise destes autores foi baseada em localidades onde os pesquisadores publicaram seus trabalhos. Os resultados possibilitaram aos autores destacar quais foram as principais cidades/países em que os pesquisadores optam por publicar seus trabalhos, bem como uma análise temporária de opção por escolha dos demais países/cidades no ato de publicação. Os autores também descreveram algumas interações entre origem/destino entre países, e destacaram a interação entre países como por exemplo, Brasil e Portugal, que têm maiores vínculos, diferente de Portugal e Espanha que estão no mesmo continente. Os autores também efetuaram métricas para avaliar o quão é relevante um país, se tratando do âmbito científico, que dependente da classificação de um periódico este seria mais relevante do que os demais, neste caso, a China se destaca.

Logo, é notório que uma larga escala de indivíduos que optam por obter uma capacitação em alto nível de formação, partem da sua cidade de origem para outra, e com

menor escala, partem do seu país de origem procurando obter capacitação no exterior.

3.2 Trabalhos utilizando dados da Plataforma Lattes

A escolha dos currículos da Plataforma Lattes, se justifica pois os currículos são direcionados principalmente a área acadêmica/científica e possuem um vasto leque de informações dos indivíduos que possuem currículos cadastrados. Ao se tratar de um trabalho cujo objetivo é de analisar a mobilização de doutores brasileiros ao longo de sua formação acadêmica, foi definida a utilização destes currículos.

[Medeiros e Mena-Chalco \(2013\)](#) consideraram 633.508 currículos extraídos da Plataforma Lattes e 4.946.990 publicações com o propósito de explorar a rede social dos indivíduos de áreas distintas. Sendo assim, calcularam as frequências dos termos dos títulos com o intuito de identificar quais são mais utilizadas em cada época. Logo após, foram utilizados mapas de termos e nuvem de palavras para os duzentos termos mais constantes de cada área por período determinado.

Para [Ferraz, Quoniam e Maccari \(2014\)](#), é inexistente um repositório curricular nacional único congênere à Plataforma Lattes, visto que somente repositórios de dados referenciais, de onde pode ser extraída referências bibliográficas e fontes de informação secundárias estão disponíveis para livre acesso. Sendo assim, a Plataforma Lattes pode ser considerada como uma ferramenta de maior importância para o estudo da produção científica brasileira.

Já [Mena-Chalco et al. \(2014\)](#) utilizaram dados dos currículos da Plataforma Lattes a fim de identificar e representar a rede de colaboração de pesquisadores brasileiros. O trabalho tem por objetivo extrair os dados de currículos arquivados na Plataforma Lattes, apontar automaticamente a colaboração baseada em informações bibliométricas, gerando uma rede de colaboração, e aplicar métricas baseadas em análise topológica para entender como ocorre a interação entre os pesquisadores. Sendo assim, foi adotado o cálculo da distância de Levenshtein, para encontrar títulos iguais ou similares. Com as redes de colaboração desenvolvidas, aspectos topológicos foram analisados, considerando apenas informações estruturais das redes, sem considerar pesos nos vínculos entre autores ou qualidade das publicações. Desse modo, identificaram que em determinadas áreas, os pesquisadores tendem a realizar suas publicações com um número baixo de coautores em desvantagem a outras áreas, visto que a quantidade de coautores tende a ser elevada. Pôde ser observado que poucos pesquisadores possuem alto grau de conectividade. Além do mais, percebeu-se que a quantia de colaboração entre os pesquisadores tem crescido significativamente, identificada pelo grau dos nós das redes analisadas em diferentes períodos de tempo.

Segundo [Marques \(2015\)](#), a Plataforma Lattes reunia mais de 4 milhões de currículos

acadêmicos cadastrados, e por isso tornou-se principal fonte de informações para estudos sobre a ciência brasileira, com o intuito de analisar fenômenos e tendências. Os currículos registram a trajetória e a contribuição de cada estudante, pesquisador e técnico brasileiro. Em 2005 foi criado um extrator de dados chamado *ScriptLattes*, que tem por objetivo reunir e organizar, de forma automática, informações extraídas de grandes conjuntos de dados.

Oliveira, Dias e Moita (2018) realizaram um trabalho sobre análise de dados referentes às palavras-chave dos artigos publicados ao longo dos últimos 55 anos, proveniente dos doutores com currículos cadastrados na Plataforma Lattes. Foi observado que na medida que a quantidade de artigos eram publicados, o número de palavras-chave também aumentavam, uma vez que cada artigo possui em média 6 palavras-chave. E os autores concluíram que os termos mais utilizados como palavras-chave pelos doutores foram: educação, ensino e políticas públicas.

Dias, Dias e Moita (2019) realizaram um estudo com a finalidade de entender como a ciência tem evoluído e como a colaboração científica ocorre, buscando compreender como os trabalhos publicados em periódicos de acesso aberto vem sendo realizado de forma colaborativa. Os autores utilizaram como fonte de dados todos os artigos publicados em periódicos em acesso aberto cadastrados na Plataforma Lattes. Sendo assim, utilizaram análises de redes para demonstrarem os resultados, e chegaram à conclusão que a colaboração científica tem evoluído de forma constante, principalmente a partir do ano 2000, e é influenciada por fatores como área de atuação, localização geográfica e tópicos de pesquisa dos autores.

Já Moreira, Mueller e Filho (2020) realizaram um estudo com o intuito de descrever a produção científica dos membros dos grupos de pesquisa científica das áreas de informação no Brasil, utilizando como fonte de informação o Diretório de Grupos de Pesquisa e a Plataforma Lattes, com as informações cadastradas no período de 1992 a 2016. Para extração dos dados utilizaram a ferramenta *ScriptLattes*, efetuando análises estatísticas para apresentarem os resultados. Os autores concluíram que 50% da produção dos membros dos grupos de pesquisas das áreas de informação foram publicados entre 2008 e 2015, e que um terço dos grupos foram formados nos últimos 5 anos; destacaram também que a região Sudeste se destaca das demais com maior produção e logo atrás a região Nordeste. Com relação aos canais de publicação se destacam anais de congresso e artigos em revistas referendadas.

Dias, Moreira e Dias (2020) efetuaram um estudo com o objetivo de entender como ocorre a colaboração científica entre os principais pesquisadores do Brasil, analisando também as diversas modalidades de bolsas, levando em conta apenas os pesquisadores com bolsas de produtividade vinculadas ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Sendo assim utilizaram como base de dados o repositório de currículos constituído na Plataforma Lattes. A partir de então, foi efetuada análise de redes

para alcançar o objetivo do estudo. Obtiveram como resultados que os indivíduos pertencentes a principal modalidade de bolsa (1A) tendem a publicar de forma igualitária em anais de congresso e periódicos, diferente das outras modalidades que em maior quantidade publicam em anais de congresso; outra observação que os autores destacam é que nas modalidades mais altas de bolsas, a colaboração ocorre de maneira mais intensa, já nos níveis inferiores, os bolsistas tendem a colaborar em menor escala entre os indivíduos com o mesmo nível de bolsa, em detrimento da colaboração com os bolsistas de modalidade de bolsas mais altas.

Percebe-se que a Plataforma Lattes é utilizada por diversas áreas em muitas pesquisas realizadas, e os trabalhos acima citados confirmam o fato de que os currículos obtidos na Plataforma Lattes possuem inúmeras informações relevantes para este trabalho, pois se trata de um repositório de muita importância para o estudo da produção científica brasileira.

No entanto, ao contrário do presente trabalho, grande parte dos outros estudos que analisaram o êxodo científico, tiveram ênfase em grupos específicos de indivíduos, analisando apenas pequenos conjuntos de currículos, diferentemente desta pesquisa que analisa todos os doutores com currículos cadastrados na Plataforma Lattes.

Semelhante a esta Dissertação, [Chaves et al. \(2016\)](#) realizaram um estudo baseado em dados da Plataforma Lattes considerando indivíduos com doutorado concluído, coletando dados da trajetória do pesquisador desde o nascimento, formações acadêmicas e atuação profissional. Para efetuar as análises utilizou-se como forma de visualização de dados a análise de redes denominado pelos autores como Gráfico de Mobilidade. Os nós são compostos pelas cidades que possuem Registro de Nascimento (RN), Formação (RF) e Trabalho (RT). Já as arestas são compostas pelo agrupamento de Fluxos de Nascimento para a primeira Formação (FNF), de Formação para outra Formação (FFF) e da última Formação para o local de Trabalho (FFT) de cada pesquisador entre duas cidades. Durante as análises, os autores chegaram à conclusão que 95% dos indivíduos são de origem das regiões Sul, Sudeste e Nordeste. Foi mencionado que 40% das primeiras formações dos doutores foram realizadas em suas cidades de origem, e que 87% daqueles que deslocam para outras cidades não ultrapassam o limite de 1.000 km, também foi citado que 61% das pessoas saem da cidade de última formação para atuar profissionalmente. A cidade com maior formação de doutores é São Paulo e os continentes com maior número de formação são América do Sul, América do Norte e Europa.

Diferentemente do trabalho dos autores anteriormente citados, o presente estudo tem como diferencial um conjunto distinto de tratamento e visualização de dados, demonstrando assim cálculos de distâncias percorridas por doutores ao longo dos processos de capacitação.

4 Metodologia

Este capítulo apresenta uma visão geral do *LattesDataExplorer*, um arcabouço desenvolvido para coleta e seleção dos dados curriculares da Plataforma Lattes (Seção 4.1), bem como, das extensões que foram desenvolvidas para o tratamento e análise dos dados (Seção 4.2).

4.1 Aquisição dos dados

Como principal fonte de dados foi utilizado o repositório curricular da Plataforma Lattes. A justificativa da escolha da Plataforma se dá por: (1) registrar a trajetória e a contribuição de cada estudante, técnico e pesquisador brasileiros cadastrados (MARQUES, 2015); (2) os dados estarem disponíveis na internet (DIGIAMPIETRI, 2015); (3) representa a experiência do CNPq na integração de base de dados de currículos e de instituições da área de Ciência e tecnologia (SILVA; SMIT, 2009); (4) por se tratar de uma importante fonte de dados de alta qualidade com o intuito de medir e avaliar o desempenho acadêmico nacional (LANE, 2010).

Apesar da reconhecida relevância dos currículos cadastrados na Plataforma Lattes para análise e entendimento sobre a evolução da ciência brasileira conforme descrito anteriormente, o acesso ao repositório de dados passa a ser um fator limitante para análises que considerem todos os indivíduos independentemente de suas áreas de atuação, ou nível de formação acadêmica. Apesar da viabilidade de acesso individual a cada um dos currículos ser possível através de interface de consulta dos currículos da Plataforma Lattes, a análise de grandes grupos de indivíduos passa a ser um fator limitante para análises abrangentes. Logo, no contexto deste trabalho, para extração de todo o conjunto de currículos a serem analisados, foi utilizado o *LattesDataExplorer* (DIAS, 2016) para extração e tratamento dos dados.

A extração dos dados foi realizada em maio de 2019 totalizando 308.317 currículos de indivíduos com doutorado concluído. O *framework* utilizado é responsável por conter uma coleção de componentes que visam realizar a coleta e tratamento dos dados, conforme ilustra a Figura 3.

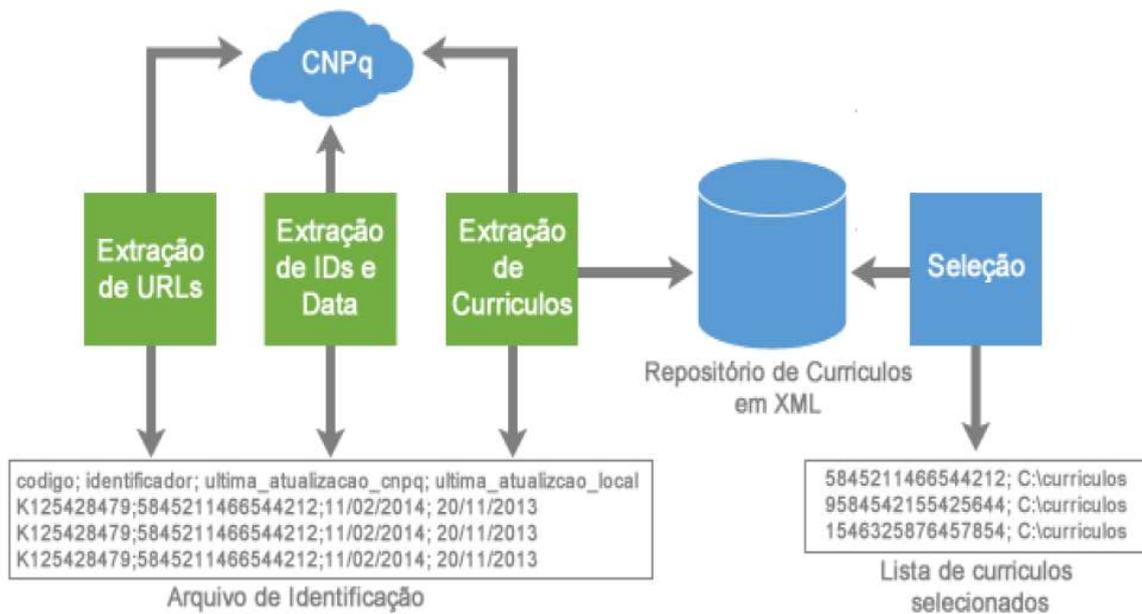


Figura 4 – Componente de coletor do *LattesDataExplorer*. Fonte: Dias (2016)

Todos currículos possuem uma URL (*Uniform Resource Locator*) a fim de permitir o acesso individual a cada um destes. A URL possui o endereço de busca da plataforma concatenada com o código do currículo do indivíduo. O componente de extração de IDs e Data tem a responsabilidade de acessar cada um dos currículos cujos códigos foram salvos, extraíndo seu identificador único e a data da última atualização do mesmo. Para esse fim, somente o cabeçalho de cada currículo em que estão presentes estas informações necessitam ser carregados. Tais dados serão armazenados em um arquivo de identificação contendo código, identificador, data da última atualização no CNPq e data da atualização do currículo armazenado localmente.

Para a atualização do repositório de currículos é necessário o arquivo de identificação, por se tratar da base para extração do mesmo. Durante a atualização o primeiro componente do processo de extração é executado, resultando na extração de todos os códigos cadastrados na plataforma. Os códigos já registrados no arquivo de identificação são ignorados, e no final do arquivo são adicionados aqueles novos códigos, representantes dos novos currículos ainda não extraídos.

Com o uso dos códigos, são acessados os cabeçalhos de cada um dos currículos sendo extraídos códigos identificadores e as datas de atualização junto à Plataforma Lattes, tanto para currículos já extraídos, como para os novos currículos, ocorrendo a atualização do arquivo de identificação a cada nova extração. O acesso ao cabeçalho torna mais ágil a extração de dados, por não haver a necessidade de esperar todo o currículo ser gerado.

Por fim, acontece a extração de currículos, sendo o extrator o responsável por

verificar se possuem currículos cuja Data de Atualização Local é diferente da Data de Atualização junto ao CNPq; caso seja divergente, o currículo da Plataforma é extraído e substitui o currículo local, modificando a data de atualização. Quando não, o currículo permanece o mesmo sem alterações. Por fim são extraídos novos currículos cadastrados, para serem inseridos ao final do arquivo base. Inicialmente esses novos currículos não possuem data de atualização por terem sido extraídos pela primeira vez, sendo assim, é inserido sua data de atualização local.

Finalmente, todos os currículos são armazenados em XML, não necessitando de um novo repositório de dados feito por bancos de dados relacionais, buscando um menor custo computacional.

Vale ressaltar que com todos os currículos armazenados localmente, torna-se mais fácil e flexível a manipulação de dados coletados a partir da Plataforma Lattes.

4.2 Componentes desenvolvidos para tratamento dos dados

O *LattesDataExplorer* foi utilizado especificamente para a coleta e seleção dos dados curriculares da Plataforma Lattes, no qual obteve-se o todo o Repositório de Currículos em formato XML.

A "Seleção" do conjunto de dados a ser analisado utiliza a linguagem de consulta XPath (*XML Path Language*) para pesquisa e posterior geração dos subgrupos a serem analisados. A linguagem XPath possibilita a construção de expressões que vão processar e percorrer um documento XML de forma similar ao uso de expressões regulares. Portanto, possibilita o agrupamento de um conjunto de currículos com parâmetros desejados. Assim sendo, em busca pelos parâmetros em cada um dos currículos, independentemente ou não de qual seção ele(s) seja(m) encontrado(s), tais currículos são selecionados e formam um grupo para análises. A partir de então os dados dos currículos são organizados em uma lista de currículos que foram selecionados.

A lista armazena os identificadores de cada currículo e o caminho que ele está armazenado localmente, sendo assim, será possível analisar somente os currículos selecionados.

Diante do exposto foram coletados somente currículos de indivíduos com doutorado concluído, por se tratar do grupo com o maior nível de formação acadêmica; por se tratar de currículos que são frequentemente atualizados e grande parte dos parâmetros necessários para o presente trabalho estarem registrados em seus currículos.

A fim de mapear o êxodo de indivíduos brasileiros cadastrados na Plataforma Lattes, foi efetuada a mineração de dados para filtrar os dados relevantes para esta pesquisa, logo após os dados serem filtrados ocorreu um tratamento com o intuito de enriquecê-los para

as análises a serem realizadas. A Figura 5 apresenta um aspecto geral do conjunto de componentes que foram desenvolvidos objetivando obter as análises desejadas.

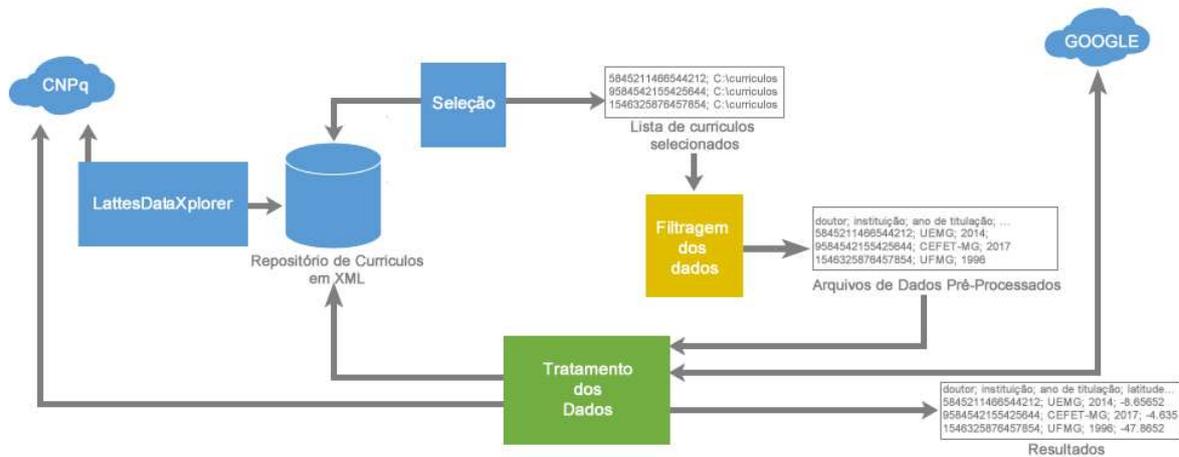


Figura 5 – Aspecto geral do conjunto de componentes utilizados.

Após a Seleção do conjunto a ser analisado, ocorre o módulo “Filtragem dos dados” (Figura 6). Esta fase é responsável por analisar os arquivos XML com o intuito de obter informações relevantes à pesquisa, armazenando-as em um estrato de dados formatados (Arquivos de dados pré-processados). As informações dos currículos presentes no arquivo possuem: identificador do currículo; estado e cidade de nascimento; grande área; área; código, identificador, nome e CEP do vínculo atual de atuação do indivíduo, além do código de identificação, e nome da instituição, início e fim de cada nível de formação acadêmica concluída, juntamente com a instituição em que foi realizada a formação considerando desde a graduação até o doutorado.

