26º ENANCIB
Encontro Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Ciência da Informação
A Amazônia na sociedade global em rede: assimetrias e potencialidades informacionais, tecnológicas e ambientais
Belém, Pará, 09 a 13 de novembro de 2026
Universidade Federal do Pará

ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO
ISSN 2177-3688

GT 7 – Produção e Comunicação da Informação em Ciência, Tecnologia & Inovação

MOBILIDADE INTERNACIONAL DE PESQUISADORES BRASILEIROS: ANÁLISE COM A OPENALEX

INTERNATIONAL MOBILITY OF BRAZILIAN RESEARCHERS: AN ANALYSIS WITH OPENALEX

Bruna de Paula Fonseca – Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ)
Thiago Rodrigues Dias Magela – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET)
Deise Schroder Sarzi – Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ)

Modalidade: Trabalho Completo

Resumo: A mobilidade acadêmica internacional é reconhecida como um dos principais mecanismos de produção e circulação do conhecimento científico, com implicações relevantes para os sistemas nacionais de ciência, tecnologia e inovação. No caso brasileiro, os estudos disponíveis restringem-se a programas específicos de fomento ou a áreas do conhecimento delimitadas, frequentemente baseados em bases de dados proprietárias com cobertura restrita. Este trabalho tem como objetivo descrever os padrões de mobilidade internacional de pesquisadores brasileiros em todas as áreas do conhecimento, com base em um pipeline metodológico original desenvolvido para identificar e classificar movimentos de entrada, saída, retorno e circulação internacional a partir dos vínculos institucionais registrados na OpenAlex. Foram processados 2.028.474 perfis de pesquisadores, dos quais 291.664 foram classificados como elegíveis após aplicação de critérios metodológicos de qualidade e consistência. Os resultados descrevem os padrões de mobilidade desse subconjunto específico de pesquisadores. Os pesquisadores foram classificados em cinco categorias de mobilidade: Não Migrantes (48,73%), Migrantes de Retorno (41,64%), Imigrantes (2,52%), Migrantes Transitórios (0,62%) e Emigrantes (0,26%). A análise das matrizes de transição identificou 115.639 movimentos entre países, com predominância dos corredores Brasil-Estados Unidos e Brasil-Portugal. Os resultados indicam que a mobilidade científica brasileira é marcada predominantemente por padrões de circulação e retorno, desafiando narrativas de fuga de cérebros. A metodologia proposta é replicável e ancorada

em infraestrutura aberta, representando uma contribuição para a produção de indicadores nacionais de mobilidade científica com maior cobertura, transparência e reprodutibilidade.
Palavras-chave: bibliometria; cientometria; indicadores de C&T; comunicação científica.

Abstract: International academic mobility is widely recognized as one of the main mechanisms for the production and circulation of scientific knowledge, with relevant implications for national science, technology and innovation systems. In the Brazilian case, available studies are restricted to specific funding programs or delimited fields of knowledge, frequently based on proprietary databases with limited coverage. This study aims to describe the international mobility patterns of Brazilian researchers across all fields of knowledge, based on an original methodological pipeline developed to identify and classify inward, outward, return and circular mobility movements from institutional affiliations recorded in OpenAlex. A total of 2,028,474 researcher profiles were processed, of which 291,664 were classified as eligible after the application of quality and consistency criteria. The results describe the mobility patterns of this specific subset of researchers. Researchers were classified into five mobility categories: Non-Migrants (48.73%), Return Migrants (41.64%), Immigrants (2.52%), Transient Migrants (0.62%) and Emigrants (0.26%). Analysis of transition matrices identified 115,639 cross-country movements, with predominance of the Brazil-United States and Brazil-Portugal corridors. The results indicate that Brazilian scientific mobility is predominantly characterized by circulation and return patterns, challenging brain drain narratives. The proposed methodology is replicable and anchored in open infrastructure, representing a contribution to the production of national scientific mobility indicators with broader coverage, transparency and reproducibility.
Keywords: bibliometrics; scientometrics; S&T indicators; scientific communication.

1 INTRODUÇÃO

A mobilidade acadêmica internacional constitui um importante mecanismo de produção e circulação do conhecimento científico, ao ampliar o acesso a infraestruturas de pesquisa, promover a inserção em redes internacionais e favorecer a formação em ambientes científicos diversos (Wagner; Jonkers, 2017). Em países de renda média, como o Brasil, a internacionalização de pesquisadores envolve o desafio de ampliar a inserção internacional sem comprometer a capacidade científica nacional. Nesse contexto, a caracterização sistemática dos fluxos de mobilidade é fundamental para subsidiar estratégias de retenção e reintegração de pesquisadores adequadas às especificidades do sistema nacional de ciência, tecnologia e inovação.

Apesar de sua relevância, os estudos sobre mobilidade acadêmica de pesquisadores brasileiros concentram-se em programas específicos, com base em dados do Currículo Lattes, ou em áreas do conhecimento delimitadas, com base em bases de dados proprietárias (Barbosa; Almeida; Souza; Mena-Chalco, 2025; Biazoli *et al.*, 2025). Ainda não há análises abrangentes que contemplem todas as áreas do conhecimento a partir de infraestruturas de

informação abertas. Nesse cenário, a *OpenAlex* apresenta potencial para suprir essa lacuna devido à sua ampla cobertura internacional, acesso aberto e integração com identificadores persistentes de autores (Culbert *et al.*, 2025).

Este estudo tem como objetivo identificar e classificar padrões de mobilidade internacional de pesquisadores brasileiros a partir de seus vínculos institucionais registrados na *OpenAlex* ao longo de sua trajetória científica. Para isso, um modelo analítico foi desenvolvido especificamente para representar movimentos de entrada, saída, retorno e circulação internacional de pesquisadores. A principal contribuição do trabalho é metodológica: uma estratégia analítica replicável e ancorada em infraestrutura de informação aberta para a produção de indicadores nacionais de mobilidade científica.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A mobilidade acadêmica internacional está associada a benefícios para pesquisadores, instituições e sistemas nacionais de ciência. Entre os efeitos mais documentados destacam-se o aumento da produtividade científica, a ampliação das redes de colaboração, a maior visibilidade da produção científica e o uso mais eficiente de recursos de pesquisa (Rodrigues; Nimrichter; Cordero, 2016; Scellato; Franzoni; Stephan, 2015). Pesquisadores com experiência internacional tendem a publicar mais, em periódicos de maior impacto, e a estabelecer redes colaborativas mais amplas e duradouras do que aqueles sem experiência de mobilidade (Biazoli *et al.*, 2026).

