

ANALYSIS OF THE ACADEMIC FORMATION PROCESS OF PHD'S IN ENGINEERING IN BRAZIL

Higor A. D. Mascarenhas

higoralexandre1996@gmail.com

CEFET-MG

Av. Amazonas, 7675 - Nova Gameleira, Belo Horizonte, 30510-000, MG, Brasil

Thiago M. R. Dias

thiagomagela@gmail.com

CEFET-MG

Av. Amazonas, 7675 - Nova Gameleira, Belo Horizonte, 30510-000, MG, Brasil

Patricia M. Dias

patricia.dias@uemg.br

UEMG

Av. Paraná, 3001 - Jardim Belvedere I, Divinópolis, 35501-170, MG, Brasil

Abstract. The exodus of individuals for various reasons or circumstances has been growing significantly in recent years in the Brazilian and worldwide scenario. One of the reasons identified for this migratory flow is the academic formation of these individuals who seek to qualify in higher quality educational institutions. Therefore, this work will correspond to the type of qualitative and quantitative research, whose objective will be to analyze how the scientific exodus of Ph'd engineers occurs in Brazil, in which individuals from different localities of the country migrate in search of a better academic and scientific formation. It will be necessary to extract academic data from the curricula of this set of individuals registered in the Lattes Platform. Thus, the set to be analyzed will be all individuals with doctorate degree completed in the Engineering Areas. Then, the data will be filtered, selecting the relevant attributes to the research, and finally the data will be processed in order to find the geographical location of the institutions in which they trained. As result it will be possible to make a portrait about how the Brazilian scientific exodus occurs with the set of individuals analyzed.

Keywords: Lattes platform, Brazilian scientific exodus, Migratory flow, Data analysis.

1 Introdução

A emigração de brasileiros para outros países e migração 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 [1]). Em muitos casos, brasileiros saem em busca de emprego, ou estudos, visando sempre qualidade de vida.

Um dos principais motivos para migração é 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 [2]). 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 aluno 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 Demartine [3] 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 imigração 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 é o Ciência Sem Fronteiras, por se referir a um programa que ampara 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 [4]). Hoje com apenas 5.000 bolsas disponíveis, 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 quantiquantitativo sobre o êxodo de engenheiros brasileiros que partiram do seu estado de nascimento para outros estados e/ou aqueles que foram para outros países em busca de capacitação. Para extração dos dados de estudantes brasileiros da grande área das Engenharias será utilizada o framework LattesDataXplorer (DIAS [5]), ferramenta responsável por extrair e tratar currículos de indivíduos cadastrados na Plataforma Lattes. Atualmente, o repositório de currículos da Plataforma Lattes é direcionado a área acadêmica/científica e profissional possuindo cerca de 6.200.000 de currículos cadastrados.

Logo, o objetivo geral é analisar o êxodo de estudantes brasileiros da grande área das Engenharias durante o seu processo de formação acadêmica, a partir de dados extraídos de seus de currículos cadastrados na Plataforma Lattes.

Para tanto, foi necessário realizar os seguintes objetivos específicos:

- Extrair os dados da Plataforma Lattes com a ferramenta LattesDataXplorer;
- Selecionar um conjunto representativo para análise;
- Realizar o enriquecimento dos dados com informações de geolocalização;
- Selecionar técnicas de Mineração de Dados para serem aplicadas aos dados obtidos;
- Aplicar as técnicas selecionadas;
- Identificar como ocorre o êxodo científico brasileiro na grande área das Engenharias;

2 Trabalhos correlatos à pesquisa

Aveiro [4] realizou um estudo sobre os indivíduos que participam do programa Ciência Sem Fronteiras. Segundo o autor os estados que mais ingressam estudantes no programa Ciência Sem Fronteiras são as 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. As faculdades que mais possuem 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 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.

Araújo e Silva [6] 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 [7] e foi descoberto que Portugal era o sexto país com maior número de imigrantes brasileiros que possuem bolsa CAPES. Para analisar tais estudantes brasileiros os autores implementaram um questionário, com o objetivo de compreender o porquê da imigração. Pôde ser observado nas respostas dos questionários 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. A maioria dos estudantes brasileiros entrevistados pretendem retornar ao Brasil, mas muitos deles ainda querem conhecer outros lugares antes do regresso.

