

MEDINDO O GRAU DE MULTIDISCIPLINARIDADE BASEADO EM PRODUÇÕES BIBLIOGRÁFICAS

Rozivaldo de Jesus
Universidade Federal do ABC, Santo André, SP, Brasil
rozivaldo@gmail.com

Jesús P. Mena Chalco
Universidade Federal do ABC, Santo André, SP, Brasil
jesus.mena@ufabc.edu.br

1 INTRODUÇÃO

A área de cientometria vem há décadas estudando formas de medir, de forma robusta, a ciência sob diversos aspectos. Em particular, os assuntos mais visitados detalham a ciência sob a perspectiva qualitativa e quantitativa utilizando informações de fontes bibliométricas. Nesse contexto, a trans-, inter-, pluri- e multi-disciplinaridade em pesquisa são diferentes formas de relação ou interação entre diferentes disciplinas científicas. Atualmente, essas formas de interação são desejáveis na academia e motivada pelos diferentes órgãos de Ciência e Tecnologia assim como de agências de fomento à pesquisa.

A caracterização da atuação em pesquisa multidisciplinar em estudos como no de Porter et al. (2007) e Rafols e Meyer (2010) utilizam como base informações de publicações na criação de indicadores de multidisciplinaridade. Os indicadores bibliométricos – que abarcam principalmente métricas de publicações e citações – têm sido utilizados para quantificar e qualificar a produção científica de pesquisadores. Há uma vasta literatura que versa sobre vários aspectos pertinentes à Bibliometria, definida como o conjunto de métodos matemáticos e estatísticos usados para analisar e mensurar a quantidade e a qualidade das formas de publicações (DURIEUX; GEVENOIS, 2010).



O novo método criado para mensurar o indicador bibliométrico de multidisciplinaridade apresentado neste trabalho não faz uso de citações, podendo ser utilizado quando estas não existirem ou serem difíceis de ser coletadas. É importante frisar que, como sugerido no Manifesto Leiden (HICKS et al., 2015) é sempre preferível utilizar um conjunto de indicadores múltiplos para fornecer um quadro mais consistente e próximo do real, pois um único indicador pode levar a erros de interpretação. Este trabalho está alinhado aos princípios 8 e 9 do Manifesto, no sentido de fornecer mais uma forma de medir o indicador bibliométrico de multidisciplinaridade, sendo útil para avaliação no nível de grupos de pesquisadores.

2 TRABALHOS CORRELATOS

Atualmente existem diferentes trabalhos na literatura que permitem mensurar a integração de disciplinas considerando suas faces (multidisciplinaridade, transdisciplinaridade e a interdisciplinaridade), todos consideram dados bibliométricos na criação de indicadores. Nas últimas décadas as pesquisas que se propuseram medir a interdisciplinaridade utilizando bases de dados como *Web of Knowledge*, *Scopus*, *Institute of Science Index* ou *Google Acadêmico*. Conforme a revisão realizada por Wagner et al. (2011), essas bases embora realizem a indexação de várias revistas, acabam por não indexarem todas as revistas em que os artigos são publicados. Sobre indicadores de interdisciplinaridade deve-se destacar que bons indicadores devem observar múltiplos aspectos, como por exemplo, o número de disciplinas citadas (*variedade*), a distribuição de citações entre as disciplinas, e quão semelhantes ou diferentes são essas disciplinas (*disparidade*) (RAFOLS; MEYER, 2010).