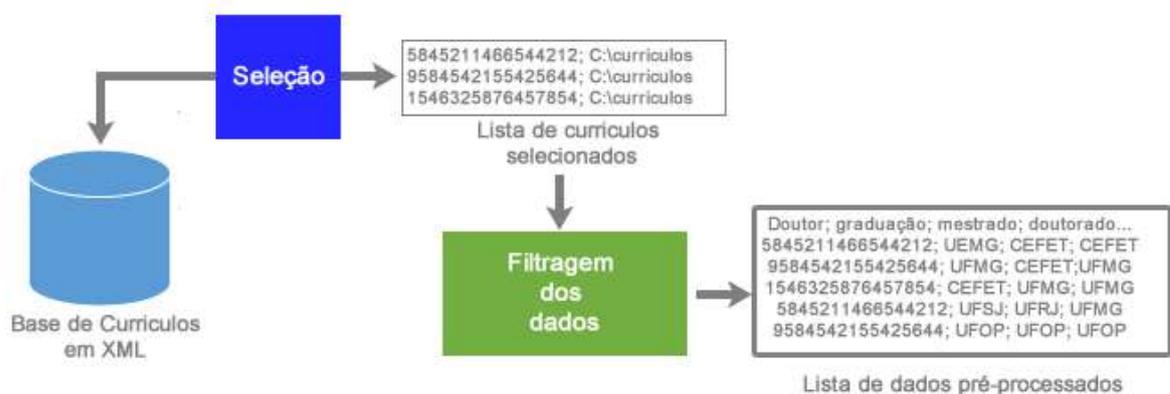


Figura 6 – Filtragem dos dados.

Posteriormente é executado o Módulo de "Tratamento dos Dados" (Figura 7) que tem o intuito de processar os dados dos doutores coletados, tratá-los e caracterizá-los, resultando em outros arquivos, a fim de facilitar as análises dos dados. Nesse processo são realizadas quatro etapas: Obtenção de CEP da instituição; Busca pela localização geográfica; Limpeza e agrupamento de dados e Normalização dos dados.

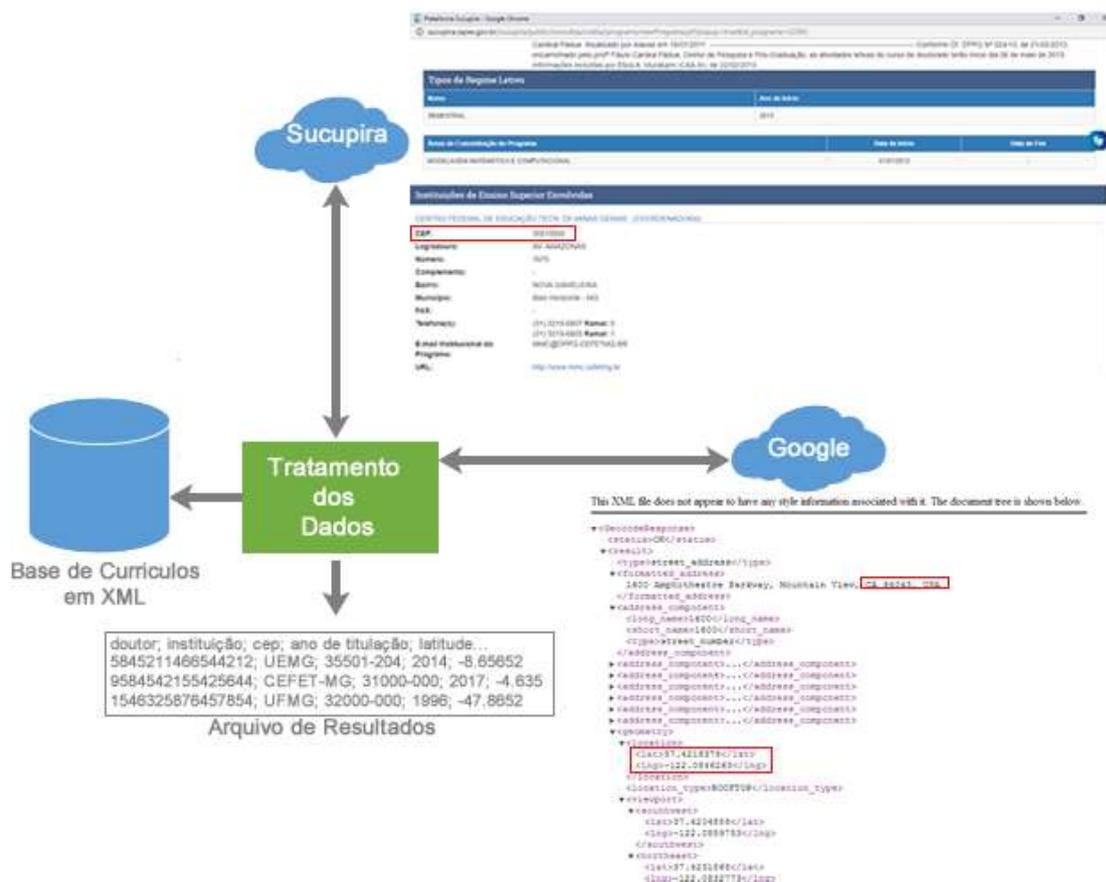


Figura 7 – Tratamento dos dados.

- A primeira etapa efetuada, é a "**Obtenção de CEP da instituição**" em que a partir do código da instituição recuperado no currículo do indivíduo, o mesmo é consultado no diretório de instituições da Plataforma Lattes no intuito de obter os dados da instituição e dessa forma, recuperar da seção de endereço o CEP da instituição.
- A etapa de "**Busca pela localização geográfica**" é uma tarefa a ser realizada com a finalidade de obter coordenadas geográficas de uma instituição. Em que ao acessar a API (*Application Programming Interface*) de geolocalização do Google, será enviado o CEP da instituição, para posteriormente ter como retorno a localização geográfica da instituição.
- Na etapa de "**Limpeza e agrupamento de dados**", ocorre a realização de exclusão de possíveis termos irrelevantes para a pesquisa, com o intuito de diminuir o volume de dados a serem processados e analisados. Como exemplo: a remoção de *stopWords*

nos nomes das cidades; a normalização para extrair palavras acentuadas, e substituí-las pelo seu equivalente sem acentuação.

- Já a etapa de "**Normalização dos dados**" tem o intuito de reduzir a redundância de informações, descartando atributos com a ausência de dados, como por exemplo dados de geolocalização ausência de algarismos.

Posteriormente é gerado o arquivo de "Resultados" representando uma sumarização de todos os dados obtidos nos currículos de doutores brasileiros, não necessitando de consultas dos arquivos XML dos currículos extraídos, possuindo todos os dados específicos para a realização das análises desta pesquisa.

Logo, após toda a execução das etapas descritas anteriormente, e com os arquivos formatados de tal forma a facilitar as análises, diversas métricas são aplicadas para compreensão sobre como tem ocorrido a mobilidade dos doutores brasileiros ao longo do seu processo de formação acadêmica.

5 Caracterização dos dados

Este capítulo apresenta uma caracterização geral de todo o conjunto de dados obtidos (Seção 5.1), apresenta ainda, os resultados de cálculos que representam a distância percorrida de doutores durante a formação acadêmica, e vínculos identificados entre os estados/países resididos pelos indivíduos ao longo de sua trajetória (Seção 5.2) e, finalmente, apresenta-se uma análise quantitativa de indivíduos que migraram para o exterior no nível de doutorado e/ou atuação profissional (Seção 5.3).

5.1 Caracterização geral

Inicialmente foi possível realizar uma caracterização do conjunto analisado. Somente foram incluídos na análise as formações cujo status no currículo estejam como "concluído", resultando em um total de 308.317 indivíduos. No intuito de avaliar o potencial de análise dos dados extraídos, a Figura 8 apresenta a quantidade de currículos que possuem atributos cadastrados, tais como: cidade de nascimento, instituição de atuação e instituições de formação.

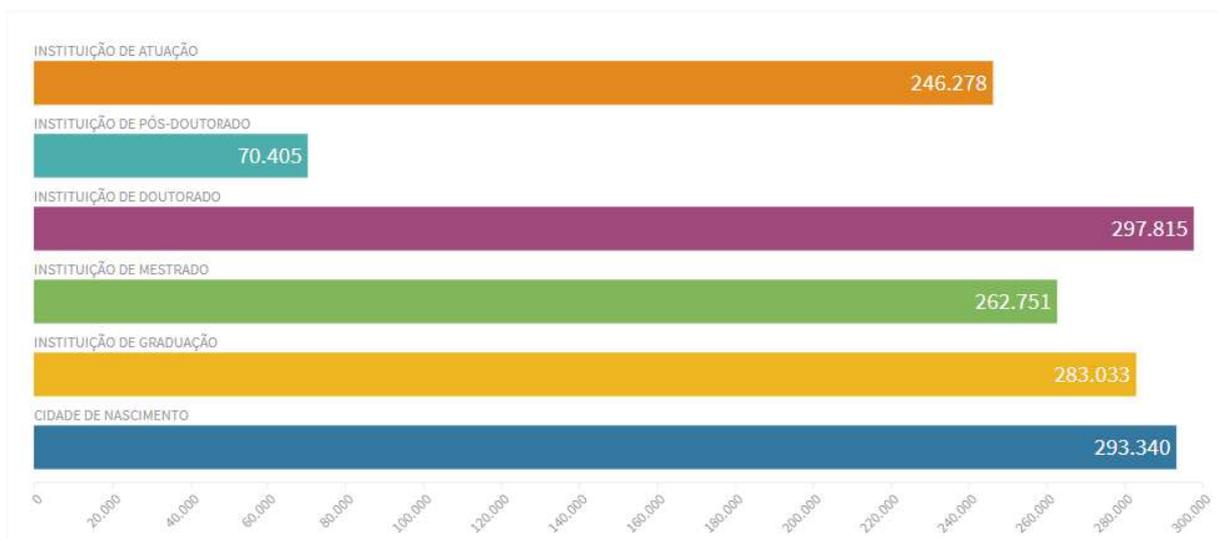


Figura 8 – Quantitativo de currículos que possuem informações que são objetos de análises.

A maioria dos indivíduos possuem a cidade de nascimento cadastrada com um total de 293.340 (95%) cadastros, por se tratar de um campo obrigatório ao ser realizado o cadastro na Plataforma Lattes. Aqueles indivíduos que não possuem cadastro de cidade de nascimento julgam-se que são currículos mais antigos, em que não era obrigatório o cadastramento da cidade. Dos demais campos demonstrados no gráfico, aquele que

se identifica superior em dados quantitativos é a *instituição de conclusão do doutorado* totalizando uma quantidade de 297.815 (96%) cadastros, por se tratar do grupo selecionado para a realização do estudo. A *instituição de pós-doutorado* é aquela que possui a menor quantidade de cadastros, com um montante de 70.405 (22%), tal fato se justifica, pois, a seleção dos grupos foi direcionada aos indivíduos com doutorado concluído; por este motivo, nem sempre um indivíduo que possui o título de doutorado possui o pós-doutorado.

Uma informação importante a ser analisada nos currículos diz respeito às áreas de atuação dos indivíduos. Deste modo, por meio desta informação (Figura 9), é possível observar a distribuição do conjunto em análise por todas as Grandes Áreas de atuação informadas.

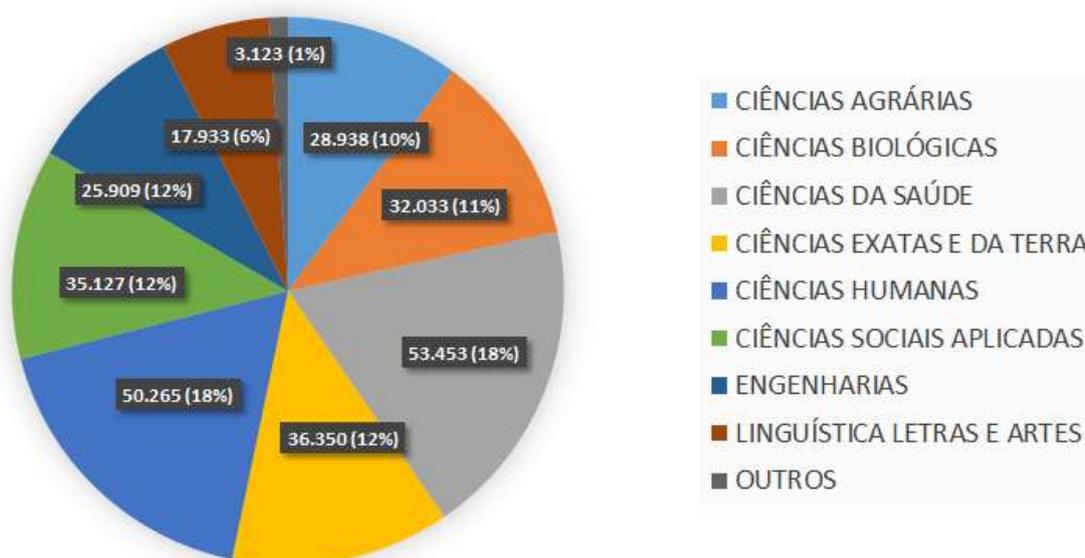


Figura 9 – Distribuição de doutores por Grande Área.

É possível verificar que as Grandes Áreas que possuem mais doutores atuando são as Grandes Áreas de Ciências da Saúde (53.493) e Ciências Humanas (50.265) respectivamente. A Grande Área de Linguística, Letras e Artes se caracteriza por ser a menos representativa, totalizando 17.933 currículos de doutores que atuam nesta.

Identificou-se também a distribuição dos doutores de acordo com seu estado de nascimento, e de vínculo institucional profissional. Conforme demonstra na Tabela 1.

Tabela 1 – Distribuição de doutores por estado de nascimento e vínculo institucional.

Estados	Nascimento	Atuação profissional
AC	432	573
AL	2.011	1.900
AM	1.908	2.557
AP	285	420
BA	9.782	8.894
CE	8.668	6.082
DF	3.514	7.612
ES	3.919	3.345
GO	5.495	5.105
MA	2.602	2.247
MG	32.500	23.448
MS	2.484	3.183
MT	1.632	2.947
PA	5.690	4.553
PB	6.608	5.411
PE	9.760	7.535
PI	2.460	1.983
PR	17.307	15.972
RJ	33.420	29.120
RN	4.132	4.331
RO	444	818
RR	167	525
RS	29.632	19.557
SC	8.580	9.005
SE	1.675	1.989
SP	78.410	63.500
TO	337	1.126
Não informado	34.459	74.575

Quando se trata do estado de nascimento dos doutores, observa-se que grande parte dos indivíduos nasceram em estados da região Sudeste totalizando 148.249(48%). Sendo que o estado de São Paulo possui a maioria de doutores nascidos, com um total de 78.410, seguido do estado do Rio de Janeiro com 33.420 e o estado de Minas Gerais com uma quantidade de 32.500. Dentre os demais estados de outras regiões, os que mais possuem doutores nascidos é o estado do Rio Grande do Sul, totalizando 29.632 doutores. Uma hipótese para justificar tal fenômeno pode estar relacionada por serem estados entre os mais populosos do país. Apesar de São Paulo ser o estado com maior número de nascimentos dos doutores, quando se trata de atuação profissional, deve ser levado em conta também que aproximadamente 15.000 doutores migraram para outros estados para atuar profissionalmente e/ou são doutores que estão sem atuar. Porém São Paulo ainda continua sendo o estado que possui mais doutores atuando, com 63.500 indivíduos. Isso ocorre por se tratar do estado mais populoso do Brasil e que possui a maior quantidade de

universidades com programas de pós-graduação.

Deve-se aqui destacar a quantidade de currículos cuja a atuação profissional não está cadastrada, totalizando 74.575, fato que pode gerar viés à pesquisa, tendo em vista que não é possível identificar se são indivíduos que realmente não estão atuando profissionalmente, ou que simplesmente não cadastraram seus endereços profissionais em seus currículos.

Ressalta-se ainda os estados de Ceará e Paraná, que têm uma perda considerada de doutores, ao ser observado o local de nascimento e o vínculo institucional dos indivíduos. Uma consequência desta informação é que os estados de onde os indivíduos saíram possuem poucas instituições, o que pode acarretar na imigração dos indivíduos para outros estados, ou na imigração visando maiores oportunidades profissionais.

Diferentemente do exposto, os estados de Roraima e Tocantins possuem um aumento na taxa de atuação profissional, comparado ao nascimento dos indivíduos. Uma hipótese desta causa pode ser apontada pela quantidade de doutores nascidos no estado, não suprir a demanda requisitada de professores das instituições nos referidos estados, sendo assim, indivíduos de outros estados optam por atuar profissionalmente em Roraima e Tocantins.

5.2 Distâncias entre os vínculos de formação

Uma informação importante a ser realizada, é referente a distância percorrida durante o processo de capacitação dos doutores. Foi possível obter um mapeamento das distâncias percorridas considerando os endereços obtidos conforme descrito na [Seção 4.2](#). Na [Tabela 2](#) é apresentado o quantitativo de registros obtidos, para ser calculada a distância média percorrida pelos indivíduos de um nível de formação acadêmica até outro.

Tabela 2 – Quantidade de registros obtidos.

Quantidade	Graduação	Mestrado	Doutorado
Nascimento	239.948 - (78%)	229.874 - (74%)	247.866 - (80%)
Graduação	-	217.875 - (70%)	233.262 - (75%)
Mestrado	-	-	230.271 - (74%)
Total	308.314		

Quando se trata de quantidade de registros, deve ser destacada a perda quantitativa daqueles que não possibilitam a medição de um determinado nível de capacitação para seu posterior. A maior perda identificada é dos registros de graduação-mestrado, fato que pode ser justificado pela inserção incorreta de dados de localização geográfica das instituições. Diferentemente da menor perda sofrida que são dos registros entre nascimento-doutorado, tal fato se explica, pois, o nascimento é um campo obrigatório no cadastro na Plataforma

Lattes e porque o doutorado foi o grupo extraído da Plataforma Lattes para a análise da pesquisa. Tendo em vista a quantidade de registros obtidos, foi possível apresentar na [Tabela 3](#), o cálculo das distâncias médias em quilômetros entre um nível de formação até outro.

Tabela 3 – Distância média em Km entre os níveis de formação.

Distância(Km)	Graduação	Mestrado	Doutorado
Nascimento	291,58	548,59	1.000,75
Graduação	-	432,38	901,26
Mestrado	-	-	619,00

É possível observar o resultado da distância média de todas as etapas de capacitação dos doutores brasileiros, durante sua formação acadêmica. Pode ser observado que a distância média entre as etapas têm uma variação significativa. Inicialmente, analisando a distância média do local de nascimento para graduação, percebe-se que esta é a menor distância média calculada. Um dos fatores que influenciam tal fenômeno é que grande parte das cidades brasileiras possuem instituições que proporcionam ao estudante cursos de graduação, e aquelas que não possuem na maioria das vezes, ficam próximas a outras cidades que detêm os cursos neste nível de capacitação de interesse dos estudantes. Já as maiores distâncias estão entre o local de nascimento e de capacitação a nível de doutorado, seguindo da graduação/doutorado em que o deslocamento é maior que os outros níveis de formação. Destaca-se que o valor médio da díade graduação-doutorado é influenciado por um quantitativo de indivíduos que realizam seus doutorados no exterior, cujas distâncias são mais representativas. Na [Figura 10](#), é possível observar a distribuição entre os níveis considerando a mediana das distâncias percorridas no processo de formação acadêmica dos indivíduos analisados.