Chaves et. Al. [8] realizou um estudo de dados da Plataforma Lattes de pesquisadores de pós-graduação, coletando dados da trajetória do pesquisador desde o nascimento até a sua última titulação. No trabalho realizado, o foco principal é voltado para doutores, e durante análises, chegou-se à conclusão que 95% são de origem dos estados 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. A cidade com maior formação de doutores é São Paulo e os continentes com maior número de formação é América do Sul, América do Norte e Europa.

Pierro [9] analisa a mobilidade de pesquisadores e estudantes brasileiros ao longo de sua formação acadêmica. Ressalta-se que 20% dos pesquisadores trabalham, entretanto, a mais de 500 km de distância na instituição de onde ingressou na trajetória acadêmica, em contrapartida, a maioria trabalha cerca de 100 km de distância. Tal mobilidade fez com que pesquisadores entrevistados se envolvessem em várias linhas de pesquisa, tornando assim o trabalho do mesmo mais conhecido, nos locais da sua trajetória. O estudo indica que os estados da região sudeste, principalmente São Paulo, são aqueles que a maioria dos pesquisadores são oriundos da própria região; 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.

Logo, é notório que uma larga escala dos 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. Vale ressaltar também que muitos dos trabalhos relacionados a este projeto, preferem extrair dados dos currículos cadastrados na Plataforma Lattes, por se tratar de uma ferramenta de muita importância para o estudo da produção científica brasileira.

3 Metodologia

Como principal fonte de dados foi utilizado o repositório curricular cadastrado na Plataforma Lattes. A justificativa da escolha da Plataforma se trata por: (1) registrar a trajetória e a contribuição de cada estudante, técnico e pesquisador brasileiros cadastrados (MARQUES [10]); (2) representa a experiência do CNPq na integração de base de dados de currículos e de instituições da área de Ciência e tecnologia (SILVA; SMIT [11]); (3) por se tratar de uma importante fonte de dados de alta qualidade com o intuito de medir e avaliar o desempenho acadêmico nacional (LANE [12]).

Apesar de 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. Apesar da viabilidade de acesso individual a cada um dos currículos ser possível através de interface de consulta no portal 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, será utilizado o LattesDataXplorer (DIAS [5]) para extração e tratamento dos dados.

A extração dos dados foi realizada em maio de 2018 totalizando aproximadamente 23.650 currículos de indivíduos da grande Área das Engenharias 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 1.

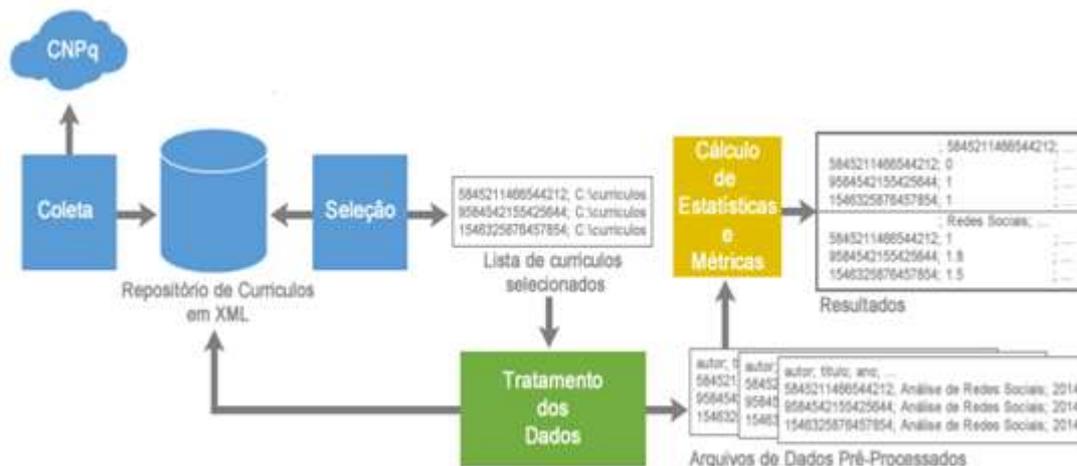


Figura 1 - Visão geral do LattesDataXplorer. Fonte: Dias (2016)

Utilizando o *framework* é possível fazer um refinamento da busca de currículos específicos, baseado em parâmetros como nome, titulação, idioma, nacionalidade, grande área e área de atuação, dentre outros. Sendo gerado listas de currículos que atendem aos parâmetros informados.

