RAYMUNDO DAS NEVES MACHADO

ESTRUTURA INTELECTUAL DA LITERATURA CIENTÍFICA DO BRASIL E OUTROS PAÍSES DOS BRICS: UMA ANÁLISE DE COCITAÇÃO DE PERIÓDICOS NA ÁREA DE CÉLULA-TRONCO

Tese

Novembro de 2015

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO – UFRJ
ESCOLA DE COMUNICAÇÃO – ECO
INSTITUTO BRASILEIRO DE INFORMAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA – IBICT
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇAO EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO – PPGCI

RAYMUNDO DAS NEVES MACHADO

ESTRUTURA INTELECTUAL DA LITERATURA CIENTÍFICA DO BRASIL E OUTROS PAÍSES DOS BRICS: UMA ANÁLISE DE COCITAÇÃO DE PERIÓDICOS NA ÁREA DE CÉLULA-TRONCO

RIO DE JANEIRO
2015

Ficha catalográfica
Elaborada por Fábio Andrade Gomes, CRB-5/1513

M149e Machado, Raymundo das Neves
Estrutura intelectual da literatura científica do Brasil e outros países dos BRICS: uma análise de cocitação de periódicos na área de célula-tronco / Raymundo das Neves Machado. – Rio de Janeiro, 2015.
364f. ; il. ; 30 cm.
.

Tese (Doutorado em Ciência da Informação) – Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação, Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia; Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Comunicação, Rio de Janeiro, 2015.

Orientadora: Jacqueline Leta

1. Análise de cocitação de periódicos. 2. Produção científica. 3. Células-tronco. 4. Visualização da informação. 5. Bibliometria. I. Leta, Jacqueline (orientadora). II. Universidade Federal do Rio de Janeiro. III. Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação. Escola de Comunicação. IV. Título.

CDU: 002:311

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO – UFRJ
ESCOLA DE COMUNICAÇÃO – ECO
INSTITUTO BRASILEIRO DE INFORMAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA – IBICT
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇAO EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO – PPGCI

RAYMUNDO DAS NEVES MACHADO

ESTRUTURA INTELECTUAL DA LITERATURA CIENTÍFICA DO BRASIL E OUTROS PAÍSES DOS BRICS: UMA ANÁLISE DE COCITAÇÃO DE PERIÓDICOS NA ÁREA DE CÉLULA-TRONCO

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência da Informação do Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia, convênio entre a Universidade Federal do Rio de Janeiro/ Escola de Comunicação, como requisito à obtenção do título de Doutor em Ciência da Informação.

Linha de pesquisa: Comunicação, Organização e Gestão da Informação e do Conhecimento.

Orientadora: Prof. Dra. Jacqueline Leta.

RIO DE JANEIRO
2015

RAYMUNDO DAS NEVES MACHADO

ESTRUTURA INTELECTUAL DA LITERATURA CIENTÍFICA DO BRASIL E OUTROS PAÍSES DOS BRICS: UMA ANÁLISE DE COCITAÇÃO DE PERIÓDICOS NA ÁREA DE CÉLULA-TRONCO.

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência da Informação do Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia, convênio entre a Universidade Federal do Rio de Janeiro/Escola de Comunicação, como requisito à obtenção do título de Doutor em Ciência da Informação.

Aprovada em, 6 de novembro de 2015.

Profa. Dra. Jacqueline Leta (Orientadora)
Instituto de Bioquímica Média/UFRJ
(PPGI/IBICT – ECO/UFRJ)

Profa. Dra. Rosali Fernandez de Souza
(PPGI/IBICT – ECO/UFRJ)

Profa. Dra. Eloisa da Conceição Príncipe de Oliveira
(PPGI/IBICT – ECO/UFRJ)

Profa. Dra. Ely Francina Tannuri de Oliveira
Faculdade de Filosofia e Ciências/UNESP-Marilia

Profa. Dra. Vania Lisboa da Silveira Guedes
Faculdade de Administração e Ciências Contábeis/UFRJ

A Meu pai (Bazílio),
minha mãe (Maria), minha irmã (Ana Rita)
e ao meu sobrinho Leonardo (Léo) com um futuro
científico e tecnológico a descobrir.

AGRADECIMENTOS

"Excelso, onipotente, bom Senhor. A ti todo louvor; somente a ti pertençam toda honra, toda glória, toda bênção. Nenhum mortal, ainda que o orgulho dome, nenhum é digno de dizer teu nome.". São Francisco de Assis.

Às Irmãs e Amigas Clarissas Capuchinhas, do Mosteiro de Santa Verônica Giuliani, Macapá-AP, na pessoa da Sra. Madre Ir. Giuliani do Bom Pastor, agradeço as orações e a fraterna amizade.

A Irmã Natividade, carinhosamente chamada Irmã Nati, Agostiniana Recoleta Missionária, Granada/Espanha, pela amizade e pelo compartilhamento da experiência de vida.

A minha orientadora, Profa. Dra. Jaqueline Leta, paciente, sorridente, sábia, determinada que me fez pensar e repensar o meu olhar para a ciência, abrindo um novo horizonte repleto de oportunidades de aprender, aprender e aprender, meus sinceros agradecimentos por ter-me aceitado como orientando e por compartilhar dos meus sonhos. Saiba que hoje voo para uma nova jornada para qual a senhora forneceu uma grande contribuição. Valeu!!! Sempre em Comunhão.

A profa. Dra. Maria Yêda Figueiras Gomes, ICI/UFBA, pela amizade e acompanhamento da graduação a pós-graduação, como também pela avaliação do parecer referente ao estágio doutoral.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior /CAPES, pela concessão de bolsa do estágio doutoral.

Ao Prof. Dr. Benjamín Vargas-Quesada, do Departamento de Información y Documentación da Universidad de Granada, pelo acompanhamento no estágio doutoral, pela atenção, dedicação e amizade.

Aos amigos e amigas que fiz durante o doutorado, em especial Alegria, Márcia e Sabrina, meu carinho e amizade.

A secretária do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação do IBICT/UFRJ, Sra. Janete Dezidério, na pessoa da qual agradeço a tenção dos demais funcionários do PPGCI/IBICR/UFRJ.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação do IBICT/UFRJ, pela amizade e atenção.

A Sra. Bibliotecária do IBICT, Priscilla Mara, pela amizade e pela disponibilidade no pronto atendimento às solicitações de itens informacionais.

A Edilene (Didizinha), Amiga e Irmã, não tenho palavras para te dizer o quanto sou grato por tudo. Meu carinho, admiração e respeito. Sempre em Comunhão.

Aos amigos Fábio Gomes pelas orientações quanto à normalização da tese e Marcos Carvalho (Marquinhos) pela colaboração com os títulos dos periódicos cocitados.

Ao querido amigo Ariston (Tom), pela amizade e pela agilidade as minhas tantas solicitações.

A amiga querida, Luciene Sales pelos conselhos, atenção, carinho e amizade.

Ao meu irmão Euvaldo (Lee), obrigado pela ajuda fundamental para permanência em terras estrangeiras.

Ao querido Tio Rai, “Nunca deixar a graça passar”, palavras simples, mas de grande sabedoria de uma pessoa alegre, de fé e de sabedoria.

A Superintendência de Tecnologia da Informação/UFBA, pela realização da videoconferência quando da qualificação do projeto de doutoramento.

E a você que leu esses agradecimentos e poderá iniciar a leitura desse estudo.

A todos e todas, minha saudação de Paz e Bem.

Sempre em Comunhão.

MACHADO, Raymundo das Neves. **Estrutura intelectual da literatura científica do Brasil e outros países dos BRICS**: uma análise de cocitação de periódicos na área de célula-tronco. Orientadora Prof, Dra. Jacqueline Leta. 2015. 364f. Tese (Doutorado em Ciência da Informação) - Escola de Comunicação, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia, Programa de Pós-graduação em Ciência da Informação, Rio de Janeiro, 2015.

RESUMO

A pesquisa na área de células-tronco tem proporcionado avanços com grande potencial de intervenção no campo da saúde, despertando atenção da comunidade científica, bem como de todos os cidadãos. As células-tronco são células que têm capacidade de se autorrenovar e diferenciar em outras especializadas. A busca por um melhor entendimento destes processos tem sido foco atual dos estudos nessa área. Trata-se de um campo de conhecimento relativamente novo no mundo, onde o Brasil vem se destacando cada vez mais na arena da ciência global, já que é um dos poucos a deter a tecnologia de células-tronco pluripotentes induzidas (*induced pluripotent stem cells*), que permite obter células-tronco em laboratórios, favorecendo, assim, a pesquisa na área. Considerando, então, o papel de destaque do Brasil nesta área, o presente estudo parte da seguinte questão de pesquisa: qual a estrutura intelectual da literatura científica da área de célula-tronco no Brasil e nos demais países dos BRICS? Pretende-se, assim, mapear a estrutura intelectual da área de células-tronco da produção científica brasileira, no contexto dos países dos BRICS (composto por, além do Brasil, China, Rússia, Índia e África do Sul) em dois períodos, 1991-2000 e 2001-2010. O material de análise é constituído de artigos originais, que foram recuperados da base de dados *Web of Science*. O método utilizado foi de caráter exploratório descritivo e de natureza quantitativa, tendo, nas técnicas bibliométricas, especialmente a análise de cocitação de periódicos, seu maior alicerce, e os periódicos cocitados como unidade de medida para tal análise. Os resultados apontam para um crescimento da produção cientifica para os BRICS em todo o período analisado, sobretudo a partir de 2001. Esse crescimento foi caracterizado como sendo de natureza exponencial ($r^2 = 0,97$), com tempo de duplicação de 2,3 anos e taxa de crescimento 37,75% o que denota uma intensa velocidade de produção numa área dinâmica como a de células-tronco. As posições no *ranking* da produção científica para os BRICS se altera entre os períodos: a Rússia liderava no primeiro, acompanhada pela China, Índia, Brasil e África do Sul (1991-2000) e para o segundo a China ocupava a primeira posição seguida por Brasil, Rússia, Índia e África do Sul. A estrutura intelectual da produção científica dos BRCIS para o primeiro período foi direcionada mais à pesquisa aplicada, com ênfase em temas relacionados à hematologia e áreas afins. No segundo período, a estrutura intelectual dos BRICS concentrou-se na pesquisa básica, com atenção a temas de biologia celular, biologia molecular e bioquímica, como também temas considerados de natureza emergente, como odontologia, neurociências, cardiologia, oftalmologia e biomateriais. A estrutura intelectual, que teve como base de conhecimento os periódicos cocitados, evidenciou uma coleção dinâmica e interdisciplinar, o que condiz com a área em estudo. Para o primeiro período, a estrutura intelectual se pautou nos periódicos cocitados *Blood*, *Cell*, *Experimental Hematology*, *British Journal of Haematology*, *Bone Marrow Transplantation*, *Cancer Research*, *Journal of Experimental Medicine* e *Journal of Immunology*; e, para o segundo período, *Stem Cells*, *Cell*, *Journal of Biological Chemistry*, *Biomaterials*, *Development*, *Journal of Neuroscience*, *Blood*, *Cancer Research*, *Bone Marrow Transplantation* e *Circulation*. O conjunto de dados indica que a pesquisa na área de células-tronco no Brasil,

em relação aos demais países dos BRICS, tem vertente tanto da pesquisa básica como da aplicada na área de terapias células-tronco. Com os resultados, uma série de novas questões de estudo são visualizadas a fim de melhor compreende a dinâmica da produção em uma área em constante transformação, como células-tronco, seja a partir de aplicações de diferentes abordagens de cocitação ou com outras perspectivas metodológicas.

Palavras-Chave: Análise de cocitação de periódicos. Produção científica. Células-tronco. Visualização da Informação. Bibliometria.

MACHADO, Raymundo das Neves. Intellectual structure of the scientific literature in Brazil and other countries of the BRICS: A analysis of co-citation journals in the stem cell area. Advisor Jacqueline Leta. 2015. 364f. Thesis (PhD in Information Science) - Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia; Escola de Comunicação, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2015.

ABSTRACT

Stem cells research has provided advances with great intervention potential in the field of health, arousing curiosity of both scientific community and citizens. Stem cells are cells that have the ability to self-renew and differentiate into other specialized cells. The search for a better understanding of these processes has been the focus of current studies in this area. This is a relatively new field of knowledge in the world, in which Brazil has been increasingly highlighting in the global science arena, since it is one of the few countries to hold the induced pluripotent stem cells technology, which allows scientists to obtain stem cells in laboratories and so the research in this area. Considering, then, the prominent role of Brazil in this field, this study starts from the following research question: what is the intellectual structure of the scientific literature of the stem cells area in Brazil and other countries from BRICS? It aims, therefore, mapping the intellectual structure of the stem cells area of the Brazilian scientific production in the context of BRICS countries (comprising, besides Brazil, China, Russia, India and South Africa) in two periods 1991-2000 and 2001-2010. The analysis were carried on original articles, recovered from Web of Science database. The method had an exploratory and descriptive approach, and used bibliometric techniques, mainly the analysis of co-citation journals, and cited periodicals were the unit of analysis. The results point to a growth of BRICS scientific production in the whole period, especially after 2001. We found that it had an exponential growth ($r^2 = 0.97$), with a doubling time of 2.3 years and growth rate of 37.75% which demonstrates an intense speed production in a dynamic area as stem cells. The ranking positions of scientific output for the BRICS changes from one period to another: Russia leading in the first, followed by China, India, Brazil and South Africa (1991-2000) and in the second China is in the first position followed by Brazil, Russia, India and South Africa. The intellectual structure of BRICS scientific production for the first period (1991-2000) was related more to applied research, with emphasis on topics related to hematology and similar areas. In the second period (2001-2010), BRICS intellectual structure of the scientific production focused on basic research, with attention to cell biology topics, molecular biology and biochemistry, but also considered issues of emerging nature, such as dentistry, neuroscience, cardiology, ophthalmology and biomaterials. The intellectual framework, which was based on co-cited journals, showed a dynamic and interdisciplinary collection that matches the area under study. For the first period, the intellectual framework was guided in the co-cited journals as Blood Cell, Hematology Experimental, British Journal of Haematology, Bone Marrow Transplantation, Cancer Research, Journal of Experimental Medicine and Journal of Immunology; and for the second period, Stem Cells, Cell, Journal of Biological Chemistry, Biomaterials, Development, Journal of Neuroscience, Blood, Cancer Research, Bone Marrow Transplantation and Circulation. The data set indicates that the stem cells research in Brazil, compared to the other BRICS countries, presents both in the aspect of basic and applied research in the area of therapies stem cells. From the results obtained, new research questions appear in order to better understand an area constantly evolving, as stem cells, enabling applications of different co-citation techinques or other with multiple methodological approaches.

Keywords: Analysis of co-citation journals. Scientific production. Stem cell. Information Visualization. Bibliometrics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Formação dos termos métricos 28
Figura 2: Diagrama das disciplinas métricas 29
Figura 3: Linha do tempo da terminologia dos estudos métricos 29
Figura 4: Rede dos termos Bibliometria, Cientometria e Informetria 36
Figura 5: Linha do tempo dos estudos métricos 39
Figura 6: Formulação gráfica distribuição de Bradford 44
Figura 7: Classificação dos estudos métricos da informação 45
Figura 8: Linha do tempo das leis bibiométricas 46
Figura 9: Tipologia de indicadores bibliométrico 58
Figura 10: Linha do tempo dos estudos métricos Brasil 66
Figura 11: Características fundamentais das células-tronco 70
Figura 12: Distribuição das pesquisas mundial com ESC (2002-2011)..... 92
Figura 13: Origem das células-tronco adultas 93
Figura 14: Distribuição dos centros de tecnologia celular pelo Estados Brasileiros .. 99
Figura 15: Fluxograma do processo de mapeamento bibliométrico 115
Figura 16: Processamento da cocitação 125
Figura 17: Mapa bibliométrico de cocitação 127
Figura 18: Etapa do processamento da análise de cocitação 128
Figura 19: Linha do tempo da análise de cocitação 129
Figura 20: Mapa de cocitação de documentos, elaborado por Small em 1973 130
Figura 21: Mapa perceptual dos autores cocitados 133
Figura 22: Mapa perceptual dos periódicos cocitados em economia (1986-1988) 136
Figura 23: Cienciograma da produção científica espanhola (1990-2005) 137
Figura 24: Gráfico estratégico 140
Figura 25: Mapa bidimensional de tópicos de pesquisa da LIS na China 142
Figura 26: Rede de estrutura de palavras-chave em LIS da China (2008-2012) 143
Figura 27: Mapa da estrutura intelectual dos periódicos cocitados na área de célula-tronco referente ao Brasil (1991-2010) 193
Figura 28: Mapa de densidade dos periódicos cocitados da área de célula-tronco referente ao Brasil (1991-2000) 195
Figura 29: Mapa da estrutura intelectual dos periódicos cocitados na área de célula-tronco referente ao Brasil (2001-2010) 197

Figura 30: Mapa de densidade dos periódicos cocitados da área de célula-tronco referente ao Brasil (2001-2010) 201

Figura 31: Mapa da estrutura intelectual dos periódicos cocitados na área de célula-tronco referente a China (1991-2000) 205

Figura 32: Mapa de densidade dos periódicos cocitados da área de célula-tronco referente a China (1991-2000) 208

Figura 33: Mapa da estrutura intelectual dos periódicos cocitados na área de célula-tronco referente a China (2001-2010) 210

Figura 34: Zoom da área central do mapa bibliométrico dos periódicos cocitados na área de célula-tronco referente a China (2001-2010) 211

Figura 35: Detalhe dos periódicos cocitados no agrupamento 7 da área de célula-tronco referente à China (2001- 2010) 212

Figura 36: Mapa de densidade dos periódicos cocitados da área de célula-tronco referente a China (2001-2010) 215

Figura 37: Mapa da estrutura intelectual dos periódicos cocitados na área de célula-tronco referente à Rússia (1991-2000) 218

Figura 38: Mapa de densidade dos periódicos cocitados da área de célula-tronco referente á Rússia (1991-2000) 221

Figura 39: Mapa da estrutura intelectual dos periódicos cocitados na área de célula-tronco referente à Rússia (2001-2010) 223

Figura 40: Detalhe dos periódicos cocitados no agrupamento 7 da área de célula-tronco referente à Rúissia (2001- 2010) 226

Figura 41: Mapa de densidade dos periódicos cocitados da área de célula-tronco referente á Rússia (2001-2010) 227

Figura 42: Mapa da estrutura intelectual dos periódicos cocitados na área de célula-tronco referente a Índia (1991-2000) 230

Figura 43: Detalhe dos periódicos cocitados no agrupamento 4 da área de célula-tronco referente a Índia (1991- 2000) 232

Figura 44: Mapa de densidade dos periódicos cocitados da área de célula-tronco referente a Índia (1991-2000) 233

Figura 45; Mapa da estrutura intelectual dos periódicos cocitados na área de célula-tronco referente a Índia (2001-2010) 236

Figura 46: Detalhe dos periódicos cocitados no agrupamento 8 da área de célula-tronco referente a Índia (2001- 2010) 238

Figura 47: Mapa de densidade dos periódicos cocitados da área de célula-tronco referente a Índia (2001-2010) 239

Figura 48: Mapa da estrutura intelectual dos periódicos cocitados na área de célula-tronco referente a África do Sul (1991-2000) 242

Figura 49: Mapa de densidade dos periódicos cocitados da área de célula-tronco referente a África do Sul (1991-2000) 244

Figura 50: Mapa da estrutura intelectual dos periódicos cocitados na área de célula-tronco referente a África do Sul (2001-2010) 251

Figura 51: Mapa de densidade dos periódicos cocitados da área de célula-tronco referente a África do Sul (2001-2010) 253

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Evolução dos programas de pós-Graduação no Brasil (2003-2013) .,.. 77

Gráfico 2: Distribuiçãodos programas de pós-graduação por grande área (2013) . 78

Gráfico 3: Distribuição dos pesquisadores brasileiros segundo o setor de vínculo institucional (2000-2010) 81

Gráfico 4: Publicações mundiais na área de célula-tronco: total no período segundo a tipologia e total anual dos artigos originais (*inset*), 1991-2010 164

Gráfico 5: Crescimento exponencial dos artigos original dos BRICS na área de célula-tronco (1991-2010) 167

Gráfico 6: Artigos originais publicados pelos BRICS na área de célula-tronco (1991-2010) 168

Gráfico 7: Crescimento exponencial do número de artigos publicados na área de célula-tronco referente ao Brasil (1991-2010)..... 176

Gráfico 8a: Crescimento exponencial do número de artigos publicados na área de célula-tronco referente à China e Índia (1991-2010) 177

Gráfico 8b: Crescimento exponencial do número de artigos publicados na área de célula-tronco referente a Rússia e África do Sul (1992-2010) 178

Gráfico 9: Autores brasileiros com maior número de artigos publicados na área de células-tronco (1991-2010) 182

Gráfico 10: Distribuição de Bradford da produtividade dos periódicos da fonte da área de célula-tronco referente ao BRICS (1991-2010) 186

Gráfico 11: Distribuição dos títulos cocitados segundo a freqüência de cocitação e o grupamento para a área de célula-tronco referente ao Brasil (1991-2000) 192

Gráfico 12: Distribuição dos títulos cocitados segundo a frequência de cocitação e o agrupamento para a área de célula-tronco referente ao Brasil (2001-2010) 196

Gráfico 13: Distribuição dos títulos cocitados segundo a freqüência de cocitação e o agrupamento para a área de célula-tronco referente à China (1991-2000) 204

Gráfico 14: Distribuição dos títulos cocitados segundo a frequência de cocitação e o agrupamento para a área de célula-tronco referente à China (2001-2010) 209

Gráfico 15: Distribuição dos títulos cocitados segundo a frequência de cocitação e o agrupamento para a área de célula-tronco referente à Rússia (1991-2000) 217

Gráfico 16: Distribuição dos títulos cocitados segundo a frequência de cocitação e o agrupamento para a área de célula-tronco referente à Rússia (2001-2010) 222

Gráfico 17: Distribuição dos títulos cocitados segundo a frequência de cocitação e o agrupamento para a área de célula-tronco referente a Índia (1991-2000) 229

Gráfico 18: Distribuição dos títulos cocitados segundo a frequência de cocitação e o agrupamento para a área de célula-tronco referente à Índia (2001-2010) 238
Gráfico 19: Distribuição dos títulos cocitados segundo a frequência de cocitação e o agrupamento para a área de célula-tronco referente a África do Sul (1991-2000) 245
Gráfico 20: Distribuição dos títulos cocitados segundo a frequência de cocitação e o agrupamento para a área de célula-tronco referente a África do Sul (1991-2000) 250

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Publicações na BRAPCI e na SciELO Brasil para os termos Bibliometria, Cientometria e Informetria 72

Tabela 2: Dispêndio em C&T no Brasil (2000 e 2012) 84

Tabela 3: Número de artigos originais na área de célula-tronco e artigos em todas as áreas nos BRICS e no Mundo (1991-2010) 166

Tabela 4: Produção de artigos originais dos BRCIS e Mundo e representação o BRICS em % Mundial 169

Tabela 5: Distribuição dos autores dos artigos originais publicados pelos BRICS na área de célula-tronco segundo o índice de produtividade (1991-2000) 179

Tabela 6: Distribuição dos autores dos artigos originais publicados pelos BRICS na área de célula-tronco segundo o índice de produtividade (2001-2010) 180

Tabela 7: Distribuição da produtividade de Bradford dos periódicos da área de célula-tronco para o BRICS (1991-2010) 187

Tabela 8: Distribuição das categorias de assuntos (%) dos periódicos cocitados da produção da área de célula-tronco que pertencem a dois ou mais de dois agrupamentos no conjunto em cada país analisado dos BRICS (1991-2000) 255

Tabela 9: Distribuição das categorias de assuntos (%) dos periódicos cocitados da produção da área de célula-tronco que pertencem a dois ou mais de dois agrupamentos no conjunto em cada país analisado dos BRICS (2001-2010)..... 262

Tabela 10: Periódicos cocitados monotemático e multitemático da área de célula-tronco referente aos BRICS (1991-2000 e 2001-2010) 274

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Sinopse dos conceitos apresentados para os termos Bibliotmetria, Cientometria e Informetria 34

Quadro 2: Classificação Bibliométrica conforme o foco da análise da divisão da Bibliometria 48

Quadro 3: Caraterização das técnicas bibliométricas 49

Quadro 4: Nível e aplicação dos indicadores bibliométricos 59

Quadro 5: Produção científica brasileira em 2013, segundo as áreas de assunto .. 85

Quadro 6: Artigos brasileiros indexados pela Thomson/ISI e Scopus (2000-2012) 87

Quadro 7: Taxonomia das técnicas bibliométricas para o mapeamento da ciência 112

Quadro 8: Protocolo de busca para levantamento de dados na WoS para a área de célula-tronco referente aos BRICS (2001-2010) 147

Quadro 9: Periódicos descartados na categoria de assunto multidisciplinar sciences 153

Quadro 10: Ranking mundial na produção de artigos originais dos países na área de células-tronco referente aos BRICS (1991-2010) 170

Quadro 11: Índice de Crescimento de Price dos BRICS na produção de artigos originais na área de célula-tronco (1991-2010) 171

Quadro 12: Estatística descritiva dos artigos originais na área de célula-tronco Referente aos BRICS (1991-2000 e 2001-2010) 173

Quadro 13: Periódicos da 1ª zona de Bradford para área de célula-tronco referente aos BRICS (1991-2010) 189

Quadro 14: Periódicos com maior volume de artigos publicados pelos BRICS na área de célula-tronco (1991-2000) 190

Quadro 15: Grau de centralidade para os periódicos cocitados da área de célula-tronco referente ao Brasil (1991-2010) 202

Quadro 16: Grau de centralidade para os periódicos cocitados da área de célula-tronco referente à China (1991-2010) 216

Quadro 17: Grau de centralidade para os periódicos cocitados da área de célula-tronco referente à Rússia (1992-2010) 228

Quadro 18: Grau de centralidade para os periódicos cocitados da área de célula-tronco referente à Índia (1910-2010) 239

Quadro 19: Grau de centralidade para os periódicos cocitados da área de célula-tronco referente à África do Sul (1992-2010)..... 249

Quadro 20: Caracterização dos agrupamentosdosperiódicos cocitados da área de célula-tronco referente aos BRICS (1992-2000) 250

Quadro 21: Caracterização dos agrupamentos dos periódicos cocitados da área de célula-tronco referente aos BRICS (2001-2010) 253

Quadro 22: Categorias de assuntos, de maior e menor frequência, dos periódicos cocitados nos artigos dos BRICS referentes a área da célula-tronco (1991-2000) 258

Quadro 23: Distribuição das categorias de assuntos pelos países dos BRICS referente a área da célula-tronco (1991-2000) 259

Quadro 24: Categorias de assuntos, de maior e menor frequência, dos periódicos cocitados nos artigos dos BRICS referentes a área da célula-tronco (2001-2010) 265

Quadro 25: Distribuição das categorias de assuntos, de menor frequência, pelos países dos BRICS referente a área da célula-tronco (2001-2010) 266

Quadro 26: Distribuição das categorias de assuntos pelos países dos BRICS, referente a área da célula-tronco (2001-2010) 267

Quadro 27: Distribuição, por período, das categorias de assuntos da área de célula-tronco referente aos BRICS 272

Quadro 28: Periódicos cocitados de maior frequência na área de célula-tronco para países dos BRICS (1991-2000) 275

Quadro 29: Periódicos cocitados de maior frequência na área de célula-tronco para os países dos BRICS (2001-2010) 276

Quadro 30: Os top 10 periódicos cocitados na área de célula-tronco para os BRICS (1991-2000, 2001-2010) 277

Quadro 31: Os top 10 periódicos cocitados na área de célula-tronco para os BRICS (1991-2000) 278

Quadro 32: Os top 10 periódicos cocitados na área de célula-tronco para os BRICS 2001-2010) 279

SUMÁRIO

1 INTRODUÇAO 21

2 A BIBLIOMETRIA 26

2.1 PANORAMA TERMINOLÓGICO 7

2.2 LINHA DO TEMPO E OS PIONEIROS DOS ESTUDOS MÉTRICOS 38

2.3 TÉCNICAS BIBLIOMÉTRICAS 48

2.4 INDICADORES BIBLIOMÉTRICOS 50

2.4.1 **Classificação e aplicação dos indicadores bibliométrico** 55

2.5 FONTE DE DADOS DOS INDICADORES BIBLIOMÉTRICO 60

2.2 A BIBLIOMETRIA NO BRASIL 64

2.2.1 Linha do tempo dos estudos métricos brasileiros 66

2.2.2 A evolução da Bibliometria Brasileira 68

3 A CIÊNCIA BRASILEIRA E OS ESTUDOS DE CÉLULA-TONCO 73

3.1 PANORAMA HISTÓRICO 74

3.2 INSTITUCIONALIZAÇÃO DA PESQUISA E A FORMAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS 76

3.3 A PRODUÇÃO CIENTÍFICA BRASILEIRA 82

3.4 A CIÊENCIA BRASILEIRA E A TEMÁTICA DE CÉLULAS-TRONCO 88

3.4.1 Células-tronco 88

3.4.2 Marcos da implantação da pesquisa brasileira na área de célula-tronco ... 97

3.4.3 Marcos da implantação da pesquisa na área de célula-tronco nos demais países dos BRICS 100

3.5 CONTRIBUIÇÃO DOS ESTUDOS BILIOMÉTRICOS/CIENTOMÉTRIOS NA ÁREA DE CÉLULA-TRONCO 102

4 AS CITAÇÕES NO MAPEAMENTO DAS ESTRUTURAS INTELECTUAIS DAS PUBLICAÇÕES 107

4.1 VISUALIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO 107

4.2 UNIDADE DE ANÁLISE NO MAPEAMENTO DA CIÊNCIA 112

4.3 COOCORRÊNCIA 118

4.4 ANÁLISE DE CITAÇÃO 119
4.5 ACOPLAMENTO BIBLIOGRÁFICO 122
4.6 ANÁLISE DE COCITAÇÃO 123
4.6.1 **Tipologia de análise de cocitação** 129
4.6.1.1 *A análise de cocitação de documentos* 130
4.6.1.2 *A análise de cocitação de autor* 132
4.6.1.3 *A análise de cocitação de periódicos* 134
4.6.1.4 *A análise de cocitação de categorias de assuntos* 137
4.6.1.5 *Coocorrência de palavras* 138

5 METODOLOGIA 144
5.1 A BASE DE DADOS SELECIONADA 145
5.2 COLETA DOS DADOS 146
5.2.1 Softwares utilizados 148
5.2.2 Seleção e normalização das unidades amostrais 152
5.2.3 Leitura do mapa 154
5.3 PLANO DE ANÁLISE DE DADOS 155
5.3.1 Análise exploratória dos dados 155
5.3.2 Indicadores 157
5.3.3 Teste estatístico 159
5.3.4 Análise de cocitação de periódicos 161

6 RESULTADOS 163
6.1 A PRODUÇÃO NA ÁREA DE CÉLULA-TRONCO DOS BRICS: DESCREVENDO A PRODUÇÃO 163
6.1.1 Análise diacrônica da produção científica dos BRICS na área de célula-tronco 163
6.1.2 Crescimento da produção científica dos BRICS da área de célula-tronco .. 171
6.1.3 Autoria dos artigos originais dos BRICS na área de célula-tronco 178

6.1.3.1 *Autores brasileiros: mais produtivos* 181

6.1.4 **Periódicos com a produção científica na área de célula-tronco dos BRICS** 184

6.2 ESTRUTURA INTELECTUAL NA ÁREA DE CÉLULA-TRONCO DOS BRICS 191

6.2.1 **A estrutura intelectual das publicações brasileiras** 191

6.2.2 **A estrutura intelectual das publicações chinesas** 203

6.2.3 **A estrutura intelectual das publicações russas** 216

6.2.4 **A estrutura intelectual das publicações indianas** 123

6.5.5 **A estrutura intelectual das publicações sul africana** 240

6.3 A ESTRUTURA INTELECTUAL: DETALHANDO OS MAPAS 250

6.3.1 **As categorias de assuntos dos periódicos cocitados** 205

6.3.2 **Os periódicos cocitados de maior frequêmcia** 273

6.6 DISCUSSÃO DOS DADOS 280

CONCLUSÃO 287

REFERÊNCIAS 292

APÊNDICES 318

1 INTRODUÇÃO

A ciência, tal como a concebemos hoje, é fruto de inúmeras mudanças, seja em sua estrutura, seja na dinâmica e perfil de produção científica, e passa a se configurar como um campo de estudo de pesquisadores de diferentes áreas, essencialmente da filosofia, história e sociologia.

Com a chegada do século XX, inicia-se uma nova fase para a ciência, que se estende aos dias atuais. Falamos, então, de Ciência Contemporânea, ou seja, uma ciência universal, diferente da praticada nos séculos passados e que tem como parte de suas características a complexidade teórica e, especialmente, experimental. Essa característica contrasta e rompe com tradições passadas, nas quais a atividade científica estava pautada mais na observação e no empirismo do que na experimentação e matematização. (ROSA, 2012).

Diante do cenário contemporâneo, a ciência passa a desempenhar um papel estratégico de transformações estruturais socioeconômicas, tornando-se elemento indispensável para o desenvolvimento de uma nação. Esta percepção é fortemente corroborada com a publicação do Relatório *Science*: *the Endres Frontier1* (BUSH, 1945), que aponta para o papel estratégico da ciência – e especialmente da pesquisa básica – para o desenvolvimento de um país. É nesse contexto que surge o interesse em estudar a Bibliometria, que teve um percurso acentuado de desafios no entendimento do método bibliométrico e da própria Bibliometria e a Cientometria como campos de conhecimento, onde se insere esta tese.

Em meu caso, a motivação data do início do curso de graduação em Biblioteconomia e Documentação, na UFBA, quando das primeiras leituras referentes ao tema. Passaram-se os anos e o interesse se acentuou ao ponto de incorporá-lo como conteúdo teórico/prático na disciplina Formação e Desenvolvimento de Coleções, ministrada na graduação do Curso de Biblioteconomia e Documentação/UFBA bem como a proposta, já concretizada, da criação de uma disciplina, de natureza optativa, voltada aos estudos métricos da informação.

Envolvido cada vez mais nos campos da Bibliometria e da Cientometria, passei a estudar e me interessar pela análise de cocitação de periódicos, uma técnica proposta por McCain em 1991 e que tem por meta identificar a base do conhecimento num campo científico. A cocitação de periódicos faz parte de um conjunto de estudos que surgiu na década de 1970, tendo como principal mentor Small (1973). Foi a partir deste estudo pioneiro

que sugiram outras modalidades de estudos de cocitação como a cocitação de autor (WHITE; GRIFFITH, 1981) e a cocitação de periódicos (McCAIN, 1990).

O prefixo "co" demanda ocorrências conjuntas dentro de um único documento. Desse modo, a cocitação ocorre quando dois documentos/autores/periódicos aparecem nas referências de um terceiro trabalho. Neste estudo, se dois periódicos são cocitados na lista de referência de um terceiro, dizemos, então, que estes dois periódicos são periódicos cocitados. E entre eles há (ou pode-se inferir que há) uma corrente de pensamento compartilhada ou de metodologia que os une e os leva a serem cocitados. Quanto maior for a frequência de cocitação maior será essa similaridade entre os periódicos cocitados.

A técnica de cocitação se desenvolveu a tal ponto que, a partir de um conjunto de procedimentos usados nesta técnica, surge uma nova disciplina denominada visualização da informação (COBO et al., 2011; van ECK; WALTMAN, 2010; BÖRNER; CHEN; BOYACK, 2003), que teve seu início com os estudos de Garfield (1963) e Price (1965). A visualização da informação tem por finalidade representar, num espaço bi ou tridimensional, dados referentes à estrutura intelectual de área do conhecimento científico.

Neste estudo, entendemos a *estrutura intelectual* de um campo como sendo a estrutura visualizada a partir do grau de similaridade de conteúdo (tema de pesquisa, escola de pensamento, abordagem metodológica, resultados), que, quando reunido em agrupamentos, evidencia áreas de especialidades bem como suas interconexões.

Na contemporaneidade, a visualização da informação tem grandes aliados que são os *softwares* usados em diferentes campos, inclusive na Bibliometria, que viabilizam representar grandes volumes de informações por meio de mapas, entendidos a partir de diversas técnicas de análise, entre elas a análise de agrupamento que representa a especialidade do campo científico analisado (SMALL, 1973).

O contexto da presente pesquisa é voltado para uma área altamente dinâmica que vem ocorrendo no campo da biotecnologia, com grande potencial de intervenção no campo da saúde. Estamos falando da pesquisa na área de célula-tronco (*stem cell*), uma área que desperta a atenção não só da comunidade científica, mas de toda a sociedade pelo enorme potencial associado à cura e/ou a novos tratamentos seja de doenças ou de condições para as quais a medicina atual não encontra resposta, como por exemplo, traumas no sistema nervoso, causados por acidentes. Trata-se de um campo de conhecimento em que o Brasil vem se destacando cada vez mais na arena da ciência global, tendo sido pioneiro em toda América

Latina na realização dos primeiros procedimentos e técnicas que envolvem células-tronco, fato que mereceu destaque na revista *Nature* em 2011.

A área de célula-tronco é vista hoje como uma de grande avanço científico e que extrapola a medicina regenerativa, visto que é possível oferecer respostas a muitas questões biológicas, tais como a formação e o desenvolvimento de muitos tecidos e órgãos do corpo humano, e estudar a forma sob a qual agentes infecciosos invadem e atacam células humanas e as questões ligadas ao envelhecimento, entre tantas outras (NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, [20--]). Todo esse cenário que envolve a área de célula-tronco requer cautela, o que levou vários países, inclusive o Brasil, a contar com uma legislação específica que regula as atividades de pesquisa na área, principalmente às relacionadas com células-tronco embrionárias humanas.

Toda essa conjuntura levantada nos dois últimos parágrafos vem despertando o interesse de pesquisadores em Bibliometria/Cientometria, tendo como material de análise a produção científica e as referências dos itens citados pelos autores, que são analisadas por técnicas bibliométricas/cientométricas de natureza prospectiva. Estudos dessa natureza foram desenvolvidos por Zhao e Strotmann (2011), Ho et al. (2003), Li et al. (2009) e por Cantos-Mateos et al. (2012). No Brasil, Machado e Leta (2013) desenvolveram estudos nessa área: utilizaram a análise de cocitação de autor e análise de coocorrência de palavras-chave, mapeando a estrutura da literatura no período de 1991 a 2010. Outros estudos desenvolvidos por Machado, Vargas-Quesada e Leta (2015) tiveram como objetivo identificar a estrutura subjacente e os agrupamentos existentes em uma coleção de periódicos. Como método os autores utilizaram a análise de cocitação de periódicos.

Os estudos citados anteriormente motivaram a execução de novos estudos na área de célula-tronco, e, com base nessa motivação, desenhamos este estudo que tem como foco a produção do Brasil nessa área que é apresentada no contexto dos BRICS, conjunto de países emergentes que possuem características em comum, não só demográficas e continentais, mas, e principalmente, quanto ao crescimento econômico nas últimas décadas. Os cinco países (Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul, i. e., o nosso campo de estudo) estão ancorados pelo acrônimo BRICS, uma sigla cunhada pelo economista Jim O'Neill do banco de investimentos Goldman Sachs em 2001 (REIS, 2012). Importante ressaltar que todos estes países executam pesquisas com células-tronco, conforme descrito abaixo (CELULAS TRONCO, *online*, [200--]; WHEAT; MATTHEWS, 2009):

⇒ Brasil – permite a utilização de células-tronco produzidas a partir de embriões humanos para fins de pesquisa e terapia, mas não permite a clonagem terapêutica e clonagem reprodutiva.

⇒ Rússia – permite todas as pesquisas com embriões, inclusive a clonagem terapêutica.

⇒ Índia – a pesquisa com células-tronco embrionárias e a clonagem terapêutica são permitidas, mas a clonagem reprodutiva é proibida.

⇒ China – permite todas as pesquisas com embriões, inclusive a clonagem terapêutica, mas a clonagem reprodutiva é proibida.

⇒ África do Sul – permite todas as pesquisas com embriões, mas não a clonagem terapêutica e a clonagem reprodutiva, sendo o único país africano com legislação a respeito.

Esse quadro motiva e justifica a realização desta pesquisa que tem a seguinte questão como central: qual a estrutura intelectual da literatura científica da área de célula-tronco no Brasil e nos demais países dos BRICS? Temos como hipótese de trabalho que países com o mesmo perfil de desenvolvimento tem estruturas intelectuais desta área de pesquisa, como células-tronco, semelhantes.

A partir da questão de trabalho, o objetivo geral que norteia este estudo é o seguinte: Mapear a estrutura intelectual da área de célula-tronco para os BRICS, em dois períodos, 1991 a 2000 e 2001 a 2010, a fim de analisar mudanças ocorridas. Já os específicos são: (a) Examinar o estágio da produção científica, com ênfase nos artigos originais, produzidos pelos pesquisadores dos BRICS, com finalidade de estabelecer um ranking para os BRICS; (b) Mapear a estrutura intelectual, no espaço bidimensional, a fim de visualizar as distâncias espaciais e a similaridade entre os periódicos cocitados; (c) Levantar os principais periódicos cocitados com intenção de identificar aqueles que compõem a base do conhecimento; (d) Identificar possíveis temáticas emergentes e/ou com potencial de desenvolvimento, com o propósito de tecer comparações entre os BRICS.

Apresentamos, em seguida, a estrutura deste estudo, organizado em cinco seções, além da parte introdutória, que contém a justificava e objetivos. Na primeira seção, é apresentada uma discussão referente à terminologia dos estudos métricos, ou seja, Bibliometria, Cientometria e Informetria. Em seguida, a nossa atenção se concentra nos pioneiros do desenvolvimento das técnicas bibliométricas; uma linha do tempo foi elaborada e os estudos foram agrupados em categorias. Na sequência, as técnicas são apresentadas na perspectiva de

indicadores bibliométricos de avaliação da produção científica em ciência e tecnologia, encerrando com as fontes de informação para os estudos métricos no campo da informação.

Na seção 2, apresentaremos a ciência brasileira, ressaltando um pouco de sua história e seu desenvolvimento. No decorrer do capítulo, são apresentados também alguns indicadores que ilustram a evolução da ciência brasileira, finalizando com uma seção introdutória à área de célula-tronco e os principais marcos da pesquisa brasileira nessa área.

O tema central da pesquisa é apresentado na seção 3, onde é apresentado um panorama do campo emergente da visualização da informação e, em seguida, são apresentadas as tipologias das unidades de análise no mapeamento da ciência. Em seguida, seção 4, temos o método e a estrutura metodológica. A análise dos dados encontra-se na seção 5, organizada em três subseções: a primeira contém os dados relacionados à produção científica; na segunda encontra-se o cerne deste estudo; na terceira, as discussões. Na sequência, a conclusão e as referências citadas neste estudo.

2 A BIBLIOMETRIA

Contar a história de um acontecimento é voltar ao passado. É, sobretudo, rever, nas fontes, fatos que marcaram esse acontecimento e visitar lugares e pessoas que poderão reconstituir certos detalhes desse passado. Assim, podemos aventurar nessa jornada, fazendo uma pequena consulta a Wikipédia, uma enciclopédia multilíngue disponibilizada na Internet, e chegamos, então, ao ano de 1917 acentuado por acontecimentos, no campo da política e da fé.

O ano de 1917 traz consigo um legado histórico, no cenário internacional, de eventos que marcaram uma época, ano esse que o mundo vivenciava a Primeira Grande Guerra Mundial (1914-1918), que envolveu vários países, propiciando aos países capitalistas, devido a seu potencial bélico, poderes de “matar e destruir”. Em paralelo a esse fato sangrento, acontecem, em 13 de junho de 1917, na cidade de Fátima, Portugal, as primeiras aparições da Virgem Maria a três crianças. Temos também a primeira fase da Revolução Russa, com início em 1917. Morre um dos pais da Sociologia moderna, Émile Durkheim (1958-1917), e, por outro lado, nasce aquela que seria a primeira ministra da Índia, Indira Gandhi (1917-1984).

No cenário brasileiro, em 1917, nascia, em 25 de janeiro, aquele que seria o 22º presidente do Brasil, Jânio Quadros (1917-1992). Em 30 de setembro, nascia também um dos maiores fenômenos da comunicação nacional, José Abelardo Barbosa de Medeiros (1917-1998), conhecido Chacrinha; em 11 de fevereiro, morre Oswaldo Cruz (1872-1917), médico, bacteriologista, epidemiologista e sanitarista brasileiro, um dos maiores cientistas brasileiros e que introduziu o estudo de doenças tropicais e da medicina experimental no Brasil.

Em meio a tantos acontecimentos nas esferas política, social e religiosa, 1917 tem outro marco especial que nos chama atenção: o início de uma nova disciplina. Seus pioneiros não pretendiam criar uma disciplina nova, mas apenas usavam um método de contagem que possibilitava obter conhecimento sobre determinado assunto. Com o avanço desses métodos, logo surgiram denominações, dentre elas, o termo Bibliometria, que passou a dar identidade a este campo que ganhou corpo e vem, ao longo dos anos, se consolidando cada vez mais, seja como disciplina, seja como método de pesquisa.

Passaram-se os anos e muito foi realizado neste campo: leis foram criadas e contestadas, métodos foram surgindo e se desenvolvendo, globalizando cada vez mais a Bibliometria como disciplina e método.

A seguir, percorremos o labirinto da Bibliometria, trançando um panorâmico histórico-epistemológico de um campo de natureza quantitativa que vem atraindo pesquisadores de diferentes áreas do conhecimento. Discutiremos, então, questões relacionadas à terminologia dos estudos métricos da informação, assim como os pioneiros das técnicas bibliométricas e os principais marcos deste campo. Por fim, o capítulo também apresenta as principais técnicas e indicadores do campo assim como as fontes informacionais de onde mais frequentemente são extraídas as informações analisadas no campo.

2.1 PANORAMA TERMINOLÓGICO

Como todo acontecimento novo recebe uma denominação, com a Bibliometria não foi diferente e um longo percurso terminológico marca essa disciplina de natureza quantitativa que, ao longo de sua existência, vem passando por alterações em sua nomenclatura, tais como Cientometria e Informetria, as quais, para Glänzel (2003), são apenas sinônimos. Frequentemente, estudos bibliométricos são reunidos em um termo guarda-chuva como *estudos métricos da informação* ou, então, *ciência métrica* (GORBEA-PORTAL, 2005; PERES MATOS, 2002;) ou *disciplina métrica* (GREGORIO CHAVIANO, 2004).

Gorbea-Portal (1994)[1] introduziu o conceito de *estudos métricos da informação* como termo genérico que agrupa as especialidades métricas da informação como a Bibliometria, Cientometria e Informetria.

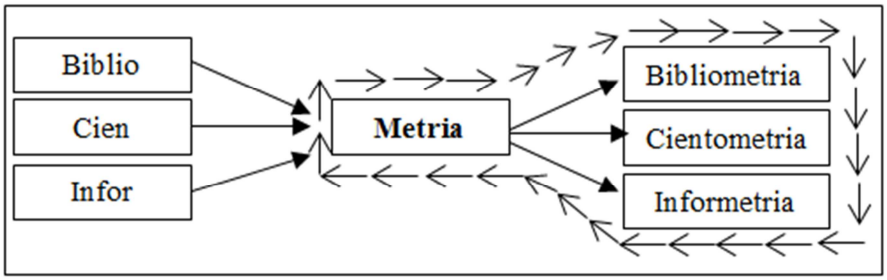
Para Gregorio Chaviano (2004, *online*, tradução nossa), o início dos estudos métricos está pautado na Ciência da Documentação que tinha como objetivo inicial "[...] o controle do grande número de documentos em diferentes áreas do conhecimento", surgindo, assim, a Bibliometria como disciplina instrumental da Ciência da Documentação, que tem na bibliografia seu principal instrumento de estudo. A Cientometria seria uma disciplina também de natureza instrumental, contudo direcionada ao estudo da ciência em seus aspectos quantitativos, mantendo uma relação com a primeira, isto é, a Bibliometria. Já a Informetria

[1] O autor propõe, em 1994, e acrescenta no rol das disciplinas ou especialidades métricas, a Arquiovometria (*archivometrics*) como "aplicação de métodos e modelos matemáticos e estatísticos ao comportamento dos documentos ou manuscritos do Arquivo, com o interesse de identificar os fenômenos históricos associados à estrutura e organização deste tipo de fundo e documentos" (GORBEA PORTAL, 2005, p. 94, tradução nossa). A discusão desta especialidade foge ao escopo desta pesquisa.

seria a disciplina instrumental da Ciência da Informação, uma vez que o foco de seus estudos concentra-se em aspectos quantitativos da informação, seja qual for a natureza dela.

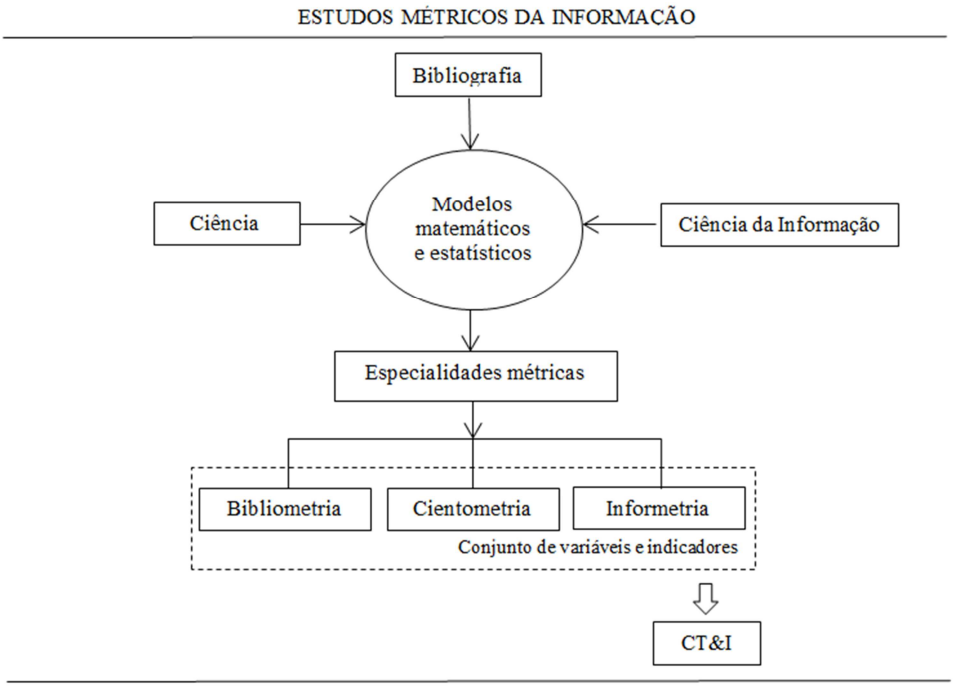
Desse modo foram surgindo as disciplinas de natureza instrumental tal como conhecemos hoje: Bibliometria, Cientometria e Informetria, que tem na análise quantitativa sua base de investigação, presente nos radicais das palavras que compõem essas disciplinas, observando que todas apresentam o sufixo *metria* (do grego *metron*), indicando mensuração, medida ou medição (Figura 1).

Figura 1 – Formação dos termos métricos.



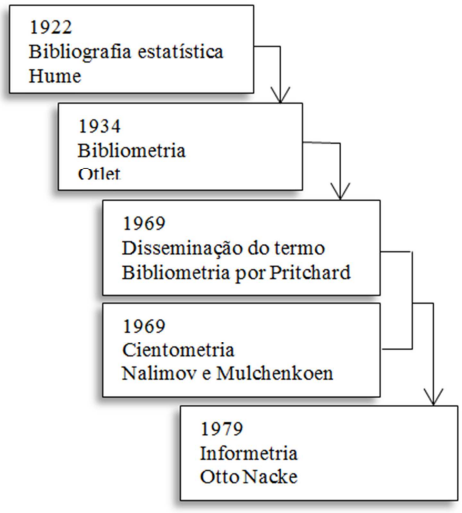
As disciplinas métricas compartilham do fluxo de informação (indicado pela direção das setas, na figura 1) comum, quer no manejo das variáveis, quer no emprego de métodos e modelos matemáticos e estatísticos que se direcionam a cada objeto de estudo, a bibliografia, a ciência e a ciência da informação, surgindo, desse modo, as disciplinas ou especialidades métricas (GORDEA-PORTAL, 2005). Na figura 2, é possível observar que a Bibliometria, Cientometria e Informetria estudam o campo científico e tecnológico, sendo visível a possibilidade da existência de zonas de intersecção entre esses campos, sejam elas formadas pelo objeto de estudo ou pelo compartilhamento de variáveis e indicadores, que são aplicados às atividades de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I), o que nos leva a inferir que é, nesse contexto, que ocorrem as variações terminológicas, a ponto de autores como Glänzel (2003), por exemplo, considerarem os diferentes termos como sinônimos.

Figura 2 – Diagrama das disciplinas métricas.



A Figura 3 apresenta a cronologia terminológica para os estudos métricos e o seu respectivo propositor.

Figura 3 – Linha do tempo da terminologia dos estudos métricos



A Bibliometria incialmente foi denominada como Bibliografia Estatística (*Statistical Bibliography*), termo cunhado, mas não consolidado, e proposto pelo bibliotecário da *British*

Patent Office, Edward Wyndham Hulme (1859-1951), em 1922, que considerava como análise estatística com ampla possibilidade a fim de levantar dados referentes ao uso de livros e periódicos como também organizar séries estatísticas referentes às atividades humanas de cunho intelectual.

> A reunião e interpretação de estatísticas relativas a livros e periódicos; pode empregar-se para uma variada gama de situações e quase uma ilimitada quantidade de medidas [como], demonstrar movimentos históricos, determinar o uso nacional ou universal de livros e periódicos na pesquisa, esclarecer em situações locais o uso de livros e periódicos, ... [bem como] apresentar para cada período o equivalente bibliográfico correspondente ao crescimento e desenvolvimento das atividades intelectuais da humanidade (HULME, 1923 apud URBIZAGÁSTEGUI ALVARADO, 2007, p. 189).

Tal termo, no entanto, refletia imprecisão e ambiguidade, o que acarretou interpretações errôneas como estatística de bibliografia (PRITCHARD, 1969), levando, então, o professor da *Polytechnic School of Librarianship* de Londres, Alan Pritchard (1969), a adotar o termo Bibliometria. Esse segundo termo foi cunhado pelo belga, Paul Marie Gislain Otlet, conhecido como Paul Otlet (1868-1944) (FONSECA, 1986; GORBEA PORTAL, 2005), em 1934, quando da publicação de seu livro *Traité de documentation: le livre sur le livre, théorie et pratique*, onde observou que os termos Bibliometria e Bibliografia Estatística divergiam em significado e dedicou um capítulo para esse assunto, o qual foi intitulado *Le livre et la mésure. Bibliométrie*. Para Otlet (1986, p. 20), “A bibliometria será a parte definida da bibliografia que se ocupa da medida ou da quantidade aplicada ao livro”. No entanto, coube a Pritchard (1969) a popularização do termo, o que fez em 1969 por ocasião da publicação de seu artigo S*tatistical bibliography or bibliometrics*. Nessa publicação, Pritchard define a Bibliometria como "a aplicação da matemática e métodos estatísticos para livros, artigos e outros meios de comunicação” (PRITCHARD, 1969, p. 348, tradução nossa), uma definição bem distinta da de Otlet que referia a contagem de páginas e de elementos presentes nestas, como as palavras por linha, por exemplo. Desse modo, e segundo Hood e Wilson (2001), o termo Bibliometria passou a ser creditado, desde então, a Pritchard.

Para Borgman e Furner (2002, p. 4, tradução nossa), a “Bibliometria oferece um poderoso conjunto de métodos e medidas para estudar a estrutura e o processo de comunicação científica” materializada na produção científica. Outra definição é apresentada, dessa vez, fora do domínio anglo-saxônico, por Domingo Buonocore (1976, p. 71, tradução

nossa), que definiu a Bibliometria como "a técnica que tem por objeto calcular a extensão ou medida de livros tomando como base diversos coeficientes: formato, tipo de letra, quantidade de palavras, peso do papel, etc." definição esta próxima, em termos de significado, a de Otlet.

Em 1948, o termo Bibliotecometria (*Librametry*)[2] foi idealizado por Ranganathan (1892-1972) que apresentou durante conferência *The Annual Conference of the Association for Information Managment*, patrocinada pela *Association of Special Libraries and Information Bureaux* (ASLIB)[3], na mesma linha da Bibliometria, Econometria e Piscometria. Para Urbizagástegui Alvarado (2007), Ranganathan não sugeriu uma definição acurada do termo *Librametry*; contudo, a Bibliotecometria estaria ligada a aspectos quantitativos voltados à gerência das bibliotecas.

Na década de 60 do século XX, na URSS e Europa Oriental outro movimento ocorre ao redor dos estudos quantitativos, surgindo o termo Cientometria (*scientometrics*), cunhado por V. Nalimov e Z. M. Mulchenkoem em 1969 (HOOD; WILSON, 2001; GLÄNZEL, 2003). Segundo Glänzel (2003), Nalimov e Mulchenko definiram a Cientometria como aplicação de métodos oriundos da matemática e estatística a fim de analisar a ciência como processo de informação com eixo na mensuração da comunicação da ciência

> De acordo com essas interpretações é a especialidade cientométrica que se restringe à medição da comunicação da ciência, ao passo que foi concebida para a bibliometria lidar com os processos de informação mais gerais (GLÄNZEL, 2003, p. 6, tradução nossa).

O renomado pesquisador do campo van Raan (1997, p. 205, tradução nossa) também reforça a relação dos estudos cientométricos com o campo da ciência e tecnologia. Para ele, a "pesquisa cientométrica […] visa o avanço do conhecimento sobre o desenvolvimento da ciência e da tecnologia em relação à sociedade e às questões políticas". Para Hood e Wilson (2001, p. 293, tradução nossa), o termo é "utilizado principalmente para o estudo de todos os aspectos da literatura da ciência e da tecnologia".

Assim como Pritchard popularizou o termo Bibliometria, coube a Derek de Solla Price (1922-1983), segundo Spinak (1996), não apenas a disseminação do termo, substituindo o

[2] Cunha e Cavalcanti (2006) traduz o termo por livrametria ou livrometria, adotamos a tradução de Vanti (2011) que traduzi como sendo Bibliotecometria.
[3] Fundada em 1924 como Association of Special Libraries and Information Bureaux. Atualmente Association for Information Management.

termo empregado antes “ciência da ciência”, mas também a criação da disciplina Cientometria. Segundo Polanco (1995, *online*, tradução nossa), “Price chamava de ‘ciência da ciência’ a aplicação de métodos quantitativos e estatísticos no estudo da própria ciência, visando a construção de modelos”. Com a publicação, em 1963, do livro de Price, intitulado *Little Science – Big Science*[4], a Cientometria passar a ser conhecida pela comunidade científica, tornando-se um clássico desse novo campo. Segundo Roberdo e Vilan Filho (2010), Price é, na Europa ocidental como também nos Estados Unidos, considerado o pai da Cientometria.

Avançando um pouco mais chegamos à década de 70, em que outro movimento ocorreu no terreno dos estudos de natureza métrica da informação registrada e fez surgir, então, a Informetria (*Informetrics*). Este termo foi usado pela primeira em 1979 pelo alemão Otto Nacke, que a definiu como "a ciência da aplicação de métodos matemáticos a fatos e situações no campo da ciência da informação, com objetivos de descrever e analisar seus fenômenos e propriedades e descobrir suas leis a fim de otimizar a tomada de decisão" (NACKE, 1983, p. 186). Adotado pelo VINITI (All-Russian Institute of Scientific and Technical Information) (GLÄNZEL, 2003), o termo, em 1987, passou a ser aceito pela comunidade científica a partir da *International Conference on Bibliometrics and Theoretical Aspects of Information Retrieval*, que se configurou como a primeira reunião científica organizada pela atual *International Society for Scientometrics and Informetrics* (ISSI). Atualmente esse evento reúne, a cada dois anos, especialistas, de todo o mundo, em estudos métricos da informação (Bibliometria, Cientometria, Informetria e Webmetria), sendo o principal fórum internacional de discussão destes campos. Em 2009, a 12ª *International Conference on Scientometrics & Informetrics*, como vem sendo chamado atualmente o evento, foi realizado no Rio de Janeiro, em 2013, na cidade de Viena, Áustria e, em 2015 Istambul, Turquia.

Egghe (1994) considera a Informetria como a aplicação da matemática ou estatística à informação. Wormell (2000) pontua que a Informetria seria campo emergente da Ciência da Informação tendo como base a combinação da recuperação da informação, mineração de dados e texto, bem como a aplicação de métodos quantitativos ao fluxo da informação.

[4] Traduzido, e publicado em 1976, para o português com o titulo: *O desenvolvimento da ciência: análise histórica, filosófica, sociológica e econômica.*

Para Glänzel (2003), os termos Bibliometria e Cientometria são sinônimos, enquanto a Informetria representa um subcampo da ciência da informação que "lida com a mídia eletrônica e, portanto, inclui temas como a análise estatística do texto (científico) e os sistemas de hipertexto, medidas de informação em bibliotecas eletrônicas, modelos de produção de informação, processos e aspectos quantitativos de recuperação de informação" (GLÄNZEL, 2003, p. 3, tradução nossa). Para Polanco (1995, *on-line*, tradução nossa), "A cientometria seria um reducionismo Bibliométrico", acrescentando ainda que a Cientometria seria, num sentido amplo, o uso de método estatístico na parte mensural da ciência e, em sentido restrito, uma bibliometria especializada dedicada ao campo da literatura científica. Sobre esse aspecto, Macias-Chapula (1998, p. 134) vê a Informetria como um "[...] campo geral de estudo que inclui as áreas mais antigas da bibliometria e da cienciometria". Já Peres Matos (2002, *on-line*, tradução nossa) ressalta que "Todos esses vocábulos se relacionam entre si por representarem uma ciência geral, a ciência métrica".

Colaborando com Wormell (2000), Tague-Sutcliffe (1992) observa que o termo Informetria já estava sendo utilizado desde os anos 80 pela Ciência da Informação em estudos que abordaram os aspetos quantitativos da informação, estendidos, inclusive, a aspectos da comunicação formal e informal. Wormell considera a Informetria como disciplina associada ao amplo aspecto que abrange o fluxo da informação, ou seja, "[...] disciplina científica incluindo toda a análise estatística e matemática relacionada com o fluxo da informação; avaliação de ciência e tecnologia; biblioteca, documentação e informação, problemas com fortes ligações para aspectos teóricos de recuperação da informação" (WORMELL, 2000, p. 132, tradução nossa).

Tague-Sutcliffe (1992, p. 1, tradução nossa) considera a Cientometria como parte da sociologia da ciência. Para esse autor, "A cientometria é o estudo dos aspectos quantitativos da ciência como disciplina e atividade econômica". O autor chama atenção para que os resultados dos estudos cientométricos podem subsidiar tais políticas. Nessa mesma direção, Mueller e Passos (2000, p. 15) consideram que a Bibliometria, em conjunto com a Cientometria e Informetria, tem um importante papel no campo da ciência e da tecnologia no que tange ao monitoramento, assim como a aplicação dessas métricas corrobora a formação de políticas de fomento à pesquisa, por exemplo.

Todo esse cenário terminológico nos leva a inferir o escopo da Informetria como sendo um campo mais abrangente que a Bibliometria e a Cientometria, uma vez que inclui

elementos desses outros campos que se estendem à comunicação formal e informal. A formal seria aquela relacionada à comunicação científica balizada pelos pares ao passo que a informal não goza dessa legitimação.

Por outro lado, ao analisar o nome do principal organismo internacional deste campo, a *International Society for Scientometrics and Informetrics* (ISSI), que é responsável por congregar pesquisadores de diferentes nacionalidades, percebe-se que o termo Bibliometria não consta em seu nome nem no título do evento que a sociedade promove, mas constam a Cientometria e a Informetria. Outro ponto que vem legitimar a Cientometria como termo que vem subsistir a Bibliometria, é o título do principal veículo de registro e divulgação da área, editado desde 1978, e que se chama *Scientometrics*.

Todo esse contexto terminológico reforça a crença de Ravichandra Rao (1996) sobre a ausência de uma preocupação dos fundamentos teóricos e filosóficos para demarcar os campos. Nessa mesma linha de raciocínio, Mueller e Passos (2000, p. 15) também observam "[...] que nunca foi possível formular teorias a partir de estudos bibliométricos [...]". Parece que estamos, então, diante de uma disciplina de natureza pragmática.

O Quadro 1 expõe uma sinopse dos conceitos, apresentados até o momento, em torno dos termos Bibliometria, Cientometria e Informetria elencados pelos autores.

Quadro 1 – Sinopse dos conceitos apresentados para os termos Bibliometria, Cientometria e Informetria

(continua)

Termo	Autor	Conceito
Bibliometria	Otlet (1934)	parte da bibliografia e se ocupa da medida ou da quantidade aplicada ao livro.
	Pritchard, (1969, p. 348)	aplicação da matemática e métodos estatísticos para livros, artigos e outros meios de comunicação.
	Domingo Buonocore (1976, p. 71)	técnica que tem por objeto calcular a extensão ou medida de livros tomando como base diversos coeficientes; formato, tipo de letra, quantidade de palavras, peso do papel, etc.
	Borgman e Furner (2002, p. 4)	conjunto de métodos e medidas para estudar a estrutura e o processo de comunicação científica.