A análise da interdisciplinaridade por meio de citações foi tema no Encontro Brasileiro de Bibliometria e Cientometria (EBBC) de 2014, no trabalho de Maricato e Reis (2014), observando a interdisciplinaridade entre a Ciência da Informação e a Ciência da Comunicação. A pesquisa de Porter et al. (2007) analisou a interdisciplinaridade no nível do pesquisador e áreas da Ciência, partindo do currículo do cien-



tista contra uma base de citações (*Web of Knowledge*) de diversas revistas. O procedimento considerou os seguintes passos: (i) No currículo do pesquisador extrai-se os artigos por ele publicado; (ii) Com a referência do artigo publicado, localiza-se na base da *Web of Knowledge* as referências citadas no artigo; (iii) Para o próprio artigo e para cada um dos artigos citados, identifica-se a revista onde ele foi publicado; (iv) As revistas são associadas com as categorias/ “disciplinas” que nela são publicadas; (v) Neste momento desenvolve-se a matriz da ciência, onde cada disciplina/especialidade recebe um valor que representa a distância sobre as disciplinas/especialidade; (vi) Com base no conjunto de artigos publicados pelo pesquisador é realizado o cálculo da medida da interdisciplinaridade e especialidade, analisando sempre a disciplina de publicação das referências citadas pelo pesquisador no artigo.

No trabalho de Xuefeng et al. (2017), a interdisciplinaridade foi medida de forma individual para cada publicação, essa abordagem permite uma classificação das publicações que mais contribuem para o indicador de interdisciplinaridade. No indicador também é medido a distinção entre a categoria do periódico e a categoria das citações realizadas no artigo.

Na abordagem utilizada por Pair (1980), o nível de interdisciplinaridade da ciência na Holanda foi analisada com base na migração de pesquisadores de uma disciplina para outra. O trabalho verificou se os pesquisadores mudaram o campo de pesquisa em que obtiveram o grau de mestre, o que de certa forma caracteriza um insumo para a formação de uma pesquisa interdisciplinar, uma vez que o pesquisador pode utilizar conceitos aprendidos em sua disciplina materna. Para materializar este indicador elencou-se algumas disciplinas e com base no currículo do pesquisador mensurou-se a migração entre as disciplinas, a pesquisa também mensura se houve a migração de especialidade dentro da disciplina.

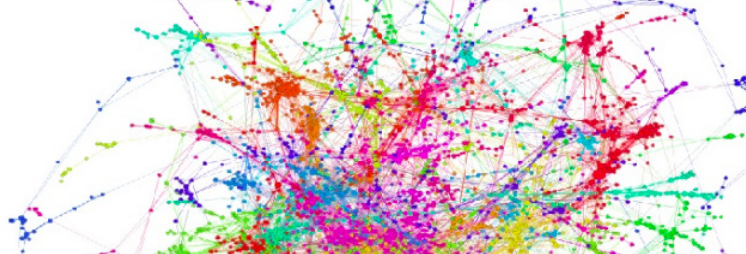
3 MÉTODO

Neste trabalho criamos um método que considera a quantidade de disciplinas, i.e., grau de multidisciplinaridade, baseada em publicações.



O procedimento possui seis passos para se obter a medida de multidisciplinaridade. Os itens a seguir exemplificam cada passo:

- Selecionar grupo de pesquisadores que farão parte da análise, indicando grupo que pertence (por exemplo, Pesquisadores que pertencem à Grande Área de Ciência da Saúde, pesquisadores que possuam o nível de bolsa de produtividade SR ou os docentes que fazem parte dos programas de pós-graduação em Ciência da Computação no Brasil);
- Com o grupo selecionado no passo anterior, obter a base de artigos publicados pelos pesquisadores indicando o periódico em que foi publicado cada artigo. Para cada pesquisador foram selecionados todos os artigos publicados ao longo da sua vida acadêmica, junto com o ISSN/e-ISSN do periódico (por exemplo, Pesquisador P, publicou o artigo “Binding intensity and metal partitioning in soils affected by mining and smelting activities in Minas Gerais, Brazil” em 2015 no periódico “Environmental Science and Pollution Research International” que possui ISSN 0944-1344);
- Obter base dos periódicos indicando as disciplinas que são aceitas em cada uma delas (por exemplo, o periódico “Environmental Science and Pollution Research International” aceita artigos relacionados com as disciplinas de “Environmental Chemistry Health e Toxicology and Mutagenesis”);
- Realizar a ligação entre o Pesquisador e as disciplinas registradas nos periódicos nos quais existir publicação pelo pesquisador (por exemplo, pesquisador P possui publicação nas disciplinas “Environmental Chemistry Health e Toxicology and Mutagenesis”);
- Verificar se dentro do mesmo ano o pesquisador publicou em periódicos diferentes artigos na mesma disciplina, a fim de considerar a disciplina somente uma vez no ano de publicação; e



- Registrar a quantidade de disciplinas diferentes em cada ano. Dessa forma, podemos estudar a evolução da multidisciplinaridade ao longo dos anos.