A compreensão dos fluxos de mobilidade científica passou por significativa reformulação conceitual nas últimas décadas. A noção de "fuga de cérebros" (*brain drain*), consolidada nos anos 1960, interpretava a mobilidade internacional como a transferência unidirecional de capital humano qualificado de países periféricos para centros científicos mais desenvolvidos, caracterizados pela maior disponibilidade de recursos e infraestrutura de pesquisa (Albornoz; Polcuch; Alfaraz, 2002). Essa perspectiva tem sido progressivamente substituída pelo conceito de "circulação de cérebros" (*brain circulation*), que reconhece a natureza dinâmica e potencialmente benéfica dos fluxos de mobilidade para países de origem e destino (Scott, 2015). No contexto brasileiro, evidências recentes indicam que uma parcela expressiva dos pesquisadores das ciências da vida e da saúde que realizam experiências internacionais retorna ao país, mantendo níveis de produtividade científica comparáveis aos daqueles que permanecem no exterior (Biazoli *et al.*, 2026).

A análise empírica da mobilidade científica depende da disponibilidade de informações capazes de reconstruir trajetórias acadêmicas ao longo do tempo. Nas últimas décadas, estudos bibliométricos passaram a utilizar registros de afiliação institucional presentes em publicações científicas para identificar mudanças de país ou instituição ao longo da carreira dos pesquisadores (Robinson-Garcia *et al.*, 2019). Essa abordagem possibilita acompanhar fluxos de mobilidade em larga escala e comparar padrões entre países, áreas do conhecimento e períodos temporais. Embora mudanças de afiliação não correspondam necessariamente a deslocamentos físicos, os registros bibliográficos constituem atualmente uma das principais fontes para a produção de indicadores internacionais de mobilidade científica.

A crescente disponibilidade desses dados também favoreceu o desenvolvimento de tipologias mais refinadas para a caracterização dos fluxos de mobilidade. Em contraste com abordagens centradas exclusivamente na emigração ou imigração de pesquisadores, estudos recentes têm buscado distinguir diferentes trajetórias de mobilidade, incluindo movimentos de saída, entrada, retorno e circulação internacional (Robinson-Garcia *et al.*, 2019). Essas categorias permitem compreender a mobilidade científica como um processo dinâmico, marcado por múltiplas transições ao longo da carreira e por vínculos simultâneos ou sucessivos entre diferentes sistemas nacionais de ciência.

A operacionalização dessas abordagens depende da qualidade e da cobertura das infraestruturas de informação disponíveis. Tradicionalmente, os estudos da área têm utilizado bases proprietárias, como *Scopus* e *Web of Science* (Robinson-Garcia *et al.*, 2019; Subbotin; Aref, 2021), cuja cobertura tende a privilegiar a produção científica do Norte Global e a sub-representar publicações em outros idiomas. Mais recentemente, bases abertas como a *OpenAlex* ampliaram as possibilidades de investigação ao disponibilizar informações estruturadas sobre afiliações institucionais e produção científica ao longo do tempo (Culbert *et al.*, 2025; Siraj *et al.*, 2025). Além de favorecer a transparência e a reprodutibilidade das análises, sua cobertura ampla apresenta potencial para representar de forma mais abrangente a produção científica de países historicamente sub-representados em bases bibliográficas tradicionais (Culbert *et al.*, 2025). Apesar dessas vantagens, a utilização da *OpenAlex* em estudos de mobilidade científica ainda permanece limitada, especialmente em análises nacionais e multidisciplinares.

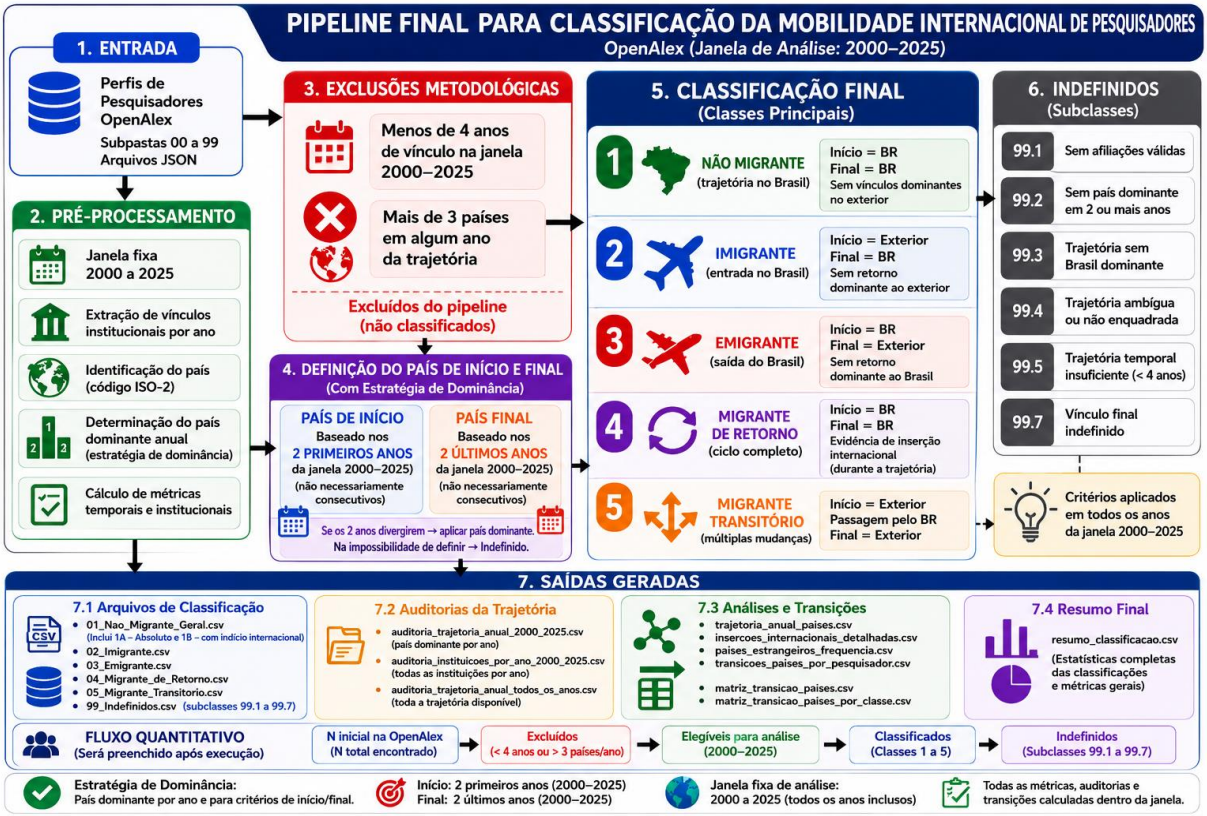
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 DELINEAMENTO DO ESTUDO E FONTE DE DADOS

Trata-se de um estudo quantitativo, descritivo e exploratório, baseado em técnicas de mineração de dados científicos e análise longitudinal de trajetórias acadêmicas. A Figura 1 apresenta o fluxo metodológico adotado, incluindo as etapas de coleta, processamento, modelagem temporal, classificação e geração dos conjuntos analíticos.