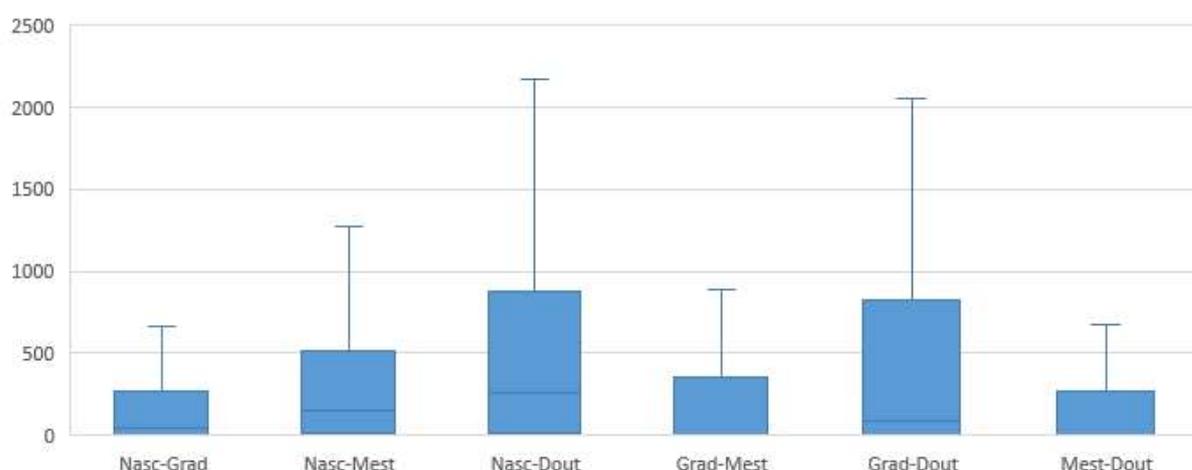


Figura 10 – Distribuição das distâncias entre os níveis de formações.

Percebe-se pela distribuição que os menores valores de mediana são entre nascimento-graduação e mestrado-doutorado, e graduação-mestrado respectivamente, pois, os estudantes em grande parte das vezes decidem seguir na mesma instituição durante essas transições em seus processos formativos. A maior mediana observada é a entre nascimento-doutorado, por se tratar de o local de nascimento do indivíduo até o mais alto nível de formação resultando em uma representação de toda a sua vida acadêmica.

Para melhor compreensão das distâncias, foi efetuado também uma análise tornando possível a identificação de distâncias médias em quilômetro por faixas percorridas (Figura 11).



Figura 11 – Distância por faixas entre os níveis de formação.

Como pode ser observado, grande parte dos indivíduos (aproximadamente 69%) na transição do nascimento para a graduação não ultrapassam a distância média de 200 quilômetros, um dos motivos, já citado anteriormente, é que a maioria das cidades brasileiras oferecem cursos de graduação, facilitando assim e minimizando a distância percorrida pelo indivíduo. Outra questão que vale ressaltar é a quantidade de indivíduos que se deslocam com uma distância inferior à de 10 quilômetros, principalmente nas etapas de graduação-mestrado e mestrado-doutorado, totalizando uma porcentagem de 57% e 67% respectivamente, pois no geral os doutores ao longo destas etapas de formação, optam por dar continuidade na mesma instituição em que já estavam se capacitando.

Ressalta-se ainda que uma pequena parte dos indivíduos optam por realizar deslocamento superior a 10.000 quilômetros, podendo ser justificado pela maior dificuldade para se ingressar em instituições mais distantes, tendo em vista, que esta distância só é possível quando se desloca de um país para outro. Para identificar e avaliar a distância média que os indivíduos percorreram ao longo de sua formação, também foi estratificado as distâncias considerando os estados onde os indivíduos nasceram (Tabela 4).

Tabela 4 – Distribuição das distâncias médias percorridas por estados.

Estados	Nasc-Grad	Nasc-Mest	Nasc-Dout	Grad-Mest	Grad-Dout	Mest-Dout
AC	1.243,21	2.710,25	3.178,99	1.756,31	2.478,87	1.280,81
AL	286,68	930,93	1.527,43	827,528	1.459,28	894,02
AM	761,41	1.656,70	2.356,36	1.339,29	2.083,87	1.295,40
AP	866,78	1.884,97	2.232,31	1.445,97	1.757,09	1.062,77
BA	329,78	893,11	1.388,13	727,20	1.283,54	904,10
CE	302,12	929,56	1.596,66	800,07	1.503,99	1.031,95
DF	464,77	857,98	1.585,54	675,13	1.502,52	1.099,12
ES	254,19	627,95	1.163,83	535,94	1.127,17	737,46
GO	286,77	651,59	1.009,47	544,87	987,82	646,07
MA	444,73	1.417,56	2.022,59	1.192,88	1.810,66	1.042,13
MG	214,42	515,81	998,71	434,90	978,85	751,55
MS	450,51	836,33	1.236,31	593,83	1.090,48	754,76
MT	530,42	978,72	1.531,44	711,32	1.318,15	846,54
PA	416,06	1.295,15	1.843,51	1.077,08	1.688,86	1.030,56
PB	237,58	714,75	1.367,13	625,79	1.308,23	957,79
PE	267,13	793,19	1.540,06	651,21	1.446,10	1.061,03
PI	420,38	1.115,01	1.701,38	920,87	1.552,28	975,07
PR	244,54	568,31	968,38	480,67	914,06	692,97
RJ	251,52	470,87	982,23	424,91	1.000,12	790,35
RN	247,23	791,24	1.322,02	656,35	1.246,04	896,76
RO	1.440,45	1.858,49	2.277,10	963,03	1.470,74	827,37
RR	1.332,31	2.676,60	2.871,22	1.481,02	1.855,43	998,09
RS	212,45	577,54	1.333,63	484,72	1.260,80	946,64
SC	252,95	576,42	1.274,15	481,07	1.209,42	888,57
SE	261,41	837,10	1.449,66	661,62	1.331,44	877,53
SP	285,56	472,35	731,95	397,54	713,36	563,92
TO	703,84	1.325,63	1.473,00	991,24	1.160,00	710,37

Quando se trata de deslocamento dos indivíduos na etapa do nascimento-graduação, se destacam alguns estados com distâncias mais representativas, dentre os quais podem ser apontados os estados de Rondônia, Roraima e Acre. Uma das justificativas de tal fato, é que estes possuem o menor quantitativo de instituições de ensino superior, além de estarem mais afastadas dos grandes centros.

Ao analisar o nível de graduação para o mestrado, os estados do Acre, Roraima, Amapá e Amazonas possuem as maiores distâncias médias. Os estados de Acre, Amapá e

Roraima podem ser justificados por se tratar de três dos estados com menor número de cursos de graduação e pós-graduação, já o estado do Amazonas, por ser o estado que possui o maior território brasileiro, necessitando de maior deslocamento entre os indivíduos para cidades do estado, podendo acarretar no aumento da distância média. Ao serem observados as distâncias médias do deslocamento do nível de formação mestrado para doutorado, foi possível verificar, que os estados que possuem maiores distâncias de deslocamentos são Amazonas, Acre, Distrito Federal, Amapá e Pernambuco respectivamente. Todos estes estados possuem uma distância média superior a 1.060 quilômetros, podendo ser a falta de cursos de doutorado nestas regiões uma hipótese para tal fenômeno.

Como era de se esperar, um estado que se destaca entre os demais, que tem seus valores de distância média na maioria das vezes abaixo dos outros estados, é o estado de São Paulo. Uma hipótese para tal fenômeno é a de possuir maior número de faculdades/universidades, possuindo assim a maior quantidade de oferta de curso em todos os níveis de formação, se tornando um atrativo para os estudantes.

Foi possível também obter uma visualização do percurso intraestadual e interestadual percorrido pelos doutores brasileiros em seus processos de formação acadêmica (Figura 12).

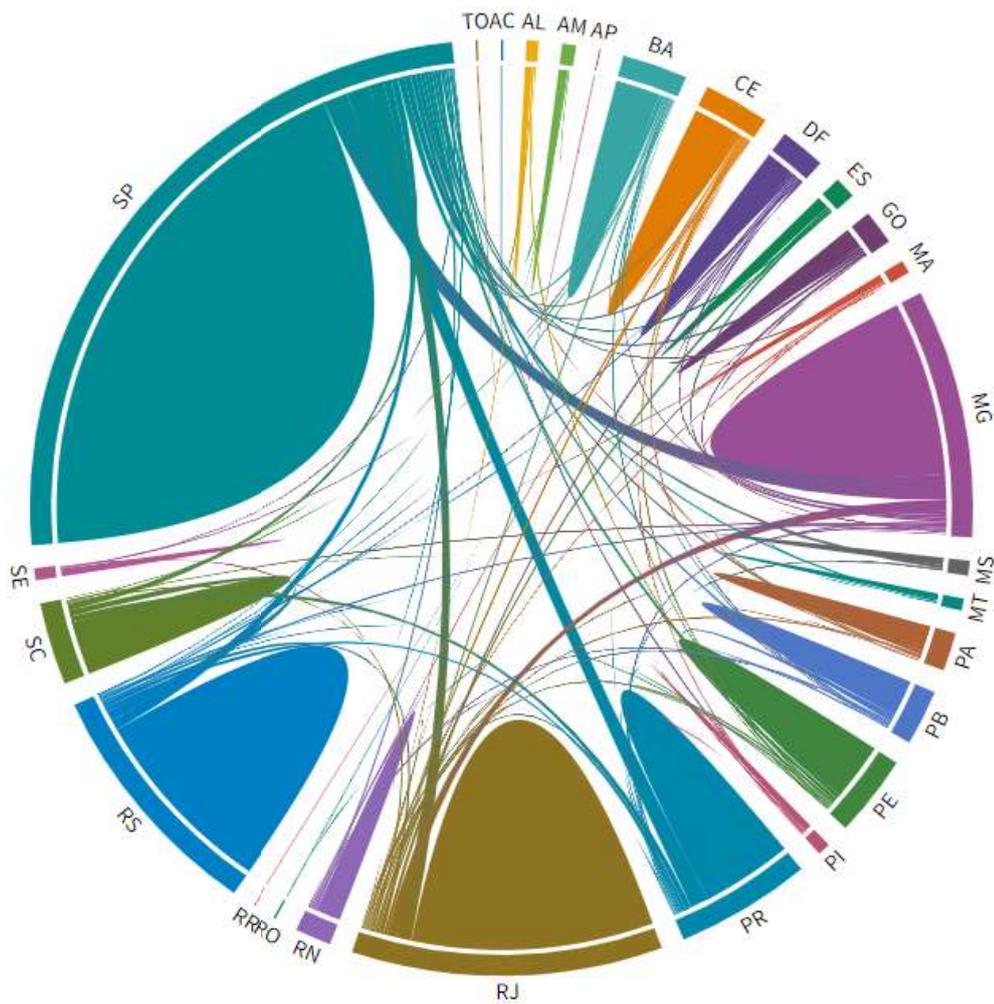


Figura 12 – Fluxos a nível estadual percorridos pelos doutores.

É possível observar o quanto estados como São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Rio Grande do Sul se destacam por possuir mais caminhos percorridos dentro de seus próprios territórios em detrimento de outros estados brasileiros. Um dos principais fatos a que se pode justificar tal movimento é que são os quatro estados que possuem maior quantidade de universidades públicas no país, concentrando ainda a maioria dos Programas de doutorado.

Destaca-se o quanto os estados com maior quantidades interestaduais se interagem, principalmente na emigração de Rio de Janeiro, Minas Gerais e Paraná para a imigração no estado de São Paulo que representa o estado com maior número de doutores atuando.

Ao observar os movimentos interestaduais, também se realça aqueles indivíduos que saem do estado Rio Grande do Sul para São Paulo e reciprocamente aqueles que saem de São Paulo para o estado do Paraná, caracterizando uma ampla rede de colaboradores no processo de formação acadêmica.

Ressalta-se também que todos os estados possuem vínculo com os outros estados do país, apesar de alguns em menores quantidades, como o Acre, Roraima, Rondônia e Amapá. Sendo esses os estados menos representativos, já que também se destacam por possuir quantidades menos representativas de indivíduos que nasceram neles.

Logo, percebe-se que no Brasil a localização geográfica possui forte influência sobre o processo migratório para capacitação. Verifica-se que os estudantes tendem a percorrer menores distâncias em seu processo de formação quando estão em certas regiões, como sudeste e sul do país, em detrimento de outras, como por exemplo da região norte cuja oferta de cursos de capacitação principalmente a nível de pós-graduação é menor.

Já na [Figura 13](#), para uma análise sobre a migração internacional, levou-se em consideração apenas aqueles países no qual a quantidade de vínculos foi superior a 50 (levando em conta apenas o destino dos indivíduos e ignorando o vínculo de um país para o mesmo país. Exemplo: Ignorando o vínculo de origem Estados Unidos e destino Estados Unidos). Assim, foi possível observar que os Estados Unidos se destaca em comparação com os demais, devido possuir a maior quantidade de vínculos.

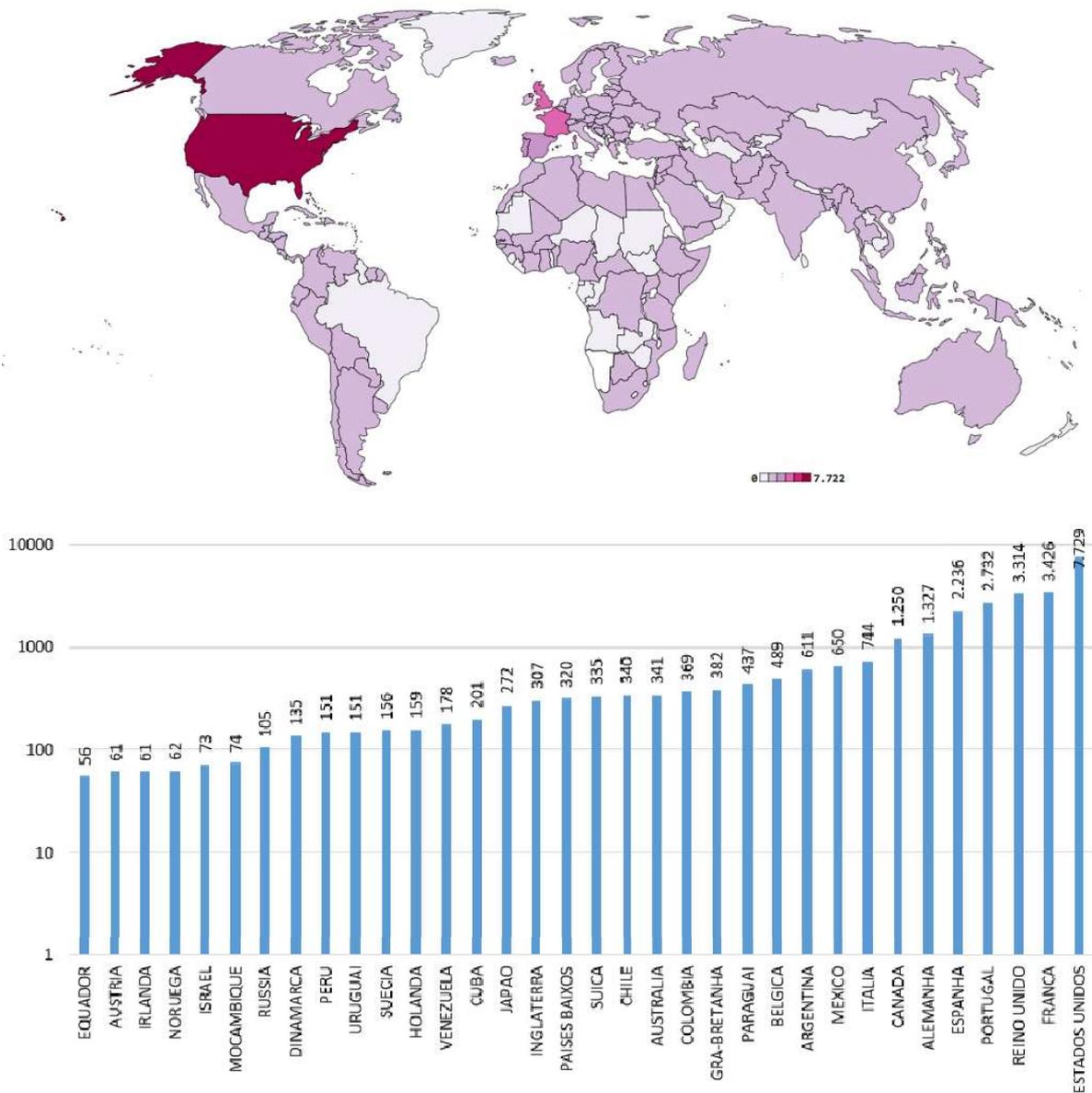


Figura 13 – Quantitativo de migração internacional.

Apesar de os países da América do Sul serem mais próximos do Brasil que os países da Europa e de outros continentes, percebe-se que nem sempre eles são aqueles que possuem a maior quantidade de vínculos, uma hipótese para tal fato se justifica pela busca de cursos com maior reconhecimento, que em geral estão nos Estados Unidos e na Europa. Porém um país que se destaca dos demais, ao analisar a América do Sul é a Argentina, com 611 vínculos.

5.3 Uma análise sobre o processo de internacionalização

Esta seção tem como objetivo quantificar, e efetuar uma análise direcionada aos doutores que migraram para o exterior na sua trajetória acadêmica, levando em conta somente a localização do doutorado e a atuação profissional destes indivíduos.

Inicialmente, foi possível obter a [Tabela 5](#) representando a quantidade dos indivíduos que se deslocaram para o exterior no final de suas trajetórias acadêmicas.

Tabela 5 – Quantidade de indivíduos localizados no exterior no final da trajetória acadêmica.

Status	Quantidade
Doutorado no exterior e Atuação profissional no Brasil	19.628
Doutorado e Atuação profissional no exterior	9.382
Doutorado no Brasil e Atuação profissional no exterior	2.490

Cerca de 66% dos indivíduos que optam por ir para o exterior no mais alto nível de formação, retornam ao Brasil, já que, em geral isso é uma condição para o indivíduo que vai se capacitar no exterior recebendo bolsa de estudo, diferentemente de um menor quantitativo que preferem permanecer fora do Brasil para atuar profissionalmente. Destaca-se também que aproximadamente 2.500 indivíduos imigram para o exterior para atuar profissionalmente. O restante dos indivíduos que não estão presentes nesta tabela, são indivíduos que permaneceram no Brasil, ou que não informaram localizações do doutorado ou atuação profissional.

Já os doutores que continuaram no exterior após a conclusão de seus doutorados, supõem-se que encontraram melhores oportunidades, ou ainda, que mantiveram seus currículos com informações desatualizadas de sua instituição de atuação.

Dentre os indivíduos que estavam no Brasil no doutorado e foram para o exterior considerando seu registro de atuação profissional, uma hipótese de influência é a realização de pós-doutorado, em que o indivíduo mesmo estando realizando o estágio de pós-doutorado, registra em sua instituição de atuação profissional, a instituição estrangeira.

Foi possível ainda identificar aqueles doutores que fizeram o doutorado no exterior e que retornaram para o Brasil, destacando as cidades que os indivíduos mais optaram por retornar ([Figura 14](#)).