Quadro 1 – Sinopse dos conceitos apresentados para os termos Bibliotmetria, Cientometria e Informetria

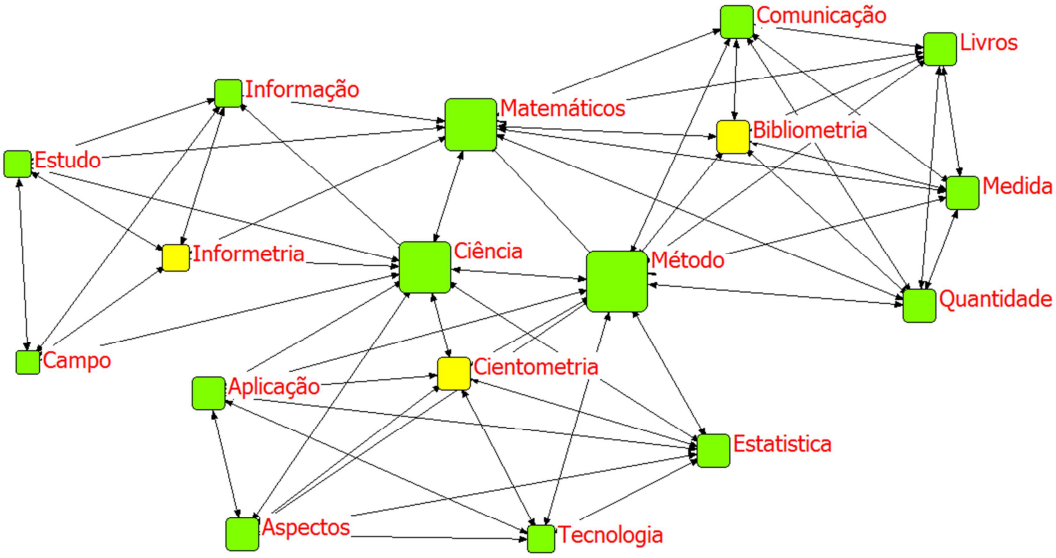
(conclusão)

Termo	Autor	Conceito
Cientometria	van Raan (1997, p. 205)	pesquisa cientométrica é dedicada a estudos quantitativos da ciência e da tecnologia.
	Polanco (1995, *online)*	aplicação de métodos estatísticos para tudo o que é mensurável no estudo da ciência.
	Tague-Sutcliffe (1992, p. 1)	estudo dos aspectos quantitativos da ciência como disciplina e atividade econômica.
	Hood e Wilson (2001, p. 293)	estudo de todos os aspectos da literatura da ciência e da tecnologia.
	Nalimov e Mulchenko (apud GLÄNZEL, 2003, p. 6).	aplicação desses métodos quantitativos [matemáticos e estatísticos] que lidam com a análise da ciência vista como processo de informação.
Informetria	Nacke (1983, XX ou apud)	aplicação de métodos matemáticos a fatos e situações no campo da ciência da informação, com objetivos de descrever e analisar seus fenômenos e propriedades e descobrir suas leis a fim de otimizar a tomada de decisão".
	Egghe (1994, p. 35)	estudo de todos os tipos de aspectos estatísticos ou matemáticos de informação.
	Macias-Chapula (1998, p. 134)	campo geral de estudo que inclui as áreas mais antigas da bibliometria e da cienciometria.
	Wormell (2000, p. 132)	um emergente subcampo da ciência da informação, baseado em combinação avançada de recuperação da informação, mineração de dados e texto e estudo quantitativo do fluxo da informação.

Para compreender melhor a sinopse apresentada no Quadro 1, recorremos ao *RankWords*[5] a fim de levantar as palavras de maior frequência usadas conjuntamente com os termos Bibliometria, Cientometria e Informetria a fim de verificar a centralidade dos termos, sendo possível verificar a rede de palavras que foi apresentada num sociograma (Figura 4).

[5] *Software* que possibilitar quantificar a frequência de palavras. Disponível em: <http://www.softpicks.br.com/software/Internet/Chat-e-Mensagens-Instantaneas/RankWords_pt-129472.htm>.

Figura 4 – Rede dos termos Bibliometria, Cientometria e Informetria



Fonte: Elaboração do autor com o auxílio do software UCINET.

As palavras reforçam o conceito atribuído aos termos. Assim para Bibliometria as palavras *medida* e *livro* remetem ao conceito clássico atribuído por Otlet e Pritchard. A Cientometria centra-se na amplitude de seus estudos dos aspectos que envolvem *ciência* e te*cnologia*. Por sua vez, a Informetria volta-se para o estudo da *informação.* As disciplinas Estatística e Matemática apresentam um vínculo direto com a Bibliometria e Informetria, principalmente nos estudos iniciais de Lotka, Zipf e Bradford, e com a Informetria na aplicação das medidas relacionadas à recuperação da informação. Na Cientometria, a Estatística se mostra mais visível com suas taxas de crescimento da ciência, por exemplo.

Pela estrutura da rede (Figura 4), notamos que as palavras de maior centralidade – método (75%), ciência (62,5%) e matemática (62,5%) – praticamente ligam toda a rede. Isso reforça que a Bibliometria, Cientometria e Informetria são concebidas como método que pode ser aplicado no entendimento da ciência, tendo como disciplina auxiliar a matemática e a estatística, que realça o aspecto quantitativo desse campo.

Outro ponto a ser observado refere-se ao aspecto cronológico do surgimento do termo que se manteve fiel no que tange à distribuição das palavras em cada conceito analisado.

Diante deste cenário, é possível vislumbrar que a Bibliometria, Cientometria e Informetria são estudos de natureza quantitativa aplicada a um *corpus* de informação de natureza científica e tecnológica. Os estudos desses campos geram indicadores que

possibilitam identificar e avaliar tendências de crescimento, consumo, dispersão, obsolescência e estruturas subjacentes num determinado campo da pesquisa científica e tecnológica, como também subsidiar a tomada de decisão na formatação de pesquisas e na gestão de unidades de informação.

Como o avanço da tecnologia e das redes de comunicação de dados, sobretudo a Internet, outro campo de estudo métrico emerge, a Webometria, dessa vez, voltado a um aspecto até então não estudado, ou seja, a informação em rede, tendo como foco um dos braços da Internet, ou seja, a *World Wide Web*, ou simplesmente a *Web*. O termo Webometria (*Webmetrics*) foi cunhado por Almind e Ingwersen (1997) e, para esses autores, é possível aplicar a Informetria em conteúdos da *Web*, uma vez que "[...] cobre toda a pesquisa baseada em rede de comunicação usando informetria ou outras medidas quantitativas" (ALMIND; INGWERSEN, 1997, p. 404, tradução nossa), ou seja, a Webometria seria uma aplicação da Informetria no ambiente da *Web*.

Para Thelwall (2008, p. 608, tradução nossa) a Webometria seria a aplicação da Informetria e da Bibliometria à Web, tendo como escopo de estudo a análise de *links Web*, análise de citação, avaliação de motor de busca (*search engines*) e estudos descritivos da *Web* como também o uso e os conteúdos das informações. Observa-se certa semelhança com estudos tradicionais da Bibliometria só que dessa vez aplicado ao ambiente *Web*.

Para Spinak (2008, *online*, tradução nossa), existe uma "confusão na terminologia" visto que a Webometria vem sendo chamada de Cibermetria. O autor chama ainda atenção para o fato de que o campo carece de uma delimitação, discordando da definição de Thelwall (2008), pois a Webometria, na atualidade, incorpora estudos de "marketing, publicidade, estudo quantitativo da audiência (ranking) similar a dos programas de televisão e de campanha de venda de produtos massivos", tendo, assim, um leque de possibilidades de investigações.

Discordando com Spinak (2008), Aguillo (2009) argumenta que a Cibermetria (*cybermetric*) é um campo de estudo métrico aplicado a toda a Internet para o autor (2009, tradução nossa): a "Cybermetrics é a disciplina dedicada à descrição quantitativa dos conteúdos e processos de comunicação que ocorrem no ciberespaço", tendo, assim, um raio de ação superior ao da Webometria. Para Gorbea Portal (2005), não se tem referência da origem do termo Cibermetria. Contudo, foi em 1997, quando da realização da VI *International Conference on Scientometrics and Informetrics*, realizada em Jerusalém, que o

termo ganhou popularidade com o lançamento da revista *Cybermetrics*[6] por Isidro Aguillo. Trata-se de um periódico eletrônico voltado para disseminação de pesquisas e estudo de natureza quantitativa, Webometria, Cienciometria, Bibliometria e/ou Informetria, com ênfase nos aspectos relacionados à Internet (VANTI, 2011; GORBEA PORTAL. 2005).

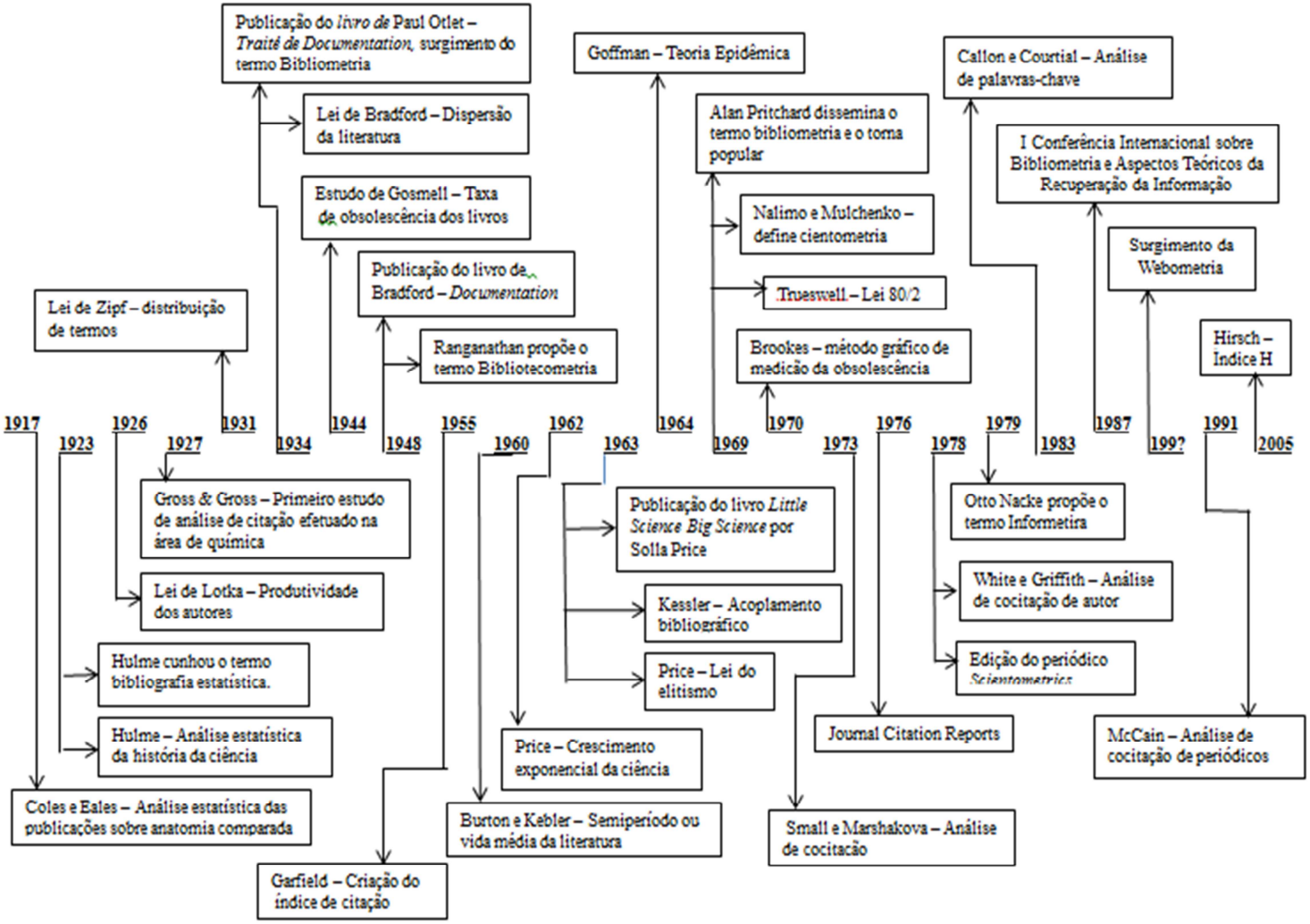
2.2 LINHA DO TEMPO E OS PIONEIROS DOS ESTUDOS MÉTRICOS

A linha do tempo dos estudos métricos que compreende os principais marcos para consolidação dos campos da Bibliometria, Cientometria e Informetria torna-se um direcionamento para melhor compreender a dinâmica do campo. Nosso ponto de início é o ano de 1917, estendendo-se até 2005 (Figura 5). Podemos identificar, ainda, os pioneiros, sendo possível, posteriormente, atribuir uma classificação para esses eventos.

O ponto de referência para elaboração da linha do tempo foram os estudos de Urbizagástegui Alvarado (2007), Gregorio Chaviano (2004), Glänzel (2003), Hood e Wilson (2001) e Spinak (1996). A consulta a estas fontes permitiu confrontar não apenas a cronologia dos marcos, como também detalhes desses marcos.

[6] Disponível em: <http://cybermetrics.cindoc.csic.es>.

Figura 5 – Linha do tempo dos estudos métricos.



A linha do tempo permite observar a magnitude dos estudos métricos que começam em 1917 e se estendem até 2005, e certamente não cessam nesse ano. São 88 anos de um campo que tem uma dupla fase: ora disciplina, ora método. A linha do tempo caracteriza esse baseamento empírico que evoluiu de uma mensuração de base simples (estudos de natureza monovariada) a uma mensuração de base sofisticada (multivariada), que requer o uso de avançados *softwares*.

A primeira aplicação de estudos quantitativos no campo da informação científica foi realizada por Francis Joseph Cole e B. Nellie Eales, em 1917. Os autores organizaram um estudo quantitativo que analisava artigos publicados no campo da *Anatomia Comparada*, abrangendo o período de 1550 a 1850, categorizando os trabalhos por campos e países. Esse parece ser o primeiro estudo a fazer uma descrição de uma literatura, utilizando contagens de publicação por ano e país (HERTZEL, 1987, p. 156-157, apud SHAPIRO, 1992). Para Narin (1994, p. 147), esses autores (Cole e Eales) "abordaram muitos dos problemas que ainda são importantes na análise da ciência e da tecnologia". Para Urbizagástegui Alvarado (2009), "esses autores foram os primeiros a utilizar a literatura publicada para construir um perfil quantitativo de uma disciplina científica". Podemos então notar um aspecto inovador no trabalho de Cole e Eales, que planejaram um estudo que permitiu traçar um panorama mundial da produção científica em Anatomia.

O estudo de Cole e Eales iniciou assim um percurso para a Bibliometria. Outros estudos foram surgindo e fortaleceram esse campo embrionário que dava seus primeiros passos dentro da Cientometria e da Informetria.

No ano de 1923, foi desenvolvido outro estudo, de natureza quantitativa, tendo como base também a informação registrada. Tratava-se de um estudo desenvolvido por Edward Wyndham Hulme (1859-1951), bibliotecário da British Patent Office, que realizou uma análise nos registros do catalogo intitulado *English International Catalogue of Scientific Literature.* O estudo, intitulado *Statistical Analysis of the History of Science*, tinha o foco na história da ciência, abrangendo o período de 1901 a 1913. Um ano antes, Hulme propôs, como já visto na sessão 1.1, o termo Bibliografia Estatística (*Statistical Bibliography*) para esse tipo de estudo.

No ano de 1926, o estatístico do *Metropolitan Life Insurance Company*, Alfred James Lotka (1880-1949), desenvolveu um estudo com foco na produtividade dos autores de química e física, tendo utilizado como fonte de dados o *Chemical Abstracts*. O estudo

observou a produtividade de 6.891 autores. Também analisou a área da física, o *Auerbach's Geschichtstafeln der physik*, examinando 1.325 autores (LOTKA, 1926). No procedimento, Lotka considerou apenas o primeiro autor (desprezando os demais em caso de coautoria) e somente autores com nomes iniciados pelas letras “A” e “B”, bem como a quantificação dos itens de documentos produzidos por eles.

Como resultado, Lotka identificou que a produção se centrava na mão de um número reduzido de autores e que a maior parte dos autores pouco produzia. Esses autores com volume de publicações é inversamente proporcional ao quadrado destas. Isso levou a Lotka a concluir que o número de autores que produz “n” trabalhos é proporcional a $1/n^2$ dos autores com produção de apenas um único trabalho. Para cada 100 autores que produzem um só trabalho em determinado período, há 25 que produzem dois, 11 que produzem três e cerca de seis autores com quatro artigos cada. Essa seleção é expressa em uma formula matemática, conhecida hoje como lei do quadrado inverso, significando que o número de autores que publicam “n” trabalhos é inversamente proporcional a “$n^{2"}$.

Lotka publicou seus resultados em 1926 no artigo intitulado *The frequency distribution of scientific productivity* no *Journal of the Washington Academy of Sciences*. Sobre a repercussão deste trabalho, Potter (1981) observa que esse artigo somente foi citado em 1941 e que só em 1973 a lei começa a ser aplicada e testada com várias contribuições.

No ano seguinte, ou seja, em 1927, temos o primeiro estudo envolvendo as citações. Este estudo foi desenvolvido por P. Gross e E. Gross e teve aplicação prática no âmbito da biblioteca, ou seja, visava contribuir para a atividade de seleção de materiais informacionais, enfatizando os periódicos em química. Este é por muitos considerado o primeiro estudo de análise de citação (OBERHOFER, 1982; URBIZAGÁSTEGUI ALVARADO, 2007; BORNMANN, DANIEL, 2008), técnica que ganhou impulso nos estudos bibliométricos nas últimas décadas.

Podemos classificar os quatros estudos apresentados até o momento em duas tipologias: (a) estudos da atividade científica (os desenvolvidos por Cole e Eales, Hulem e Lotka), pois centram-se na mensuração da produção de conhecimento, e (b) estudos da literatura citada (como aquele efetuado por Gross e Gross) que tratam de anteceder a dinâmica da comunicação na ciência.

Em 1931, surge um novo estudo no qual o centro da análise se desloca para um direcionamento diferente dos anteriores: o foco agora não está mais nos autores e nem na lista

das referências como ocorrera antes, e sim nas palavras. Desse modo, inaugura-se uma nova proposta de estudo idealizada pelo professor da Universidade Harvard (USA), o filólogo George Kingsley Zipf (1902-1950), que analisou as frequências de palavras. Este era um interesse, que segundo Wyllys (1981), começou desde sua graduação em Harvard em 1920. Em 1923, Zipf publicou seu livro *Selected Studies* of *the Principle* of *Relative Frequency in Langage*, contendo os resultados de seus estudos.

Em sua análise, Zipf elaborou uma lei, conhecida como Lei de Zipf, também conhecida como lei da produtividade das palavras. Reza a lei que a frequência de ocorrências de uma palavra é inversamente proporcional ao seu ranking.

Zipf trabalhou com a obra de James Joyce, intitulada *Ulisses* (BAILÓN-MORENO et al. 2005; UHLÍŘOVÁ, 2002), da qual reuniu, em ordem decrescente, 29.899 palavras, resultando numa lista de palavras que foram agrupadas em três zonas de acordo com as respectivas frequências de cada uma. O resultado foi uma primeira zona com palavras que obtiveram maiores frequências de ocorrência, uma segunda zona com palavras de frequência média e uma terceira com as palavras de menor frequência.

A lei de Zipf tem uma aplicação direta no campo da Biblioteconomia e da Ciência da Informação, principiante no campo da recuperação da informação. Ela pode, assim, constituir em método para elaboração de vocabulário controlado, por exemplo, um tesauro, podendo ainda ser empregada para estruturar a terminologia de um campo do conhecimento. Afirmam Tripp e Feitelson (on line) que a "primeira aplicação da lei de Zipf foi no domínio da linguagem natural". Já para Uhlířová (2002, p. 39, tradução nossa), "desde 1949, a lei tem sido permanentemente comentada, discutida, criticada, corrigida e empiricamente testada", o que também ocorreu com as leis de Bradford e Lotka.

Em 1934, observamos um estudo realizado pelo químico e bibliotecário, do Science Museum of South Kensington, Londres, Bertran Clement Bradford (1878-1948), que examinou a distribuição de artigos pelos periódicos. Bradford observou que muitos artigos eram publicados por um reduzido número de periódicos e muitas dessas publicações produziam um número reduzido de artigos, detectando certa dispersão nessa produção. Ele percebeu que certos periódicos apresentavam mais artigos pertencentes a uma determinada temática e escopo do que outros periódicos, que poderiam ou não apresentar artigos dessa mesma temática ou escopo. Para ilustrar, um periódico especializado em Oftalmologia tem como foco publicar artigos de sua especialidade; entretanto, outros periódicos poderão

também publicar artigos de Oftalmologia, mesmo não tendo esse escopo, o que vem a resultar em uma dispersão dos artigos publicados em periódicos de áreas diferentes.

A partir dessa constatação, Bradford propõe identificar a dispersão dos artigos sobre determinado assunto que foi publicado em periódicos de outras áreas, pois, para ele, há uma nítida inter-relação das áreas cientificas. Assim, em 1934, ele desenvolveu um estudo com 1.332 artigos em Geofísica Aplicada, publicados em 326 periódicos entre os anos de 1928 a 1931. Também foram incluídos neste estudo 395 artigos distribuídos em 164 periódicos, todos referentes à Lubrificação e publicados no período de 1931 a 1933. Bradford concluiu que os periódicos poderiam ser classificados em 3 grupos, ou zonas, tendo como base “os que produzem mais de 4 referências por ano, os que produzem mais de uma, e não menos de 4, e os que produzem uma ou menos por ano” (BRADFORD, 1961, p. 206).

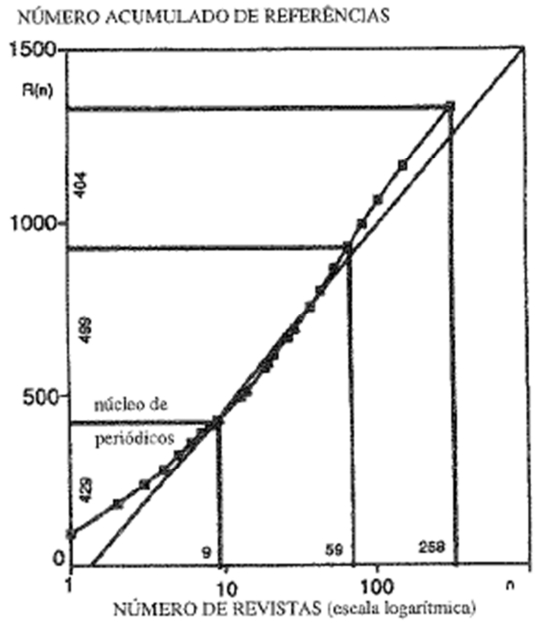
Bradford, então, procedeu a uma análise estatística, formulando um enunciado que receberá mais tarde o seu nome e que hoje conhecemos como “Lei de Bradford”, que assim se postula:

> Se os periódicos forem ordenados em ordem de produtividade decrescente de artigos sobre um determinado assunto, poderão ser distribuídos num núcleo de periódicos mais particularmente devotados a esse assunto e em diversos grupos ou zonas contendo o mesmo número de artigos que o núcleo, sempre que o número de periódicos e das zonas sucessivas for igual a 1:n:n2. (BRADOFORD, 1961, p. 206).

Então, ele ordenou os periódicos das áreas selecionadas por ele para seu estudo, Geofísica Aplicada e Lubrificação; e os ordenou em ordem decrescente de produtividade, nesse caso, pelo número de artigos publicados por cada periódico. Após este procedimento, ele dividiu em três conjuntos que denominou “zonas”, sendo que a 1ª zona seria o núcleo da coleção, compostas pelos periódicos considerados os mais produtivos. As demais zonas, 2ª e 3ª, são compostas de um número maior de periódicos com produtividade inversamente proporcional à quantidade de periódicos da 1ª zona.

Outra proposta de Bradford foi à formulação gráfica da lei, proposta por ele, que elaborou um diagrama logarítmico, no qual é representado o número de periódicos acumulados no eixo das abscissas e o número acumulado de referências no eixo das ordenadas. Assim, é possível observar as 3 zonas de produtividade (Figura 6). Esse diagrama foi chamado por Brookes de *bibliograph* (1969).

Figura 6 – Formulação gráfica de distribuição de Bradford



Fonte: LE COADIC, 1996.

Bailón-Moreno et al. (2005, p. 213, tradução nossa) consideram que Bradford traz à tona o conceito de núcleo, prevendo, assim, a distribuição dos títulos em 3 zonas. Essa divisão, no entanto, não é fixa, mas arbitrária, podendo estender-se em mais de 3 zonas, sendo que a 1ª zona comporta os periódicos, a base da coleção, pois detém os artigos profícuos; a 2ª, os de produtividade intermediária; e a 3ª concentra a maior quantidade de títulos devida à dispersão dos mesmos (BRADFORD, 1935)

Bradford publicou seu estudo de dispersão dos periódicos, intitulado *Sources of Information on scientific subjects*, em 1934, no periódico *Engineering*. Contudo, foi somente em 1935, com a publicação do seu livro *Documentation*[7], uma coletânea de textos sobre documentação, que reproduziu seu artigo original, que o trabalho de Bradford passou a ser conhecido. No entanto, passaram-se 20 anos para que os primeiros estudos impulsionassem a lei de Bradford, sendo Vickery, em 1948, o primeiro a examinar o aspecto matemático da lei, seguido por Brookes, em 1968, e Leimkuhler, em 1976 (SHERA; EGAN, 1961).

O livro de Bradford, *Documentation*, foi o primeiro do gênero publicado em língua inglesa que tratava de temas correlatos à área da documentação. Ele foi precedido pelo *Traité de Documentation*, de Paul Otlet, publicado em 1934, em Bruxelas, e pelo *Die Decimal Klassifikation*, de O. Frank, editado em Berlim em 1946 (SHERA; EGAN 1953) sendo o

[7] Traduzido, e publicado em 1961, para o português com o título *Documentação*.

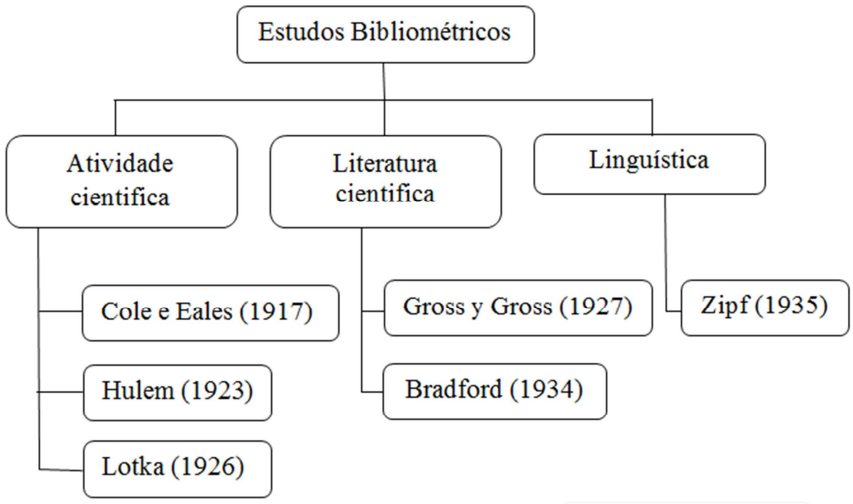
terceiro do mundo no tema documentação. Para Shera e Egan (1961, p. 16), o livro de Bradford pode:

> "[...] ser considerado adequadamente, como um marco no desenvolvimento da documentação e da biblioteconomia, tanto mais importante pelo fato de demostrar como são comuns os interesses e problemas através dos quais ambas podem chegar a adquirir uma unidade consciente de propósitos".

Assim como o estudo de Gross e Gross, a Lei de Bradford tem uma aplicação prática, nos serviços informacionais, principalmente no que tange à formação e desenvolvimento de coleções de periódicos, acentuando sua aplicação nas atividades de seleção e descarte, tendo então um importante papel na decisão no gerenciamento das coleções em unidade de informação.

A fim de classificar didaticamente os estudos bibliométricos, segundo seu objeto de análise, foi adotado um modelo de classificação, exposto na Figura 7, que complementa o Quadro 1.

Figura 7 – Classificação dos estudos métricos da informação.



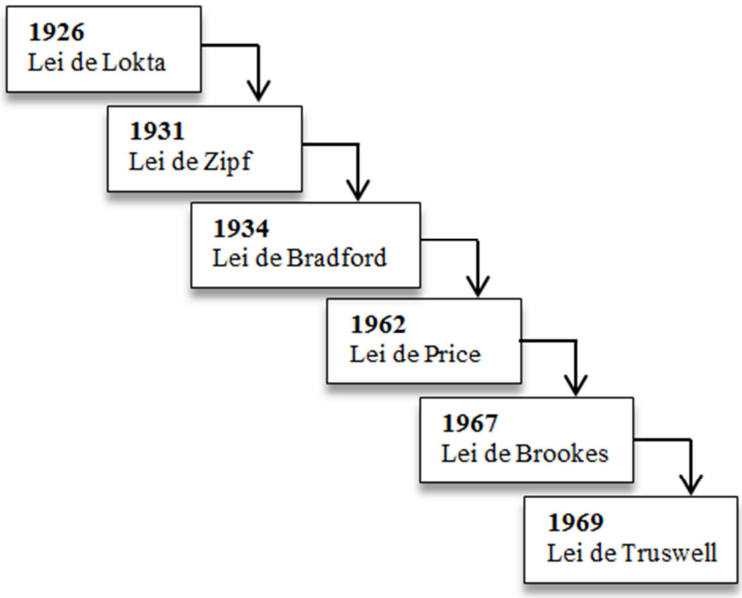
A partir do quadro introdutório dos primeiros estudos bibliométricos, podemos destacar as leis de Lotka, Zipf e Bradford, que na visão de Bailón-Moreno et al. (2005), são os pilares da Bibliometria, Cientometria e Informetria. Contudo, essas leis foram sendo estudas e adaptadas, como, por exemplo, a efetuada por Brookes, que desenvolveu um estudo semelhante ao de Bradford descrevendo a relação entre a quantidade de documentos e a

quantidade das fontes produtoras desses documentos (CUNHA; CAVALCANTI, 2008; SPINAK, 1996).

Outros estudos foram surgindo e novas leis sendo elaboradas. Em 1962, Price formulou a lei do crescimento exponencial da ciência, que descreve a natureza do crescimento num dado período de tempo. Em 1969, o engenheiro R. W. Trueswell (1969), com base no Princípio 80/20, do economista italiano Vilfredo Pareto (1848-1923), estendeu esse princípio para as bibliotecas. Assim, 80% das solicitações poderiam ser atendidas por 20% das coleções de um setor de empréstimo de uma biblioteca. Há várias denominações para esse "principio" como princípio de 80/20 (SPINAK, 1998), lei 80/20 (CUNHA; CAVALCANTI, 2008).

Na Figura 8 apresentamos a linha do tempo das leis bibliométricas.

Figura 8 – Linha do tempo das leis bibliométricas.



A figura 8, das leis bibliométricas, segue de 1926 a 1969. Depois desse período, cessaram o surgimento de novas leis. Desse conjunto, as de maior aplicabilidade são as leis de Lotka, Zipf e Bradford, que se constituem em núcleo da Bibliometria. De fato, Bailón-Moreno et al. (2005) têm razão ao dizer que essas leis constituem os pilares das disciplinas métricas ligadas à informação, visto que vêm sendo usadas com frequência na literatura.

Esse conjunto de leis, chamadas de leis bibliométricas, tem um caráter eminentemente empírico diferentes de outras leis ditas cientificas, e, como Glanzel e Schoepflin (1994, p. 380, tradução nossa) observam, são "[...] formuladas de maneira determinista [...]". Seus autores partiram de uma observação empírica sem ter uma problematização. Daí resulta um

dos grandes questionamentos, ou seja, aquele referente à falta de suporte teórico dos enunciados das leis. Por isso, esses estudos de base empírica não são precisos, pois diferentes técnicas de coleta e análise dos dados podem levar a diferentes resultados (RAVICHANDRA RAO, 1996).

McGrath (1996) apresenta um estudo no qual discute a questão da variável, isto é, da unidade de análise nas pesquisas bibliométricas/cientométricas, que pode levar a conclusões inadequadas. A autora coloca que os nomes das variáveis podem apresentar diferenças de estudo para estudo, como, por exemplo, unidades de amostra e variável que podem receber a mesma denominação. Em estudos de citações a unidade amostral será formada pelos artigos, enquanto a variável a ser analisa deverá ser a referência contida na lista de referência ao final de cada artigo publicado em um periódico. McGrath (1996, p. 264, tradução nossa) finaliza seu artigo chamando atenção dos pesquisadores: “Para construir boa teoria em Bibliometria e Cientometria, os padrões devem incluir uma compreensão da unidade de análise e a sua importância”, ou seja, é preciso deixar claro o que vem a ser a unidade de análise que, para McGrath, é “[...] um dos componentes mais importantes de sua concepção analítica”.

Para Ravichandra Rao (1996, p. 268, tradução nossa) “o que é mais importante é que não há um único método aplicável para toda a pesquisa bibliométrica”. Se olharmos novamente para a linha do tempo (Figura 5), percebemos a dinâmica dos estudos bibliométricos. Se olharmos ainda a classificação adotada para esses estudos podemos identificar que cada um tem um objeto especifico para examinar (Figura 7). Tais observações nos levam a uma magnitude de técnicas. Para citar um exemplo, Machado e Leta (2012), utilizando um único dado, ou seja, a data do item citado, estudaram o consumo da informação, recorrendo a três técnicas: índice de Price, vida média e obsolescência. A pluralidade de técnicas permitiu, desse modo, uma melhor compreensão do fenômeno estudado pelos pesquisadores. Ravichandra Rao (1996) sinaliza ainda que os diferentes problemas de estudo levam o pesquisador a recorrer a técnicas e procedimentos diferentes.

2.3 TÉCNICAS BIBLIOMÉTRICAS

As técnicas bibliométricas podem ser aplicadas em uma variedade de análises sobre determinados fenômenos tais como: dispersão das publicações; produtividade dos autores;

consumo, crescimento e envelhecimento da informação; estrutura intelectual e cognitiva da ciência; mapeamento de tendências de pesquisas; nível de cooperação científico entre autores, instituições e países, entre outros. Essas análises podem ser usadas como insumos para tomada de decisão em contextos variados como, por exemplo, em unidades de informação e para o gerenciamento de coleções de matérias de informação em políticas de fomento à pesquisa de uma instituição ou de governo.

Esse quadro caracteriza a Bibliometria Aplicada ou Prática que teve grande impulso a partir dos anos 90 (século XX), devido ao acesso às bases de dados bibliográficos *online* e aos *softwares* bibliométricos e estatísticos. Por outro lado, há também uma Bibliometria Fundamental (FERREIRO ALÁES, 1993) que encontra desenvolvida direcionada a aspectos teóricos, buscando, assim, traçar uma linha mais epistemológica da área.

Da literatura examinada, cinco autores apresentam propostas para classificar a Bibliometria conforme o foco de análise (Quadro 2). Apenas Ferreiro Aláes (1993, p. 19, tradução nossa) propõe uma classificação que foca nos aspectos teóricos do campo. Para o autor, tal classificação permite "[...] identificar os fatores causais subjacentes nos fenômenos bibliográficos [...]", ou seja, sedimentar a disciplina com uma base epistemológica. Os demais, Narin (1976, apud URBIZAGÁSTEGUI ALVARADO, 2007), Morris e Van Der Veer Martens (2008) e Fonseca (1986), centram em aspectos mais práticos voltados à quantificação do fenômeno estudado, ou seja, à literatura científica.

Quadro 2 **– C**lassificações Bibliométricas
conforme o foco da análise divisão da Bibliometria

Autor	Classificação	Foco da análise
Narin (1976, apud URBIZAGÁSTEGUI ALVARADO, 2007); Morris e Van Der Veer Martens (2008)	Descritiva	Mesura características especificas da literatura científica, tal como distribuição geográfica, evolução temporal.
	Avaliativa	Analisa aspectos qualitativos da atividade científica como citações
Fonseca (1986)	Nacionais ou Macrobibliométricos	Produção bibliográfica de uma nação
	Especializadas ou Microbibliométricos	Análise de uma determinada ciência ou campo do conhecimento científico e humanístico
Ferreiro Aláes (1993)	Fundamental ou Teórica	Fatores causais subjacentes nos fenômenos bibliográficos
	Aplicada ou Prática	Obtenção de indicadores das características implícitas da literatura cientifica

A Bibliometria Aplicada ou Prática, segundo Ferreiro Aláes (1993, p. 20, tradução nossa), pode ser dividida em: (a) Bibliometria Inferencial, voltada para "criação e desenvolvimento de indicadores ou descritores das características da literatura científica" e que compreende as análises estatísticas bivariada e multivariada e (b) Bibliometria Descritiva ou Exploratória, voltada para criação de "hipóteses sobre o dado informacional estudado, usando a análise de matrizes e a análise exploratória dos dados".

Já a classificação proposta por Fonseca (1986) diferencia os estudos bibliométricos pelo seu campo de estudo, o que representa uma percepção diferenciada de Narin e Ferreiro Aláes. Para Narin (1976, apud URBIZAGÁSTEGUI ALVARADO, 2007), os estudos bibliométricos podem ser agrupados em duas classes: descritiva e avaliativa.

Com base na Figura 5 (p. 19), propomos uma sinopse com os estudos pioneiros e informações adicionais sobre eles, que inclui a classificação da Bibliometria, segundo o Quadro 3.

Quadro 3 – Caraterização das técnicas bibliométricas.

(continua)

Ano	Autor	Unidade de análise	Técnica	Classificação
1917	Cole e Cole	Referência	Produtividade científica	Descritiva
1923	Hulme	Referência	Produtividade científica	Descritiva
1926	Lotka	Autor citado	Produtividade de autor	Descritiva
1927	Gross e Gross	Referência	Análise de citação	Aplicada
1931	Zipf	Palavras	Frequência de palavras	Aplicada
1934	Bradford	Titulo do periódico citado	Dispersão da literatura	Aplicada
1944	Gosmell	Referência	Taxa de obsolescência de livro	Aplicada
1960	Brookes	Data da referência	Método gráfico para obsolescência	Aplicada
1960	Price	Referência	Crescimento exponencial da ciência	Aplicada
1962	Price	Referência	Lei do elitismo	Descritiva
1963	Kessler	Referência	Acoplamento bibliográfico	Descritiva
1965	Price	Referência	Taxa de circulação das coleções de uma biblioteca	Aplicada
1969	Trueswell	Referência	Lei 80/20	Aplicada
1970	Burton e Kebler	Data da referência	Vida-média da literatura científica	Aplicada
1973	Small e Marshakova	Referência	Análise de cocitação de documento	Descritiva
1981	White e Griffith	Autor citado	Análise de cocitação de autor	Descritiva

Quadro 3 – Caraterização das técnicas bibliométricas.

(conclusão)

Ano	Autor	Unidade de análise	Técnica	Classificação
1983	Callon e Courtial	Palavra	Análise de coocorrência de palavras	Descritiva
1991	McCain	Titulo do periódico citado	Análise de cocitação de periódicos	Descritiva
2004	Félix-Moya et al.	Categorias de assuntos do ISI	Análise de cocitação de categorias de assuntos do ISI	Descritiva
2005	Hirsch	Publicações	Índice H	Aplicada

Pela classificação adotada no Quadro 3, percebe-se que as técnicas bibliométricas do período de 1917 a 1931, 1962, 1973 a 1991 são de natureza descritiva, pois visam descrever um dado fenômeno de um campo científico permitindo conhecer aspectos não identificados antes, como, por exemplo, a estrutura intelectual ou cognitiva.

As técnicas na classe de aplicada iniciam-se em 1927 a 1960, recomeçando em 1963 e voltando a aparecer em 1970 e 2005 e têm o propósito de conhecer o comportamento de um dado fenômeno. Foram, e ainda são, aplicadas em ambiente de bibliotecas, auxiliando ao bibliotecário gestor na tomada de decisão voltada às coleções de materiais informacionais. Hoje, essas técnicas permitem ainda conhecer aspectos da literatura, colaborando no entendimento de certas características de um campo científico.

Mais recentemente, os estudos bibliométricos podem ser híbridos, isto é, aplicados e descritivos, a depender do foco do estudo a ser desenvolvido pelo analista. É oportuno ainda acrescentar que as técnicas apresentadas podem ser de natureza micro ou macro (FONSECA, 1986) quando analisam a literatura.

2.4 INDICADORES BIBLIOMÉTRICOS

O setor de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) requer investimentos de toda ordem, ou seja, não somente os financeiros, mas de recursos humanos qualificados e materiais que, quando alocados e aplicados corretamente, propiciam benefícios a toda sociedade, influenciando aspectos econômicos, políticos e sociais. É um setor que requer constantes avaliações a fim de observar se as metas traçadas foram realmente realizadas. Assim, a avaliação do e no setor pode representar um ponto de partida para a tomada de decisões

(ZACKIEWlCZ, 2005, p. 1) pois “a avaliação é um componente da política cientifica” (SPINAK, 1998, p. 144, tradução nossa).

Avaliação na ciência não é somente um processo externo, mas também um processo interno e que está no cerne da ciência moderna. De fato, é um processo que se inicia no século XVII, quando os trabalhos enviados aos primeiros periódicos científicos (*Journal des Sçavants*, França e *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, Londres) das sociedades e academias passaram a ser avaliados. Segundo Zuckerman e Merton (1974, apud PESSANHA, 1998, p. 226), essa atividade pode ser considerada como a gênese do processo de avaliação da ciência. Inicia-se, então, o sistema de revisão pelos pares (*peer review*), que se difundiu amplamente, sobretudo, após a II Guerra Mundial (VELHO, 1997; REINHART, 2010; JENAL, 2012). Observa Reinhart (2010, p. 317, tradução nossa) que *peer review* tem um papel na ciência atual, tornando-se auto-evidente nos procedimentos não somente de publicações, mas de financiamento também.

A revisão por pares, também conhecida como *avaliação por pares*, *sistema de arbitragem* ou, então, *sistema de avaliação de originais*, é uma “[...] análise ou julgamento realizado por iguais” (ROY, 1984 apud VELHO, 1997, p. 15), ou seja, é um processo em que pesquisadores com amplo conhecimento no mesmo campo dos autores do item a ser avaliado exercem o papel de revisores de manuscritos. É um processo não apenas empregado na maior parte das revistas científicas, mas também em outros tipos de iniciativas próprias da ciência, como as análises de financiamentos de projetos pelas agências de fomento ou como avaliações de disciplinas, cursos, área de pesquisa, nomeação, concursos.

Os pares são pesquisadores da mesma área, mas não envolvidos no estudo avaliado; em geral, os avaliadores não detêm conhecimento dos avaliados (autores/proponentes) e vice-versa; esse processo recebe o nome de revisão duplo cego (*double blind review*). Então, o papel dos revisores está em conferir credibilidade ao que está sendo examinado, finalizando com parecer favorável ou com recomendação a ser efetuada ou, então, com parecer desfavorável, seja por não estar de acordo com os itens avaliados (BOTOMÉ, 2011; JENAL, 2012), seja por não estar de acordo com algum aspecto da política editorial do periódico. Para Maltrás Barba (2003, p. 47, tradução nossa), “O que se busca é um acordo entre vários julgamentos [realizados por dois ou mais avaliadores] independentes, e que haja coincidência de pareceres diminuindo a possibilidade de erro”. Vale ressaltar ainda que a revisão por pares assume diferentes formas segundo o contexto da comunidade cientifica (WOUTERS, 1997).

A revisão por pares assegura, além da originalidade e autenticidade científica, também o aspecto da normalização da apresentação dos manuscritos submetidos, visto que estes devem manter uma uniformidade, incluindo os elementos imprescindíveis a sua caracterização no sistema de publicação.

Na década de 1960, inicia-se uma nova fase de avaliação da ciência que deixa de ter o foco no trabalho científico propriamente dito, ou seja, o caráter autorregulatório estabelecido pela revisão pelos pares. Inicia-se, então, uma forma de avaliar a ciência da perspectiva dos gestores dos governos para buscar evidências sobre o real papel da atividade como estratégia para o desenvolvimento. Mas foi em 1972 que se iniciou um processo sistemático deste tipo de avaliação da ciência, sobretudo nos Estados Unidos com a publicação do *Science and Engineeing Indicators*, de responsabilidade da National Science Board da National Science Foundation (VELHO, 1998), o que mais tarde motivou outros países a desenvolver seu próprio sistema de avaliação da ciência e tecnologia.

Assim, diversas nações e organismos internacionais passaram a ter uma preocupação em torno das atividades de ciência e tecnologia (C&T). É nesse contexto que, em 1963, é elaborado o *Manual de Frascati* (hoje na 6ª edição, publicada em 2002). Organizado pela Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento (OCDE)[8], este manual inicia uma série de outros manuais, também elaborados pela OCDE, que buscam normalizar o levantamento de dados referente às atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D). O Manual Frascati se constitui, até hoje, no principal referencial para a medição das despesas com pesquisa e desenvolvimento (P&D), uma vez que normaliza os procedimentos de seleção e coleta dos dados estatísticos sobre os recursos concedidos e aplicados em C&T (SANCHO, 2001).

Após este, outros Manuais foram surgindo, cada um deles focado em um determinado aspecto de insumo ou de resultado da atividade de C&T. Compondo a *Família Frascati*, está o *Manual de Oslo*[9], com 1ª edição em 1992, que está direcionado às medidas da inovação tecnológica. Já em 1994, é elaborado o *Manual de Patentes (Patent Manual)*[10], que está voltado para utilização de dados de patentes, como indicadores científicos e tecnológicos.

[8] OCDE, fundada em 1961, é uma organização internacional e intergovernamental, com sede em Paris que congrega 34 países. O Brasil não é membro, contudo participa do programa de *enhanced engagement* o que possibilita sua participação em comitês da organização.

[9] Hoje na sua 3ª edição, 2007. Foi traduzido para ao português, em 2004, pela FINEP - Financiadora de Estudos e Projetos. Disponível em: <http://download.finep.gov.br/imprensa/manual_de_oslo.pdf>. Acesso em 18 set. 2013.

[10] Em 2009 foi lançada sua 3ª edição.

Temos ainda o *Manual de Camberra*, com sua primeira edição em 1995, direcionado aos indicadores de recursos humanos envolvidos em atividades de C&T.

Em todos estes manuais houve, portanto, a intenção de padronizar uma metodologia de coleta e de análise para diferentes aspectos da atividade de C&T. Tais manuais, então, passaram a direcionar o trabalho de avaliação dessa atividade realizado não só pelos países membros da OCDE, mas também por outros que passaram a adotar esse aparato metodológico, como é o caso do Brasil.

A América Latina conta também com um manual sobre indicadores de C&T, *Manual de Bogotá*, que foi desenvolvido pela Secretaria Executiva para o Desenvolvimento Integral, pela Diretora do Escritório de Educação, Ciência e Tecnologia e pela Divisão de Ciência e Tecnologia da Organização dos Estados Americanos – OEA (GALLI et al., 2011, *online*). Esse manual apresenta normalização para a coleta e análise de indicadores de inovação tecnológica para países da América Latina e Caribe.

Os indicadores utilizados em sistemas/modelos de avaliação das atividades de C&T são formados por elementos de insumo (*input*), ou seja, elementos que entram na atividade (ex. recursos financeiros, recursos humanos) e por elementos de resultado (*output*), ou seja, que saem da atividade (ex. artigos científicos, patentes) (NORONHA, 2000; SANCHO, 2001), modelo esse que teve seu surgimento no final da Segunda Grande Guerra Mundial (1939-1945), quando, então, os países, principalmente os Estados Unidos, começaram a sentir a necessidade de obter informações relevantes a fim de subsidiar a tomada de decisão no campo da ciência e tecnologia. Este modelo é capaz de examinar tanto os insumos tangíveis (*input*) como os resultados (*output*) e teve base nos modelos econômicos, algo similar ao custo-benefício, uma vez que este pode ser mensurado (SANCHO, 1990), sendo, assim, transportado para a atividade de C&T.

Interessam à Bibliometria, tal como coloca Moravcsik (1973), os elementos de *output*, que incluem não apenas as publicações científicas e suas citações, mas também as patentes e outras publicações técnicas, compondo, desse modo, os sistemas de publicação científica, constituídos a base de análises bibliométricas, as quais, por sua vez, vão propiciar a elaboração dos indicadores bibliométricos. Destacam Mugnaini, Jannuzzi e Quoniam (2004, p. 125) que "[...] os indicadores bibliométricos são úteis e importantes para se entender o ciclo de gestação, reprodução e disseminação da ciência e o aprimoramento da política científica e tecnológica nacional."; vão, portanto, permitir a mensuração da atividade, da produtividade e

do progresso científico, em outras palavras, o tripé da medida da ciência (MORAVCSIK,1973).

No cenário complexo que é a CT&I, a avaliação do setor, especialmente aquela conduzida pelas diferentes agências e organismos de governo, tende a priorizar o desempenho de cientistas através dos resultados de suas pesquisas, em especial, através da literatura que foi produzida e está publicada em periódicos especializados. Tal prioridade, ao mesmo tempo em que introduz um viés no modelo de avaliação, corrobora o papel deste tipo de produção que Mueller (2008, p. 29) define como "o conhecimento científico, produto da pesquisa, é certificado e divulgado por meio das publicações científicas" (MUELLER, 2008, p. 29).

O artigo científico publicado em periódicos especializados, que ocupa lugar de destaque nos processos de avaliações de C&T, é considerado, por muitos, a principal unidade de análise dos estudos métricos da ciência (VINKLER, 2006), inclusive daqueles realizados no contexto de avaliação da atividade. Assim, os indicadores e técnicas da Bibliometria, especialmente aqueles voltados para a mensuração do *output*, isto é, da produção científica materializada (sobretudo, os artigos de periódicos e patentes), vêm sendo cada vez mais utilizados nas avaliações da C&T (MEIS; LETA, 1996; ZACKIEWlCZ, 2005) e, mais recentemente, incorporados às atividades de inovação (CT&I).

Podemos, então, elencar dois grupos de indicadores bibliométricos que vêm sendo apropriados seja nos processos avaliativos da ciência ou qualquer atividade (SANCHO, 1990, p. 843), seja como "dados numéricos sobre fenômenos sociais da atividade científica relacionados com a produção, transmissão e consumo de informação" (LÓPEZ PIÑERO; TERRADA, 1992, p. 64, tradução nossa): os indicadores de produção e de citação.

Sancho (2001) avalia que a *Família Frascati* não conta com manual sobre Bibliometria, o que se deveria, provavelmente, à oposição de países frente à hegemonia *Science Citation Index* (SCI), produto da Thomson Reuters. Para o autor, esta base não reflete a produção científica mundial, pois privilegia a produção dos Estados Unidos, que detém o maior número de títulos de periódicos indexados por essa base de dados. Contudo, uma análise mais detalhada do *Manual Frascati*, no item *outras obras metodológicas para medir a ciência e a tecnologia*, mostra a interface do manual com a Bibliometria. Neste item, o manual cita o documento de trabalho da STI *Working Papers* 1997/1[11] que aponta "Recomendações para a utilização de indicadores bibliométricos e análise dos sistemas de

[11] *Science, Technology and Industry Working Papers*.

investigação: métodos e exemplos", elaborado por Yoshiko Okubo (OKUBO, 1997). Para Okubo (1997, p. 6, tradução nossa), a "Bibliometria é uma ferramenta pela qual o estado da ciência e da tecnologia pode ser observado através da produção global da literatura científica a um dado nível de especialização", ratificando, assim, a importância destes indicadores para as avaliações em C&T.

Para composição de um indicador bibliométrico é necessário um conjunto de dados extraídos de uma variável. Para ilustrar esta demanda segue um exemplo: a coleta das citações em um periódico, em período de tempo pré-fixado, fornece ao analista uma série de dados que poderão ser distribuídos por intervalos de tempo e examinados sobre diferentes aspectos. Supondo ainda que se queira identificar a tipologia da autoria (única, dupla etc.) e que esses dados são referentes a distintos títulos de periódicos de um mesmo campo, quando analisados quantitativamente, por meio de uma operação aritmética, como a frequência absoluta, eles, os dados coletados, poderão identificar padrões de autoria. Nesse caso, temos, então, um indicador que especificará os tipos de autoria, possibilitando verificar se os pesquisadores desse campo desenvolvem seus trabalhos em colaboração ou não. Essas medidas retiradas das variáveis, baseadas em mais de uma informação, resultam no que chamamos de indicadores, que podem ser simples ou compostos. Relevante, no entanto, é ter a clareza que a seleção de um conjunto de indicadores deverá estar vinculada ao objetivo do que se quer avaliar e ao objeto a ser avaliado (VINKLER, 1988).

Vale ainda ressaltar o exemplo de indicador, citado anteriormente, baseado na contagem de publicações, que é o mais simples de todos, sendo empregado pela primeira vem em 1917 por Cole y Cole ao quantificarem o número de publicações sobre Anatomia, cobrindo o período de 1543 a 1860.

2.4.1 Classificação e aplicação dos indicadores bibliométricos

Indicadores bibliométricos tem sua gênese na literatura científica que forma, por sua vez, o sistema de publicação da ciência; portanto, são baseados na contagem das publicações e das citações recebidas pelos trabalhos publicados (ZACKIEWlCZ, 2005; OKUBO, 1997, SPINAK, 1998), sendo os primeiros importantes *output* do desempenho das atividades em C&T. Estas duas variáveis determinam, então, boa parte das classificações existentes dos

indicadores bibliométricos, tal como a proposta por Durieux e Gevenois (2010, p. 243, tradução nossa), que agrupa os indicadores em 3 tipos:

⇒ *indicadores de quantidade*: medem a produtividade de um investigador ou de um grupo e são estimados pela frequência dos artigos publicados em um período de tempo;

⇒ *indicadores de qualidade*: medem a qualidade (ou "*performance*") da produção de um pesquisador ou grupo e são estimados pela frequência de citações recebidas.

⇒ *indicadores estruturais*: medem as conexões entre publicações, autores e campo de pesquisa sendo estimados a partir das duas primeiras variáveis.

Já para Gauthier (1998, p. 10, tradução nossa), os indicadores estão classificados em duas categorias, são elas:

⇒ *indicadores* descritivos: medem o volume e o impacto da investigação em vários níveis e são estimados a partir de artigos e suas citações, assim como patentes e suas citações;

⇒ indicadores relacionais: medem e identificam as ligações e as interações entre os autores dos sistemas nacionais e/ou internacionais de ciência e tecnologia que são estimados, mais frequentemente, a partir da co-autoria, como também da cocitação e da coocorrência de palavras.

Entre as classificações mais antigas está a de Vinkler (1988), que propõe dois tipos de indicadores. São eles:

⇒ indicadores de publicações: medem as publicações, totais ou/ou em parte;

⇒ indicadores de impacto, também chamado de indicadores de citações: medem as citações que, segundo o autor, “são dados que representam o número e impacto das publicações”.

Observamos as semelhanças nas classificações das três propostas. Em Durieux e Gevenois (2010) e em Gauthier (1998), chama atenção a semelhança no *indicador estrutural* e no *indicador relacional*, ambos visando a medir o nível de relacionamento. Observa Gauthier (1998) que os indicadores possibilitam monitorar a ciência e a tecnologia, detectando temas emergentes de pesquisas bem como os principais pesquisadores. Já os

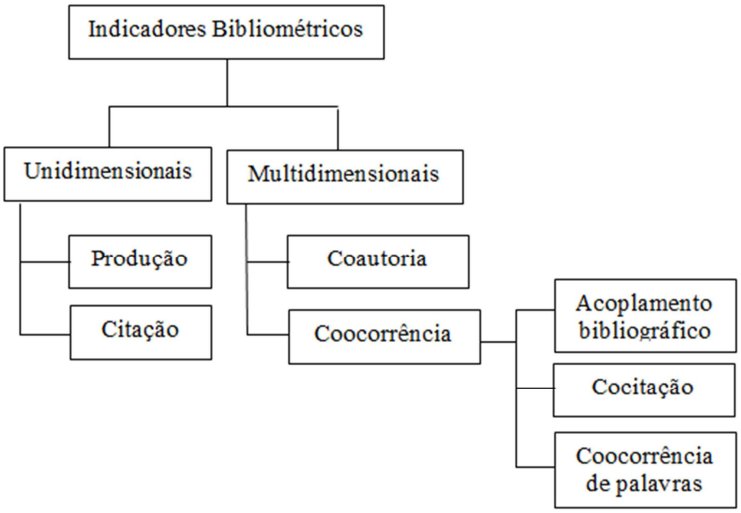
indicadores de quantidade e qualidade de Durieux e Gevenois (2010) equivalem aos indicadores descritivos de Gauthier (1998) e aos indicadores de publicações e de citações de Vinkler (1988). Vale ressaltar que no estudo de Vinkler (1988) é apresentado um conjunto de 43 modalidades de indicadores unidimensionais que são agrupados segundo a classificação apresentada.

Identificando o nível de estudo micro, médio ou macro, (SPINAK, 2001; VINKLER, 1988) e sabendo a classe de indicadores a serem utilizados na avaliação, o próximo passo consiste na seleção da tipologia dos indicadores que irão caracterizar a forma como será analisada a variável. Aplicando, então, essa premissa às publicações científicas e às suas citações, Calero (2009) identificou duas formas de análise. São elas:

- ⇒ *indicadores unidimensionais*: focam em apenas uma característica do documento, ou seja, uma variável. Alguns exemplos: indicadores de consumo da informação focam na variável citação, indicadores de colaboração focam na variável coautoria e indicadores de dispersão da literatura (lei de Bradford) focam nos periódicos.
- ⇒ *indicadores multidimensionais*, também denominados de *relacionais:* utilizam mais de uma característica do documento, permitindo identificar o relacionamento de diferentes variáveis. Exemplo: indicadores da estrutura intelectual de uma disciplina focam na variável coautoria ou coocorrência de citações ou de palavras.

Para melhor visualizar estes dois tipos de indicadores foi elaborada a Figura 9, sendo possível observar que os indicadores unidimensionais são aplicados às diferentes dimensões do conceito produtividade (autores, instituição e publicações, podendo se estender também a uma região ou nação). Tomando como exemplo a produção na dimensão *autor*, podemos examinar o aspecto *temporal*, que pode incluir uma análise da produção absoluta de um único autor ou grupos de autores por ano ou por década. Os indicadores relacionados à produtividade possibilitam, então, conhecer a evolução, tipologia da produção e da autoria por meio da contagem das publicações (artigos, livros, relatórios, comunicação registradas nos anais, entre outras) e de seus elementos.

Figura 9 – Tipologia de indicadores bibliométricos.



Já os indicadores multidimensionais têm como principal medida a coautoria e coocorrência, que têm como unidade de análise a citação, os autores e as palavras.

Os indicadores de acoplamento bibliográfico e cocitação partem de grandes volumes de dados, seja de referências citadas, podendo ser cocitação de documento, autor, periódico e categorias assuntos. A partir das citações é possível examinar as múltiplas relações existentes entre os pares de documentos/autores/periódicos citados conjuntamente. Com estes indicadores pode-se então examinar a estrutura intelectual de um campo, identificar especialidades em ascensão e/ou declínio bem como as emergentes, frente de pesquisas e representação visual de grandes domínios científicos (SMALL, 1973, 1980; WHITE, GRIFFITH, 1981; McCAIN, 1991, 1991; MOYA ANEGÓN et al., 2004).

Já os indicadores de colaboração, que tem como unidade de análise a autoria das publicações, e, por meio desta, pode identificar as coautorias, co-instituições e co-área geográfica (compreende países, regiões, Estados, cidades), são empregados a fim de verificar a existência de autores/instituições/área geográfica que compartilham uma mesma publicação, identificando o nível de colaboração entre estes, ou seja, o nível de produção do conhecimento entre pares de autores. Recentemente a análise de redes sociais/ARS (*social network analysis*/SNA), uma técnica originada nas ciências sociais (FREEMAN, 2008), vem favorecendo o exame da colaboração, identificando o comportamento de coautores/co-instituições e co-área geográfica na rede de transferência e de produção de conhecimento (NEWMAN, 2001; HU, 2007).

Os indicadores de coocorrência de palavras têm como unidade de análise as palavras do título, do texto ou as palavras-chaves. Os resultados, quando processados e analisados, indicam aspectos cognitivos de um determinado campo científico, caracterizando este tipo de estudo a Cientometria Cognitiva (CALLON; COURTIAL; LAVILLE, 1983), que pode sinalizar, por exemplo, temas de pesquisas em ascensão ou declínio como também aqueles considerados emergentes.

No Quadro 4, são apresentados os três níveis de aplicação dos indicadores bibliométricos, micro, médio e macro, segundo a proposta de Vinkler (1988), que considera o escopo do que se avalia.

Quadro 4 – Nível e aplicação dos indicadores bibliométrico.

Tipo padrão referência	Nível padrão de referência		
	Micro	Médio	Macro
Organização	Pesquisador ou grupo de pesquisadores	Instituição ou departamento	Grupos de instituições, países, mundo
Temática	Projeto	Pesquisa ou subcampo	Disciplina científica
Publicações	Uma publicação (ex. um título de periódico)	Grupos de publicações	Todas as publicações

Fonte: VINKLER (1988, p. 242, tradução nossa).

Os indicadores do nível micro, em geral, apresentam dificuldade em relação aos demais, principalmente quanto à seleção da fonte de dados, que podem ser tão diversificadas quanto o currículo *vitae* do pesquisador até uma busca em base de dados. Esta dificuldade foi apontada por, entre outros autores, Costas e Bordons (2005), que estudaram a produtividade de pesquisadores espanhóis no campo de recursos naturais a partir de duas fontes, *Journal Citation Reports* (JCR)[12] e *Base de datos de Ciencia y Tecnología* (ICYT)[13]. Os autores advertem que a obtenção de indicadores bibliométricos em nível micro, nesse caso, para um grupo de pesquisadores, torna-se uma tarefa complexa e exige muita atenção, pois a produção

[12] Disponivel no Portal de Periódicos da CAPES.
[13] Base de dados española, produzida pelo Centro de Información y Documentación Científica (CINDOC) do Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

científica de um pesquisador poderá apresentar inúmeras facetas, determinadas por diversos fatores, inclusive pessoais. Os autores recomendam a utilização de currículos normalizados de pesquisadores, prática já adotada no Brasil quando da implantação do Currículo Lattes.[14]

Os indicadores do nível médio, o mais executado (VINKLER, 1988), permitem a mensuração das diferentes variáveis de produção e de citação (a classificação de Vinkler, 1988) para instituições ou departamentos.

Finalmente, os indicadores do nível macro podem ser entendidos como os de maior complexidade, pois envolvem um número maior de unidades de análise, como todas as publicações de um campo ou de um país. Desse modo, representam uma análise quantitativa mais densa e mais rica em informações, que permite combinações de indicadores, como os desenvolvidos por Vinkler (2006), os quais foram chamados de indicadores compostos (composite indicator), que podem ter a finalidade tanto informativa como avaliativa de C&T. Para ilustrar este tipo de indicador, trazemos dois exemplos brasileiros: o estudo de Morel e Morel (1977; 1978), que focou na produção científica brasileira indexada na base de dados do Institute for Scientific Information (ISI, atual Thomson Reuters) e considerado o primeiro trabalho cientométrico efetuado no Brasil, e o estudo de Meis e Leta (1997), que também radiografou a ciência brasileira na base ISI, mas em um período mais recente, de 1981 a 1993.

2.5 FONTE DE DADOS DOS INDICADORES BIBLIOMÉTRICOS

Os indicadores, de um modo geral, mas sobretudo os indicadores bibliométricos, têm uma carga de restrições, limitações e vantagens que necessitam ser levadas em consideração no momento da sua utilização, entre as quais podemos citar a fonte para coleta dos dados que deve, segundo o campo de estudo, ser mais abrangente possível, isto é, que proporcione uma ampla cobertura. Desse modo, as bases de dados bibliográficas referenciais são mais empregadas nos levantamentos bibliométricos. Esse tipo de base apresenta várias informações do item indexado, em muitos dos casos, vai além dos resumos, contém o texto completo como também as referências dos itens citados. Outras trazem ainda um conjunto de indicadores

[14] Lancado em 16 de agosto de 1999 pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), que também é responsável por sua gestão. O Lattes é um formulário eletrônico para a captação de dados curriculares de estudantes e pesquisadores.. Seu nome é em homenagem ao físico paranaense Césare Mansueto Giulio Lattes conhecido como César Lattes. O Currículo Lattes esta disponivel em <<http://lattes.cnpq.br/>.

bibliométricos como é o caso da *Web of Science*, também conhecida como WoS, e Scopus/Elsevier, por exemplo.

Pelo exposto acima, a principal fonte de dados dos indicadores bibliométricos são as bases de dados bibliográficos, sobretudo as automatizadas, de natureza multidisciplinar, destacando-se os índices de citação que são as obras de referência que possibilitam identificar o impacto que um trabalho obteve na comunidade científica, sendo verificado por meio de suas citações (NORONHA; FERREIRA, 2000). A principal base de dados é o *Science Citation Index* (SCI), voltado para as áreas científicas e tecnológicas. Essa base foi projetada por Eugene Grafield em 1953. Anos depois, Grafield deu origem ao *Institute for Scientific Information* (ISI), considerada a primeira indústria de informação do mundo, localizada na Philadelphia, Estados Unidos. Em seguida, Grafield deu início à elaboração e divulgação de vários índices de natureza multidisciplinar. Em 1972, fundou o *Social Science Citation Index* (SSCI), com abrangência nas áreas das ciências sociais e afins e, em 1978, o *Arts & Humanities Citation Index* (AHCI), dedicado às ciências humanas e artes. Hoje, todo esse manancial de informações está disponível via Internet pela *Web of Science*, uma versão do ISI *online*. Em 1992, o ISI foi adquirido pela Thomson Scientific & Healthcare e em 2004 foi renomeado para Thomson Scientific.

No entanto, o conjunto de bases mantidas pela *Web of Science* (*Science Citation Index*/SCI, *Social Science Citation Index*/SSCI e *Arts & Humanities Citation Index*/AHCI) tem uma tendência a indexar os títulos em idioma inglês, sobretudo os publicados nos Estados Unidos, o que acarreta num viés de cobertura de idiomas, sendo essa uma das limitações apresentadas quando se trabalha com indicadores bibliométricos (VIOTT, 2003), principalmente quando, num país, não existe base de dados que registre sua produção científica nacional.

Um dos produtos disponível pela *Web of Science* e publicado anualmente é o *Journal Citation Reports* (JCR), que contém indicadores e possibilita avaliar um conjunto de periódicos organizados por categorias de assuntos, uma tipologia de classificação criada e adotada para cada período pelo JCR, após o ano da cobertura. Esses indicadores têm como base a frequência de citação que cada periódico recebe no âmbito da *Web of Science*, sendo, portanto, indicadores de impacto. O fator de impacto (*impact fator*) tornou-se o principal deles.

Criado por Grafield (1972), o fator de impacto compreende o número de citação que um dado periódico recebe; nesse caso, quanto maior o fator de impacto, maior visibilidade e prestígio o período terá em seu campo de atuação. Contudo, essa medida não significa qualidade, uma vez que só aponta a frequência com que um periódico foi citado, não substituindo o juízo humano, único capaz de atribuir o valor qualitativo (SANCHO, 1991).

A qualidade, como já visto, pode ser conferida pelos pares, quando o autor submete seu manuscrito ao crivo de um periódico. Mesmo assim vários fatores, de ordem pessoal, podem interferir nesse processo avaliativo (BORDONS; ZULUETAB, 1999). Observam Davyt e Velho (2000) que o julgamento por pares é a melhor opção de avaliar o conteúdo de um trabalho científico até então.

Fator de impacto não é sinônimo de qualidade, pois este último está voltado para aspectos internos ao documento, ou seja, ao seu conteúdo, com novas contribuições no seu aspecto teórico e também propostas inovadoras de metodologias, bem como a exatidão (ou não) no desenvolvimento do texto (SANCHO, 1991). De fato, os indicadores de impacto indicam a influência do item publicado na comunidade científica, levando a mesma a citá-los em trabalhos posteriores numa perspectiva que pode ser positiva ou, então, negativa (GRAFIELD, 1979). Muitos autores já se detiveram nessa questão, que foge ao escopo deste trabalho (BORNMANN; DANIEL, 2008; SMITH, 1981; CARVALHO, 1973).