Realizado os passos descritos acima, é possível verificar e analisar a evolução do grau de multidisciplinaridade no decorrer dos anos, podendo-se identificar grupos com diferentes níveis ou padrões de multidisciplinaridade. Note que a quantidade de disciplinas em um periódico que é utilizado no método pode variar com o tempo, isto é, um periódico no início pode trabalhar com temas específicos e depois expandir para outros temas e consequentemente mais disciplinas.

4 MATERIAIS

Para fins de exemplificação da medida/grau de multidisciplinaridade, foram extraídas as informações curriculares relacionadas com publicações em periódicos científicos de todos os Bolsistas de Produtividade em Pesquisa com vigência em 2017. Ao todo, foram considerados 14.588 pesquisadores juntamente com a Grande Área e o nível da bolsa disponibilizada pelo CNPq. A Tabela 1 apresenta, o número de bolsistas e de artigos publicados pelos pesquisadores. Note que o número de artigos corresponde à contagem *completa* dos artigos, isto é, publicações realizadas em coautoria pelos bolsistas são contabilizadas mais de uma vez.

Para cada publicação, coletada automaticamente dos currículos da Plataforma Lattes, foi identificado o ISSN/e-ISSN do periódico. Neste trabalho, cada periódico foi associado à lista de áreas do conhecimento (domínios) indexado pelo JCR da editora *Thomson Reuters*. Aqui é importante destacar que o JCR anualmente disponibiliza uma lista de periódicos científicos e as áreas do conhecimento onde estas atuam. Ao todo, foram identificados e coletados 28.606 periódicos indexados no JCR, versão 2017.

**TABELA 1 - DADOS DA BASE UTILIZADA NO ESTUDO DE CASO: BOLSISTAS DE PRODUTIVIDADE EM PESQUISA**

Grande Área	Nro. de Pesquisadores	Nível de Bolsa de Produtividade						Nro. de Artigos	Nro. de Artigos JCR
		2	1D	1C	1B	1A	SR		
Ciências Agrárias	1.916	1.073	139	132	191	379	2	219.198	140.245
Ciências Biológicas	2.295	1.163	216	220	273	396	27	218.338	170.750
Ciências da Saúde	1.604	882	157	142	146	268	9	245.252	165.629
Ciências Exatas e da Terra	2.715	1.474	206	268	290	438	39	222.728	171.512
Ciências Humanas	1.754	989	141	173	163	262	26	85.714	22.267
Ciências Sociais Aplicadas	1.021	672	63	66	70	143	7	47.721	10.565
Engenharias	2.327	1.318	185	202	211	394	17	135.547	94.186
Linguística, Letras e Artes	579	319	47	50	63	94	6	23.310	2.069
Outra	377	250	22	22	30	52	1	28.416	20.328
Totais	14.588	8.140	1.176	1.275	1.437	2.426	134	1.226.224	797.551

Fonte: Elaborado pelos autores, 2018.