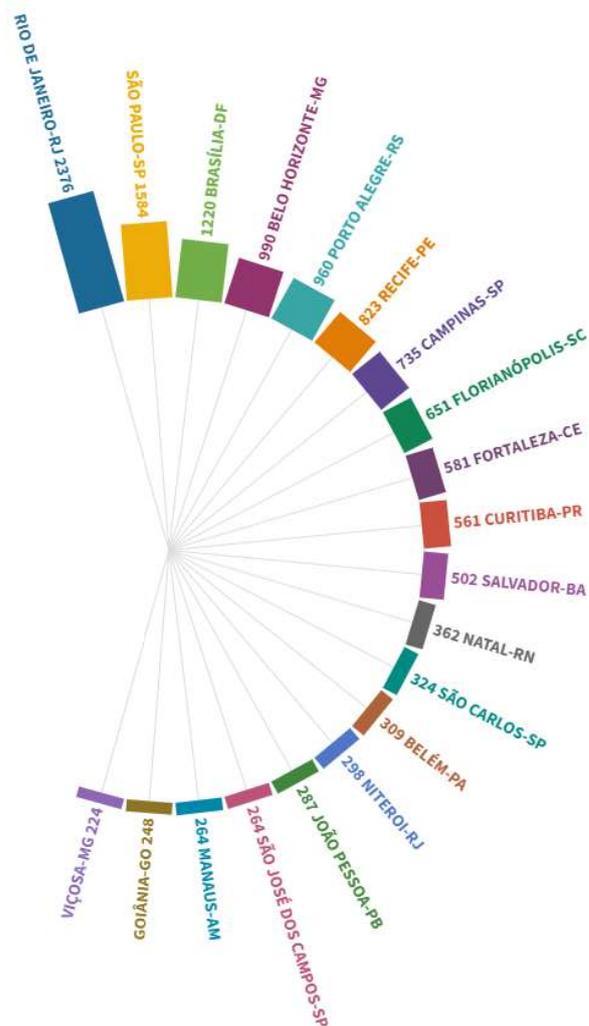


Figura 14 – Cidades de atuação profissional de quem realizou o doutorado no exterior.

Percebe-se o quão salientam as capitais brasileiras neste gráfico, sendo representadas pelas localizações com maiores quantidades de imigrações para o Brasil na atuação profissional. Destaca-se que a cidade de Rio de Janeiro é mais influente que a cidade de São Paulo se tratando destas condições.

Observa-se algumas cidades que não correspondem a capitais brasileiras presentes na Figura 14, como a cidade de Campinas (SP), São Carlos (SP), Niterói (RJ), São José Dos Campos (SP) e Viçosa (MG), todas estas da região Sudeste do Brasil possuem grande representatividade.

Importante destacar que a maioria das cidades apresentadas possuem grande representatividade de instituições de ensino e pesquisa contemplando grandes universidades públicas do Brasil.

Uma vez descobertas as quantidades de indivíduos que se capacitam a nível de

doutorado e que atuam profissionalmente em outro país, foi possível também elaborar a [Tabela 6](#) com o intuito de apresentar as principais localidades percorridas pelos doutores na diáde doutorado-atuação profissional.

Tabela 6 – Vínculos internacionais de doutorado para atuação profissional.

Origem	Destino	Quantidade	Intraestadual	Quantidade
Países Baixos	Holanda	86	Portugal	1.250
Reino Unido	Portugal	82	Estados Unidos	1.247
Espanha	Portugal	60	Espanha	894
Estados Unidos	Canadá	57	França	629
Canadá	Estados Unidos	48	Argentina	454
Reino Unido	Estados Unidos	43	Alemanha	337
Estados Unidos	Portugal	38	Itália	286
Espanha	Chile	38	Cuba	229

É possível observar as representatividades de Portugal e Estados Unidos respectivamente quanto a opção de se tornar doutor e atuar profissionalmente fora do país. Observa-se também que os países da Europa e América do Norte são as principais localidades de preferência em detrimento aos países da América do Sul.

Já quando se trata dos indivíduos que imigraram para outro país, apesar de no doutorado já se encontrarem fora do Brasil, observa-se que duas das três maiores quantidades de vínculos de localizações correspondem a um grupo de países que se localizam no mesmo território.

Considerando ainda uma análise no processo de internacionalização, outro caminho que os indivíduos percorreram e se faz necessário analisar foi o de se capacitar no nível de doutorado no Brasil e atuar profissionalmente no exterior ([Figura 15](#)).

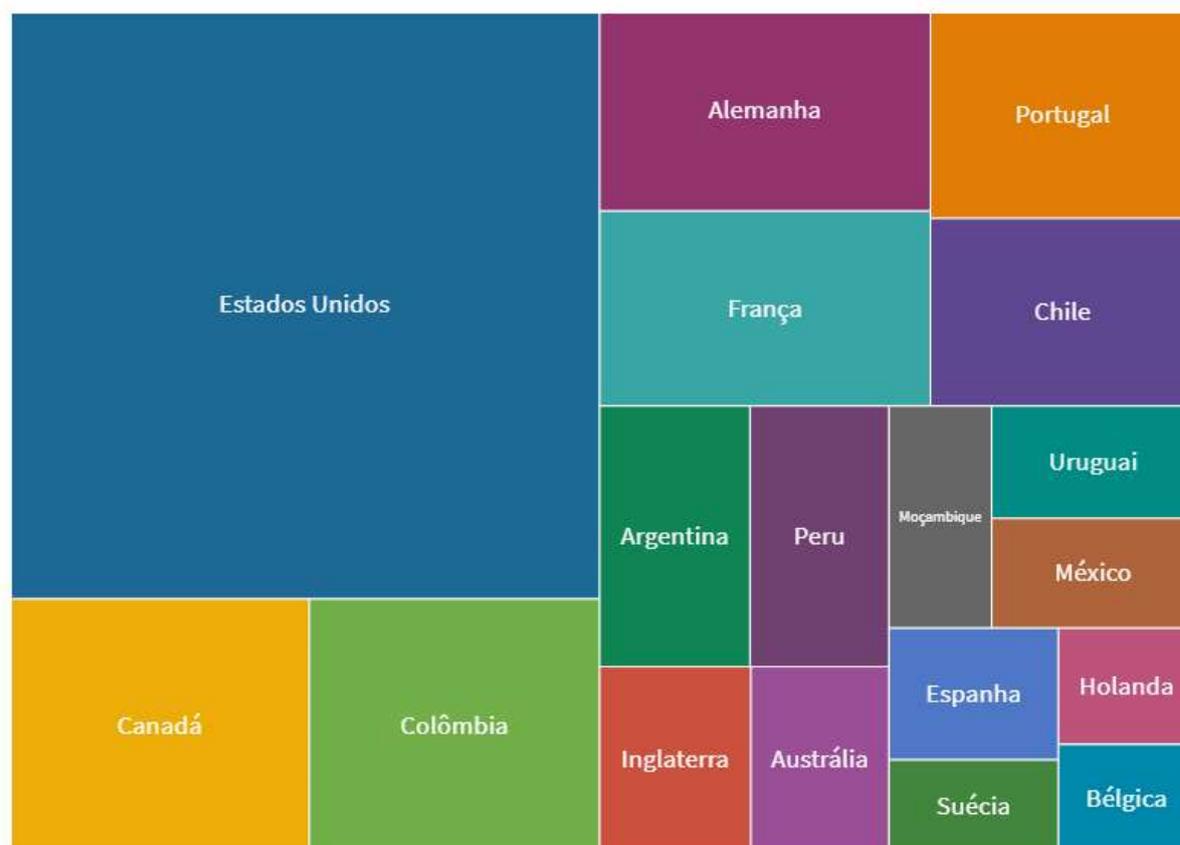


Figura 15 – Quantidade de indivíduos com doutorado no Brasil e imigraram para o exterior.

É possível observar o quão influente são os Estados Unidos, possuindo um quantitativo bem superior aos demais países identificados. Outro país que também se destaca dos demais, é o Canadá, quando se trata de atuação profissional, uma das supostas justificativas para este fenômeno é a grande oferta de oportunidades ofertadas pelo país.

Observa-se ainda nesta análise uma maior representatividade de países da Europa, caracterizando possíveis nichos de atuação de brasileiros que possuem alto nível de formação acadêmica.

6 Redes de migração

Este capítulo apresenta uma caracterização baseada em redes do processo de capacitação dos doutores ao longo de sua formação acadêmica, e ainda, da sua atuação profissional, através de seus vínculos entre cidades/estados/país. As redes são direcionadas, e os nós são representados pela localidade em que o indivíduo se capacitou, e a aresta representa a interação entre cidades por onde os indivíduos se deslocaram. O capítulo é subdividido em duas seções, redes nacionais ([Seção 6.1](#)) e redes internacionais ([Seção 6.2](#)).

6.1 Redes nacionais

Considerando uma análise baseada em redes de localizações, inicialmente foi possível caracterizar um retrato das migrações dos indivíduos por meio da obtenção da localidade em que os indivíduos se capacitaram a cada nível de formação. Logo, obteve-se uma visão baseada em redes da mobilidade dos doutores visando vínculos em um âmbito nacional (apenas localizações no Brasil), durante os níveis de formação: nascimento-graduação; graduação-mestrado; mestrado-doutorado e doutorado-atuação profissional e nascimento-atuação profissional. Para fins de visualização, o diâmetro dos nós, bem como as cores, levam em consideração o grau de entrada.

Como um primeiro esforço na caracterização das redes, na [Figura 16](#) os nós são representados por diversas cidades do território brasileiro, levando em conta a cidade de nascimento do indivíduo e a sua cidade de graduação.

Considerando a adoção das principais métricas de análise de redes, foi possível observar que a densidade da rede é baixa (0,001), uma vez que os nós da rede possuem poucas conexões. Destaca-se na rede a quantidade de nós com grau igual a 1, o que influencia significativamente na baixa densidade. Identificou-se que a maioria dos vínculos entre os nós, são de nós com baixo grau (que em geral representam cidades com menor quantidade de universidades), com aqueles nós graus mais significativos (cidades com maior quantidade de universidades). Vale ressaltar a formação de alguns clusters, em que ao analisá-los foi possível perceber que representam grupos de cidades pertencentes a uma mesma região ou de cidades próximas umas das outras que tendem a atrair estudantes em seu processo de capacitação.

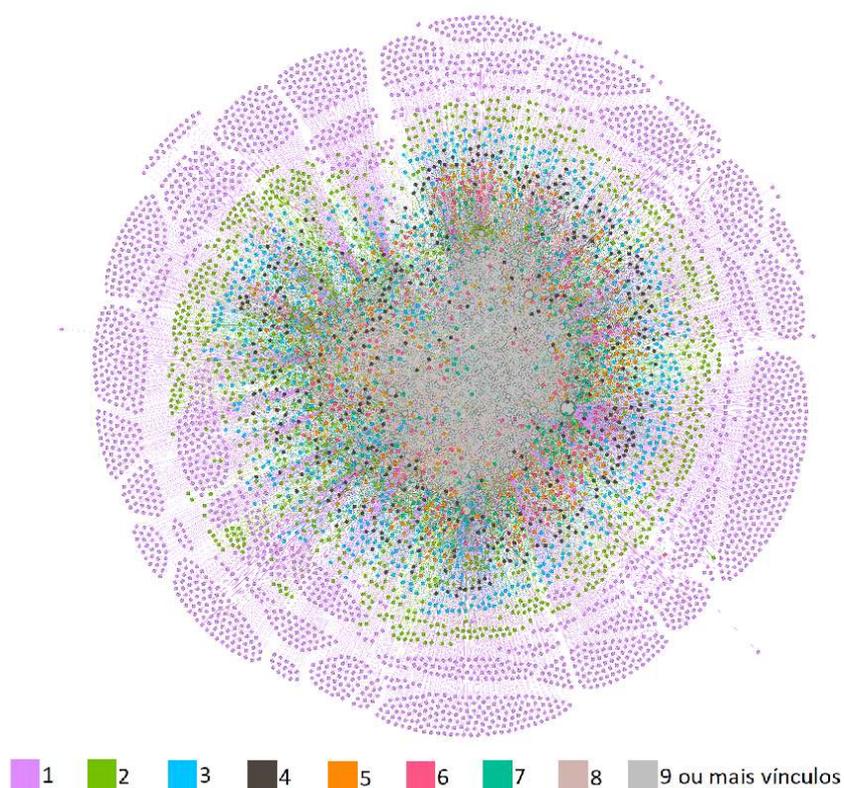


Figura 16 – Rede de vínculos: nascimento-graduação.

Considerando os vínculos entre os níveis graduação-mestrado (Figura 17) e mestrado-doutorado (Figura 18), percebe-se que as redes são bem similares, e há uma redução significativa na quantidade de nós, sendo uma hipótese para tal fenômeno uma menor migração tendo em vista que, em geral, os doutores tendem a optar por permanecer na mesma instituição nestas etapas de capacitação.

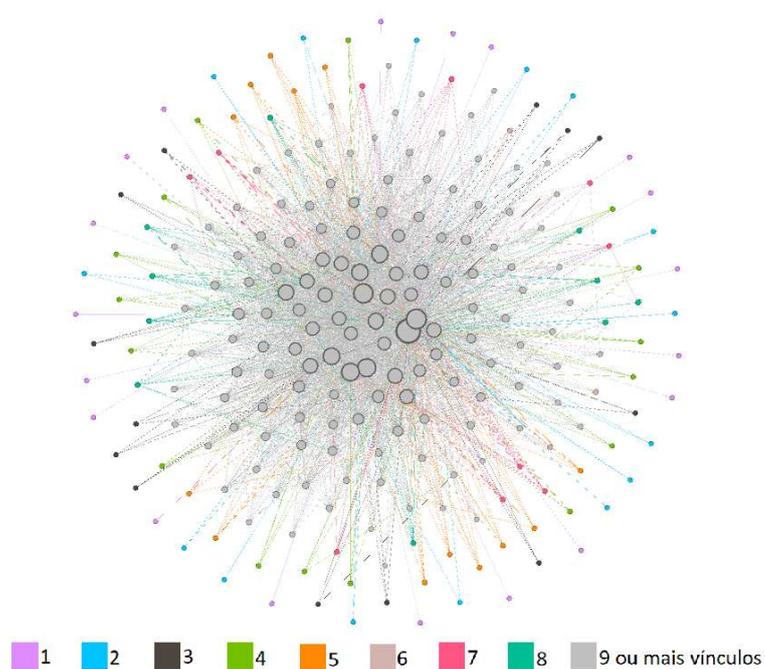


Figura 17 – Rede de vínculos: graduação-mestrado.

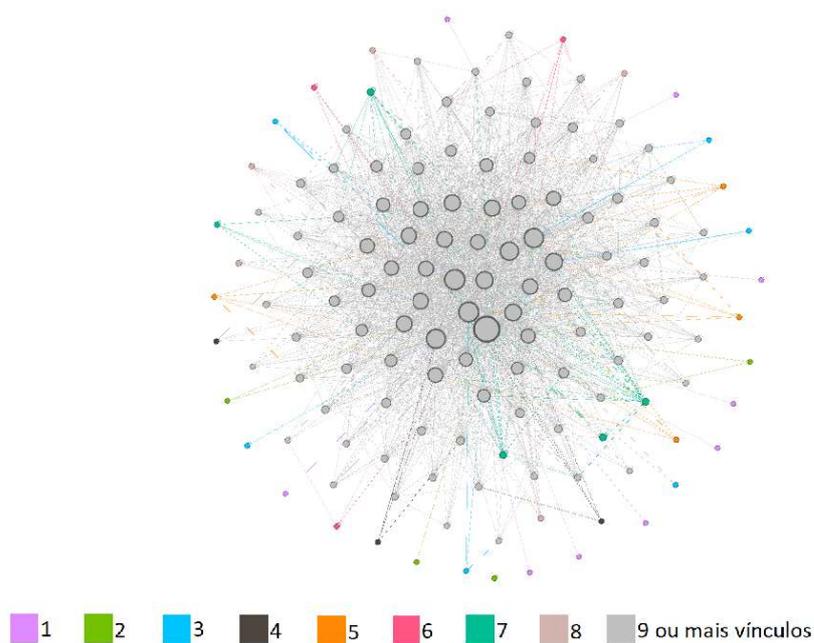


Figura 18 – Rede de vínculos: mestrado-doutorado.

Em análise dos nós mais representativos, é possível perceber que aqueles nós com maiores graus de entrada são representados por aquelas cidades que mais ofertam cursos

em nível de pós-graduação, como por exemplo São Paulo, Rio de Janeiro, Porto Alegre e Belo Horizonte respectivamente.

Já na [Figura 19](#), representada pela díade doutorado-atuação profissional, é possível observar uma maior distribuição entre os nós com base em seus graus. Destaca-se a maior quantidade de nós na rede, tendo em vista a atuação dos doutores em diversas cidades. O diâmetro da rede é igual a 5, o que nos confirma que os nós estão relativamente próximos uns dos outros, em que as cidades com menores números de vínculos, estão geralmente conectadas com as cidades que possuem maiores quantidades de vínculos.

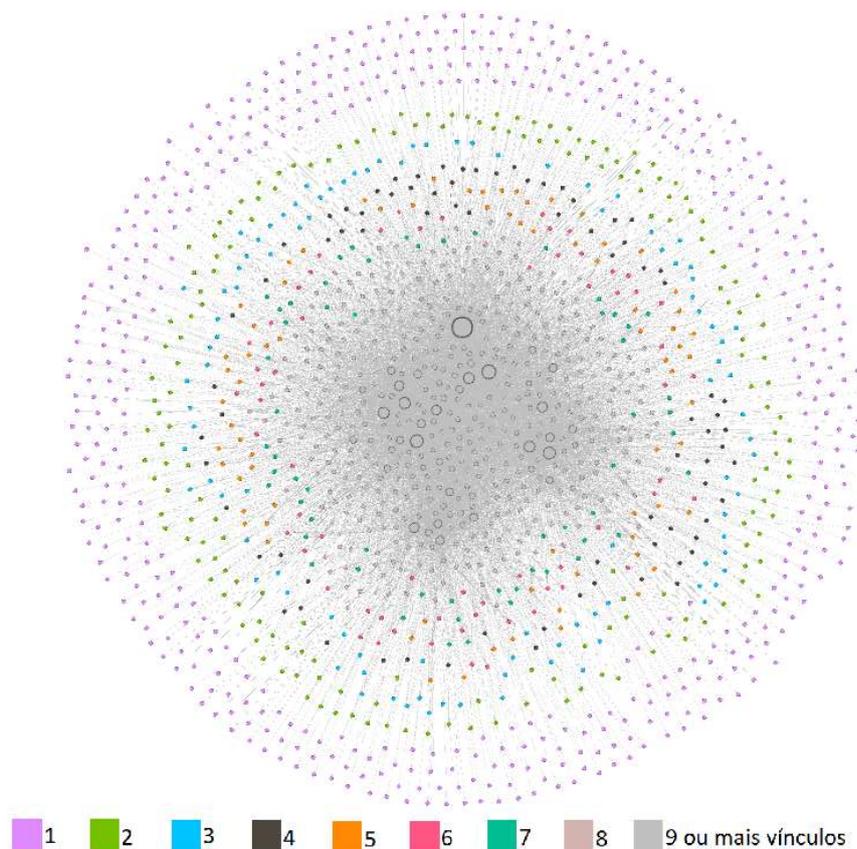


Figura 19 – Rede de vínculos: doutorado-atuação profissional.

Outro indicador importante a ser considerado é referente a quantidade de conexões estabelecidas entre os nós da rede. Com densidade baixa (0,005), a análise desta rede revela que diversos indivíduos concluem seus doutorados em uma determinada cidade, e acabam atuando profissionalmente em certos centros que em geral são as principais capitais do país. No centro da rede há um nó que se destaca dos demais, este nó é representado pela cidade de São Paulo, o que novamente confirma a maior possibilidade de ocupação dos doutores nesta cidade.