A fonte de dados utilizada foi a *OpenAlex*. A coleta foi realizada em março de 2026 por meio de consultas automatizadas à API, recuperando, para cada pesquisador com vínculo a instituições brasileiras: identificadores persistentes, histórico de afiliações institucionais, país de cada instituição e anos associados a cada afiliação. A unidade de análise corresponde ao pesquisador individual. As trajetórias acadêmicas de cada pesquisador foram reconstruídas a partir de seus registros históricos de afiliação institucional disponíveis na *OpenAlex*. Essas informações permitem reconstruir a trajetória institucional de cada pesquisador ao longo do tempo e identificar eventos de mobilidade internacional com base em mudanças no país de afiliação.

Figura 1 - Fluxo metodológico para classificação da mobilidade internacional de pesquisadores utilizando a OpenAlex (2000-2025)



Fonte: elaboração própria (2026).

3.2 CONSTRUÇÃO DA BASE ANALÍTICA

Os perfis recuperados pela API foram consolidados em arquivos JSON e processados para a construção de trajetórias institucionais anuais. A análise considerou uma janela temporal fixa entre 2000 e 2025, sendo desconsiderados vínculos institucionais registrados fora desse período. A adoção dessa janela buscou padronizar a observação das trajetórias e reduzir possíveis vieses associados a registros históricos incompletos.

Após a definição da janela temporal, foram aplicados critérios de elegibilidade. Foram incluídos apenas pesquisadores com pelo menos quatro anos distintos de vínculo institucional no período analisado, de modo a garantir extensão temporal mínima para a identificação de padrões de mobilidade e evitar inferências baseadas em registros pontuais ou esporádicos. Adicionalmente, foram excluídos pesquisadores que apresentaram afiliações associadas a mais de três países distintos em um mesmo ano, devido à elevada ambiguidade na determinação de uma trajetória institucional dominante. Embora múltiplas afiliações sejam fenômenos comuns na ciência atual, a presença simultânea de um número elevado de países em um mesmo ano pode representar situações de coautoria internacional extensa, afiliações temporárias, inconsistências de indexação ou múltiplas colaborações institucionais que dificultam a determinação de uma trajetória dominante.

3.3 MODELAGEM DAS TRAJETÓRIAS INSTITUCIONAIS

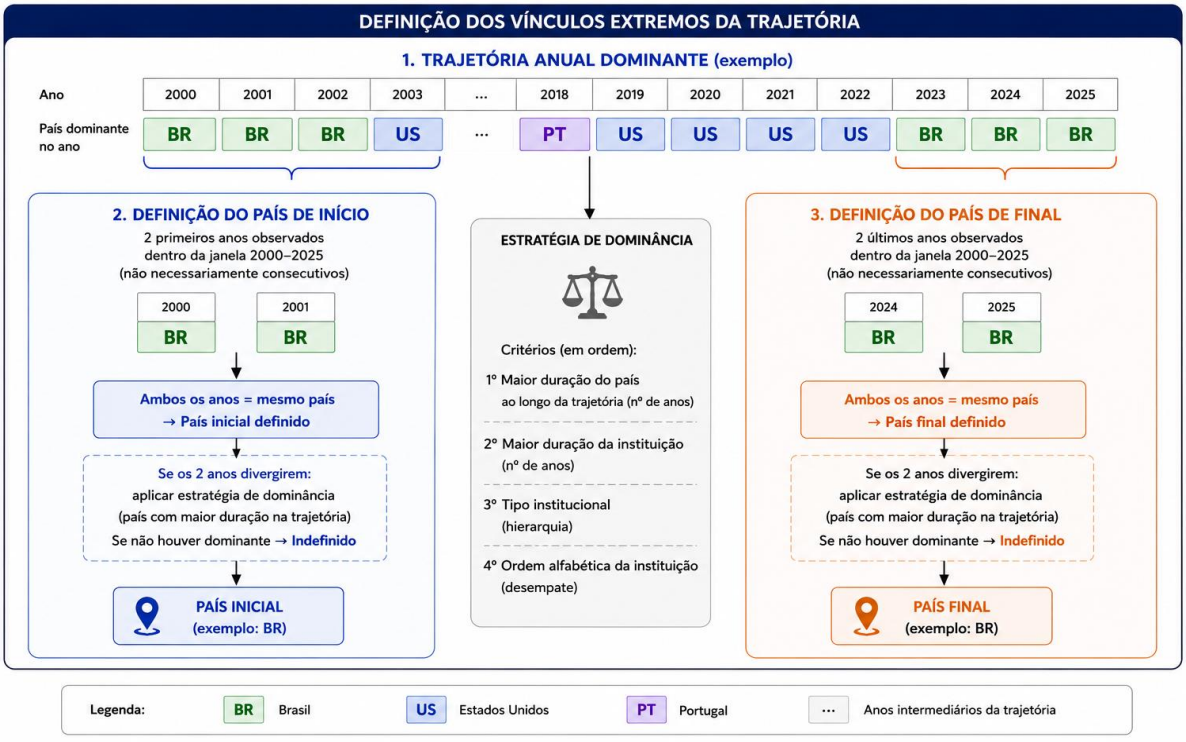
Para cada pesquisador foi construída uma trajetória anual dominante baseada nos países e instituições registrados em suas afiliações. Como um mesmo pesquisador pode apresentar múltiplas afiliações em um mesmo ano, um algoritmo de seleção hierárquica do país e da instituição dominante em cada período. O critério primário foi a duração acumulada do país ao longo da trajetória do pesquisador, medida pelo número de anos em que aquele país esteve presente em suas afiliações. Em caso de empate, utilizou-se a duração acumulada da instituição; persistindo o empate, foram aplicados critérios complementares relativos ao tipo institucional e, por fim, à ordenação nominal da instituição.