Todo o procedimento de extração e tratamento de dados realizado pelo LattesDataXplorer se inicia a partir da aquisição dos códigos de currículos da Plataforma Lattes, baseado no refinamento executado na busca, com o propósito de no futuro estes códigos sejam armazenados localmente (Figura 2). A lista resultada da consulta refinada, possui todos os códigos de identificação de todos os currículos cadastrados, possibilitando ter o acesso individual em cada um destes existentes na Plataforma Lattes.

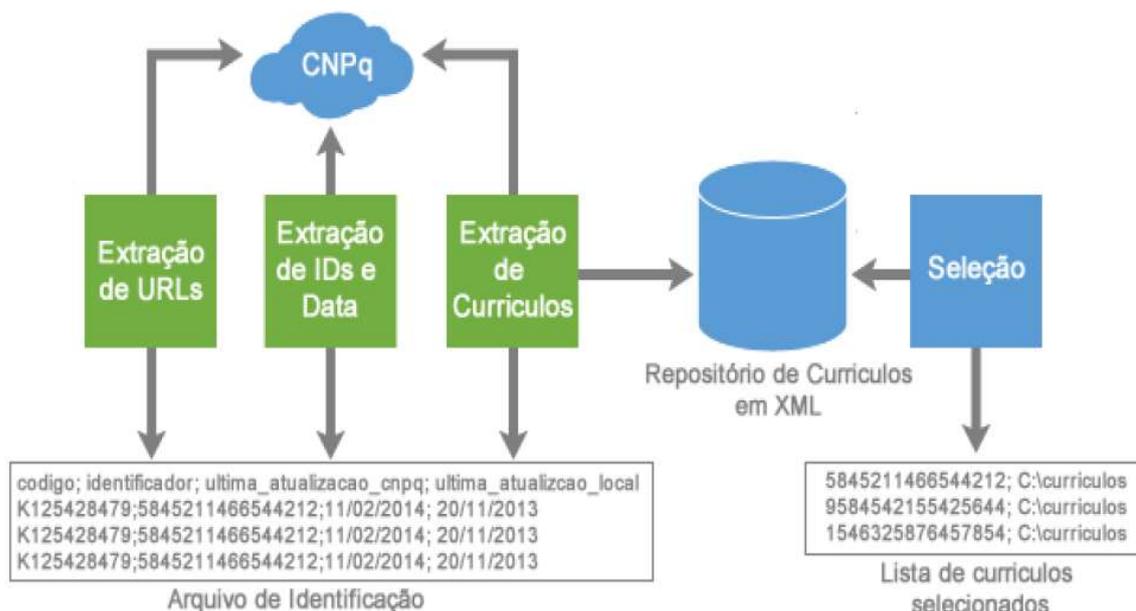


Figura 2 - Componente de coletor do LattesDataExplorer. Fonte: Dias (2016)

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.

Consoante Dias [5], afirma que 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 assim 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 relacionais, buscando um menor custo computacional.

Com todos currículos armazenados localmente, vale ressaltar que se torna mais fácil e flexível a manipulação de dados coletados a partir Plataforma Lattes. A fim de realizar uma análise de dados de grupos específicos, será realizada a etapa de Seleção descrita abaixo.

Na etapa de Seleção é usada a linguagem de consulta XPath (*XML Path Language*) para pesquisa

e posterior geração dos subgrupos. 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 para um determinado tipo de grupo.

Diante do exposto foi coletado somente currículos de doutores, por se tratar do grupo com o maior nível de formação; por se tratar de currículos que estão sempre atualizados e grande parte dos parâmetros necessários para o trabalho estarem registrados em seus currículos.

3.1 Filtragem dos dados

A fim de mapear o êxodo de doutores engenheiros brasileiros cadastrados na Plataforma Lattes, foi efetuada a mineração de dados para filtrar os dados relevantes para esta pesquisa, logo após serem filtrados ocorrerá um tratamento com o intuito de enriquecer os dados para as análises a serem realizadas. A Figura 1 apresenta um aspecto geral do conjunto de componentes que foram desenvolvidos objetivando obter as análises desejadas.