Com o intuito de melhor explorar a trajetória dos doutores, e obter dessa forma

uma visualização quando se trata de origem (cidade de nascimento) e destino (cidade de atuação profissional), foi caracterizada a rede da [Figura 20](#).

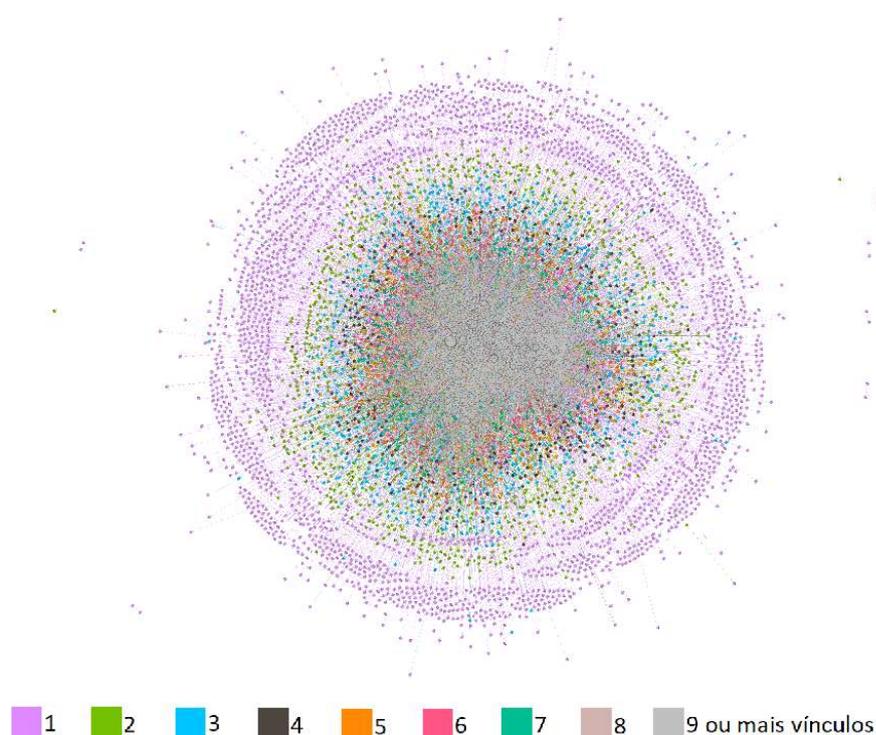


Figura 20 – Rede de vínculos: nascimento-atuação profissional.

De forma visual, é possível perceber o quão disperso estão alguns nós da rede sendo que em sua maioria são díades ou até mesmo nós isolados (caracterizando nós com poucos vínculos, ou sem nenhuma conexão com outros nós). Foi possível observar que os nós isolados na rede analisada são em sua grande maioria representados por cidades cadastradas com erro de digitação, e que dessa forma não foi possível caracterizar vínculos com as outras cidades analisadas.

A [Figura 21](#) apresenta um retrato de todo o conjunto de vínculos entre todas as cidades ocupadas pelos doutores em algum período no processo de sua formação acadêmica. Especificamente nesta análise, não foi levado em conta o vínculo do nascimento para atuação profissional.

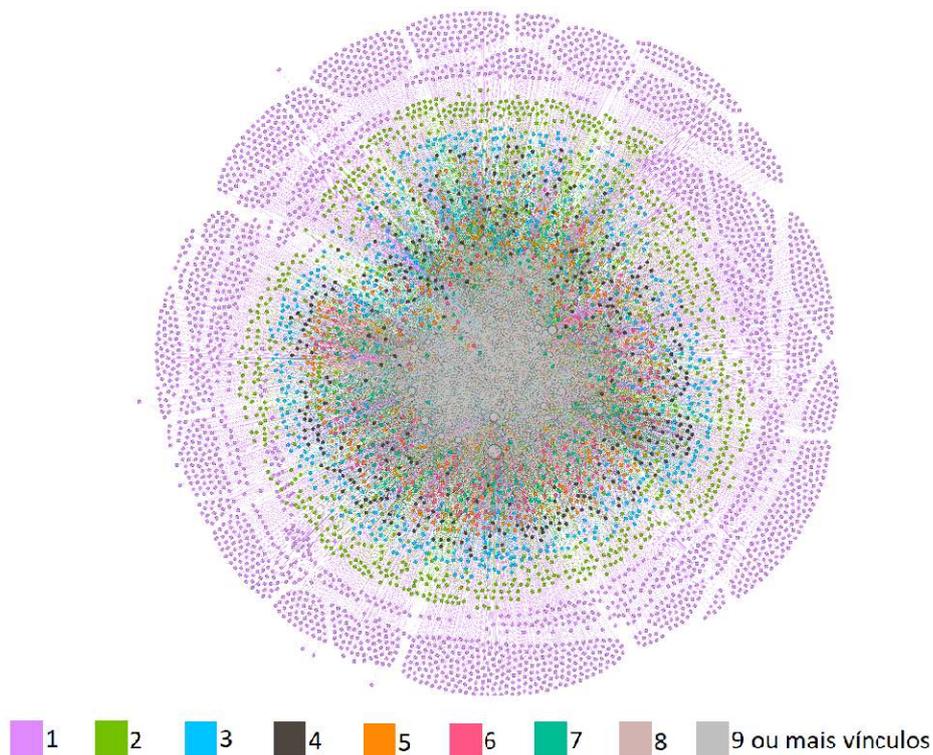


Figura 21 – Rede geral com todos os vínculos identificados.

É possível observar na rede caracterizada que não existem nós isolados, resultado de pelo menos um vínculo entre o conjunto de cidades da rede. Nas extremidades da rede estão cidades que em geral não possuem oferta de cursos de graduação e pós-graduação, estando presentes na rede por se tratarem de cidades em que alguns doutores nasceram. Por outro lado, no centro da rede estão as principais capitais do país destacando-se que em algumas delas seus graus de entrada são inflacionados, tendo em vista que possuem uma grande quantidade de universidades.

A fim de explorar as estruturas das redes caracterizadas, foram analisadas as principais métricas frequentemente utilizadas na literatura ([Tabela 7](#)).

Tabela 7 – Métricas extraídas das redes nacionais caracterizadas.

Métricas	Nasc-Grad	Grad-Mest	Mest-Dout	Dout-Atuação	Global	Nasc-Atuação
Total de Nós	6.080	237	138	1.497	6.179	6.241
Total de Arestas	27.219	4.583	3.009	10.602	37.119	53.640
Grau Médio dos Nós	4,477	19,338	21,804	7,082	6,007	8,595
Total de Nós no C.G.	6.078	237	137	1.497	6.177	6.217
% de Nós no C.G.	99,99	100	99,97	100	99,97	99,65
Total de Arestas no C.G.	27.218	4.583	3.008	10.602	37.118	53.625
% de Arestas no C.G.	99,99	100	99,99	100	99,99	99,97
Densidade da Rede	0,001	0,082	0,159	0,005	0,001	0,001
Diâmetro da Rede	6	4	4	5	5	7
Caminho Mínimo Médio	2,614	2,057	1,905	2,347	2,659	2,87

Nota: C.G.: Componente Gigante (A maior Componente Conexa da rede).

Representam aqueles vínculos que possuem maiores quantidade de nós pertencentes, e conseqüentemente uma maior quantidade de arestas, o vínculo de nascimento-graduação e nascimento-atuação se destacam, por se tratar em localidade de nascimento do indivíduo, em que estão espalhados em diversas cidades, e também a atuação profissional, devido possuir ofertas de empregos em cidades diversas. Com menores quantidades de nós, porém acima as demais, se destaca a rede de doutorado-atuação profissional.

Analisando o grau médio dos nós, destaca-se os vínculos entre graduação-mestrado e mestrado-doutorado, uma vez que possuem menores quantidades de nós, o que possivelmente é causado pela menor oferta de cursos de pós-graduação nas cidades que não estão em grandes centros, o que ocasiona o aumento da taxa de densidade destas duas redes comparadas com as demais. As redes caracterizadas pelos vínculos de graduação-mestrado e mestrado-doutorado, também se destacam por possuírem um menor diâmetro de rede (4).

Ao se analisar as Componentes Gigantes, observa-se que todas as redes possuem taxas bastante semelhantes, e que a quantidade de nós e arestas na componente gigante também são próximos a da rede global, resultado de poucas cidades sem conexões com outras. Já ao verificar o caminho mínimo médio, é possível observar que os valores dos níveis graduação-mestrado e mestrado-doutorado são inferiores aos demais, resultado de uma menor distância entre as cidades, considerando as conexões identificadas.

A [Figura 22](#) representa a rede global com destaque para as cidades que possuem maiores quantidades de graus de entrada em âmbito nacional, em que o grau de entrada esteja entre a faixa de 506 a 1.616. Pode-se observar que todas as cidades possuem um vínculo entre si, sendo assim sua densidade possui o valor igual a 1, e grande parte delas são capitais de estados brasileiros, visto que na maioria das vezes as capitais atraem os indivíduos por oferecerem melhores oportunidade de emprego, e também concentrarem a

maioria das universidades federais.

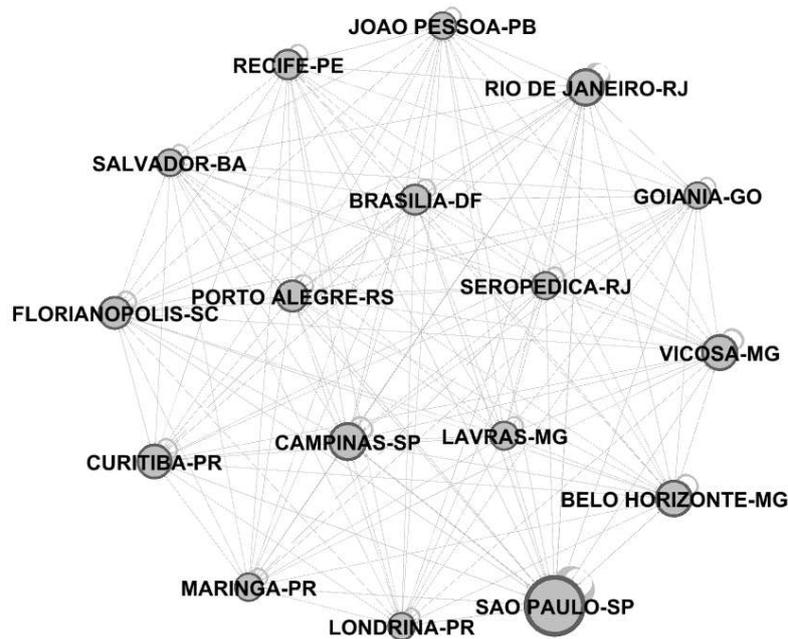


Figura 22 – Rede global contendo as cidades com os maiores graus de entrada.

Como já apontado neste trabalho, o estado de São Paulo é o preferido de doutores para se qualificar, e novamente tal fato é confirmado ao observar que as duas cidades que possuem a maior quantidade de graus são pertencentes ao estado de São Paulo, sendo a cidade capital de São Paulo e a cidade de Campinas.

A cidade de São Paulo possui o maior grau de entrada por se tratar de uma cidade que oferece diversas oportunidades de emprego e possui um dos maiores centros acadêmicos do Brasil, conseqüentemente, maior oferta de cursos de pós-graduação, tornando-se um atrativo para os doutores de outras cidades.

Na [Tabela 8](#) é possível observar as arestas mais densas das redes analisadas. Visualiza-se os pares de cidades com a maior quantidade de vínculos, bem como, aquelas cidades em que o processo de formação acadêmica de um nível para o outro ocorreu na própria cidade (Intramunicipal).

Tabela 8 – Arestas mais representativas nas redes analisadas.

Origem	Destino	Quant.	Intramunicipal	Quant.
São Paulo-SP	Campinas-SP	6.151	São Paulo-SP	103.979
Rio de Janeiro-RJ	Niterói-RJ	4.888	Rio de Janeiro-RJ	62.896
Niterói-RJ	Rio de Janeiro-RJ	4.418	Porto Alegre-RS	29.093
Campinas-SP	São Paulo-SP	4.327	Belo Horizonte-MG	23.935
São Paulo-SP	São Carlos-SP	3.084	Campinas-SP	21.031
Rio de Janeiro-RJ	São Paulo-SP	2.699	Recife-PE	19.042
São Paulo-SP	Rio de Janeiro-RJ	2.408	Fortaleza-CE	14.700
São Carlos-SP	São Paulo-SP	2.277	Curitiba-PR	13.672
São Paulo-SP	Ribeirão Preto-SP	1.969	Florianópolis-SC	13.058
Santa Maria-RS	Porto Alegre-RS	1.780	Salvador-BA	10.757
Curitiba-PR	São Paulo-SP	1.619	Brasília-DF	10.751
São Paulo-SP	Curitiba-PR	1.524	Belém-PA	8.293
São Paulo-SP	Brasília-DF	1.507	Santa Maria-RS	7.205
Rio de Janeiro-RJ	Seropédica-RJ	1.495	Viçosa-MG	7.029
Belo Horizonte-MG	São Paulo-SP	1.461	Natal-RN	7.028
Ribeirão Preto-SP	São Paulo-SP	1.458	João Pessoa-PB	6.737
Londrina-PR	São Paulo-SP	1.413	Goiânia-GO	5.873
Campina Grande-PB	João Pessoa-PB	1.347	São Carlos-SP	5.308
Porto Alegre-RS	São Paulo-SP	1.300	Niterói-RJ	5.202
São Paulo-SP	Belo Horizonte-MG	1.245	Pelotas-RS	4.779
São Paulo-SP	Londrina-PR	1.221	Maringá-PR	4.665
Recife-PE	São Paulo-SP	1.189	Lavras-MG	4.257
São Paulo-SP	São José dos Campos-SP	1.153	Uberlândia-MG	4.189
Pelotas-RS	Porto Alegre-RS	1.128	Londrina-PR	3.477
São Paulo-SP	Florianópolis-SC	1.125	Vitória-ES	3.229

Quando se trata de origem e destino entre distintas cidades, observa-se a quantidade de indivíduos que migram da cidade de São Paulo para a cidade de Campinas e vice e versa. Ambas cidades são pertencentes ao estado de São Paulo, sendo a distância geográfica um dos principais facilitadores para intensa conexão. Campinas se destaca, por possuir a UNICAMP, correspondendo a uma universidade estadual que contém cerca de setenta cursos de graduação, e diversos cursos de pós-graduação, espalhados entre as diversas áreas do conhecimento, com destaque para as áreas biológicas e profissões de saúde. O Instituto de Biologia da UNICAMP é uma instituição respeitada dentro e fora do país, com sua pós-graduação abrangendo todas as áreas das Ciências Biológicas. Já a cidade de São Paulo possui diversas instituições de ensino superior, se destacando a USP (Universidade de São Paulo), sendo a maior e uma das mais importantes instituições de ensino superior e pesquisa do país. A USP detém diversos cursos em diversas áreas do conhecimento. Na cidade de São Paulo existem cerca de 30 localidades pertencentes à USP, como museus, institutos, campus e faculdades, o que influencia os indivíduos a se capacitarem nesta instituição, que oferece cerca de 120 cursos.

Destaca-se também o percurso percorrido por diversos indivíduos se deslocando da cidade do Rio de Janeiro para a cidade de Niterói, ocorrendo também um caminho inverso. As duas cidades possuem uma ligação fortemente conectadas, e uma consequência disso é que elas possuem duas das maiores universidades do país. No Rio de Janeiro destaca-se a Universidade Federal do Rio de Janeiro contendo 172 cursos de graduação e cerca de 230 cursos de mestrado e doutorado. Segundo o [Ranking... \(2019\)](#), a UFRJ é a universidade mais inovadora do país. Já na cidade Niterói está localizada a Universidade Federal Fluminense (UFF), possuindo diversos campus na cidade, e algumas unidades de ensino isoladas específicas em determinadas áreas, como por exemplo a Faculdade de Direito, Faculdade de Enfermagem, Faculdade de Farmácia, entre outras. Em decorrência das duas cidades obterem duas grandes Universidades brasileiras e também possuírem outras Unidades de Ensino Superior, as duas cidades se destacam.

O trajeto percorrido por indivíduos que têm como origem a cidade de São Paulo e destino a cidade de São Carlos também é bastante relevante. São Carlos é o destino daqueles indivíduos que optam por seguir na área de exatas em sua formação acadêmica. Aliado a isso, a distância geográfica também é um fator preponderante para viabilizar a migração de indivíduos entre tais cidades, o que também acontece entre São Paulo e Ribeirão Preto.

No estado do Rio Grande do Sul, se destacou um trajeto de Santa Maria para Porto Alegre. Uma justificativa para tal fenômeno é a Universidade Federal do Rio Grande do Sul na cidade de Porto Alegre, possuindo diversas áreas de ensino com cerca de 170 cursos de pós-graduação e 100 cursos de graduação, além da Universidade Federal de Santa Maria na cidade de Santa Maria.

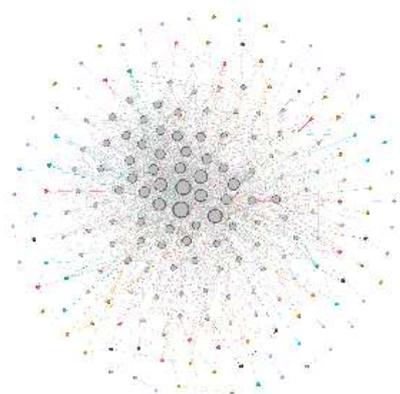
De forma geral, ao analisar as formações intramunicipais destaca-se o fato de como aquelas localidades detentoras das principais universidades públicas do país impactam de forma significativa no processo de formação dos doutores brasileiros. Estas que em geral possuem cursos de graduação e pós-graduação são atrativos para que um determinado indivíduo permaneça na mesma localidade durante todo o seu processo de formação.

Percebe-se o quanto as capitais brasileiras são influentes no processo de capacitação de indivíduos brasileiros, uma vez que possuem universidades federais e em grande parte possuem melhores ofertas de emprego comparando as cidades do interior.

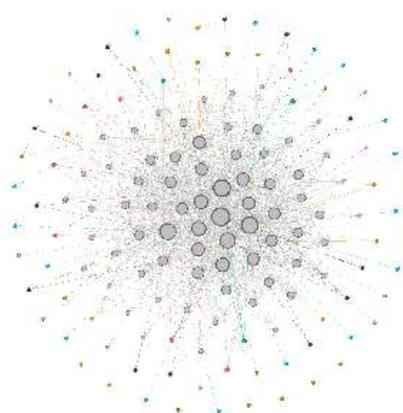
6.2 Redes internacionais

Nesta seção os nós são caracterizados por estados brasileiros e diversos países do mundo, conseqüentemente as redes representam vínculos entre estes nós. A [Figura 23](#) apresenta a interação entre os nós (estados brasileiros/demais países), constituindo: nascimento-graduação (a); graduação-mestrado (b); mestrado-doutorado (c); doutorado-atuação (d) e

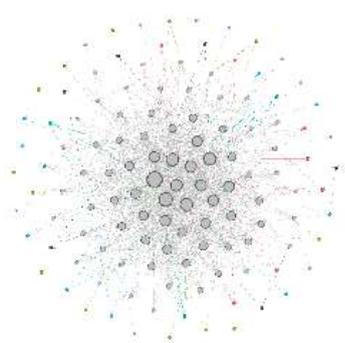
nascimento-atuação (e).