Uma vez construída a trajetória anual dominante, foi necessário definir os vínculos institucionais de início e de fim da carreira científica observada na janela temporal. O uso exclusivo do primeiro ou último ano registrado mostrou-se suscetível a ruídos decorrentes de afiliações temporárias, visitas acadêmicas e inconsistências nos registros. Para minimizar esse

problema, foi adotada uma estratégia baseada nos dois primeiros e nos dois últimos anos de vínculo observados dentro da janela temporal analisada (Figura 2).

O país de início da trajetória foi definido a partir dos dois primeiros anos com vínculo institucional registrado na janela de análise, não necessariamente consecutivos. Quando ambos os anos indicavam o mesmo país dominante, este era adotado como país inicial. Em caso de divergência, aplicava-se a estratégia de dominância baseada na duração acumulada do país ao longo da trajetória. Quando não era possível estabelecer um país dominante de forma inequívoca, o pesquisador era alocado em uma categoria de indefinição. O país final da trajetória foi definido de maneira análoga, com base nos dois últimos anos com vínculos institucionais observados, seguindo os mesmos critérios de resolução de divergências.

Figura 2 - Processo de definição dos vínculos institucionais extremos (início e fim da trajetória)



Fonte: elaboração própria (2026).

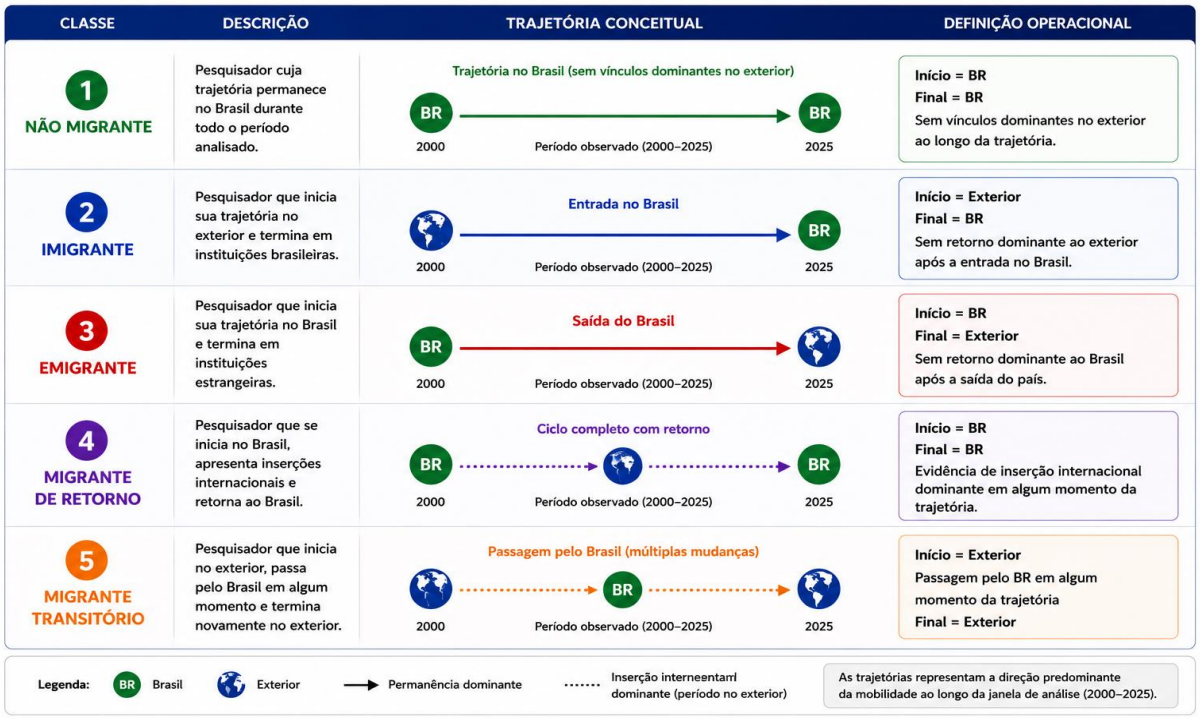
3.4 CLASSIFICAÇÃO DA MOBILIDADE INTERNACIONAL

A classificação da mobilidade foi realizada a partir da combinação entre país inicial, país final e trajetória dominante observada na janela temporal. Foram definidas cinco categorias principais: (i) Não Migrantes, com início e fim da trajetória no Brasil e sem evidências de mobilidade internacional dominante; (ii) Imigrantes, com trajetória iniciada em

instituições estrangeiras e finalizada no Brasil; (iii) Emigrantes, com trajetória iniciada no Brasil e finalizada em instituições estrangeiras; (iv) Migrantes de Retorno, com trajetória iniciada no Brasil, inserções internacionais ao longo do percurso e retorno ao Brasil ao final; e (v) Migrantes Transitórios, com trajetória iniciada no exterior, passagem pelo Brasil e término em instituições estrangeiras (Figura 3).

Além das cinco categorias principais, foram definidas categorias de indefinição para os casos que não puderam ser classificados de forma confiável, contemplando situações como ausência de afiliações válidas na janela temporal, trajetórias ambíguas, insuficiência temporal para definição dos vínculos extremos e ausência de participação brasileira dominante. A manutenção explícita dessas categorias preserva a rastreabilidade do processo classificatório e evita a introdução de classificações artificiais em casos ambíguos.

Figura 3 - Modelo conceitual das classes de mobilidade internacional de pesquisadores (2000-2025)



Fonte: elaboração própria (2026).

3.5 INDICADORES COMPLEMENTARES E PRODUTOS ANALÍTICOS

Paralelamente à classificação de mobilidade, foram calculadas métricas complementares para cada pesquisador, incluindo número de países distintos observados na trajetória, número de anos com vínculos internacionais, intensidade de internacionalização,

primeiro e último ano de inserção internacional e número de instituições distintas. Foram também geradas matrizes de transição entre países, permitindo representar fluxos de mobilidade entre diferentes sistemas nacionais de ciência.

Para garantir transparência e reprodutibilidade, o pipeline produziu arquivos auxiliares contendo a trajetória anual dominante de cada pesquisador, registros detalhados das instituições por ano e tabelas de validação das classificações atribuídas, viabilizando verificações manuais e avaliação da consistência metodológica. Ao final do processamento, foram gerados conjuntos de dados independentes para cada categoria de mobilidade, além dos conjuntos correspondentes aos casos indefinidos e aos indivíduos excluídos pelos critérios metodológicos.