Segundo Packer (2011, p. 34), “O WoS é percebido pela comunidade científica como referência de indexação da produção científica, que foi hegemônica até 2004, quando a Elsevier lançou o Scopus”, uma outra base de dados de referência e de citações, também de natureza multidisciplinar, que é utilizada nos estudos métricos da informação. A Scopus é um dos produtos da empresa de informação Elsevier, que é responsável pela edição e comercialização, em formato analógico e digital, de aproximadamente 1.800 revistas científicas “[...] com mais de 10 milhões de artigos nas áreas científica, tecnológica e médica, representando aproximadamente 25% da produção científica mundial”. É responsável também pela publicação de livros eletrônicos, séries de livros, manuais e obras de referência (ELSEVIER, [20--]a, *online*). Todo esse universo de itens publicados pela *Elsevier* está indexado pela Scopus, uma base de dados de grande cobertura nas áreas de ciência, tecnologia, medicina, ciências sociais e artes e humanidades, possibilitando ao usuário acesso a resumos e citações de literatura científica em mais de 50 milhões de registros, 21.000 títulos de 5.000 editores (ELSEVIER, [20--]b, *online*).

A Scopus, como a *Web os Science*, disponibiliza uma série de indicadores bibliométricos que auxiliam na avaliação dos periódicos que são indexados por ela, constituindo em três métricas de impacto diferentes e permitindo uma análise bibliométrica por vários ângulos, o que torna a Scopus uma grande concorrente da *Web os Science.* Essas métricas são: (a) fator de impacto normalizado por artigos (*Source Normalized Impact per Paper*/SNIP), (b) fator de impacto das publicações (*Impact per Publication*/IPP) e (c) SCImago (*International Scientific Journal and Country Rank*) ranking de periódicos (SCImago *Journal Rank*, SJR). Esse conjunto fornece indicadores bibliométricos de desempenho não somente dos periódicos como também de autores, instituições e países (PACKER, 2011).

Ao planejar a análise bibliométrica, a fonte de origem dos dados deve ser cautelosamente estudada, devendo esta ter ampla cobertura das áreas do conhecimento científico e tecnológico. Desse modo, pode-se optar pela de natureza multidisciplinar, como a *Web of Science* ou Scupos[15], uma vez que esta permite visualizar como as pesquisas estão sendo desenvolvidas em todo o mundo (WHITNEY, 1992). Contudo, outras, mais especializadas, podem ser utilizadas, dependo da área em estudo. Podemos citar, como exemplo: (a) *Chemicl abstracts*[16], voltada para área de química e ciências afins disponibilizadas desde 1907 pela *Chemical Abstracts Service* (CAS), é uma divisão da American Chemical Society dos Estados Unidos; (b) *Compendex*[17], base de dados referencial multidisciplinar em engenharia, em uso desde 1969, produzida na Inglaterra pela Engineering Village, sendo que em 1998 é comprada pela Elsevier[18]; (c) *PubMed*[19], voltada para literatura biomédica, desenvolvida pelo National Center for Biotechnology Information e mantida pela National Library of Medicine, contém mais de 22 milhões de citações da literatura biomédica da MEDLINE.

Alguns dos exemplos citados são bases de dados internacionais com ampla cobertura em uma área especifica da ciência e da tecnologia. No entanto, existem as bases de dados de natureza mais restrita, isto é, nacionais, regionais e locais, que exercem um grande papel na

[15] *Web of Science* e Scupos são disponibilizadas às nstituições federais de ensino superior pelo Portal de Periódicos da Capes, como também as instituições de pesquisa, instituições públicas de ensino superior estaduais e municipais, instituições privadas de ensino superior e instituições com programas de pós-graduação recomendados pela CAPES.

[16] Fonte: AMERICAN CHEMICAL SOCIETY, disponível em: <http://www.cas.org/content/cas-databases>. Acesso em: Acesso em: 17 jul. 2014.

[17] Disponibilizada no Portal de Periódicos da Capes.

[18] Fonte: <http://www.elsevier.com/online-tools/engineering-village/history>. Acesso em: 17 jul. 2014.

[19] Disponível em: <http://pubmed.gov>. Acesso em: 17 jul. 2014.

indexação da literatura local, como por exemplo, a SciELO (*Scientific Electronic Library Online*), uma base multidisciplinar, acessível livremente na *Web*[20], que indexa artigos de periódicos científicos brasileiros e que possibilita o acesso aos artigos completos, bem como a uma série de indicadores bibliométricos. Foi desenvolvida, em 1997 (projeto piloto), pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) em parceria com o Centro Latino-Americano e do Caribe de Informação em Ciências da Saúde (BIREME). A SciELO também está disponível para outros países da América Latina e como também para Espanha, Portugal e África do Sul, sendo possível ainda executar uma ampla busca em todos os países que compõem a rede SciELO.

As bases de dados bibliograficas de qualquer natureza (multidisciplinar ou não, internacional ou não) representam a informação de forma parcial, ou seja, é impossível uma cobertura total de toda a produção científica em uma única base de dados. Se isso fosse viável, seria o sonho de Paul Otlet (1868-1944) de concretizar uma bibliografia universal.

2.6 BIBLIOMETRIA NO BRASIL

A pós-graduação brasileira tem um importante papel não somente pela formação de recursos humanos altamente qualificados, mas também pela implementação de novos métodos de pesquisas ou então pela implementação de novos campos ou subcampos. Foi pela pós-graduação que a Bibliometria brasileira surgiu e se desenvolveu, quando da implantação, no ano de 1970, do Mestrado em Ciência da Informação, primeiro do Brasil e da América Latina, pelo Instituto Brasileiro de Bibliografia e Documentação (IBBD), que, em 1976, passa a ser denominado Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT).

O então primeiro mestrado em Ciência da Informação contou com a colaboração de renomados professores da Ciência da Informação internacional, entre eles, Frederick Wilfrid Lancaster, LaVahn Marie Overmyer, Bert Roy Boyce, Jack Mills, John Joseph Eyre, Ingetraut Dahlberg e Suman Datta. Vale ainda destacar a presença de Derek de Solla Price, como conferencista do Curso.

[20] Disponível em: <http://www.scielo.br>. Acesso em: 17 jul. 2014.

Nas décadas de 70 e 80, período inicial dos estudos bibliométricos, houve uma "[...] febre pela bibliometria, sendo esta aplicada aos mais diversos campos." (URBIZAGÁSTEGUI ALVARADO, 1984, p. 92), estando o IBBD na vanguarda das pesquisas bibliométricas bem como da Ciência da Informação. Outra grande iniciativa do IBBD foi o lançamento do primeiro periódico da área, em 1972, intitulado Ciência da Informação[21], veículo que registrou e disseminou os primeiros artigos científicos bibliométricos, decorrentes das dissertações apresentadas pelos mestrandos, tornando-se a principal fonte de referência para a Bibliometria nacional.

Segundo Urbirazagástegui Alavarado (1984), foi o professor Tefko Saracevic, da School Library Science, Case Western Reserve University, Cleveland (Ohio, USA) que introduziu o ensino da Bibliometria no recém-criado mestrado em Ciência da Informação, na disciplina *Processamentos de Dados na Documentação*. Este professor foi responsável pela formação de nove mestres, entre eles, a professora Gilda Maria Braga, que deu continuidade ao ensino de Bibliometria na disciplina *Sistema de Recuperação da Informação*. Hoje, 2015, o Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação[22] não conta com uma disciplina específica em Bibliometria, sendo apresentada aos alunos como tópico na disciplina de Comunicação Cientifica (PINHEIRO; SILVA, 2008).

A partir dos anos 90, segundo Pinheiro e Silva (2008), o número de dissertações em Bibliometria no IBICT (antigo IBBD) decresceu; no levantamento, as autoras contabilizaram 57 dissertações e uma tese, compreendendo o período de 1972 a 2008. Uma das possíveis causas, apontada por Pinheiro e Silva (2000), para a diminuição do número de dissertações no IBICT seria o reflexo da aposentadoria da professora Gilda Braga, ocorrida em 1999. A professora Braga teve um importante papel no contexto da Bibliometria brasileira, sendo considerada por Urbirazagástegui Alavarado (1984) e Pinheiro (2000) como a pioneira dos estudos bibliométricos no Brasil.

Com a evolução da pós-graduação outros cursos de mestrado foram surgindo, expandindo as pesquisas em Bibliometria, como a criação, em 1976, do Mestrado de Biblioteconomia da UFMG, na PUC-Campinas/SP, 1977, e implementado na UnB e UFPB, em 1978. Vale ainda ressaltar que, em 1972, o Mestrado em Comunicação da USP contava

[21] O periódico, Ciência da Informação, está corrente e toda sua coleção pode ser acessada em: <http://revista.ibict.br/cienciadainformacao/index.php/ciinf>. Acesso em: 15 jul. 2014.

[22] Atualmente desenvolvido em convênio entre o IBICT e a Escola de Comunicação (ECO) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

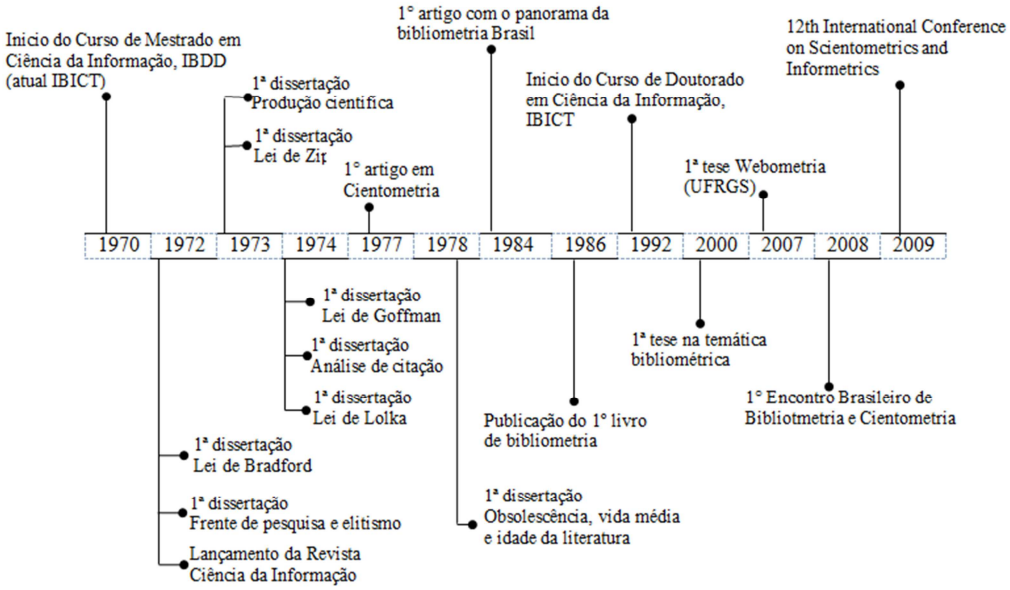
com uma área de concentração em Biblioteconomia e Documentação (GOMES, 2006). Gomes (2006, p. 320) observa que “Todos esses cursos também passaram por várias reformulações ao longo de suas trajetórias, inclusive com alterações em suas denominações, de biblioteconomia e documentação, para ciência da informação.”.

Segundo os autores Meis e Leta (1996) e Pinto e Andrade (1990), o trabalho de Morel e Morel, de 1977 e publicado no periódico Ciência da Informação, foi o marco dos estudos cientométricos realizado no Brasil na década de 1970, que constou de uma avaliação da produção científica em termos de autores brasileiros em revistas indexadas pelo Institute for Scientific Information (ISI).

1.6.1 Linha do tempo dos estudos métricos brasileiros

A linha do tempo (Figura 10) é uma tentativa de traçar o percurso da Bibliometria no Brasil, a partir das primeiras dissertações apresentadas no IBBD e de outros acontecimentos listados por Urbirazagástegui Alavarado (1984) e Cavalcanti, Barreto e Souza, (1995).

Figura 10 – Linha do tempo dos estudos métricos Brasil



A linha do tempo é acentuada pelo início dos estudos e das principais técnicas bibliométricas introduzidas pelos professores visitantes estrangeiros. No ano de 1972, foram apresentadas as duas primeiras dissertações na temática bibliométrica pelas mestrandas Laura

Maia de Figueiredo (*Distribuição da literatura geológica brasileira: estudo bibliométrico*) e Gilda Maria Braga (*Relações bibliométricas entre a frente de pesquisa (research front) e revisões de literatura: estudo aplicado à Ciência da Informação)*, ambas orientadas pelo professor Tefko Saracevic (PINHEIRO; SILVA, 2008; URBIRAZAGÁSTEGUI ALAVARADO; 1984), sendo que a primeira versava sobre a frente de pesquisa na Ciência da Informação enquanto a segunda discutia a Lei de Bradford no campo da Geologia.

Outro acontecimento em 1972 foi o lançamento do primeiro periódico do Brasil, intitulado Ciência da Inormação, e da América Latina em Ciência da Informação, editado pelo IBDD, atual IBICT, registrando e divulgando os artigos científicos no campo da Ciência da Informação e da Bibliometria. Quanto aos estudos em Bibliometria, os primeiros foram publicados no volume 2, número 1 de 1973,[23] contendo 3 artigos: "Bibliografia Estatística e Bibliometria: uma reivindicação de prioridades", de autoria de Edson Ney da Fonseca; "Relações Bibliométricas Entre a frente de pesquisa (*research front*) e revisões da literatura: estudo aplicado a Ciência da Informação", de Gilda Maria Braga; e "Distribuição da literatura geológica brasileira: estudo bibliométrico", de Laura Maia de Figueiredo.

Em 1986, o professor Edson Nery da Fonseca organizou uma coletânea de importantes textos e publicou o que seria o primeiro livro brasileiro de Bibliometria, intitulado "Bibliometria: teoria e prática", trazendo inclusive a tradução do texto original de "Le livre et la mesure. Bibliométrie" (O livro e a medida. Bibliometria), escrito por Paul Otlet no *Traité de documentation*, em 1934.

É oportuno referenciar o trabalho desenvolvido por Urbirazagástegui Alavarado, em 1984, que traz um amplo estudo, publicado no periódico Ciência da Informação, radiografando os estudos bibliométricos no Brasil desenvolvidos no período de 1972 a 1983, sendo este o primeiro estudo do gênero.

Em 1992, o IBICT inicia o curso de doutorado[24], primeiro do Brasil e da América Latina, e, em 2000, é defendida a primeira tese no IBICT na temática bibliométrica, tendo como orientadora a professora Rosali Fernandez Souza. Em 2007, na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), é apresentada a primeira tese em Webometria iniciando, no Brasil, uma série de estudos métricos voltados para esse campo.

---

[23] Disponível em: <http://revista.ibict.br/cienciadainformacao/index.php/ciinf/issue/view/96/showToc>. Acesso em: 15 ago. 2014.

[24] Fonte: Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação (PPGCI), IBICT-UFRJ. Disponível em: <http://www.ppgci.ufrj.br/programa/apresentacao.html>. Acesso em: 15 ago. 2014.

Outro marco importante aconteceu em 2008, quando da realização do 1º Encontro Brasileiro de Bibliometria e Cientometria (EBBC), realizado na cidade do Rio de Janeiro, RJ. A estrutura do EBBC é inspirada na conferência internacional promovida a cada dois anos pela International Society for Scientometrics and Informetrics, sendo o Brasil sede, em 2009, da 12th International Conference on Scientometrics and Informetrics, promovida pela International Society for Scientometrics and Informetrics (ISSI), reunindo especialistas nas áreas de Bibliometria e Cientometria.

2.6.2 A evolução da Bibliometria Brasileira

Pesquisadores brasileiros vêm estudando a evolução da Bibliometria no Brasil e entre eles destacamos o estudo de Urbirazagástegui Alavarado (1984), que desenvolveu um amplo estudo, intitulado "A bibliometria no Brasil", cobrindo o período de 1972 a 1983, sendo o primeiro do gênero, que analisou um total de 78 produções distribuídas em dissertações, teses, artigos de periódicos, comunicações apresentadas em congressos, monografias, folhetos e capítulo de livro. Os principais temas estudados no período foram: Lei de Bradford, Lei de Zipf, Lei de Lotka, Lei de Goffmam (teoria epidêmica), frente de pesquisa (elitismo), obsolescência (juntamente com vida média e idade da literatura) e análise de citações. A Lei de Bradford foi a principal temática pesquisada no período, seguida pela Lei de Lotka e análises de citações. Pode-se inferir que as três primeiras abordagens têm algo em comum, ou seja, sua aplicabilidade nas bibliotecas, colaborando na tomada de decisão e que nos leva a inferir também que os primeiros estudos bibliométricos desenvolvidos no Brasil, sobretudo na década de 70 do século passado, estavam voltados a problemas relacionados a uma unidade de informação, sobretudo às bibliotecas universitárias ou especializadas ou a um especifico sistema de recuperação de informação.

Vans (2003) desenvolveu um estudo, tendo como material de análise o periódico Ciência da Informação, editado pelo IBICT, cobrindo o período de 1972 a 2002. A autora contabilizou 46 artigos no período, tendo atingindo 50% do total na década de 80, havendo uma diminuição entre os anos de 1988 a 1997, com crescimento a partir de 1998. Quanto às temáticas estudadas, a autora identificou que a Lei de Bradford continua, em suas palavras, "instigando pesquisadores até os dias atuais" e destaca ainda análise de citação e aspectos teóricos da Bibliometria.

Outro aspecto analisado por Vans, também foi por Machado (2007), e refere-se a tipologia da autoria com forte predominância da autoria única (73,9%) em relação a múltipla (26,1%). Segundo a autora "Esta característica também indica a inexistência de grupos de pesquisa sobre o assunto" (VANS, 2005).

Em 2007, Machado também analisou a produção em Bibliometria em cinco periódicos da área da Biblioteconomia e da Ciência da Informação – Ciência da Informação, DataGramaZero - Revista de Ciência da Informação, Perspectivas em Ciência da Informação, Revista da Escola de Biblioteconomia da UFMG[25] e Transinformação –, abrangendo o período de 1990 a 2005. Uma das variáveis analisadas foi a orientação temática dos artigos, que apresentou como resultado forte predominância da análise de citação. Esse resultado, por sua vez, vai ao encontro da ampla disseminação do uso dos recursos informáticos, principalmente das bases de dados bibliográficas, como a *Web of Science* e Scopus, que passam a ser acessíveis *online*, facilitando não só a recuperação da informação, mas a migração dos dados para uma planilha eletrônica com a do *Microsoft Excel*, por exemplo. Outro ponto para o qual Machado chama atenção é a não existência de grandes produtores na temática estudada. Quanto à tipologia da autoria, o autor observou que sobressai a autoria única (80%).

Em 2008, Mattos e Jab propuseram estudar a produção científica dos pesquisadores brasileiros com artigos publicados no periódico *Scientometrics*, cobrindo o período de 1978 até 2006. Este periódico foi lançado em 1978 e hoje constitui-se o principal veículo de disseminação e registro do campo dos estudos métricos da informação. O escopo do periódico "[...] está no mecanismo da ciência estudado por métodos matemáticos estatísticos" (SCIENTOMETRICS, *online*). Para os autores, houve 1,55% de participação de pesquisadores brasileiros na revista no período analisado, sendo a UFRJ a que manteve a maior parcela de cooperação institucional internacional. As autoras observam que "A análise permite concluir que não há pesquisadores cientistas da informação entre os autores brasileiros mais produtivos que publicaram na revista *Scientometrics* de 1978 até 2006." (MATTOS; JAB, 2008, p. 58), ou seja, estes são provenientes de outras áreas como, por exemplo, das ciências biológicas e da saúde.

[25] Esta revista foi criada em 1972 e circulou até o volume 24, número 2, 1995, sendo possível acessar todos os volumes, de 1 ao 24, em <http://portaldeperiodicos.eci.ufmg.br/reb>. Acesso em: 15 ju. 2014. Em 1996 a revista foi continuada por Perspectivas em Ciência da Informação, disponível em: <http://portaldeperiodicos.eci.ufmg.br/index.php/pci>. Acesso em: 15 jul. 2014.

A autoria brasileira em artigos sobre Bibliometria e Cientometria foi examinada por Meneghini e Packer (2010), tendo como fonte de dados *Web of Science* para busca internacional, e SciELO Brasil, Google Acadêmico (*Google Scholar*) e o diretório de pesquisa da plataforma Lattes para busca nacional. Segundo os autores há um nítido crescimento, de forma exponencial, para o período de 1990 a 2005, sendo recuperado um total de 197 artigos, a maioria (78%) publicada em periódicos brasileiros, com predominância da revista Ciência da Informação, e 22% em periódicos internacionais com liderança da *Sciencotmetrics*. Com relação à autoria dos artigos, os autores observaram a participação de diferentes campos da Ciência da Informação. Segundo os autores, "O interesse de pesquisadores de várias áreas em cientometria e bibliometria é notável. Por um lado, isso tem a ver com o desenvolvimento da Internet e a disponibilidade de publicações e dados estatísticos em bancos de dados, tais como WoS, *Google Scholar* e SciELO [...]" (MENEGHINI; PACHER, 2010, p. 513).

Araújo e Alvarenga (2011) estudaram a inserção dos estudos bibliométricos na pesquisa científica efetuada pela pós-graduação, no período de 1987 a 2007, totalizando 872 trabalhos, sendo 72% provenientes de mestrado acadêmico, 44% de doutorado e 4% de mestrado profissional, segundo dados do Banco de Teses da Capes. O estudo oferece uma visão macro, pois engloba a grande área de conhecimento, sendo as Ciências Sociais Aplicadas aquela com maior proporção de teses e dissertações defendidas (70,73%). Considerando as áreas do conhecimento, destaca-se a Ciência da Informação (41,46%), acompanhada por mais 16 campos do conhecimento, o que ressalta a difusão da Bibliometria, como também a interdisciplinaridade da Ciência da Informação, segundo os autores. Outro ponto destacado foi o ano de 1992 considerado de maior produção, denotando interesse pelo assunto.

Os resultados sinalizam que no final dos anos 90 houve um aumento no número de estudos bibliométricos no país (VANS, 2005; MACHADO, 2007; MENEGHINI; PACKER, 2010), crescimento esse que foi motivado pela disponibilização das bases de dados bibliográficos, sobretudo, *Web of Science* e Scopus, *online*, que ocorreu em 2000 com a criação do Portal de Periódico da CAPES, e da SciELO, em 1997, o que amplia o leque de opções de estudos bibliométricos/cientométricos.

Embora os estudos tenham alta concentração de autores oriundos da Biblioteconomia e Ciência da Informação observa-se também a interseção da Bibliometria, enquanto método, em outros campos do conhecimento, conforme pontuado por Araújo e Alvarenga (2011).

Em 2013, Urbirazagástegui Alavarado e Restrepo-Arango (2013) realizaram estudo a fim de examinar o crescimento da literatura bibliométrica publicada no Brasil, quer por autores brasileiros, quer por estrangeiros, cobrindo o período de 1972 a 2012 e totalizando 2.100 documentos entre artigos científicos, capítulos de livros e comunicações em eventos científicos. Para os autores, o crescimento apresentado é de natureza exponencial, detendo uma taxa de crescimento de 22,3% ao ano e tempo de duplicação de 3,4 anos, o que significa que a literatura em Bibliometria no Brasil se duplica mais rapidamente que a prevista por Price (1963) para física e química, por exemplo.

No Brasil, ao contrário do que encontramos no cenário internacional, não existe ainda uma associação nacional. Contudo, a fim de congregar pesquisadores em estudos métricos, a cada dois anos é realizado um evento científico que reúne pesquisadores nacionais em torno dos estudos métricos da informação. Desde a sua 1ª edição, realizada no Rio de Janeiro, RJ, em 2008, o EBBC, com sua 5ª edição prevista para 2016, a ser realizada em São Paulo, SP.

Além do EBBC, há um *grupo de trabalho*, intitulado Produção e Comunicação da Informação em Ciência, Tecnologia & Inovação, que ocorre anualmente no Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação (ENANCIB), organizado pela Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Ciência da Informação (ANCIB), que congrega pesquisadores, mestrandos e doutorandos no campo dos estudos métricos aplicados à informação.O GT7, como é chamado, tem por ementa:

> Estudos teóricos, aplicados e metodológicos sobre a produção, comunicação e uso da informação em Ciência, Tecnologia e Inovação. Inclui pesquisas relacionadas aos processos de comunicação, divulgação, análise e formulação de indicadores para planejamento, avaliação e gestão em CT&I. (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO, *online*)

O uso do termo Bibliometria, Cientometria e Informetria, em conjunto ou separadamente, foi objeto de investigação realizada em 27 de abril de 2013, e atualizada em 14 de outubro de 2014, utilizando como fonte de dados a BRAPCI[26] (Base de Dados Referenciais de Artigos de Periódicos em Ciência da Informação) e SciELO Brasil[27]. O

[26] A BRAPCI foi desenvolvida por pesquisadores da Ciência da Informação da Universidade Federal do Paraná, sendo disponível ao público em: <http://www.brapci.ufpr.br>. Acesso em: 25 jul. 2014

[27] Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_home&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 25 jul. 2014.

resultado da busca dos termos Bibliometria, Cientometria e Informetria como palavras-chave indexadas nessas bases de dados bibliográficas, abrangendo todo o período cronológico coberto por estas bases, é mostrada na Tabela 1.[28]

Tabela 1 – Publicações na BRAPCI e na SciELO Brasil para os termos Bibliometria, Cientometria e Informetria

Base de dados	Bibliometria	Cientometria	Informetria	Total
BRAPCI	152	46	23	221
SciELO Brasil	123	20	13	156
Total	275	66	36	377

Fonte: SciELO Brasil e BRAPCI.

Pelo levantamento nas bases de dados, é possível inferir que os autores preferem utilizar o termo Bibliometria (72,94%), em seguida Cientometria (17,51%) tanto na BRAPCI, que indexa artigos de periódicos no campo de Biblioteconomia e Ciência da Informação, como na SciELO Brasil[29]. Esse resultado indica a opção dos pesquisadores brasileiros pelo uso do termo Bibliometria, sejam eles provenientes ou não do campo da Ciência da Informação, o que vai ao encontro do título do EBBC, confirmando e respaldando a nomenclatura desse evento.

[28] Na Tabela 2 não foi efetuado nenhum tratamento quantitativo, contudo ressaltamos que alguns artigos as palavras-chave bibliometria e cientometira aparecem conjuntamente.

[29] A SciELO Brasil indexa três periódicos no campo de Biblioteconomia e Ciência da Informação a revista Ciência da Informação, que deixou de ser indexada em dois momentos na SciELO (2008 e em jun. 2012), Perspectivas em Ciência da Informação e Transinformação.

3 A CIÊNCIA BRASILEIRA E OS ESTUDOS DE CÉLULAS-TRONCO

Esta seção, tendo por foco a ciência brasileira, procura contextualizá-la historicamente, analisando aspectos que contribuíram para o desenvolvimento científico do país, como a implantação e o crescimento do sistema de pós-graduação nacional. O capítulo finaliza apresentando as principais tendências da produção científica brasileira e, em especial, a área de célula-tronco, onde esta tese buscou evidencias empíricas sobre a estrutura intelectual.

As fontes de dados utilizadas foram de acesso público disponibilizadas pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação[30] e GeoCapes[31], assim como outras de acesso livre para as instituições de pesquisa e universidades brasileiras, como a SCImago e o *Journal and Country Rank* (Scopus)[32], que se complementam, dando um panorama da situação da ciência brasileira na atualidade.

3.1 PANORAMA HISTÓRICO

Descoberto em 1500 o Brasil, só veio a contar com o ensino superior no ano de 1808, quando da vinda da família real Portuguesa, ocorrida nesse mesmo ano. Antes não havia ensino superior no Brasil, o que reflete a política de colonização de Portugal com o país: a opção era estudar em Portugal, principalmente em Coimbra, ou em outras universidades europeias.

Em 1808, é, então, iniciado o ensino superior com a criação da Escola de Cirurgia da Bahia[33], localizada na cidade de Salvador, fato que ocorreu devido a uma solicitação feita a D. João *por* José Correa Picanço, cirurgião-mor do Reino, um pernambucano formado em Coimbra (MENDONÇA, 2002; ESCOLA DE CIRURGIA DA BAHIA, *online*).

---

[30] Disponível em: <http://www.mct.gov.br/>. Acesso em: 7 mar. 2013.

[31] Disponível em: <http://conteudoweb.capes.gov.br/conteudoweb/ProjetoRelacaoCursosServlet?acao=pesquisarRegiao>.

[32] Disponível em: <http://www.scimagojr.com/index.php>. Acesso em: 7 mar. 2013.

[33] Denominações posteriores: Escola de Cirurgia da Bahia (1808); Academia Médico-Cirúrgica da Bahia (1816); Faculdade de Medicina da Bahia (1832); Faculdade de Medicina e Farmácia da Bahia (1891); Faculdade de Medicina da Bahia (1901); Faculdade de Medicina da Universidade da Bahia (1946); Faculdade de Medicina da Universidade Federal da Bahia (1965). Fonte: ESCOLA de Cirurgia da Bahia. *Dicionário Histórico-biográfico das Ciências da Saúde no Brasil (1832-1930)*. Disponível em: <http://www.dichistoriasaude.coc.fiocruz.br>. Acesso em: 7 mar. 2013.

Um fato curioso, relatado por Mendonça (2002), é que havia um anseio dos comerciantes da Bahia pela criação de uma universidade literária, o que foi negado inicialmente por D. João VI, cedendo, posteriormente, à solicitação do cirurgião-mor e construindo uma escola médica, tal como indica a passagem a seguir.

> Quando, em 1808, a família real aportou, num primeiro momento, na Bahia, o comércio local se reuniu e deliberou solicitar ao Príncipe Regente a fundação de uma universidade literária, provendo para a construção do palácio real e o custeio da universidade importante soma de dinheiro. Essa solicitação, entretanto, não foi atendida e, por outro lado, o Príncipe decidiu criar um Curso de Cirurgia, Anatomia e Obstetrícia, em fevereiro desse ano, atendendo ao pedido do cirurgião-mor do Reino, José Correa Picanço, um dos portugueses brasileiros formados em Coimbra (MENDONÇA, 2000, p. 134).

No Rio de Janeiro, cidade na qual se instalou a sede do governo, inúmeras ações foram colocadas em prática com a vinda da família real, tais como a criação do Banco do Brasil, da Imprensa Régia, da Academia de Belas Artes, do Jardim Botânico e do Museu da Biblioteca Nacional, para citar algumas.

Em 1808, tem início no Rio de Janeiro o curso de Medicina, com a implantação da Escola Anatômica, Cirúrgica e Médica[34] do Rio de Janeiro. Também nesse ano e segundo Mendonça (2000, p. 134), "cria-se, no Rio de Janeiro, a Academia de Marinha, e, em 1810, a Academia Real Militar, para a formação de oficiais e de engenheiros civis e militares". Outros cursos foram surgindo em diferentes áreas, como Agricultura, na Bahia, em 1812, e no Rio de Janeiro, em 1814; Química, em 1812, no Rio de Janeiro e, em 1817, na Bahia; Desenho Industrial, na Bahia, em 1818. A Bahia ainda contava com uma cadeira de Economia, em 1808 (MENDONÇA, 2000; MACHADO, 2007). Esses cursos "se destinavam a suprir a deficiência absoluta de técnicos que satisfizessem às necessidades do meio brasileiro em transição para um tipo de vida mais urbana industrial e para uma melhor organização da economia agrícola do país" (AZEVEDO, 1958, p. 64 apud MACHADO, 2007, p. 203). Vale

[34] Denominações posteriores: Academia Médico-Cirúrgica do Rio de Janeiro (1813); Faculdade de Medicina do Rio de Janeiro (1832); Faculdade de Medicina e Farmácia do Rio de Janeiro (1891); Faculdade de Medicina do Rio de Janeiro (1901); Faculdade de Medicina da Universidade do Rio de Janeiro (1920); Faculdade Nacional de Medicina da Universidade do Brasil (1937); Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Rio de Janeiro (1965). Fonte: Escola Anatômica, Cirúrgica e Médica do Rio de Janeiro. Dicionário Histórico-Biográfico das Ciências da Saúde no Brasil (1832-1930). Disponível em:<http://www.dichistoriasaude.coc.fiocruz.br>. Acesso em: 7 mar. 2013.

ainda ressaltar que os cursos jurídicos datam de 1827, sendo implantados inicialmente nas cidades de São Paulo e Olinda *(*MENDONÇA, 2000).

Esses cursos foram o embrião das universidades, tal como conhecemos hoje. *C*ontudo, tal como relata Martins (2002, p. 4), a expansão desses cursos ocorreu de forma lenta até a proclamação da república, em 1889. O mesmo autor observa ainda que "até o final do século XIX existiam apenas 24 estabelecimentos de ensino superior no Brasil com cerca de 10.000 estudantes". Diante desse quadro, o autor ainda chama atenção para as ações estimuladas, sobretudo, pela iniciativa privada, ao formar "[...] seus próprios estabelecimentos de ensino superior graças à possibilidade legal disciplinada pela Constituição da República (1891)". Importante ressaltar que muitas dessas instituições, especialmente as de cursos na área da saúde, estavam ligadas à Igreja Católica, que já tinha, desde a colônia, vocação para o ensino superior, haja vista as tentativas dos jesuítas na formação teológica de seus sacerdotes.

A primeira universidade brasileira data de 1920[35] (FÁVERO, 2006, 1999; CUNHA, 2009): é a Universidade do Rio de Janeiro, surgida a partir da união das Escolas Politécnica, de Medicina e de Direito (MENDONÇA, 2000). Para Martins (2000, p. 4), essa foi a primeira universidade do país, pois foi "criada legalmente pelo Governo Federal" (FÁVERO, 2006).

Contudo, vale ressaltar que devido a concepção imperial da Espanha, totalmente diversa da de Portugal, países da América Hispânica dispunha de instituições de nível superior, como foi o caso do México, em 1553 (MARTINS, 2002). Esse cenário certamente deixou o Brasil em situação de desvantagem em relação aos demais países da região por alguns séculos, pois refletia a política de colonização de Portugal, que não tinha interesse na institucionalização dessas instituições, muito embora já contasse com a Universidade em Coimbra e em Évora. Temos, então, um quadro que se inicia no Brasil Colônia, passando pelo Império e República, sem muito êxito no que tange ao ensino de nível superior.

Nos anos 1940 e com o final do Estado Novo, o Brasil entra num novo momento histórico (Fávero, 2006). Fávero (2006) observa atentamente que houve uma proliferação do número de universidades voltadas para a formação profissional, sem atenção às atividades de pesquisa e à produção científica. Assim, embora o número de universidades mostrasse crescimento significativo, a inserção da atividade cientifica nesta instituição só ocorreu

[35] A Universidade do Rio de Janeiro foi instituída pelo Presidente Epitácio Pessoa, em 7 de setembro de 1920, segundo Decreto nº 14.343, de 20 de marco de 1968 (FÁVERO, 2006).

formalmente com a reforma de 1968 (MARTINS, 2002) e com a implantação dos cursos de pós-graduação, sobretudo, nos anos 70.

3.2. INSTITUCIONALIZAÇÃO DA PESQUISA E A FORMAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS

A institucionalização da pesquisa no Brasil se acentuou, sobretudo, na década de 70, mas seu início ocorreu, de fato, nos anos 50, com a criação das primeiras agências de fomento. Podemos, então, destacar alguns marcos históricos desse processo, como a criação da Universidade de São Paulo (USP), em 1934, da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), em 1948, do Conselho Nacional de Pesquisa, atual Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)[36] e da Campanha Nacional de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, hoje Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)[37], ambos em 1951. Estas duas instituições, CNPq e CAPES, são responsáveis pelo impulso da formação de mão de obra qualificada em áreas tidas como importantes para o desenvolvimento do país. Tanto a CAPES como o CNPq, além de incentivarem as pesquisas, também atuam como agências de fomento (PICININ et al., 2012) em outros segmentos como por exemplo: eventos científicos, revistas científicas, participação de estudantes e pesquisadores em congressos e eventos científicos, nacionais e internacionais.

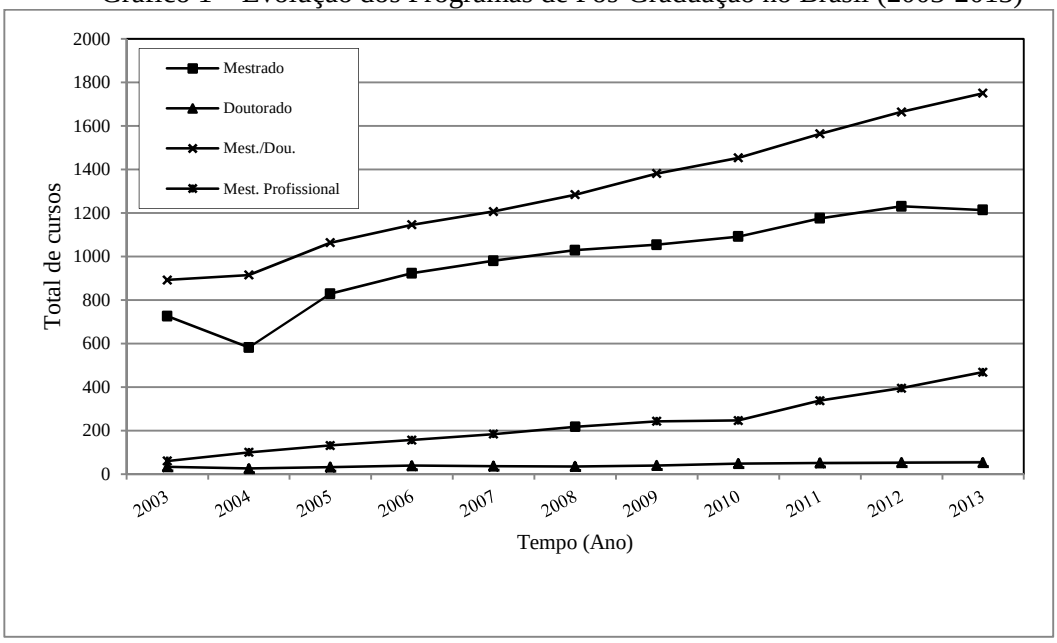
Podemos citar outas agências exclusivamente de fomento, como a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP)[38], criada 1967, e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, fundada em 1962, sendo esta a primeira agência de fomento estadual. Hoje, quase todos estados brasileiros estabeleceram suas fundações, que subsidiam recursos visando a manutenção dos programas de pós-graduação por meio de financiamento à pesquisa de mestrando e doutorando, estendendo também ao registo de patentes (DANTAS, 2004). Segundo Cruz (2013, *online*), as Fundações Estaduais de Amparo à Pesquisa (FAPs) representam “32% do financiamento à pesquisa por agências no Brasil”.

O Brasil conta com um sistema de pós-graduação *stricto sensu* competitivo, totalizando, em 2013 3.486 cursos de pós-graduação reconhecidos (COORDENAÇÃO DE

[36] Vinculado ao Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação.
[37] Vinculada ao Ministério da Educação.
[38] Vinculada ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação.

APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR, 2015a). Deste total, 1.213 (34,80%) são de mestrado, 54 (1,55%) doutorado, 1.750 (20,20%) mestrado e doutorado e 469 (13,45%) mestrado profissional. No Gráfico 1, é possível observar a evolução do número desses cursos num período de 11 anos (2003-2013), com acentuada evolução do número de cursos de mestrado e mestrado/doutorado.

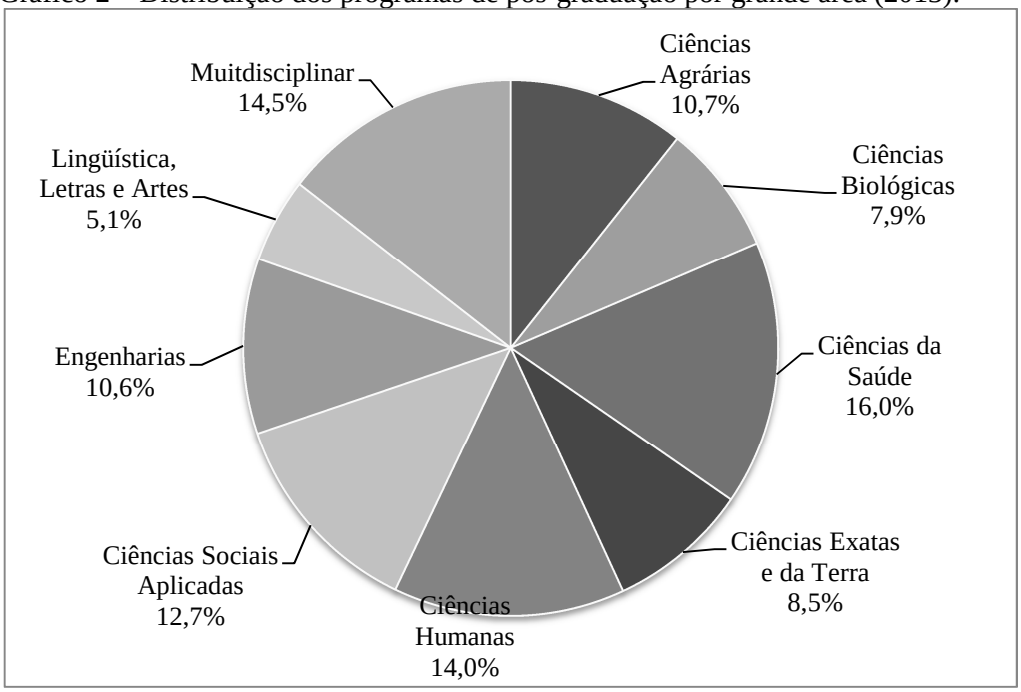
Gráfico 1 – Evolução dos Programas de Pós-Graduação no Brasil (2003-2013)



Fonte: GeoCapes.

No Gráfico 2, podemos identificar a distribuição dos cursos de pós-graduação por grandes áreas, no ano de 2013. Destaque para as Ciências da Saúde que compreendem 557 (16,0%) cursos, sendo esta a maior grande área em número de cursos; em seguida, os cursos na grande área Multidisciplinar, totalizando 504 (14,5%) e as Ciências Humanas 488 (14,0%).

Gráfico 2 – Distribuição dos programas de pós-graduação por grande área (2013).



Fonte: GeoCapes, *online*.

A distribuição quanto ao *status* jurídico concentra maior parcela dos cursos nas instituições vinculadas ao ensino federal (2002 – 57,4%), acompanhadas pelas instituições de natureza estadual (828 – 23,8%), privada (632 – 18,1%) e municipais (24 – 0,7%) (COORDENAÇÃO..., 2015a).

No Brasil, como acontece em outros países, há uma concentração dos cursos de pós-graduação (mestrado e doutorado) em determinadas regiões, sendo uma "[...] marcante e persistente assimetria regional" (YAMAMOTO; COSTA; PEREIRA, 2013, *online*). A região Sudeste concentra a maior proporção dos programas, 46,44% do total de programas de todo o país; a região Sul 20,56%, Nordeste 19,71%, Centro Oeste 8,11% e Norte 5,18% (COORDENAÇÃO..., 2015b). Esse predomínio da região Sudeste, principalmente no Estado de São Paulo, pode ser verificado no volume da produção científica segundo dados do *SCImago Institutions Rankings*, publicados em 2014. Tais dados apontam que as Universidade de São Paulo (USP), Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e Universidade Estadual Paulista (UNESP) são as instituições brasileiras de maior destaque no

cenário internacional de produção científica indexada pelo Scopus referente (SCIMAGO INSTITUTIONS RANKINGS, *online*).[39]

A centralização regional da formação de doutores não é um fenômeno exclusivamente brasileiro. Picinin et al. (2012, *online*), por exemplo, observaram que, em 2012, nos Estados Unidos, cerca de 10% das instituições que titulavam doutores estavam sediadas na Califórnia. A esse respeito, complementa Guimarães (2002, p. 44) que "A instituição que mais formou foi o campus de Berkeley, da Universidade da Califórnia. Seus egressos representaram 1,8% dos 41.368 PhDs formados pelos Estados Unidos". No Brasil, o cenário não é muito diferente: há uma concentração nos estados de São Paulo e Rio de Janeiro de inscritos e titulados, tanto nos cursos de mestrado como nos de doutorado. Para o ano de 2000, a Universidade de São Paulo (USP) titulou 37,4% e a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) 10,4% do total de doutores titulados no país (GUIMARÃES, 2002).

Segundo Viotti (2012), o Brasil, em 2009, formou 38.800 mestres e 11.367 doutores. De acordo com o mesmo autor, em 2000, o Brasil contava com "[...] mais de meio milhão de mestres e cerca de 190 mil doutores [...]". Contudo, esse contingente, se comparado com outros países, é insuficiente para atender a demanda de pessoal altamente qualificado para o país. Apesar de insuficiente, observa Leta (2010) que o aumento no número de mestres e doutores mostrou um crescimento de forma contínua.

Quanto à área de titulação dos doutores, para o período de 2000 a 2008, dos 72.251 doutores, 18,79% (13.579) se titularam em programas da grande área das Ciências da Saúde, que detém a maior quantidade de cursos de pós-graduação.

Boa parte do contingente de doutores titulados mantém vínculo empregatício no setor público, principalmente em cargos na docência de nível superior e estão à frente de pesquisas que são desenvolvidas nos laboratórios das universidades ou inseridos em institutos de pesquisas ou instituições congêneres, tal como observam os autores:

> O Brasil possui (junho de 2000) cerca de 32.500 pesquisadores detentores de títulos doutorais atuando em universidades, instituições isoladas de ensino superior, institutos de pesquisa, institutos tecnológicos, laboratórios de P&D de empresas estatais e organizações não-governamentais com tradição de pesquisa científica e tecnológica. Não estão computados nessa cifra os doutores envolvidos com atividades de P&D nas empresas do setor privado e os empregados em atividades de

[39] Dado referente a 2014 e compreende o número total de documentos publicados em periódicos indexados na Scopus acadêmicos.

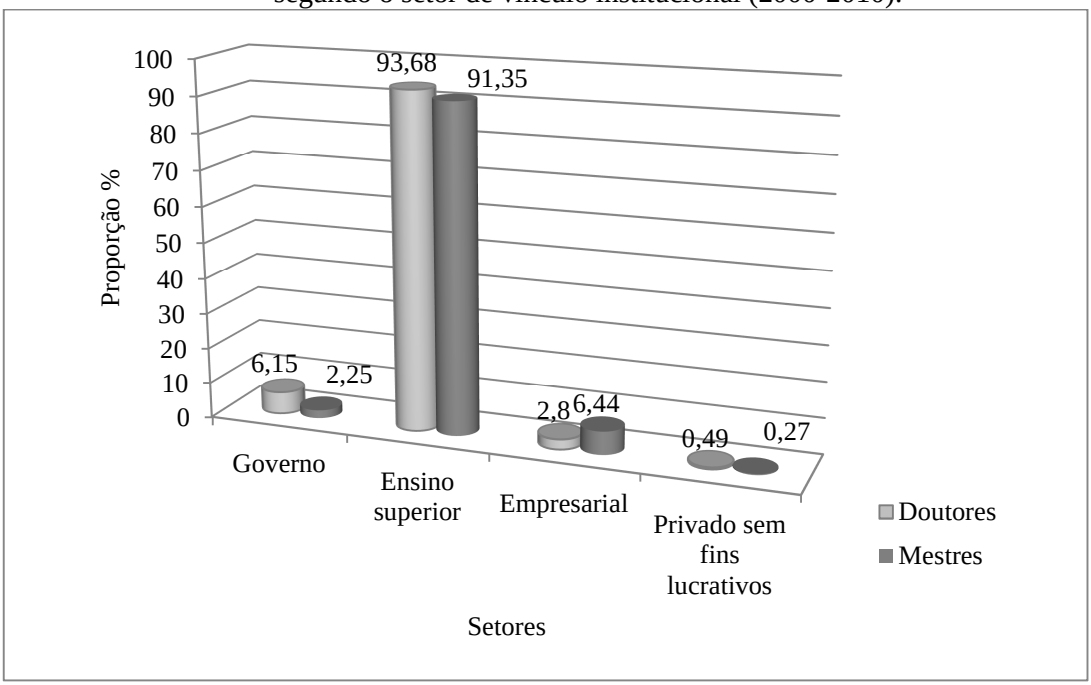
> gerência em empresas e governo. (GUIMARÃES, LOURENÇO; COSAC, 2001, p. 144).

A concentração de doutores em universidades públicas faz dessas instituições as maiores responsáveis pela formação de recursos humanos qualificados, pois é nela que se encontra também a maioria dos cursos de pós-graduação, sejam de mestrado, sejam de doutorado (GUIMARÃES; LOURENÇO; COSAC, 2001), como são também responsáveis pela produção de conhecimento em C&T. Além dessas, há universidades privadas de grande destaque, tanto no ensino como na pesquisa, pois contam com corpo docente qualificado e com cursos de pós-graduação bem avaliados, são elas: a Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP) e a Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RIO) (GUIMARÃES; LOURENÇO; COSAC, 2001).

Os indicadores nacionais de ciência, tecnologia e inovação, do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (BRASIL, 2012)[40], abrangendo o período de 2000 a 2011, apontam para uma alta concentração de pesquisadores com titulação de doutor em atividade de pesquisa e desenvolvimento (P&D): 96,68% deles estão distribuídos no ensino superior, enquanto apenas 2,86% no setor empresarial (Gráfico 3). Esse dado reforça o protagonismo das instituições de ensino superior, especialmente das universidades públicas, para a consolidação e crescimento da ciência no Brasil.

[40] Os dados foram coletados de varias fontes como: Pesquisa de Inovação (PINTEC), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Capes, Diretório de Grupos de Pesquisa (DGP) e CNPq. Dados atualizados em 16 de agosto de 2012.

Gráfico 3 – Distribuição dos pesquisadores brasileiros segundo o setor de vínculo institucional (2000-2010).



Fonte: BRASIL, 2012.

3.3 A PRODUÇÃO CIENTÍFICA BRASILEIRA

A visibilidade do Brasil na ciência mundial é cada vez maior e pode ser explicada pelo crescimento significativo no número de artigos científicos brasileiros indexados em bases de dados internacionais, como a *Web of Science* e Scopus (FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2011). Considerando o *ranking* da Scopus, *Country Rank*, o Brasil aparece na 15ª posição em número de documentos indexados nesta base, referente ao período de 2000 a 2011, totalizando 349.12 documentos (SCImago, *online*).

Vale ressaltar que o Brasil é o único país da América Latina entre os 20 primeiros países do *ranking*, segundo dados do SCImago (SCImago, *online*). Para Zago (2011), o Brasil é o único país da América Latina com maiores investimentos em percentual do produto interno bruto (PIB) tanto em valores absolutos quanto em valores per capita em ciência e tecnologia.

Ainda com relação à América Latina, ressalta Huggett (2012, p. 15) que, no período de 2000 a 2010, a produção cientifica do continente latino americano obteve um crescimento acima de 9%. O autor ainda observa que houve “[...] um aumento de quase 70% do total de

trabalhos sobre o mundo no mesmo período [2000-2010], para chegar a pouco menos de 4,4% da produção anual mundial de trabalhos acadêmicos em 2010".

Entre os países latinos americanos destacam-se, como os mais profícuos em número de artigos, Brasil, Argentina, Venezuela, México, Colômbia e Chile. Entre eles, a liderança é do Brasil. Segundo Leta et al. (2013) o pais foi responsável pela publicação de 147.503 artigos científicos em periódicos indexados pela *Web of Sc*ience no período de 1991 a 2011, total superior à soma de todos os artigos, no mesmo período, para Argentina, México, Chile, Venezuela e Colômbia.

Collazo-Reyes (2014) observou que o Brasil aumentou o número de periódicos indexados em dois índices da *Web of Science*, SCI e SSCI, passando de 28 para 117 títulos. A Colômbia também teve um crescimento de 1 para 21 títulos, enquanto o Chile, 9-36; Venezuela, 5 a 14; Argentina, 7-17 e México, de 16 para 33. O Brasil totaliza 48,7% de todas as revistas indexadas da América Latina e Caribe (LA-C), sendo esses dados referentes ao período de 2005 a 2011.

Um dado interessante apontado por Collazo-Reyes (2014) refere-se ao idioma: no período analisado pelo autor (2006-2011), o português foi o segundo idioma nas revistas indexadas, na WoS, referente à América Latina e Caribe. Tal quadro mostrou-se bem diferente do período anterior, 1961 a 2005, quando o espanhol era o segundo idioma de preferência para publicar as revistas. Para o autor, isso se deve ao bom desempenho dos periódicos brasileiros indexados na WoS que promoveu o português. O autor coloca ainda que este período (2006-2011) está relacionado com a consolidação da atividade científica na América Latina e Caribe e também com a proliferação de periódicos locais. Complementa ainda Collazo-Reyes (2014, p. 197, tradução nossa) que "As revistas científicas LA-C têm sido tradicionalmente usadas por cientistas locais para publicar a maioria de seus trabalhos de pesquisa". Por outro lado, periódicos não indexados em bases de dados internacionais, como a WoS ou Scopus, ocupam posições ínfimas nos *rankings* internacionais. A expansão do número de revistas LA-C nesses bancos de dados não retrata o crescimento das pesquisas que são desenvolvidas nos países da LA-C (COLLAZO-REYES, 2014), exceto para o Brasil e México, que é, na opinião de Collazo-Reyes, "[...] onde o crescimento da produção científica tem sido associado a um aumento paralelo do número de pesquisadores".

A maior parte de artigos brasileiros indexados na *Web of Science* origina-se no Estado de São Paulo (MIRANDA, 2014; CRUZ; GURALNIK, 2011), que conta com três

universidades públicas estaduais, Universidade de São Paulo (USP), Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e Universidade Estadual Paulista (Unesp), que juntas são responsáveis por uma fração expressiva de vagas em cursos de pós-graduação e, consequentemente, pela formação de mestres e doutores em várias áreas do conhecimento. O Estado conta ainda com três universidades federais, subordinadas ao Ministério da Educação (MEC), e de outras instituições de ensino superior de natureza privada. Todo esse cenário coloca o Estado de São Paulo no topo das estatísticas de formação de recursos humanos, tanto na graduação como na pós-graduação.

Segundo Cruz e Guralnik (2011), a produção científica do Estado de São Paulo, no período de 2008 a 2010, foi maior do que a produção do México (>1,5), Argentina (>2), Chile (>3), Colômbia (>6) e Venezuela (>11).

Para Miranda (2014, p, 3), o alto pico da produção científica do Estado de São Paulo se deve ao modelo de financiamento do setor no Estado, que se dá a partir da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), a qual prioriza tanto a pesquisa básica quanto a aplicada.

O aumento expressivo da produção científica brasileira nas bases internacionais se deve não apenas ao fortalecimento da pós-graduação, como também ao investimento em infraestrutura nesses cursos, assim como ao aumento da internacionalização da comunidade científica nacional, da colaboração com o setor produtivo e à criação de fundos setoriais (ZAGO, 2011). Leta et al. (2013) acrescentam ainda os investimentos do setor público nas universidades públicas e nos institutos de pesquisas, proporcionando a qualificação de recursos humanos bem como a melhoria na infraestrutura e também a inserção de novos títulos de periódicos nacionais nas principais bases de dados bibliográficas multidisciplinares, o que tem possibilitado maior visibilidade da ciência brasileira.

A Tabela 2 mostra o dispêndio em C&T (BRASIL, 2014a), referente aos anos de 2000 e de 2012, em valores correntes em relação ao total do produto interno bruto (PIB), por setor institucional. O total de investimento, público e privado, mostrou um significativo aumento em relação ao PIB, de 1.34%, em 2000, para 1.74% em 2012.

Tabela 2 – Dispêndio em C&T no Brasil (2000 e 2012)

Ano			2000	2012
PIB em milhões de R$ correntes			1.179.482,0	4.392.094,0
Dispêndios em C&T (valores correntes em milhões de R$)	Públicos	Federais	5.795,4	13.650,6
		Estaduais	2.854,3	13.650,6
		Total (1)	8.649,7	27.301,1
	Empresariais	Empresas privadas e estatais	6.066,8	24.451,7
		Outras empresas estatais federais	1.122,5	11.969,3
		Total (2)	7.189,30	36.421,00
	Total (Total 1 + Total 2)		15.839,00	63.722,10
% em relação ao total	Públicos		54,61	52,37
	Empresariais		45,39	47,63
% em relação ao PIB	Públicos		0,73	0,91
	Empresariais		0,61	0,83
	Total		1,34	1,74

Fonte: BRASIL, 2014a.

Parte do crescimento dos investimentos no setor de C&T deve-se à criação dos Fundos Setoriais, em 1999. Esta é uma iniciativa governamental que surgiu como alternativa para injetar recursos financeiros de empresas públicas e/ou privadas através da criação de uma tributação específica em projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação no País (PEREIRA, 2007).

Todas essas mudanças fizeram o Brasil se destacar mundialmente não só em termos de produção científica, mas também em ternos de tecnologias de ponta como, por exemplo, o projeto genoma e os estudos que estão sendo desenvolvidos na área petrolífera (PICININ et al. 2012).

No Quadro 5 é possível visualizar a produção científica brasileira em 27 áreas de assunto, ordenadas a partir da produção absoluta de documentos no ano de 2013. O quadro 5 também mostra a proporção brasileira em termos de produção mundial dentro de cada área. A partir desses dados, que foram elaborados pela base SCImago *Journal and Country Rank* (Scopus), é possível identificar, em termos quantitativos, o destaque de algumas áreas, especialmente daquelas relacionadas com a Saúde. Mas, considerando-se os percentuais, observa-se que a proporção de trabalhos brasileiros na maior parte das áreas segue o desempenho para todo o país, ou seja, em torno de 2%.

Quadro 5 – Produção científica brasileira em 2013, segundo as áreas de assunto

Área de assunto	Documentos	% Brasil	% mundo
Medicina	16.876	55,52	2,24
Ciências Agrárias e Biológicas	11.892	56,12	5,85
Bioquímica, Genética e Biologia Molecular	6.692	53,12	2,14
Engenharia	5.664	51,61	1,25
Física e Astronomia	5.467	48,71	1,94
Química	4.018	51,88	1,88
Ciência Ambiental	3.439	51,03	2,8
Ciências Sociais	3.176	46,68	1,77
Ciência dos Materiais	3.125	49,38	1,34
Ciência da Computação	3.011	47,7	1,54
Matemática	2.900	46,98	1,81
Imunologia e microbiologia	2.494	52,01	3,46
Veterinária	2.431	72,87	10,68
Farmacologia, Toxicologia e Farmacêutica	2.134	59,78	2,47
Terra e Ciências Planetárias	2.104	38,1	2,14
Engenharia Química	2.039	49,78	1,94
Neurociência	1.725	61,17	20,64
Odontologia	1.676	88,96	11,04
Enfermagem	1.486	71,1	3,19
Profissões de Saúde	1.222	78,59	3,17
Energia	1.187	55,73	1,82
Artes e Humanidades	1.077	38	1,06
Psicologia	1.032	54,43	1,81
Negócios, Gestão e Contabilidade	751	56,89	1,42
Ciências da Decisão	513	59,65	2,45
Economia, Econometria e Finanças	462	39,29	1,15
Multidisciplinar	416	54,1	1,41

Fonte: SCIMAGO JOURNAL & COUNTRY RANK, [200--].

O Quadro 5 ilustra a produção científica do país em 2013, mas é importante ressaltar que qualquer tipo de comparação entre áreas de assunto pode ser precipitado. Tal cuidado deve-se, sobretudo, às diferenças na dinâmica de indexação dos periódicos bem como no canal selecionado para disseminação do conhecimento. Segundo dados do SCImago, a Medicina seguida por Agrárias e Ciências Biológicas, Bioquímica, Genética e Biologia e Engenharia são as cinco áreas com maior volume de publicações (SCImago, *online*). Alguns estudos de natureza quantitativa também evidenciam essas áreas como as de maior destaque. No estudo desenvolvido por Leite, Mugnaini e Leta (2009), por exemplo, os autores destacam

as Ciências Exatas e da Terra, Biologia e Engenharia como sendo os campos com maior perfil de publicação internacional, dados que, de certa forma, corroboram com achados pelo SCImago (Quadro 5).

Quanto as áreas do conhecimento, observam-se diferenças significativas quanto às classificações adotadas pelas bases de dados internacionais ou nacionais, como também pelas agências de fomento à pesquisa. Para minimizar esses "ruídos", Glanzel & Schubert (2003) propuseram uma classificação a partir das áreas/temas da base de dados WoS-Thompson Reuters.

Usando esta classificação, Glanzel et al. (2006) e, mais recentemente, Leta, Thijs e Glänzel (2013) investigaram o desempenho da ciência brasileira a partir de uma análise mais sofisticada, que usou o Índice de Atividade (*Activity Index*), que é a razão entre a percentagem das publicações de um país em um determinado campo e o compartilhamento do total mundial das publicações do mesmo campo. Os dois estudos identificaram o papel de destaque para os campos da Biologia, Biomedicina, Agricultura e Física.

Dados do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (BRASIL. 2014b) sobre a produção científica brasileira em relação à América Latina e mundial mostram que o país vem crescendo em sua participação na região e no mundo a cada ano (Quadro 6). Tal desempenho nos leva a inferir que os diferentes insumos, como, por exemplo, os Fundos Setoriais e o número crescente de doutores, estão impulsionando a produção científica, principalmente aquela indexada em bases de dados internacionais, proporcionando, assim, maior visibilidade à ciência brasileira.

Quadro 6 – Artigos brasileiros indexados pela Thomson/ISI e Scopus (2000-2012)

Ano	Thomson/ISI			Scopus		
	Brasil	% do Brasil em relação à América Latina	% do Brasil em relação ao Mundo	Brasil	% do Brasil em relação à América Latina	% do Brasil em relação ao Mundo
2000	10.521	42,89	1,35	13.022	43,7	1,17
2001	11.581	43,74	1,45	14.183	44,1	1,18
2002	12.929	45,17	1,62	16.376	45,5	1,30
2003	14.288	45,23	1,63	18.455	45,7	1,40
2004	14.995	47,37	1,75	21.517	47,6	1,47
2005	17.714	47,55	1,80	24.303	47,8	1,49
2006	19.294	49,8	1,96	31.619	51,2	1,84
2007	19.510	49,56	1,99	34.005	51,8	1,88
2008	30.422	54,56	2,63	39.116	52,3	2,07
2009	32.100	54,42	2,69	42.822	52,4	2,16
2010	...	...	...	45.570	53,0	2,19
2011	...	...	...	49.819	53,7	2,26
2012	...	...	...	53.083	54,7	2,45

Fonte: BRASIL, 2014b.

É oportuno acrescentar que o número de publicações brasileiras registradas difere entre as bases de dados multidisciplinares, como mostrado no Quadro 6. Para Packer (2011), tal diferença deve-se às políticas especificas de cada base em relação aos critérios de inclusão de periódicos e de cobertura temática. Entre as principais bases de dados internacionais, em dezembro de 2010, a WoS indexava 133 e a Scopus 220 títulos de periódicos brasileiros, mas "Se considerarmos somente a indexação internacional pelo WoS e pelo Scopus, são 255 títulos, dos quais somente 107 (36%) estão em ambos os índices" (PACKER, 2011, p. 34).

Ainda sobre as principais bases de dados da produção científica, Leta (2012) chama atenção que, no período de 1991 a 2010, o aumento no número de publicações catalogadas foi de 814.914 para 2.214.410, portanto 2,7 vezes, enquanto que a WoS foi de 1.044.964 a 1.895.379, um aumento de 1,8 vezes. Segundo a autora, "Tal crescimento impressionante ampliou a participação das publicações brasileiras no total das publicações do período: de 0,46% a 2,14% na Scopus e de 0,43% para 2,15% na WoS" (LETA, 2012, p. 45).

O conceito de ciência vem mudando ao longo dos tempos, bem como a maneira do trabalho dos pesquisadores, que deixou de ser um trabalho individual para ser realizado em grandes redes de colaboração. Esta parece ser uma das mais relevantes características da

ciência contemporânea, que resulta em inúmeras vantagens para o setor. Para Lancho Barrantes et al. (2012, p. 481, tradução nossa), “Em geral, os altos níveis de colaboração leva a altos níveis de impacto, maior qualidade dos trabalhos publicados e maior produtividade dos autores em suas específicas áreas científicas”.

Outro ponto que merece ser analisado refere-se à colaboração científica internacional, que varia entres os países e nas áreas de conhecimento. Segundo Leta e Cruz (2003, p. 151), “[...] pode ser considerado um indicador de maturidade e/ou dependência de um país, de uma instituição ou de uma área da ciência externa”.

Com relação à cooperação internacional, estimada a partir da fração de trabalhos que apresenta pelo menos um autor de diferente nacionalidade do país estudado, verificamos[41] que a taxa brasileira oscilou no período de 2000 a 2011, registrando uma queda entre 2004 a 2006 e de 2008 a 2011, estabilizando entre 2010 e 2011 em 24%. Observa-se também que o crescimento, nesse último período, foi muito baixo, na ordem de 0,29%, sendo superado apenas pelo ano de 2002 que foi de 0,13%.

3.4 A CIÊNCIA BRASILEIRA E A TEMÁTICA DE CÉLULAS-TRONCO

A seguir, é apresentado um panorama do conceito, principais marcos e pesquisas na área de célula-tronco. Como o foco está no Brasil, o final deste tópico debruça-se sobre alguns marcos legais e da pesquisa nessa área nesse país como também nos demais países dos BRICS.

3.4.1 Células-tronco

Os estudos com células-tronco (*stem cells*), também designadas como células-mães ou ainda células estaminais, tiveram início com Leroy Stevens, no final dos anos 50, no Laboratório Jackson, em Bar Harbor, Maine, nos EUA, quando, ao trabalhar com transplantes de tumor em camundongos, ele identificou, no saco escrotal de um dos camundongos, vários tecidos, como cabelo, osso, pele e tecido sanguíneo. Em seguida, ele denominou esse material

[41] Dados coletados no desenvimento deste estudo são apenas ilustrativos.

de células pluripotentes. Era, então, a gênese dos estudos com células-tronco (THE SCIENTIS, [200--]).

O termo célula-tronco surgiu, no entanto, em 1869, por ocasião do artigo científico publicado pelo biólogo alemão Ernst Haeckel; mas a prioridade de uso do termo é atribuída principalmente a Leroy Stevens.

Na década de 90, as pesquisas com células-tronco tomaram um avanço devido ao trabalho de Thomson e colaboradores que conseguiram, a partir de embriões, a primeira linhagem de célula-tronco embrionária humana (THOMSON et. al., 1998). Assim, dava-se início a uma nova dimensão de pesquisas no campo da biologia celular com foco na células-tronco, termo que "passou a identificar quaisquer células não-especializadas de espécies vegetais e animais com a capacidade de se dividir e originar tantas células idênticas a elas quanto outras mais especializadas e capazes de formar diferentes tecidos e órgãos" (REHEN; PAULSEN, 2007, p. 23).