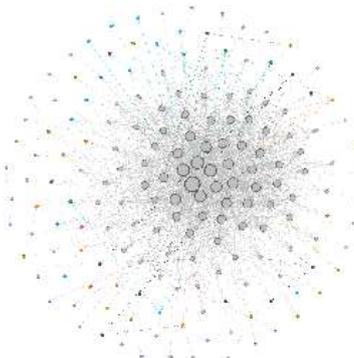
a) Nascimento-Graduação



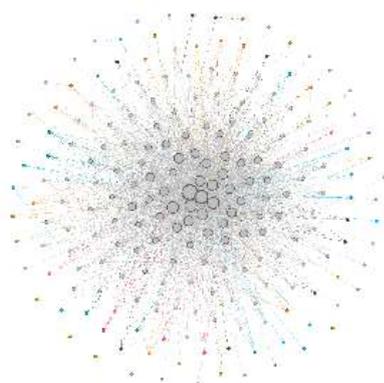
b) Graduação-Mestrado



c) Mestrado-Doutorado



d) Doutorado-Atuação



e) Nascimento-Atuação



Figura 23 – Redes de vínculos internacionais.

É possível observar uma menor quantidade de vínculos quando comparadas com as redes obtidas a partir das cidades brasileiras, pois possuem somente os estados brasileiros e países de destino/origem de doutores no processo migração para capacitação.

Percebe-se ainda que a quantidade de nós que compõem as redes é distinta, como por exemplo, as redes representadas nas Figuras 23b e 23c, visto que geralmente os indivíduos optam por permanecer na mesma localização nestes níveis de formação, como consequência disto, as redes possuem menores quantidade de vínculos.

Observa-se também que nas redes caracterizadas pelas Figuras 23a e 23e, apresentam maiores quantidades de nós, devido a presença de muitos países que não aparecem nas outras redes, sendo uma hipótese para este fato que alguns doutores cadastrados na Plataforma Lattes nasceram em outros países, e/ou em alguns casos, optam por atuar profissionalmente em outros países.

É importante destacar algumas díades que não compõem à Componente Gigante, que ao analisá-las percebe-se que estas são resultado de localidades que foram inseridas com erros gramaticais nas descrições dos seus nomes. Além disso, também se destaca algumas díades que não pertencem à Componente Gigante, que possivelmente são indivíduos que nasceram em países estrangeiros, se capacitaram no exterior e possuem currículo cadastrado na Plataforma Lattes.

As redes caracterizadas não possuem nós isolados, pois todos os vínculos possuem um nó caracterizando a origem (sendo representado como localidade de emigração) e outro nó representando o destino (representando a localidade de imigração).

Foi caracterizada uma rede possuindo todos os vínculos obtidos do nascimento, considerando todos os níveis de formação, bem como, a atuação profissional (Figura 24), apenas não levando em conta o nível de nascimento para atuação profissional.

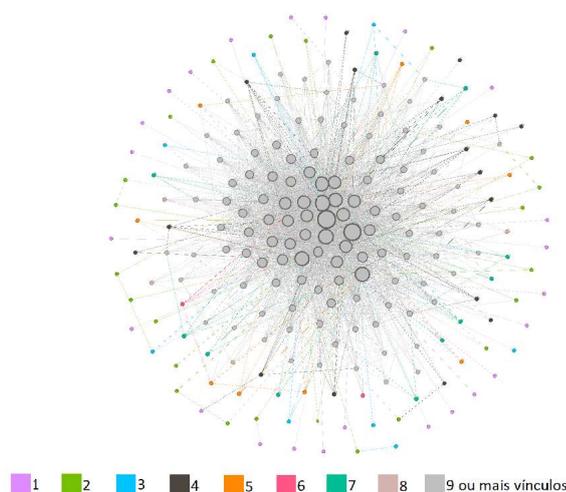


Figura 24 – Rede geral com todos os vínculos internacionais.

Nesta rede todos os nós são pertencentes à componente gigante, não possuindo nenhum nó isolado, e se destaca a maior quantidade de nós com graus cujo valor é superior a 9, em que considerando os estados brasileiros, observou-se que todos estão presentes nesta rede de vínculos. Notou-se ainda, que todos os nós com valores de graus superiores a 60 possuem vínculos entre si.

A [Tabela 9](#) tem o intuito de apresentar o cálculo das métricas adotadas.

Tabela 9 – Métricas aplicadas nas redes internacionais caracterizadas.

Métricas	Nasc-Grad	Grad-Mest	Mest-Dout	Dout-Atuação	Global	Nasc-Atuação
Total de Nós	201	144	124	174	217	210
Total de Arestas	2.246	1.814	1.840	2.297	4.039	3.389
Grau Médio dos Nós	11,174	12,597	14,839	13,201	18,613	16,138
Total de Nós no C.G.	189	135	119	171	217	206
% de Nós no C.G.	94,03	93,75	95,97	98,28	100	98,1
Total de Arestas no C.G.	2.237	1.805	1.835	2.295	4.039	3.385
% de Arestas no C.G.	99,99	100	99,72	99,91	100	99,88
Densidade da Rede	0,056	0,088	0,121	0,076	0,086	0,077
Diâmetro da Rede	5	5	5	5	6	5
Caminho Mínimo Médio	2,321	2,106	2,009	2,182	2,261	2,179

Nota: C.G.: Componente Gigante.

Ao ser comparado a quantidade de nós e arestas na Componente Gigante, com a rede global, percebe-se que a rede que mais se destaca é a rede que possui todos os vínculos, possuindo a maior Componente Gigante, correspondendo em 100% das arestas e 100% dos nós, diferente das outras redes, que possuem grandes quantidades de nós,

porém com um percentual inferior a rede de todos os vínculos. No que se concerne a densidade, a rede de mestrado para doutorado possui a mais alta densidade, uma vez que os nós possuem maior conectividade, sendo uma possível justificativa para isso, as redes de cooperação pertencentes a indivíduos que estão na transição entre estes níveis de formação. Observa-se que o maior diâmetro é representado pela rede de todos os vínculos, em que o valor do diâmetro é 6.

A rede do vínculo de nascimento para graduação possui o menor grau médio dos nós, tal fato se justifica pois alguns nós possuem valor de grau baixo, por não possuírem grandes quantidades de vínculos. Já a rede com todos os vínculos possui o maior valor de grau médio, fato este influenciado por alguns nós que possuem quantitativos muito elevados. No que se refere caminho ao mínimo médio, é possível observar que as redes possuem valores bem próximos (aproximadamente 2).

Para ampliar as análises e obter uma melhor visualização dos estados e países que possuem os maiores graus de entrada, foi caracterizada a rede da [Figura 25](#).

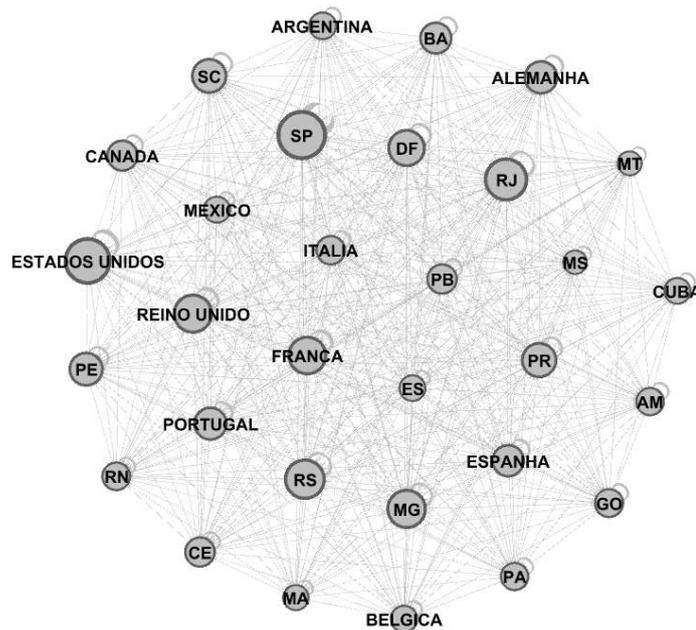


Figura 25 – Rede de vínculos internacionais com maiores graus de entrada.

É possível destacar que a rede possui densidade com o valor igual a 1, uma vez que todos os nós estão conectados entre si. Observou-se também que estão presentes todos os estados das regiões Sul, Centro-Oeste e Sudeste, sendo uma hipótese para isso a quantidade de universidades que estas regiões possuem. Já as regiões Norte e Nordeste, possuem menores quantidades de estados presentes, devido às ofertas inferiores

de trabalho e menor quantidade de cursos em comparação às demais regiões.

Ao observar os países presentes na rede, percebe-se que Argentina é o único país sul americano. Ainda em análises voltadas somente para países Americanos, destacam-se Cuba, México, Canadá e Estados Unidos possuindo grandes quantidades de vínculos. Os Estados Unidos se sobressai com mais alto valor de grau de entrada, sendo inferior somente ao estado de São Paulo.

Quando se trata de países da Europa, estão presentes sete países, Reino Unido, França, Portugal, Alemanha, Espanha, Bélgica e Itália com maiores graus de entrada respectivamente.

Na [Tabela 10](#) são quantificados os vínculos dos nós referentes às redes internacionais caracterizadas, levando em conta estados brasileiros e demais países, seguindo o mesmo padrão da [Tabela 8](#).

Tabela 10 – Arestas mais representativas nas redes internacionais.

Origem	Destino	Quantidade	Intraregional	Quantidade
São Paulo	Estados Unidos	2.355	Estados Unidos	4.421
Estados Unidos	São Paulo	2.168	Portugal	3.504
Rio de Janeiro	Estados Unidos	1.284	França	2.929
Estados Unidos	Rio de Janeiro	1.199	Espanha	2.638
Minas Gerais	Estados Unidos	829	Argentina	1.844
São Paulo	Reino Unido	731	Colômbia	1.776
Reino Unido	São Paulo	723	Peru	1.455
França	São Paulo	711	Cuba	1.340
Estados Unidos	Minas Gerais	693	Itália	1.213
São Paulo	França	652	Alemanha	1.205
Rio Grande do Sul	Estados Unidos	635	Índia	677
Rio de Janeiro	Reino Unido	603	Canadá	630
França	Rio de Janeiro	580	Reino Unido	608
Reino Unido	Rio de Janeiro	568	México	598
Rio de Janeiro	França	547	Chile	559
Peru	São Paulo	530	Rússia	406
Estados Unidos	Rio Grande do Sul	472	Venezuela	344
Colômbia	São Paulo	465	Bélgica	337
Estados Unidos	Distrito Federal	452	Uruguai	334
Portugal	Rio de Janeiro	435	Japão	234
Rio de Janeiro	Portugal	435	Paraguai	188
Portugal	São Paulo	404	Austrália	145
Rio Grande do Sul	França	373	Bolívia	129
Argentina	São Paulo	372	Suíça	128
Alemanha	São Paulo	359	Países Baixos	115

É possível perceber o quanto os Estados Unidos possuem referência no processo de capacitação de indivíduos brasileiros, pois muitos brasileiros imigram para o país em algum

momento de sua vida acadêmica para dar sequência na sua capacitação, visto que três estados da região sudeste se destacam neste percurso. Os Estados Unidos também possui a maior quantidade de vínculos como intraregional, sendo justificada por aqueles indivíduos que permanecem no país ao longo de sua formação acadêmica. Além de vários atrativos para a formação principalmente em nível de capacitação, os Estados Unidos possuem as quatro melhores universidades do mundo de acordo com o QS World University Rankings 2021 (UNIT, 2021).

Observa-se também Portugal presente em um cenário intraregional, como o segundo país com maior quantidade de vínculos, sendo influenciado por questões como o idioma. Países europeus como França e Espanha, se destacam entre os maiores vínculos a nível internacional com indivíduos se alojando nestes países durante seu processo de capacitação.

O Reino Unido, se destaca por ser destino de indivíduos que emigram de São Paulo e Rio de Janeiro. Dentre um dos motivos que doutores brasileiros imigram para o Reino Unido, trata-se de uma localização que possui quatro das dez melhores universidades do mundo de acordo com a QS World University Rankings 2021 (UNIT, 2021).

Levando em conta o fator de internacionalização (localidades que mais emigram indivíduos) se destaca o estado de São Paulo, o que torna uma outra justificativa daqueles indivíduos que tem como objetivo se capacitar em outro país, em busca de novas experiências de vida e ao final de seu processo de capacitação retornam para atuar profissionalmente no Brasil, sendo o estado de São Paulo aquele que possui uma das maiores ofertas para a atuação profissional.

Logo, diante do apresentado neste capítulo, é possível perceber como algumas localidades possuem grande influência no processo de capacitação no Brasil. Alguns estados brasileiros e alguns países como Estados Unidos, França e Portugal se destacam na análise baseada em redes aqui apresentada como grandes influenciadores, sendo nós centrais e com alto grau de conectividade.

7 Indicadores de influência no processo de migração para capacitação

Diante das diversas suposições tratadas ao longo deste trabalho, foi criado este capítulo com a finalidade de efetuar correlações de indicadores para as supostas justificativas apresentadas nas análises dos resultados deste estudo. Fatores como a população de cada cidade, a oferta de cursos de graduação e pós-graduação, possuem forte influência no processo de migração para capacitação no país. Os indicadores foram extraídos de repositórios brasileiros de dados disponíveis em acesso aberto, correspondendo a informações populacionais, e ainda, sobre cursos de graduação e pós-graduação das cidades brasileiras.

A partir do repositório de dados do IBGE foi possível realizar a extração dos indicadores com relação a quantidade de habitantes das cidades brasileiras, com o intuito de efetuar comparações e analisar com o que foi exposto nas justificativas do trabalho descritas anteriormente.

As informações extraídas no repositório de dados do IBGE contemplam o ano de 2020, tendo em vista que se refere a estimativa de população 2020, já que em geral tais dados são coletados a cada dez anos, sendo o último Censo realizado no ano de 2010.

Se tratando dos indicadores referentes a cursos de graduação no país, foram extraídos a partir do repositório de cursos disponibilizado pelo INEP (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira), a relação de cursos mais atual, referentes ao ano de 2019. A coleta destes dados é viabilizada no ambiente de dados abertos do INEP, que fornece diversos conjuntos de dados em diferentes formatos.

Já com relação aos indicadores de cursos de pós-graduação, foram extraídos do repositório Sucupira, no mês de junho de 2020, todos os cursos de pós-graduação no país, independente do seu ano de inicialização, e status de funcionamento.

Ao serem analisados os indicadores de cursos de graduação/pós-graduação, em ambos os repositórios de dados considerados não foram filtradas situações dos cursos nestes repositórios, ou seja, se o curso ainda está em funcionamento ou não, tendo em vista que independentemente se o curso ainda está ou não em funcionamento ele em algum momento pode ter feito parte do processo de formação dos indivíduos.

Logo, foi possível apresentar na [Figura 26](#) uma representação com indicadores populacionais, em que o tom de azul de cada estado representa a densidade populacional do mesmo. Já com relação às bolhas presentes no gráfico estas correspondem a quantidade de habitantes de cada cidade representada.

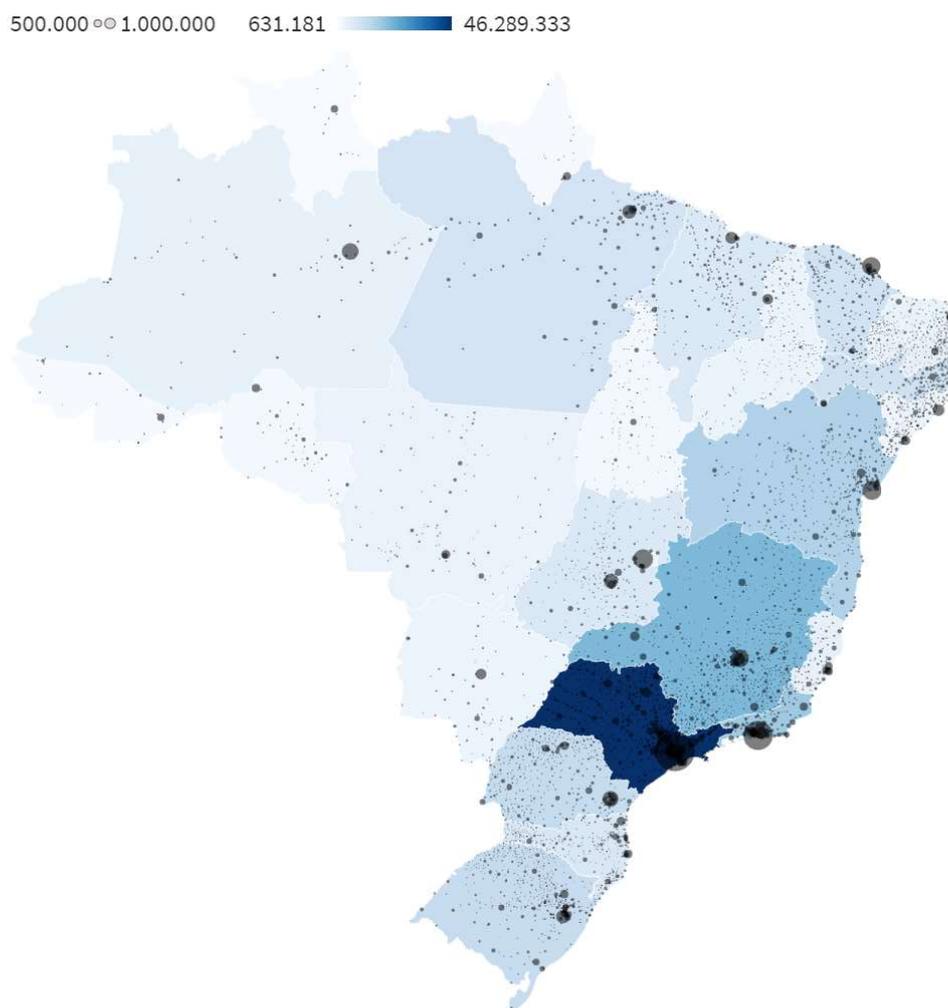


Figura 26 – Mensuração de indicadores populacionais por estados.

Percebe-se o quão é mais populosa a região do Sudeste do país, se destacando os estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro por possuírem as maiores populações respectivamente, com destaque para o estado de São Paulo que possui uma população muito superior aos demais. Justifica-se desta forma a grande representatividade de vínculos entre cidades da região Sudeste, em especial as do estado de São Paulo.

Outra região geográfica brasileira que se destaca das demais com as maiores quantidades de habitantes é a região do Sul, sendo composta por alguns dos mais populosos estados do Brasil: Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina respectivamente. Já a região Norte possui estados brasileiros menos populosos, em que Roraima, Amapá, Acre e Tocantins são os quatro estados com menor população, respectivamente.

Em se tratando dos dados extraídos relacionados a cursos de graduação, para as análises realizadas, também foram considerados os cursos a distância presentes no repositório do INEP. A partir de então, foi possível caracterizar o mapa da [Figura 27](#) para analisar os estados mais representativos. A tonalidade da cor de cada estado caracte-

riza a representatividade de cursos de graduação que cada um possui, já as bolhas são representadas pela quantidade de cursos de graduação de cada cidade.