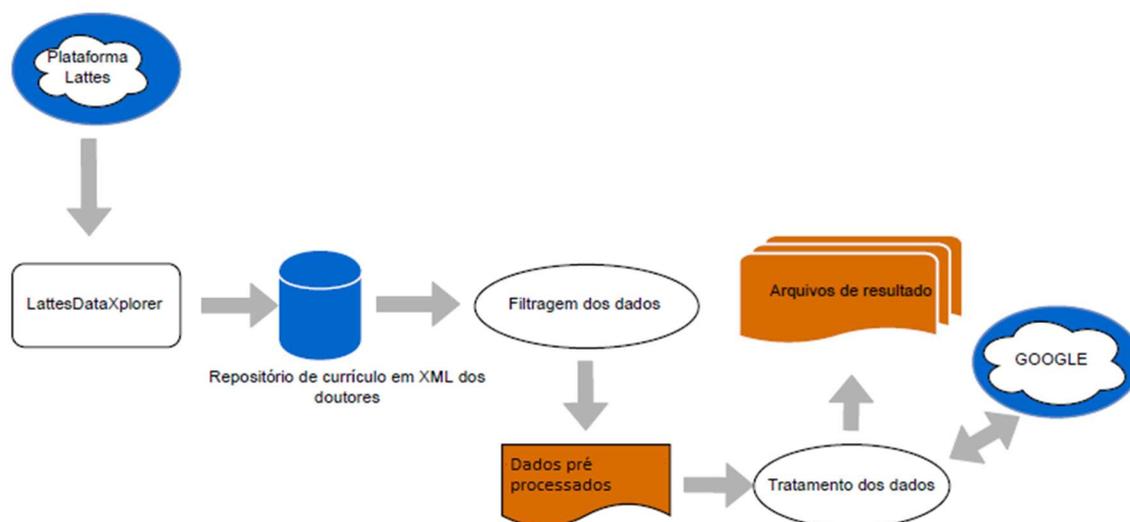


Figura 3 - Aspecto geral do conjunto de componentes utilizados. Fonte: Autores

Após a extração dos dados, ocorre a “filtragem dos dados”. Esta fase é responsável por executar a mineração nos arquivos XML para extrair informações relevantes a pesquisa, armazenando-as em um extrato de dados formatados (Dados pré-processados). Deste modo será definido o conjunto de dados centrais a serem processados. As informações dos currículos possuem: código do indivíduo; estado de nascimento; cidade de nascimento; grande área; área; código, nome e CEP do vínculo atual que o indivíduo trabalha, e possuem também o código de identificação, nome da instituição, início da formação e fim da formação das primeiras formações concluídas, iniciando na graduação até o doutorado.

O Módulo "Tratamento de dados" 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. Esse processo realizará, basicamente três etapas: Busca pela localização geográfica; Limpeza e agrupamento de dados; Normalização dos dados.

- A etapa de "busca pela localização geográfica" é uma tarefa a ser realizada com a finalidade

de geolocalizar uma instituição. Em linhas gerais, a etapa será efetuada da seguinte maneira: ao acessar a API (*Application Programming Interface*) de geolocalização do Google, será enviado o endereço da instituição, para posteriormente ter como retorno a localização geográfica da instituição.

- Na etapa "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*; 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 de currículos com a ausência de dados.

Os "Arquivos de resultado" possuem todos os dados específicos para a realização de algumas análises após as ações realizadas.

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 o êxodo científico brasileiro na grande área das Engenharias.

4 Resultados

Foi possível obter um mapeamento das distâncias percorridas pelos indivíduos ao longo de sua capacitação, a cada nível de formação. Na Tabela 1 é demonstrado o quantitativo de registros obtidos, para ser medida a distância média percorrida pelos indivíduos de um nível de formação acadêmica até outro.