5 ESTUDO DE CASO

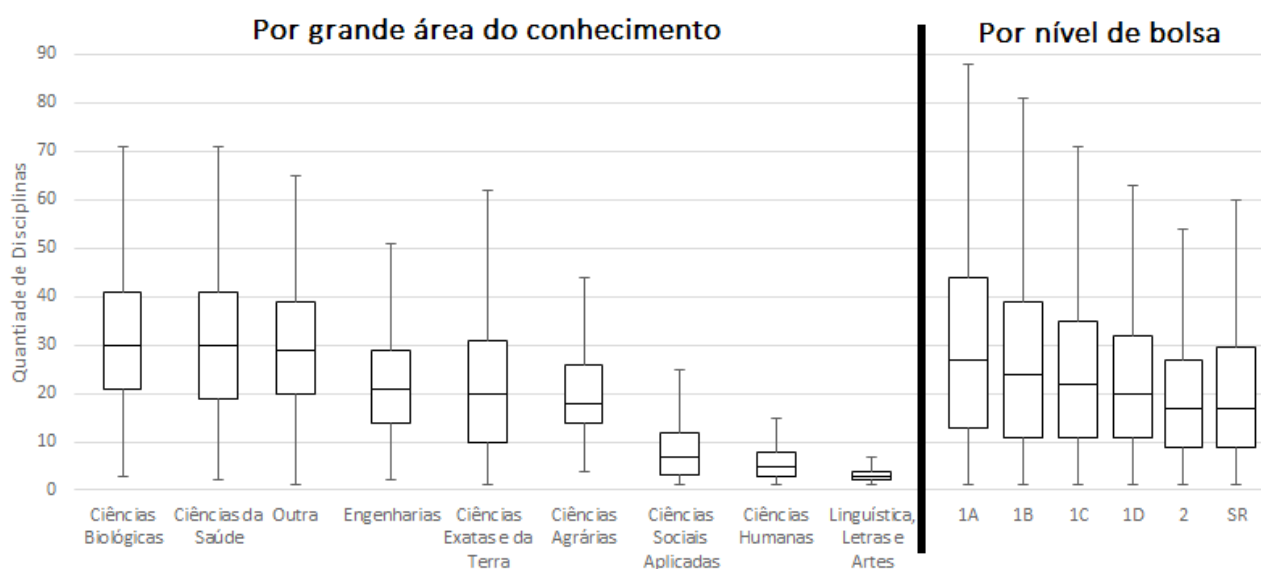
Para validar o método apresentado na Seção 3 utilizamos a base dos bolsistas de produtividade CNPq. É importante aqui frisar que, o grau de multidisciplinaridade não é normalizado nem pelo número de pesquisadores, nem pelo número de revistas ou pelo fator de impacto. Esta medida representa informações absolutas sobre o número de disciplinas *diferentes* em que cada pesquisador realizou uma publicação.

Na Figura 1 apresentamos a dispersão da multidisciplinaridade tanto por Grande Área como por níveis de bolsas de pesquisa, essa dispersão considera todas as disciplinas em que o pesquisador tem atuado ao longo da sua vida acadêmica. O grau de multidisciplinaridade para o agrupa-



mento de pesquisadores por Área evidencia formas de atuação inerentes nas diferentes áreas, sendo que as associadas a “*Hard Sciences*” apresentam maior número de disciplinas. Em contraste, as associadas a “*Soft Sciences*” apresentam menor número de disciplinas diferentes.

FIGURA 1 - DISPERSÃO (BLOXPLOTS) DA MULTIDISCIPLINARIDADE AO LONGO DA VIDA ACADÊMICA



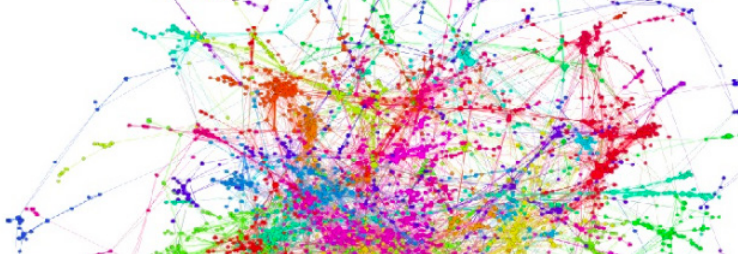
Fonte: Elaborado pelos autores, 2018.