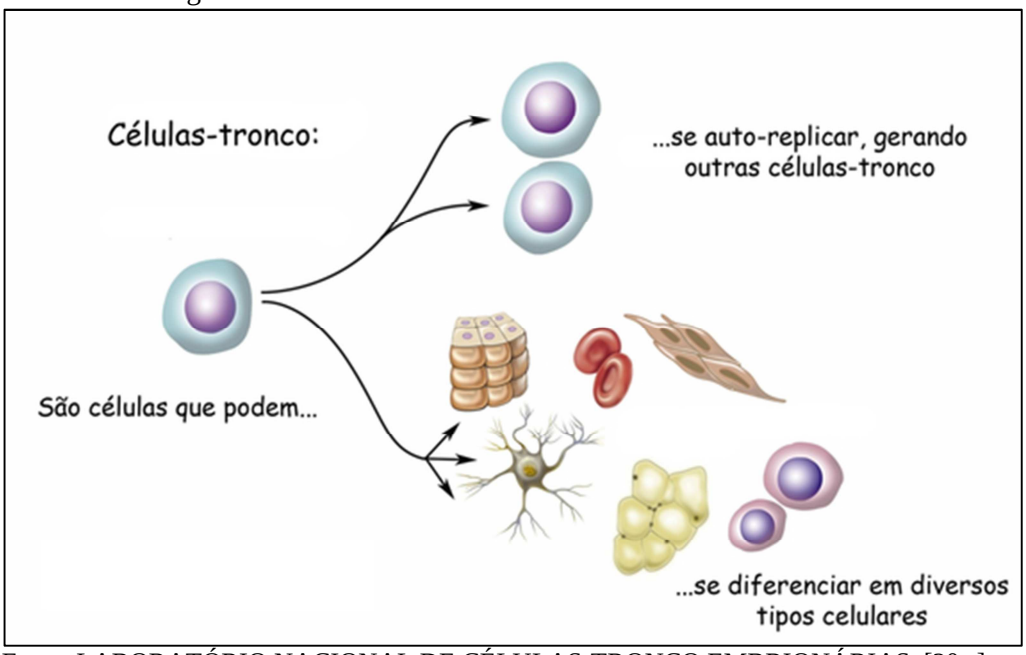
Hoje, os estudos na área de célula-tronco abrangem áreas tradicionais da saúde como a hematologia, que faz uso do transplante de células-tronco hematopoiéticas[42] (mais conhecido como transplante da medula óssea) em casos de leucemia. Outras áreas da saúde também estão investigando o potencial terapêutico como a oncologia, oftalmologia, odontologia, neurociências, ortopedia, endocrinologia, biomateriais, nanomedicina entre outras.

Há um grande interesse de vários países na pesquisa na área de célula-tronco, o que desperta a atenção não somente da comunidade científica, mas de todos os cidadãos, sobretudo pelo potencial terapêutico de tratamento de certas doenças humanas, bem como na geração de novos medicamentos. A despeito deste último aspecto, é importante salientar que células-tronco vem sendo utilizada, desde a década de 50, no tratamento das leucemias (APPELBAUM, 2007).

As células-tronco são células capazes de se diferenciar em outras células especializadas, como neurônios ou células cardíacas e "ao mesmo tempo em que conseguem se manter no estado indiferenciado" (MOTA; SOARES; SANTOS, 2005, p. 127). As células-tronco são células que ainda não passaram por um processo de diferenciação, contudo, têm a capacidade de se diferenciar, isto é, transformar-se em outras células especializadas (Figura 11).

[42] Podem dar origem a todos os diferentes tipos de células do sangue como, por exemplo, os linfócitos, hemácias e plaquetas.

Figura 11 – Características fundamentais das células-tronco



Fonte: LABORATÓRIO NACIONAL DE CÉLULAS-TRONCO EMBRIONÁRIAS, [20--].

Esta capacidade de replicar-se que as células-tronco possuem constitui-se em grande potencial para a terapia celular, o que desperta o interesse da comunidade científica, sobretudo para as células denominadas células-tronco mesenquimais (CTM), as quais são originárias dos indivíduos adultos e que podem ser usadas para sua recuperação em diversas condições.

As células-tronco apresentam duas propriedades que são (a) autorrenovação, que está ligada à geração de células identificas à originais, e (b) diferenciação, que possibilita a geração de células especializadas e de diferentes tecidos (SOUZA et al., 2010).

As célula-troncos podem ser classificadas segundo a capacidade de diferenciação (SCHWINDT; BARNABÉ; MELLO, 2005; REHEN; PAULSEN, 2007) em:

→ totipotentes: quando apresentam a capacidade de originar diferentes tipos de linhagens celulares, como celulares embrionários e extraembrionários, como o zigoto[43] e o blastômero[44];

→ pluripotentes: quando provenientes da massa interna do blastocisto (células-tronco embrionárias);

[43] Seria a célula criada a partir da ligação do espermatozoide com o óvulo, isto é, o óvulo fecundado.
[44] Seria a primeira célula oriunda da divisão de um ovo fecundado.

→ multipotentes: são aquelas que originam um subgrupo de linhagens celulares (SCHWINDT; BARNABÉ; MELLO, 2005; REHEN; PAULSEN, 2007), ou seja, têm a capacidade de se transformar em quase todos os tecidos, com exceção da placenta e anexos embrionários;
→ oligotentes: são células que se diferenciam em poucos tecidos;
→ onipotentes: são aquelas que se diferenciam em um único tecido (WAGERS; WEISSMAN, 2005).

Para Luo et al. (2013), as células-tronco podem ser divididas em três grandes grupos: (a) células-tronco embrionárias (*embryonic stem cells*, ESCs), também conhecidas como pluripotentes, que podem ser encontradas nos embriões humanos (cordão umbilical e placenta), (b) células-tronco adultas (*adult stem cells*, ASCs), também chamadas de células-tronco somáticas, encontradas nos diversos tecidos humanos (como medula óssea, sangue, fígado, sistema nervoso e epitélio), e (c) células-tronco pluripotentes induzidas (*induced pluripotent stem cells*, iPSCs), que são células adultas reprogramadas geneticamente num laboratório para um estado de células-tronco embrionárias gerando uma fonte ilimitada de qualquer tipo de célula humana para fins terapêuticos (REHEN; PAULSEN, 2007; PEREIRA, 2013).

A descoberta das células-tronco embrionárias constituiu-se um grande avanço para a área de célula-tronco com perspectivas inovadoras, visto que "[...] são capazes de gerar qualquer tipo de célula do nosso corpo, mas ainda não se comprometeram a se transformar em nenhuma – são as chamadas células pluripotentes" (PEREIRA, 2013, p. 36). Essa descoberta, realizada na década de 80 por Martin John Evans, geneticista britânico e ganhador do prêmio Nobel em Medicina em 2007, ocorreu quando o pesquisador isolou as células-tronco de embriões de camundongos e conseguiu multiplicá-las em laboratório, o que permitiu, assim, a proliferação de bilhões de células-tronco do tipo pluripotente (PEREIRA, 2013).

As células-tronco embrionárias (CTE) são encontradas nos embriões de mamíferos, inclusive dos humanos, podendo ser classificadas como pluripotentes, característica esta que possibilita a CTE se transformar em quase todos os tipos de células do corpo, aproximadamente 220 tipos de células. Devido ao seu alto poder de diferenciação, elas podem ser utilizadas para fins terapêuticos, mas não têm a capacidade de gerar um indivíduo por completo (REHEN; PAULSEN, 2007).

Com a descoberta da CTE, as pesquisas com esse tipo celular cresceram significativamente, visto que ela apresenta a capacidade de gerar mais células-tronco, permitindo seu congelamento e, posteriormente, multiplicação em laboratório em novas células ou em tecidos especializados, sendo ”[...] consideradas as mais promissoras das células-tronco em função da sua pluripotencialidade” (MOTA; SOARES; SANTOS, 2005; p. 127).

Na opinião de Pereira (2013) e de Mota, Soares e Santos (2005), os estudos com células-tronco embrionárias para fins terapêuticos encontram-se numa fase que requer mais desenvolvimento e conhecimento em torno da plasticidade destas células. Observa ainda Pereira (2013, p. 36) que elas “[...] precisam primeiro ser domadas, para se transformar no tipo celular desejado e então ser transplantadas para o paciente. Essa é a grande dificuldade atual das terapias com células-tronco embrionárias”.

Há em torno das células-tronco embrionárias de humanos um intenso debate no campo da ética, moral, religião e direito, afinal esse tipo celular é originalmente obtido de um embrião, cujo conceito não encontra consenso nos diferentes setores sociais. Este debate levou o Brasil a disciplinar a pesquisa com células-tronco embrionárias por meio da Lei n.º 11.105, de 24 de março de 2005[45], regulamentada em 23 de novembro de 2005, pelo Decreto nº 5.591. A Lei permitiu, então, a pesquisa com células-tronco de embriões de humanos obtidos somente por fertilização *in vitro*[46] e congelados há mais de três anos. Tal legislação colocou o país no campo internacional das discussões no que diz respeito às pesquisas científicas com o uso de células-tronco, em conjunto com outros países que contam com uma legislação semelhante, como os Estados Unidos, o Canada, a Índia, a China, a África do Sul, a Rússia, o México, entre outros países que permitem a pesquisa com linhagens nacionais e importadas (DINIZ; AVELINO, 2009). É oportuno ressaltar que no Brasil as pesquisas na área de célula-tronco já eram realizadas, mas se restringiam às células da medula óssea e do cordão umbilical.

Ben-david, Kopper e Benvenist (2012, p. 666, tradução nossa) observaram que, nos últimos cinco anos, laboratórios de 50 países diferentes já publicaram trabalhos CTE entre 2007 e 2011, praticamente “[...] dobrando a produção total de trabalhos de pesquisa originais

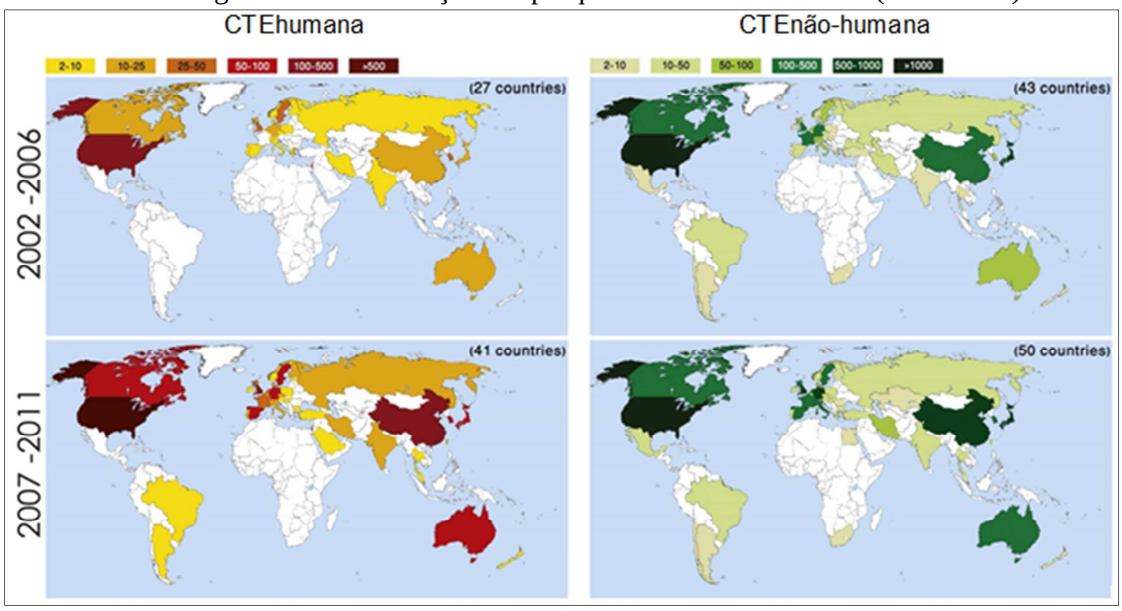
[45] Disponível em: <http://www.ctnbio.gov.br/index.php/content/view/55.html?execview=listaitenslegislacao&norma=Leis>. Acesso em 25 out. 2014.

[46] Refere-se aos processos biológicos que são realizados fora dos sistemas vivos e controlados num laboratório.

no campo, em relação aos cinco anos anteriores". Quanto às células-tronco embrionárias humanas (*human embryonic stem cells*, hESCs), no período de 2007 a 2011, laboratórios de 41 países publicaram trabalhos, usando as hESCs, enquanto no período de 2002 a 2006, os laboratórios estavam em 26 países, um aumento em 57,69%. Os autores também observaram que houve, no mesmo período, uma tendência similar para a pesquisa CTE não humana.

O crescimento descrito no parágrafo anterior pode ser visualizado no mapa *mundi* (Figura 12), que fornece uma comparação da distribuição das pesquisas em números absolutos de artigos publicados pelos laboratórios de cada país, sendo estes codificados por cores, em pesquisas com CTE humanas e não humanas[47], divididas em dois períodos de cinco anos (2002-2006 e 2007-2011). No lado superior direito de cada mapa, temos o número de países que contribuem durante os períodos analisados e as cores nos mapas representam os totais de artigos com CTE, expressos em faixas de publicação. A fonte de dados selecionada para coleta de dados foi *Web of Science*.

Figura 12 – Distribuição das pesquisas mundial com CTE (2002-2011).



Fonte: BEN-DAVID, KOPPER; BENVENIST, 2012.

E nítido o crescimento no número de países que passaram a pesquisar em CTE no segundo quinquênio (2007-2011), destaque para a participação do Brasil e Argentina, como os únicos países da América do Sul nas pesquisas com CTE humana e não humana, enquanto no contente africano apenas a África do Sul desenvolve pesquisa na área de CTE não humana.

[47] Aquelas desenvolvidas com ratos (camundongo).

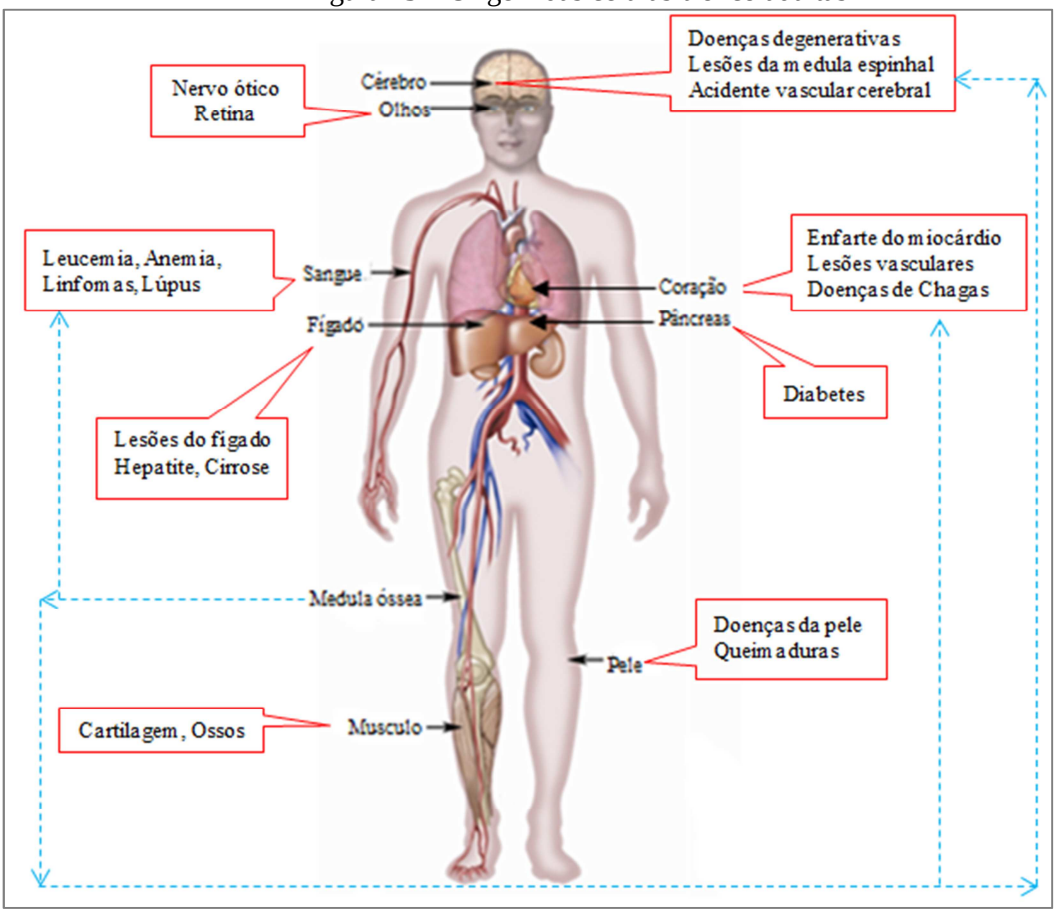
Observa-se ainda a forte predominância da pesquisa com CTE nos países da América do Norte.

Outra tipologia de célula-tronco é a célula-tronco adulta que está presente em diferentes partes do organismo, como “em vários órgãos e tecidos, incluindo o cérebro, medula óssea, sangue periférico, vasos sanguíneos, músculo esquelético, pele, dentes, coração, intestino, fígado, epitélio do ovário e testículos” (DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES, 2015, *online*, tradução nossa) e tem grande capacidade de diferenciação, podendo ser coletada em crianças ou em adultos. Destacam Soares et al. (2007, p. 34) que o uso dessas células é de interesse da comunidade científica, uma vez que se constitui numa alternativa nos países em que a pesquisa neste campo encontra restrições legislativas no uso de células-tronco embrionárias. Uma vantagem para o uso de célula-tronco adulta é que esta não enfrenta o embate ético-religioso como as embrionárias, pois não se origina de embriões (BRAGANÇA; TAVARES; BELO, 2010).

Há dois tipos de células-tronco adultas, são elas: as hematopoiéticas (CTH), obtidas apenas através do sangue do cordão umbilical e da porção sanguínea da medula óssea, e que se diferencia em todos os tipos de células do sangue, e as células-tronco mesenquimais (CTM) encontradas no estroma da medula óssea, na periferia do tecido ósseo assim como no tecido gorduroso e na derme (REHEN; PAULSEN, 2007, p. 229).

Na Figura 13, ilustramos as fontes de células-tronco adultas, incluindo alguns usos terapêuticos de cada uma delas (BRAGANÇA; TAVARES; BELO, 2010; REHEN; PAULSEN, 2007); a linha tracejada em azul indica as fontes de células-tronco direcionadas aos órgãos como também algumas de suas aplicações terapêuticas que se encontram dentro da linha em vermelho.

Figura 13 – Origem das células-tronco adultas



Fonte: Adaptada pelo autor de NATIONAL ACADEMIES OF SCIENCE, 2015; BRAGANÇA; TAVARES; BELO, 2010 e REHEN; PAULSEN, 2007.

Hoje há um leque de aplicações das células-tronco adultas, que têm alta capacidade de autorrenovação e diferenciação em múltiplos tipos celulares de órgão-específicos, podendo ser isoladas a partir de células da medula óssea.

Em seguida, listamos alguns campos de aplicação da CTM (BYDLOWSKI et al., 2009; SOARES et al., 2007), cujas terapias já são realidades ou guardam grande potencial:

→ endocrinologia: alvo de estudos é a diabetes;

→ oftalmologia: uso da terapia celular em casos de cegueira com possibilidade de reparo tanto do nervo ótico como das células da retina;

→ urologia e nefrologia: aplicação no tratamento da insuficiência renal aguda;

→ pneumologia: tratamento da fibrose cística;

→ ginecologia: tratamento dos carcinomas ovarianos e tumores sólidos do ovário;

→ dermatologia: reposição epitelial de áreas de queimadura, cicatrização de feridas crônicas e tratamento do vitiligo;

→ oncologia: reconstrução dos tecidos (onco-hematologia);
→ ortopedia: aplicações na reumatologia para o desenvolvimento de nova cartilagem em doenças como o lúpus eritematoso sistêmico ou artrite reumatoide, para o restabelecimento das funções normais dos tecidos afetados;
→ neurologia: reparo de danos na medula espinal com reposição das células neurais, revertendo quadros de paralisia;
→ cardiologia: no tratamento de doenças de chagas, remodelamento cardíaco e prevenção à falência cardíaca pós-infarto;
→ farmacologia: "[...] envolve a capacidade de secretar moléculas biologicamente importantes, expressar receptores específicos, permitir manipulação genética [...]" (BYDLOWSKI et al., 2009, p. 31);
→ imunologia: "[...] ações imunorregulatórias e interagem com todas as células envolvidas na resposta imune" (BYDLOWSKI et al., 2009, p. 31);
→ odontologia: uso na regeneração periodontal.

A terapia personalizada vem sendo utilizada na área de célula-tronco, proporcionando um grande avanço à novas pesquisas e uma grande esperança na terapêutica, uma vez que "A terapia personalizada tem a vantagem de driblar a questão da compatibilidade entre a célula e o paciente" (PEREIRA, 2013, p. 37).

Tal terapia é possível graças à reprogramação celular, uma técnica usada pela primeira vez em 2007 pelo médico e pesquisador Shinya Yamanaka, do Centro Riken de Biologia do Desenvolvimento, de Kobe, no Japão (BARFOOT et al., 2013). Nessa técnica, células-tronco adultas pluripotentes são geneticamente reprogramadas para um estado semelhante a CTM. Por resultarem de uma técnica induzida, ganharam o nome de células-tronco pluripotentes induzidas (iPSCs). Segundo Pereira (2013, p. 37), "Agora, é possível fazer a terapia celular personalizada: retirar células da pele ou do sangue de um paciente com, por exemplo, a doença de Parkinson, transformá-las em iPSCs, e a partir delas gerar neurônios produtores de dopamina". Esse cenário é creditado a John Bertrand Gurdon, biólogo desenvolvimentista britânico, pioneiro nos estudos de reprogramação celular. Mas deve-se a Shinya Yamanaka e John Gordon a reprogramação genética da célula adulta em células-tronco embrionárias. Ambos os pesquisadores ganharam o Prêmio Nobel de Fisiologia em 2012 (BARFOOT et al., 2013).

Segundo Telles (2009, p. 33), o Brasil foi o primeiro país da América Latina a produzir iPSCs, e, com esse avanço, o país tem condições de elaborar "[...] modelos inéditos para o estudo de uma série de doenças, entre elas, Parkinson, esquizofrenia, cardiopatias, além de doenças genéticas, como Síndrome de Down e distrofia muscular".

Os estudos com células-tronco são muito promissores em vários sentidos e em diferentes campos do conhecimento, dada sua natureza interdisciplinar. Nesse sentido, podemos falar da aproximação da biologia molecular, da medicina regenerativa e da engenharia tecidual e celular, que se debruçam sobre os mecanismos internos dessas células que lhes conferem as capacidades de diferenciação; por outro lado, há diversos outros campos que as utilizam como terapias ou em tratamento de doenças, como leucemia e doenças cardíacas, por exemplo.

A seguir, são apresentados os principais marcos da estruturação da pesquisa brasileira na área de célula-tronco.

3.4.2. Marcos da implantação da pesquisa brasileira na área de Célula-Tronco

O Brasil vem atuando em várias frentes de pesquisa na área de célula-tronco. A título de ilustração, podemos citar o campo da cardiologia, que ganhou repercussão no meio científico internacional quando da aplicação das células-tronco em pacientes acometidos de infarto do miocárdio e de cardiopatia chagásica, intervenções realizadas nos Estados do Rio de Janeiro e Bahia[48] (CARVALHO; CORSSO, 2007), como também no tratamento de pacientes com artrose no joelho, uma pesquisa efetuada por pesquisadores da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC-PR) (PESQUISADORES, 2013, *online*).

Podemos ainda citar a criação, em 2002, dos Institutos do Milênio, um programa nacional com recursos do Ministério da Ciência e Tecnologia, por intermédio do CNPq, que buscava fomentar pesquisas de excelência em áreas estratégicas para o desenvolvimento do país (BRASIL, 2010, p. 763). Nesse contexto, ainda em 2002, foi proposta a criação do Instituto do Milênio de Bioengenharia Tecidual (IMBT), a fim de proporcionar o desenvolvimento da medicina regenerativa, o que incluía novas abordagens terapêuticas e,

[48] No Rio de Janeiro o trabalho é desenvolvido pela Universidade Federal do Rio de Janeiro e na Bahia pela Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ).

entre elas, a engenharia tecidual e celular, que se expressou claramente na área dos pesquisadores contemplados com recursos do IBMT. “As áreas de concentração dos pesquisadores associados ao IMBT eram biomateriais, células-tronco e suas aplicações terapêuticas em modelos pré-clínicos, com possível translação para a clínica” (BRASIL, 2010, p. 763). Os contemplados tinham vínculos com diversas instituições governamentais, como por exemplo, a Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), além de universidades públicas, hospitais públicos e também privados. O IMBT durou cerca de três anos; a continuidade deste Instituto só foi possível graças aos recursos do Ministério da Saúde.

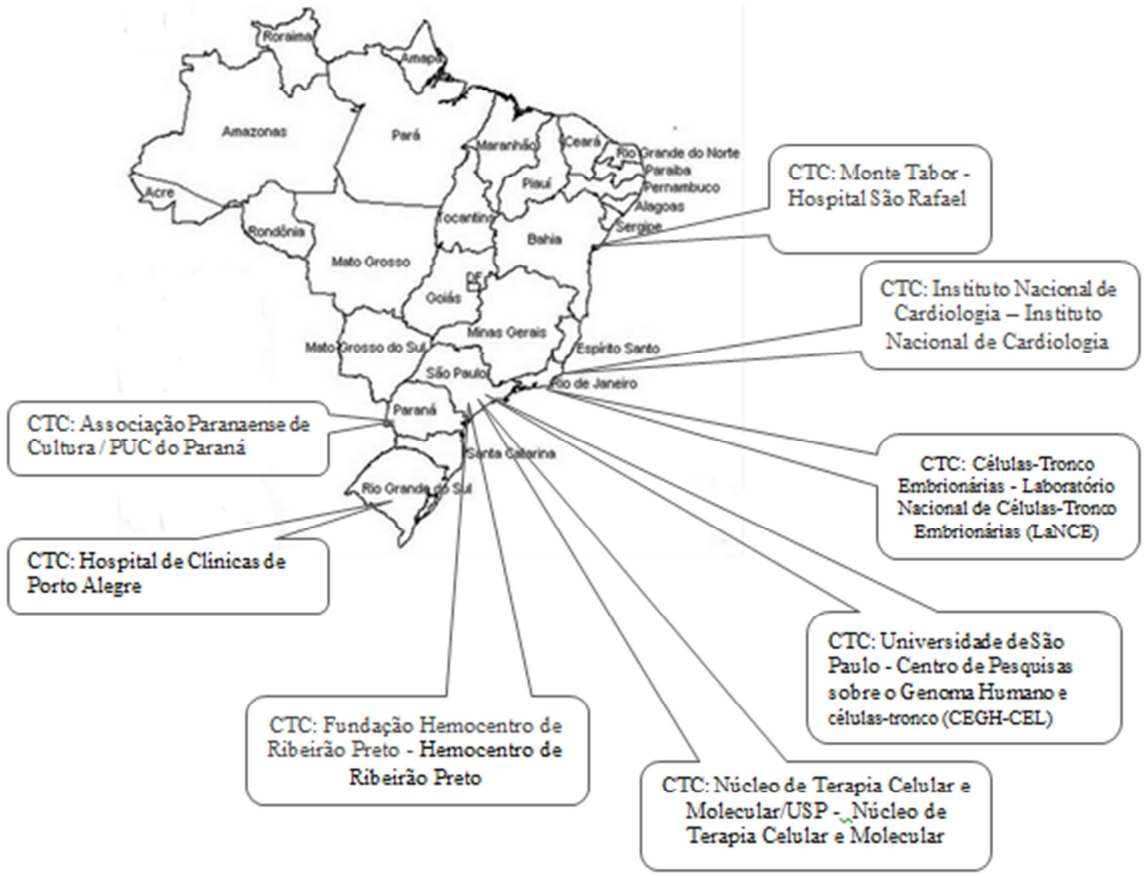
No ano de 2004, o Ministério da Saúde lançou, em parceria com a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), uma chamada pública para fomentar um Estudo Multicêntrico Randomizado de Terapia Celular em Cardiopatias (EMRTCC) “[...] que representou a maior alocação de recursos já feita no País para um projeto de pesquisa clínica, alcançando o volume total de mais de R$ 13 milhões [...]” e considerado também como “[...] o maior estudo de terapia celular em cardiopatias financiado no mundo, tanto pelo número de pacientes (1.200) quanto pelo número de instituições envolvidas no projeto [...]” (BRASIL, 2010, p. 764).

O primeiro edital para custear projetos de pesquisa na área de célula-tronco foi lançado em 2005 pelo Ministério da Saúde, em conjunto com o CNPq, estimado em mais de R$ 10 milhões. Ele tinha o objetivo de estimular a formação e/ou o fortalecimento de grupos de pesquisa interessados no desenvolvimento de procedimentos terapêuticos inovadores em terapia celular utilizando células-tronco. Como resultado deste edital, podemos citar o sucesso no desenvolvimento da primeira linhagem de CTE humana do país, um feito de pesquisadores da Universidade de São Paulo (BRASIL, 2010), como também o desenvolvimento da primeira linhagem de células-tronco pluripotentes e células-tronco pluripotentes induzidas, realizado por um grupo de pesquisadores da Universidade Federal do Rio de Janeiro e do Instituto Nacional de Câncer (BRASIL, 2010).

O segundo edital ocorreu em 2008 e contou com investimentos estimados em R$ 11 milhões. Dessa vez, o edital estimulava as pesquisas com células-tronco embrionárias humana. Por meio deste edital, surgiu a Rede Nacional de Terapia Celular (RNTC), que tem com metas a produção de conhecimento científico e a qualificação de recursos humanos na área da medicina regenerativa (REDE NACIONAL DE TERAPIA CELULAR, [20--], *online*).

Hoje, o RNTC conta com oito centros de tecnologia celular (CTC) distribuídos em cinco Estados (Figura 14), um na Bahia (Região Nordeste), dois no Rio de Janeiro, três em São Paulo (Região Sudeste), um no Paraná e um no Rio Grande do Sul (Região Sul) e com um CTC coordenador, sediado no Instituto Nacional de Cardiologia (Rio de Janeiro) (REDE NACIONAL..., [20--], *online*; AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA, 2012).

Figura 14 – Distribuição dos centros de tecnologia celular pelos Estados Brasileiros



Fonte: REDE NACIONAL DE TERAPIA CELULAR, [20--].

Esses CTC "têm o papel de desenvolver e aprimorar técnicas de isolamento e cultivo de distintas células-tronco humanas", sendo responsáveis pela produção de células-tronco embrionárias, células-tronco pluripotentes induzidas, células-tronco hematopoiéticas, células-tronco mesenquimais, células-tronco cardíacas e células-tronco neurais (REDE NACIONAL..., [20--], *online*), concedendo essas células à comunidade científica do Brasil para a realização de ensaios de natureza clínica (AGÊNCIA NACIONAL..., 2012).

Além dos CTCs, a RNTC conta com 52 laboratórios/grupos de pesquisa, sendo estes selecionados pelo CNPq e pelo Departamento de Ciência e Tecnologia (Decit) do Ministério da Saúde.

Podemos elencar ainda as atividades de cooperação no âmbito internacional, entre elas, a criação do Programa Binacional de Terapia Celular, denominado Probitec, um programa de cooperação entre Brasil e Argentina.

Todo esse cenário favoreceu o desenvolvimento de pesquisas na área, colocando o Brasil na arena científica mundial.

3.4.3 Marcos da implantação da pesquisa na área de célula-tronco nos demais países dos BRICS

Todos os países dos BRICS contam com algum marco regulamentário, não necessariamente legislativo, o que permite a prática de pesquisas com células-tronco. Passamos a apresentar esse cenário para China, Índia, Rússia e África do Sul.

Segundo Dini et al. (2009), Índia e China possibilitam a pesquisa com células-tronco embrionárias sem que haja um amplo debate de cunho legislativo tal, como ocorreu no Brasil, nesses países. Para esses autores, há apenas um aval da comissão nacional consultiva de bioética ou do ministério da saúde.

Em 2005[49], o Conselho Indiano de Pesquisa Médica (ICMR) lançou as diretrizes éticas para pesquisa em seres humanos no campo da Biomedicina. E, em 2007, esse mesmo conselho, em conjunto com o Departamento de Biotecnologia (DBT), estabeleceram as diretrizes para a pesquisa e terapia com células-tronco (BARFOOT et al., 2013), propondo um sistema de avaliação e acompanhamento do campo baseado em um National Apex Committee (NAC) para *Stem Cell Research and Therapy* e, a nível institucional, os Comitês Institucionais para *Stem Cell Research and Therapy* (MITTAL, 2013).

Na China, as pesquisas na área de célula-tronco também contam com diretrizes éticas de pesquisa, aí sancionadas pelo Ministério da Ciência e Tecnologia e pelo Ministério da Saúde da China em 2003 (BARFOOT et al., 2013). É permitido ainda, na China, a pesquisa em embriões humanos e a clonagem para fins terapêuticos. Todo esse cenário tem como

[49] Aqui há uma imprecisão na data, sendo 2005 para Barfoor et al. (2013) e 2000 para Mittal (2013).

patrocinador o Ministério chinês da Ciência e Tecnologia que tem planos ambiciosos de transformar o país num grande centro de pesquisa na área de células-tronco superando, inclusive, os Estados Unidos (LIAO et al., 2007).

A União Europeia, da qual a Rússia faz parte, permanece dividida sobre a questão da pesquisa na área de células-tronco. Todavia, a Rússia possui uma legislação aprovada, considerada uma das menos restritivas na Europa e na Ásia, pois permite a pesquisa em "[...] células-tronco embrionárias derivadas de ovos que sobraram de fertilização in vitro, e também a partir de ovos que são utilizados explicitamente para criar embriões para pesquisa" (INTERNATIONAL LAWS, [20--], *online*).

A África do Sul é o único país do continente africano que conta com uma legislação referente à pesquisa na área de célula-tronco. Contudo, observa Sithole (2011, *online*) que na África do Sul a Lei Nacional de Saúde, no seu capitulo 8, que regulamenta as pesquisas na área de célula-tronco com "[...] referência específica às disposições da Lei de Tecidos Humanos de 1983 e da Lei Nacional de Saúde de 2003", ainda não está em operação. Mais recentemente, Van Aartsen (2014, *online*) comenta que esta lei está também desatualizada principalmente no que tange aos avanças relacionadas à pesquisa referente às terapias com células-tronco. O mesmo autor comenta que o caminho é muito longo para os sul-africanos obterem os benefícios de uma legislação e regulamentação para os avanços no campo da medicina, assim como para acompanhar as tendências internacionais.

Segundo Diniz et al. (2009), China, Índia, Rússia e África do Sul permitem a pesquisa com linhagens nacionais e importadas em situações em que a pesquisa embrionária é permitida. Segundo os autores, para que tais pesquisas ocorram, os países devem estar em conformidade às normas legais ou administrativas ou ainda aos critérios estabelecidos por órgãos oficiais de ética em pesquisa, como é o caso da China, por exemplo.

Importante citar ações que vêm sendo discutidas em fóruns internacionais, como a Organização das Nações Unidas (ONU), que estabeleceu um conjunto de princípios orientadores da Declaração Universal sobre o Genoma Humano e os Direitos Humanos hoje aplicáveis à pesquisa na área de célula-tronco. Outra colaboração vem da Organização Mundial da Saúde (OMS), muito embora esta não tenha poder regulamentar, mas apresenta também uma série de declarações de consenso que foram aceitas pelos Estados membros. Vale ressaltar ainda o enpenho da OMS em questões da bioética referente a células-tronco (INTERNATIONAL LAWS, [200--]).

Embora não seja uma organização, como ONU e OMS, o Grupo Hinxton[50] vem desenvolvendo um conjunto de ações a fim de delinear os princípios norteadores para a colaboração internacional para os estudos na área de células-tronco embrionárias humanas, bem como colaborando com os países no estabelecimento de diretrizes e regulamentos, que sejam sensíveis às diferenças culturais entre os países, a fim de sedimentar as pesquisas na área de células-tronco (INTERNATIONAL LAWS, [200--]*;* MATTHEWS,2009).

E finalizamos com a Sociedade Internacional de Pesquisa de Célula-Tronco (International Society of Stem Cell Research/ISSCR), fundada em 2002, composta por mais de 4.000 membros de mais de 55 países, sendo esta uma organização transnacional e interdisciplinar com base científica dedicada à investigação em células-tronco, sem fins lucrativos, criada para promover e fomentar o intercâmbio e a difusão de informações e ideias relativas às células-tronco (INTERNATIONAL SOCIETY OF STEM CELL RESEARCH, [200--]).

3.5 CONTRIBUIÇÃO DOS ESTUDOS BILIOMÉTRICOS/CIENTOMÉTRIOS NA ÁREA DE CÉLULA-TRONCO

Os estudos bibliométricos/cientométricos na área de célula-tronco têm contribuído para o mapeamento da área por meio das técnicas métricas aplicadas à informação registrada[51], tendo como principal fonte de análise os artigos científicos, em geral indexados em bases de dados internacionais. Esses estudos permitem conhecer o estágio de desenvolvimento da área em foco.

Luo e Matthew (2013) analisaram a globalização dos estudos sobre células-tronco. Para tanto, examinaram 2.814 artigos em 50 periódicos, selecionados através do fator de impacto, no período de 2000 a 2010, e como fonte de dados o *Science Citation Index* (*Web of Science*). O estudo foi considerado, pelos autores, como sendo um dos primeiros a examinar as redes globais de colaboração e sua evolução na área de célula-tronco. Segundo Ho e Matthew, as publicações internacionais aumentaram de 20,9% (203 de 969) em 2000 para 36,0% (664 de 1845), em 2010. Os Estados Unidos foram o país mais prolífico e dominante, com autoria em quase 60% de todos os trabalhos analisados. Contudo, países asiáticos mostraram um relevante crescimento, particularmente a China que teve crescimento de 0,41%

[50] É um grupo internacional, e interdisciplinar, voltado a colaboração científica transnacional a fim de explorar os desafios éticos e políticos na área de célula-tronco.
[51] No capitulo 1 e 3 foram elencadas essas técnicas métricas.

para 4,61% no número de artigos. Os autores elencaram ainda Espanha (3,41-4,28%), Itália (4,02-6,50%), Reino Unido (9,39-14,6%) e Alemanha (7,33-10,8%). Já o Reino Unido deteve crescimento mais substancial (9,21%-28,8%) entre os países europeus. Quanto ao restante do mundo, as nações do Oriente Médio, América Central e do Sul ainda não se tornaram uma presença substancial na pesquisa na área de células-tronco global.

No que se refere à colaboração, isto é, a coautoria observada a partir da filiação/país do autor, há uma predominância dos Estados Unidos, sendo que, em 2000, as colaborações mais frequentes foram entre os Estados Unidos e Japão, resultando em 28 publicações, o mesmo acontecendo em 2010, com um total de 25 publicações. Em 2010, China e Reino Unido também foram os países mais frequentes em colaboração com os Estados Unidos, somando 33 e 35 publicações, respectivamente.

Quanto à coautoria, Luo e Matthew (2013) ainda descrevem que a coautoria em 2000 e 2010 se processou pela proximidade geográfica dos países que mantêm laços históricos, políticos e econômicos e pelas parcerias entre certos países com pouca visibilidade na área de célula-tronco, como foi o caso da Índia e Nova Zelândia.

Zhao e Strotmann (2011) estudaram a tendência da literatura científica mundial na área de célula-tronco, publicada no período de 2004 a 2009, usando a análise de cocitação de autor (*author co-citation analysis*). Com base nos dados, levantados na PubMed[52] e Scopus, os autores sinalizaram que a pesquisa com células-tronco está concentrada em quatro temáticas de estudo, células-tronco embrionárias e célula-tronco pluripotentes, neurogênese, medicina regenerativa e câncer. Também alertam que outras pequenas especialidades foram detectadas, constituindo-se em um campo promissor, o que poderá representar especialidades emergentes, sobretudo aquelas relacionadas com a medicina regenerativa, entre elas a engenharia tecidual (*tissue engineering*). A análise de cocitação de autor mostrou ser um método bibliométrico eficiente, visto que proporcionou conhecer os autores influentes como também correlacionar estes a seus respectivos campos de pesquisa.

An e Wu (2011) procederam a um estudo utilizando a análise de coocorrência de palavra a fim de examinar a evolução no área de células-tronco, cobrindo o período de 2001 a 2010, tendo como fonte de dados os artigos indexados em PubMed e como unidade de análise os descritores de assuntos em cada artigo. Os autores identificaram áreas muito promissoras

[52] PubMed® é o sistema de pesquisa de informação eletrônico das ciências da saúde da Biblioteca Nacional de Medicina dos Estados Unidos, disponível ao publico em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>.

como a células-tronco embrionárias, que para os autores constitui-se em uma temática de grande potencial e que atrai pesquisadores. Também sinalizaram para áreas em desenvolvimento tais como: medicina regenerativa, terapia genética, células-tronco neoplásicas (*neoplastic stem cells*). Por fim, os autores pontuam ainda para o rápido desenvolvimento de disciplinas básicas como a biologia celular, biologia molecular, imunologia e genética.

Um estudo em nível micro foi descrito por Cantos-Mateos et al. (2012) com a finalidade de retratar a pesquisa efetuada na Espanha, envolvendo células-tronco, referente ao período de 1997 a 2007. Como fonte de dados foram utilizados o *Science Citation Index* (SCI) e *Journal Citation Report* (JCR) da Thomson Reuters. Os autores adotaram a coocorrência de palavras como unidade de medida, e, como unidade de análise, as palavras-chave plus (*key words plus*)[53], atribuídas a cada um dos documentos recuperados, visto que podem registrar melhor a essência conceitual de cada documento. Como conclusão, os autores identificaram áreas de pesquisa consolidas, como hematologia, oncologia e biofísica; mas apontaram também para outras áreas, ditas emergentes, como o uso terapêutico do transplante de células-tronco hematopoiéticas, processos de geração, proliferação e diferenciação de linhas de células, bem como o estudo da neurociência.

Coelho et al. (2014) elaboraram uma proposta diferenciada de estudo, cujo objetivo foi analisar a correlação entre o número de publicações científicas e número de patentes em células-tronco pluripotente induzidas (iPS), tendo como fonte de dados as patentes depositadas no EPO, USPTO e INPI[54] e publicações científicas na base de dados *Web of Science*. As conclusões do estudo indicam que os maiores números de patentes depositadas envolvendo iPS são realizados pelos Estados Unidos e China. O ano de 2012 é considerado pelos autores como o ápice, uma vez que houve um aumento significativo no registro do número de depósitos de patentes. Quanto ao número de publicações, registrada na *Web of Science*, os Estados Unidos lideram com 1.679 publicações. Em seguida vêm Japão (586), China (477) e Alemanha (113). Essas publicações foram alocadas em nove áreas de pesquisa, sendo as três primeiras biologia celular, bioquímica e biologia molecular e biotecnologia aplicada à microbiologia.

[53] *KeyWords Plus* consistem de palavras e frases selecionadas a partir dos títulos dos artigos citados, este recurso é exclusivo *Web of Science*/ Thomson Reuters.

[54] São base de dados em patentes. EPO = European Patent Office; USPTO = United States Patent and Trademark Office; INPE = Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

A produção científica também foi objeto de estudo por Li et al. (2009), com o objetivo de fornecer *insights* sobre as características das atividades de pesquisa com células-tronco e identificar padrões, tendências ou regularidades. Podemos considerar que Li e seus colaboradores desenvolvem amplo estudo nos itens indexados *Web of Science* no período de 1991 a 2006, avaliando vários aspectos, tais como análise por país, título da fonte[55] e palavra-chave. Entre seus resultados, os autores referem-se à multipolarização da pesquisa na área de células-tronco, envolvendo vários países, mas com forte predominância dos Estados Unidos, seguido pelo Japão. Outro resultado é o olhar direcionado ao século XXI, quando as pesquisas com células-tronco embrionárias e células-tronco mesenquimais deverão orientar todo o cenário das pesquisas na área de células-tronco.

No Brasil, Machado e Leta (2013) também desenvolveram uma pesquisa na área de células-tronco, tendo como material de análise artigos indexados entre 1991 e 2010 na *Web of Science*. Usando a técnica de análise de cocitação de autor, os autores identificaram que a pesquisa com células-tronco no país foi marcado, na primeira década, por autores das áreas médicas, que foram aos poucos superados em número por especialistas na área. Utilizando a análise de coocorrência de palavras, foi possível ainda mapear a pesquisa brasileira sobre células-tronco que teve inicialmente caráter mais experimental do que básico, mas que evolui para uma pesquisa de natureza aplicada. Os autores concluem situando o Brasil numa posição de destaque no contexto da ciência global.

Da revisão apresentada, podemos levantar alguns pontos que vêm confirmar a hegemonia, pelo menos na área de célula-tronco, da *Web of Science* como fonte de dados para os estudos bibliométricos/cientométricos. Outro ponto é a predominância dos Estados Unidos na produção de artigos como também no número de colaborações com os demais países. As células-tronco embrionárias e células-tronco pluripotentes serão, ou melhor, já estão sendo os principais temas de pesquisa na área de célula-tronco, acrescidas de temas emergentes ligados à medicina regenerativa, como, por exemplo, a engenharia tecidual e celular.

Esse cenário de pesquisa na área de células-tronco é acompanhado por um aumento notável no número de artigos publicados, o que desperta a atenção de investimentos em pesquisa por partes de vários países. Segundo dados do relatório *Stem cell research*: *trends and perspectives on the evolving-international*, organizado por Barfoot et al. (2013, p. 4, tradução nossa), os estudos na área de célula-tronco passaram de “4.402 publicações em 1996,

[55] Refere-se aos periódicos nos quais os autores publicam seus trabalhos.

o que representou 0,4% da produção mundial de publicações, para 21.193 publicações em 2012, ou 1% da produção global". Os autores destacam os Estados Unidos e China como os países responsáveis pelo maior volume de pesquisa na área, dado que corrobora o estudo de Ho e Matthew (2013). O citado relatório também chama atenção para os estudos com foco nas células-tronco pluripotentes (*pluripotent stem cells*), que tiveram sua primeira publicação no ano de 2006. As iPS abrem uma gama de pesquisa com aplicações clínicas como, por exemplo, a substituição de células e órgãos, descobertas de novas drogas, triagem de drogas e avaliação toxicológica pré-clínico de novos medicamentos (BARFOOT et al., 2013). Estas são áreas de pesquisa que podemos considerar como sendo emergentes, tendo um rápido crescimento no número de publicações e patentes anualmente (BARFOOT et al., 2013; LUO; MATTHEWS, 2013).

4 AS CITAÇÕES NO MAPEAMENTO DAS ESTRUTURAS INTELECTUAIS DAS PUBLICAÇÕES

Este capítulo trata do uso de citações para elaboração da visualização do conhecimento (*knowledge visualization*) ou visualização da informação (*information visualization*). Para tanto, faremos uso de alguns indicadores da atividade de C&T, ou seja, os indicadores relacionais, sendo que nos interessa especialmente aquele associado ao conceito de estrutura intelectual, que se configura como tema central desta pesquisa. Sobre esse conceito, ressaltamos que ele pode ser inferido a partir de documento, do autor e/ou do periódico, obtido diretamente dos documentos analisados. Trazemos, assim, as principais contribuições dos pioneiros no campo da visualização da informação, uma disciplina emergente que teve seu início nos anos de 1960, quando Eugene Garfield (1963) demostrou a viabilidade de elaborar mapas históricos, tendo como base as citações de documentos científicos. Dois anos mais tarde, Derek de Solla Price propõe, quando da publicação de seu artigo *Network of scientific papers*, publicado no volume 145 da *Science*, em 1965, a noção de que a ciência poderia ser mapeada (SMALL; GARFIELD, 1985).

Dentre as técnicas bibliométricas, a cocitação e coocorrência de palavras têm importante papel na visualização da informação. Desse modo, apresentamos as contribuições de Small (1973), Marshakova (1973), White e Griffith (1981), McCain (1990) e Moya-Anegón et al. (2004), que traçaram diferentes metodologias em torno da técnica de análise de cocitação e permitiram identificar a estrutura intelectual de um campo científico. Além destes, trazemos também os estudos de Callon, Courtial e Laville (1983), pioneiro no desenvolvimento de mapas a partir de medidas de pares de palavras extraídas dos textos, isto é, a coocorrência de palavras. Este último estudo iniciou uma nova fase nos estudos de coocorrências de palavras, viabilizando a identificação da estrutura cognitiva de um determinado campo cientifico, a qual não é o foco deste estudo.

4.1 VISUALIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO

A visualização da informação tem sido tema de ampla investigação em diversos campos do conhecimento, inclusive na Bibliometria/Cientometria. Kate Borner, uma das mais

conceituadas pesquisadoras desta temática neste campo, assim traduz o sentido da visualização nesses estudos para a autora a "Visualização se refere ao *design* da aparência visual de objetos de dados e as suas relações. (BÖRNER; CHEN; BOYACK, 2003, p. 209, tradução nossa).

No cenário atual da ciência, a elaboração dos mapas da ciência (*science mapping*), também denominados mapa do conhecimento, mapa bibliométrico, visualização da informação ou, então, visualização de domínio do conhecimento[56] (COBO et al., 2011; van ECK; WALTMAN, 2010; BÖRNER; CHEN; BOYACK, 2003) tem um papel relevante, uma vez que possibilita compreender a estrutura e a evolução temporal de uma área. Estudos dessa natureza vêm sendo desenvolvidos desde a década de 50 (do século passado), quando da elaboração do mapa da pesquisa em DNA, realizado por Eugene Garfield e, em outo momento, por Derek Price, que propôs um mapeamento de redes científicas entre pesquisadores. Esses dois nomes são considerados os pioneiros dos estudos de visualização do domínio do conhecimento. (BOYACK, 2004; BÖRNER et al., 2002).

Vargas-Quesada et al. (2008) apresentam uma cronologia dos estudos da visualização do conhecimento ou da informação ou, como vêm sendo chamando por van Eck e Waltman (2012), mapas bibliométricos. O marco inicial foi a década de 60 com a possibilidade de elaboração dos mapas históricos, com os trabalhos já citados de Garfield (1963) e Price (1965). Na década seguinte (70), a atenção está nas especialidades, sobretudo, para as ciências naturais, evidenciando "[...] que a ciência é uma rede de especialidades interconectadas entre si." (VARGAS-QUESADA et al., 2008, p. 23, tradução nossa). Nos anos 80, os estudos de visualização da informação tornam-se mais "profícuos" e, nos anos 90, novos métodos e técnicas são desenvolvidos, o que vem a culminar, no novo século, como uma nova geração de mapas bibliométricos com interfaces para o acesso e recuperação da informação.

O grande impulso veio, sobretudo, a partir dos anos 90, quando do acesso *online* às bases de dados, tornando mais ágil o levantamento dos dados. Também o avanço e o desenvolvimento de *softwares*, específicos ou não, em Bibliometria contribuíram para tal impulso. Com todo este cenário, o campo de estudo e pesquisa em visualização da informação torna-se uma disciplina emergente de natureza interdisciplinar (BÖRNER; CHEN; BOYACK, 2003), possibilitando estudar a dinâmica de um campo científico, como também entender a difusão, crescimento e obsolescência de temas de pesquisas, redes de colaboração de autores,

[56] Neste estudo, estes termos, são utilizados como sinônimos.

além de também identificar a estrutura intelectual e cognitiva (VARGAS-QUESADA et al., 2008; BÖRNER; CHEN; BOYACK, 2003; COBO et al., 2011). Para Chen e Kuljis (2003, p. 435, tradução nossa), essa nova disciplina "[...] fornece uma rota alternativa para o estudo de mudanças conceituais em teorias científicas.", pois permite, a depender do objetivo do estudo, analisar a mudança de influências e a evolução das ideias que correm dentro de um campo do conhecimento.

Para Börner, Chen e Boyack (2003), essa disciplina emergente está diretamente relacionada com Cienciometria, Bibliometria. Desde a década de 60 (século XX), é possível, por meio das citações, elaborar mapas históricos (GARFIELD, 1963), como também levantar a frente de pesquisa, constituída pelos principais autores, de um campo cientifico (PRICE, 1965). Em 1973, Small (1973) mapeia a estrutura intelectual de um campo por meio da análise de cocitação de documentos, iniciando uma série de estudos em torno da elaboração de mapas da ciência.

Ressaltam Börner, Chen e Boyack (2003) que os mapas bibliométricos foram desenvolvidos por pesquisadores na Holanda, destacando a atuação de Noyons e Van Raan, que, recorrendo a recursos matemáticos, propuseram uma técnica de mapeamento bibliométrico. Outro ponto relevante para Börner, Chen e Boyack foi a atuação que teve van Raan na criação do *software* VOSviewer, juntamente com Waltman (van ECK; WALTMAN, 2010), tendo esse *software* sua base na visualização da informação.

Outras ferramentas computacionais, de cunho mais genérico, aplicados aos estudos com análise de redes sociais, como UCINET, Pajek e Gehpi, por exemplo, vêm sendo utilizadas no mapeamento da ciência. Outras mais especializadas também foram surgindo, como CiteSpace (CHEN, 2006), VOSviewer (van ECK; WALTMAN, 2010), Science of Science (Sci^2) Team, Bibexce*l* (PERSSON, DANELI; WIBORG SCHNEIDER, 2009).

Os mapas bibliométricos, para Vargas-Quesada e Moya-Anegón (2007, p. 26, tradução nossa), podem ser denominados de cientográficos (*scientography*) termo que fora cunhado por George Vladutz "[...] para denominar os gráficos ou mapas obtidos como consequência da combinação da cientometria com a geografia [...]". Os autores chamam atenção que cientográfico seria a denominação mais indicada uma vez aponta para a elaboração de um gráfico que permite a visualização em forma de mapas. Os autores também concordam que este termo indica um processo, já que com a visualização é possível estudar a estrutura e as

relações em um domínio. Portanto, o cientográfico estaria mais próximo ao que Hjørland e Albrechtsen (1995) chamaram de domínio.

Morris e Martens consideram os mapas da ciência como

> [...] uma representação da estrutura e interligação de elementos conhecidos da especialidade, que incluem tópicos de pesquisa, equipes de pesquisadores, os conceitos que compõem a base do conhecimento, autoridades, coleções e periódicos, instituições de pesquisa e vocabulários técnicos. (MORRIS; MARTENS, 2008, p. 215, tradução nossa)

Já Rafols et al. (2010, p. 1872, tradução nossa) chamam atenção para os aspectos simbólicos que estes mapas representam: “Mapas de ciências são representações simbólicas de áreas científicas ou organizações em que os elementos do mapa são associados a tópicos ou temas”.

Cobo et al. (2011), assim como Morris e Martens (2008), chamam atenção para os níveis de análise que os mapas podem representar, ou seja, que estes são representações espaciais de disciplinas, campos, especialidades, documentos individuais e autores que estão relacionados uns com os outros. O foco dessas análises está no monitoramento de um campo científico a fim de delimitar áreas de investigação identificando sua estrutura intelectual, cognitiva, evolutiva, ou, então, aspectos estruturais e dinâmicos da pesquisa científica como destacado por Börner, Chen e Boyack (2003) e Noyons, Moed e Luwel (1999).

Podemos, então, inferir que a visualização da informação bibliométrica se dá a partir da representação, em um espaço bi ou tri dimensional, da estrutura e da interligação de elementos conhecidos de um campo e/ou de uma especialidade, a fim de detectar o estágio de desenvolvimento e monitorar as atividades ali desenvolvidas, num período de tempo previamente definido.

Quanto aos mapas da ciência, os ditos mapas bibliométricos, Klavans e Boyack (2011) os agrupam em duas classes: os mapas locais e os globais. O mapeamento local é elaborado a partir de uma literatura especializada, sendo esta definida em nível de campo ou especialidade, que “[...] constituem a maioria dos mapas científicos que foram publicados” (KLAVANS; BOYACK, 2010, p. 2, tradução nossa). Para Morris e Martens (2008, p. 218, tradução nossa), “Estudar a rede de comunicação da ciência como um todo é difícil porque ela é tão vasta, que muda rapidamente, e complicada que nem os participantes nem os

observadores podem assistir a mais de um dos eventos comunicativos, em determinado momento". Contudo, estes mapas propiciam uma compreensão da dinâmica interna do campo ou especialidade emergente (RAFOLS, 2003).

O mapeamento global é elaborado a fim de mapear a estrutura global de ciência e não de uma parcela desta, como é feito no mapeamento local. Para Klavans e Boyack (2011), seria Small (1981) o primeiro a propor um mapa global de um determinado campo, nesse caso, a Ciência da Informação. Em 1999, Bassecoulard e Zitt (1999) propôs um primeiro mapa global baseado no agrupamento de periódicos. Devido aos avanços no campo da informática, precisamente na combinação de novos algoritmos, hoje, há uma diversidade de mapas globais desde o início deste século (RAFOLS, 2003).

Destacam Morris e Martens que:

> A especialidade de pesquisa é a maior unidade homogênea nos sistemas de auto-organização da ciência, em que cada especialidade tende a ter seu próprio conjunto de problemas, um núcleo coeso de pesquisadores e conhecimento compartilhado, vocabulário e literatura de arquivo. (MORRIS; MARTENS, 2008, p. 239, tradução nossa).

Para os autores, os mapas globais requerem níveis mais elevados, isto é, os campos. Nesse caso, a homogeneidade detectada nos mapas locais é agregada a outros conjuntos de especialidades, dando uma visualização maior de todo o campo científico estudado. Acrescenta ainda Boyach (2009), que nos mapas locais os dados podem ser coletados de diversas fontes de dados, enquanto que nos globais isso não ocorre, devendo-se, então, optar por uma base de dados que forneça dados os mais abrangentes e consistentes possíveis.

Rafols et al. (2010) apontam as seguintes vantagens na visualização da informação: (a) facilitar a leitura das informações bibliométrica por não especialistas, uma vez que estas estão num espaço bidimensional; (b) possibilitar a representação de grandes conjuntos de dados; (c) combinar diferentes tipos de dados; e (d) explorar diferentes pontos de vista sobre um determinado assunto. Noyons, Moed e Luwel (1999) ainda apontam que os mapas podem subsidiar a tomada de decisão em políticas científicas.

Todo esse cenário indica o potencial das técnicas de visualização na/da ciência, uma vez que possibilitam, por meio do exame cuidadoso, verificar as relações estabelecidas entre campos e especialidades, como também podem revelar os domínios da ciência, realçando

autores, instituições e nações além das publicações principais do núcleo de um campo ou de uma especialidade.

4.2 UNIDADE DE ANÁLISE NO MAPEAMENTO DA CIÊNCIA

Chen e Pual (2001) argumentam que a literatura cientifica fornece elementos básicos a fim de executar os procedimentos da visualização da informação. Para Morris e Martens (2008), a base para elaboração dos mapas da ciência está constituída na literatura formal, composta pelos periódicos, que é a principal a base de divulgação do conhecimento da maior parte dos campos Científicos.

São consideradas como unidades de análise, comumente utilizadas, para elaboração dos mapas da ciência: (a) periódicos; (b) documentos; (c) autores; (d) termos ou palavras que podem ser extraídas do título, do resumo, do texto ou, então, das palavras-chave, elencadas pelos autores ou pelas bases indexadoras; (e) referências citadas; (f) categorias de assuntos do JCR (COBO et al., 2011; RAFOLS et al., 2010**;** BELLIS, 2009; MORRIS; MARTENS, 2008; BÖRNER; CHEN; BOYACK, 2003).

Cada unidade de análise apresenta diferentes facetas de um domínio e facilita os diferentes tipos de análise. Podem ser usadas combinações diretas, por exemplo, autor-autor ou periódico-periódico, ou ainda combinações indiretas, como por exemplo, autor com palavras, periódicos com autor. Segundo Börner, Chen e Boyack (2003), combinações indiretas não são comumente realizadas.

No processamento para confecção do mapa, as unidades de análise normalmente são utilizadas como coocorrência no processamento do mapa (COBO et al., 2011), isto é, equivalem à frequência com que duas unidades aparecem juntas em um documento ou em um terceiro documento. O prefixo "co" implica ocorrências conjuntas, dentro de um único documento ou unidade (BÖRNER; CHEN; BOYACK, 2003).

No Quadro 7 é apresentada uma taxonomia das técnicas bibliométricas empregadas na elaboração do mapeamento. Na coluna *técnica bibliométrica* são apresentadas cinco técnicas com seu propositor e suas vertentes; na segunda coluna temos a descrição da unidade de análise; na terceira, o objetivo; e na quarta e última coluna, o tipo de relação.

O Quadro 7 permite visualizar várias possibilidades de análise como, por exemplo, uma análise que tenha como foco o autor: podemos optar por três modalidades, ou seja, acoplamento bibliográfico de autor, análise de coautoria e a análise de cocitação de autor, a depender do objetivo que se queria alcançar, pois cada uma dessas técnicas poderá revelar uma faceta da estrutura examinada.

Quadro 7 – Taxonomia das técnicas bibliométricas para o mapeamento da ciência

(continua)

Técnica bibliométrica		Unidade de análise	Objetivo (campo ou especialidade)	Tipo de relação
Acoplamento bibliográfico (KESSLER, 1963)	Autor (ZHAO; STROTMANN, 2008)	autor	descobrir relações de coautoria entre autores que citam as mesmas referências	Referências comuns entre autores
	Documento (KESSLER, 1963)	documento	descobrir relações de documento entre documento que citam as mesmas referências	Referências comuns entre documentos
	Periódico (GAO; GUAN, 2009	periódico	descobrir relações de periódico entre periódico que citam as mesmas referências	Referências comuns entre periódicos
Coautoria (SUBRAMANYAM, 1983)	Autores	nome dos coautores	colaboração de grupos de pesquisa, identificação dos tipos de colaboração e níveis de colaboração	ocorrência dos autores
	País	país de filiação dos coatores		ocorrência dos países
	Instituição	instituição de filiação dos coautores		ocorrência das instituições

Quadro 7 – Taxonomia das técnicas bibliométricas para o mapeamento da ciência
(conclusão)

Técnica bibliométrica		Unidade de análise	Objetivo (campo ou especialidade)	Tipo de relação
Cocitação (SMALL, 1973)	Documento (SMALL, 1973)	referência (small, 1973)	dinâmica e desenvolvimento de paradigmas	documentos cocitados
	Autor (WHITE; GRIFFITH 1981)	referência de autor	estrutura intelectual, conceitos da base de conhecimento	autores cocitados
	Periódico (McCAIN, 1991)	referência de periódico citado	difusão entre campos	periódicos cocitados
Copalavra (CALLON; COURTIAL; LAVILLE, 1986)	Coocorrência de palvras	palavra-chave, ou termo extraído de resumo, titulo ou do próprio texto	compreender a estrutura cognitiva, identificar temas de pesquisa em acessão, decréscimo e emergente	coocorrência de palavras extraídas do titulo, resumo, texto ou palavras-chaves
Cocategoria de assunto (MOYA-ANEGÓN et al., 2004)	Categorias de assuntos	categorias de assuntos (JCR) do periódico citado	relações entre as várias disciplinas acadêmicas	cocategorias de assunto dos periódicos cocitados

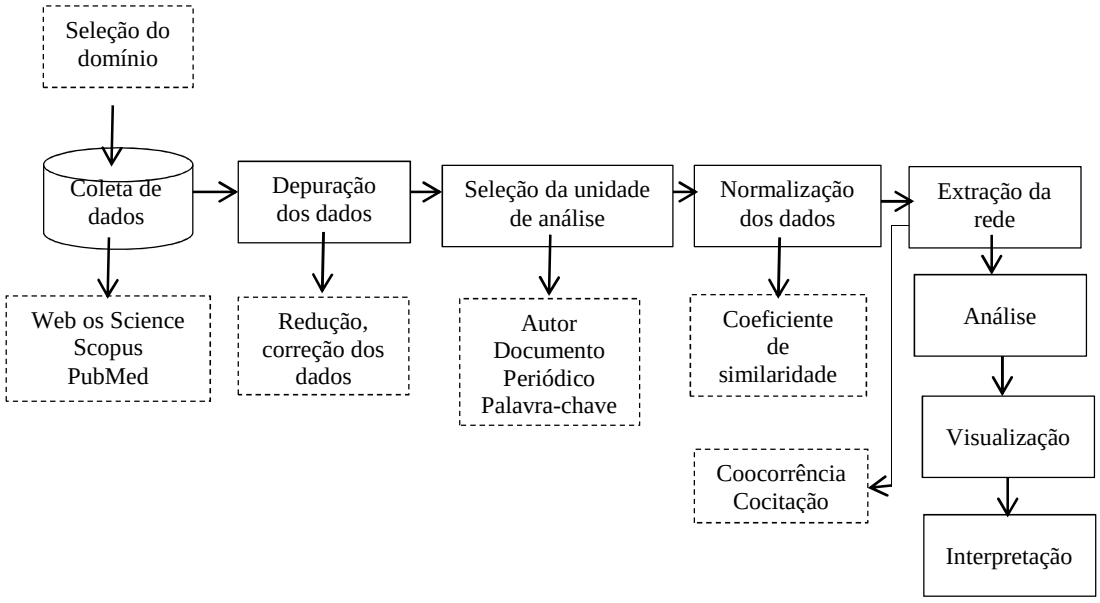
Fonte: Adaptado pelo autor de COBO et al., 2011.

O quadro ressalta uma característica importante dos estudos métricos da informação que é a análise de citação. Para Kurtz e Bollen (2010), esta técnica mantém uma posição dominante no mapeamento da ciência, visto que as técnicas apresentadas no Quadro 7 têm na citação seu núcleo de estudo, exceto na coocorrência de palavras.

Conhecendo as unidades de análise, passamos agora para as etapas necessárias para elaboração da visualização da informação, o que inclui a recuperação dos dados, o pré-

processamento dos dados, a extração da rede, a normalização da rede, o mapeamento e a análise, e visualização (COBO et al., 2011; BELLIS, 2009; BÖRNER; CHEN; BOYACK, 2003). Na figura 15 temos um fluxograma com essas etapas e outras informações que colaboram para uma melhor compreensão do processamento.

Figura 15 – Fluxograma do processo de mapeamento bibliométrico



Fonte: Adaptado pelo autor de COBO et al., 2012.

Na maioria dos mapeamentos, tanto regional como global, a coleta dos dados é realizada em bases de dados bibliográficas, como PubMed, *Web of Science*, Thomson Reuters (WoS), ou Scopus da Elsevier, entre outras, embora estas sejam as mais citadas (BÖRNER; CHEN; BOYACK, 2003; COBO et al., 2011).

Após a coleta dos dados, deve-se fazer a depuração dos dados a fim de efetuar as correções necessárias nos registros, momento esse no qual se identificam os erros ortográficos como, por exemplo, grafia dos nomes dos autores e dos títulos dos periódicos, que muitas vezes estão abreviados incorretamente ou apresentam mais de um tipo de abreviatura para o mesmo periódico (idem para os nomes de instituições a qual pertencem os autores). Quando da análise de co-palavra, a atenção deve ser redobrada para se evitar a polissemia, ocorrendo quando uma determinada palavra representa dois ou mais conceitos diferentes em contextos diferentes, devendo o analista recorrer a um especialista da área a fim de credenciar a palavra.