Tabela 1 - Quantidade de registros obtidos.

| Quantidade | Graduação | Mestrado | Doutorado |
|------------|--------------|--------------|--------------|
| Nascimento | 18.317 (77%) | 17.984 (76%) | 18.956 (80%) |
| Graduação | - | 17.081 (75%) | 17.910 (76%) |
| Mestrado | - | - | 18.179 (77%) |
| Total | 23.634 | | |

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 sofrida é dos registros de graduação-mestrado, fato que pode ser justificado pela inserção incorreta de CEP das instituições que foram obtidos os títulos, conforme análises realizadas. Em compensação a menor perda sofrida são dos registros nascimento-doutorado, tal fato se explica, pois, o nascimento é obrigatório no preenchimento quando ocorre cadastro na Plataforma Lattes e também porque o doutorado foi o grupo extraído da Plataforma Lattes para a análise da pesquisa. Tendo em vista a quantidade de registros e a distância média entre cidades que foram realizados um nível de formação até outro, foi possível apresentar na Tabela 2, a distância média em quilômetros entre uma formação até outra.

Tabela 2 -Distância média em Km entre os níveis de formação.

| Distância (Km) | Graduação | Mestrado | Doutorado |
|----------------|-----------|----------|-----------|
| Nascimento | 458,57 | 838,23 | 1.535,42 |
| Graduação | - | 754,80 | 1.572,05 |
| Mestrado | - | - | 1.023,67 |

A tabela apresenta um resultado da distância média de todas as etapas de capacitação dos doutores brasileiros da Grande Área das Engenharias, durante sua formação acadêmica. Pode ser observado que a distância média entre as etapas, tem uma variação considerada. Inicialmente, analisando a distância média de nascimento para graduação é possível perceber a menor distância média na tabela, um dos motivos que isso ocorre é que grande parte das cidades brasileiras possuem instituições que proporcionam ao estudante cursar graduação, e aquelas que não possuem na maioria das vezes, ficam próximas à outras cidades que possuem os cursos neste nível de capacitação de interesse dos estudantes. A maioria das distâncias entre um nível de formação com o subsequente, possuem uma dimensão menor, diferente do intervalo entre mestrado-doutorado, que grande parte das distâncias é igual a zero, conforme pode ser observado na Figura 4, pois grande parte dos indivíduos optam por obter o título de “Doutor” na mesma instituição em que foi realizado o mestrado, e aqueles que não escolhem obter os dois títulos na mesma instituição realizam em instituições mais distantes, o que contribui para que eleve a média entre estes níveis de formação.

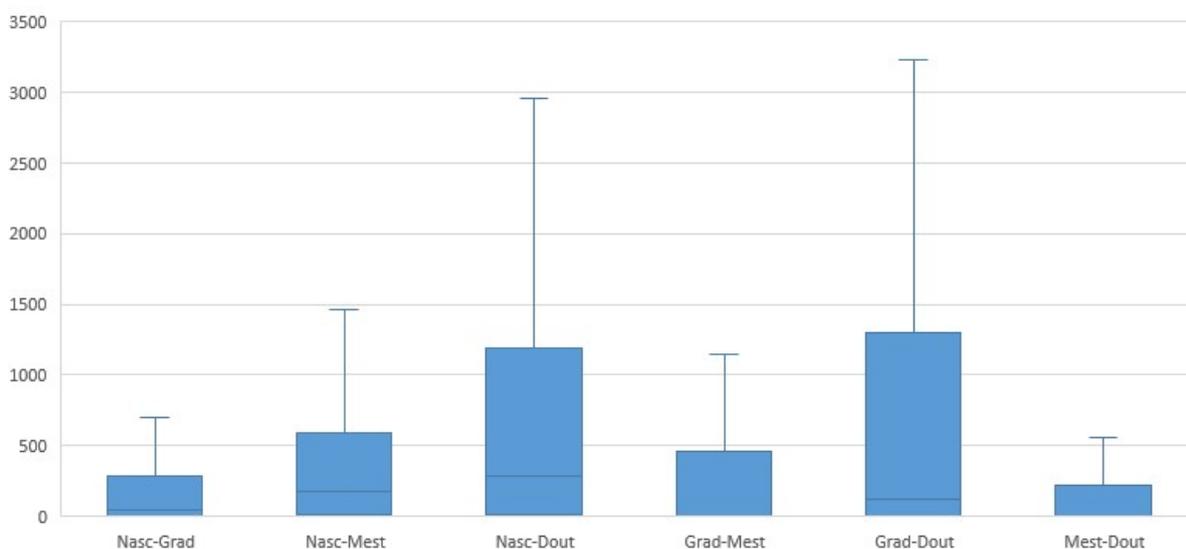


Figura 4 - Distância média entre os níveis de formação.