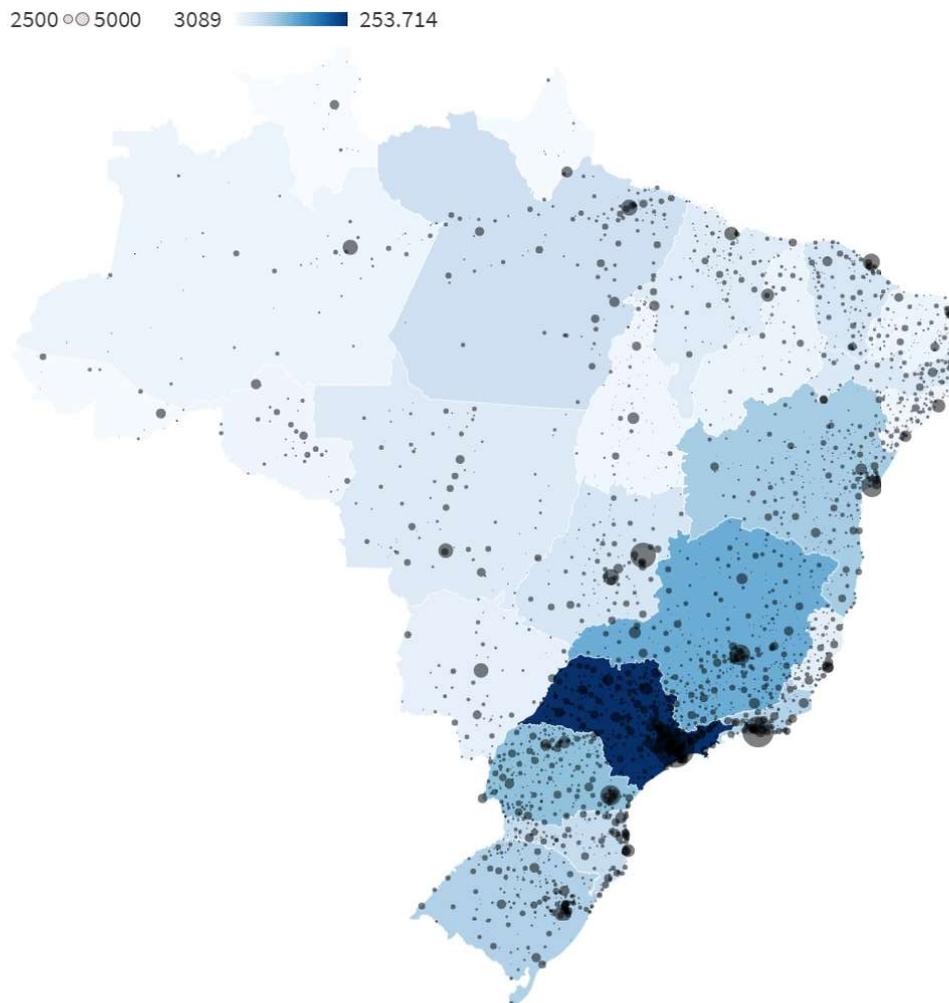


Figura 27 – Mensuração de cursos de graduação por estados.

Ao analisar as quantidades de cursos de graduação espalhados pelo território brasileiro, nota-se que muitas cidades brasileiras possuem diversos cursos, com maior ênfase nas capitais brasileiras que concentram os principais polos de ensino superior nos estados. Destaca-se também, a grande concentração de instituições de ensino e, conseqüentemente, a maior oferta de cursos de ensino superior nos estados que compõem a região Sudeste/Sul do país, corroborando com os dados apresentados sobre indicadores populacionais.

Com relação a quantidade de cursos nos estados brasileiros, observou-se que o estado do Rio de Janeiro ocupa a sexta posição entre os estados com maiores quantidades de cursos de graduação, possuindo uma quantidade de cursos inferior a São Paulo, Minas Gerais, Paraná, Bahia e Rio Grande do Sul. Porém percebe-se que a cidade Rio de Janeiro

ocupa a segunda posição das cidades com maior quantidade de cursos de graduação, logo, percebe-se que uma menor oferta de cursos nas cidades do interior tende a impactar no indicador geral do estado.

Observa-se ainda como as regiões Centro-Oeste e Norte possuem menor oferta de cursos. Na região Nordeste do país alguns estados possuem uma quantidade bem inferior a outros, como por exemplo o estado de Pernambuco. Já o estado da Bahia possui uma maior similaridade em sua representatividade considerando dados populacionais com ofertas de cursos de graduação, diferentemente de outros estados de sua região.

Ainda foram extraídos indicadores referentes a cursos de pós-graduação de acordo com a presença no repositório de dados Sucupira, independentemente do nível dos cursos, a saber mestrado ou doutorado. Sendo assim, foi possível caracterizar o mapa da [Figura 28](#), em que as tonalidades de cada estado correspondem a quantidade de cursos de pós-graduação, e as bolhas a quantidade de cursos de pós-graduação de cada cidade.

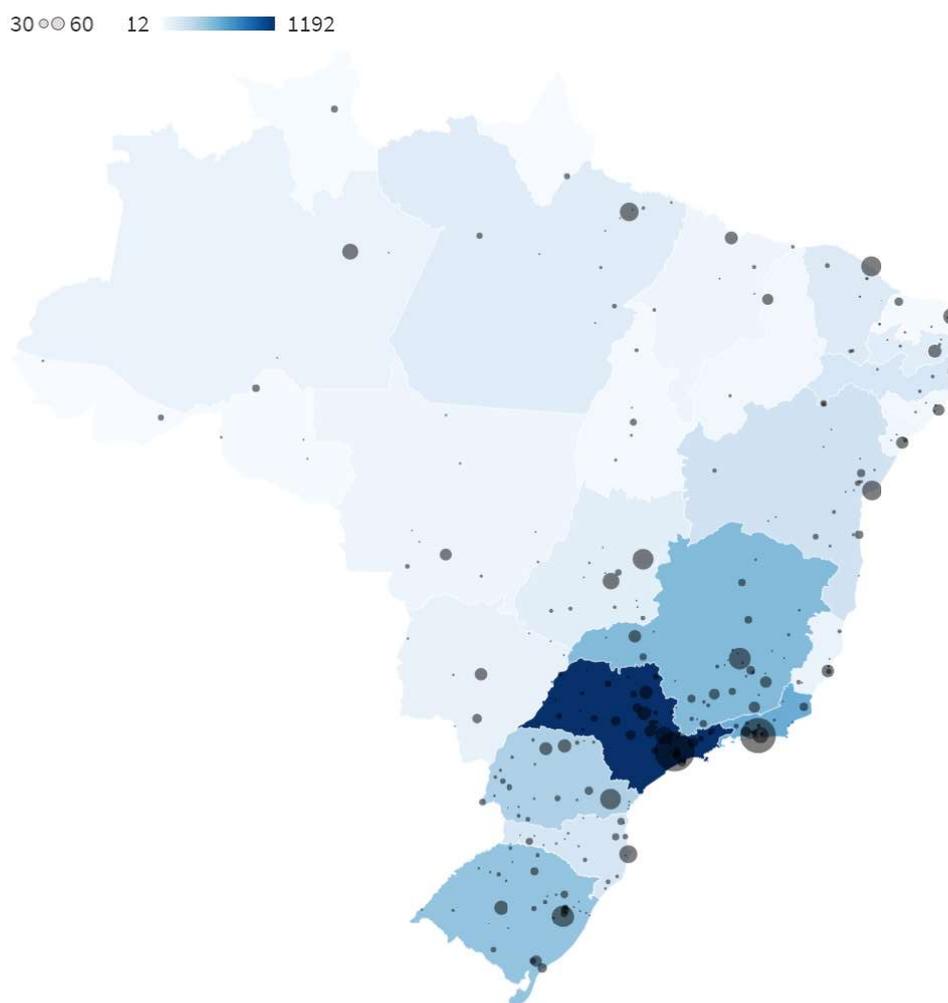


Figura 28 – Mensuração de cursos de pós-graduação por estados.

Novamente, observa-se a grande influência das capitais brasileiras quando se trata de cursos de pós-graduação comparada às demais cidades, principalmente das cidades de São Paulo e Rio de Janeiro respectivamente, tornando assim, um atrativo para estudantes brasileiros, fato este que influencia significativamente no processo de migração para capacitação.

Ao comparar a quantidade de cursos de pós-graduação, observou-se uma menor oferta de cursos espalhados pelas cidades do interior do país, sendo assim, entende-se que os doutores nascidos em cidades do interior tiveram que se deslocar de suas cidades de origem em seus processos de capacitação principalmente nos cursos de pós-graduação.

Em uma análise comparativa entre os estados brasileiros tendo em vista a sua representatividade em cursos de pós-graduação, a exemplo de análises anteriormente apresentadas, a região Sudeste se destaca dentre as outras. Importante ainda destacar a expressiva representatividade do estado do Rio Grande do Sul.

Ao realizar uma análise comparativa entre a quantidade de habitantes e a quantidade de cursos de graduação nas cidades brasileiras (Figura 29) é possível avaliar uma correlação entre os conjuntos.

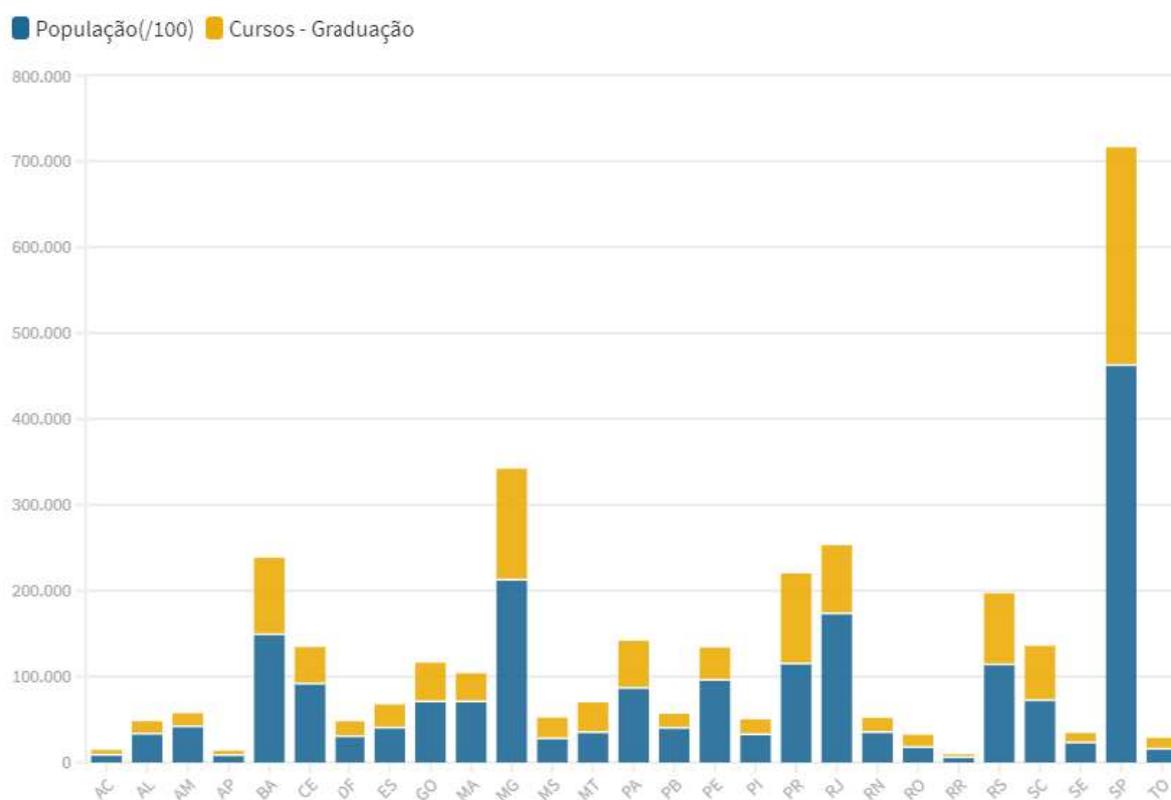


Figura 29 – Correlação de população x cursos de graduação.

Percebe-se que a quantidade de habitantes em um determinado estado em grande

parte dos casos é diretamente proporcional com a quantidade de cursos de graduação, uma vez que quanto maior a quantidade de habitantes, maior é a quantidade de cursos ofertados de graduação. Novamente destaca-se alguns estados com pouca oferta de cursos de graduação, mas, que possuem grande similaridade com a sua baixa taxa populacional, como por exemplo, os estados de Roraima, Amapá e Acre.

De forma similar, a [Figura 30](#) apresenta uma correlação entre a quantidade de habitantes de cada estado e a quantidade de cursos de pós-graduação.

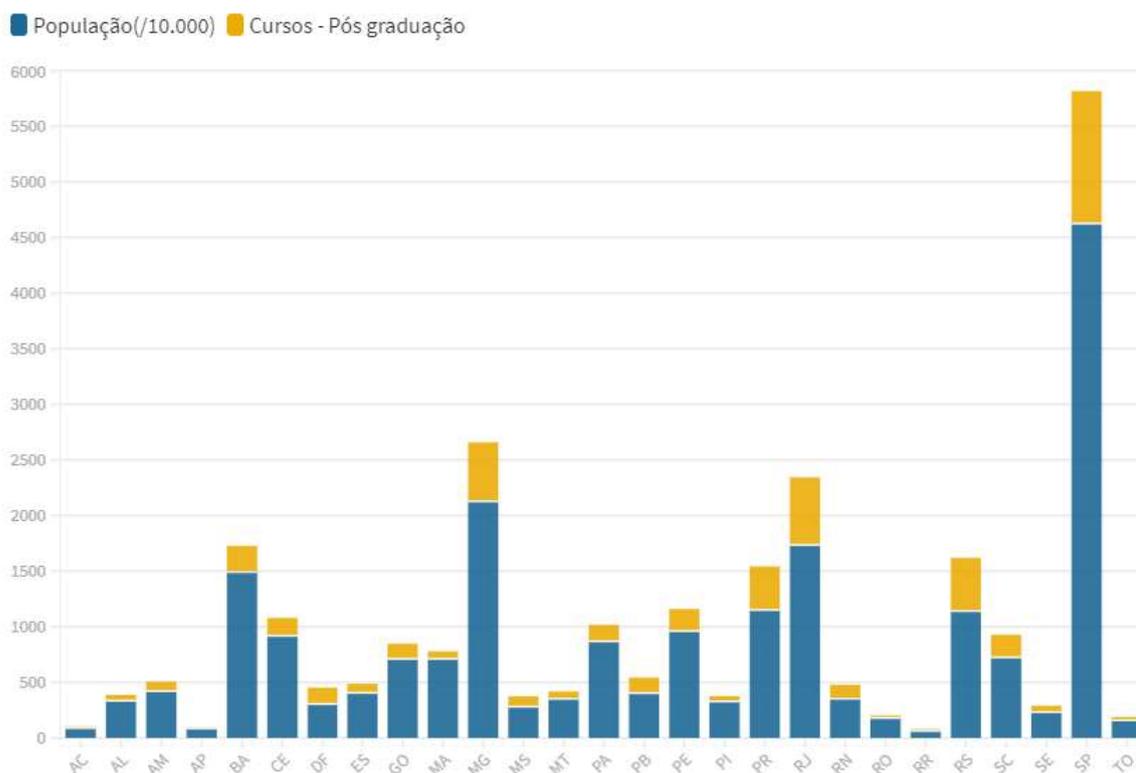


Figura 30 – Correlação de população x cursos de pós-graduação.

Como era de se esperar, na maioria dos casos a proporção entre os dois conjuntos de dados se equivalem, como o caso de São Paulo que possui a maior quantidade de cursos ofertados e a maior quantidade de habitantes no estado. Ressalta-se o estado do Rio de Janeiro, em que apesar de representar o terceiro estado mais populoso do Brasil, representa o segundo estado com maior oferta de cursos de pós-graduação, ficando à frente do estado de Minas Gerais. Observou-se também que o estado do Rio grande do Sul é menos populoso que o estado da Bahia, porém possui maior quantidade de cursos de pós-graduação.

Neste capítulo que objetivou apresentar indícios sobre fatores que influenciam o Êxodo Científico Brasileiro foi possível identificar o quanto o tamanho da população influencia na quantidade de cursos de graduação ofertados em um determinado estado

ou uma cidade. Evidenciou-se também que a quantidade de cursos de graduação possui grande superioridade comparada a quantidade de cursos de pós-graduação. Já ao efetuar a correlação de dados entre população e cursos de pós-graduação, observou-se o quanto os estados que compõem a região Sudeste, bem como o estado do Rio Grande do Sul se destacam por possuírem uma maior quantidade de cursos ofertados.

8 Considerações

Neste capítulo são abordadas principais contribuições deste trabalho (Seção 8.1), as publicações obtidas com os resultados encontrados (Seção 8.2), e possíveis trabalhos futuros (Seção 8.3).

8.1 Contribuições

A partir dos resultados obtidos foi possível verificar a viabilidade em adotar os currículos cadastrados na Plataforma Lattes como fonte de dados para análises sobre como ocorre o Êxodo Científico brasileiro.

A escolha do grupo de doutores se caracteriza como uma parcela significativa de todo o conjunto de dados cadastrados na Plataforma Lattes, tendo em vista que são os indivíduos com maior nível de formação acadêmica concluída. Percebeu-se também que em geral seus currículos são recentemente atualizados e a maioria possui endereço profissional cadastrado.

Pela caracterização geral realizada foi possível perceber como algumas grandes áreas como Ciências da Saúde e Ciências Humanas são bem mais representativas, em detrimento de outras como a grande área de Linguística, Letras e Artes que possui a menor quantidade de indivíduos. Além disso, como era de se esperar também ficou nítido como a região sudeste concentra a grande maioria dos doutores brasileiros, fato este influenciado diretamente pela concentração das principais universidades públicas do país, e de uma maior oferta de oportunidades para atuação profissional.

Após a realização da caracterização geral do conjunto de indivíduos a serem analisados, a próxima etapa do trabalho foi a obtenção dos dados de geolocalização de todas as instituições em que os doutores se capacitaram em algum nível de formação acadêmica, ou de onde estão atuando profissionalmente.

Após a obtenção dos dados de geolocalização das instituições, identificou-se a distância média percorrida pelos indivíduos ao longo de sua formação acadêmica, além de identificar a mediana das distâncias entre os níveis de formação, sendo observado que em média as distâncias percorridas foram pequenas, e que muitas das vezes os indivíduos optaram em se capacitar na mesma instituição, principalmente na díade mestrado-doutorado. Traçou-se faixas de distâncias percorridas pelos doutores nos seus respectivos graus acadêmicos, podendo ser observado que a maioria chega a percorrer uma distância menor que 10 quilômetros, e que uma pequena parcela de indivíduos percorre uma distância acima de 10.000 quilômetros. Percebeu-se ainda uma distribuição das distâncias médias

percorridas por estados, podendo assim afirmar que os estados que possuem as maiores distâncias ao longo de sua capacitação, são aqueles que possuem menor número de instituições com programa de pós-graduação.

Notou-se a forte influência de países da Europa e América do Norte ao ser analisada a transição dos autores do doutorado para a atuação profissional, comparados aos países Sul-Americanos, sendo uma das possíveis causas para este fenômeno a oferta de melhores oportunidades e qualidade de ensino. Já o destino de retorno dos brasileiros que estavam em capacitação no exterior, foi possível perceber que a maioria retorna para as cidades que são capitais, sendo influenciados pela maior oferta de oportunidades.

Após obter os dados da caracterização geral, foi possível também com adoção de análise de redes obter um retrato de como são distribuídos os doutores em âmbito nacional e internacional, em que foi possível observar como ocorrem vínculos entre as cidades/estados/países, quando se trata de interações entre as localidades ocupadas pelos doutores ao longo da formação acadêmica, e assim ser possível obter um breve conhecimento de como ocorre as redes de migração.

Logo percebe-se que as capitais brasileiras são influentes no processo de capacitação de indivíduos brasileiros, uma vez que possuem maiores quantidades de universidades federais em que estão a maioria dos programas de pós-graduação e em grande parte possuem melhores ofertas de emprego comparando as cidades do interior. Já a nível internacional, foi possível perceber como algumas localidades possuem grande influência no processo de capacitação no Brasil. Alguns estados brasileiros e alguns países como Estados Unidos, França e Portugal se destacam na análise baseada em redes aqui apresentada como grandes influenciadores, sendo nós centrais e com alto grau de conectividade. Percebe-se também que países sul-americanos são menos influenciadores comparados a países de outros continentes.