3.6 REPRODUTIBILIDADE

O código desenvolvido para classificação da mobilidade será disponibilizado em repositório público no GitHub (https://github.com/GRID-saude). A coleta foi realizada em abril de 2026 por meio de consultas automatizadas à API da *OpenAlex*, cuja versão utilizada corresponde ao snapshot disponível naquele período.

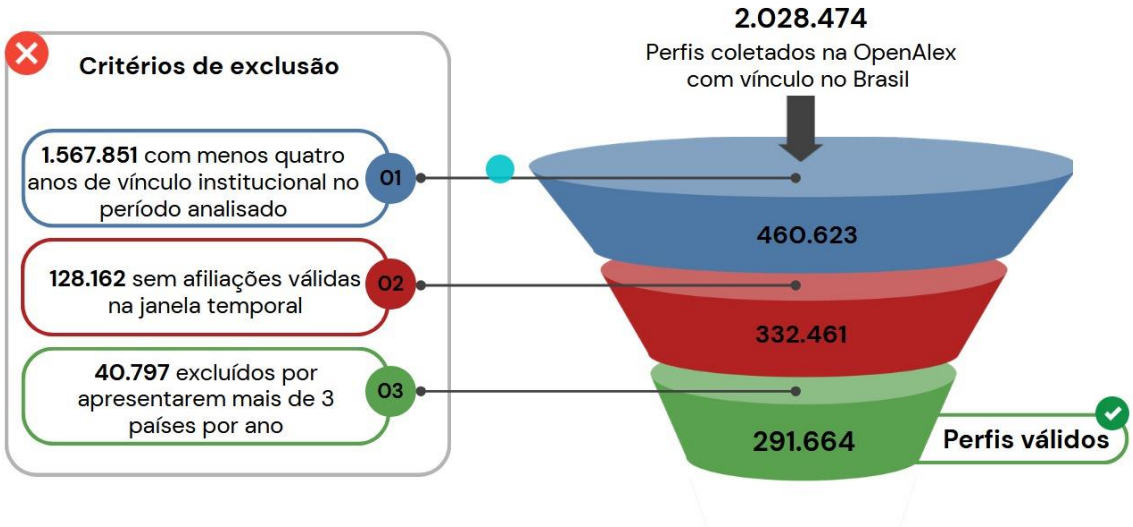
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados estão organizados em quatro níveis analíticos: (i) elegibilidade e composição da base analítica; (ii) padrões de mobilidade internacional dos pesquisadores brasileiros; (iii) fluxos de mobilidade internacional; e (iv) caracterização dos Migrantes de Retorno.

4.1 ELEGIBILIDADE E COMPOSIÇÃO DA BASE ANALÍTICA

O pipeline foi aplicado a 2.028.474 perfis recuperados da *OpenAlex*. Após aplicação da janela temporal (2000–2025) e dos critérios de elegibilidade, 291.664 pesquisadores foram classificados como elegíveis (14,38%) (Figura 4). O principal fator de exclusão foi a presença de menos de quatro anos de vínculo institucional, critério que removeu 1.567.851 pesquisadores (77,29%). Adicionalmente, 128.162 (6,32%) foram excluídos por ausência de afiliações válidas na janela temporal e 40.797 (2,01%) por registrarem mais de três países distintos em pelo menos um ano, situação que pode refletir múltiplas afiliações simultâneas ou inconsistências nos registros.

Figura 4 - Fluxo de elegibilidade dos perfis de pesquisadores



Fonte: elaboração própria (2026).

Esse padrão de exclusão é consistente com limitações já documentadas em estudos bibliométricos de mobilidade: perfis com trajetórias curtas ou fragmentadas tendem a introduzir ruído classificatório significativo, comprometendo a validade das inferências sobre movimentos internacionais (Moed; Aisati; Plume, 2013; Robinson-Garcia *et al.*, 2019). A estratégia adotada de exigir um mínimo de quatro anos de vínculo e utilizar os dois primeiros e dois últimos anos para definição dos vínculos extremos é metodologicamente conservadora, priorizando a estabilidade classificatória em detrimento da cobertura.

4.2 CLASSIFICAÇÃO DOS PADRÕES DE MOBILIDADE INTERNACIONAL

Entre os 291.664 pesquisadores elegíveis, 142.121 foram classificados como Não Migrantes (48,73%), grupo cujas trajetórias permaneceram integralmente vinculadas ao Brasil (Tabela 1). A segunda maior categoria foi a de Migrantes de Retorno, com 121.435 pesquisadores (41,64%), seguida por Imigrantes (7.337; 2,52%), Migrantes Transitórios (1.795; 0,62%) e Emigrantes (769; 0,26%). Os casos indefinidos totalizaram 18.207 (6,24%), proporção relativamente baixa para um estudo em larga escala, o que indica elevada capacidade classificatória do pipeline. Desses, 10.279 (56,46%) corresponderam a trajetórias sem dominância brasileira, 7.907 (43,43%) a trajetórias ambíguas, 12 (0,06%) à trajetória temporal insuficiente e 9 (0,05%) à vínculo inicial indefinido.

Tabela 1 - Distribuição das classes de mobilidade

Categoria	Número de pesquisadores	% do total
Não migrante	142.121	48,73
Migrante de retorno	121.435	41,64
Imigrante	7.337	2,52
Migrante transitório	1.795	0,62
Emigrante	769	0,26
Indefinidos	18.207	6,24

Fonte: elaboração própria (2026).

Cabe ressaltar que os percentuais apresentados se referem ao conjunto de pesquisadores elegíveis, e não à totalidade dos pesquisadores brasileiros. A exigência de pelo menos quatro anos de vínculo institucional definiu intencionalmente uma população analítica de pesquisadores com trajetória científica ativa e suficientemente extensa para permitir a identificação confiável de padrões de mobilidade. Perfis com vínculos esporádicos ou de curta duração tendem a representar situações de participação marginal no sistema científico e não constituem o objeto de interesse desta análise. Ainda assim, reconhece-se que trajetórias curtas, pesquisadores em início de carreira e movimentos recentes tendem a ser sub-representados, o que deve ser considerado na interpretação das proporções entre categorias.