A etapa seguinte compreende a normalização dos dados efetuada por meio de uma medida de similaridade na qual é gerada uma matriz que permite identificar os itens de maior semelhança. Antes de proceder a esta etapa, deve-se selecionar as unidades de análise, descritas no quadro 7. Hoje, com o avanço dos *softwares*, essa normalização é realizada de forma automática bem diferente do início dos estudos, realizados por Small, na década de 70, e por seus precursores White e Griffith (1981) e McCain (1991), que utilizavam uma matriz de dados brutos, contendo as frequências de cocitação de cada par e por meio de *softwares* estatísticos, como o *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS), que processava a conversão para uma matriz de similaridade e, em seguida, elaborava os mapas perceptíveis.

Quanto às medidas de similaridade empregadas e discutidas pela literatura (vAN ECK; WALTMAN, 2009), as mais citadas são o coeficiente de correlação de Person, coeficiente de cosseno e o coeficiente de Jaccard (BÖRNER; CHEN; BOYACK, 2003). Estes são utilizados a fim de verificar o grau da associação entre os itens coocorridos. As medidas de similaridade também desempenham o papel de reunir os itens em um número de agrupamentos (*clusters*). Börner, Chen e Boyack (2003, p. 206, tradução nossa) destacam que os agrupamentos "devem ser altamente homogêneos internamente (membros são semelhantes entre si) e altamente heterogêneos externamente (membros não são como membros de outros grupos) ".

Com os dados normalizados, podemos, então, elaborar o mapa. Para tanto, devemos recorrer ao emprego de técnicas estatísticas de análise multivariada (*multivariate analysis*), como análise fatorial (*factor analysis*), análise de agrupamentos (*cluster analysis*), escalonamento multidimensional (*multidimensional scaling)* e redes Pathfinder (PFNETs). Atualmente os *softwares* bibliométricos específicos em mapeamento, como CiteSpace II (CHEN, 2006), VantagePoint (PORTER; CUNNINGHAM, 2004), Bibexcel (PERSSON; DANELI; WIBORG SCHNEIDER, 2009) e VOSviewer (van ECK; WALTMAN, 2010), entre outros, já contam com algoritmos que executam muitas dessas técnicas e proporcionam um mapa em espaço bi ou tridimensional (ANDREWS, 2003).

Cobo et al. (2012, p. 1612, tradução nossa) chamam atenção que "As ferramentas de *software* de mapeamento da ciência disponíveis têm características diferentes e nenhuma ferramenta implementa todas as etapas necessárias para realizar a análise de mapeamento da ciência". O VOSviewer, por exemplo, tem foco na visualização. Outro ponto para o qual os autores chamam atenção é a limitação dessas ferramentas principalmente ao que tange à seleção de um único tipo de análise, um tipo de medida de similaridade, um tipo de algoritmo

de agrupamento, o que leva o analista a usar apenas uma só configuração. Outro ponto que merece destaque é que VOSviewer e CiteSpace foram desenvolvidos utilizando a linguagem de programação *Java*, enquanto o Bibexcel e VantagePoint só podem ser executados no ambiente Windows.

Outros *softwares* não específicos, como aqueles que vêm sendo utilizados na análise de redes sociais (*social network analysis*), também são utilizados no mapeamento bibliométrico como, por exemplo, o Gephi (BASTIAN et al., 2009), UCINET (BORGATTI; EVERETT; FREEMAN, 2002) e Pajek (BATAGELJ; MRVAR, 1998). Estes, além da ferramenta de visualização, fornecem um conjunto de medidas quantitativas que colabora na análise dos dados, como, por exemplo, as medidas de centralidade, e algoritmos como o de agrupamento. Destacamos as medidas da centralidade presentes nos três *softwares* citados anteriormente, entre elas: centralidade de grau (*degree centrality*), refere-se um item[57] importante que mantém link com muitos outros itens, assim um item considerado importante detém um alto grau de centralidade e está próximo de outros itens; centralidade de proximidade (*closeness centrality*) e centralidade de intermediação (*betweenness centrality*).

Selecionado o *software*, é hora de extrair a rede bibliométrica, recorrendo a uma unidade de medida apresentada no Quadro 7, na coluna “técnicas bibliométricas”. Passando em seguida para as etapas finais que compreendem a análise, visualização e a interpretação do mapeamento. Cobo et al. (2012) destacam várias técnicas de análise, entre elas as mais empregadas no mapeamento da ciência, tais como: (a) análise temporal, empregada a fim de perceber a evolução do campo ou especialidade em diferentes períodos de tempos, sendo possível detectar padrões, tendências, sazonalidade e valores discrepantes; (b) análise geoespacial, que tem como objetivo examinar um fato, onde ocorreu e suas implicações sobrea áreas vizinhas como no estudo realizado por Batty (2003); e (c) análise de redes, que, como dito anteriormente, possibilita a análise quantitativa dos dados, detectando os itens que estão somente ligados e os isolados, grau médio de cada item, identificando aqueles que são os elos de toda a rede analisada.

A etapa da visualização refere-se à rede e aos agrupamentos identificados, podendo-se aplicar uma análise temporal a fim de verificar a configuração dos agrupamentos num período de tempo, sendo, de preferência, longitudinal. Quanto à interpretação, última etapa do processo de mapeamento, ela requer do analista experiência e conhecimento a fim de tomar as

[57] Um item pode ser um coautor, autor cocitado, documento cocitado, periódico cocitado ou uma co-palavra.

descrições coerentes com o objetivo do tralhado, ou seja, para o mapeamento. Em muitos casos, a consulta a um/a especialista é também indicada.

4.3 COOCORRÊNCIA

Nos anos 60, o campo dos estudos métricos pode ser caracterizado como o início de uma era acentuada pelo surgimento de novos métodos em torno da citação, visto que, segundo Smith (1981, p. 84), “Qualquer conjunto de documentos contendo lista de referência pode fornecer a matéria-prima para a análise de citação, e contagens de citações com base em um determinado conjunto de documentos são precisas e objetivas” (SMITH, 1981, p. 84). Assim, convencionou-se chamar os estudos tendo a citação como unidade de análise de análise de citações. É atribuído a Gross e Gross o primeiro estudo desse gênero, realizado em 1927 (ROUSSEAU, *online*; URBIZAGÁSTEGUI ALVARADO, 2007).

A análise de citação visa identificar a ligação entre dois documentos, ou seja, o documento citante e o citado, estabelecendo uma relação direta entre ambos. Com a criação do *Institute for Scientific Information* (ISI), nos anos 60, e o seu principal produto, o *Journal Citation Report* (JCR), que possibilita obter indicadores bibliométricos das publicações indexadas pela *Web of Science*, como já visto no capitulo 1, o desenvolvimento de estudos em torno da análise de citação teve um grande impulso.

Nos anos 60, surgem as primeiras modalidades de estudo de coocorrência, sendo a primeira delas a proposta por Kessler, em 1963, denominada acoplamento bibliográfico, que ocorre quando dois documentos são elencados na lista de referência de um terceiro documento. Iniciam-se, nos anos subsequentes, novos estudos ao redor das citações, sobretudo estudos de coocorrência, e, então, a era da análise de cocitação, iniciada por Small e Marshakova, em 1973, estendendo-se até 2004, com uma nova modalidade proposta por Moya-Anegón et al denominada de análise de cocitação de categorias de assuntos.

A análise de cocitação trabalha com a relação de citação entre pares de documentos, de autores, de periódicos ou de categorias de assuntos; estas, as cocitações, se constituem nas unidades de análise pertencentes a um domínio. O resultado da análise de cocitação permite, então, confeccionar mapas que irão representar, “com alto grau de fidelidade”, a estrutura do domínio (MOYA-ANEGON et al., 2004).

4.4 ANÁLISE DE CITAÇÃO

Observam Bornmann e Daniel (2008) que os estudos envolvendo a análise de citação datam de 1927, quando Gross e Gross usaram as contagens de citações para avaliar a importância do trabalho científico. Tempos depois, Engene Garfield colaborou para que os estudos de análise de citações se tornassem populares, com a criação do Institute for Scientific Information (ISI), hoje (2015) Thomson Reuters, sendo responsável pela WoS. A base ISI lançou um conjunto de índices de citações, concretizando o sonho de seu idealizador, Garfield, de confeccionar um índice de citação multidisciplinar, representando um avanço fundamental na recuperação da informação científica (GRAFIELD, 1955).

O ano de 1955 pode ser considerado como o principal marco para os estudos bibliométricos, uma vez que foi estabelecida, por Engene Grafield, a base para a análise de citações. Análise de citação passou, então, a ser um campo promissor para a Bibliometria, no qual o foco de análise passa a ser as referências contidas na lista de referência das produções, indicando os itens citados pelos autores dos documentos. Para Smith (1981, p. 85, tradução nossa), “Qualquer conjunto de documentos contendo listas de referência pode fornecer a matéria-prima para a análise de citação [...]”.

A análise de citação veio a significar uma medida potencial de influência, pois quanto mais um item é citado maior será sua ação na geração de novos conhecimentos. Bradford (1934), Lotka (1927), Kessler (1962) e Small (1973), para citar alguns pesquisadores que, com base nas citações, iniciaram um conjunto de técnicas bibliométricas muito utilizadas na atualidade, souberam extrair elementos da citação para desenvolverem seus estudos, considerados pioneiros no campo da Bibliometria.

A contribuição de Garfield foi além da criação do ISI, pois ele realizou um sonho que era a criação de índices. Assim, em 1964, foi lançado o *Science Citation Index* (SCI); em 1973, *Sociais Science Citation Index* (SSCI); em 1978, *Arts & Humanities Citation Index* (A&HCI); e, em 1973, o *Journal Citation Reports* (JCR), esse último diferente dos demais, pois trata-se do primeiro índice de indexação de citação.

O JCR hoje proporciona acesso a vários indicadores bibliométricos como os de impacto e de consumo da informação, por exemplo. Nicolaisen (2007) observa ainda que a criação do JCR por Garfield contribuiu também para a história de Ciência da Informação, visto que isso

representou a única possibilidade, naquele momento, de recuperação de documentos segundo as citações recebidas.

A respeito do JCR, comenta van Raan que possibilita a análise quantitativa da literatura científica como inclui a Bibliometria como campo de estudo da ciência.

> A presente invenção permitiu análises estatísticas da literatura científica sobre uma escala muito grande. Ela marca a ascensão da bibliometria como um poderoso campo dentro dos estudos da ciência. Grandes cientistas como Derek de Solla Price e Robert Merton reconheceram o valor da invenção de Garfield: Price, a partir da perspectiva de história contemporânea da ciência, e Merton, a partir da perspectiva de sociologia normativa. (VAN RAAN, 2005, p. 20, tradução nossa).

O JCR fornece a base indispensável para análise de citações da produção científica e também pode ser usado na análise de patentes, possibilitando "[...] distinguir patentes influentes, organizações proeminentes e/ou principais inventores", como também "avaliar o ritmo da inovação através da medição do tempo médio de atraso, citando aplicações para as datas de concessão de patentes citadas" (PORTER; NEWMAN, 2005, p. 592, tradução nossa).

Contagens de citações são atraentes para a avaliação do desempenho científico porque "Ao contrário dos dados obtidos por meio de entrevista e questionário, as citações são medidas discretas" (SMITH, 1981, p. 84, tradução nossa), mas objetivas. Para Smith (1981), é possível, então, estudar com as citações: (a) o estado da literatura citada pelo autor do artigo citante, identificando características dos materiais citados como tipologia, idade, autores altamente citados e periódicos, línguas e países de origem; (b) estudos do tipo de literatura, que identificam os tipos de literatura citada como periódicos, livros, capítulos de livros, teses, etc; (c) estudo de usuário, a fim de identificar perfil de usuários bem como itens para seleção de materiais informacionais numa bibliotecas ou propor um design de serviços de informação; (d) estudos históricos, nos quais "As citações podem ser usadas para traçar a cronologia dos acontecimentos, as relações entre eles, e sua importância relativa." (SMITH, 1981, p. 94, tradução nossa); (e) padrões de comunicação científica numa comunidade de pesquisadores; (f) bibliometria avaliativa, que usa a análise de citações como uma medida de avaliação e interpretação das citações recebidas pelos artigos, cientistas, universidades, países e outros agregados da atividade científica, e é usada como uma medida de influência científica e produtividade; (g) recuperação da informação, uso de citações são utilizadas para aumentar mais as abordagens tradicionais de pesquisa da literatura; e (h) desenvolvimento de coleções

de materiais informacionais em bibliotecas, identificando os materiais para aquisição ou, então, para descarte.

Segundo Nicolaisen (2007, p. 169, tradução nossa), as citações têm três aplicações, ou seja, “Avaliação qualitativa e quantitativa dos cientistas, publicações e instituições científicas. Modelagem do desenvolvimento histórico da ciência e tecnologia e busca e recuperação da informação”. Já para Smith (1981), a análise de citação pode ser aplicada em dois campos distintos, o primeiro refere-se às bibliotecas como ferramenta para seu gerenciamento e o segundo como insumo para avaliação das atividades de pesquisa. Desse modo a autora enumera as seguintes aplicações: estudo da literatura, estudo da tipologia de literatura, estudo de usuário, estudos históricos, padrão de comunicação, bibliometria avaliativa, recuperação da informação e desenvolvimento de coleções.

As razões para citar, um ou outro documento, foram discutidas por vários autores, mas foi em 1962 que Garfield (1962, p. 85) enumerou as razões embora, segundo o próprio autor, possam existirem outras.

1. Em homenagem aos pioneiros;
2. Dar crédito para trabalhos relacionados (homenagem aos pares);
3. Identificar metodologia, equipamentos, etc.;
4. Proporcionar a leitura aprofundada;
5. Corrigir o próprio trabalho;
6. Corrigir o trabalho dos outros;
7. Criticar o trabalho anterior;
8. Fundamentar reivindicações;
9. Alertar para futuros trabalhos;
10. Autenticar dados e classes de fato (constantes físicas, etc.);
11. Identificar publicações originais em que foi discutida uma ideia ou conceito;
12. Identificar publicação original ou outro trabalho que descreve um conceito ou termo (...) contradizendo ideias de outras pessoas (alegações negativas);
13. Disputar reivindicações prioritárias dos outros (homenagem negativa).

Práticas de citação variam entre a ciência em campos mais experimentais, nos campos das ciências sociais e até mesmo dentro de diferentes especialidades. Muito são os pesquisadores que tratam da questão da motivação do ato de citar; como Bornmann e Daniel

(2008), que trazem um estudo no qual o comportamento dos cientistas quando fazem uso da citação é estudado. Nicolaisen (2007) apresenta um extensivo trabalho contendo uma revisão crítica das teorias que formaram os pressupostos básicos subjacentes às análises de citações. Esses autores trazem à tona a discussão sobre uma teoria da análise de citação. Os fatores que desempenham um papel na decisão de citar também são abordados, mas estes são de natureza subjetiva, envolvendo um aspecto cognitivo particular a cada pesquisador.

Por fim, Borgman e Furner (2002) consideram que a análise de citações é a técnica mais utilizada e estudada no campo da Bibliometria e que com o uso das tecnologias de informação *online* tornou-se sofisticada, tendo, inclusive, contribuído para o desenvolvimento de outras técnicas bibliométricas, como o acoplamento bibliográfico e a análise de cocitação, as quais originaram novas técnicas, como veremos logo em seguida.

4.5 ACOPLAMENTO BIBLIOGRÁFICO

Em 1963, Kessler (1963) propõe o primeiro estudo de coocorrência entre referências citadas denominado de acoplamento bibliográfico (*bibliographic coupling*). O método que Kessler propôs define essa analise como quando dois documentos compartilham em sua lista de referência uma ou mais referências a esses dois documentos, que são demoninados de documentos acoplados: a relação que é estabelecida entre eles é a de acoplamento bibliográfico. A lista de referência é tomada como sendo “[...] ferramenta que os autores usam para divulgar a formação intelectual do seu trabalho [...]” (BELLIS, 2009, p. 156, tradução nossa).

Quanto maior a força de acoplamento bibliográfico, maior a evidência do compartilhamento de algum aspecto teórico/empírico ou então como um indicador de proximidade cognitiva (BELLIS, 2009).

Em 2008, Zhao e Strotmann propuseram uma nova modalidade de acoplamento bibliográfico, desviando a unidade de análise que era o *documento* para o *autor*. Desse modo, surge a análise de acoplamento bibliográfico de autor (*author bibliographic coupling analysis*) que é assim definida: quando dois autores citam o mesmo autor, estabelece-se a relação de acoplamento bibliográfico de autor (guardando o mesmo percurso metodológico que Kessler adotou quando do acoplamento bibliográfico de documento). Contudo, há uma

diferença entre as duas modalidades de acoplamento bibliográfico: o acoplamento bibliográfico de autor reflete uma relação dinâmica, visto que um ou os dois autores podem continuar a publicar e a ser citados com outros autores, enquanto o acoplamento bibliográfico de documentos apresenta relação estática entre dois documentos (MA, 2012).

Recentemente, outra modalidade foi desenvolvida e apresentada por Soós (2013), que a denominou acoplamento bibliográfico sensível ao ano (*age-sensitive bibliographic coupling*/ASBC), sendo aplicado à história moderna da Biociência, precisamente no discurso interdisciplinar chamado de *Species Problem*. Por ano entende o ano de publicação, ou seja, o ano das referências citadas. O autor chama atenção para o fato de que ASBC poderá se tornar uma ferramenta útil para a pesquisa bibliométrica a fim de auxiliar o historiador da ciência nos discursos científicos complexos, uma vez que ASBC constitui num processo para determinar a dinâmica ou padrões de pesquisa na história da ciência.

4.6 ANÁLISE DE COCITAÇÃO

Os estudos pioneiros que buscavam identificar a estrutura intelectual das publicações tiveram início na década de 1970, com Small (USA) e Marshakova (URSS). De forma independente, estes dois autores propuseram um método para examinar a frequência de pares de referências, ou citações, em outros documentos, o que chamaram de análise de cocitação (SPINAK, 1996; GLÄNZEL, 2003; MARSHAKOVA-SHAIKEVICH, 2005; MORRIS, MARTENS, 2008). Contudo, foi Small (1973) o grande protagonista deste novo método, ao traçar um panorama metodológico da técnica, que logo foi empregada em vários estudos científicos e vêm sendo utilizada até os dias atuais.

Para Small (1973, p. 266, tradução nossa), a cocitação representa “a frequência com que dois itens ou a literatura mais antiga são citados conjuntamente na literatura mais recente”. De acordo com Morris e Martens (2008, p. 272, tradução nossa), a “[...] cocitação foi originalmente aplicada ao mapeamento de especialidades por Small e Griffith (1974) e por Griffith, Small, Stonehill e Dey (1974).”. Os autores sinalizam ainda que “O método foi desenvolvido e aplicado por Small [...] tanto para estudos de especialidades como também para produzir mapas de campos da ciência.”.

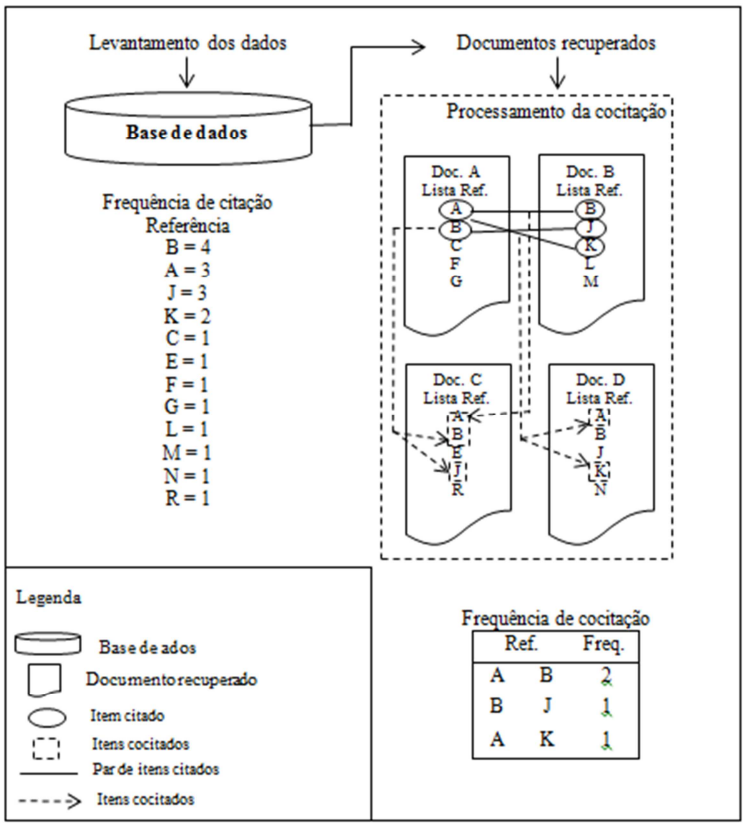
Desse modo, a análise de cocitação fornece subsídios relacionais entre documentos citados conjuntamente, permitindo identificar e inferir sobre a estrutura intelectual de um campo, ou seja, sobre suas correntes de pensamentos e seus expoentes centrais assim como seus paradigmas e/ou temas principais (SMALL, 1980, 1999; McCAIN, 1990; BAYER; SMART; McLAUGHLIN, 1990).

A análise de cocitação permite organizar a informação extraída da citação em uma estrutura visual que permite a visualização dessa informação, evidenciando suas relações subjacentes, ou seja, interconexões que não estão explicitas. Com os recursos informáticos, sobretudo os *softwares* bibliométricos e estatísticos, a visualização da informação é um aspecto que vem corroborando e sofisticando as análises de cocitação, fazendo surgir um novo campo de estudo, o da visualização da informação, como vermos mais adiante.

Bayer, Smart e Mclaughlin (1990, p. 444, tradução nossa) consideram a análise de cocitação como sendo a mais relevante técnica para "[...] discernir a estrutura intelectual da ciência [...]". Braam et al. (1991, p. 203, tradução nossa) também reconhecem a análise de cocitação como uma das principais técnicas do campo e que auxilia no entendimento da estrutura e da dinâmica da ciência.

A Figura 16 apresenta um modelo hipotético no qual podemos visualizar o procedimento da análise de cocitação.

Figura 16 – Processamento da cocitação



O modelo fictício apresenta quatro documentos que estão inseridos em um domínio do conhecimento e indexados numa base de dados bibliográfica. Temos, então, "*Doc. A*", "*Doc. B*", "*Doc. C*" e "*Doc. D*" constituindo o conjunto de documentos citantes. Esses documentos possuem suas respectivas listas de referências nas quais os itens (documentos citados) estão identificados por letras maiúsculas. Observando essas listas de referência e tomando, por exemplo, o "*Doc. A*", este cita as referências A, B, C, F e G, logo as referências A, B, C, F e G são citadas pelo "*Doc. A*". O "*Doc. B*" cita B, J, K, L e M logo B, J, K, L e M são citados pelo "*Doc. B*". O mesmo raciocínio pode aplicar aos "*Doc. C*" e "*Doc. D*". Estes exemplos ilustram a modalidade de citação direta. Mas no "*Doc. A*" há o caso especifico de cocitação quando o "*Doc. A*" se autocita.

Verificando a frequência de um só item[58] citado, pela ótica da análise de citação, que é um passo importante em estudos de cocitação e, para von Ungern-Sternberg (1995, *online*), constitui-se como a base para os estudos de cocitação e de acoplamento bibliográfico também. Assim, temos que o item B obteve a maior frequência de citação, ou seja, foi o mais citado,

[58] Item se refere a documento, autor ou periódico que tenha sido citado ou cocitado.

seguido por A, J e K. Vale lembrar que o método de análise de citação consiste na análise simples de frequência de vezes que o item aparece citado em outros itens, ou seja, tem sua base matemática na contagem do número de vezes que um determinado item é citado.

Na análise de cocitação, como dito anteriormente, a contagem da frequência é efetuada a partir dos pares de itens que aparecem cocitados. Desse modo, essa técnica verifica a ocorrência dos itens que constam simultaneamente na lista de referência de todos os documentos que compõem a amostra/população estudada.

Podemos dizer, assim, que a análise de cocitação tem por meta identificar a frequência absoluta com que dois itens são citados simultaneamente por um terceiro documento. Quanto maior for essa frequência de cocitação, maior a força de cocitação que poderá ser mensurada por um coeficiente de similaridade, a fim de mensurar esta força de concitação, como por exemplo, o produto-momento de Pearson (McCAIN, 1990).

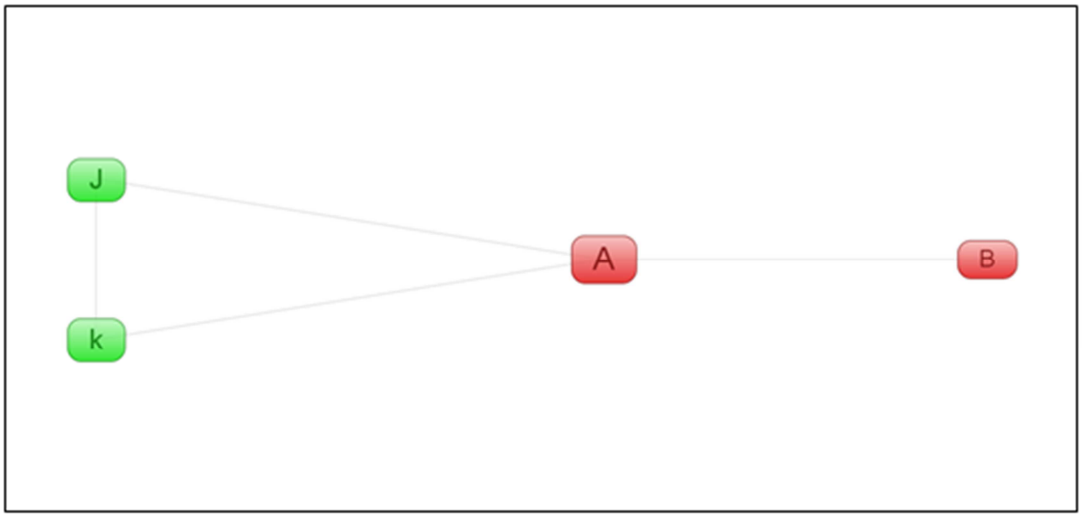
Voltando ao modelo hipotético da figura 16, temos os itens A, B, J e K como os mais citados individualmente no contexto do domínio do conhecimento analisado. Estes, por sua vez, vão compor as unidades da amostra, que serão a base do estudo de cocitação, tendo como critério para seleção dos itens a frequência do item citado. Examina-se a frequência com que os itens A, B, J e K foram cocitados, e, neste caso, o elemento norteador para a associação entres os itens é a sua frequência de cocitação, que, por sua vez, irá gerar a *matriz de dados brutos* (NxN). A matriz contém os dados brutos da frequência de cocitação e se converte em uma matriz de valores de proximidade ou semelhança, ou então comumente chamada *matriz de similaridade*, que tem por função normalizar os dados com base em um coeficiente (SMALL; GRIFFITH, 1974). Esta medida de similaridade indica a força de cocitação relativa entre os itens cocitados, isto é, a semelhança existente entre eles. Uma das vantagens apontadas por McCain (1990) no processo de conversão das matrizes é a possibilidade de comparação de perfis de itens cocitados, e não apenas a contagem das frequências com que um item é cocitado.

Um dos coeficientes utilizados para conversão da matriz de dados brutos em matriz de similaridade é o coeficiente de correlação de Pearson (r), que funciona como uma medida de semelhança (McCAIN, 1991; McCAIN, 1995; WHITE; McCAIN, 1998; MARION; McCAIN, 2001), muito embora a literatura apresente outros como cosseno de Salton, índice de Jaccard (WHITE, 2003; LEYDESDORFF, 2008) ou força de associação (VAN ECK; WALTMAN, 2010). Esta matriz se constitui na fonte de dados para a análise multivariada

(*multivariate analysis*) dos itens cocitados, como também serve para elaborar a visualização da informação.

Por meio dessas matrizes são realizadas todas as análises de cocitação e pode-se elaborar um mapa bibliométrico, tal como exemplificado na figura 16, confeccionado a partir dos dados da Figura 17.

Figura 17 – Mapa bibliométrico de cocitação



Fonte: Dados da pesquisa.
*Mapa bibliométrico de cocitação.

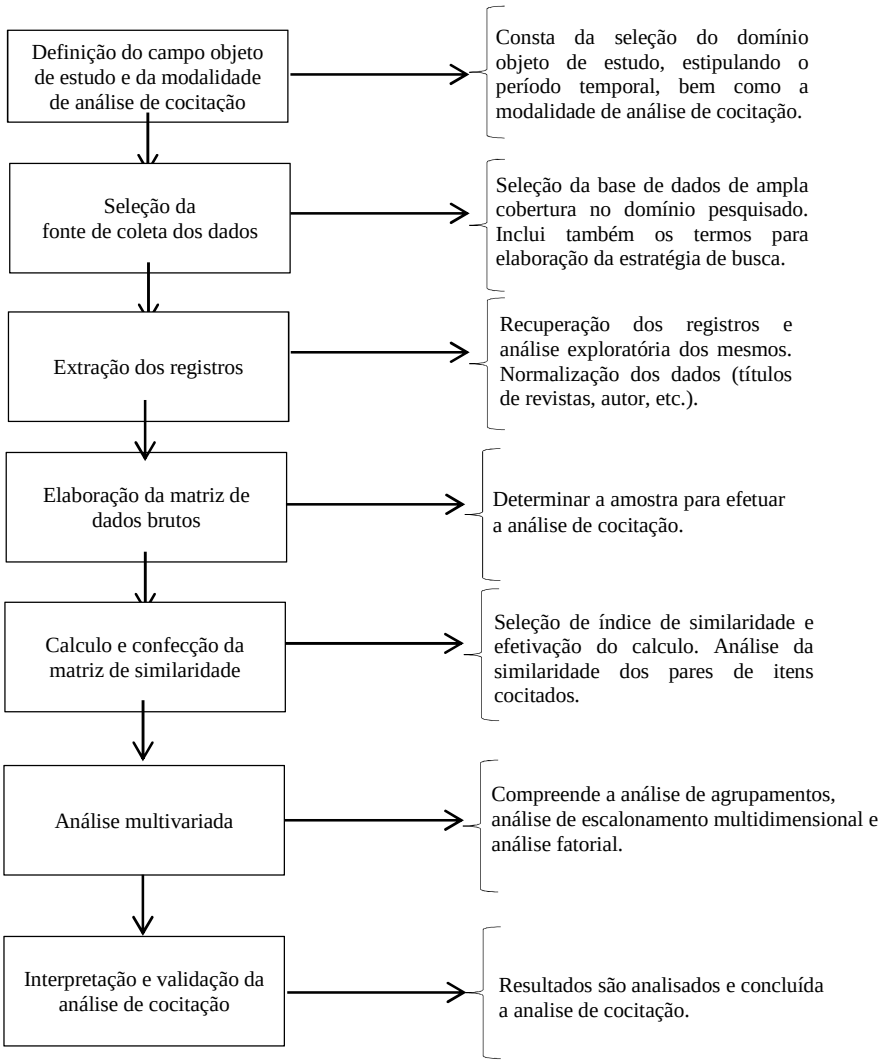
O mapa fornece informação precisa do modelo exposto na figura 18 onde os itens aparecem relacionados com base na densidade de cocitação: os itens A e B com maior nível, seguido pelos itens J e K. Estes itens, a partir de um critério de similaridade (*similarity*), formaram dois agrupamentos de cocitação, designados por cores distintas, o verde e o vermelho. Isso significa que os itens pertencentes aos respectivos agrupamentos estão unidos pela similaridade existente entre eles, do que resulta a estrutura intelectual do campo fictício[59]. Observa-se também que o item A une os dois agrupamentos e os itens J e K são adjacentes (vizinhos). A estrutura apresentada na figura 17 é similar a um grafo[60] de rede. Assim, cada item seria um nó e as relações entre eles representam uma aresta entre estes dois nós.

[59] Na metodologia há mais detalhes do algoritmo usado pelo VOSviewer quando do processamento do agrupamento.
[60] Grafo entendido como sendo um conjunto de pontos ligados por um conjunto de arestas.

McCain (1990) lançou os procedimentos metodológicos para efetuar uma análise de cocitação de autor que vem sendo utilizada como base para os demais estudos de cocitação e que formam a base para o modelo hipotético apresentado na Figura 18.

Sumariando as etapas apresentamos a Figura 18 com as etapas do processamento da análise de cocitação, podendo-se aplicar em qualquer modalidade de análise.

Figura 18 – Etapa do processamento da análise de cocitação



Small (1973), no seu primeiro estudo de cocitação desenvolvido no campo da física de partículas (*particles physics*), chama atenção para a formação de agrupamentos (*clusters*), resultantes da similaridade entre os documentos cocitados. Desse modo, segundo o autor, é possível mapear as especialidades subjacentes de um determinado campo científico, uma vez que a cocitação permite identificar conjuntos ou grupos que interagem mais fortemente entre

si (SMALL; GRIFFITH, 1974, p. 17). Esta premissa reforça a relação de similaridade de conteúdo entre os documentos, autores ou periódicos cocitados, conforme a tipologia de análise de cocitação empregada.

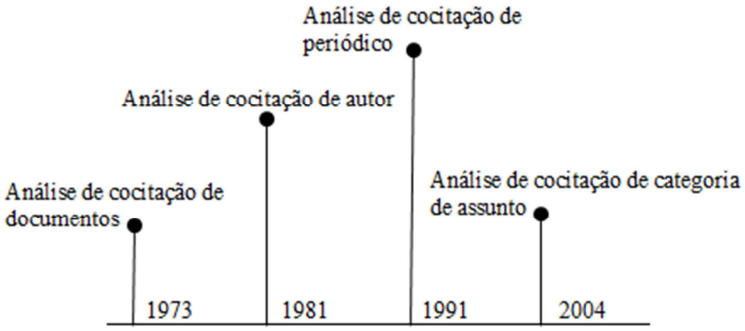
Small e Griffith (1974, p. 17, tradução) consideram a ciência como um mosaico de especialidades e os membros da comunidade cientificam tem "[...] noções intuitivas sobre as subdivisões de seus campos [...]", os quais, por sua vez, formam esse grande mosaico. A análise de cocitação pode propiciar, então, um exame desse mosaico, identificando as especialidades subjacentes, uma vez que a "[...] técnica, abre o caminho para uma exploração sistemática de toda a estrutura da especialidade da ciência, incluindo tanto a estrutura interna das especialidades quanto sua relação entre si.". Em síntese, procura-se analisar a estrutura intelectual de um campo por meio dos documentos que foram cocitados.

Estudos que examinam a estrutura e o fluxo do progresso científico foram iniciados na década de 1960. O estudo desenvolvido por Garfield (1964), por exemplo, aplicou a técnica de rede de citação, utilizando o *Science Citation Index*, examinando a totalidade das relações entre as citações no campo da Genética descrevendo a trajetória histórica deste campo. Em outro estudo, Price (1965) identificou a frente de pesquisa, utilizando as citações em artigos. Iniciava-se, assim, uma série de estudos com enfoque no mapeamento da literatura científica. Contudo, é com o advento dos estudos de análise de cocitação, preconizado por Small, que essas estruturas são detectadas, sinalizando percepções antes não visíveis. Para Benckendorff e Zehrer (2013, p. 127, tradução nossa) "A análise de cocitação provou ser uma técnica empírica útil para descrever a estrutura intelectual de disciplinas [...]".

4.6.1 Tipologia de análise de cocitação

Com o avanço dos estudos de análise de citações, outras modalidades foram surgindo tendo na citação sua unidade de medida; a primeira delas foi o acoplamento bibliográfico. Na Figura 19 é apresentada a cronologia desses estudos.

Figura 19 – Linha do tempo da análise de cocitação



As tipologias de análise de cocitação (Figura 20) existentes atualmente seguem o mesmo princípio metodológico traçado por Small (1973), ou seja, buscam a similaridade existente entre diferentes documentos a partir deles próprios ou de algumas de suas variáveis ou unidades constituintes. Assim temos: a análise de cocitação de documentos (*document co-citation analysis*/DCA), análise de cocitação de autor (*author co-citation analysis*/ACA) e análise de cocitação de periódicos (*journal co-citation analysis*/JCA)[61], além de, mais recentemente, análise de cocitação de categorias de assuntos (*subject categories co-citation analysis*), proposta pelo grupo SCImago[62], formado por pesquisadores de universidades da Espanha, entre elas a Universidade de Granada, e liderado pelo professor Félix Moya-Anegón (BELLIS, 2009).

4.6.1.1 *A análise de cocitação de documentos*

Idealizada por Small e por Marshakova, em 1973, de forma independente e a partir de estudos no campo da física, a DCA foi o primeiro conceito de análise de cocitação. Assim, esses dois autores definiram que, para que ocorra a cocitação, é necessário que dois documentos sejam citados em conjunto por um terceiro documento, gerando, assim, uma conexão entre os documentos.

A análise de cocitação de documentos é a mais completa, visto que o pesquisador tem em mãos o documento por inteiro, isto é, o artigo científico com as principais informações, o

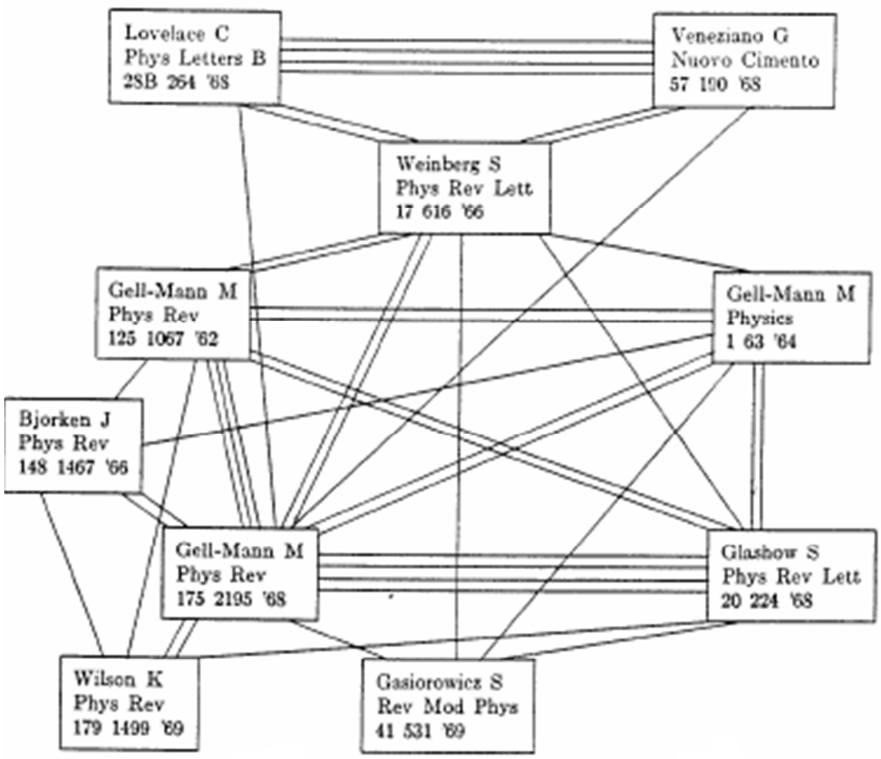
[61] Adotou-se a sigla das tipologias de cocitação em inglês.
[62] O Grupo SCImago tem como escopo a análise, visualização e recuperação de informação científica e desenvolve projeto P&D com destaque para “o atlas da ciência”.

que permite uma visão mais ampla em relação aos demais tipos de cocitação (CHEN; IBEKWE-SANJUAN; HOU, 2010).

A visualização da informação em estudos de cocitação não é uma novidade advinda dos modernos *softwares* bibliométricos. Small, em seu artigo de 1973, já recorria a esse recurso a fim de ilustrar os padrões de relacionamento que encontrou para literatura científica estudada (SMALL, 1973).

A Figura 20 mostra a representação da rede de cocitação de documentos que foi elaborada por Small, em 1973. Os boxes representam os artigos citados, enquanto as linhas que os ligam refletem a densidade de cocitação.

Figura 20 – Mapa de cocitação de documentos, elaborado por Small em 1973



Fonte: SMALL, 1973.

A Figura 20 indica os autores cocitados que detêm a maior força de cocitação como também os pares de autores cocitados de maior frequência. Assim temos, o par Lovelece com Veneziano e outro par formado por Gell-Mann com Glasbow.

4.6.1.2 A análise de cocitação de autor

Oito anos depois que Small e Marshakova propuseram a primeira tipologia para a análise de cocitação, a DCA, White e Griffith, em 1981, examinaram os autores citados, no campo da Biblioteconomia e Ciência da Informação, abrangendo um período de 24 anos (1972-1995). Iniciava-se, assim, uma nova fase de estudos: a análise de cocitação de autor/ACA. A ACA tem como meta identificar os autores centrais e periféricos de um determinado campo, compondo, assim, sua estrutura intelectual (McCAIN, 1990).

A ACA tem como unidade de análise o autor, levando em consideração apenas o primeiro autor. Assim, são computadas as frequências de qualquer trabalho dos autores que aparecem citados em conjunto. Para Bayer, Smart e Mclaughlin. (1990), a frequência de cocitação de autores indica alguma relação entre os mesmos. Os autores apontam ainda algumas razões para a cocitação, como por exemplo, a contribuição para o desenvolvimento do campo ou, então, como pontos para questionamento teórico quer em concordância, quer em discordância[63]. Assim, quanto maior for a frequência de trabalhos que compartilham os pares de autores, mais próxima será a relação entre esses autores, podendo, assim, verificar a estrutura intelectual de um campo (WHITE; GRIFFITH, 1981). Eom (*on-line*, tradução nossa) ressalta que a "ACA é o principal método bibliométrico para estabelecer relações entre autores em um campo acadêmico e, assim, identificar suas subespecialidades e como intimamente cada subgrupo está relacionado com outros subgrupos".

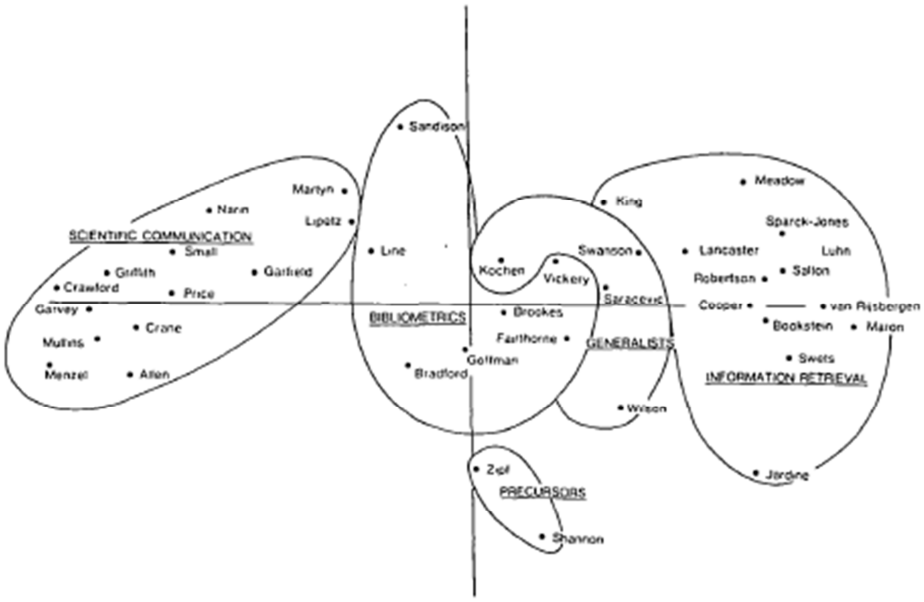
Em ACA procura identificar autores com padrões de similaridade que podem se expressar por aspectos teóricos e/ou metodológicos em suas publicações, identificando a estrutura intelectual de um campo. Essa estrutura, identificada pela intensidade com que os pares de autores são cocitados, é mensurada por uma métrica, como o coeficiente de correlação de Pearson, que, segundo McCain (1990), predomina nos estudos de ACA, como também nas demais tipologias de análise de cocitação. Para Chen, Ibekwe-Sanjuan e Hou (2010, p. 1387, tradução nossa), a "ACA tem como objetivo identificar as especialidades subjacentes a um campo em termos de grupos de autores que foram citados juntos na literatura relevante. Um estudo ACA normalmente concentra-se em uma rede de autores citados conectados por links de cocitação".

[63] Razões estas que contribuiram para o entendimento da estrutura intelectual e cognitiva do campo

A figura 22 mostra o mapa elaborado pela técnica de análise de escalonamento multidimensional (MDS) no qual White e Griffith (1981) destacam os agrupamentos de autores representados num espaço bidimensional.

Na Figura 21 é apresentado um exemplo de mapa local elaborado por White e Griffith (1981) quando estudaram os autores da Ciência da Informação pela técnica, recém-lançada por esses autores, de análise de cocitação de autor. Pelo estudo do mapa, White e Griffith chegaram a identificar cinco agrupamentos (*clustering*), nos quais os autores foram reunidos segundo suas afinidades temáticas, sendo estas: comunicação científica, bibliometria, recuperação de informação, temáticas generalistas e precursores. Klavans e Boyack (2011) consideram esse estudo como o mais adiantado, levando em consideração a década de 70 e 80, e utilizando o mapeamento local.

Figura 21 – Mapa perceptual dos autores cocitados



Fonte: WHITE; GRIFFITH. 1981.

O mapa perceptual (Figura 21), proveniente da técnica estatística de análise multivariada de análise de escalonamento multidimensional (*multidimensional scaling*/MDS), permite extrair informações a partir das posições dos itens que foram agrupados segundo sua similaridade. Assim, quanto mais próximos os itens, mais semelhantes, e quanto mais distantes, menos semelhantes. Para Börner, Chen e Boyack (2003, p. 199, tradução nossa), o

“MDS tem sido uma das técnicas mais utilizadas para mapeamento em ciência da informação, especialmente para a visualização de documentos”, sendo empregada até os dias atuais.

Para McCain (1998, p. 433, tradução nossa), “Pontos nos agrupamentos podem ser identificados com áreas, especialidades de pesquisa, escolas de pensamento, compartilhando estilos intelectuais ou laços temporais ou geográficos.”. Bayer, Smart e Mclaughlin (1990) chamam a atenção para a força de cocitação, isto é, quanto maior a frequência dos pares cocitados maior será a influência e evolução das ideias de um campo ou especialidade. Segundo Bellis (2009, p. 158, tradução nossa), itens altamente cocitados possibilitam destacar a “[...] estrutura sociocognitiva de uma pesquisa de campo, sua articulação em subáreas e frentes de pesquisa emergentes e suas conexões com outras especialidades [...]”

Vale ressaltar ainda que, em 1990, McCain realizou um estudo que se tornou um referencial para os estudos de ACA, tendo inclusive traçado os procedimentos essenciais a serem adotados numa análise de cocitação que vem sendo seguida até os dias atuais (AHLGREN et al., 2003), estendendo-se as outras modalidades de análise de cocitação. Este estudo abriu, então, uma nova fronteira desses estudos, que está descrita mais à frente.

4.6.1.3 A análise de cocitação de periódicos

Em 1991, uma nova tipologia de cocitação foi proposta por Katherine W. McCain (McCAIN, 1991) que a chamou de análise de cocitação de periódicos (*journal co-citation analysis*/JCA). McCain tomou como modelo a análise de cocitação de autor, na qual pode-se identificar quais são os autores centrais e os periféricos em uma especialidade ou campo científico. O procedimento adotado foi a substituição da unidade de análise de autores para periódicos, propondo, então, examinar a organização da literatura de um respectivo campo. O processamento fora o mesmo descrito para a ACA (McCAIN, 1990), isto é, a cocitação de periódicos ocorre quando dois títulos são cocitados por um artigo posterior. Quanto maior for a frequência de cocitação, maior será a visibilidade dos periódicos cocitados, permitindo, assim, identificar a base da estrutura intelectual.

Vale ressaltar que, em 1998, em um artigo de McCain, a autora apresentou os procedimentos que deveriam ser adotados quando da análise de cocitação de autor, tornando-se referência nos estudos de cocitação (GUARDO; HARRIGAN, 2012; HU et al., 2011)

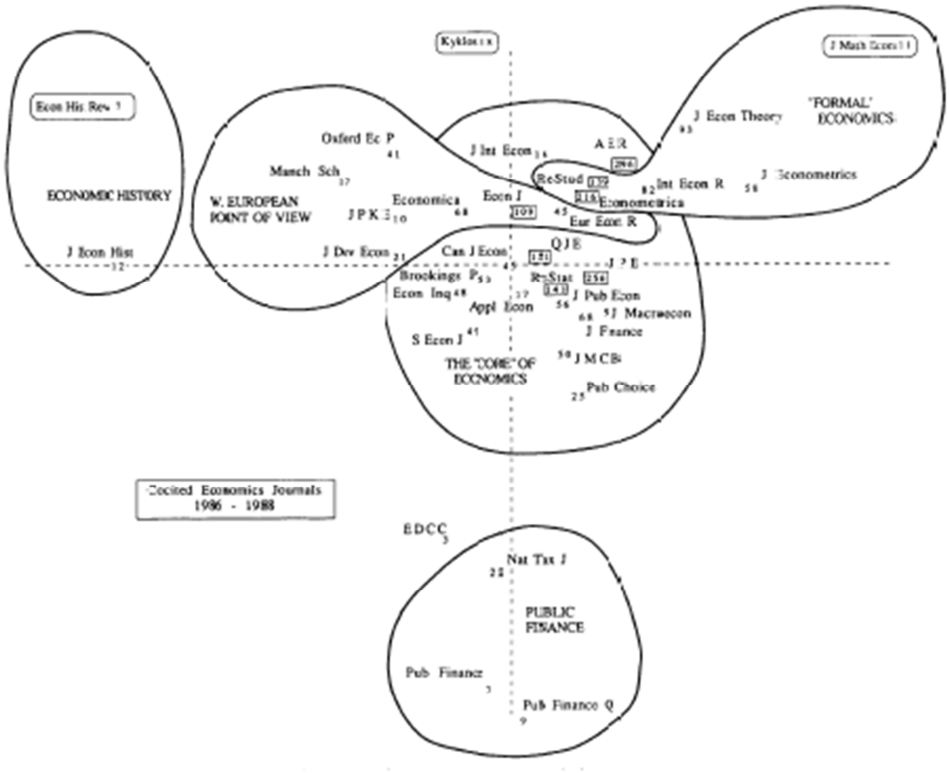
Para McCain (1991), autores podem ser distinguidos por seus campos de atuação, assim como os periódicos, que podem ser muito genéricos. Neste caso, os periódicos categorizados podem ser considerados como multidisciplinars (são aqueles que têm uma ampla cobertura científica em várias especialidades) ou os específicos (voltados a uma única especialidade ou especialidades afins).

Incialmente a análise de cocitação de periódicos foi aplicada ao domínio da Economia pela própria McCain que desenvolveu uma pesquisa exploratória e descritiva, usando os procedimentos, já descritos, em uma análise de cocitação. Analisando 35 grandes listas de periódicos em Economia, entre 1986 e 1988, a JCA mostrou altas taxas de cocitação para um grupo de periódicos, o que revelou a visibilidade e prestígio dos periódicos. Tal constatação ajuda a inferir sobre a estrutura temática do campo, já que os periódicos são importantes meios de transferência da informação científica, comunicação e registro. A esse respeito, ressalta Packer (2011, p. 30) que os periódicos têm o papel de divulgar os resultados das pesquisas originais, acrescentando ainda que “O caráter científico dos periódicos advém dos artigos denominados originais, que comunicam resultados de pesquisa inédita e são aceitos para publicação após processo de revisão por pares e em consonância com suas políticas editoriais.”, o que vem a reforçar os periódicos como unidade de análise na análise de cocitação.

Em seu artigo, McCain (1991) pontua também que o método corrobora a formação e o desenvolvimento de coleções de periódicos de uma biblioteca, visto que ele colabora na identificação de títulos centrais de um tema ou de um campo, assim como as relações, inter ou multidisciplinares, estabelecidas entre eles. A JCA pode, então, ser uma importante ferramenta para o trabalho de gestão e planejamento de um bibliotecário no que tange ao gerenciamento das coleções de períodos.

Seguindo o mesmo procedimento de White e Griffith (1981), a Figura 22 mostra o mapa perceptual de cocitação de periódicos apresentado por McCain (1991) para o campo da Economia, onde são destacados os agrupamentos num espaço bidimensional.

Figura 22 – Mapa perceptual dos periódicos cocitados em Economia (1986-1988)



Fonte: McCAIN, 1991.

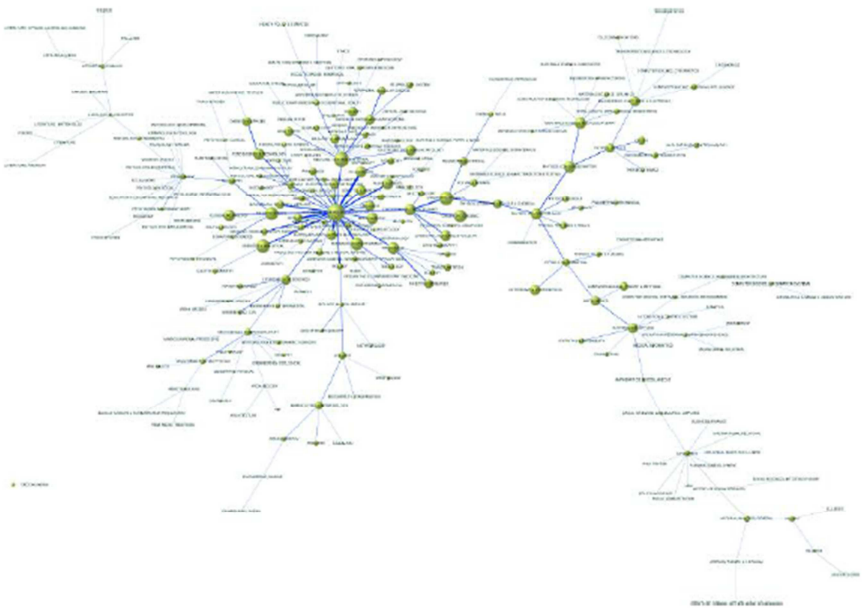
O mapa perceptual dos periódicos cocitados em Economia, compreendeu o período de 1986 a 1988 (Figura 22). Este foi o primeiro estudo empregando a técnica de análise de cocitação de periódicos, no qual MaCain (1991) identificou o núcleo e a periferia de especialidades da Economia. Pela visualização do mapa perceptual, podemos identificar o posicionamento dos periódicos com uma grande concentração no centro do mapa, onde a correlação entre eles é maior, isto é, onde há similaridade de temáticas. Os 35 títulos cocitados formaram cinco agrupamentos (*clusters*), sendo que os periódicos considerados núcleo estão no agrupamento central, onde estão os periódicos mais proeminentes em Economia. MaCain (1998) também desenvolveu estudo de cocitação de revista na área de Redes Neurais, com 36 revistas, e o resultado foi bastante promissor, demonstrando a natureza multidisciplinar da pesquisa nesta área.

4.6.1.4 A análise de cocitação de categorias de assuntos

No artigo intitulado *Visualización y análisis de la estructura científica española: ISI Web of science 1990–2005*, Moya-Anegón et al. (2004) propuseram uma nova modalidade de cocitação, tendo como unidade de medida as categorias de assuntos do ISI - cocitação de categorias ISI. A proposta teve por objetivo analisar o domínio científico na produção espanhola, tendo como fonte de dados a *Web of Science*. Os autores recuperaram todos os registros da produção científica espanhola correspondente ao período de 1990 a 2005, totalizando 370.047 documentos fontes, dos quais 7.585 foi de periódicos, classificados em 241 categorias de assuntos ISI.

Moya-Anegón et al. consideram como unidade de análise e de representação as categorias de assuntos do ISI e como unidade de medida a cocitação. Os resultados apresentaram um mapa bibliométrico que os autores denominaram *cienciograma* (Figura 23), em formato de neurônio, contendo um núcleo central e dendritos que partem dele em número uniforme. Os autores introduziram também o conceito de "coluna vertebral" do domínio, compreendendo a categoria de assunto de maior centralidade, podendo ser mais de uma. Neste caso, os domínios científicos da Espanha compreendem três grandes campos, Biomedicina, Ciência dos Materiais, e Agricultura e Ciência dos Solos.

Figura 23 – Cienciograma da produção científica espanhola (1990-2005)



Fonte: MOYA-ANEGÓN et al., 2004.

Analisar toda a estrutura da produção cientifica espanhola foi possível porque o trabalho utilizou o algoritmo *Pathfinder* e, assim, pôde detectar a espinha dorsal de uma rede (BÖRNER; SANYAL; VESPIGNANI, 2007). Rede *Pathfinder* "[...] é uma técnica de modelagem estrutural e processual, que extrai padrões em dados de proximidade subjacente e representa estes espacialmente em uma classe de redes chamadas redes Pathfinder (PFnets) [...]." (BÖRNER; CHEN; BOYACK, 2003, p. 201, tradução nossa). O algoritmo *Pathfinder* vem sendo usado pelo *SCImago Research Group* na elaboração de mapas da ciência.

4.6.1.5 Coocorrência de palavras

Embora não seja uma modalidade de análise de cocitação, a análise de coocorrência de palavras/ACP (co-word *analysis/CWA)* tem importância no mapeamento da ciência e segue o mesmo princípio de coocorrência adotada nas análises de coocorrências, propostas por Small, em 1974. Para He (1999, p. 137, tradução nossa), "[...] a análise de co-palavra é um método promissor para a descoberta de associações entre áreas de pesquisa em ciência e para revelar vínculos significativos que podem ser difíceis de detectar.".

A técnica de análise de coocorrência de palavras (co-palavra) foi desenvolvida nos anos 80 (século XX) na França no Centre de Sociologie de I'Innovation de l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris e no CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique) (HE, 1999). Segundo Leydesdorff e Welbers (2006, tradução nossa), coube a Callon, Courtial e Laville o desenvolvimento dos mapas de co-palavras a fim de analisar as relações de natureza semântica tanto na literatura cientifica como na tecnológica.

A co-palavra tem como base a coocorrência de palavras-chave como principal variável para descrever o conteúdo dos documentos (CALLON; COURTIAL; LAVILLE, 1991), uma vez que "as palavras-chave indicam que são os assuntos relevantes em determinado setor de pesquisa em dado momento" (LE COADIC, 2004, p. 65). Todavia, podemos utilizar palavras do título ou do próprio texto, o que dá maior amplitude a essa técnica, uma vez que traduzem conceitos científicos, ideias e conhecimento (DING; CHOWDHURY; SCHUBERT, 2001).

A palavra-chave representa o conteúdo ou tema do texto analisado (BORBA; VAN DER LAN; CHINI, 2012, p. 27), sendo o próprio autor do documento que as confere livremente. A palavra-chave condensa e descreve o conteúdo do trabalho, sendo para Borba,

Van Der Lan e Chini (2012), ao mesmo tempo elemento que representa e que recupera a informação, fornecendo ao leitor uma visão, embora rápida, da substância do item, o que poderá despertar ou não o interesse pela leitura do documento na íntegra, visto que "A palavra, nesse contexto, é uma chave comutadora de significados entre o texto e um leitor que o necessita" (FUJITA, 2004, p. 258).

Falamos, então, em coocorrência de pares de palavras, e quanto maior for a frequência desses pares, maior a associação, indicando ligação de natureza *cognitiva* entre os documentos nos quais essas palavras estão inseridas. Conforme Hjørland ([200--], *online*, tradução nossa), "Análise de coocorrência de palavra é uma técnica bibliométrica usada para criar mapa da ciência e questões relacionadas.". Para Ho (1999, p. 134, tradução nossa) "[...] é uma técnica de análise de conteúdo que usa padrões de coocorrência de pares de itens (ou seja, palavras ou frases nominais) em um corpus de textos para identificar as relações entre as ideias dentro do assunto [...]". Le Coadic (2007), ao discutir a *matemática da informação*, traduz o procedimento dessa técnica como o levantamento das palavras, atribuindo sua frequência absoluta para depois proceder ao cálculo da coocorrência de duas palavras mediante atribuição e um índice de equivalência[64], procedimento análogo ao de cocitação.

Mapeando por um período de tempo pré-determinado os conteúdos de um *corpus* da literatura científica por meio da co-palavra, podemos, então, visualizar o estágio de desenvolvimento das pesquisas de um determinado campo, identificando temas com altas demandas de pesquisas e os emergentes, bem como aqueles que estão em decréscimo de interesse por parte dos pesquisadores. Contudo, a dinâmica de um campo pode apresentar mudança nas terminologias e certamente a presença de peritos para normalizar as palavras-chave é de grande relevância nessa técnica. A demanda por especialista é também levantada por Borba, Van der Lan e Chini (2012, p. 29), "Atualmente, as palavras-chave atribuídas pelos autores nos artigos científicos têm, cada vez mais, se afastado do léxico geral, aproximando-se, assim, da terminologia empregada pelos especialistas.".

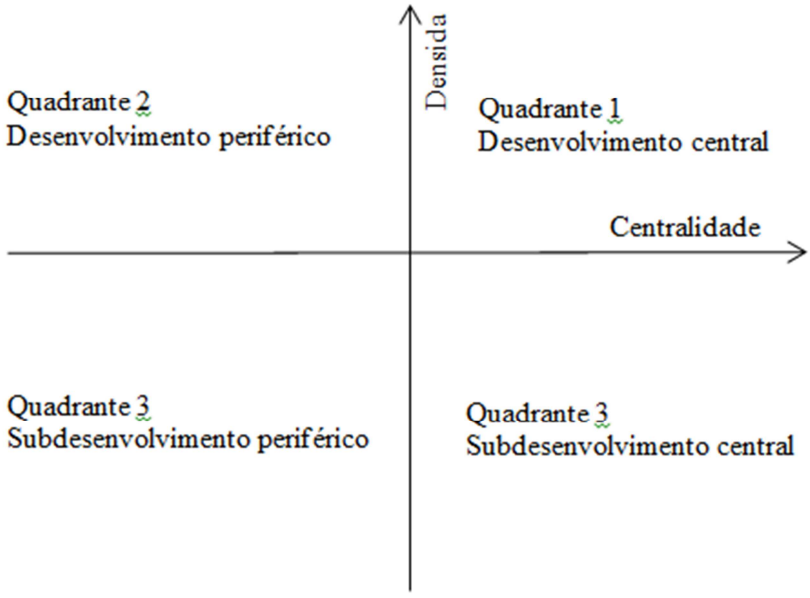
O procedimento é semelhante à técnica de cocitação, ou seja, seleção e contagem dos termos de ocorrência, elaboração da matriz de ocorrência de palavras-chave na qual temos a frequência para cada palavra, e, sem seguida, elabora-se, como base na primeira matriz simétrica, a matriz de coocorrência. Esta pode ser denominada matriz de similaridade ou de agrupamentos dos termos (NA; WU, 2011; HE, 1999), a diferença estando na mensuração da

[64] A descrição do índice de equivalência encontra-se no capitulo de método.

associação entre os termos: enquanto a análise de cocitação utiliza o coeficiente de correlação de Pearson, em co-palavras é comumente empregado o índice de equivalência (CALLON; COURTIAL; LAVILLE, 1991), uma medida da intensidade entre as co-palavras, tendo como resultados valores entre 0 e 1, indicando a intensidade de associação entre as palavras, quanto mais próximo de 1 maior associação. Todavia, é pertinente destacar que a análise multivariada, empregando as mesas técnicas, análise fatorial, analise de agrupamento e análise de escalonamento multidimensional, pode ser também aplicada em co-palavra.

Com a matriz de equivalência calculada, o passo seguinte é efetuar a análise de agrupamento, na qual se procura por subgrupos de palavras que estão intimamente ligadas entre si e representam esses agrupamentos por meio de um gráfico estratégico (Figura 24). O gráfico é divido em quatro quadrantes e a leitura no sentido anti-horário, no qual podemos analisar o desenvolvimento de um campo ou de uma especialidade, por meio de palavras consideradas chaves, que representam os temas de pesquisas desenvolvidos pela comunidade científica.

Figura 24 – Gráfico estratégico



Fonte: Adaptado de CALLON, COURTIAL; LAVILLE, 1991.

Conforme observamos na figura 24, há dois índices: *centralidade*, que “[...] mede a força dos laços externos para outros temas. Podemos entender esse parâmetro como uma

medida da importância de um tema no desenvolvimento de todo o campo analisado." (CAHLIK, 2000, p. 375, tradução nossa), e *densidade*, que "[...] mede a força dos laços internos entre todas as palavras-chave que descrevem o tema da pesquisa. Podemos entender esse parâmetro como uma medida do desenvolvimento do tema." (CAHLIK. 2000, p. 375, tradução nossa). Assim, cada agrupamento é localizado nos quadrantes, no diagrama estratégico, e passa a ser caracterizado com bases nesses índices. Cada quadrante tem um significado peculiar: no 1º localiza os temas-núcleo, estratégicos para os pesquisadores e que, de certa forma, estão ligados aos demais agrupamentos; no 2º temos os temas que não gozam da característica de serem estratégicos, mas são considerados temas centras; no 3º quadrante, estão os temas de pesquisas que estão na periferia, gozando de pouco desenvolvimento; e no 4º e último quadrante, os temas centrais mas subdesenvolvidos e dos quais podemos inferir são de importância marginal para o campo.

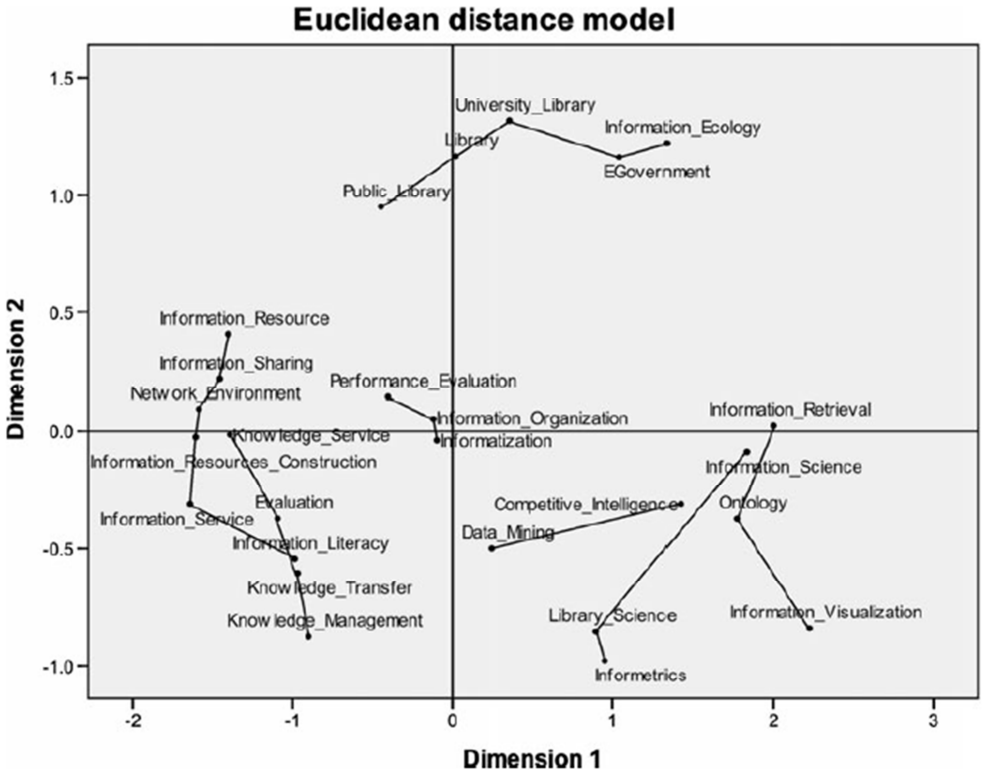
O diagrama estratégico não é, contudo, a única forma de representar a visualização da informação em co-palavra. Num estudo realizado por Yang, Wu e Cui. (2012) são apresentados, além do gráfico estratégico, outros como análise de redes sociais e de agrupamento. Para os autores os métodos de visualização apresentam vantagens e desvantagens, resultando "[...] expressividade diferente por causa dos seus diferentes princípios e características." (YANG; WU; CUI, 2012, p. 668, tradução nossa), entretanto, eles se complementam.