Foram calculadas métricas para o entendimento das redes de vínculos, e assim mensurar a quantidade de localidades distintas que os indivíduos ocupam entre as transições dos níveis de formação, e como os nós (localidades) se interagem.

Observou-se como Portugal e Estados Unidos se destacam dos demais países, uma vez que correspondem aos países com maiores quantidades de brasileiros que imigram, sendo justificado na maioria das vezes por facilidades na comunicação por questões do idioma, ou até mesmo melhores oportunidades acadêmicas e profissionais. A maior interação ocorre entre países europeus comparados aos países da América do Sul, sendo uma possível justificativa que os países europeus possuem uma melhor qualidade de ensino e oferta de oportunidades.

Identificou-se ainda o quanto o tamanho da população influencia na quantidade de cursos de graduação ofertados em um determinado estado ou uma cidade. Foi possível

perceber que a dimensão da população induz na quantidade de cursos de pós-graduação, principalmente nos estados da região sudeste e no estado do Rio Grande do Sul.

Com isso, a partir da metodologia apresentada neste estudo, foi possível traçar um retrato amplo sobre como ocorre o processo de migração para capacitação no Brasil. Logo com os resultados obtidos no presente estudo diversas outras análises que considerem estes resultados ainda poderão ser realizadas.

8.2 Publicações

A seguir, serão apresentadas produções científicas produzidas a partir de resultados encontrados neste trabalho.

A partir de uma caracterização inicial dos dados, representando somente um quantitativo de dados obtidos, publicou-se o artigo:

- MASCARENHAS, H. A. D.; DIAS, T. M. R. ; DIAS, P. M. . ÊXODO CIENTÍFICO BRASILEIRO: UMA ANÁLISE DO PROCESSO DE MIGRAÇÃO PARA CAPACITAÇÃO NO BRASIL. In: XIII SIMMEC 2018, 2018, Vitória - ES. **Simpósio de Mecânica Computacional**, 2018.

Após, como resultado das pesquisas realizadas, foi possível produzir e publicar os artigos em anais:

- MASCARENHAS, H. A. D.; DIAS, T. M. R. ; DIAS, P. M. . BRAZILIAN SCIENTIFIC EXODUS: AN ANALYSIS OF THE MIGRATION PROCESS FOR TRAINING IN BRAZIL. In: 16th CONTECSI, 2019, São Paulo. **16th CONTECSI**, 2019.
- MASCARENHAS, H. A. D.; DIAS, T. M. R.; DIAS, P. M. Estudo do êxodo científico brasileiro a partir de dados em acesso aberto da Plataforma Lattes In: 10ª Conferência Luso-Brasileira de Ciência Aberta (CONFOA), 2019, Manaus - AM. **Anais...**, 2019.
- MASCARENHAS, H. A. D.; DIAS, T. M. R.; DIAS, P. M.. ANÁLISE DA MOBILIDADE DURANTE O PROCESSO DE FORMAÇÃO ACADÊMICA DOS DOUTORES BRASILEIROS In: ENCONTRO BRASILEIRO DE BIBLIOMETRIA E CIENTOMETRIA, 7., 2020. **Anais...** Salvador: UFBA, 2020.
- MASCARENHAS, H. A. D.; DIAS, T. M. R.; DIAS, P. M. Análise da Mobilidade Acadêmica Brasileira Baseada em Dados Curriculares da Plataforma Lattes In: 11ª Conferência Luso-Brasileira de Ciência Aberta (CONFOA), 2020, Braga – PT. **Anais...**, 2020.

Com uma pesquisa com foco em doutores brasileiros da Grande Área das Engenharias, a partir do tratamento dos dados neste trabalho, publicou-se o artigo:

- MASCARENHAS, H. A. D.; DIAS, T. M. R.; DIAS, P. M. ANALYSIS OF THE PROCESS OF ACADEMIC FORMATION OF DOCTORS IN ENGINEERING IN BRAZIL In: XL

Ibero-Latin-American Congress on Computational Methods in Engineering (CILAMCE 2019), 2019, Natal - RN. **Anais...**, 2019.

Ainda em consequência da análise relacionada a caracterização geral, cujo o conteúdo foi apresentado na Confoa 2019 (10ª Conferência Luso-Brasileira de Ciência Aberta), os autores receberam um convite para envio de uma versão estendida do artigo para o periódico **Ciência da Informação**. O artigo foi publicado na terceira edição, volume 48 de 2020:

- MASCARENHAS, H. A. D.; DIAS, T. M. R. ; DIAS, P. M. . Estudo do êxodo científico brasileiro a partir de dados em acesso aberto da Plataforma Lattes. **CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO (ONLINE)**, v. 48, p. 230-237, 2020

Em consequência do trabalho apresentado no EBBC (ENCONTRO BRASILEIRO DE BIBLIOMETRIA E CIENTOMETRIA) os autores receberam um convite para o envio de uma versão estendida do artigo para a coletânea **Diálogos sobre bibliometria e cientometria**, a ser editada pela Edufba, em que se encontra em revisão.

Uma versão estendida do artigo publicado na Confoa 2020 (11ª Conferência Luso-Brasileira de Ciência Aberta) foi publicada no periódico Páginas a&b. O artigo foi publicado em edição especial, série 3 de 2021:

- MASCARENHAS, Higor Alexandre Duarte; DIAS, Thiago Magela Rodrigues; DIAS, Patrícia Mascarenhas. ANÁLISE DA MOBILIDADE ACADÊMICA BRASILEIRA BASEADA EM DADOS CURRICULARES DA PLATAFORMA LATTES. **Páginas a&b: arquivos e bibliotecas**, p. 236-237, 2021.

Após efetuar as análises baseadas em redes de vínculos a nível nacional, ocorreu a publicação no periódico AWARI na primeira edição, volume 1 de 2020:

- MASCARENHAS, H. A. D. ; DIAS, T. M. R. ; DIAS, P. M. . Adoção de Técnicas de Análises de Redes para Compreensão do Processo de Capacitação no Brasil. **AWARI**, v. 1, p. 45-58, n. 1, 2020.

Ainda com resultados baseados em análises de redes de vínculos, porém internacionais, no ano de 2021 os autores apresentaram um trabalho na Conferência EAI DIONE 2021 e como consequência, receberam o convite para publicar em um capítulo de livro:

- Mascarenhas H.A.D., Dias T.M.R., Dias P.M. (2021) A Study on the Process of Migration to Training in Brazil: Analysis Based on Academic Education Data. In: Bisset Álvarez E. (eds) Data and Information in Online Environments. DIONE 2021. Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social Informatics and Telecommunications Engineering, vol 378., p. 26-40 **Springer**, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-77417-2_2

Também na Conferência EAI DIONE 2021 os autores foram convidados para envio

de uma versão estendida do artigo para o periódico **Iberoamerican Journal of Science Measurement and Communication (IJSMC)**, que encontra-se em revisão.

Com o restante dos resultados encontrados, ainda no ano de 2021, possibilitou efetuar o envio de artigos para três eventos: XII Encontro EDICIC Costa Rica 2021 que está aceito; XXI ENANCIB (em avaliação) e ao Widat 2021 (em avaliação).

8.3 Trabalhos Futuros

Como consequência deste estudo, diversas outras análises poderão ser realizadas, como por exemplo, a integração dos dados extraídos dos currículos da Plataforma Lattes com outros repositórios de dados.

Como trabalhos futuros, pretende-se extrair os dados em acesso aberto da Capes, que contém dados e informações sobre a pós-graduação brasileira, sobre a formação de professores para educação básica e outros temas relacionados à educação, bem como, a relação dos bolsistas brasileiros principalmente, docentes da pós-graduação do Brasil.

Além do conjunto de dados abertos da CAPES uma possível integração do conjunto de dados com o repositório de dados disponibilizado pela CNPq, contendo dados referentes a bolsas e auxílios pagos para estudantes de pós-graduação e pesquisadores, surge como uma oportunidade para melhor compreensão e influência desses incentivos no processo de migração para capacitação.

Novos estudos que considerem as áreas de atuação dos doutores brasileiros poderão ser realizados. Tais estudos são importantes pois poderão considerar todas as particularidades que cada uma dessas áreas possui, permitindo ainda análises comparativas e possíveis influências no processo de capacitação.

A realização de trabalhos que considerem janelas temporais também surge como um importante estudo para avaliar o processo de migração ao longo dos anos. A análise baseada em períodos demonstrando a influência de algumas cidades/instituições na capacitação dos indivíduos brasileiros, poderá mensurar como ocorre a evolução das cidades/instituições no processo de formação/atuação.

Além disso, a proposta de métricas no processo de formação acadêmica se apresenta como uma possibilidade para classificação ou ranqueamento considerando para isso dados sobre o processo de migração como fonte de dados.

Referências

ABEL, G. J.; SANDER, N. Quantifying global international migration flows. **Science**, American Association for the Advancement of Science, v. 343, n. 6178, p. 1520–1522, 2014. Citado na página 11.

ALMEIDA, G. Z. R. **Fluxos migratórios: a distribuição da população de cada estado pelo país**. 2017. Acessado: 20-04-2021. Disponível em: <<https://www.jornal.com.br/grafico/2017/12/01/Fluxos-migrat...>> Citado na página 1.

ANDRADE, R. de O. O impacto da circulação de cérebros. **Revista Fapesp**, p. 18–25, sep 2019. Citado na página 14.

ARAÚJO, E. R.; SILVA, S. M. F. Ecos do tempo. a mobilidade de investigadores e estudantes brasileiros em portugal. **Sociologias**, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Curso de Pós-Graduação em Psicologia, v. 16, n. 37, p. 218–250, 2014. Citado na página 11.

AVEIRO, T. M. M. O programa ciência sem fronteiras como ferramenta de acesso À mobilidade internacional. **Tear: Revista de Educação Ciência e Tecnologia**, v. 3, n. 2, 2014. Citado 2 vezes nas páginas 1 e 11.

BARABÁSI, A.-L.; ALBERT, R.; JEONG, H. Scale-free characteristics of random networks: the topology of the world-wide web. **Physica A: statistical mechanics and its applications**, Elsevier, v. 281, n. 1-4, p. 69–77, 2000. Citado na página 6.

CHAVES, L. C. R. et al. **Analisando a mobilidade de pesquisadores através de registros curriculares na Plataforma Lattes**. 115 f. Monografia (Dissertação) — Universidade Federal da Paraíba, Paraíba, 2016. Citado na página 18.

DEMARTINI, M. **Falta de oportunidades mantém cientistas brasileiros no exterior**. 2017. Acessado: 20-04-2021. Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/ciencia/falta-de-oportunidades-mantem-cientistas-brasileiros-no-exterior/>>. Citado na página 1.

DEROY-PINEAU, F. **Reseaux sociaux: bibliographie commentée**. Montréal: **Université Montréal**, 1994. Citado na página 5.

DIAS, P. M.; DIAS, T. M. R.; MOITA, G. F. Uma análise da colaboração científica dos autores com publicações em periódicos de acesso aberto. **Ciência da Informação**, v. 48, n. 3, p. 328–334, 2019. Citado na página 17.

DIAS, T. M.; MOREIRA, T. H.; DIAS, P. M. Fomento à pesquisa científica no brasil: a colaboração dos pesquisadores de excelência. **Parcerias Estratégicas**, v. 24, n. 48, p. 151–166, 2020. Citado na página 17.

DIAS, T. M. R. **Um Estudo da Produção Científica Brasileira a partir de Dados da Plataforma Lattes**. 181 p. Tese (Doutorado em Modelagem Matemática e Computacional) — Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Setembro 2016. Citado 3 vezes nas páginas 2, 6 e 19.

DIGIAMPIETRI, L. A. **Análise da rede social acadêmica brasileira**. 160 f. Tese (Livre Docência) — Universidade de São Paulo, 2015. Citado na página 19.

FERRAZ, R. R. N.; QUONIAM, L.; MACCARI, E. A. The use of scriptlattes tool for extraction and on line availability of academic production from a departament of stricto sensu in management. **11th International Conference on Information Systems and Technology Management – CONTECSI**, p. 663–679, 2014. Citado na página 16.

FRANCO, M. Globalização, internacionalização e cooperação interinstitucional. **SOARES, MSA Educação Superior no Brasil, Instituto Internacional para a Educação Superior na América Latina e no Caribe-IESALC-Unesco-Caracas**, p. 305–327, 2002. Citado na página 11.

FRIEMEL, T. N. Social network analysis. **The International Encyclopedia of Communication Research Methods**, Wiley Online Library, p. 1–14, 2017. Disponível em: <http://www.friemel.com/docs/Friemel_2017_Social%20Network%20Analysis.pdf>. Acesso em: 17 jul. 2021. Citado na página 5.

GABARDO, A. C. **Análise de redes sociais: uma visão computacional**. [S.l.]: Novatec Editora, 2015. Citado na página 8.

GUERREIRO, A. J. C. **Análise de redes sociais: Aplicação a uma rede de clientes**. 73 f. Monografia (Dissertação) — Faculdade de Economia, Universidade do Porto, São Paulo, 2012. Citado na página 8.

HOUAISS, A.; VILLAR, M.; FRANCO, F. M. de M. **Dicionário Houaiss da língua portuguesa**. [S.l.]: Objetiva Rio de Janeiro, 2001. Citado na página 4.

JONKERS, K.; TIJSSSEN, R. Chinese researchers returning home: Impacts of international mobility on research collaboration and scientific productivity. **Scientometrics**, Springer, v. 77, n. 2, p. 309–333, 2008. Citado na página 2.

LANE, J. Let's make science metrics more scientific. **Nature**, Nature Publishing Group, v. 464, n. 7288, p. 488, 2010. Citado na página 19.

LOMBAS, M. L. D. S. A mobilidade internacional acadêmica: características dos percursos de pesquisadores brasileiros. **SciELO**, v. 19, n. 44, p. 308–333, jan 2017. Citado 2 vezes nas páginas 1 e 2.

MARQUES, F. Registros valiosos. **Pesquisa Fapesp**, p. 34–37, jul 2015. Citado 2 vezes nas páginas 16 e 19.

MARTELETO, R. M. Análise de redes sociais-aplicação nos estudos de transferência da informação. **Ciência da informação**, SciELO Brasil, v. 30, n. 1, p. 71–81, 2001. Citado na página 5.

MATOS, R.; BRAGA, F. Redes sociais, redes territoriais e migrações. **Anais do XIV Encontro Nacional de Estudos Populacionais**, p. 1–21, 2016. Citado na página 6.

MAZZA, D. Mobilidade humana e educação: os estudantes estrangeiros na unicamp. **Cadernos CERU**, v. 22, n. 1, p. 239–256, 2011. Citado na página 4.

MEDEIROS, C. B.; MENA-CHALCO, J. The dynamics of multidisciplinary research networks-mining a public repository of scientists cvs. In: **WORLD SOCIAL SCIENCE FORUM 2013. Social Transformations and the Digital Age**. Canada, Montreal, 2013. p. 1–17. Citado na página 16.

- MENA-CHALCO, J. P. et al. Brazilian bibliometric coauthorship networks. **Journal of the Association for Information Science and Technology**, Wiley Online Library, v. 65, n. 7, p. 1424–1445, 2014. Citado na página 16.
- MOREIRA, J. R.; MUELLER, S. P. M.; FILHO, J. L. V. Produção científica dos membros dos grupos de pesquisa das áreas de informação no Brasil. **Informação & Informação**, v. 25, n. 1, p. 1–20, 2020. Citado na página 17.
- NETO, H. P. A imagem da imprensa sobre a emigração brasileira. **Estudos Avançados**, SciELO Brasil, v. 20, n. 57, p. 25–39, 2006. Citado na página 4.
- NEWMAN, M. **Networks**. [S.l.]: Oxford university press, 2010. Citado na página 8.
- OLIVEIRA, J. G.; DIAS, T. M. R.; MOITA, G. F. Uma análise dos principais tópicos de pesquisas investigados pelos pesquisadores doutores brasileiros. **Em Questão**, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Biblioteconomia e Comunicação, v. 24, n. 2, p. 55–82, 2018. Citado na página 17.
- PIERRO, B. de. Circulação limitada. **Pesquisa Fapesp**, p. 36–39, jan 2016. Citado na página 12.
- RANKING Universitário Folha 2019. 2019. Acessado em: 25-07-2019. Disponível em: <<https://ruf.folha.uol.com.br/2019/lista-universidades-instituicoes/universidade-federal-do-rio-de-janeiro-586.shtml>>. Citado na página 50.
- RUIZ-SANTACRUZ, J. S. Sistemas migratorios latinoamericanos y desarrollo humano: el alcance de usar el análisis de redes sociales. **Redes. Revista hispana para el análisis de redes sociales**, v. 30, n. 1, p. 79–87, 2019. Citado na página 13.
- SACHINI, E. et al. Should i stay or should i go? using bibliometrics to identify the international mobility of highly educated greek manpower. **Scientometrics**, Springer, v. 125, n. 1, p. 641–663, 2020. Citado na página 14.
- SEVERINO, J. R. Migrar/emigrar/imigrar: algumas reflexões sobre cultura e território. **VIII ENECULT, Anais. Salvador**, august 2012. Citado na página 4.
- SILVA, F.; SMIT, J. Organização da informação em sistemas eletrônicos abertos de informação científica & tecnológica: análise da plataforma lattes. **Perspectivas em ciência da informação**, v. 14, n. 1, p. 77–98, 2009. Citado na página 19.
- SILVA, P. de S.; QUEIROZ, S. N. de. Migração intraestadual no rio grande do norte. **Idéias**, v. 11, p. e020008, maio 2020. Citado na página 14.
- SILVA, T. H. et al. The impact of academic mobility on the quality of graduate programs. **D-Lib Magazine**, Corporation for National Research Initiatives, v. 22, n. 9/10, 2016. Citado na página 12.
- SOUZA, Q.; QUANDT, C. Metodologia de análise de redes sociais. **Perspectiva**, p. 31–63, 2008. Citado 2 vezes nas páginas 5 e 6.
- SPEARS, E. O valor de um intercâmbio: Mobilidade estudantil brasileira, bilateralismo & internacionalização da educação (tradução). **Revista Eletrônica de Educação**, v. 8, n. 1, p. 151–163, 2014. Citado na página 12.

SUBUHANA, C. **Estudar no Brasil: imigração temporária de estudantes moçambicanos no Rio de Janeiro**. 211 f. Monografia (Doutorado em Serviço Social) — universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005. Citado na página 4.

UNIT, Q. I. **QS World University Rankings**. 2021. Acessado: 20-04-2021. Disponível em: <<https://www.topuniversities.com/university-rankings/world-university-rankings/2021>>. Citado na página 56.

VACCARIO, G.; VERGINER, L.; SCHWEITZER, F. The mobility network of scientists: analyzing temporal correlations in scientific careers. **Applied Network Science**, Springer, v. 5, n. 1, p. 1–14, 2020. Citado na página 15.

VERGINER, L.; RICCABONI, M. Cities and countries in the global scientist mobility network. **Applied Network Science**, Springer, v. 5, n. 1, p. 1–16, 2020. Citado na página 15.

VIOTTI, E. B. et al. Mestres e doutores 2015: Estudos da demografia da base técnico-científica brasileira. In: _____. first. [S.l.]: CGEE, 2016. cap. 4. Citado na página 13.

WASSERMAN, S.; FAUST, K. et al. **Social network analysis: Methods and applications**. [S.l.]: Cambridge university press, 1994. v. 8. Citado 2 vezes nas páginas 5 e 6.

WEISZFLOG, W. **Michaelis: moderno dicionário da língua portuguesa**. [S.l.]: Melhoramentos, 1999. Citado na página 4.