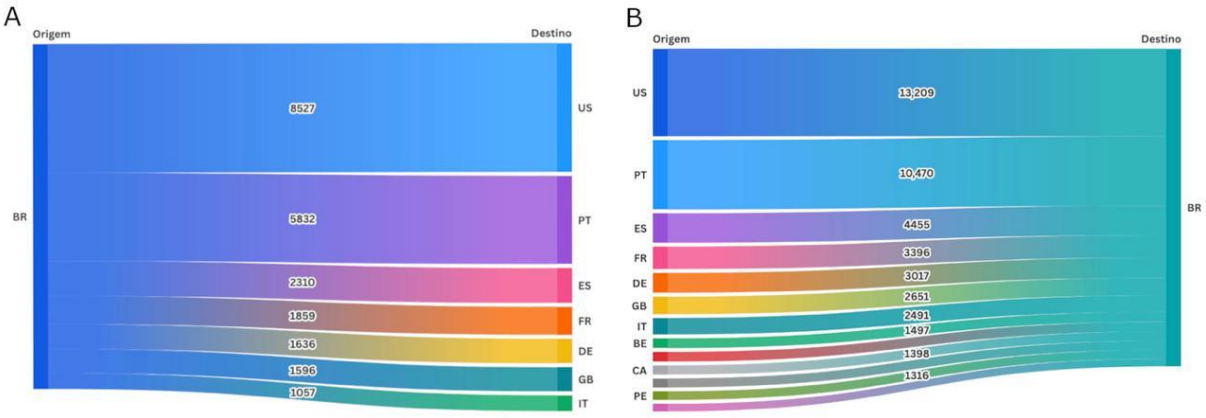
A expressiva participação dos Migrantes de Retorno indica que a inserção internacional de pesquisadores vinculados ao Brasil ocorre predominantemente sob a forma de circulação, com retorno à ancoragem institucional no país, e não como migração definitiva. Esse padrão é consistente com o paradigma da circulação de cérebros (Aref; Zagheni; West, 2019; Scott, 2015) e corrobora evidências anteriores para o caso brasileiro, que já apontavam para o retorno como movimento predominante entre pesquisadores com experiência internacional (Biazoli *et al.*, 2026). A proporção reduzida de Emigrantes (0,26%) reforça essa interpretação: movimentos permanentes de saída do Brasil são numericamente marginais no conjunto analisado.

A baixa proporção de Imigrantes (2,52%) e Migrantes Transitórios (0,62%) sugere, por sua vez, que o Brasil ainda atrai relativamente poucos pesquisadores estrangeiros em caráter permanente ou de passagem prolongada. Esse resultado é coerente com estudos que identificam assimetrias estruturais nos fluxos de mobilidade entre países de renda média e os grandes centros científicos internacionais (Chinchilla-Rodríguez, 2018; Gureyev; Mazov; Kosyakov; Guskov, 2020).

4.3 FLUXOS INTERNACIONAIS DE MOBILIDADE

A matriz de transições revelou 115.639 movimentos entre países e 2.767 pares origem-destino distintos. Os principais corredores de mobilidade do Brasil para o exterior foram Brasil → Estados Unidos (8.527 transições) e Brasil → Portugal (5.832 transições) (Figura 5A). No fluxo inverso, de entrada no Brasil vindo do exterior, estão Estados Unidos → Brasil (13.209 transições) e Portugal → Brasil (10.470 transições) (Figura 5B). A centralidade dos Estados Unidos é consistente com seu papel historicamente dominante como polo de atração de pesquisadores em escala global (Aref; Zagheni; West, 2019). O maior fluxo de mobilidade envolvendo os Estados Unidos sugere que parte relevante das trajetórias internacionais envolve retorno ou reancoragem no Brasil após passagem por instituições estadunidenses, o que reforça a interpretação de circulação científica. A posição de Portugal como segundo principal corredor reflete a proximidade linguística e histórica entre os dois países, fator reconhecido na literatura como um dos principais determinantes dos fluxos de migração científica (Moed; Aisati; Plume, 2013). Outros corredores relevantes envolvem Espanha, França, Alemanha, Reino Unido e Itália, confirmando a integração preferencial da mobilidade científica brasileira com sistemas científicos consolidados da Europa e da América do Norte. Fluxos com países latino-americanos, como Argentina, Colômbia, Chile, Peru e México, também foram identificados, ainda que em menor magnitude (Figura 5)

Figura 5 - Principais corredores internacionais de mobilidade



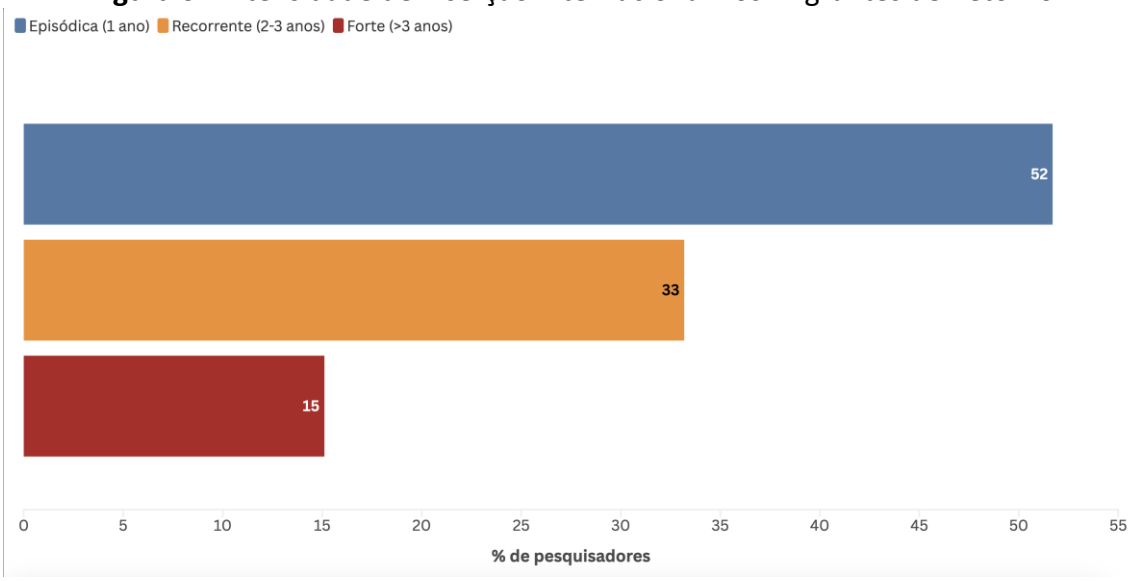
Fonte: elaboração própria (2026).