A Figura apresenta as medianas das distâncias percorridas pelos indivíduos brasileiros ao longo de sua formação acadêmica, sendo separado entre nascimento-graduação, nascimento-mestrado, nascimento-doutorado, graduação-mestrado, graduação-doutorado e mestrado-doutorado. A maior mediana observada é a de 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. Vale ressaltar também a distância mínima das medianas entre graduação-mestrado e mestrado-doutorado, isso se justifica, pois, os estudantes na maioria das vezes decidem seguir em maior parte dos casos na mesma instituição durante essas transições em seus processos formativos. Foi efetuado também uma análise tornando possível a identificação de distâncias médias em quilômetro por faixas de distâncias (Figura 5).

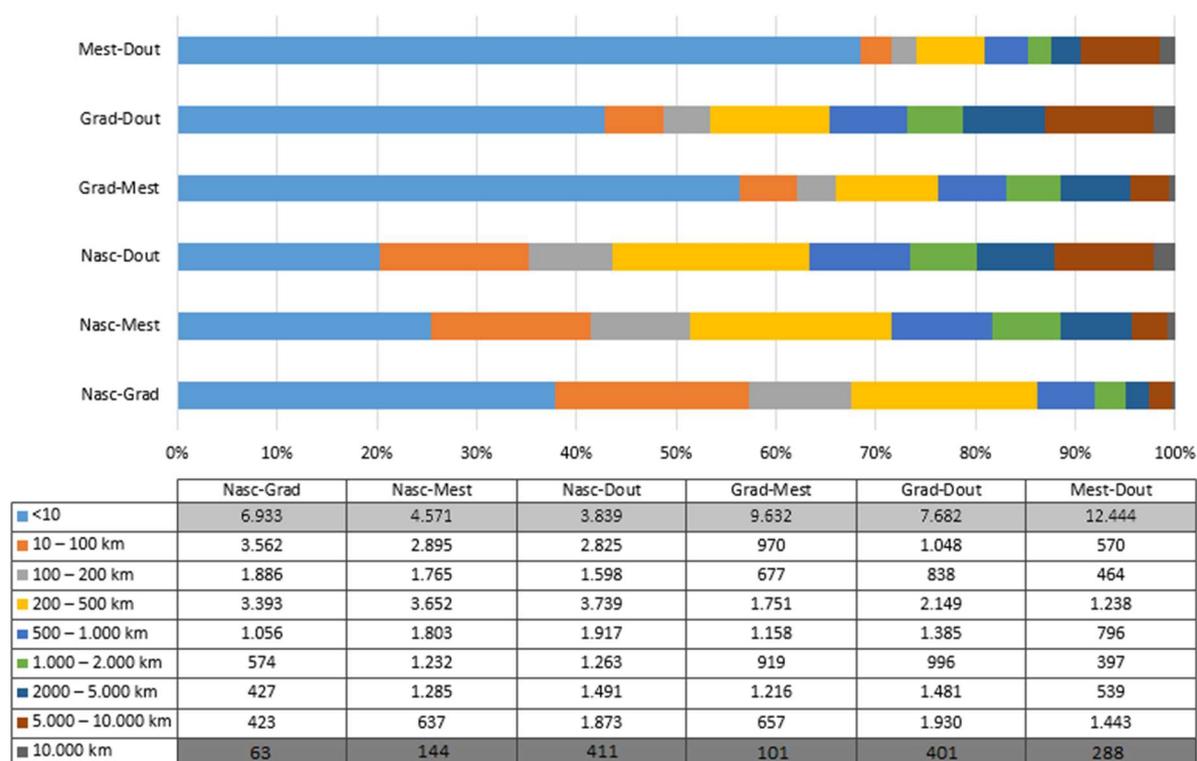


Figura 5 - Distância por faixas entre níveis de formação.