Estudos de grande magnitude, como o realizado por Hu et al. (2013), que desenvolveram uma análise de co-palavra a fim de revelar a estrutura intelectual da Biblioteconomia e Ciência da Informação (*Library and Information Science*/LIS) na China, no período de 2008-2012. Os autores não utilizam o índice de equivalência, mas o do coeficiente de correlação de Person, a fim de mesurar a associação entre os termos. Eles também utilizaram a análise multivariada e análise de redes sociais também foram aplicadas.

O mapa apresentado na Figura 25 é perceptível como resultado da aplicação da técnica de escalonamento multidimensional (MDS), elaborado com o SPSS, versão 19.0, a mesma aplicada por White e Griffith (1981) e McCain (1991). Esclarecem Hu et al. que, na parte superior do mapa, estão localizados os temas ligados à Biblioteconomia e, na parte inferior, aqueles da Ciência da Informação. Observam ainda os autores que "A maioria das palavras-chave que pertencem aos dois grandes conjuntos de tópicos estão concentradas no terceiro quadrante, demonstrando ênfases de pesquisa LIS na China, incluindo Serviço de Informação,

Recuperação da Informação, Gestão do Conhecimento, Compartilhamento de Informações e Mediação da Informação. A curta distância entre esses dois grupos também demonstra a alta correlação entre os tópicos" (HU et al., 2013, p. 378, tradução nossa).

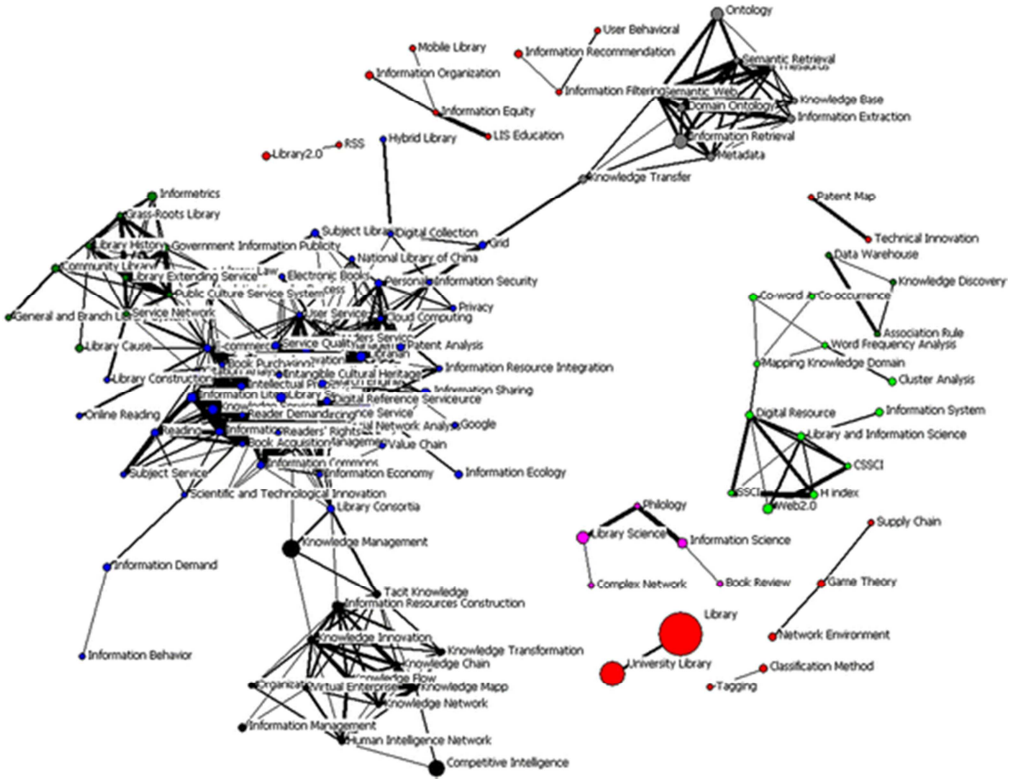
Figura 25 – Mapa bidimensional de tópicos de pesquisa da LIS na China



Fonte: HU et al., 2013.

Na Figura 26, temos a rede de associação, elaborada por meio do Ucinet, versão 6.0, entre as palavras-chave elencadas pelos autores referente à participação da China nas publicações da LIS, no período de 2008 a 2012. As palavras-chave estão reunidas segundo sua correlação (coeficiente de Pearson > 0,6), indicando, então, o tema de pesquisa, e formam alguns grandes aglomerados e outros dispersos.

Figura 26 – Rede de estrutura de palavras-chave em LIS da China (2008-2012)



Fonte: HU et al., 2013.

O estudo apresentado baseou-se em duas técnicas: uma oriunda da análise de redes sociais e outra da análise de co-palavra. Hu et al. (2013) identificaram, então, os principais temas abordados nas publicações chinesas indexadas na LIS, revelando avanços de pesquisa e resultados valiosos.

Quanto à técnica de co-palavras, Cahlik (2000) argumenta que o uso em conjunto desta técnica com a análise de coocorrência tem sido frequente na elaboração de mapas da ciência, uma vez que o resultado de ambas pode constituir-se numa base real para a identificação da estrutura de ciência.

5 METODOLOGIA

Neste capítulo são apresentados detalhes sobre a metodologia que foi adotada para alcançar o objetivo geral deste projeto, que é analisar a literatura publicada e indexada na WoS no período de 1991 a 2010 no campo de pesquisa na área de célula-tronco, a fim de identificar sua estrutura e evolução intelectual.

Assim, mostraremos o conjunto de técnicas bibliométricas que tem na referência dos itens citados sua base de análise. As especificações técnicas aqui descritivas são essenciais para o entendimento das análises que foram apresentadas no capítulo Análise e Discussão dos Dados.

O método empregado neste estudo é de caráter exploratório descritivo, pois busca levantar informações sobre o tema, e de natureza quantitativa, tendo, então, nas técnicas bibliométricas seu maior alicerce e os periódicos citados como unidade de medida para a análise de cocitação de periódicos.

Os procedimentos metodológicos reúnem as etapas para o desenvolvimento da parte empírica da pesquisa, que tem como campo de estudo a ciência brasileira, que é contextualizada a partir dos BRICS. Uma vez que o campo foi definido, passamos à dimensão a ser estudada: a produção científica indexada em bases de dados internacionais. Como nos interessa investigar a estrutura intelectual em um tema emergente e de grande interesse internacional, então, optamos pelo tema células-tronco, no qual o Brasil, como já dito na seção 2, vem liderando as pesquisas entre os países da América do Sul, ocupando posição de destaque no cenário internacional.

Tendo definido, então, o campo e o recorte temático deste estudo, mostramos, a seguir, o detalhamento da coleta dos dados, realizada em outubro de 2013, que incluiu a seleção da base de dados e do protocolo de busca dos registros que compõem a população de estudo, neste caso, todos os artigos de periódicos científicos publicados por instituições brasileiras e também aqueles por instituições dos outros quatro países (China, Índia, Rússia e África do Sul) que formam o grupo de países conhecido como BRICS. Ao final, apresentamos os detalhes do processamento de cada uma das análises realizadas neste estudo.

5.1 A BASE DE DADOS SELECIONADA

A fonte de dados utilizada para a coleta dos dados foi a *Web of Science*, ou WoS, (Thomson/Reuters). A seleção por esta base de dados bibliográfica se deve aos critérios de (a) ampla cobertura (sua característica disciplinar cobre todas as áreas do conhecimento cientifico), (b) disponibilidade (via Portal de Periódicos da CAPES), (c) constituir-se numa das fontes de dados mais utilizadas nos estudos bibliométricos e (d) facilidade de migrar os dados diretamente para diferentes softwares, inclusive o VOSviewer, que foi utilizado neste estudo.

Para o levantamento dos dados, optou-se por uma busca de ampla cobertura. Neste caso foram utilizados os índices: *Science Citation Index Expanded* (SCI-EXPANDED), *Social Sciences Citation Index* (SSCI), *Arts & Humanities Citation Index* (A&HCI), *Conference Proceedings Citation Index - Science* (CPCI-S) e *Conference Proceedings Citation Index - Social Science & Humanities* (CPCI-SSH). Além desses, foi utilizado também o *Journal Citation Reports* (JCR), a fim de levantar as categorias de assuntos de cada periódico cocitado.

As categorias de assuntos, indicadas para cada título no JCR, tem uma ampla cobertura em todos os campos do conhecimento, sendo revistas periodicamente (MORILLO; BORDONS; GOMEZ, 2003), o que possibilita classificar os periódicos cocitados nas suas respectivas categorias de assuntos, sendo utilizadas aqui aquelas descritas na *Scope Notes* referente a 2012 (THOMSON REUTERS, 2012). É importante destacar que um periódico pode estar classificado em uma só categoria, sendo considerados monotemáticos, ou classificados em até seis categorias de assuntos, os multitemáticos. Para Morillo, Bordons e Gómez (2003), títulos multitemáticos têm uma característica peculiar que é a interdisciplinaridade. Nesta pesquisa, foram identificados quantitativamente estes dois tipos de periódicos, a fim de identificar os títulos mono e multitemáticos.

Uma das limitações apresentadas pela WoS se refere à extração dos registros, já que só é permitido fazer o *download* de 500 registros por cada extração, resultando em mais de um arquivo de dados para os países, sobretudo para o período de 2001 a 2010, quando foi registrado um volume de registro superior a 500, exceto para África do Sul. Outra limitação foi a grafia dos títulos dos periódicos, principalmente quando os registros eram provenientes do Brasil. Neste caso, verificamos mais de uma grafia para o mesmo título de periódico,

como, por exemplo, um na língua nacional e outro em inglês. Para solucionar este problema foi efetuada a normalização, manualmente, consultando o JCR para títulos internacionais, e o próprio *site* do periódico ou a SciELO Brasil (*Scientific Electronic Library Online*)[65] para os nacionais. Quanto aos demais países, a consulta, quando necessária para normalização, foi realizada diretamente no JCR ou no *site* do periódico.

5.2 COLETA DOS DADOS

A coleta dos dados foi realizada na base de dados *Web of Scicence/*WoS da Thomson/Reuters, no mês de outubro de 2013. A seleção do termo para o protocolo de busca tomou como ponto de referência o estudo desenvolvido por Li et al. (2009), o qual analisou a produção científica mundial das pesquisas em células-tronco no período de 1991 a 2006. Tal como no estudo de Li et al., foi utilizado o termo *stem cell*, acrescido do "*", como sendo o tópico de busca; no campo endereço o nome, em inglês, dos países que formam os BRICS, ou seja, Brazil, Russia, India, China e South Africa. Em ano de publicação, foi especificado o período para a busca, ou seja, 1991 a 2000 e 2001 a 2010; e em tipo de documento especificado, a tipologia *artigo*.

Vale ressaltar ainda que o filtro utilizado na estratégia de busca para o termo "stem cell*" inclui título, resumo, palavras-chave e palavras-chave do autor da base de dados selecionada, o que dá ampla cobertura na recuperação dos registros. É importante ressaltar que a expressão de busca "stem cell" tem uma compreensão única e não há nebulosidade ou dúvida na busca.

Como nossa intenção era contextualizar a pesquisa na área de célula-tronco no Brasil entre Brasil e demais países do grupo dos BRICS, o protocolo de busca foi aplicado em três momentos: no primeiro, o levantamento foi realizado para o período de 1991 a 2000; no segundo, para o período de 2001 a 2010; e no terceiro, referente à produção mundial de artigos na área de célula-tronco. O Quadro 8 apresenta o protocolo de busca utilizado para o levantamento de dados na WoS.

[65] Disponível em: <http://www.scielo.br>. Acesso em: 15 mar. 2013.

Quadro 8 – Protocolo de busca para levantamento de dados
na WoS para a área de célula-tronco referente aos BRICS (2001-2010)

Estratégia de busca para os países dos BRICS 1° momento: Levantamento realizado para o período 1991-2000 Tópico: ("stem cell*") AND Endereço:(-) AND Tipos de documento: (Article) Tempo estipulado: 1991-2000 Índices: SCI-EXPANDED, SSCI, A&HCI, CPCI-S, CPCI-SSH. 2° momento: Levantamento realizado para o período 2001-2010 Tópico: ("stem cell*") AND Endereço:(-) AND Tipos de documento: (Article) Tempo estipulado: 1991-2000 Índices: SCI-EXPANDED, SSCI, A&HCI, CPCI-S, CPCI-SSH.
Estratégia de busca para a produção mundial 3° momento: Levantamento realizado, para a produção mundial para o período 1991-2010 Tópico: ("stem cell*") AND Tipos de documento: (Article) Tempo estipulado: 1991-2000 Índices: SCI-EXPANDED, SSCI, A&HCI, CPCI-S, CPCI-SSH. Tópico: ("stem cell*") AND Tipos de documento: (Article) Tempo estipulado: 2001-2010 Índices: SCI-EXPANDED, SSCI, A&HCI, CPCI-S, CPCI-SSH.

Todos os registros foram exportados em formato *.txt, tendo como saída o formato *registro completo*, e *referências citadas* e *texto sem formatação* sendo migrados e armazenados em arquivos específicos para cada país dos BRICS e Mundo, a fim de serem processados nos *softwares* selecionados para análise exploratória dos dados e para análise de cocitação de periódicos.

Para os registros em mais de dois arquivos *.txt, isto é, acima de 500 registros, como foi o caso da China, Brasil, Índia e Rússia para o período de 2001 a 2010, foi utilizado o *software PilotEdit*[66] a fim de unificar todos os registros em um só arquivo.

[66] Disponível em: <http://www.pilotedit.com>.

5.2.1 *Softwares* utilizados

Neste estudo, foram utilizados os *softwares*: (1) VOSviewer, versão 1.5.5, específico para análise de cocitação; (2) Microsoft Excel, versão 14.0.4760.100, em conjunto com o (3) SPSS *for Windows* (*Statistical Package for Social Sciences*), versão 21, para análise exploratória dos dados e para os testes estatísticos; e o (4) Pajek a fim de obter o indicador de grau de centralidade para os periódicos cocitados, permitindo, desse modo, identificar os títulos considerados principais. Em seguida, descrevemos cada um deles, dando ênfase ao VOSviewer considerado principal.

VOSviewer[67] é um *software* de livre acesso, *freeware*, desenvolvido por Nees Jan Van Eck e Ludo Waltman, tendo como objetivo principal a construção e visualização de mapas bibliométricos. Portanto, o VOSviewer tem sua ênfase na visualização. Escrito em linguagem de programação *Java*, o que facilita sua operacionalização, o VOSviewer destina-se principalmente à análise de redes bibliométricas (VAN ECK; WALTMAN, 2010).

Tendo como base a coocorrência de termos, o VOSviewer possibilita três tipos de análise: acoplamento bibliográfico, cocitação e coocorrência de palavras. As variáveis, então, podem ser autores, documentos, periódicos ou palavras (estas podem ser extraídas do título ou do resumo das publicações). Os dados são migrados diretamente da *Web of Science* ou da *Scoups*[68] em arquivos *.txt.

O VOSviewer executa todas as análises de coocorrência. Assim, como os dados, o programa gera uma matriz[69] de coocorrência[70] e, de posse desta, pode-se calcular a similaridade e elaborar uma nova matriz, dessa vez, de similaridade. Com base nesta, executa-se o processamento da técnica de mapeamento VOS, gerando, desse modo, uma tipologia de mapas bibliométricos denominados de *label view*, *density view*, *cluster density view* e *scatter view*.

A transformação da matriz de coocorrência em uma matriz de similaridade tem por objetivo principal normalizar os dados e, a partir destes, detectar semelhanças (VAN ECK; WALTMAN, 2009). Para tanto é empregado um coeficiente que permite mensurar a

[67] Disponível em: <http://www.vosviewer.com>.
[68] Em janeiro de 2015 foi lançada a versão VOSviever que possibilita o processamento de dados providente da Scopus
[69] Do tipo adjacência assimétrica
[70] Também demoniada de matriz de dados brutos.

similaridade, como por exemplo, o coeficiente de correlação de Pearson, o coeficiente de Jaccard, índice de Salton (LEYDESDORFF, 2008; EGGHE, 2010), ou outro qualquer coeficiente. Entretanto, não existe uma medida que seja tão eficaz para um fim específico (VAN ECK; WALTMAN, 2009; LEYDESDORFF, 2008). Desse modo, quando se utiliza uma medida de similaridade, os dados são normalizados numa escala na qual pode-se identificar o grau de similaridade entre dois itens coocorridos, usando, por exemplo o coeficiente de correlação de Pearson, no qual, quanto mais próximo de 1, maior a afinidade, quanto mais afastado, menor será.

O VOSviewer emprega uma medida de similaridade denominada de *força de associação* (*association strength*) (Van Eck et al., 2006), também conhecida como índice de aproximação (*proximity index*) ou medida de similaridade (*similarity measure*). A *força de associação* é uma medida de similaridade probabilística (*probabilistic affinity index*) (Van Eck et al., 2010) que procura, desse modo, mensurar a associação entre os itens coocorridos, que pode se referir à associação entre dois autores, documentos, periódicos ou palavras, sendo calculada pela fórmula (1):

$$S_{ij} = (C_{ij}) / (W_i W_j) \quad (1)$$

onde:

S_{ij} = compreende o número de vezes que os itens W_i e W_j foram coocorridos;

C_{ij} = denota o número de coocorrências dos itens, *i* e *j*

W_i = denota a ocorrência do item *i*;

W_j = denota a ocorrência do item *j*, sendo W^i e W_j estatisticamente independentes.

Concluída a etapa anterior e de posse da matriz de similaridade, o programa executa um algoritmo que Van Eck e Waltman (2010) denominam de técnica de mapeamento VOS (*VOS mapping technique*), o qual mapeia todos os itens que constam na matriz de similaridade, desenhando, desse modo, o mapa bidimensional. Aqui a distância entre os pares de itens (W_i e W_j) reflete a similaridade entre eles, ou seja, quando mais próximo maior similaridade.

Também há outro algoritmo que executa a técnica de agrupamento (*VOS clustering technique*), este relacionado com a técnica de escalonamento multidimensional (WALTMAN et al., 2010), que é muito empregada nos estudos de cocitação. Esta etapa é uma das mais importantes em estudos de cocitação, pois agrega itens semelhantes, formando um conjunto coeso internamente. Esses agrupamentos, quando analisados, irão apontar a base da estrutura intelectual. Segundo Hair Jr. et al. (2009, p, 425), a técnica de agrupamento, que é oriunda da estatística multivariada, "é adequada para definir grupos de objetos com máxima homogeneidade dentro dos grupos, enquanto também têm máxima heterogeneidade entre os grupos – determinando os grupos mais semelhantes que também são os mais distintos dos outros". Em outras palavras, procura-se em cada variável um padrão de agrupamentos (homogeneidade), reunindo e classificando os grupos de variáveis (subgrupos) com maior sintonia com as demais variáveis.

O algoritmo *VOS clustering technique* executa a elaboração do mapa bibliométrico no qual cada agrupamento é representado por uma cor distinta, em seguida, cada item[71] é representado por uma esfera diferenciada pelo volume. Neste caso, quanto maior a esfera[72], maior será a frequência de coocorrência, acrescido de etiquetas em negrito[73]. O VOSviewer evita a sobreposição de etiquetas: quando isso ocorre, só é visível a esfera. Finalizando esta etapa, o mapa bibliométrico está pronto, sendo, então, elaborado o mapa[74] de cocitação.

Neste estudo apenas os mapas bibliométricos *label view* e *density view* foram utilizados, atendendo, desse modo, o objetivo deste estudo. O mapa *label view* permite obter uma visão geral de como está estruturada a literatura cocitada no Brasil e nos outros países dos BRICS, sendo possível observar no mapa aqueles periódicos de maior frequência, formando ao redor deste uma zona de alta frequência de cocitação com outros títulos. Outra informação que o mapa fornece são os agregados de periódicos, reunidos por cores diferenciadas, que mostram os agrupamentos. Uma característica do mapa bibliométrico, elaborado pelo VOSviewer, refere-se às etiquetas, pois apenas um subconjunto de todos os títulos é visível, evitando as sobreposições de títulos; neste, destacam-se os títulos mais frequentes. Em casos específicos foi utilizado o *scatter view*[75] a fim de examinar melhor a dispersão dos títulos. Nesse mapa, os periódicos cocitados são representados por um ponto e

[71] Refere-se ao documento, autor, título do periódico, palavra.
[72] Podemos dizer também: quanto maior o seu diâmetro, maior a sua frequência.
[73] Referente, ao item coocorrido, podendo ser o documento, autor, título do periódico, palavra.
[74] Ou de acoplamento bibliográfico de publicações ou de coocorrência de palavras.
[75] Utilizado somente quando necessário, não sendo apresentado neste estudo.

pela cor do seu agrupamento, o que permite examinar com mais detalhes as estruturas não visíveis no mapa *label view*.

O segundo mapa *densitu view* apresenta a mesma estrutura do *label view*. Entretanto, a diferenciação está em que no *densitu view* é este que realça áreas de densidade representadas por regiões caracterizadas pelas cores. A densidade no VOSviewer é calculada por uma equação definida por uma função de núcleo gaussiano (VAN ECK; WALTMAN, 2010). A densidade é representada por um esquema de cores vermelha, amarela e azul. Desse modo, os periódicos localizados na região vermelha significam alta densidade e são aqueles de maior volume de cocitação; na região amarela estão os de densidade moderada; e na azul, os itens com um menor volume de citação.

Para o Brasil e cada um dos outros quatro países dos BRICS foram elaborados dois mapas - *label view* e *densitu view*, abrangendo os dois períodos de estudo (1991-2000 e 2001-2010) e, quando necessário, foi elaborado um mapa com o *zoom* efetuado, que é outra característica do VOSviewer. Esta modalidade de mapa permite ressaltar uma característica particular de um agrupamento, o que facilita a análise detalhada de certas regiões do mapa.

Outros *softwares* utilizados foram *Microsoft Excel*[76], empregado na análise exploratória dos dados e nas análises estatísticas descritivas, como também na confecção das tabelas, quadros e gráficos; quando necessário, foi empregado também o *Statistical Package for Social Sciences* (SPSS)[77], que permitiu maior agilidade nas análises exploratórias. O R[78] é um *software* estatístico *freeware*, utilizado para os testes de hipóteses – teste U de Mann-Whitney – como também em algumas análises exploratórias.

O programa *Pajek*[79], *software freeware*, desenvolvido por Batagelj & Mrvar (2010), foi utilizado a fim de obter o grau de centralidade (*degree centrality*) dos periódicos cocitados. O VOSviewer possibilita migrar um arquivo direto para o *Pajek*, permitindo, desse modo, o processamento de outras análises recorrendo às métricas utilizadas na análise de redes sociais. O *Pajek* foi empregado exclusivamente a fim de obter o grau de centralidade, visto que esta métrica identifica os periódicos cocitados de maior centralidade, ou seja,

[76] Incluído no pacote do Office.
[77] Disponível no Laboratório de Informação e Metrias em Ciência e Tecnologia do Programa de Pós-Graduação em Educação, Gestão e Difusão em Biociências do Instituto de Bioquímica Médica/UFRJ.
[78] Disponível em: <http://www.r-project.org>.
[79] Disponível em: <http://vlado.fmf.uni-lj.si/pub/networks/pajek>.

aqueles títulos com maior número de links, que se constituem como os mais influentes da coleção.

5.2.2 Seleção e normalização das unidades amostrais

De posse dos dados em arquivo no formato *.txt, foi realizada a extração dos títulos dos periódicos, utilizando o *software* VOSviewer, versão 1.5.5. Para ter uma melhor *performance* no retorno dos dados, optou-se por uma frequência de cocitação igual ou superior a 10 (≥10), sendo esse o critério de seleção das unidades amostrais, ou seja, os periódicos cocitados. Optou-se como método de contagem o *binary method*.

Vale ressaltar que não há um parâmetro único para ser tomado como critério de seleção para cocitação de periódicos, ou de outra modalidade de análise de cocitação, embora o VOSviewer, quando no processamento, apresente como proposta frequência de cocitação igual ou maior a 20 (≥20). Contudo não há explicação no manual do programa sobre os motivos de tal parâmetro; optamos, desse modo, por uma frequência de cocitação maior ou igual a 10 (≥10) pois acreditamos que este é um limite razoável adotado para seleção da amostra. É oportuno acrescentar que o total das unidades amostrais, ou seja, o número de periódicos que deverá ser selecionado, é efetuado automaticamente pelo algoritmo do VOSviewer, que se baseia no total de unidades indicadas pelo analista, neste caso, os artigos.

O primeiro passo para normalizar os títulos foi executar, para cada país, o processamento no VOSviewer. Isso permitiu levantar todos os periódicos cocitados; para tanto, optou-se por determinar uma frequência de cocitação maior ou igual a 1 (≥1). Deste modo, foram recuperados todos os periódicos cocitados que foram migrados para o formato *.csv (planilha Excel); foi, então, possível verificar não apenas o quantitativo de periódicos, mas a ortografia de cada título de periódico, procedendo manualmente a normalização dos títulos.

Efetuada a normalização, o passo seguinte foi a elaboração de um tesauro (*thesaurus*) (VAN ECK; WALTMAN, 2012) para cada país, devida às particularidades que há entre os mesmos. O tesauro tem a finalidade de excluir elementos estranhos, isto é, elementos que são ou títulos de periódicos ou número de patentes, número de volumes, número de páginas, entre outros, como também substituir títulos com grafias erradas pelas corretas. Desse modo,

quando do processamento da análise de cocitação, o tesauro é verificado automaticamente, fazendo todas as correções necessárias.

De posse do tesauro, fez-se o segundo processamento para análise de cocitação de periódicos. Desta vez, usando o tesauro e adotando como ponto de corte a frequência de cocitação $\geq$10, gerou-se um arquivo no formato *.csv (planilha Excel), que continha os nomes dos periódicos, sua frequência e o agrupamento ao qual pertencem. De posse dessa informação foi verificada manualmente, para cada título, a categoria de assunto no JCR, sabendo-se que um periódico poderia ser alocado em mais de uma categoria de assunto. Nesta etapa também foram identificados os periódicos classificados na categoria de assunto *ciência multidisciplinar* (*multidisciplinary sciences*), sendo estes posteriormente descartados, visto que apresentam uma cobertura de várias disciplinas científicas, levando os mesmos a conteúdos generalizados. Outro ponto considerado, foram as altas taxas de citações desses periódicos (ROUSSEAU, 2002) que causavam ruído na análise de cocitação[80]. Esses fatores contribuiriam para que esses títulos, em número de nove (Quadro 9), não se configurassem como unidade amostral, mas cada um deles foi incluído no tesauro.

Quadro 9 – Periódicos descartados na categoria de assunto multidisciplinary sciences

#	Periódico	Abreviatura
1	Anais da Academia Brasileira de Ciências	An Acad Bras Cienc
2	Annals of the New York Academy of Sciences	Ann NY Acad Sci
3	Current Science	Curr Sci
4	Journal of the Royal Society Interface	J R Soc Interface
5	Nature	Nature
6	Plos One	Plos One
7	Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America	P Natl Acad Sci USA
8	Science	Science
9	Scientific American	SCI AM

Fonte: Dados da pesquisa.

Finda a etapa anterior e de posse do tesauro atualizado, realizou-se o terceiro processamento de cocitação a fim de proceder às análises de cocitação de periódicos.

[80] Este resultado foi possível verificar por meio de teste piloto realizado para todos os pais dos BRICS.

5.2.3 Leitura do mapa

Os agrupamentos são representados no mapa bibliométrico dos periódicos cocitados (*label view)*, denominados de *mapa da estrutura intelectual dos periódicos cocitados na área de célula-tronco*, por cores específicas, como, por exemplo, a cor vermelha representa o agrupamento 1, a verde o agrupamento 2, a azul o 3 e a amarela o 4. Esse mapa viabiliza uma visão geral dos periódicos nos seus respectivos agrupamentos.

Como dito antes, o periódico cocitado é representado por uma esfera e pela etiqueta de sua denominação (título abreviado)[81]. Conforme o volume da esfera e da etiqueta do seu título, maior a frequência de cocitação do periódico no conjunto analisado. Desse modo apenas os periódicos com maior volume de cocitação são destacados no mapa, ou seja, os mais importantes (mais frequentes). As esferas que têm a mesma cor pertencem ao mesmo agrupamento.

Quanto mais próximas as esferas estiverem umas das outras, maior a força de associação entre elas (*link strength*), ou seja, maior a frequência de cocitação entre ambas. Em outras palavras, esses títulos mantêm semelhança no seu escopo temático. Assim, quanto mais próximos estiverem, mais semelhantes; e quanto mais distantes, menor será a semelhança. O mesmo podemos dizer quanto aos agrupamentos, pois a proximidade entre estes indica que os domínios são próximos; neste estudo, indica que áreas de atuação próximas estão correlacionadas, refletindo a similaridade de conteúdos expressos nos artigos citados, comtemplando uma corrente intelectual (GUARDO; HARRIGAN, 2012). São, portanto, *insights* sobre domínios de conhecimento que constituem a base da estrutura intelectual.

No mapa de densidade (*density view*), chamado de *mapa de densidade dos periódicos cocitados da área de célula-tronco*, cada periódico é representado por sua abreviatura de uma maneira semelhante ao mapa bibliométrico. Os periódicos estão localizados em zonas de densidade demarcada por cores. Sendo assim, os localizados na região vermelha estão numa zona de alta densidade, os de densidade moderada estão na região amarela, e na cor azul estão os periódicos com nível de densidade baixo, ou seja, situados na periferia do mapa. Essas cores sinalizam para o volume de atenção dedicada pelos pesquisadores a um determinado

[81] No Apêndice A é apresentado os títulos, dos periódico cocitado, com sua abreviatura e título por exetenso.

tema que está representado nos artigos dos periódicos cocitados (APPIO; CESARONI; MINN, 2014).

5.3 PLANO DE ANÁLISE DE DADOS

A análise dos dados foi realizada em dois momentos, sendo que no primeiro foi realizado um exame da produção científica brasileira e dos demais países dos BRICS, tendo essa etapa como objetivo identificar o crescimento da produção científica em artigos de periódicos, em comparação com a produção mundial como também caracterizar não só a produção científica do Brasil, mas também dos demais países dos BRICS. No segundo momento, foi realizada a análise de cocitação de periódicos.

De posse dos dados gerados pela WoS, foi realizada a análise da produção científica para o conjunto dos países BRICS e, posteriormente, para cada um dos países. O objetivo dessa etapa foi identificar o crescimento da produção científica em artigos de periódicos em comparação com a produção mundial.

5.3.1 Análise exploratória dos dados

A análise exploratória dos dados constitui um momento importante numa análise quantitativa, visto que possibilita a organização, apresentação e sintetização de dados, levando a um melhor conhecimento das variáveis. Para tanto, recorre a um conjunto de variedade de técnicas gráficas e quantitativas que fazem parte da estatística descritiva.

De posse dos dados gerados pela WoS, os dados foram tabulados e dispostos numa distribuição de frequência para dados não agrupados. Esta constitui um método de agrupar, em classe, os dados a fim de fornecer a quantidade ou a proporção de dados em sua respectiva classe. Para visualização dos dados foi adotada a tabular e a gráfica, destacamos o gráfico dotpot[82] utilizado na análise das frequências dos periódicos cocitados nos agrupamentos por ser uma representação dos periódicos nos seus respectivos agromerados.

[82] Também chamado de gráfico de pontos ou diagrama por pontos.

Após essa etapa, foram calculadas as medidas de tendência central e de dispersão que compõem a análise descritiva dos dados: neste estudo foram empregadas a mediana e média aritmética, como medidas de tendência central. A medida de dispersão analisa a variabilidade de uma variável, sendo utilizados o desvio interquartílico e o desvio padrão. Para essas medidas, os cálculos foram realizados com o auxílio do *Microsoft Excel* e do R.

A mediana é uma medida de tendência central que divide a amostra em duas partes iguais, indicando o valor central de uma amostra de dados. Para tanto, os valores devem ser postos em ordem crescente ou decrescente para, então, encontrar o valor central. Assim, a amostra foi dividida em duas partes, sendo que 50% dos valores da amostra são menores ou iguais à mediana e os outros 50% são maiores ou iguais a ela. Nesta pesquisa, a mediana foi aplicada para dados não agrupados, a fim de evitar que os valores externos afetassem o uso da média aritmética.

Para identificar as categorias de assuntos de maior e menor frequência, os valores foram ordenados em ordem decrescente e categorias de assuntos localizadas nos respectivos quartis. Quartil são os valores ordenados em ordem crescente, que dividem a distribuição em quatro partes iguais, sendo que o 1º quartil compreende 25% dos valores abaixo e 75% acima; o 2º quartil é a mediana na qual 50% dos valores estão acima e 50% abaixo; no 3º quartil, temos 75% dos valores abaixo e 25% acima. Desse modo, aquelas categorias de assuntos no 1º quartil são consideradas as mais frequentes, e, no 4º quartil, as menos frequentes.

O Intervalo interquartil, ou desvio interquartil (DI), que é uma medida da variabilidade, é a diferença entre o 1° quartil e 3° quartil (dado pela formula DI = 3° quartil - 1° quartil). Para o cálculo da mediana, do quartil e do desvio interquartil foi utilizado o *software* R.

Quando indicada, foi também calculada a média aritmética. A média aritmética também constitui em medida de tendência central, cujo cálculo consiste em somar o número de observações e dividir pelo total das observações, ou seja, é a “[...] soma de um conjunto de escores dividida pelo número de escores desse conjunto” (LEVIN, 1987, p. 45).

5.3.2 Indicadores

Para os BRICS foi efetuada a análise em períodos de 10 anos (CARREÑO et al., 2009; ARENAS; ROMERO, 2003) para a produção de artigos originais, e, posteriormente, foi aplicado o índice de crescimento por décadas dado pela fórmula (2):

$$IC = B/A \qquad (2)$$

onde:

IC = Índice de crescimento

A = Número de artigos produzidos no ano inicial.

B = Número de artigos produzidos dez anos depois.

IC = É quociente de B/A

De posse do IC foi calculado o índice de crescimento de Price (1976) para os períodos de 1991-2000, 1992-2001, 1993-2002, 1994-2003, 1995-2004, 1996-2005, 1997-2006, 1998-2007, 1999-2008, 2000-2009e 2001-2010, contabilizando 11 índices, e, em seguida, foi calculado o índice médio de crescimento, obtido pela fórmula (3):

$$ICP_{(1991\text{-}2010)} \text{ e } ICP_{(1992\text{-}2010)}{}^{83} = IC/n \qquad (3)$$

onde:

$ICP_{(1991\text{-}2010)}$ e $ICP_{(1992\text{-}2010)}$ = índice de crescimento médio para o período de estudo

IC = Índice de crescimento

n = número de décadas

Em seguida, foi examinado o tipo de crescimento, correlacionando as variáveis tempo, medido em anos (variável independente – "x"), e número de artigos publicados por ano (variável dependente – "y"). Para verificar como ocorreu o crescimento exponencial que melhor se ajustou à produção analisada, observou-se o coeficiente de determinação (r^2), que deve ser interpretado como a proporção de variação total da variável dependente "y" que é

[83] $ICP_{(1991\text{-}2010)}$ calculado para Brasil, China e Índia e $ICP_{(1992\text{-}2010)}$ para Rússia e Africa do Sul.

explicada pela variação da variável independente “x”. Este coeficiente apresenta variação entre 0 e 1 e quanto maior for seu valor, melhor o ajuste ao modelo exponencial, sendo os valores representados em porcentagem. (HAIR JR et al., 2009; LEVIN, 1987). Para esta análise foi utilizada o SPSS.

Em seguida, foi calculado o tempo de duplicação, expresso pela fórmula (4) (TAGUE; BEHESHTI; REES-POTTER, 1981), a fim de obter o período, em anos, que a literatura duplica.

$$D = \frac{Ln2}{b} \qquad (4)$$

onde:

D = Tempo de duplicação

Ln = logaritmo natural

2 = constante

b = estimativas do parâmetro

Em seguida foi calculada a taxa de crescimento (TAGUE; BEHESHTI; REES-POTTER, 1981), segundo a fórmula (5).

$$TC = 100 \times (e^{a} - 1) \qquad (5)$$

Onde:

TC = Taxa de crescimento

e = logaritmo neperiano

a = valor dado pela inclinação da reta

A variável autoria foi examinada a fim de identificar aqueles autores com maior potencial de publicação. Para tanto, os autores foram classificados segundo o quantitativo de artigos publicados e, posteriormente, aplicou-se o Índice de Lotka, modificado por Price (1973), para classificar os autores em três níveis de produtividade e identificar os grandes e médios produtores como também os pequenos ou transeuntes (SPINAK, 1996). Para esta análise, foi usado o índice de produtividade obtido pela seguinte fórmula (6):

$$IP = \text{Log } n \qquad (6)$$

onde:

IP = Índice de produtividade

Log = Logaritmo na base 10

N = número de artigos

De maneira geral, se considera que valores de IP igual a 1 refletem uma alta produtividade, ou seja, são autores que publicaram 10 ou mais artigos, os quais denominamos pesquisadores de alta produtividade. Para os valores localizados entre $0 < IP < 1$ estão os autores que publicaram entre 2 a 9 artigos, classificados como autores com produtividade intermediária e para $IP = 0$ autores com apenas um artigo, neste caso, são considerados autores de baixa produtividade.

Exclusivamente para o Brasil, a variável autoria foi examinada com mais detalhes para identificar os três tipos de pesquisadores, segundo o nível de produtividade; foram ressaltados os 10 primeiros e destes os três autores com maior volume de artigos publicados foram apresentados em maior detalhe. Para uma maior clareza nos nomes desses três autores foram consultadas as referências dos artigos publicados e, posteriormente, conferidos os nomes dos autores. De posse dos nomes corretos, recorremos à Plataforma Lattes[84], precisamente ao banco de dados do Currículo Lattes, a fim de identificar a área de atuação dos três autores.

O próximo passo foi o levantamento dos dados da produção por período, que foi apresentado em forma tabular e/ou gráfica, contendo para cada país, o total de artigos, a mediana, desvio interquartílico e a proporção dos artigos produzidos para os BRICS.

O total de artigos foi obtido pelo somatório de todos os artigos publicados pelo autor, no período analisado.

5.3.3 Teste estatístico

O teste de hipótese consiste em estabelecer duas hipóteses que foram testadas com base em resultados amostrais, podendo ser aceitas ou rejeitadas. As hipóteses são

[84] Disponível em: <http://lattes.cnpq.br>.

denominadas respectivamente hipótese nula[85] (H_0), que é aquela a ser testada, e hipótese alternativa (H_1), que é, então, a hipótese que o pesquisador deseja comprovar.

O teste de hipótese não elimina a probabilidade de erros; neste caso, usamos o *p-valor* (valor de probabilidade), que permite decidir se existe evidência suficiente para rejeitar a H_o. Assim, quando o *p-valor* for pequeno, isto é, menor ou igual que α (≤ 0,05) a H_0 deve ser rejeitada e quando for maior que 0.05 ($p > 0,05$) a H_o não deve ser rejeitada (BARBETTA, 2001; LEVIN, 1989).

O teste não paramétrico selecionado foi o teste U de Mann-Whitney a fim de encontrar semelhanças entre as medianas, referente à produção de artigos originais, dos BRICS, sendo realizado no *software* R. Para esse teste, foi adotado o nível de significância (α) igual a 0,05 (5%) tendo como regra de decisão:

(a) $p > \alpha \rightarrow$ aceita H_0 e rejeita a
(b) $p < \alpha \rightarrow$ rejeita H_0

onde:

p = *p-valor* "quanto menor for o valor de *p*, maior a evidencia para rejeitar a H_0." (BARBETTA, 2001, p. 200);

α = nível de significância do teste "[...] representa a probabilidade com que a hipótese nula pode ser rejeitada com confiança", ou seja, com segurança (LEVIN, 1987, p. 154), por conversão foi adotado o nível de significância de 5%, ou seja, α igual a 0,05 (LEVIN, 1987, BARBETTA, 2001);

H_0 = hipótese nula – seria uma negação daquilo que se pretende comprovar, isto é, a negação da hipótese experimental;

H_1 = hipótese experimental = seria a hipótese que se quer provar

Outro dado levantado para os BRICS foi o mapeamento dos periódicos-fonte, ou seja, aqueles de maior produção de artigos, assinados por instituições dos BRICS. Num primeiro momento, foram levantados os periódicos-fonte para os BRICS, e, em seguida, foi plotado um gráfico com o total de artigos científicos. Posteriormente, foram levantados os periódicos-

[85] Também chamada de hipótese da nulidade.

fonte para cada país, dividido por período. Em ambos os momentos, a principal fonte de dados foi a WoS.

5.3.4 Análise de cocitação de periódicos

A análise de cocitação de periódicos foi efetuada pelo VOSviewer, separadamente para cada país e por período. Num primeiro momento os mapas foram elaborados e analisados, identificando o(s) periódico(s) cocitado(s) de maior frequência. Procurou-se neste momento analisar cada cenário referente à estrutura intelectual de cada período e país.

Num segundo momento, e de posse do arquivo (.txt) contento os agrupamentos com seus respectivos periódicos e frequências de cocitação, foi então caracterizado cada agrupamento, e em seguida foram levantadas as categorias de assuntos para cada periódico cocitado, recorrendo-se à classificação adotada pelo JCR. Estas categorias formam a base para o entendimento dos agrupamentos e da estrutura intelectual para todos os países. Em seguida, as categorias de assuntos foram organizadas em ordem descendente de frequência a fim de mapear *as categorias de assunto de maior frequência*, podendo ser mais de uma, identificando, desse modo, aquelas que estão na base do conhecimento e que, por sua vez, compõem a estrutura intelectual. Entende-se por *categoria de assuntos de maior frequência* aquelas localizadas no 1º quartil (que representa 25% das categorias de maior frequência) e que representam, na contabilização final, as mais frequentes nos periódicos cocitados, permitindo, nesse caso, destacar as categorias consideradas mais importantes, sendo representadas em quadros para cada país.

A fim de identificar o grau de centralidade (*degree centrality*), uma métrica muito utilizada na análise de redes sociais para identificar os itens mais centrais, foi utilizado o *software* Pajek. No contexto desta pesquisa, grau de centralidade (GC) refere-se a número de interações de um dado periódico, que é obtido a partir da cocitação dele com os demais. Se um periódico X_1 tem alto grau de centralidade isso significa que ele foi muito cocitado com outros. Exemplificando: se numa amostra há o total de 1.288 periódicos cocitados e X_1 tem GC igual a 275, isso significa que ele foi cocitado com 275 periódicos de 1.288, o que vale dizer que seu GC cobre 21,36% dos periódicos cocitados; desse modo, X_1 foi mensurado pelo número de interações com os demais periódicos.

A partir dessa métrica, podemos elencar os principais títulos que dão suporte à produção científica brasileira e dos demais países dos BRICS na área de célula-tronco. O GC é diferente da frequência de cocitação, visto que essa medida contabiliza o número de vezes que dois periódicos são cocitado, assim, poderá ocorrer que X_1 tem GC igual a 275 e frequência de citação igual a 589. Infelizmente, o VOSviewer não fornece a frequência por pares de periódicos.

Os títulos com baixo volume de frequência de cocitação poderão, ou não, estar localizados na periferia do mapa da estrutura intelectual, enquanto os que possuem altas frequências estão em posição privilegiada no mapa, ocupando posições centrais, e sendo aí distinguidos pelo volume de sua esfera e pela etiqueta com sua denominação (título abreviado) em negrito. Para cada país, foram levantados os 10 primeiros periódicos cocitados, sendo estes considerados como principais periódicos cocitados e representados em quadros com seus respectivos graus de centralidade. E por último, foi elaborado um quadro com os principais periódicos cocitados a fim de identificar os periódicos comuns a todos os BRICS.

6 RESULTADOS

Neste capítulo apresentamos os resultados organizados em três seções: a primeira seção apresenta a análise descritiva e exploratória da produção, crescimento, autoria, periódicos, que permitem caracterizar esta produção; a segunda foca na análise de cocitação de periódicos para identificar a estrutura intelectual da área da área de célula-tronco; e na terceira são apresentadas as discussões.

6. 1 A PRODUÇÃO NA ÁREA DE CÉLULA-TRONCO DOS BRICS: DESCREVENDO A PRODUÇÃO

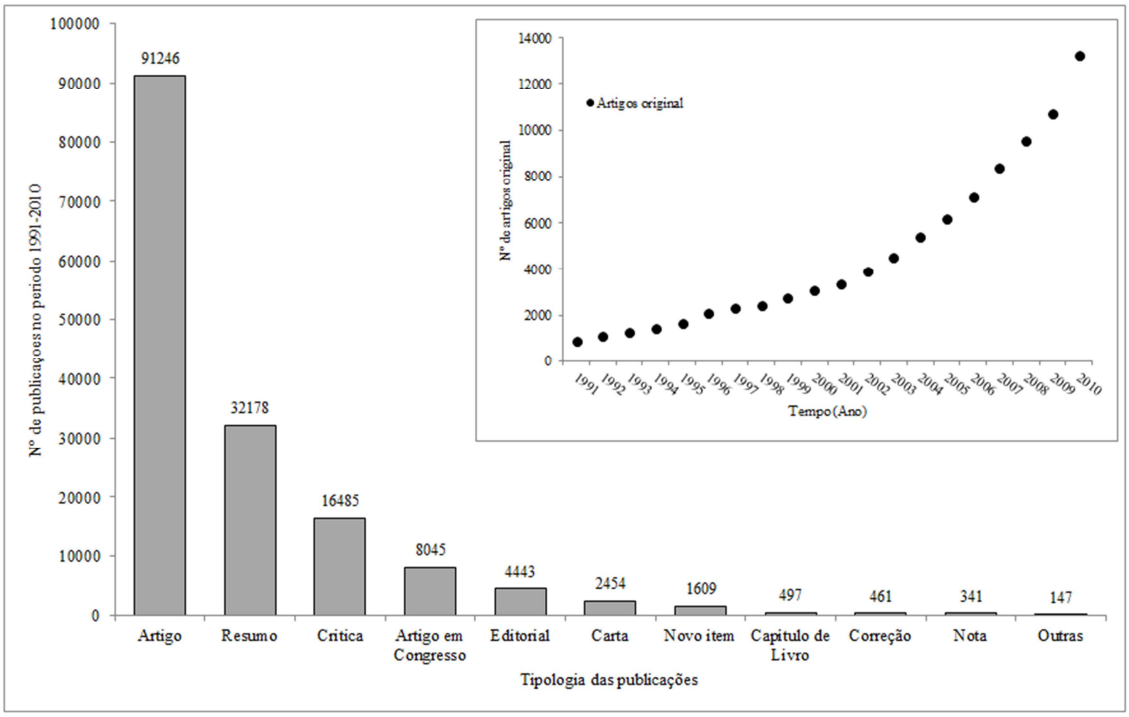
Esta seção apresenta a análise da produção científica dos BRICS com enfase nos artigos científicos caracterizando nas seguintes variáveis: número de artigos publicados, principais periódicos de divulgação dos BRICS, cresimento e taxa de duplicação da literatura e autoria, ressaltando a autoria brasileira.

6.1.1 **Análise diacrônica da produção científica dos BRICS na área de célula-tronco**

Nas últimas décadas, o desenvolvimento dos estudos na área de célula-tronco apresentou grande impacto científico, sobretudo pelo potencial terapêutico destas células no campo da medicina regenerativa e no desenvolvimento de novos medicamentos. Segundo dados da WoS, coletados em outubro de 2013, os estudos desta área somaram, em toda a base, ou seja, em todos os países, um total de 157.906 publicações, referente ao período de 1991 a 2010. Este total inclui todas as tipologias de documentos indexados nesta base, das quais 91.246 (60,32%) são artigos originais.

No Gráfico 4 é apresentado o total das publicações na área de célula-tronco para cada tipologia; no detalhe, apresenta-se a produção cronológica do número de artigos originais, que passou de 11, em 1991, para 1.982, em 2010, um crescimento de 18.018%.

Gráfico 4 – Publicações mundiais na área de célula-tronco: total no período segundo a tipologia e total anual dos artigos originais (*inset*), 1991-2010



Fonte: WoS.

São apresentadas no Gráfico 4 as tipologias das publicações mundiais na área de célula-tronco, distribuídas em 11 categorias sendo elas (THOMSON REUTERS, *online*): artigo (*article*) constitui nos relatórios de pesquisa sobre obras originais; resumo (*abstract*) breve resumo; critica (*review*) trata de um novo estudo de tema estudado anteriormente; editorial (*editorial material*) contém a opinião de sobre uma pessoa, grupo ou organização; artigo de congresso (*proceedings paper*), comunicação apresentada em eventos científicos reunidos numa publicação denominada de anais; carta (*letter*) refere-se a correspondência de leitores para os editores de publicações periódicas referente a artigo publicado anteriormente; novo item (*news item*) são notícias, eventos atuais e acontecimentos recentes; capitulo de livro (*book chapter*) refere-se a parte de um livro; correção (*correction*) inclui adições, erratas e retratações a material publicado anteriormente e nota (*note*) artigo com comentário a um artigo publicado sobre um assunto específico.

Na categoria outras estão aquelas tipologias com frequência menor ou igual a 38, sendo elas (THOMSON REUTERS, *online*).: resenha de livro (*book review*) apreciação crítica de um livro (53)[86]; correção, adição (*correction, addition*) inclui adições, erratas e

[86] O número, entre parênteses, indica a frequência da tipologia.

retratações a artigos publicados anteriormente (38); reimpressão (*reprint*) artigo publicado anteriormente (29); item bibliográfico (*biographical-item*) artigos que são tributos ou comemorações a um indivíduo (12); discussões (*discussion*) discute questões por meio de um debate aberto e geralmente informal (6); revisão de software (*software review*) apreciação crítica de software refletindo opinião pessoal ou recomendação do crítico (3); bibliografia (*bibliography*) notas descritivas ou críticas de composições relacionadas a um assunto específico (3) e sumário de reunião (*meeting summary*) artigo com cobertura de vários resumos de eventos em vários assuntos (1).

Tomando como referência a produção científica dos países que compõem o grupo dos BRICS, ou seja, Brasil, Rússia, Índia, China e África no Sul, foco deste estudo, a Tabela 3 mostra o número de artigos originais na área de célula-tronco publicados anualmente pelo grupo em periódicos catalogados na base WoS e também os totais anuais de artigos originais em todas as áreas.

Os artigos de células-tronco totalizam 7.376 no período, com média de produção de 369 artigos/ano. O ápice da produção é o ano de 2008, quando o volume de produção ultrapassou 1.000 artigos. Considerando o período inicial de 1991 a 2008, o crescimento foi estimado em 9.9545% e a participação do grupo na produção mundial nesta área passou de 1,21% para 11,48%.

Os crescimentos na produção de artigos originais sobre células-tronco dos BRICS é um reflexo do aumento no número de publicações em todas as áreas dos BRICS. Até o ano de 2000, a produção total do grupo representava cerca de 10% da produção mundial; uma década depois, essa fração mais que dobrou.

Chama atenção, então, a expressiva contribuição dos BRICS seja na produção da área de célula-tronco (cerca de 15% do total mundial), seja no restante das áreas (cerca de 21% do total mundial), o que mostra o papel protagonista do grupo na ciência mundial.

Tabela 3 – Número de artigos originais na área de célula-tronco
e em todas as áreas dos BRICS e no Mundo (1991-2010)

Anos de publicação	Artigos na área de célula-tronco			Artigos em todas as áreas		
	BRICS*	Mundo	%BRICS mundo	BRICS	Mundo	%BRICS mundo
2010	1.982	13.222	14,99	246.669	1.185.082	20,81
2009	1.478	10.699	13,81	227.841	1.137.755	20,03
2008	1.095	9.535	11,48	206.902	1.094.280	18,91
2007	801	8.386	9,55	182.992	1023.514	17,88
2006	532	7.104	7,49	163.903	976004	16,79
2005	432	6.194	6,97	144.250	928659	15,53
2004	276	5.411	5,10	128.600	885170	14,53
2003	175	4.503	3,89	113.275	848152	13,36
2002	121	3.912	3,09	100.994	813562	12,41
2001	119	3.349	3,55	93.728	797517	11,75
2000	63	3.086	2,04	86.619	796682	10,87
1999	51	2.732	1,87	79.296	783778	10,12
1998	49	2.421	2,02	73.744	771236	9,56
1997	51	2.288	2,23	68.406	756616	9,04
1996	32	2.083	1,54	64.571	748727	8,62
1995	34	1.629	2,09	57.135	667983	8,55
1994	28	1.423	1,97	53.421	637280	8,38
1993	27	1.272	2,12	51.266	610775	8,39
1992	19	1.090	1,74	36.312	602643	6,03
1991	11	907	1,21	28.189	595796	4,73
Total	7.376	91.246	8,08	2208.113	16.661.211	13,25

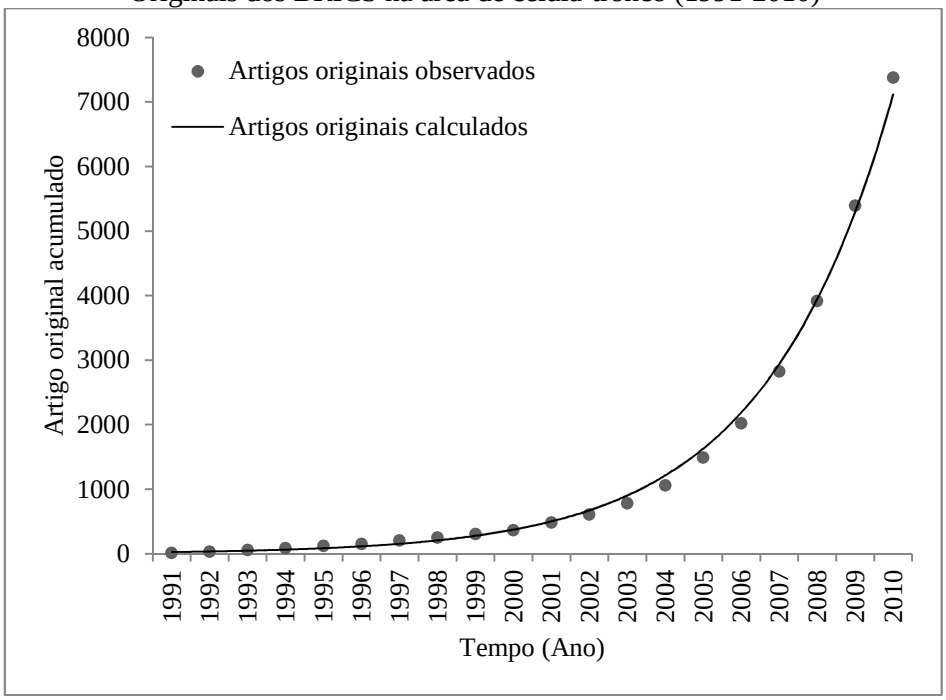
Fonte: WoS
* Para Rússia e África do Sul os dados foram computados a partir de 1992.

Os artigos originais produzidos pelos BRICS podem ser visualizados no gráfico 5, o qual evidencia um crescimento exponencial constante. Price (1976)[87] foi o primeiro a estudar o crescimento da ciência, propondo o que ele chamou de "Lei do Crescimento Exponencial da Ciência", que considerou o volume de documentos publicados anualmente. Price chegou à conclusão de que o conhecimento científico duplica a cada período de 10-15 anos. Neste estudo, usamos a Lei de Price para verificar o crescimento do número de artigos e o tempo de duplicação (TAGUE; BEHESHTI; REES-POTTER, 1981), conforme especificado na metodologia.

[87] Este ano refere-se ao ano da tradução do inglês para o português do livro *Little Science, Big Science* originalmente publicado em 1963 pela *Columbia University Press*.

Para Price (1976), o crescimento da ciência pode resultar numa curva linear, exponencial ou logística. Um crescimento tendo uma curva logística significa que a área apresenta maturidade com uma literatura fortemente consolidada. A curva para a produção dos BRICS foi do tipo exponencial, obtendo ótimo ajuste, ($r^2 > 97\%$), isso equivale dizer que 97% dos artigos podem ser explicados pela variável tempo, enquanto 3% se devem a outras variáveis. Neste período, os BRICS obtiveram um tempo de duplicação de 2,3 anos, tempo menor do que o observado por Price para Física. A taxa de crescimento foi da ordem de 37,75%. Este crescimento também foi observado para cada país dos BRICS isoladamente, como veremos mais adiante.

Gráfico 5 – Crescimento exponencial dos artigos
Originais dos BRICS na área de célula-tronco (1991-2010)

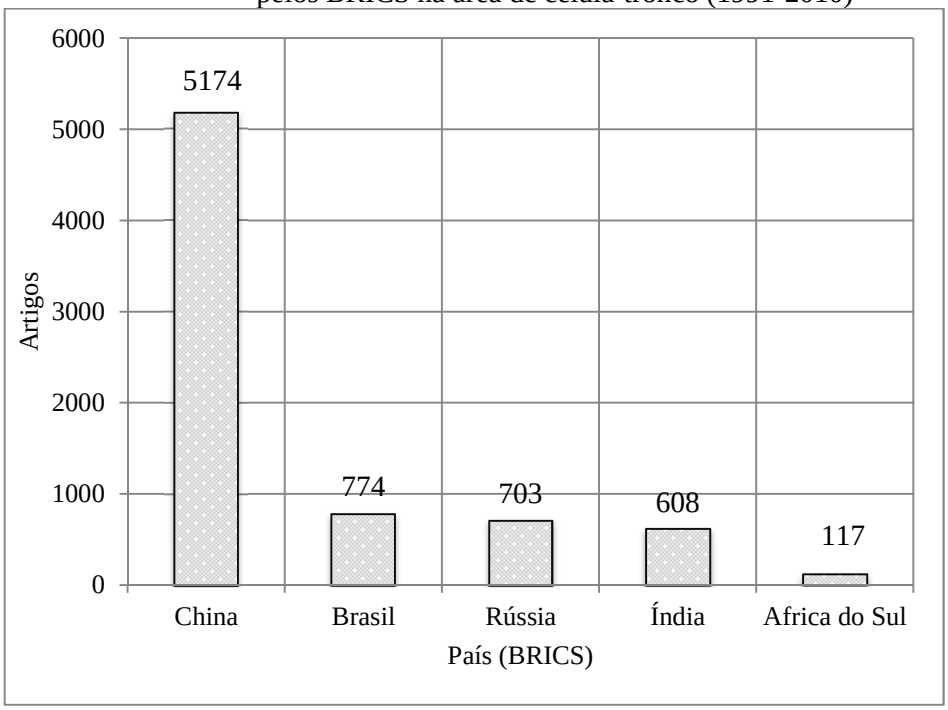


Fonte: WoS.

No Gráfico 6, podemos visualizar a distribuição da produção científica na base WoS, somente a tipologia artigos originais, na área de célula-tronco pelos BRICS, em todo o período de 1991 a 2010. Destaque para a China que detém a maior proporção (70,15%) e, na sequência, o Brasil (10,49%), Rússia (9,56%), Índia (8,24%) e a África do Sul (1,59%). Importante mencionar que a produção científica da China é expressiva em todas as áreas do conhecimento e isso se deve a diversos fatores, dentre eles "[...] criação de diversos programas de apoio às iniciativas científicas" (GARACISI FILHO; CÂMARA, 2011, *online*).

Cabe também ressaltar que a produção científica do Brasil em todas as áreas ganhou maior destaque internacional, se comparada à de outros países, sejam do grupo dos BRICS, sejam daqueles tidos como emergentes, como por exemplo, Coréia do Sul. Em 2010, o Brasil ocupava a 17ª posição de um total de 255 países, respondendo com 269.469 (1,62%) artigos originais. Em 2014, ocupava a 15ª posição entre 283 países, com 417.913 (1,90%) de artigos publicados (LETA, 2011; PACKER, 2011). Aumento como esse não foi observado em nenhum país desses grupos e sugere um aumento significativo na produção científica brasileira em todas as áreas de conhecimento.

Gráfico 6 – Artigos originais publicados
pelos BRICS na área de célula-tronco (1991-2010)*



Fonte: WoS
* Para Rússia e África do Sul os dados foram computados a partir de 1992.

Na Tabela 4, temos a evolução da produção anual de artigos na área de célula-tronco especificada por países. Outro aspecto importante a ser observado é a relação entre a participação anual dos países na produção mundial. A produção dos BRICS, no período, corresponde a 8,08% do contexto mundial, mas é importante destacar que houve um nítido aumento relativo ao número de artigos, principalmente a partir de 2008, quando, no conjunto, a produção dos BRICS, nesta área, passou a representar mais de 10,00% em termos mundiais.

Tabela 4 – Produção de artigos originais dos BRCIS e Mundo e representação dos BRICS em % Mundial

Ano	China		Brasil		Rússia		Índia		África do Sul		Total BRICS	Mundo	BRICS %mundo
	Artigos	%mundo	Artigos	%mundo	Artigos	%mundo	Artigos	%mundo	Artigos	%mundo			
2010	1.531	11,58	195	1,47	93	0,7	145	1,1	18	0,14	1.982	13.222	14,99
2009	1.128	10,54	143	1,34	75	0,7	117	1,09	15	0,14	1.478	10.699	13,81
2008	803	8,42	117	1,23	86	0,9	79	0,83	10	0,1	1.095	9.535	11,48
2007	586	6,99	78	0,93	75	0,89	53	0,63	9	0,11	801	8.386	9,55
2006	369	5,19	59	0,83	52	0,73	46	0,65	6	0,08	532	7.104	7,49
2005	271	4,38	42	0,68	72	1,16	40	0,65	7	0,11	432	6.194	6,97
2004	187	3,46	35	0,65	34	0,63	16	0,3	4	0,07	276	5.411	5,1
2003	97	2,15	30	0,67	25	0,56	21	0,47	2	0,04	175	4.503	3,89
2002	55	1,41	18	0,46	23	0,59	18	0,46	7	0,18	121	3.912	3,09
2001	52	1,55	14	0,42	38	1,13	11	0,33	4	0,12	119	3.349	3,55
2000	25	0,81	8	0,26	14	0,45	9	0,29	7	0,23	63	3.086	2,04
1999	22	0,81	5	0,18	9	0,33	10	0,37	5	0,18	51	2.732	1,87
1998	14	0,58	8	0,33	13	0,54	9	0,37	5	0,21	49	2.421	2,02
1997	5	0,22	8	0,35	24	1,05	10	0,44	4	0,17	51	2.288	2,23
1996	5	0,24	4	0,19	18	0,86	3	0,14	2	0,1	32	2.083	1,54
1995	7	0,43	4	0,25	15	0,92	3	0,18	5	0,31	34	1.629	2,09
1994	4	0,28	2	0,14	15	1,05	4	0,28	3	0,21	28	1.423	1,97
1993	5	0,39	2	0,16	15	1,18	3	0,24	2	0,16	27	1.272	2,12
1992	7	0,64	1	0,09	7	0,64	2	0,18	2	0,18	19	1.090	1,74
1991	1	0,11	1	0,11	–	–	9	0,99	–	–	11	9.07	1,21
Total	5.174	5,67	774	0,85	703	0,77	608	0,67	117	0,13	7.376	91.246	8,08

Fonte:WoS.

Analisando a Tabela 4, individualmente para cada país, observamos que o crescimento foi bem diferenciado entre eles. Para o Brasil, por exemplo, o ano de 2008 foi o mais expressivo, com 117 artigos, valor que, em termos relativos, representou 1,23% da produção mundial. Na China e na Índia, o aumento mais expressivo ocorreu em 2009, sendo respectivamente 10,57% e 1,09%. Na África do Sul, que mostra totais muito reduzidos, não é possível identificar um cenário semelhante. Por fim, na Rússia observa-se um declínio a partir de 2005, estabilizando-se em 2009 e 2010 em 0,7% nos dois anos. Mesmo com esse dado, a produção da Rússia na área de célula-tronco supera, no período analisado, a da Índia e da África do Sul. Importante ressaltar que a Rússia, em diferentes anos da década de 1990, mostrou participação relativa mundial acima de 1,00%, sendo este o único país dos BRICS a contar com uma taxa nesse nível. Somente nos anos 2000 a Rússia perdeu esse protagonismo, primeiro para a China e depois para o Brasil.

Cotejando o total de artigos na Tabela 4, que nos fornece o *ranking* para os BRICS, com os dados fornecidos pela WoS, referentes ao total de artigos originais na área de célula-tronco, temos o cenário apresentado no quadro 10. A China ocupa a 1ª posição entre os BRICS e a 7ª posição no *ranking* mundial. O Brasil ocupa a 2ª posição entre os países dos BRICS, passando a contribuir com uma parcela significativa do total de artigos para os BRICS.

Quadro 10 – Ranking mundial na produção de artigos originais na área de células-tronco referente aos BRICS (1991-2010)

País	BRICS		MUNDO	
	Posição	Participação	Posição	Participação
China	1ª	70,15%	7ª	5,62%
Brasil	2ª	10,49%	21ª	0,85%
Rússia*	3ª	9,53%	22ª	0,77%
Índia	4ª	8,25%	26ª	0,67%
África do Sul*	5ª	1,59%	29ª	0,13%

Fonte: WoS.
* Dados computados a partir de 1992.

No cenário mundial da pesquisa na área de célula-tronco, segundo dados da WoS, o *ranking* dos países é liderado pelos Estados Unidos, que ocupa a 1ª posição do total de 120 países, respondendo por 41,65% da produção mundial. A lista dos mais produtivos na área inclui ainda o Japão (com 11,58% do total) e a Alemanha (com 10,34%), que ocupam a 2ª e a 3ª colocações, respectivamente.

6.1.2 **Crescimento da produção científica dos BRICS da área de célula-tronco**

Agora passamos a analisar o crescimento da produção científica, somente a tipologia artigos originais, na área de célula-tronco de cada um dos países membros dos BRICS (Quadro 11). Para cada intervalo de uma década foi calculado o Índice de Crescimento de Price (IC) e, para o intervalo 1991-2010 e 1992-2010, foi o índice médio de crescimento. Para este cálculo, vale lembrar que um $IC_{(1991-2010)}$ e $ICI_{(1992-2010)}$ com valor maior que 2 indica um crescimento considerado normal (PRICE, 1976).