4.4 CARACTERIZAÇÃO DOS MIGRANTES DE RETORNO

Os 121.435 Migrantes de Retorno constituem o principal grupo de interesse analítico do estudo. A análise da intensidade de internacionalização revela que esse grupo é

heterogêneo: 62.776 pesquisadores (51,70%) apresentaram inserção episódica, com apenas um ano de vínculo exterior; 40.308 (33,19%) registraram inserção recorrente, com dois ou três anos; e 18.351 (15,11%) apresentaram inserção forte, com mais de três anos (Figura 6). A mediana de anos com vínculo exterior é de um ano, com média de 2,16 anos e percentual médio de 22,81% da trajetória total.

Figura 6 - Intensidade de inserção internacional nos Migrantes de Retorno



Fonte: elaboração própria (2026).

Essa heterogeneidade é metodologicamente relevante e substantivamente significativa. Do ponto de vista metodológico, ela demonstra que o pipeline não apenas classifica a mobilidade de forma binária, mas permite medir sua intensidade, distinguindo inserções episódicas de experiências mais estruturadas de circulação científica. Do ponto de vista substantivo, ela indica que a categoria de Migrante de Retorno abrange desde pesquisadores com breve passagem por instituições estrangeiras até trajetórias com presença internacional prolongada e potencialmente mais transformadora para a produção científica. Estudos anteriores demonstram que a duração da experiência internacional influencia de forma diferenciada os resultados em termos de produtividade, colaboração e impacto científico após o retorno (Gu; Pan; Zhang; Chen, 2024). A distinção entre intensidades de inserção internacional desenvolvida neste estudo representa, portanto, uma contribuição para a produção de indicadores mais sensíveis à diversidade dos perfis de internacionalização.

A estratégia de trajetória dominante adotada neste estudo reduz substancialmente os riscos de classificação equivocada decorrentes de duplas afiliações, visitas acadêmicas, colaborações formalizadas ou vínculos temporários: apenas o país com maior duração acumulada na trajetória do pesquisador é considerado em cada ano. O limite que permanece, inerente a qualquer estudo bibliométrico de mobilidade, é a impossibilidade de distinguir vínculo institucional formal de deslocamento físico efetivo.

Em termos mais amplos, os resultados sugerem que a internacionalização da ciência brasileira se expressa predominantemente como manutenção de vínculos internacionais com ancoragem institucional no país. Esse padrão indica que a mobilidade não deve ser medida apenas por fluxos de entrada e saída de pesquisadores, mas também pela capacidade de manter conexões internacionais sem ruptura dos vínculos domésticos, dimensão até então pouco explorada na literatura sobre mobilidade científica brasileira.

Os resultados têm implicações diretas para as políticas de ciência, tecnologia e inovação no Brasil. A predominância do padrão de circulação sobre a emigração permanente sugere que o desafio central não é reverter uma fuga de cérebros, mas criar condições institucionais para que os vínculos internacionais estabelecidos durante a mobilidade sejam mantidos e convertidos em benefícios para o sistema nacional de pesquisa. Nesse sentido, iniciativas como o Programa de Repatriação de Talentos - Conhecimento Brasil, voltado à atração de pesquisadores brasileiros no exterior, respondem a um problema parcialmente distinto do identificado empiricamente: a maioria dos pesquisadores móveis já retorna. O que os dados indicam é a necessidade de políticas orientadas à reintegração qualificada e à manutenção de redes internacionais após o retorno, dimensões ainda pouco contempladas na agenda de CT&I nacional.

5 CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou um pipeline metodológico original para classificação da mobilidade internacional de pesquisadores brasileiros com base na *OpenAlex*, demonstrando a viabilidade de utilizar infraestruturas de informação científica aberta para a produção de indicadores de mobilidade em larga escala. A baixa proporção de casos indefinidos entre os elegíveis indica que a estratégia de dominância adotada é capaz de classificar a maioria das trajetórias de forma estável, sem recorrer a decisões arbitrárias em casos ambíguos.

Os padrões de mobilidade dos pesquisadores com trajetória científica ativa e observável no período analisado reforçam a pertinência do paradigma da circulação de cérebros para interpretar a mobilidade científica brasileira, ao mesmo tempo em que evidenciam limitações dos indicadores tradicionais de mobilidade, baseados exclusivamente em fluxos de entrada e saída de pesquisadores. A expressiva participação dos Migrantes de Retorno e a heterogeneidade interna desse grupo em termos de intensidade de inserção internacional indicam que a mobilidade científica é um fenômeno multidimensional, cuja mensuração requer abordagens capazes de capturar gradações e trajetórias complexas ao longo do tempo.

A metodologia proposta avança em relação à literatura existente ao operacionalizar, pela primeira vez para o Brasil e em escala nacional e multidisciplinar, uma classificação longitudinal de mobilidade com base em dados abertos. A utilização da *OpenAlex* representa, nesse sentido, uma contribuição para o campo da produção e comunicação da informação em ciência, tecnologia e inovação, ao demonstrar que infraestruturas abertas permitem ampliar a cobertura, a transparência e a reprodutibilidade das análises sobre internacionalização científica.

Este estudo apresenta limitações que devem ser consideradas na interpretação dos resultados. A utilização de registros de afiliação institucional como proxy de localização geográfica é uma aproximação inerente a estudos bibliométricos de mobilidade: não é possível distinguir, a partir dessas fontes, vínculo institucional formal de deslocamento físico efetivo. O processo de desambiguação de autores da *OpenAlex*, baseado em aprendizado de máquina, pode introduzir erros classificatórios, particularmente para pesquisadores com menor visibilidade em bases bibliográficas internacionais.

O critério de elegibilidade adotado define intencionalmente uma população analítica de pesquisadores com trajetória científica ativa e observável, excluindo perfis com vínculos esporádicos ou de curtíssima duração. Os resultados descrevem, portanto, os padrões de mobilidade desse subconjunto e não devem ser generalizados para a totalidade dos pesquisadores vinculados ao Brasil. A exclusão de pesquisadores com mais de três países distintos em um mesmo ano, por sua vez, pode sub-representar pesquisadores altamente internacionalizados, ainda que a estratégia de trajetória dominante já reduza parte desse risco. Por fim, a classificação produzida pelo pipeline não foi submetida a validação externa formal, constituindo agenda prioritária para estudos futuros.

REFERÊNCIAS

ALBORNOZ, Mario; POLCUCH, Ernesto Fernández; ALFARAZ, Claudio. Hacia una nueva estimación de la fuga de cerebros. **Redes**, [*s. l.*], v. 9, n. 18, p. 63-84, 2002. Disponível em: https://ridaa.unq.edu.ar/bitstream/handle/20.500.11807/656/04-R2002v9n18.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 27 out. 2026.