Note também que, o grau de multidisciplinaridade, para todos os bolsistas de produtividade CNPq, apresenta uma curva decrescente, evidenciando um caminho natural do progresso da ciência. Bolsistas Nível 1 são mais multidisciplinares do que os bolsistas Nível 2. Entretanto, os bolsistas Nível Sênior (SR) tendem a ser os menos multidisciplinares.

As Seções 5.1 e 5.2 apresentam as duas visões que exploramos neste trabalho, onde analisamos a evolução do grau de multidisciplinaridade ao longo dos anos.

5.1 VISÃO POR GRANDE ÁREA

Utilizando a base de 14.588 bolsistas realizamos a avaliação do método proposto com uma visão por áreas de conhecimento. A Figura 2(a) apresenta dois conglomerados que tiveram a evolução do grau multidisciplinaridade de forma distinta. O **Conglomerado I** (Ciências Agrárias,

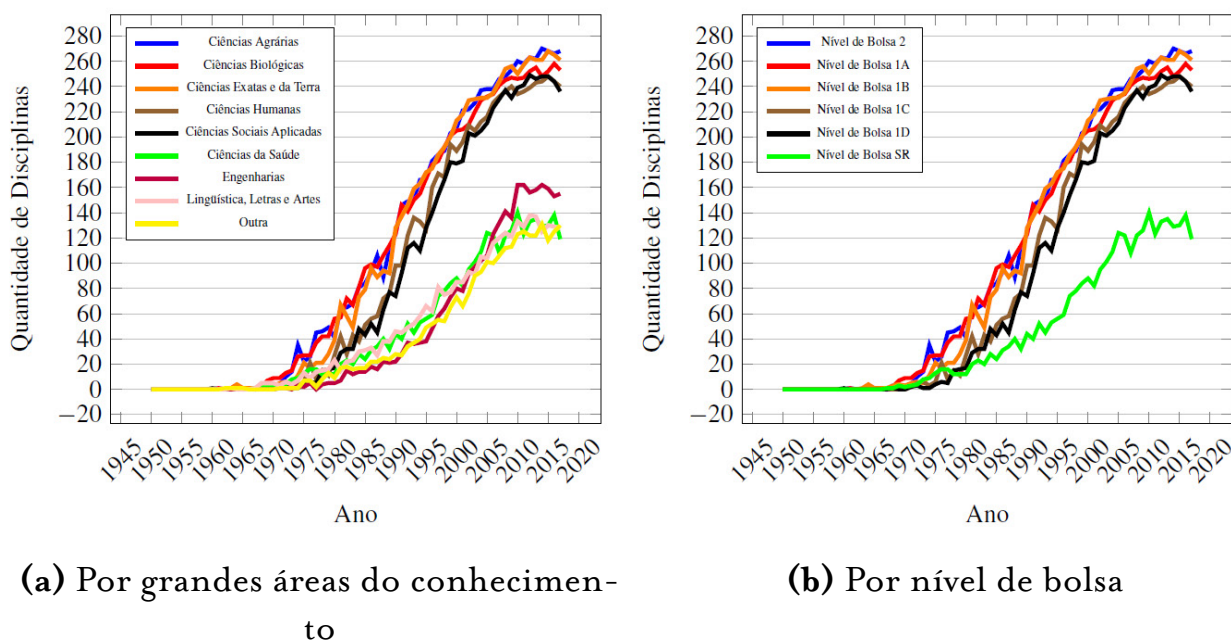


Ciências Biológicas, Ciências Exatas e da Terra, Ciências Humanas e Ciências Sociais Aplicadas) com **grau Alto** de multidisciplinaridade e o **Conglomerado II** (Ciências da Saúde, Engenharias, Linguística Letras e Artes e Outra) com **grau Médio** na evolução da multidisciplinaridade. Esses resultados evidenciam que a multidisciplinaridade tem uma tendência de crescimento ao longo dos anos para todas as áreas, mas em grau diferente.