Para a produção científica brasileira (Quadro 11), o índice de crescimento de Price, por década, indica um ritmo de crescimento mínimo de 8 (1991-2000) e máximo 23,4 (1999-2000), enquanto o $IC_{(1991-2010)}$ foi igual a 13,0,ou seja, houve uma produção média de 13 artigos/ano entre os anos de 1991 a 2010. Para o 1º período (1991-2000), o crescimento foi pequeno, somando 43 artigos com mediana igual a 4,0 e desvio interquartílico de 7,3. Em 2001, observa-se o início de um processo de crescimento da produção, o que é observado nas outras medidas estatísticas: a mediana foi de 50,5 e desvio interquartílico de 76 (Quadro 12). Tais diferenças apontam para o grande crescimento da produção cientifica brasileira nesta área neste período em relação ao período anterior (1991-2000).

Quadro 11 – Índice de Crescimento de Price dos BRICS na produção de artigos originais na área de célula-tronco (1991-2010)

Período	China	Brasil	Índia	Período	Rússia	África do Sul
1991-2000	25	8	1	–	–	–
1992-2001	7,4	18	5,5	1992-2001	5,4	2
1993-2002	11	9	6	1993-2002	0,4	3,5
1994-2003	24,3	15	5,3	1994-2003	1,7	0,7
1995-2004	26,7	8,8	5,3	1995-2004	2,3	0,8
1996-2005	54,2	10,5	13,3	1996-2005	4	3,5
1997-2006	73,5	7,4	4,6	1997-2006	2,3	1,5
1998-2007	41,9	9,8	5,9	1998-2007	5,8	1,8
1999-2000	36,5	23,4	7,9	1999-2008	9,6	2
2000-2001	45,1	17,9	13	2000-2009	5,4	2,1
2001-2010	29,4	13,9	13,2	2001-2010	2,4	4,5
Índice Médio de Crescimento$_{(1991-2010)}$	34,7	13,0	7,6	Índice Médio de Crescimento$_{(1991-2010)}$	3,5	2,3

Fonte: Dados da pesquisa.

A China ocupa a primeira posição, entre os países dos BRICS, em relação ao volume de artigos publicados e indexados na WoS na área de célula-tronco no período, 1991-2010 (Gráfico 6 e Tabela 4). No primeiro período (1991-2000), a China publicou 95 artigos, saltando para 5.079 no segundo período (2001-2010), um aumento de 5.34632%. O índice de crescimento de Price, por década, foi menor em 1992-2001, com IC = 7,4 passando para IC = 73,5 em 1997-2006, nas 3 últimas décadas (1999-2000, 2000-2001 e 2001-2010) o IC foi superior aos dos países dos BRICS. A China também obteve o maior $IC_{(1991-2010)}$ = 34,09 (Quadro 11), ou seja a produção média entre 1991 a 2010 foi em méida 34 artigos/ano.

As medidas descritivas para o segundo período (mediana = 320,0 e desvio interquartílico = 629,7) foram superiores às do primeiro período (mediana = 6 e desvio interquartílico = 5,3) (Quadro 12), confirmando a liderança da China na produção de artigos originais na área de célula-tronco nos BRICS.

A Índia, que no período analisado totalizou 608 artigos, apresentou 62 artigos originais na área de célula-tronco para o 1º período e 546 para a 2º, o que representou um crescimento de 880.65%. O maior índice de crescimento de Price foi 13,3, compreendendo a década de 1996 a 2005, alcançando um índice médio de crescimento $IC_{(1991-2010)}$ = 7,6 (Quadro 11). Os dados do quadro 12 sinalizam que a Índia ocupava a 3ª posição no 1º período, com mediana (mediana = 6,5) maior que o Brasil (mediana = 4,0), que estava na 4ª posição. No 2º período, a Índia alcançou uma mediana (= 43,0), menor que a do Brasil (= 50,5), levando a Índia a ocupar a 4ª posição, enquanto o Brasil passou a ocupar a 2ª posição no *ranking* (Quadro 12).

Quadro 12 – Estatística descritiva dos artigos originais na área de célula-tronco referente aos BRICS (1991-2000 e 2001-2010)

1991-2000					
Estatística descritiva	Rússia*	China	Índia	Brasil	África do Sul*
Valor máximo	24	25	10	8	7
1º quartil	10,0	2,0	3,0	5,0	16,0
Mediana	15,0	6,0	6,5	4,0	4,0
3º quartil	15,0	7,3	9,0	12,3	62,0
Intervalo interquartil	5,0	5,3	6,0	7,3	46,0
Valor mínimo	7	1	9	1	2
Total de artigos	130	95	62	43	35
2001-2010					
Medida descritiva	China	Brasil	Rússia	Índia	África do Sul
Valor máximo	1531	195	93	145	18
1º quartil	119,1	31,3	35,00	18,8	4,5
Mediana	320,0	50,5	62,0	43,0	7,0
3º quartil	748.8	107,2	75,0	72,5	9,75
Intervalo interquartil	629.7	76	40	53,8	5,25
Valor mínimo	52	14	23	11	2
Total de artigos	5.079	731	573	546	82

Fonte: dados da pesquisa
* Dados computados a partir de 1992.

A Rússia e a África do Sul têm uma característica que os distingue dos três outros países analisados: a produção desses países inicia um ano mais tarde que a dos demais, precisamente em 1992. Desta forma, para esses dois países, as análises consideram o período de 1992 a 2010.

Para a Rússia, que ocupa a 1ª posição em artigos publicados no período 1991-2000 (com 130 artigos), o maior índice de crescimento de Price de artigos foi em 1999 a 2000, quando o país mostrou o valor de 9,6, uma priduçao média de 9 artigos/ano. decrescendo na década seguinte para 5,4. No período, o $IC_{(1992-2010)}$ = 3,5, mesmo com este valor sua mediana, referente ao 2º periodo, foi igual a 62,0, superior aos demais países, exceto para a China (= 320,0) (Quadro 12).

A África do Sul teve a menor produção de artigos originais entre os países dos BRICS (Gráfico 6, Tabela 4). O maior índice de crescimento de Price foi 4,5 referente à

década de 2001 a 2010, estimado um média de 4,5 artugos/ano; para o período, o $IC_{(1992-2010)}$ foi igual a 2,3 (Quadro 11), indicando um ritmo de crescimento normal. No entanto, se comparado com o $IC_{(1991-2010}$ da China e do Brasil, a África do Sul apresenta um crescimento lento.

A fim de identificar diferenças significativas na produção de artigos originais entre o Brasil e os demais países, foi aplicado o teste U de Mann-Whitney (anteriormente, citado nas páginas 157 e 158). Procurou-se, então, testar a mediana por meio do teste U, tendo como Hipótese nula (H_o) "há diferença entre a mediana do Brasil e do país analisado" (China, Rússia, Índia e África do Sul) e como hipótese alternativa (H_1) "não há diferenças entre as medianas". O resultado do teste U de Mann Whitney para o 1º período (1991-2000) indicou haver diferença significativa entre o Brasil e Rússia (U = 3,0 e *p-valor* = 0,0007 < 005), enquanto que para a China (U = 30,5 e *p-valor* = 0,1472 > 0,05), Índia (U = 30,0 e *p-valor* = 0,1372 > 0,05) e África do Sul (U = 44,5 e *p-valor* = 1 > 0,05) não foi encontrada diferença estatisticamente significativa. Observamos, portanto, haver diferenças estatísticas entre o Brasil e Rússia, uma vez que o número de artigos publicados na Rússia foi maior que o publicado pelo Brasil. Quanto aos demais países, como não há diferença estatística, podemos dizer que a produção está num mesmo nível.

No segundo período (2001-2010), o teste U indicou haver diferença entre Brasil e China (U = 14,0 e *p-valor* = 0,0052 < 0,05), Brasil e África do Sul (U = 97,5 e *p-valor* = 0,0004 < 0,05); enquanto que para Rússia (U = 52,0 e *p-valor* = 0,9097 > 0,05) e Índia (U = 58,0 e *p-valor* = 0,5705 > 0,05) não há diferenças. Neste caso, comparando a produção da China e da África do Sul com a produção do Brasil, há diferença no número de artigos publicados: a China foi superior ao Brasil, enquanto a África do Sul foi inferior. Quanto a Rússia e Índia, não foram detectadas diferenças estatísticas no número de artigos para estes países comparando com o Brasil.

Os dados mostrados no gráfico 6 e na tabela 4 indicam forte crescimento dos BRICS na área de célula-tronco, especialmente na última década, o que vai ao encontro do que afirmam Fernandes et al. (2011, p. 8) “A produção de conhecimento do conjunto dos países BRICS, medida pelo indicador convencional [número de artigos publicados], mais do que dobrou e já representava, em 2010, uma parcela equivalente à dos Estados Unidos, na faixa de 22% do total mundial.”.

Diversos fatores, de natureza interna e externa, parecem interferir no volume de artigos publicados pelos BRICS, incluindo aumento nos recursos humanos especializados e infraestrutura materiais que proporcionam o desenvolvimento de pesquisas e a geração de conhecimento até o aumento no número de periódicos destes países que passaram a ser indexados na base WoS. A esse respeito, Garacisi Filho e Câmara (2011) destacam a importância dos programas de apoio às iniciativas científicas que vem ocorrendo na China, da criação de novos institutos de pesquisa e do avanço do governo da Índia em relação à educação nacional. Para o Brasil, os autores apontam o aumento do PIB destinado à Pesquisa & Desenvolvimento, sobretudo, para o ano de 2007 e a liderança que o país exerce na produção científica na América Latina, fator também pontuado por Leta et al (2013), como fatores que poderiam explicar o bom desempenho cientifico do país nos últimos anos. Garacisi Filho e Câmara (2011) também chamam a atenção para o declínio da produção científica ocorrido na Rússia, o que para os autores tem relação com a mudança do regime político, datada do início dos anos 1990, que teve reflexos nos investimentos em C&T, tal como eles afirmam:

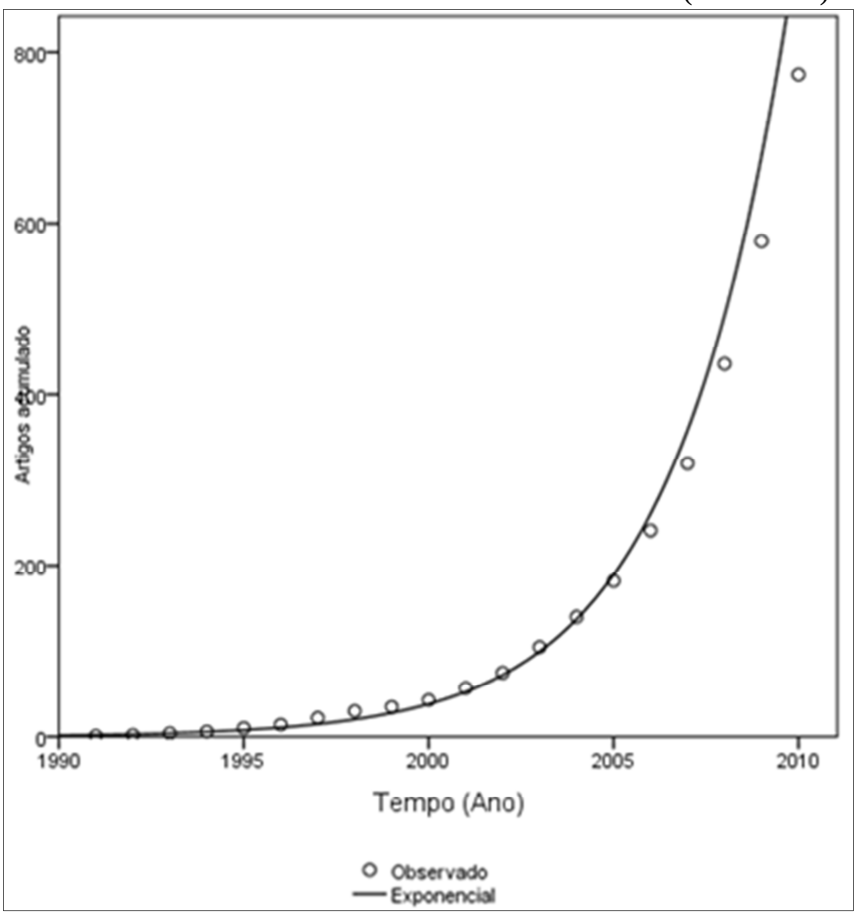
> A mudança do regime socialista para a economia de mercado capitalista em 1991 foi a grande causadora desse declínio, com o país investindo menos nas ciências e na pesquisa e desenvolvimento, e com a força de trabalho destinada à pesquisa envelhecendo e não sendo substituída. (GARACISI FILHO; CÂMARA, 2011, *online*).

Tendo analisado o crescimento da produção de cada um dos países dos BRICS, a próxima etapa foi verificar se o crescimento destes países segue a Lei de Price (1976).

Pelo gráfico 7 vê-se a tendência de crescimento (observado – círculos abertos) do número de artigos brasileiros na área de célula-tronco ao longo dos 20 anos (1991-2010). Examinando este crescimento, observa-se que os dados têm ajuste semelhante à curva de crescimento (esperada) exponencial, com coeficiente de determinação (r^2) estimado em 98%, o que indica que 2% da variabilidade ocorrida não é explicada pelo ajuste, ou melhor, pelos anos de produção. Esse resultado sugere que os dados referentes à produção brasileira se ajustam perfeitamente ao crescimento exponencial puro, ou seja, sempre ascendente, não detectando um ponto de saturação que transforme a curva exponencial em uma logística, tal como reza a 2ª Lei de Price (1976), o que denota que a área de

célula-tronco vem se desenvolvendo em ritmo continuo de crescimento ao longo do período analisado

Gráfico 7 – Crescimento exponencial do número de artigos
Publicados na área de célula-tronco referente ao Brasil (1991-2010)



Fonte: WoS

Nos Gráficos 8a e 8b, temos as análises do crescimento exponencial para China, Índia, Rússia e África do Sul, com a estimação das curvas para o modelo exponencial, o que nos permite analisar como se processou este crescimento para o conjunto dos BRICS.

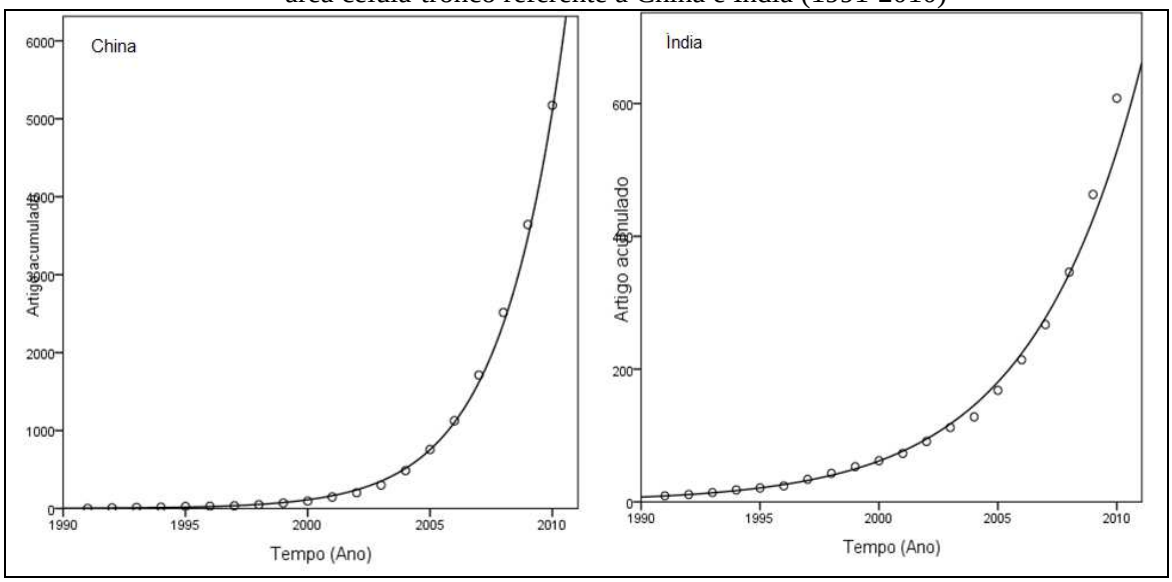
A China, assim como o Brasil, também apresentou um crescimento que se ajusta muito bem à curva exponencial (esperado), obtendo coeficiente de determinação (r^2) igual a 97%, indicando que este valor explica a variação dos artigos publicados, enquanto que 3% são explicados por outros fatores. Esse crescimento exponencial para China é visto também em outros campos do conhecimento. Num estudo realizado recentemente, Leydesdorff e Wagner (2009) também encontraram um crescimento exponencial para China (uma curva exponencial com $r^2 > 0,99$), para todas as publicações indexadas *Science*

Citation Index-Expanded, referente ao período de 1995 a 2006. Para os autores, tal crescimento da produção cientifica chinesa se deve à disponibilidade dos recursos humanos e dos investimentos financeiros realizados nas universidades e instituições de pesquisa, o que contribui para o aumento das publicações indexadas não somente na WoS como em outros bancos de dados internacionais.

Para a Índia, o ajuste da curva exponencial foi $r^2 = 99\%$, sendo o melhor ajuste para a curva exponencial, o que significa que 99% dos artigos publicados podem ser explicados diretamente pela variável ano e apenas 1% são explicados por outra variável.

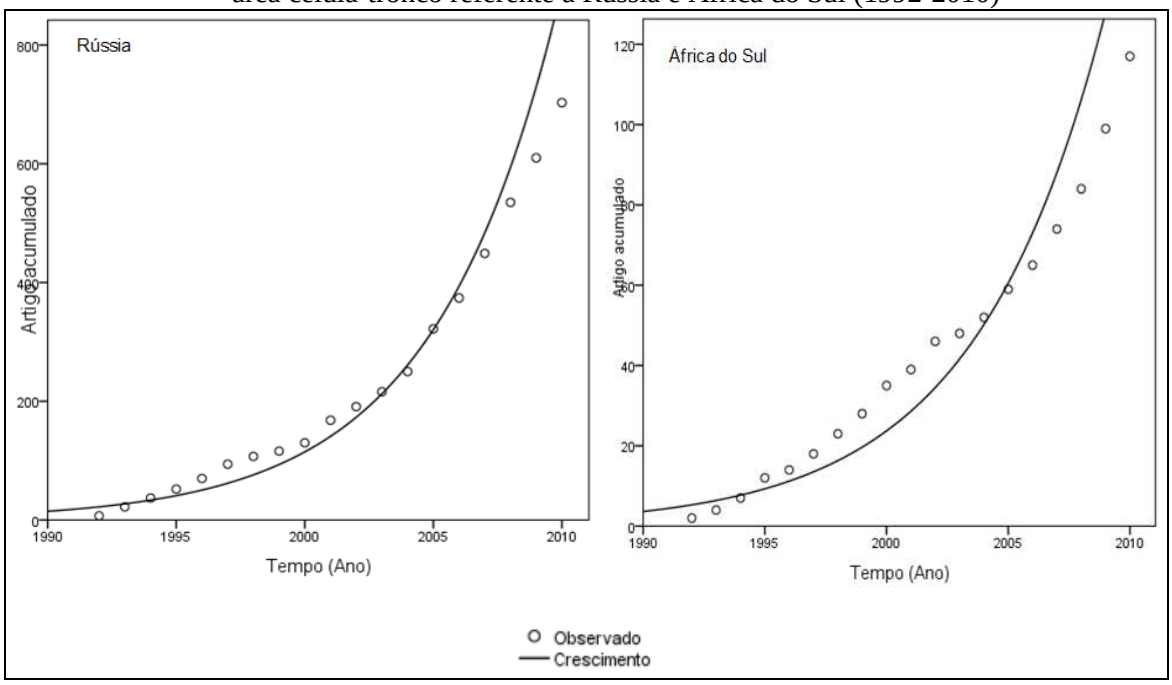
Para Rússia e África do Sul, encontramos ajustes iguais a $r^2 = 92\%$ e $r^2 = 90\%$ respectivamente, o que indica um bom ajuste ao modelo de crescimento exponencial.

Gráfico 8a – Crescimento exponencial do número de artigos publicados na área célula-tronco referente à China e Índia (1991-2010)



Fonte: WoS

Gráfico 8b – Crescimento exponencial do número de artigos publicados na área célula-tronco referente a Rússia e África do Sul (1992-2010)



Fonte: WoS.

Analisando os gráficos 7 e 8a e 8b percebemos uma tendência comum aos cinco países: no 1º período houve um crescimento lento e a partir do 2º período dá-se um pico de crescimento, quando, então, houve o aumento do número de artigos.

A África do Sul foi o país dos BRICS com maior período de duplicação da literatura, de 3,8 anos, resultado da baixa taxa de crescimento, de 20,56%, a menor registrada para os BRICS. Já a China registrou o menor tempo de duplicação, estimado em 1,8 anos, isso significa que a produção se duplica muito mais rápido neste país do que nos demais; tal desempenho é consequência de sua elevada taxa de crescimento do número de artigos que foi de 46,56%. O Brasil obteve o segundo menor tempo de duplicação igual a 2,3 anos com taxa de crescimento de 37,58%. Para Rússia e Índia, o tempo de duplicação foi muito próximo, ou seja, 3,4 anos e 3,2 anos, com taxa de crescimento para Rússia de 20,86% e para Índia de 23,99%.

Estes dados colocam o Brasil na segunda posição, ou numa posição intermediária, tanto em termos de tempo de duplicação como em relação à taxa de crescimento dos artigos originais na área de células-tronco, sendo superado apenas pela China dentre os demais países dos BRICS.

6.1.3 **Autoria dos artigos originais dos BRICS na área de célula-tronco**

A produtividade científica pode ser estudada de várias perspectivas, desde a psicológica, que examina, por exemplo, a criatividade dos autores (SIMONTON, 1997), à sociológica, como a efetuada por Robert Merton na Teoria da Vantagem Acumulativa[88], que está associada com Efeito Matheus (MERTON, 2013). Nossa atenção, nesta seção, centra-se na produtividade a partir da perspectiva dos autores dos artigos científicos na área de célula-tronco. Para isso, adotamos o Índice Produtividade de Lotka[89] modificado por Price (SPINAK, 1996; PRICE, 1976), que é definido como sendo o logaritmo do número de artigos publicados por um autor, quer de autoria única ou múltipla. Os resultados reúnem os autores em três faixas de produção: os de alta produção, com produção de 10 ou mais artigos, os de produção intermediária, entre 2 a 9 artigos, e os de baixa produção, autores que publicaram somente um artigo. Para efeito de comparação, a análise foi dividida em dois momentos, 1991 a 2000 (Tabela 5) e 2001 a 2010 (Tabela 6).

Tabela 5 – Distribuição dos autores dos artigos originais publicados pelos BRICS na área de célula-tronco segundo o índice de produtividade (1991-2000)

Índice de produtividade	IP ≥ 1	0 < IP < 1	IP = 0	Total de autores
Categoria de autoria	Alta	Intermediária	Baixa	
Nº de artigos	≥ 10	Entre 2 e 9	1	
Brasil	–	50	156	206
	–	24,27%	75,73%	100%
China	–	79	355	434
	–	18,20%	81,80%	100%
Rússia*	1	91	339	431
	0,23%	21,11%	78,65%	100%
Índia	–	34	144	178
	–	19,10%	80,90%	100%
África do Sul*	–	21	132	153
	–	13,73%	86,27%	100%

Fonte: WoS.
* Dados computados a partir de 1992.

Nota-se que para o período de 1991 a 2000, a maior parte dos autores dos cinco países foram classificados como baixa produtividade. Nesta faixa de produtividade, encontramos frações de autores que variam de 75,36% (Brasil) a 86,27% (África do Sul). Chama atenção que apenas um autor, da Rússia, foi classificado como de alta

[88] Publicada no livro *The Sociology of Science: theoretical and empirical investigations of science*.
[89] Que tem sua base na Lei de Lotka, apresentada no capitulo 1.

produtividade neste período. Este autor é I. L. CHERTKOV, do *Hematology Research Center, Russian Academy of Medical Sciences*, situado em Moscou, que publicou 11 artigos (IP = 1.041).

Para o período de 2001 a 2010, observamos uma mudança significativa: um maior contingente de autores com alta produtividade aparece em todos os países (Tabela 6). O Brasil tem o maior contingente com 29 autores que publicaram acima de 10 artigos, em seguida, vem a China com 23 autores e a Rússia com 24.

Tabela 6 – Distribuição dos autores dos artigos originais publicados pelos BRICS na área de célula-tronco segundo o índice de produtividade (2001-2010)

Índice de produtividade	IP ≥ 1	0 < IP < 1	IP = 0	Total de autores
Categoria de autoria	Alta	Intermediária	Baixa	
Nº de artigos	≥ 10	Entre 2 e 9	1	
Brasil	29	829	3.008	3.866
	0,75%	21,44%	77,81%	100%
China	23	5451	7.941	13.415
	0,17%	40,63%	59,19%	100%
Rússia	24	539	1.877	2.440
	0,98%	22,09%	76,93%	100%
Índia	16	451	1.544	2.011
	0,80%	22,43%	76,78%	100%
África do Sul	2	79	476	557
	0,36%	14,18%	85,46%	100%

Fonte: WoS.

Cotejando as duas tabelas (5 e 6), é nítido observar o crescimento do número de autores no 2º período. O crescimento do número de autores foi mais elevado na China e em todo período (1991-2010) totalizou 13.849 autores, enquanto que para o Brasil foram contabilizados 4.072 autores. Um maior número de autores pode ser uma das explicações também para o aumento do número de artigos publicados e indexados na WoS (Gráficos 7 e 8).

O crescimento do número de autores é um fenômeno que vem ocorrendo em todas as áreas do conhecimento (SONNENWALD, 2007) e, como podemos perceber, este aumento também foi observado nos BRICS para a área de célula-tronco, sobretudo a partir do segundo período (2001-2010), quando há um maior número de autores com mais de 10 artigos publicados se comparado ao período anterior (1991-2000). Calculando-se, então, a taxa de crescimento do número de autores, tomando por base os dados das tabelas 4 e 5,

referente ao total de autores, observamos que a China mantém a liderança com 29,91%, o Brasil aparece em segundo lugar (17,76%), seguido pela Índia (10,29), Rússia (4,19) e África do Sul (2,87%). A taxa de crescimento dos autores acompanha o crescimento da literatura, comparando ambas observamos que a China ocupa o 1º lugar, seguida pelo Brasil.

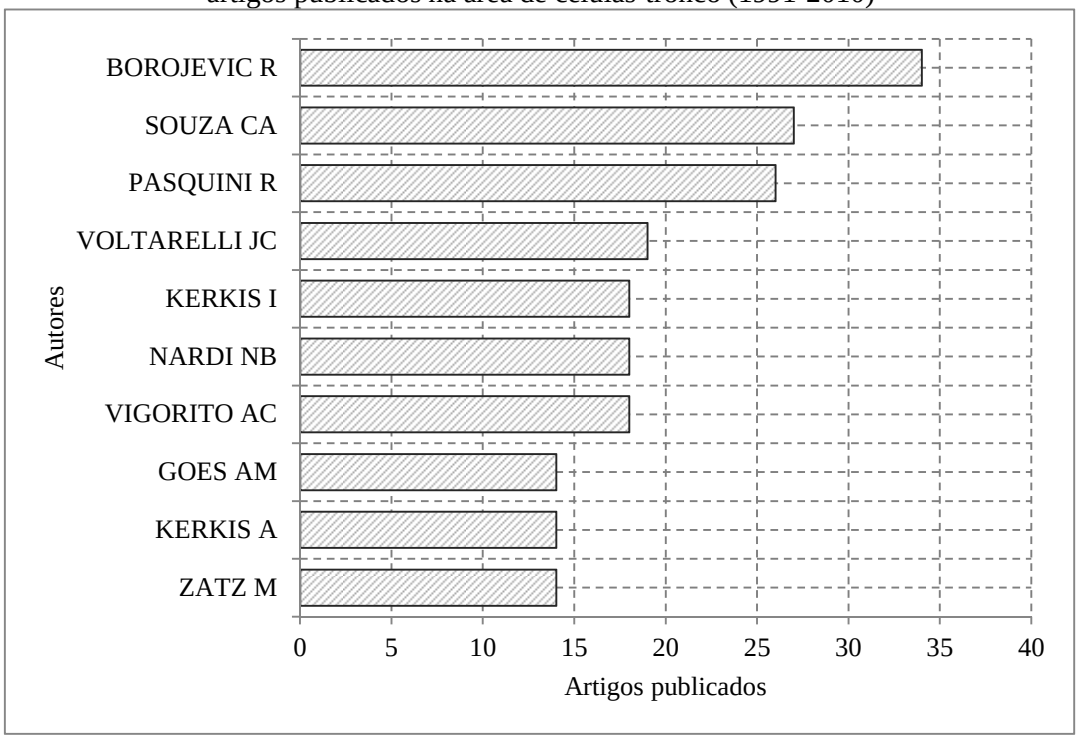
Quando se leva em consideração o índice de transitoriedade (*transitoriness index*), ou seja, aquele que se refere somente aos autores com apenas um artigo publicado, observamos que o índice de autores com baixa produtividade foi bem eclético e muito mais elevado no segundo período, quando foi registrado o maior aumento no número de artigos. Podemos pontuar ainda que o crescimento do número de autores foi de natureza exponencial, uma vez que este está correlacionado ao número de artigos publicados.

6.1.3.1 Autores brasileiros: os mais produtivos

Uma variável examinada com mais detalhes e exclusivamente para o Brasil foi a autoria, que contabilizou 4.076 autorias, para o período de 1991 a 2010, que assinaram 774 artigos. Para 1991 a 2000, foram contabilizados 207 autores que publicaram 43 artigos, logo, a média de autor por artigo foi igual a 4,81. Já no período subsequente, 2001-2010, a média foi de 5,29 autores por artigo. O aumento nesta medida deve-se ao aumento de 1.768,59% no número de autores e de 1.600% no número de artigos que ocorreu entre os dois períodos analisados.

O Gráfico 9 mostra os dez autores das publicações brasileiras com maior volume de artigos na área de célula-tronco. A lista inclui as publicações dos dois períodos, já que no primeiro período autores das publicações brasileiras mostravam produtividade intermediária ou baixa (Tabela 4).

Gráfico 9 – Autores brasileiros com maior número de artigos publicados na área de células-tronco (1991-2010)



Fonte: WoS

A seguir, destacamos os três autores que apresentaram maior volume de artigos publicados, BOROJEVIC, R; SOUZA, CA e PASQUINI, R, que juntos somam 87 (13,00%) artigos.

Radovan Borojevic nasceu na Croácia, em 1940. Graduado em Biologia pela Universidade do Zagreb, Croácia, em 1963, realizou doutorado na Universidade de Paris, França, em 1968, na área de célula-tronco em animais marinhos. Nos anos 1970 e 1980, o Prof. Radovan colaborou em estudos e projetos institucionais no campo da biologia marinha. Em 1987, fez concurso para professor adjunto na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), onde mantém vínculo até hoje, mas, desde 2012, como professor emérito. Foi fundador do primeiro Banco de Sangue de Cordão Umbilical no Rio de Janeiro, do Serviço Autólogo de Transplante de Medula Óssea da UFRJ e do Programa Avançado de Biologia Celular Aplicada à Medicina. É bolsista de produtividade 1A do CNPq, membro titular da Academia Brasileira de Ciências e foi contemplado com vários prêmios, nacionais e internacionais. Na pesquisa, vem atuando nos temas regeneração e reparo tecidual, terapias celulares, biomateriais, bioengenharia, medula óssea, hematopoiese normal e patológica, biologia e patologia vascular, estromas teciduais e matriz

extracelular.[90] Esse professor, na fase inicial, contava com 4 artigos (1991-2000), atingindo 30 artigos no período seguinte (2001-2010), um acréscimo de 650%.

Carmino Antonio de Souza graduou-se em Medicina pela Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, em 1975. Tem doutorado em Medicina Interna, na área de concentração em Hematologia (1987), com pós-doutorado na Universidade de Genova, Itália (1997-1998). Desde 1996, é doutor livre-docente da UNICAMP e, em 2001, passou a ser professor titular em Clínica Médica. Seu campo de estudo compreende a Onco-Hematologia (especialidade em Linfomas Malignos e Leucemia Mielóide Crônica) e Transplante de Medula Óssea. É membro da *International Association for Comparative Research on Leukemia and Relatend Diseases*. Foi idealizador e diretor do Centro de Hematologia e Hemoterapia – HEMOCENTRO, em Campinas, SP. Foi membro fundador da Latin American Leukemia Net (LALNET) e da Associação Ítalo Brasileira de Hematologia, com sede em Genova, Itália. Foi secretário da Saúde do Estado de São Paulo, no período de 1993 a 1994, presidente da Associação Brasileira de Hematologia, Hemoterapia e Terapia Celular. Atualmente ocupa o cargo de Secretário Municipal da Saúde de Campinas/SP[91]. Sua produção totaliza 27 artigos no período, sendo 5 para o primeiro período e 22 no segundo, um acréscimo de 340,00%.

Ricardo Pasquini graduou-se em Medicina pela Universidade Federal do Paraná (UFPR), em 1962, e realizou pós-graduação na Universidade de Utah, EUA, entre 1969 e 1972. É livre-docente da UFPR desde 1974 e professor titular em doenças hematológicas, também na UFPR, desde 1991. Seu campo de atuação inclui a área de medicina, com ênfase em hematologia, nos temas anemia de fanconi, anemia aplástica severa, hematologia e transplante de medula. Vale ressaltar que o professor Pasquini foi o primeiro a realizar transplante de medula óssea, na cidade de Curitiba, PR, em 1979, como também foi o responsável por transformar o Hospital de Clínicas da Universidade Federal do Paraná (HC/UFPR) no primeiro centro brasileiro especializado em transplante de medula óssea. Foi fundador e o primeiro presidente da Sociedade Brasileira de Transplante de Medula Óssea, fundada em 15 de abril de 1996. Em 2008 o professor Pasquini aposentou-se pela compulsória, continuando, contudo, a atuar em sua especialidade. A taxa de crescimento de artigos publicados para este autor foi estimada em 455%, contabilizando 26 artigos, sendo 4 no primeiro período e 22 no segundo.

[90] Fonte: Currículo Lattes. Disponível em: <http://lattes.cnpq.br/3858952284190499 >.
[91] Fonte: <http://www.smcc.com.br/noticias/ver/entrega-de-premios-tem-noite-de-gala>.

Os três autores citados anteriormente são professores universitários que vêm se dedicando ao estudo e à pesquisa na área de células-tronco com grande aplicação em áreas médicas específicas, mais especificamente na hematologia. Os estudos de células-tronco no campo da hematologia ganharam fôlego após 1949, com a possibilidade de transplante de células hematopoiéticas e, mais ainda, em 1957, quando a primeira experiência com o transplante de medula halogênica[92] em humano foi realizada (APPELBAUM, 2007). Esta é uma temática em constante evolução e ainda de grande interesse para os pesquisadores não somente brasileiros como de outros países também.

6.1.4 **Periódicos com a produção científica na área de célula-tronco dos BRICS**

Outro aspecto levantado para os BRICS e, posteriormente para cada país do grupo, foi o periódico selecionado pelos pesquisadores para comunicar os resultados de suas pesquisas. No total, foram encontrados 1.419 títulos, entre nacionais e internacionais, que apresentaram escopo temático muito abrangente, incluindo desde os multidisciplinares até aqueles voltados a uma só temática, como o periódico *Blood*, especifico no campo de hematologia.

Para identificar os principais títulos das publicações dos BRICS, foi aplicada a distribuição de Bradford[93] (1961) para os 1.419 títulos. Para tanto, as revistas foram dispostas em ordem decrescente de produtividade de artigos publicados, isto é, da mais produtiva à menos produtiva, aquelas com apenas 1 artigo. Posteriormente, foram efetuados os cálculos necessários a fim de obter as zonas de produtividade, que no estudo original de Bradford foram três. Outros autores, no entanto, sugeriram um maior número de zonas (VICKERY, 1948; BROOKES, 1969).

A representação gráfica da lei de Bradford é apresentada no gráfico 10, o qual mostra a distribuição do número de artigos publicados por periódico fonte, no período de 1991 a 2010. O eixo das abscissas (eixo X) contém o valor do logaritmo que corresponde aos periódicos acumulados e o eixo das ordenadas (eixo Y) os artigos acumulados.

---

[92] Transplante alogênico é realizado com tecido, célula ou órgão proveniente de um doador saudável (REHEN; PAULSEN; 2007).

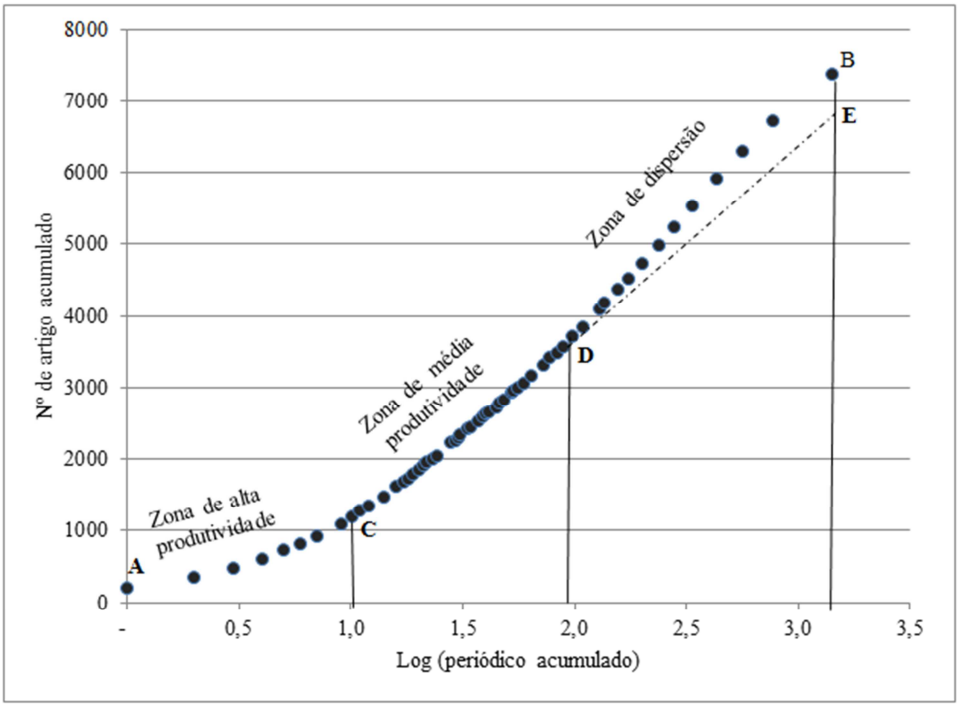
[93] Apresentada no 1º capítulo.

Para melhor compreensão, a curva foi secionada; deste modo, o primeiro momento apresenta uma curva ascendente, formando o segmento AC, que representa as revistas com maior número de artigos publicados pelos BRICS, compondo o que Bradford chamou de núcleo, ou 1ª zona. A partir da 2ª zona, a curva passa a ser uma reta (CD) que compreende aos periódicos de média produtividade, tornando-se novamente uma leve curva (DB) que mostra maior dispersão e onde estão inseridos elevados periódicos que publicaram poucos artigos. Há um ponto no final da curva DB que se encontra um pouco distante dos demais; este ponto também foi detectado por Hawkins (1978), que o chamou "ponto anômalo". Para esse autor, que estava analisando a recuperação da informação *online*[94], tal ponto significa a natureza interdisciplinar da área. O mesmo podemos dizer deste ponto no gráfico 10, em se tratando da área de célula-tronco, que, como veremos mais a frente, caracteriza-se também pelo aspecto interdisciplinar. Importante destacar que nesse ponto está localizado o maior índice de dispersão dos periódicos com artigos publicados pelos BRICS, aqueles localizados na 3ª zona que totalizam 1;321 periódicos que publicaram 3.665 artigos.

A área de célula-tronco está em franco estágio de crescimento, como já visto, de natureza exponencial, confirmado também pelo gráfico 10, visto que em um campo maduro a curva de crescimento de Bradford seria em forma de "S" e não linear como é observado no Gráfico 10 levando em consideração o segmento CB (PATRA; MISHRA, 2006). Podemos observar ainda que, no início da curva (AC), os pontos estão um pouco distantes uns dos outros, refletindo a flutuação do número de artigos publicados.

[94] Bibliometrics of the online information retrieval literature.

Gráfico 10 – Distribuição de Bradford da produtividade dos periódicos com a produção da área de célula-tronco referente aos BRICS (1991-2010)*



Fonte: Dados da Pesquisa.
* Para Rússia e África do Sul os dados foram computados a partir de 1992.

Para os valores plotados no Gráfico 10, o coeficiente de determinação (r^2) foi igual a 0,95, indicando um bom ajuste dos dados ao modelo de Bradford. O teste t apresentou um p = 0,0007, menor que α adotado que foi de 0,05, confirmando, nesse caso, o ajuste ao modelo gráfico.

Quanto ao modelo teórico de Bradford, apresentando na Tabela 7, que compreende a formulação verbal da lei de Bradford, o padrão de distribuição é o mesmo apresentado por Bradford, isto é, de três (3) zonas: o erro percentual foi considerado baixo, ou seja, igual a 1,06%.

A Tabela 7 é a visualização dos dados do Gráfico 10, demostrando a distribuição bradfordiana para os periódicos fontes da área de célula-tronco para os BRICS (1991-2010). Os 1.419 títulos da fonte foram agrupados em 3 zonas de produtividade e, conforme indicado por Bradford, a 1ª zona constituiu-se o “núcleo”, ou seja, formado por periódicos com maior número de artigos publicados, sendo 9 (0,63%) títulos com 1.103 artigos (14,95%), variando de 98 a 208 artigos publicados nestes periódicos.

Tabela 7 – Distribuição da produtividade de Bradford
dos periódicos da área de célula-tronco para os BRICS (1991-2010)

Zona	Periódicos	%	Artigos	%	Produção
1ª	9	0,63	1.103	14,95	≥ 208 e ≤ 98
2ª	89	6,27	2.608	35,36	≥ 82 e ≤ 14
3ª	1.321	93,09	3.665	49,69	≥ 1 e ≤ 13
Total	1.419	100,00	7.376	100	–

Fonte: Dados da pesquisa

A zona de média produtividade, que compreende a 2ª zona, contabilizou 2.608 (35,36%) artigos distribuídos em 89 (6,27%) periódicos, obtendo uma média de 29,4 artigos/periódicos. A 3ª zona é considerada zona de dispersão, o que vale dizer que nela foram publicados um número reduzido de artigos por periódico, totalizando 1.321 (93,09%) periódicos que em conjunto publicaram 3.665 (49,69%) artigos, média de 2,8 artigos/periódicos, resultando numa variedade grande de títulos.

Retornando para o núcleo, ou seja, a faixa que compreende os periódicos da 1ª zona, percebemos que esta zona é composta por uma quantidade muito pequena de títulos, conforme Bradford (1961) também tinha observado. O núcleo comporta um menor número de periódicos do que as demais zonas. Em nosso estudo, o núcleo é composto por 9 títulos (0,63% do total), que juntos publicaram 1.103 (14,95%) artigos. O quadro 13 apresenta detalhes desses títulos.

Podemos considerar os títulos do núcleo como sendo os mais cotados pelos pesquisadores BRICS a fim de disseminar sua produção científica na área de célula-tronco. Com base nas categorias de assuntos, que indicam a classificação dos periódicos adotada pelo JCR, descritas no Quadro 13, podemos, então, inferir que o núcleo dos periódicos, no período de 1991 a 2010, está direcionado à parte aplicada da área de célula-tronco, com ênfase na medicina, hematologia e oncologia.

Quando 13 – Períodos da 1ª zona de Bradford para a produção da área de célula-tronco dos BRICS (1991-2010)

Título dos periódicos	Número de Artigos	País de publicação	Categorias de assuntos
Bulletin of Experimental Biology And Medicine	208	Rússia	→ Pesquisa Médica Experimental
Chinese Medical Journal	154	China	→ Medicina Interna e Geral
Biochemical and Biophysical Research Communications	139	Estados Unidos	→ Biologia Molecular e Bioquímica → Biofísica
Bone Marrow Transplantation	110	Inglaterra	→ Hematologia → Oncologia → Imunologia → Transplantes
Biomaterials	109	Países Baixos	→ Engenharia Biomédica → Ciência dos Materiais, Biomateriais
Stem Cells	104	Estados Unidos	→ Engenharia Tecidual e Celular → Biotecnologia Aplicada à Microbiologia, → Oncologia, → Biologia Celular, → Hematologia
Neural Regeneration Research	98	China	→ Biologia Celular → Neurociências
Cell Biology International	94	Inglaterra	→ Biologia Celular
Stem Cells and Development	94	Estados Unidos	→ Engenharia Tecidual e Celular → Hematologia → Pesquisa Médica Experimental → Transplante

Fonte: Dados da pesquisa e JCR.

Um primeiro aspecto que chama atenção é a concentração de artigos nos dois primeiros periódicos, que são publicados em dois dos cinco países dos BRICS, Rússia e China. Assim, ao mesmo tempo em que é preciso ter clareza sobre o peso destes periódicos na produção na área de célula-tronco desses dois países, faz-se também necessária uma reflexão sobre um possível deslocamento da prioridade em publicação desses países nessa área, que parecem buscar prioritariamente periódicos nacionais, sobretudo a China que conta com dois títulos.

Um segundo aspecto a ser considerado é o escopo desses periódicos, estimado aqui pelas categorias de assuntos, segundo classificação do JCR. Partindo, então, dessa variável, o Quadro 13 reflete uma característica da área de célula-tronco, que é a interdisciplinaridade, uma vez que as categorias de assuntos são muito abrangentes, incluindo desde periódicos especializados em medicina até aqueles da biologia celular.

Mas, analisando em maior detalhe o Quadro 13, podemos perceber que há duas vertentes na produção da área de célula-tronco representada nos periódicos da 1ª zona: a pesquisa em Biomedicina e em Medicina Clínica. O primeiro dedicado à pesquisa básica em células-tronco e a segunda à pesquisa com característica aplicada, ou seja, pesquisa com (uso de) células-tronco. Outro ponto a ser destacado é o periódico *Biomaterials* que sinaliza para um campo de estudo mais recente na área de célula-tronco e que surge no 2º período (2001-2010), como veremos mais adiante na análise de cocitação de periódicos.

Após ter identificado o núcleo dos periódicos da fonte da produção dos BRICS, examinamos agora os periódicos que mais publicaram artigos da área de célula-tronco por países por período. Os títulos estão apresentados no Quadro 14 onde também são descritos a quantidade de artigos (nos parênteses) e, no final dos quadros, o total de títulos para cada país.

Para o Brasil, no período compreendido entre 1991 e 2000 (Quadro 14), foram identificados 34 títulos, sendo que somente cinco títulos publicaram mais do que um artigo (17,71%). Dentre esses títulos, há um brasileiro, o *Brazilian Journal of Medical and Biological Research* (Braz. J. Med. Biol. Res.), um periódico fundado em 1968[95], publicado em inglês pela Associação Brasileira de Divulgação Científica, indexado no JCR e classificado nas categorias de assuntos *biologia* e *pesquisa médica experimental*.

Nesse período, entre os demais países, apenas a África do Sul não conta com títulos nacionais, o que significa que toda a produção do país, no período, encontra-se em títulos internacionais, que totalizam 30 títulos, dos quais 26 (86,67%) contêm apenas um artigo.

Para o período de 2001 a 2010, os 731 artigos brasileiros foram publicados em 372 periódicos. Destes, 351 (94,35%) são internacionais e 21 (5,65%) nacionais. Destacamos os três títulos com frequência de artigos igual ou superior a 20 (≥ 20), *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, *Bone Marrow Transplantation* e *Blood*. Importante ressaltar o papel de destaque do *Brazilian Journal*, que passou de 5º periódico para o 1º periódico com maior número de artigos brasileiros na área de célula-tronco, responsável pela publicação de 27 (3,75%) artigos. Fenômeno semelhante foi também observado entre os periódicos que mais publicaram os trabalhos da China. Neste caso, a mudança ocorreu

[95] Brazilian Journal of Medical and Biological Research continuação da Revista Brasileira de Pesquisas Médicas e Biológicas (1968-1980). Fonte: <http://www5.usp.br/servicos/brazilian-journal-of-medical-and-biological-research/>.

no periódico *Chinese Medical Journal*, que passou de 3º para 1º periódico com maior número de publicações chinesas no período mais recente (Quadro 14).

Quadro 14 – Periódico com maior volume de artigos publicados pelos BRICS na área de célula-tronco (1991-2010)

Brasil	China	Índia	Rússia*	África do Sul*
1991-2000				
→Bone Marrow Transplantation (5) →Blood (3) →Tissue Cell (2) →Molecular Reproduction and Development (2) →Brazilian Journal of Medical and Biological Research (2)**	→Bone Marrow Transplantation (7) →Progress in Biochemistry and Biophysics (6)** →Chinese Medical Journal (6)**	→Ophthalmology (4) →Indian Journal of Medical Research Section B →Biomedical Research Other Than Infectious Diseases (4)**	→Bulletin of Experimental Biology and Medicine (21)** →Gematologiya I Transfuziologiya (12)**	→Experimental Hematology (3) →Transplantation (2) →Journal of Clinical Oncology (2) →International Journal of Oncology (2)
Total = 34	Total = 64	Total = 48	Total = 55	Total = 30
2001-2010				
→Brazilian Journal of Medical and Biological Research (27)** →Bone Marrow Transplantation (22) →Blood (20)	→Chinese Medical Journal (148)** →Biochemical and Biophysical Research Communications (125) →Biomaterials (101)	→Stem Cells and Development (18) →Transplantation Proceedings(14) →Plos One (12) →Biochemical and Biophysical Research Communications (11)** →Bone Marrow Transplantation (10)	→Bulletin of Experimental Biology and Medicine (187)** →Biology Bulletin (36) →Gematologiya I Transfuziologiya (27)** →Terapevticheskii Arkhiv (18)* →Russian Journal of Developmental Biology (10)**	→Cytotherapy (6) →Transfusion and Apheresis Science (5)
Total = 372	Total = 1.034	Total = 287	Total = 196	Total = 63

Fonte: WoS

* Para Rússia e África do Sul os dados foram computados a partir de 199

** Titulo nacional

Já nos periódicos que mais publicam os trabalhos da Índia, vemos que os títulos internacionais ainda são os primeiros da lista.

Para o 2º período, há uma tendência da China, Brasil, e principalmente, da Rússia, de veicular uma parte de suas produções em periódicos nacionais, o que pode representar maior visibilidade da ciência praticada nesses países.

Por outro lado, não há como negar a preferência pelos periódicos internacionais: em 1991-2000. Diversos são os motivos pelos quais os pesquisadores escolhem os veículos para publicarem seus estudos; um deles tem a ver com visibilidade. Uma vez indexados em base de dados bibliográfica internacionais, como a *Web of Science* ou a Scopus, os periódicos passam a ter maior prestígio. Packer e Meneghini (2006) também apontam o potencial que trabalhos publicados em periódicos internacionais têm de se tornar referência ou, então, de se manter como referência. Isso porque o registro em base de dados bibliográfica, como as citadas, leva a uma pesquisa bibliográfica específica, propiciando visibilidade da produção científica na temática, como, em nosso caso, a de células-tronco, ou de países, como os BRICS.

6.2 ESTRUTURA INTELECTUAL NA ÁREA DE CÉLULA-TRONCO DOS BRICS

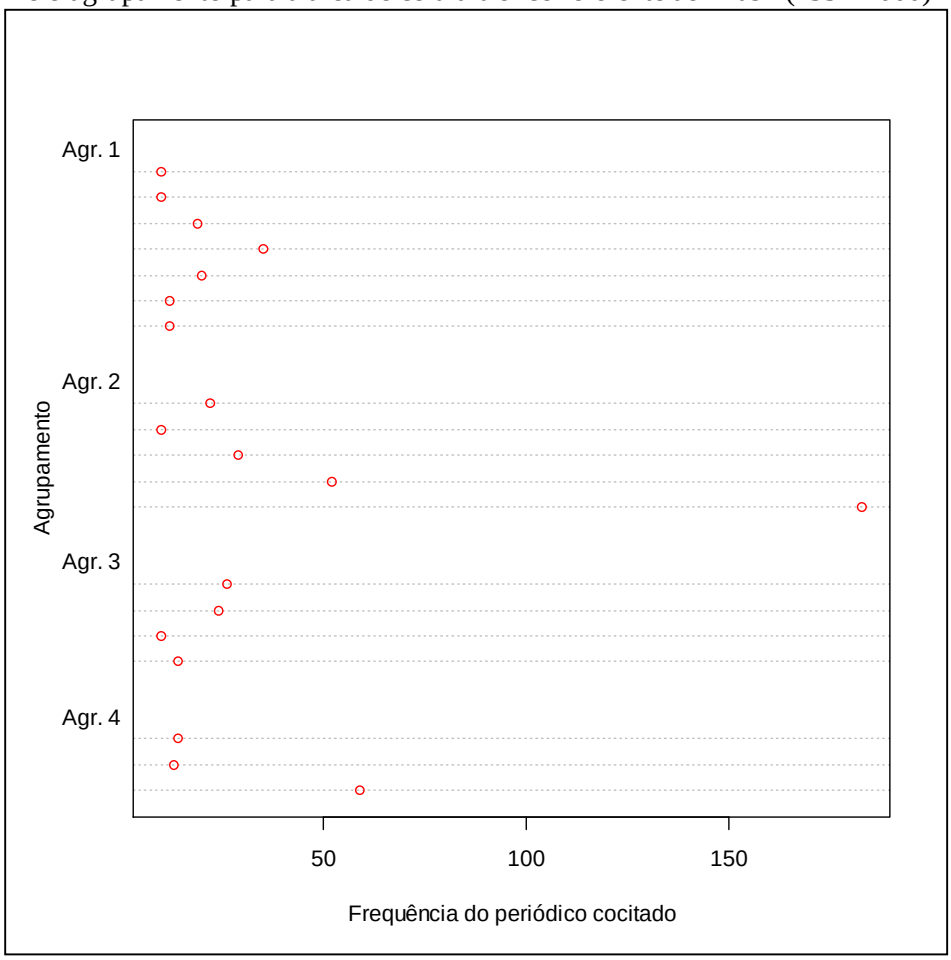
Esta seção apresenta as análises da estrutura intelectual da área de célula-tronco para os BRICS. Sua estrutura foi elaborada em três momentos: no primeiro é apresentada a estrutura intelectual para os países dos BRICS, ressaltado as mudanças ocorrida no primeiro período (1991-2000) e no segundo (2001-2010). No segundo momento são analisadas as categorias de assuntos que representam as temáticas dos periódicos cocitados; e, em seguida, no terceiro momento, destacamos os principais periódicos cocitados e finalizamos com as discussões dos dados.

6.2.1 A estrutura intelectual das publicações brasileiras

No primeiro período, que compreende de 1991 a 2010, o Brasil publicou 43 artigos, sendo contabilizados 421 títulos citados, média de 10,05 periódicos citados/artigos. Do total de artigos, 19 (4,51%) foram selecionados para análise de cocitação, uma vez que atenderam ao critério de inclusão frequência igual ou superior a 10 (ver metodologia). Desses 19 títulos, 2 (10,53%) foram cocitados no intervalo de 46-80 e apenas 1 (5,26%) cocitado no intervalo 151 a 181; a maioria, isto é, os demais 16 (84,21%) títulos, foi

cocitada entre 10 e 45 vezes. No Dotplot (Gráfico 11) essa frequência é apresentada, levando em conta os agrupamentos. O reduzido número de periódicos cocitados forneceu uma imagem rarefeita e pouco densa dos periódicos.

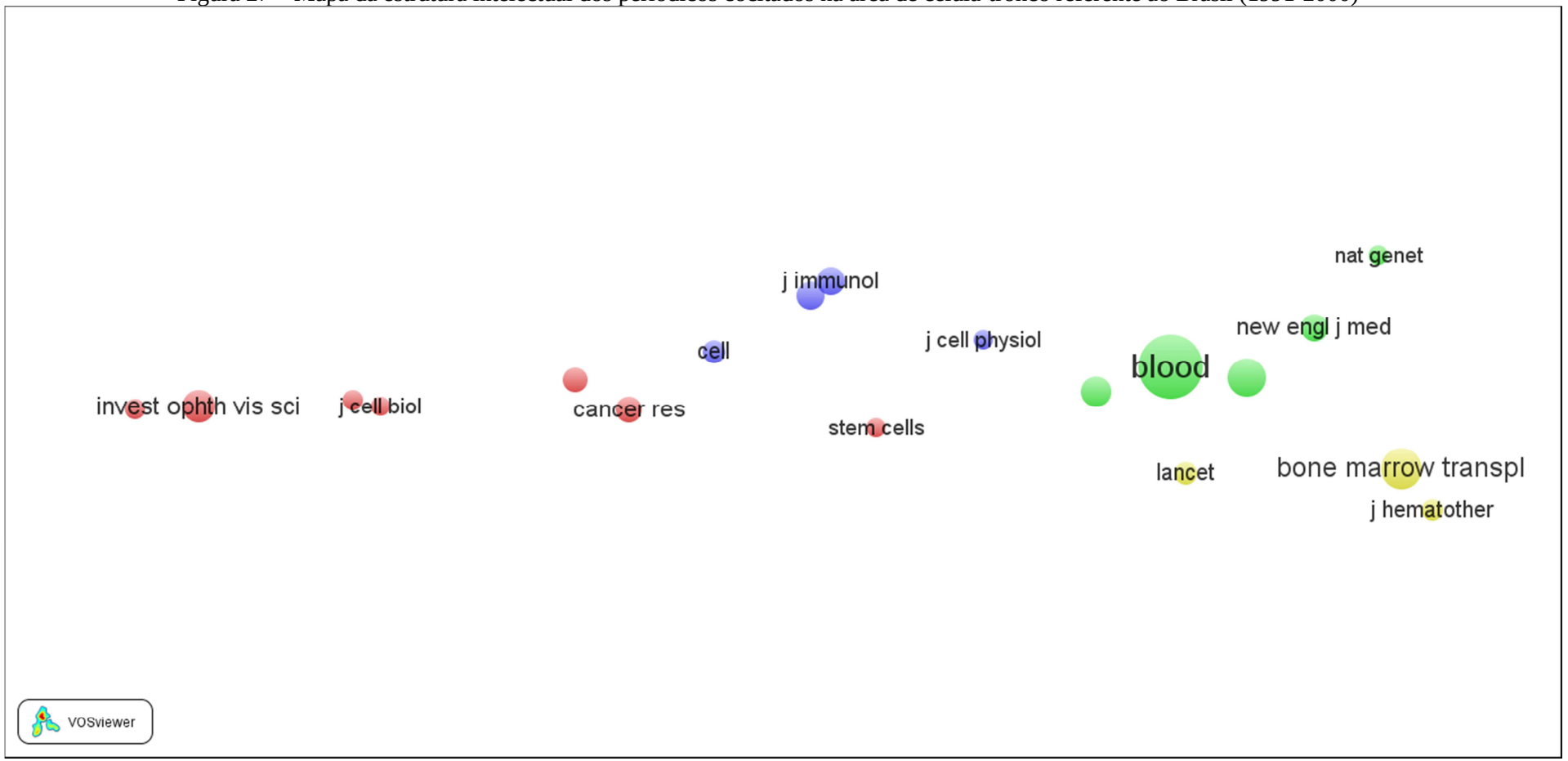
Gráfico 11 – Distribuição dos títulos cocitados segundo a frequência de cocitação e o agrupamento para a área de célula-tronco referente ao Brasil (1991-2000)



Fonte: Dados da pesquisa.

A Figura 27 mostra o mapa da estrutura intelectual dos periódicos cocitados da produção brasileira formado por quatro agrupamentos que são visualizados a partir das cores vermelha (agrupamento 1), verde (agrupamento 2), azul (agrupamento 3) e amarela (agrupamento 4). Pelo mapa podemos visualizar que houve um número reduzido de associações entre os periódicos e entre os agrupamentos; contudo, podemos identificar que os agrupamentos 3 e 4 mantém similaridade, conforme será comentado em seguida.

Figura 27 – Mapa da estrutura intelectual dos periódicos cocitados na área de célula-tronco referente ao Brasil (1991-2000)



Fonte: Dados da pesquisa.

O agrupamento 1 (vermelho) é o maior em número de periódicos (7), sendo que o maior volume de cocitação foi para o *Invest Ophth Vis Sci*[96] (35)[97] e *Cancer Res* (20), ambos direcionados a aspectos práticos da pesquisa na área de célula-tronco. Desse modo, o escopo desse agrupamento tem maior influência de temas de oncologia e oftalmologia. Mas contempla também temas relacionados com a biologia celular, representada pelos títulos *J Cell Biol* (10) e *Stem Cells* (10).

O agrupamento 2 (verde) agrega um total de 5 periódicos com destaque para *Blood* (183), periódico com maior volume de cocitação. Esse título abrange investigações clínicas em hematologia, sendo cocitado com outros títulos, como *Brit J Hematol* (52) e *Exp Hematol* (29), formando, assim, um conjunto de títulos com temas na hematologia, tornando-se, então, o principal escopo desse agrupamento.

O agrupamento 3 (azul) é formado por 4 títulos, sendo que dois formam o conjunto de maior frequência de cocitação, o que direciona a temática principal desse agrupamento para a imunologia, que é representada pelos títulos *J Immunol* (26) e *J Exp Med* (24). Localizado na parte central do mapa, o agrupamento 3 tem associações com todos os demais agrupamentos, o que corrobora a imunologia como uma disciplina central, com grande interface, por exemplo, nos estudos no campo dos transplantes com células-tronco; neste caso, o conhecimento em imunologia pode aumentar a eficiência dos transplantes (VOLTARELLI; STRACIERI, 2000).

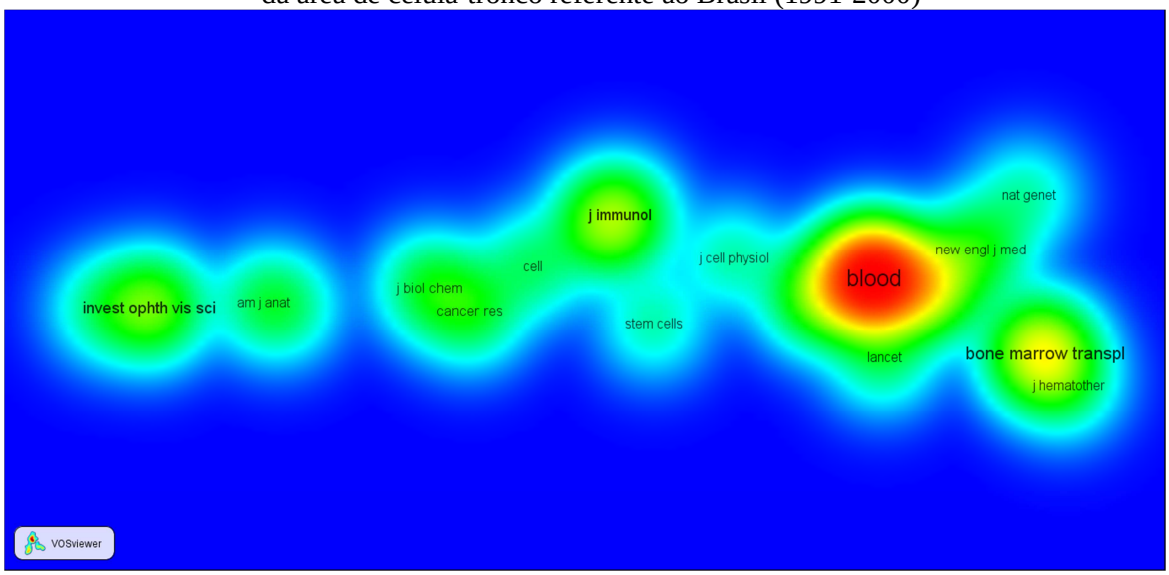
O agrupamento 4 (amarelo) mantém 3 títulos, dentre eles, o *Bone Marrow Transpal* (59), que, apesar de ser considerado um título monotemático, apresenta um amplo escopo de temas de interesse, que abrange a biologia das células-tronco, imunologia do transplante, biomarcadores e terapia celular entre outros[98]. Devido a sua proximidade com o agrupamento 1, podemos dizer que ambos se complementam em campo de atuação, ou seja, temas relacionados com a hematologia.

No primeiro período, as publicações do Brasil apresentaram tendência de pesquisa relacionada à vertente mais aplicada dos estudos na área de célula-tronco. Como podemos visualizar na Figura 28, a densidade de temas está centralizado em torno do periódico

[96] No apêndice A encontram-se os titulos dos periódicos abreviados.
[97] O número entre parênteses representa a frequência de cocitação
[98] Fonte: *Bone Marrow Transplantation*. Disponível em: <http://www.nature.com/bmt/index.html>.

Blood. Em seguida, outra zona de densidade moderada[99] é demarcada pelos periódicos *Bone Marrow Transpla* e *J Immunol*, títulos esses voltados a temas relacionados como hematologia.

Figura 28 – Mapa de densidade dos periódicos cocitados
da área de célula-tronco referente ao Brasil (1991-2000)



Fonte: Dados da pesquisa.

Outra temática que desperta atenção é a oftalmologia, com seus periódicos cocitados localizados no lado esquerdo do mapa (Figura 29), numa densidade que podemos considerar moderada, sinalizando para um campo promissor.