Como pode ser observado, grande parte dos indivíduos (aproximadamente 67%) na transição do nascimento para a graduação não ultrapassam a distância média de 200 quilômetros, um dos motivos, como citado anteriormente, é que a maioria das cidades brasileiras oferecem cursos de graduação, facilitando assim e minimizando o deslocamento do 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 56% e 68% 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.

Deve ser apontado também a menor parte dos indivíduos que optam por realizar um deslocamento superior a 10.000 quilômetros, podendo ser justificado pela maior dificuldade para se ingressar num local tão distante, visto que uma distância assim, só é possível quando se desloca do país.

Observa-se também em que todas as comparações entre as distâncias percorridas pelos níveis de formação, grande parte dos engenheiros optaram por percorrer distâncias menores que 10 quilômetros.

Para identificar e avaliar a distância média que os indivíduos percorreram ao longo de sua formação, também foi estratificado em estados onde eles nasceram, na Tabela 3. Na Tabela pode-se perceber demarcações de cores nas células, em que as cores mais fortes indicam as maiores distâncias percorridas entre um nível de formação a outro, e as cores mais fracas indicam as menores distâncias percorridas.

Tabela 3 - Distribuição das distâncias percorridas em km por estados.

| Estado | Nasc-Grad | Nasc-Mest | Nasc-Dout | Grad-Mest | Grad-Dout | Mest-Dout |
|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| AC | 3.589,30 | 3.466,1 | 3.305,23 | 804,023 | 4.397,38 | 2.047,03 |
| AL | 365,72 | 1.325,03 | 2.074,83 | 1.194,25 | 2.005,97 | 1.051,68 |
| AM | 775,3 | 2.481,07 | 2.945,41 | 2.281,64 | 2.863,81 | 847,03 |
| AP | 810,02 | 1.395,37 | 2.050,53 | 940,48 | 1.532,41 | 996,91 |
| BA | 415,54 | 1.204,81 | 1.843,43 | 1.010,58 | 1.745,76 | 1.179,92 |
| CE | 335,82 | 1.208,71 | 2.040,50 | 1.115,81 | 1.982,33 | 1.334,38 |
| DF | 664,44 | 1.071,44 | 1.873,64 | 869,07 | 1.986,11 | 1.409,75 |
| ES | 350,92 | 847,27 | 1.665,62 | 884,30 | 1.806,60 | 1.120,07 |
| GO | 324,86 | 839,61 | 1.209,18 | 657,66 | 1.151,87 | 702,07 |
| MA | 439,5 | 1.501,3 | 2.242,04 | 1.273,89 | 2.080,55 | 959,75 |
| MG | 215,70 | 454,01 | 1.133,11 | 396,05 | 1.195,8 | 899,84 |
| MS | 533,56 | 947,84 | 1.332,74 | 653,58 | 1.181,69 | 647,40 |
| MT | 366 | 1.205,91 | 1.663,94 | 911,86 | 1.374,41 | 497,28 |
| PA | 416,06 | 1.406,74 | 1.926,79 | 1.121,17 | 1.738,81 | 1.192,67 |
| PB | 186,21 | 586,026 | 1.231,63 | 561,83 | 1.264,76 | 935,31 |
| PE | 250,45 | 912,80 | 1.814,27 | 790,83 | 1.695,66 | 1.197,32 |
| PI | 696,35 | 1.472,97 | 2.116,30 | 1.182,92 | 2.017,50 | 1.050,98 |
| PR | 231,18 | 638,66 | 1.274,44 | 567,48 | 1.255,77 | 892,54 |
| RJ | 572,22 | 548,68 | 1.371,60 | 691,70 | 1.648,33 | 1.178,41 |
| RN | 242,98 | 745,28 | 1.402,46 | 677,98 | 1.371,96 | 1.054,97 |
| RO | 2.154,29 | 2.253,96 | 2.827,16 | 686,52 | 1.486,45 | 141,48 |
| RR | 2.317,69 | 2.847,05 | 2.921,78 | 2.413,75 | 4.168,76 | 1.870,83 |
| RS | 221,01 | 580,70 | 1.576,29 | 439,75 | 1.525,93 | 1.138,92 |
| SC | 230,62 | 497,19 | 1.596,06 | 390,92 | 1.564,97 | 1.301,61 |
| SE | 355,95 | 1.043,10 | 1.394,02 | 859,27 | 1.247,76 | 381,33 |
| SP | 305,64 | 488,826 | 968,62 | 427,47 | 975,38 | 757,47 |
| TO | 1.065,75 | 2.220,48 | 1.809,71 | 1.784,55 | 1.846,23 | 331,93 |