AREF, Samin; ZAGHENI, Emilio; WEST, Jevin. The demography of the peripatetic researcher: Evidence on highly mobile scholars from the Web of Science. *In*: WEBER, Ingmar *et al.* (ed.). **Social Informatics**: 11th International Conference, SocInfo 2019, Doha, Qatar, November 18–21, 2019, Proceedings. Cham: Springer, 2019. p. 50-65. (Lecture Notes in Computer Science, v. 11864). Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-030-34971-4_4. Acesso em: 20 out. 2026.

BARBOSA, Gerrio dos Santos; ALMEIDA, Aléssio Tony Cavalcanti de; SOUZA, Wallace Patrick Santos de Farias; MENA-CHALCO, Jesús Pascual. Effectiveness of the Science without Borders program in high qualification and internationalization of Brazilian higher education. **Empirical Economics**, [*s. l.*], v. 69, n. 1, p. 299-339, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s00181-025-02732-1. Acesso em: 24 abr. 2025.

BIAZOLI, Leonardo; ALBUQUERQUE, Priscila Costa; ARAÚJO, Eric; DE OLIVEIRA, Izabela Regina Cardoso *et al.* From brain drain to brain circulation: International researcher mobility in Brazilian health and life sciences (2005–2020). **Quantitative Science Studies**, [*s. l.*], v. 7, p. 240-257, abr. 2026. Disponível em: https://direct.mit.edu/qss/article/doi/10.1162/QSS.a.411/135069/From-brain-drain-to-brain-circulation. Acesso em: 12 maio 2026.

BIAZOLI, Leonardo; DE PAULA FONSECA, Bruna; ÇETINKAYA-RUNDEL, Mine; ARAÚJO, Eric; DE OLIVEIRA, Izabela Regina Cardoso. International mobility boosts scientific careers: a synthetic control analysis of Brazilian researchers. **Scientometrics**, [*s. l.*], v. 130, n. 5, p. 3029-3051, maio 2025. Disponível em: https://link.springer.com/10.1007/s11192-025-05327-w. Acesso em: 12 maio 2026.

CHINCHILLA-RODRÍGUEZ, Zaida. A Global Comparison of Scientific Mobility and Collaboration According to National Scientific Capacities. **Frontiers in Research Metrics and Analytics**, [*s. l.*], v. 3, n. 17, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.3389/frma.2018.00017. Acesso em: 27 out. 2026.

CULBERT, Jack H.; HOBERT, Anne; JAHN, Najko; HAUPKA, Nick *et al.* Reference coverage analysis of OpenAlex compared to Web of Science and Scopus. **Scientometrics**, [*s. l.*], v. 130, n. 4, p. 2475-2492, abr. 2025. Disponível em: https://link.springer.com/10.1007/s11192-025-05293-3. Acesso em: 12 maio 2026.

GU, Jiangwei; PAN, Xuelian; ZHANG, Shuxin; CHEN, Jiaoyu. International mobility matters: Research collaboration and scientific productivity. **Journal of Informetrics**, [*s. l.*], v. 18, n. 2, p. 101522, maio 2024. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S175115772400035X. Acesso em: 30 abr. 2025.

GUREYEV, Vadim N.; MAZOV, Nikolay A.; KOSYAKOV, Denis V.; GUSKOV, Andrey E. Review and analysis of publications on scientific mobility: assessment of influence, motivation, and trends. **Scientometrics**, [*s. l.*], v. 124, n. 2, p. 1599-1630, ago. 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s11192-020-03515-4. Acesso em: 21 out. 2021.

MOED, Henk F.; AISATI, M'hamed; PLUME, Andrew. Studying scientific migration in Scopus. **Scientometrics**, [*s. l.*], v. 94, n. 3, p. 929-942, mar. 2013. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s11192-012-0783-9. Acesso em: 20 out. 2021.

ROBINSON-GARCIA, Nicolás; SUGIMOTO, Cassidy R.; MURRAY, Dakota; YEGROS-YEGROS, Alfredo *et al.* The many faces of mobility: Using bibliometric data to measure the movement of scientists. **Journal of Informetrics**, [*s. l.*], v. 13, n. 1, p. 50-63, fev. 2019. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/ pii/S1751157718300865. Acesso em: 23 set. 2021.

RODRIGUES, Marcio L.; NIMRICHTER, Leonardo; CORDERO, Radames J. B. The benefits of scientific mobility and international collaboration. **FEMS Microbiology Letters**, [*s. l.*], v. 363, n. 21, p. fnw247, nov. 2016. Disponível em: https://academic.oup.com/femsle/article/doi/10.1093/femsle/fnw247/2681736. Acesso em: 12 maio 2026.

SCELLATO, Giuseppe; FRANZONI, Chiara; STEPHAN, Paula. Migrant scientists and international networks. **Research Policy**, [*s. l.*], v. 44, n. 1, p. 108-120, fev. 2015. Disponível em: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0048733314001358. Acesso em: 12 maio 2026.

SCOTT, Peter. Dynamics of Academic Mobility: Hegemonic Internationalisation or Fluid Globalisation. **European Review**, [*s. l.*], v. 23, n. S1, p. S55-S69, maio, 2015. Disponível em: https://www.cambridge.org/core/journals/european-review/article/dynamics-of-academic-mobility-hegemonic-internationalisation-or-fluid-globalisation/60974CEF170FD638CE2D56BD1277D552. Acesso em: 20 out. 2021.

SIRAJ, T. M.; HARIKRISHNAN, S.; VINCENT, Mathew; CHOWDHARY, Sandeep *et al.* Scientific mobility patterns of Indian researchers: Impact on career growth. **arXiv**, [*s. l.*], n. arXiv:2509.18069, set. 2025. Disponível em: http://arxiv.org/abs/2509.18069. Acesso em: 14 jun. 2026.

SUBBOTIN, Alexander; AREF, Samin. Brain drain and brain gain in Russia: Analyzing international migration of researchers by discipline using Scopus bibliometric data 1996–2020. **Scientometrics**, [*s. l.*], v. 126, n. 9, p. 7875-7900, set. 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s11192-021-04091-x. Acesso em: 23 set. 2021.

WAGNER, Caroline S.; JONKERS, Koen. Open countries have strong science. **Nature**, [*s. l.*], v. 550, n. 7674, p. 32-33, out. 2017. Disponível em: https://www.nature.com/articles/550032a. Acesso em: 29 set. 2021.