5.2 VISÃO POR NÍVEL DE BOLSA DE PRODUTIVIDADE EM PESQUISA

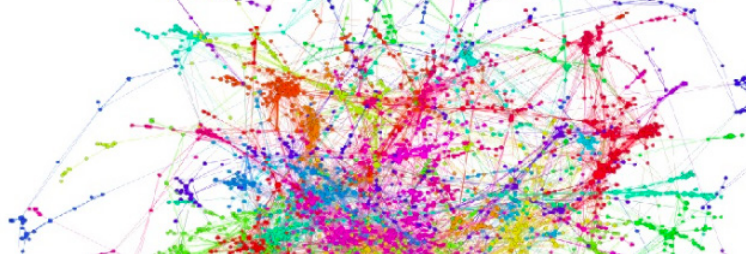
Utilizando a mesma base de 14.588 pesquisadores, aplicamos o método com a visão por níveis de bolsas. As bolsas possuem seis níveis, sendo que o nível demonstra a maturidade e liderança do pesquisador no âmbito da pesquisa em sua Área de atuação.

FIGURA 2 - EVOLUÇÃO DA MULTIDISCIPLINARIDADE DOS BOLSISTAS DE PRODUTIVIDADE CNPQ



Fonte: Elaborado pelos autores, 2018.

A Figura 2(b) evidencia dois conglomerados que apresentam formas diferentes na evolução da multidisciplinaridade, observe que há duas tendências na evolução do grau da multidisciplinaridade **Alta** (**Conglomerado I** – Níveis 2, 1D, 1C, 1B e 1A) e **Média** (**Conglomerado II** – Nível SR).



6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, apresentamos uma medida para estimar o grau de multidisciplinaridade e evidências sobre a evolução em diferentes graus para grupos de pesquisadores criados a partir de suas publicações científicas. Acreditamos que essa medida possa auxiliar novos trabalhos da área de Cientometria para avaliar a evolução da integração de disciplinas.

REFERÊNCIAS

- DURIEUX, V.; GEVENOIS, P. A. Bibliometric indicators: Quality measurements of scientific publication. **Radiology**, v. 255, p. 342-351, May 2010. ISSN 1527-1315.
- HICKS, D. et al. Bibliometrics: the Leiden Manifesto for research metrics. **Nature**, v. 520, p. 429-431, Apr. 2015. ISSN 0028-0836.
- KERN, V. M. et al. Construção da interdisciplinaridade para a inovação. In: PHILIPPI JR., A.; SILVA NETO, A. J. **Interdisciplinaridade em ciência, tecnologia & inovação**. Barueri: Manole, 2011. p. 743-767.
- MARICATO, J. O. M.; REIS, F. A interdisciplinaridade entre a ciência da informação e a ciência da comunicação: análise de citações na revista perspectivas em ciência da informação e intercom. **Encontro Brasileiro de Bibliometria e Cientometria**, v. 4, p. A33, 2014.
- PAIR, C. L. Switching between academic disciplines in universities in the Netherlands. **Scientometrics**, v. 2, p. 177-191, May 1980. ISSN 1588-2861.
- PORTER, A. L. et al. Measuring researcher interdisciplinarity. **Scientometrics**, v. 72, p. 117-147, Jul. 2007. ISSN 0138-9130.
- RAFOLS, I.; MEYER, . Diversity and network coherence as indicators of interdisciplinarity: case studies in bionanoscience. **Scientometrics**, v. 82, p. 263-287, Feb. 2010. ISSN 0138-9130.
- WAGNER, S. et al. Approaches to understanding and measuring interdisciplinary scientific research (IDR): A review of the literature. **Journal of Informetrics**, v. 5, p. 14-26, Jan. 2011. ISSN 1751-1577.

6° EBBC

Rio de Janeiro
17 a 20 de julho



XUEFENG, W. et al. Measuring interdisciplinarity of a research system: detecting distinction between publication categories and citation categories. **Scientometrics**, v. 111, n. 3, p. 2023-2039, Jun. 2017.