Quando se trata de deslocamento dos indivíduos na etapa do nascimento-graduação, se destaca alguns estados com distâncias maiores, dentre os quais podem ser apontados Acre, Rondônia e Roraima. Uma das justificativas de tal fato, é que possuem pequenas quantidades de instituições, por este motivo, os doutores quando nesta etapa de formação optam por buscar instituições mais distantes. Ao levar em conta nascimento-mestrado, nascimento-doutorado e graduação-doutorado, conseqüentemente ocorre uma elevação considerada nas distâncias, pois são ignoradas algumas etapas de formação, como exemplo no nascimento-mestrado, é ignorado a graduação e levado em conta níveis mais elevados, como nesse exemplo citado, o mestrado, o que faz jus a distância aumentar.

Ao analisar o nível de graduação para o mestrado, Amazonas e Roraima que possuem as maiores distâncias médias. Roraima pode ser justificado por se tratar de um dos três estados com menor número de universidades, já Amazonas, por ser o estado que possui maior território brasileiro, sendo assim o deslocamento entre os indivíduos para cidades do mesmo estado, pode acarretar no aumento da distância média. Ao ser observado as distâncias médias do deslocamento do nível de formação mestrado para doutorado, foi possível verificar, que os estados que possuem maiores distancias de deslocamentos são Acre, Distrito Federal, Ceará respectivamente, em que todos estes estados possuem uma distância média superior em quilômetros comparados aos outros estados, podendo ser a falta de cursos de doutorado nesta região com uma hipótese para tal fenômeno.

Um estado que se destaca dos demais, e que seus valores de distância média na maioria das vezes são acima dos outros, é o estado do Acre, uma vez que possui poucas universidades e conseqüentemente ofertas de cursos.

5 Considerações Finais

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 de doutores engenheiros.

Foi possível identificar 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 as distâncias percorridas foram pequenas, e que muitas das vezes os indivíduos optaram em se capacitar na mesma instituição. Traçou-se faixas de distâncias percorridas pelos doutores nos seus respectivos graus acadêmicas, podendo ser observado que a maioria do comprimento de um grau de formação a outro, a distância chega a ser menor que 10 quilômetros, e que uma pequena parte de indivíduos percorrem uma distância acima de 10.000 quilômetros. Percebeu-se ainda uma distribuição das distâncias média 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.

Agradecimentos

Os autores agradecem o CEFET-MG e a Fapemig pelo auxílio nas pesquisas.

Referências

- [1] ALMEIDA, G. Z. R. Fluxos migratórios: a distribuição da população de cada estado pelo país. 2017. Disponível em: <<https://www.nexojornal.com.br/grafico/2017/12/01/Fluxos-migrat...>>.
- [2] 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.
- [3] DEMARTINI, M. Falta de oportunidades mantém cientistas brasileiros no exterior. 2017. Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/ciencia/falta-de-oportunidades-mantem-cientistas-brasileiros-no-exterior/>>.
- [4] 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.
- [5] DIAS, T. M. R. UM ESTUDO SOBRE A PRODUÇÃO CIENTÍFICA BRASILEIRA APARTIR DE DADOS DA PLATAFORMA LATTES. Tese (Doutorado) — Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, sep 2016.
- [6] 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.
- [7] 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.
- [8] CHAVES, L. C. R. et al. Analisando a mobilidade de pesquisadores através de registros curriculares na plataforma lattes. Universidade Federal da Paraíba, 2016.
- [9] PIERRO, B. de. Circulação limitada. *Pesquisa Fapesp*, p. 36–39, jan 2016.
- [10] MARQUES, F. Registros valiosos. *Pesquisa Fapesp*, p. 34–37, jul 2015.
- [11] 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.
- [12] LANE, J. Let's make science metrics more scientific. *Nature*, Nature Publishing Group, v. 464, n. 7288, p. 488, 2010.