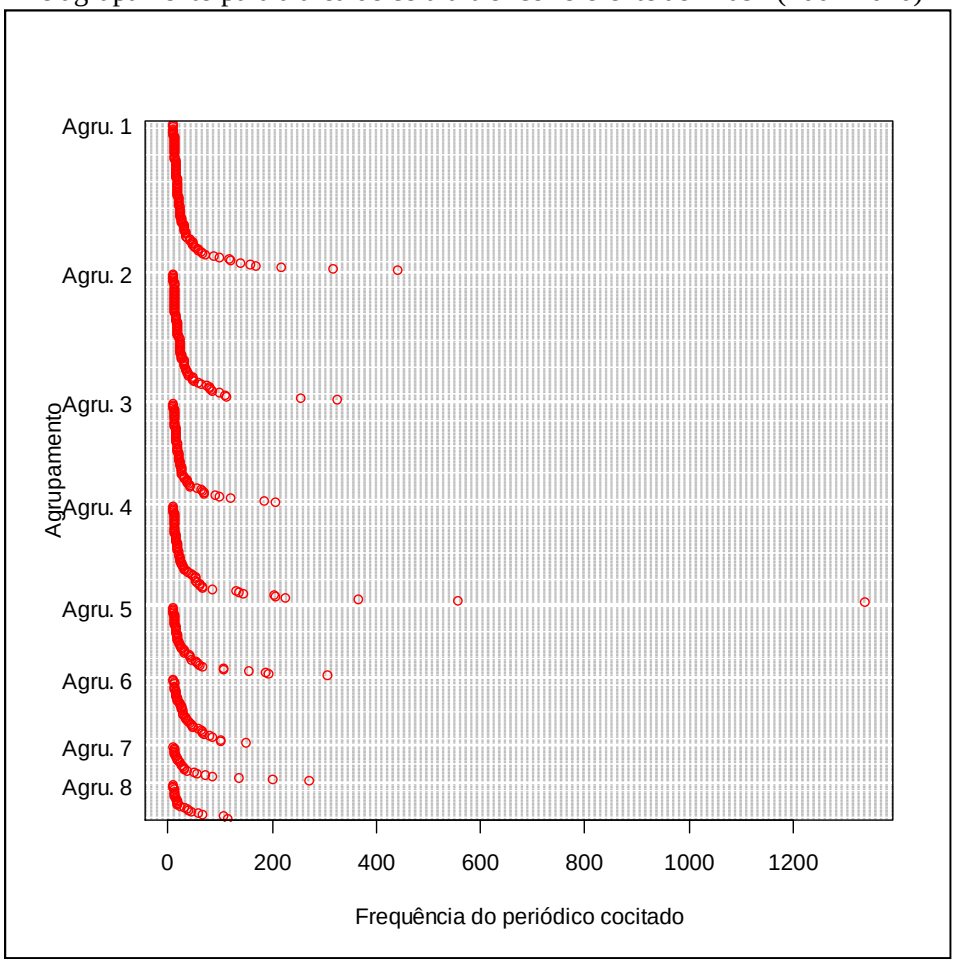
Desse modo, e como base nas análises dos mapas da estrutura intelectual e de densidade (Figura 27 e 28), podemos, então, considerar que, nesse primeiro período, o Brasil tem uma vertente na pesquisa aplicada, na área de célula-tronco, liderada por temas ligados, principalmente, ao campo da Hematologia.

No segundo período (2001-2010), a estrutura intelectual do Brasil apresenta outra configuração. Essa variação deve-se a uma produção científica, na tipologia artigos originais, maiores neste período, resultando num número maior de periódicos cocitados e, consequentemente, um maior número de agrupamentos que revelaram novas dimensões de estudo na área de célula-tronco. Nesse período, temos, então, um total de 454 periódicos cocitados distribuídos em 8 agrupamentos.

[99] Periódicos com alta densidade estão localizados na zona em vermelho e os de densidade moderada estão na região em cor amarela. A cor azul estão os periódicos com nível de densidade baixo.

Pelo Dotplot (Gráfico 12), podemos visualizar a distribuição dos títulos, representados pelos pontos vermelhos, que representam a frequência de cocitação. A maioria dos títulos, 432 (95,15%), foi cocitada no intervalo de 10 a 143, enquanto 22 (4,85%) títulos estão situados no intervalo de 144 a 1.339. Podemos notar ainda que apenas o agrupamento 4 contém títulos com maior volume de cocitação. Vêm, em seguida, os agrupamentos 1, 2 e 3.

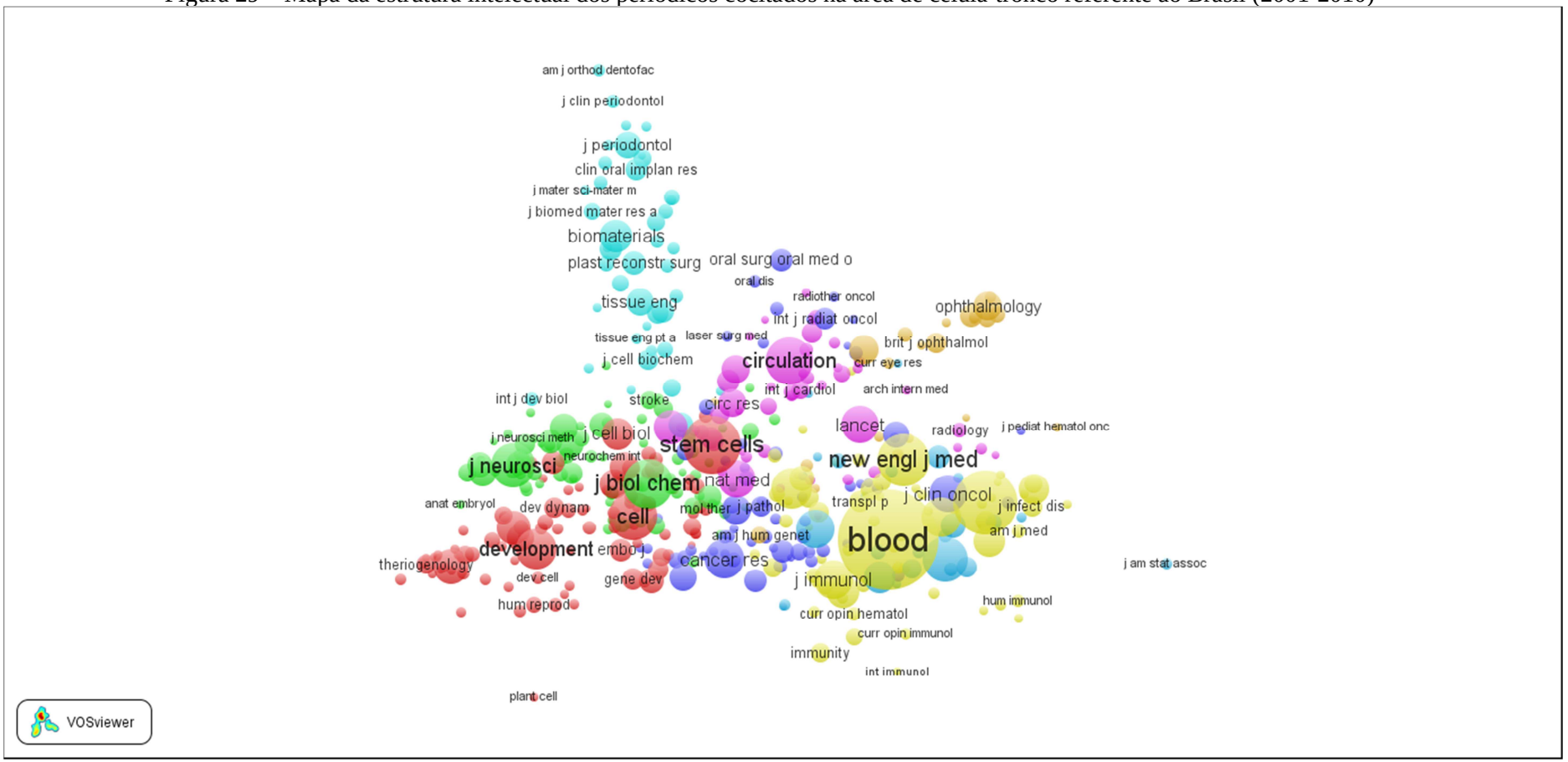
Gráfico 12 – Distribuição dos títulos cocitados segundo a frequência de cocitação e agrupamento para a área de célula-tronco referente ao Brasil (2001-2010)



Fonte: dados da pesquisa.

O Gráfico 12 é uma representação da dinâmica interna dos agrupamentos e, conforme podemos visualizar, na figura 29, há uma maior concentração de títulos ocitados este período como também uma maior associação entres os agrupamentos, já que estes estão localizados próximos uns dos outros, exceto o agrupamento 6 (azul celeste claro) que está mais afastadodos demais.

Figura 29 – Mapa da estrutura intelectual dos periódicos cocitados na área de célula-tronco referente ao Brasil (2001-2010)



Fonte: Dados da pesquisa.

Outro ponto observado são os periódicos na região periférica do mapa, como é o caso de *Plant Cell* (*Plant Cell*) e *Journal of the American Statistical Association* (*J Am Star Assoc*), que apresentaram um pequeno volume de cocitação. O primeiro está localizado no agrupamento 1, enquanto o segundo no agrupamento 7; a posição deste último sugere que ele está associado a tema ligado à genética e hereditariedade, visto que esses campos utilizam a teoria da probabilidade no desenvolvimento de suas pesquisas.

Vale ressaltar que a periferia contém aqueles títulos que não foram muitos cocitados, mas que complementam aspectos importantes nos estudos desenvolvidos por cada agrupamento, como é o caso, por exemplo, da estatística com sua teoria da probabilidade aplicada aos estudos genéticos.

O agrupamento 1 (vermelho) é diversificado em termos de temática; ele é composto por 99 títulos, dos quais 8 compõem um subagrupamento de grande expressividade pois foram cocitados acima de 100 vezes. Este subgrupo é formado pelos títulos: *Stem Cells* (441), *Cell* (318), *Development* (218), *Biol Reprod* (169), *Dev Biol* (157), *J Cell Biol* (140), *J Cell Sci* (121) e *Exp Cell Res* (118). Os oito títulos são oriundos do campo da biologia celular e estão voltados para o entendimento de diferentes processos intracelulares, o que inclui os processos de diferenciação celular, um aspecto chave das pesquisas básicas em células-tronco. Assim, o perfil do agrupamento 1 revela a pesquisa mais atual e mais promissora com células-tronco, ou seja, aquela que busca entender os mecanismos associados à natureza regeneradora e transformadora da células-tronco, que ocorrem exatamente no interior das células.

O agrupamento 2 é composto por 68 títulos, sendo que 4 (5,88%) têm frequência de cocitação superior a 100. São eles: *J Biol Chen* (324), especializado no campo da bioquímica, e *J Neurosci* (258), *Neuron* (112) e *Exp Neurol* (110), os três especializados em neurociências. Vale ressaltar que essa temática compreende 30,77% dos periódicos cocitados, juntamente com outros títulos relacionados à neurologia clínica, presente em 10,26% dos periódicos cocitados. O perfil desse agrupamento indica uma pesquisa em um campo promissor dos estudos na área de célula-tronco, que são a neurociências.

Na interface com os agrupamentos 1, 4 e 7 está o agrupamento 3 (azul), que concentra boa parte de seus periódicos (67) em duas temáticas de escopo mais amplo, oncologia e patologia, o que aponta para uma pesquisa com células-tronco de natureza mais clínica e aplicada a doenças diversas, inclusive às doenças do sangue, campo que

Bydlowski1 et al. (2009) denominam de onco-hematologia. Essas temáticas são representadas pelos títulos *Câncer Res* (205), *J Clin Oncol* (184) e *Am J Pathol* (120).

A imunologia é representada no agrupamento 4 (amarelo) e cobre 33,68% dos periódicos, que compreende 66 títulos deste agrupamento. Destaque para os periódicos *Clin Invest* (225), *J Immunol* (204) e *J Exp Med* (143). Em termos de frequência de temática, a hematologia compreende 9,74% dos periódicos, sendo esta representada pelo periódico de maior expressividade em termos de volume de cocitação, *Blood* (1.339). Tal como ocorreu no primeiro período, *Blood* é cocitado com *Bone Marrou Tranplan*t (552). Pela proximidade dos agrupamentos 4 e 7 (azul intermediário), podemos inferir que ambos se complementam, contudo, é no agrupamento 7 que a hematologia é muito mais enfática.

Os agrupamentos 5, 6 e 8 sugerem pesquisas em campos bem específicos. O agrupamento 5 (rosa), que tem localização mais central e tem proximidade com os agrupamentos da parte inferior do mapa (Figura 30), está associado à pesquisa com células-tronco aplicada a doenças ou ocorrências do sistema cardiovascular, como o infarto ou doença de Chagas (SANTOS, SOARES; CARVALHO, 2004). A temática forte deste agrupamento é o sistema cardiovascular e cardiologia. Segundo Piveta (2005) “Ao lado da Alemanha, o Brasil é uma das referências internacionais na pesquisa clínica que usa células-tronco da medula óssea dos próprios pacientes para tratar seus problemas cardíacos”. Tal afirmação coloca o Brasil como um dos pioneiros dos BRICS e do mundo na terapia com células-tronco no campo da cardiologia. Destacamos nesse agrupamento os dois periódicos mais cocitados (de um total de 43 títulos): *Circulation* (305) e *Nat Med* (192).

O agrupamento 6 (azul celeste claro) tem seu escopo em temas de odontologia representada pelos periódicos de maior frequência de cocitação *Biomaterials* (149), *J Periodontol* (101) e *Tissue Eng* (100). Dos 43 periódicos que compõem esse agrupamento, 16 (37,30%) apresentam temas voltados ao campo da Odontologia, evidenciando um campo onde a terapia com células-tronco vem sendo usada como uma estratégia para restaurar os tecidos e órgãos da cavidade bucal. Estudos dessa natureza, que demarcam um novo campo científico, a Odontologia Regenerativa, tiveram início em 2000, quando Gronthos et al. (2000) identificaram que na polpa dentária, de pacientes adultos, existem células clonogênicas, ou seja, com alto poder regenerativo, tal como a células-tronco.

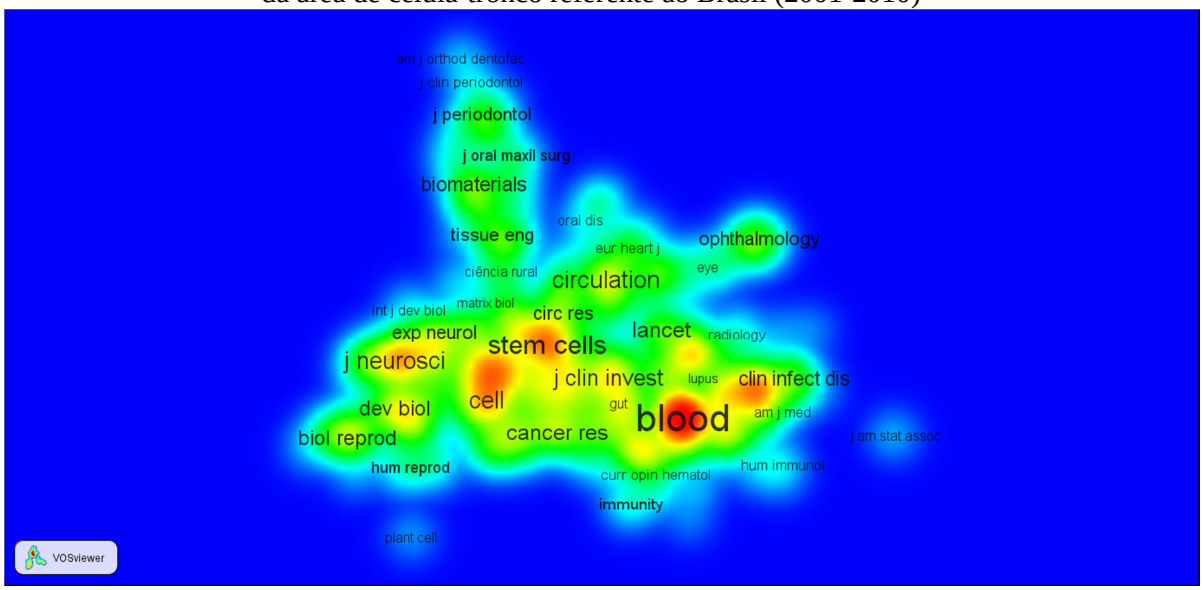
Os agrupamentos 7 (azul celeste escuro) e 4 (amarelo), ambos localizados na parte inferior da figura 13, mostram grande afinidade temática, onde a pesquisa na área de célula-tronco está associada a doenças do sistema imune e do sangue. Especialmente no agrupamento 7, a hematologia é a principal temática entre as 8 identificadas. Importante destacar que este é o mais antigo dos enfoques da pesquisa com células-tronco: aquele em que essas células são usadas no tratamento de doenças do sangue, como a leucemia; trata-se de uma terapia que é conhecida desde a década de 1960 (DUPONT, 1997). Os três primeiros periódicos cocitados, *Brit J Haematol* (272), *Exp Hematol* (201) e *Leuhemia* (136), são todos especializados em hematologia.

Por fim, no agrupamento 8 (laranja) a pesquisa com células-tronco está intimamente associada a oftalmologia que está presente em 50,00% dos periódicos cocitados, sendo *Invest Ophth Vis Sci* (116) e *Ophthalmology* (106) os periódicos mais cocitados e específicos na temática foco do agrupamento. Vale ressaltar que no período anterior (1991-2000), o Brasil contava com um subagrupamento em oftalmologia e, nesse período (2001-2010), podemos perceber a consolidação dessa temática no contexto de pesquisa na área de célula-tronco, que vem sendo empregada em certas doenças da córnea, degenerações hereditárias da retina (retinose pigmentar), degeneração macular relacionada com a idade e retinopatia isquêmica (SIQUEIRA, 2009).

A Figura 30 é a representação das zonas de densidade que contém os periódicos de maior volume de cocitação, totalizando 5 zonas, as quais sinalizam as temáticas chaves na área de células-tronco para o Brasil, neste segundo período. A área mais densa é a centralizada pelo título *Blood*, que representa temas correlacionados com o campo da Hematologia, tal como ocorreu no primeiro período, o que significa um amadurecimento da área no Brasil. Outras duas áreas que apresentam grande potencial de desenvolvimento têm forte expressão a partir dos periódicos cocitados *Stem Cells*, *Cell*, *J Neurosci*, *Clin Infect Dis*, relacionados aos campos da Biologia Celular, Biologia Molecular, Bioquímica, Neurociências e Imunologia.

Os títulos em negrito, mas que não estão em zonas de alta ou moderada densidade, sugerem temas com capacidade de desenvolvimento, como é o caso de biomateriais, oftalmologia, oncologia, odontologia, engenharia tecidual e celular.

Figura 30 – Mapa de densidade dos periódicos cocitados
da área de célula-tronco referente ao Brasil (2001-2010)



Fonte: Dados da pesquisa.

Neste segundo período (2001-2010), houve um avanço das pesquisas brasileiras na área de célula-tronco, o que pode ser notado pelo aumento do número de agrupamentos (que representam campos de pesquisas) em relação ao período anterior (1991-2000), um crescimento estimado em 100%.

Na análise geral e examinando os títulos e a posição dos agrupamentos, podemos, então, dizer que a concentração de títulos em Biomedicina compreende mais de 3/5 das áreas de alta densidade. Desse modo, o Brasil apresentou uma vertente de pesquisa mais direcionada a aspectos mais básicos da área de célula-tronco, aqueles que têm na biologia celular e medicina regenerativa uma estratégia terapêutica para uma série de doenças degenerativas.

A frequência do periódico cocitado refere-se ao número de vezes que um determinado título foi cocitado, tornando-o um título central no conjunto dos títulos cocitados, quer por um agrupamento, quer no conjunto de todos os títulos.

Passamos, agora, a examinar o grau de centralidade de um título cocitado, indicador que mensura quantas vezes o título X_1 foi cocitado com X_2, X_2...X_n. Desse modo, chegamos aos títulos de maior e menor centralidade.

No Quadro 15 é apresentado o grau de centralidade (doravante identificado pelo acrônimo comum de GC) para os 10 primeiros periódicos. Observamos que nos dois períodos analisados, *Cell* e *Blood* detém os maiores graus de centralidade. De 19 títulos cocitados em 1991-2000, *Cell* (89,47%) foi cocitado com 17 títulos e *Blood* com 15 (78,95%). No segundo período, de um total de 454 títulos cocitados, *Cell* foi cocitado com 427 (94,05%) títulos, enquanto *Blood* foi cocitado com 420 (92,51%). No primeiro período, a média do grau de centralidade foi de 10,8, enquanto no segundo período a média foi igual a 121,9.

A partir do grau de centralidade, podemos identificar os títulos com um grau de centralidade igual ou menor a 50, sinalizando que esses títulos alcançaram um número reduzido de associações. No primeiro período, dos 19 títulos, 6 (31,58%) apresentaram grau de centralidade inferior a 50, o que correspondeu a GC abaixo de nove (9), sendo *J Hematother*, *Cancer Res*, *Nat Genet*, *Am J Anat*, *Arch Ophthalmol-C*hic, *Invest Ophth Vis S*ci, enquanto no segundo período, 387 (títulos 85,24%%) alcançaram GC abaixo de 10.

Quadro 15 – Grau de centralidade para os periódicos cocitados da área de célula-tronco referente ao Brasil (1991-2010)

	1991-2000		2001-2010	
#	Periódico	GC	Periódico	GC
1	Cell	17	Cell	427
2	Blood	15	Blood	420
3	Brit J Haematol	15	Stem Cells	413
4	Exp Hematol	14	J Biol Chem	408
5	J Cell Physiol	13	New Engl J Med	397
6	Lancet	13	J Clin Invest	394
7	Bone Marrow Transpl	12	Nat Med	392
8	J Biol Chem	12	Biochem Bioph Res Co	387
9	J Exp Med	12	Lancet	375
10	New Engl J Med	12	Am J Pathol	374
Total de periódicos		19	Total de periódicos	454
Média do grau de centralidade		10,8	Média do grau de centralidade	121,9
Desvio padrão grau de centralidade		3,75	Desvio padrão grau de centralidade	59,98

Fonte. Dados da pesquisa.

A diferença entre os períodos é bem acentuada com aumento de 2.289,47% em relação ao segundo período em número de periódicos cocitados. Em termos médios, no

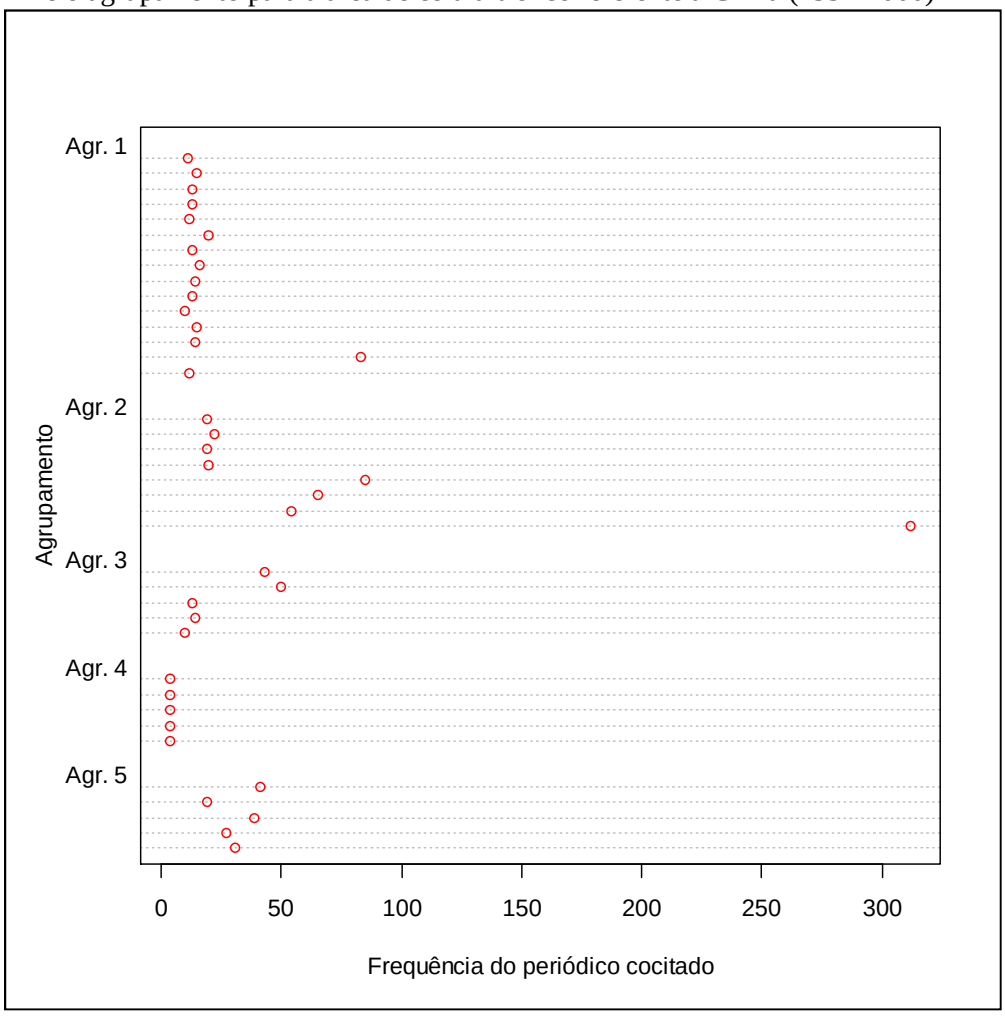
primeiro período os 19 títulos se associaram pelo menos a 10,8 dos periódicos cocitados e a 121,9 no segundo período.

Comparando os dois períodos, observa-se que há 4 títulos que estão no *ranking* de maior GC em ambos os períodos, sendo que dois ocupam as primeiras posições. São eles: *Cell* e *Blood*. Examinando as posições de 1 a 4 no primeiro período, temos três títulos voltados para a hematologia e apenas 1 à biologia celular; no segundo período, temos o oposto, 3 títulos em biologia celular e 1 em hematologia. Esse dado vai ao encontro da configuração dos mapas apresentados anteriormente, isto é, no primeiro período temos forte vertente de pesquisa mais aplicada, sobressaindo a hematologia, enquanto no segundo período, parece prevalecer a pesquisa básica em células-tronco, representada por periódicos voltados para a biomedicina, com destaque para biologia celular e bioquímica. Observamos ainda que a parte aplicada também está representada no segundo período por periódicos como *Blood, J Clin Invest, New Engl J Med* e *Lancet*.

6.2.2 A estrutura intelectual das publicações chinesas

Para o primeiro período, a China apresentou a segunda maior produção de artigos originais, um total de 59 artigos, que continham 524 citações, referente a periódicos citados, uma média de 8,9 citação/artigo. Desse total, 38 periódicos (7,25%) formaram a amostra para a análise de cocitação. A distribuição dos 38 periódicos cocitados em 5 agrupamentos é apresentada no Gráfico 13, no qual podemos identificar que os agrupamentos 1 e 2 detém os títulos com maior volume de cocitação. Podemos ainda observar que nos agrupamentos 1 e 4 a distribuição apresenta-se de forma mais coesa, enquanto nos demais há uma dispersão entre os títulos, sinalizando diferenças na frequência de cocitação.

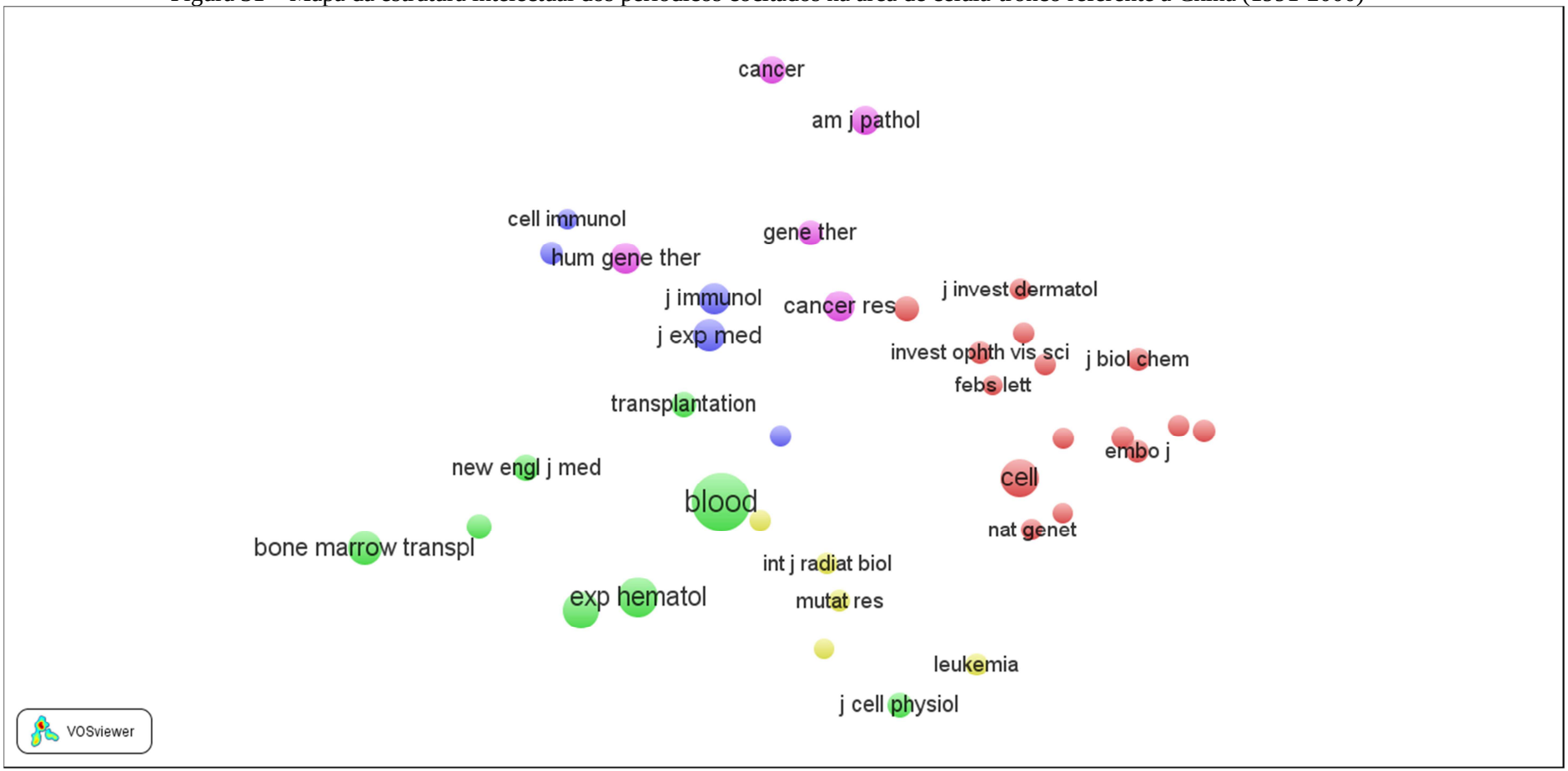
Gráfico 13 – Distribuição dos títulos cocitados segundo a frequência de cocitação e o agrupamento para a área de célula-tronco referente a China (1991-2000)



Fonte: Dados da pesquisa.

Quanto à distribuição de frequências dos periódicos cocitados, temos um alto percentual de títulos (34) que foram cocitados entre 10 e 60 vezes, enquanto poucos (3) foram cocitados entre 60 e 110 e apenas 1 foi o mais cocitado (312). Na Figura 31 são apresentados esses títulos e sua distribuição nos respectivos agrupamentos.

Figura 31 – Mapa da estrutura intelectual dos periódicos cocitados na área de célula-tronco referente a China (1991-2000)



Fonte: Dados da pesquisa.

O mapa da Figura 31 tem uma configuração com títulos afastados uns dos outros, sinalizando associações fracas; por outro lado, há um reduzido número de títulos com fortes associações, ou seja, aquelas representadas por periódicos cocitados localizados próximos uns dos outros. Alguns títulos não são apresentados com sua etiqueta, evitando, desse modo, a sobreposição, como já explicado na metodologia; incluem-se neste caso o par cocitado *Exp Hematol* com *Brit J Hematol*, ambos no agrupamento 2 (verde).

O agrupamento 1 (vermelho) é caracterizado pelo periódico *Cell* (83)[100], o mais cocitado entre os 15 que o compõem. Esse agrupamento tem um escopo mais voltado à pesquisa básica da área de célula-tronco, pois 25,00% dos seus periódicos estão direcionados a temas como bioquímica e biologia molecular e a biologia celular. Outra tendência temática levantada refere-se a temas ligados à genética e hereditariedade, que cobrem 18,75% dos periódicos cocitados por este agrupamento. Vale ressaltar que o periódico *Cell* tem cobertura em temas da biologia, biologia experimental, biologia celular e biologia molecular como também em neurociências, câncer e genética humana[101]. Contudo, percebe-se que esse agrupamento também abrange temas de natureza mais aplicada como oftalmologia, oncologia e dermatologia. Tal diversidade de temas deve-se ao grande número de periódicos cocitados nesse agrupamento em relação aos demais.

O agrupamento 2 (verde) traz a hematologia como temática central, atingindo 26,67% dos periódicos cocitados. *Blood* (312) é seu principal título cocitado e outros títulos também estão relacionados com esse tema, como *Exp Hematol* (85) e *Bone Marrow Transpl*.

Próximo a esse agrupamento vem o agrupamento 4 (amarelo), que tem na hematologia e oncologia seu principal escopo, podemos então dizer que, devido à proximidade de ambos agrupamentos, eles estão correlacionados em temáticas. O agrupamento 4 é composto por 5 periódicos, sendo *Leukemia* (16) o título de maior peso editado pelo *Nature Publishing Group* e tem abrangência em temas relacionados aos aspectos da investigação e tratamento da leucemia e doenças afins[102].

---

[100] O número entre parênteses representa a frequência de cocitação.

[101] Fonte: CELL. **Aims and Scope**. Disponível em: <http://www.cell.com/cell/aims>. Acesso em: 5 maio 2015.

[102] Fonte: LEUKEMIA. **Aims and scope**. Disponível em: <http://www.nature.com/leu/index.html>. Acesso em: 5 maio 2015.

O agrupamento 3 (azul) tem na imunologia seu principal tema, que está presente em 66,67% dos periódicos que totalizam 5, sendo *J Exp Med* (50) e *J Immunol (43)* os de maior frequência de cocitação, ambos especializados no tema núcleo deste agrupamento. Podemos ainda observar esses mesmos títulos no mapa de densidade (Figura 32). Vale ressaltar ainda que a "Imunologia abrange recursos dedicados a todos os aspectos da resposta imunológica e regulação, a nível celular, molecular, bem como a nível clínico" (THOMSON REUTERS, 2012, *online*, tradução nossa).

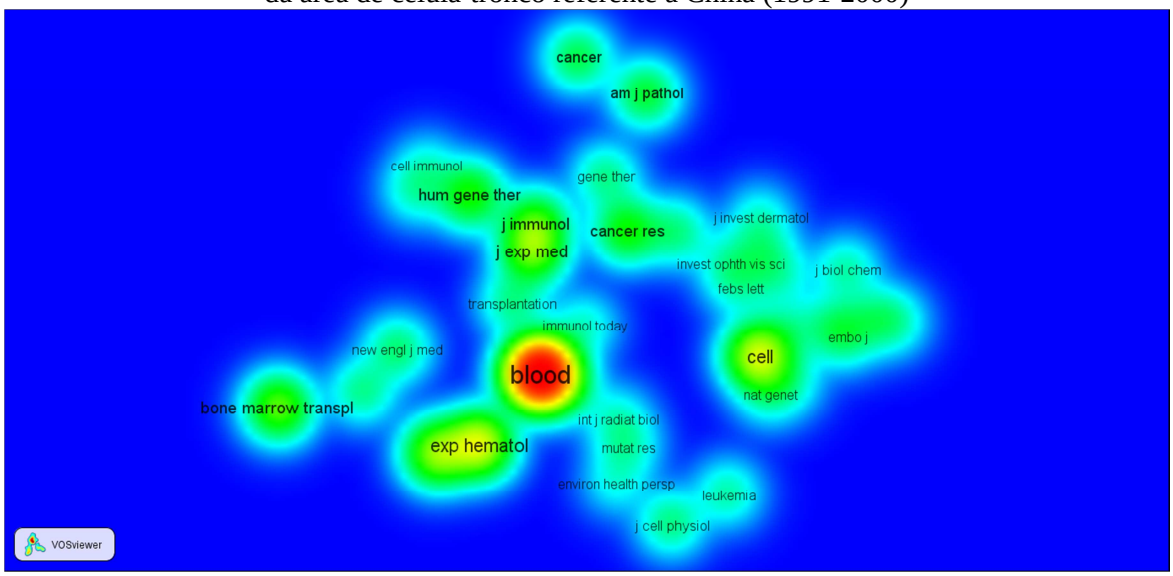
O agrupamento 5 (rosa) está localizado próximo aos agrupamentos 1 (vermelho) e 3 (azul). Tem um escopo com ampla cobertura em temas ligados tanto à pesquisa básica como à aplicada da área de célula-tronco, como biotecnologia aplicada a microbiologia, genética e hereditariedade, pesquisa médica experimental e oncologia; cada um desses temas está presente em 20,00% dos periódicos deste agrupamento, que totalizam 5. O periódico *Hum Gene Ther* (41) foi o mais cocitado e tem ampla cobertura nos temas supracitados. Em seguida, vem *Cancer Res* (39), especializado em oncologia, acompanhado por *Am J Pathol* (31), que trata de temas ligados à patologia; embora essa temática não esteja entre as principais, vale destacar sua importância nos estudos oncológicos, visto que determinadas técnicas aplicadas na patologia são utilizadas na identificação e diagnóstico de certos tumores.

Tal como ocorreu com o Brasil, no primeiro período, o periódico cocitado *Blood* delimita uma zona de concentração densa[103], o que o torna o título de maior importância para a China nesse período, conforme representada na Figura 32. Outras zonas também são possíveis de visualizar e são dotadas de densidade moderada[104], ou seja, recebem uma atenção por parte dos pesquisadores, pois podem se tornar áreas promissoras de pesquisa. Os títulos em negrito representam essas áreas.

Na Figura 32 também são apresentadas zonas de densidade moderada. como aquelas que contêm os títulos *Cell* e *Exp Hematol*, mas também outros títulos, indicando temáticas com capacidade de desenvolvimento, principalmente aquelas relacionadas aos campos da Oncologia, Patologia, Genética e Imunologia. O panorama, apresentado nas figuras 31 e 32, conduz a pesquisa chinesa na área de célula-tronco ao campo mais aplicado do que básico, nesse primeiro período.

[103] Localizados na zona em vermelho.
[104] Situados na região em cor laranja.

Figura 32 – Mapa de densidade dos periódicos cocitados
da área de célula-tronco referente a China (1991-2000)



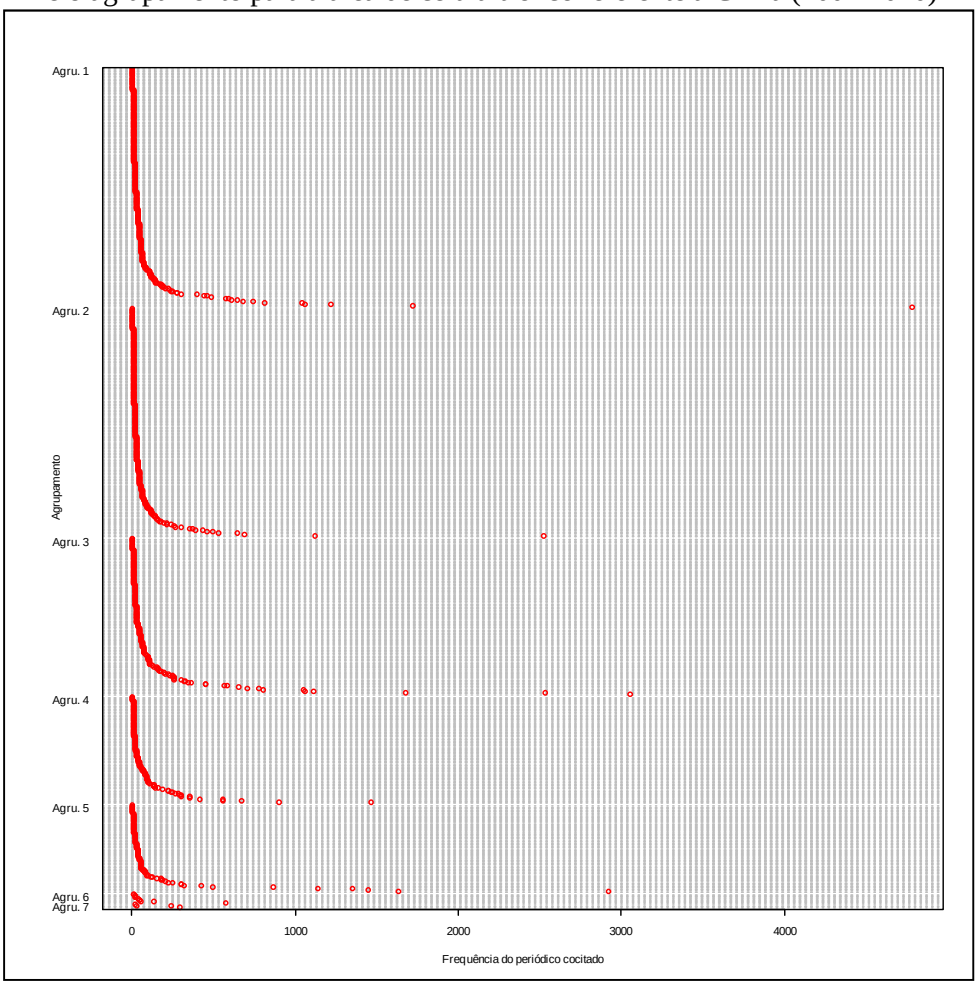
Fonte: Dados da pesquisa.

No segundo período (2001-2010), a China apresentou um salto na produção de artigos, como já visto, que a colocou na primeira posição do *ranking* dos BRICS. No período de 2001 a 2010, a estrutura intelectual para a China encontra sua base em 1.101 periódicos cocitados, distribuídos em 7 agrupamentos. Vale ressaltar que 4 periódicos não atenderam ao requisito para compor a amostra e não foram considerados; a exclusão desses quatro periódicos deve-se ao fato de que esses estavam escritos em mandarim, e o VOSviewer não tem suporte para decodificar estes caracteres chineses, ou caracteres Han.

Dos 1.101 periódicos, 1.051 (95,46%) foram cocitados numa frequência de 10 a 444, compondo o grande contingente de títulos cocitados, enquanto que 30 (2,72%) títulos foram cocitados entre 445 a 878 e 20 (1,82%) formaram o grupo de menor volume de periódicos cocitados com frequência entre 979 e 4.783.

No *dotplot* do Gráfico 14 vê-se a distribuição dos títulos cocitados pelos agrupamentos, sendo que os agrupamentos 1 e 2 foram maiores em número de títulos, o oposto ocorreu com os agrupamentos 6 e 7, sendo estes os mais dispersos.

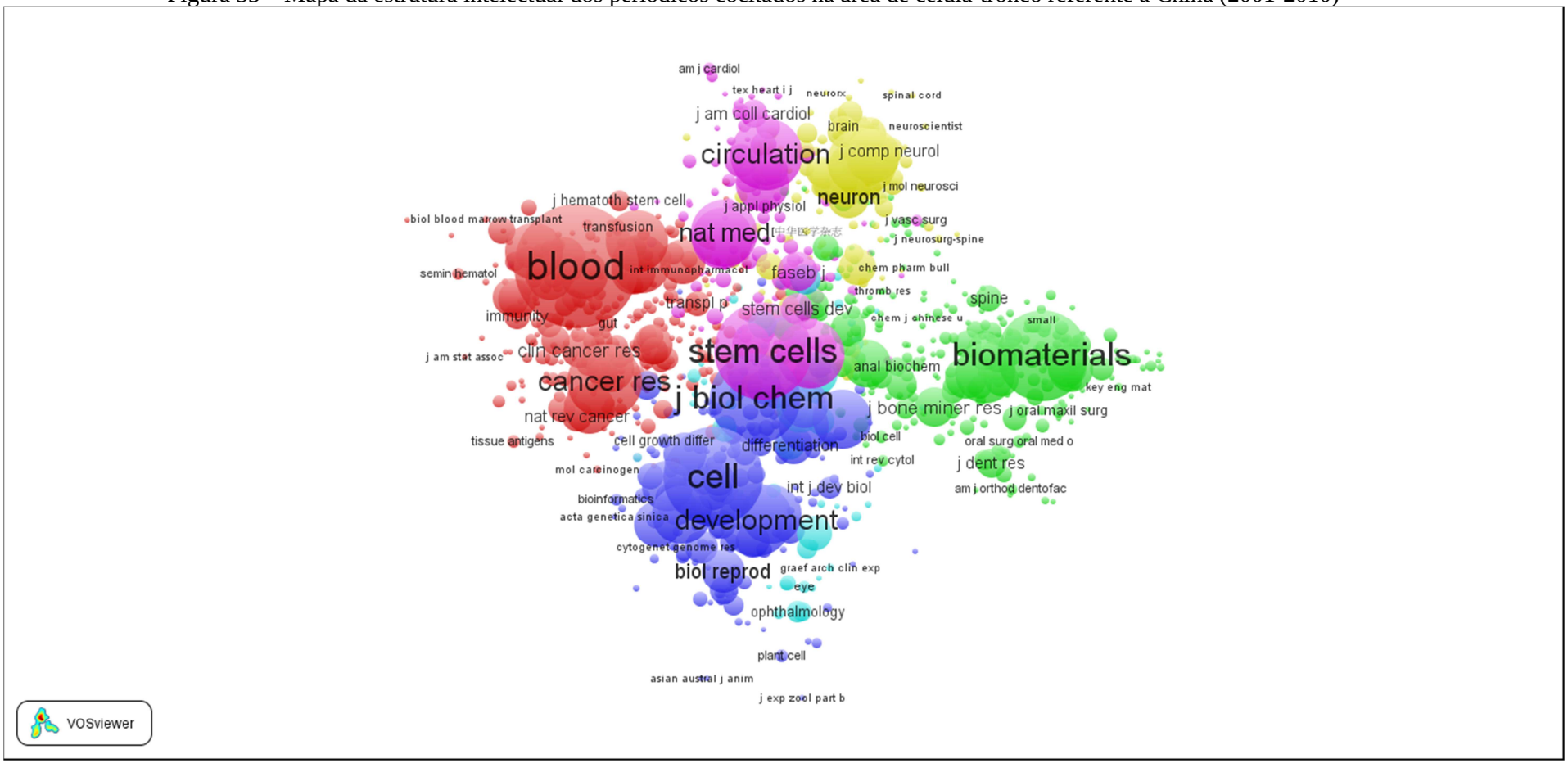
Gráfico 14 – Distribuição dos títulos cocitados segundo a frequência de cocitação e o agrupamento para a área de célula-tronco referente a China (2001-2010)



Fonte: Dados da pesquisa.

O mapa da estrutura intelectual dos periódicos cocitados na área de célula-tronco referente à China no período de 2001- 2010 (Figura 33) mostra diferenças significativas em relação ao período anterior (Figura 31). Para o segundo período, temos um conjunto de agrupamentos na parte central do mapa, o que indica fortes associações entre eles. Do lado esquerdo, há agrupamentos que, devido a suas posições, podemos considerar temáticas novas ou ainda pouco exploradas. Já do lado direito, temos um agrupamento enfatizado pelo periódico *Blood*, o que nos indica uma continuidade das pesquisas iniciadas no período anterior.

Figura 33 – Mapa da estrutura intelectual dos periódicos cocitados na área de célula-tronco referente a China (2001-2010)

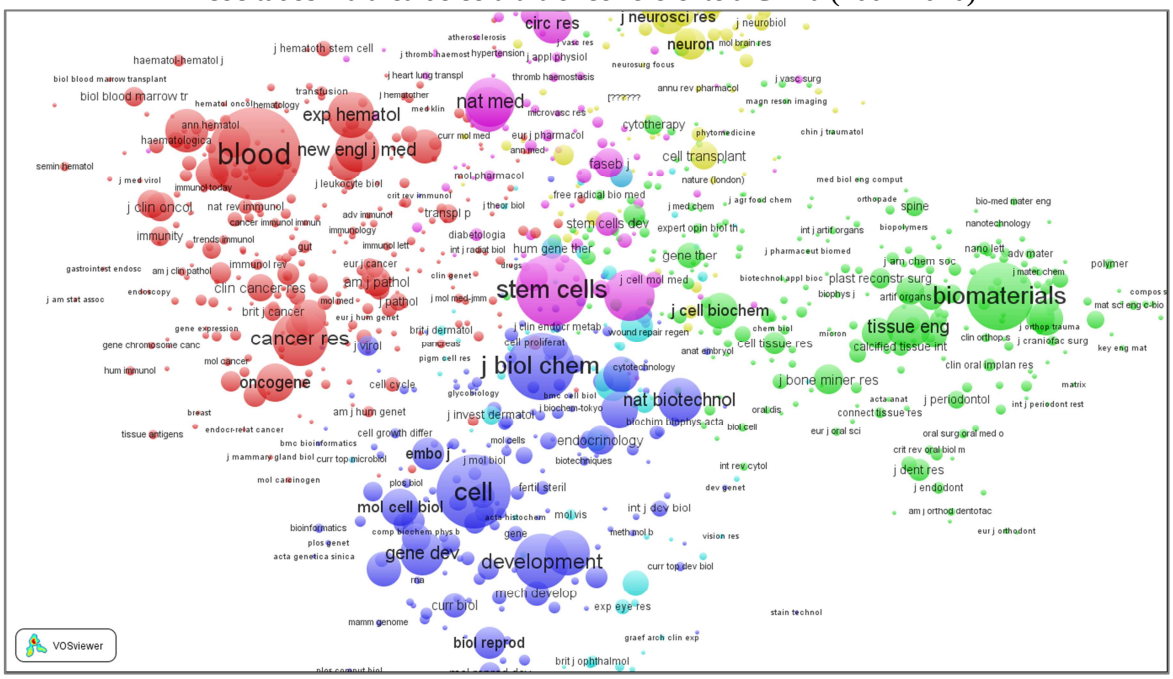


Fonte: Dados da Pesquisa.

A fim de melhor verificar a parte central do mapa, foi dado um *zoom* nessa parte e, assim, verificamos melhor a distribuição dos agrupamentos, indicando a interseção de temas numa arena bastante interdisciplinar que é a área de células-tronco. A Figura 34 mostra esse zoom e é possível verificar que há, na parte inferior, uma gama de periódicos cocitados voltados à biologia celular bem como em áreas afins. Outro ponto a ser observado é a periferia do mapa, composta por títulos com pouca expressividade em termos de volume de cocitação. Um pouco mais acima, do lado esquerdo, vemos um agrupamento dedicado à *hematologia* e *oncologia*. Somente são visíveis os agrupamentos com maior volume de periódicos cocitados (de 1 a 5), enquanto os agrupamentos menores (6 e 7) não são tão visíveis, principalmente o 7, que é o menor de todos os agrupamentos.

A configuração dos agrupamentos fornece *insights* dos principais assuntos neste segundo período pesquisado pela China.

Figura 34 – Zoom da área central do mapa bibliométrico dos periódicos cocitados na área de célula-tronco referente a China (2001-2010)



Fonte: Dados da pesquisa.

O agrupamento 1 (vermelho) encontra-se numa posição de certa forma isolada, mas com penetrabilidade em outros agrupamentos na região mais central do mapa bibliométrico (Figura 35). Composto por 304 periódicos, esse agrupamento tem ampla cobertura em temas ligados à oncologia e imunologia. Destaque para os títulos de maior volume de

cocitação, entre eles *Blood* (5.288)[105], *Cancer Res* (2.083), *Exp Hematol* (1.297), *New Engl J Med* (1.171) e *Bone Marrow Transpl* (1.143). A exceção é para *New Engl J Med*, que tem seu escopo voltado para temas ligados à medicina.

O agrupamento 2 (verde) é o segundo em número de periódicos cocitados, totalizando 290 títulos e mantém-se numa posição isolada, principalmente na região compreendida pela densidade de cocitação oriunda do periódico *Biomaterials* (3.020). Podemos inferir, pela posição geográfica do agrupamento 2, que trata-se de agrupamento de um tema de natureza emergente na área de célula-tronco. Essa característica tem como base o escopo dos títulos do agrupamento: *Biomaterials*, que engloba assuntos que tratam do uso de biomateriais na prática clínica, incluindo as terapias de tecnologia da medicina e da medicina regenerativa[106] e *Tissue Eng* (1.274), que se dedica a pesquisas que envolvem a relação de princípios da engenharia com temáticas de interesse das ciências da vida, especialmente aquelas que dizem respeito ao desenvolvimento de tecido e à medicina generativa[107].

Em seguida, temos o agrupamento 3 (azul) que é composto por 199 periódicos cocitados, dos quais 5 (25,13%) consistem principalmente de revistas relacionadas à pesquisa básica na área de célula-tronco, sendo eles: *Cell* (3.060), *Development* (1.678), *Dev Biol* (1.118) e *Gene Dev* (1.060), *J Biol Chem* (2.537) e *Nat Biotechnol* (1.068). Vale ressaltar que temas ligados à biologia celular cobrem 18,95% dos periódicos, enquanto a bioquímica e biologia molecular 17,19%. Se voltarmos à figura 34, pode-se perceber que esse agrupamento mantém localização estratégica, o que reforça os temas com abrangência na biologia celular, visto que os agrupamentos 5 e 6 têm na biologia celular um de seus principais temas de estudo, compondo um trio de agrupamentos com predominância nesta categoria.

Situado no lado direito acima, em cor amarela, encontra-se o agrupamento 4, que tem nas neurociências seu principal fim. Aparece, assim, uma nova temática que compreende 40,80% dos periódicos aí cocitados. Observando novamente a Figura 33, identificamos a posição do agrupamento 4, muito mais isolado que o agrupamento 3. Os

[105] O número entre parênteses representa a frequência de cocitação.
[106] Fonte: BIOMATERIALS. **Aims and scope** Disponível em: <http://www.journals.elsevier.com/biomaterials/>.
[107] Fonte: TISSUE ENGINERRING. Parts A, B, C & D. **Overview**. Disponível em: <http://www.liebertpub.com/overview/tissue-engineering-parts-a-b-and-c/595/>.

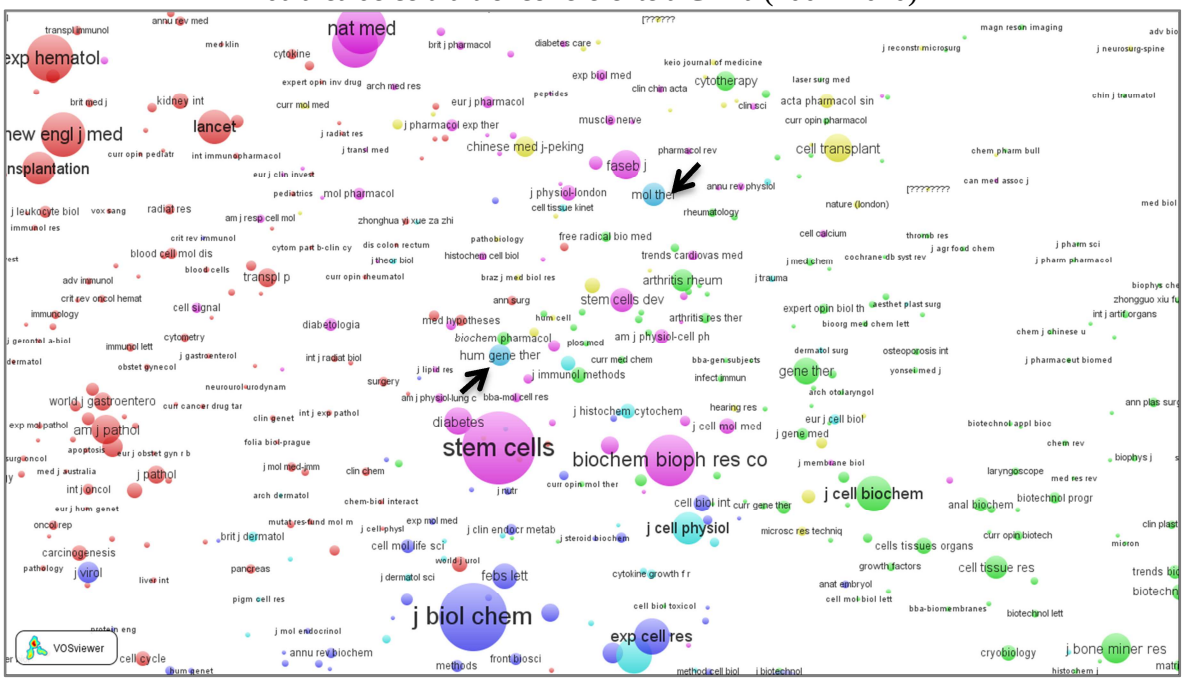
periódicos *J Neurosci* (1.469), *Exp Neurol* (903), *J Neurosci Res* (676), *Neuron* (562) e *Brain Res* (559) compreendem o conjunto de 5 títulos com maior volume de cocitação, compondo o que poderíamos chamar de subagrupamento voltado ao tema das neurociências e da neurologia clínica.

O agrupamento 5 (rosa), localizado no centro do mapa, tem os seguintes periódicos mais cocitados: *Stem Cells* (2.925), *Circulation* (1.636), *Biochem Bioph Res Co* (1.449), *Nat Med* (1.356) e *Clin Invest* (1.144). Esses 5 títulos somam 53,05% do total das frequências de cocitação de todos os títulos pertencentes a esse agrupamento, que somam 111 periódicos. Podemos dizer, pela figura 33, que esse agrupamento apresenta associações com os demais, pois tem seu objetivo pautado em temas dedicado à pesquisa básica na área de célula-tronco.

Finalizando o segundo período para China, temos os agrupamentos 6 (azul celeste claro) e 7 (azul celeste escuro), que foram os menores em número de periódicos cocitados. O agrupamento 6 é composto por 57 periódicos cocitados, sendo que 16 (24,56%) são monotemáticos em *oftalmologia*, formando um subagrupamento composto pelos periódicos *Cornea* (117), *Exp Eye Res* (138) e *Ophthalmology* (142). Curiosamente, o título de maior peso de cocitação, neste agrupamento, foi *J Cell Sci* (713) com abrangência em biologia celular.

O agrupamento 7, com apenas 4 periódicos cocitados, encontra-se disperso pelo mapa da estrutura intelectual, como podemos perceber na figura 35, sendo possível visualizar somente com o recurso do *zoom*, disponível no VOSviewer. Desse modo, podemos visualizar dois de seus títulos, *Mol Ther* (294) e *Hum Gene Ther* (245), que reforçam os demais agrupamentos, uma vez que esses títulos têm escopo voltado tanto à vertente da pesquisa básica quanto à da aplicada na área de célula-tronco.

Figura 35 – Detalhe dos periódicos cocitados no agrupamento 7
da área de célula-tronco referente à China (2001- 2010)



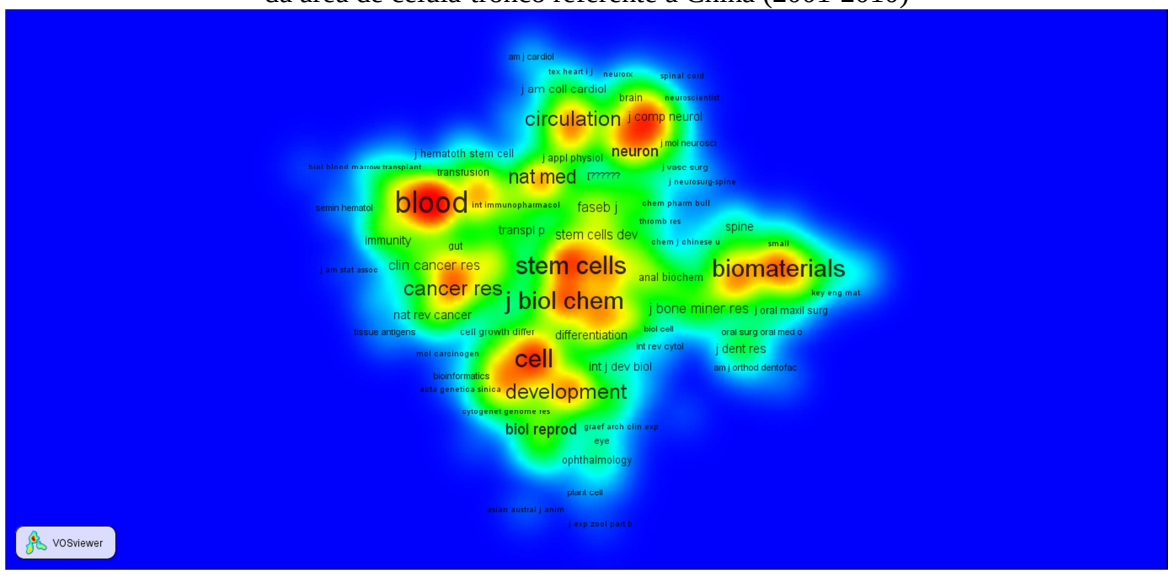
Fonte: Dados da pesquisa.

Devido a sua frequência de cocitação ser a maior em todo o conjunto de periódicos cocitados, o periódico *Blood* está concentrado numa zona de alta densidade (Figura 36), o que indica que se trata de uma temática em estágio de desenvolvimento avançado. No total, são nove zonas entre alta e média densidade.

No centro do mapa de densidade (Figura 36), há duas zonas de densidade moderada, caracterizadas por títulos que sinalizam para temas em estágio de desenvolvimento, ou seja, que estão recebendo atenção por parte dos pesquisadores chineses, e que tem como finalidade a pesquisa básica.

Outro ponto relevante refere-se aos temas em estágio de desenvolvimento, como os relacionados aos biomateriais, neurociências e oncologia, que estão localizados em zonas de média densidade.

Figura 36 – Mapa de densidade dos periódicos cocitados
da área de célula-tronco referente a China (2001-2010)



Fonte: dados da pesquisa

No Quadro 16, são apresentados os 10 primeiros periódicos que conseguiram maior grau de centralidade (GC) nos dois períodos. Quatro (4) títulos permaneceram em ambos os períodos, sendo eles *Blood*, *Cell*, *J Clin I*nvest e *New Engl J Med*. *Blood*, que ocupou a 1ª posição no primeiro período, passou para a 5ª no período seguinte, fato que sugere frequência reduzida no número de associações estabelecidas com outros títulos; ou seja, *Blood* formou par com 1.036, uma frequência relativa de 94,10% do total de 1.101, enquanto *Cell*, 1,061, 93,67%, permanecendo na 2ª posição em ambos os períodos. Há uma tendência dos títulos *top-10*, ou seja, com maior GC de serem mais direcionados para a *hematologia* ou temas correlatos no primeiro período, enquanto, no segundo período, temos o predomínio de títulos relacionados à biologia celular e à bioquímica.

Quadro 16 – Grau de centralidade para os periódicos cocitados da área de célula-tronco referente a China (1991-2010)

#	1991-2000		2001-2010	
	Periódico	GC	Periódico	GC
1	Blood	35	Biochem Bioph Res Co	1.061
2	Cell	35	Cell	1.059
3	J Immunol	35	Stem Cells	1.058
4	Cancer Res	33	J Biol Chem	1.054
5	Exp Hematol	33	Blood	1.036
6	J Exp Med	33	Nat Med	1015
7	J Cell Biol	31	J Clin Invest	1012
8	Brit J Haematol	30	New Engl J Med	991
9	J Clin Invest	30	Exp Cell Res	989
10	New Engl J Med	29	J Cell Sci	984
Total de periódicos		38	Total de periódicos	1.101
Média do grau de centralidade		24,63	Média do grau de centralidade	297,9
Desvio padrão grau de centralidade		6,8	Desvio padrão grau de centralidade	198,6

Fonte: Dados da pesquisa.

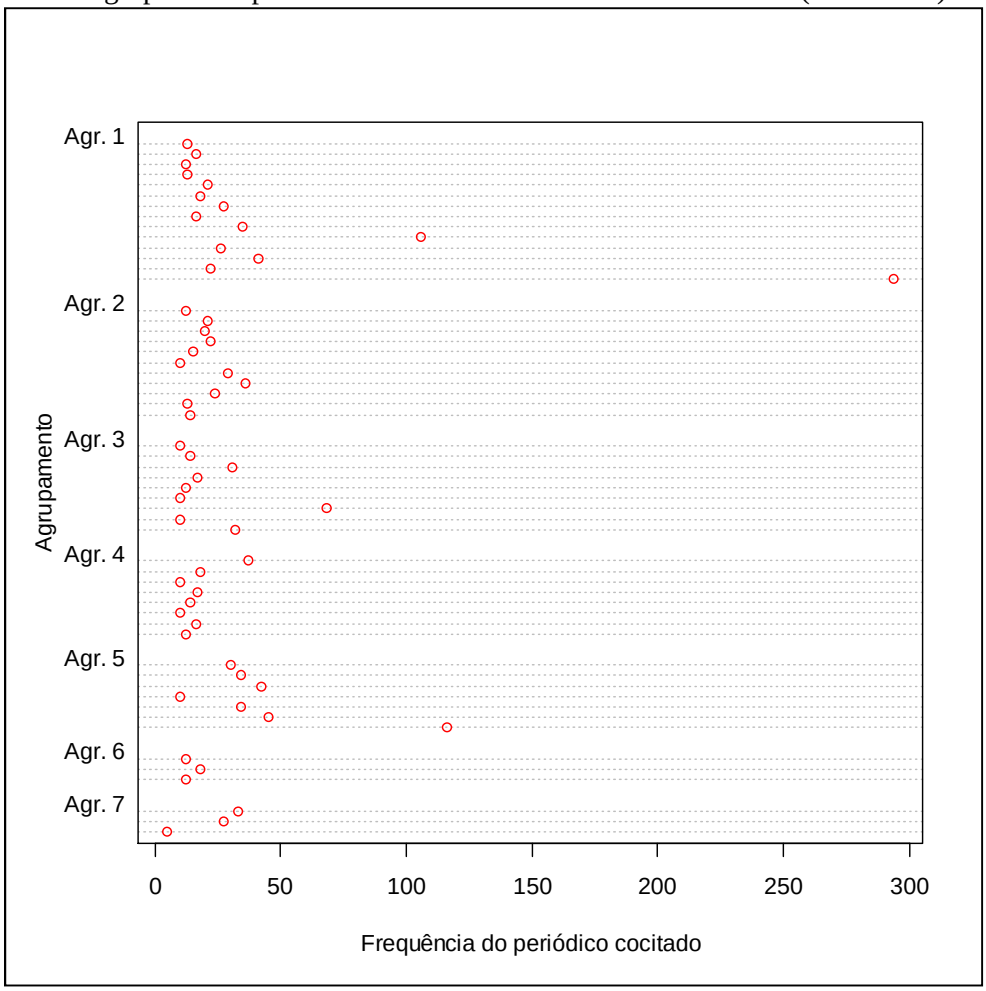
O número de periódicos cocitados com grau de centralidade menor ou igual a 50,00%, no primeiro período, foi igual a 7 (18,425) e, no período seguinte, do total de 1.101 títulos, 969 (88,02%) alcançaram grau de centralidade menor que 50,00%. A média do grau de centralização passou de 24,6 para 129,9 entre os períodos, o que significa que, em termos médios, os periódicos se associaram mais no segundo período, fato que se deve ao número de periódicos inclusos na amostra do segundo período, que foi maior do que no primeiro.

6.2.3 A estrutura intelectual das publicações russas

A Rússia no primeiro período (1992-2000) ocupou a primeira posição no *ranking* dos BRICS em termos de número de artigos publicados, totalizando 130, os quais foram publicados em 55 periódicos fontes, o que representa uma média de 2,7 artigos/períodos. Estes 55 periódicos fontes citaram um total de 808 periódicos, dos quais foram selecionados 55 (6,80%) para análise de cocitação.

Dos 55 periódicos que formam a amostra para a análise de cocitação, 1 (1,82%) foi cocitado no intervalo de cocitação 257-297, enquanto o restante, ou seja, 54 dos periódicos (98,18%) foram cocitados entre 10 a 133 vezes. Essa distribuição é apresentada no gráfico 15.

Gráfico 15 – Distribuição dos títulos cocitados segundo a frequência de cocitação e o agrupamento para a área de célula-tronco referente à Rússia (1992-2000)

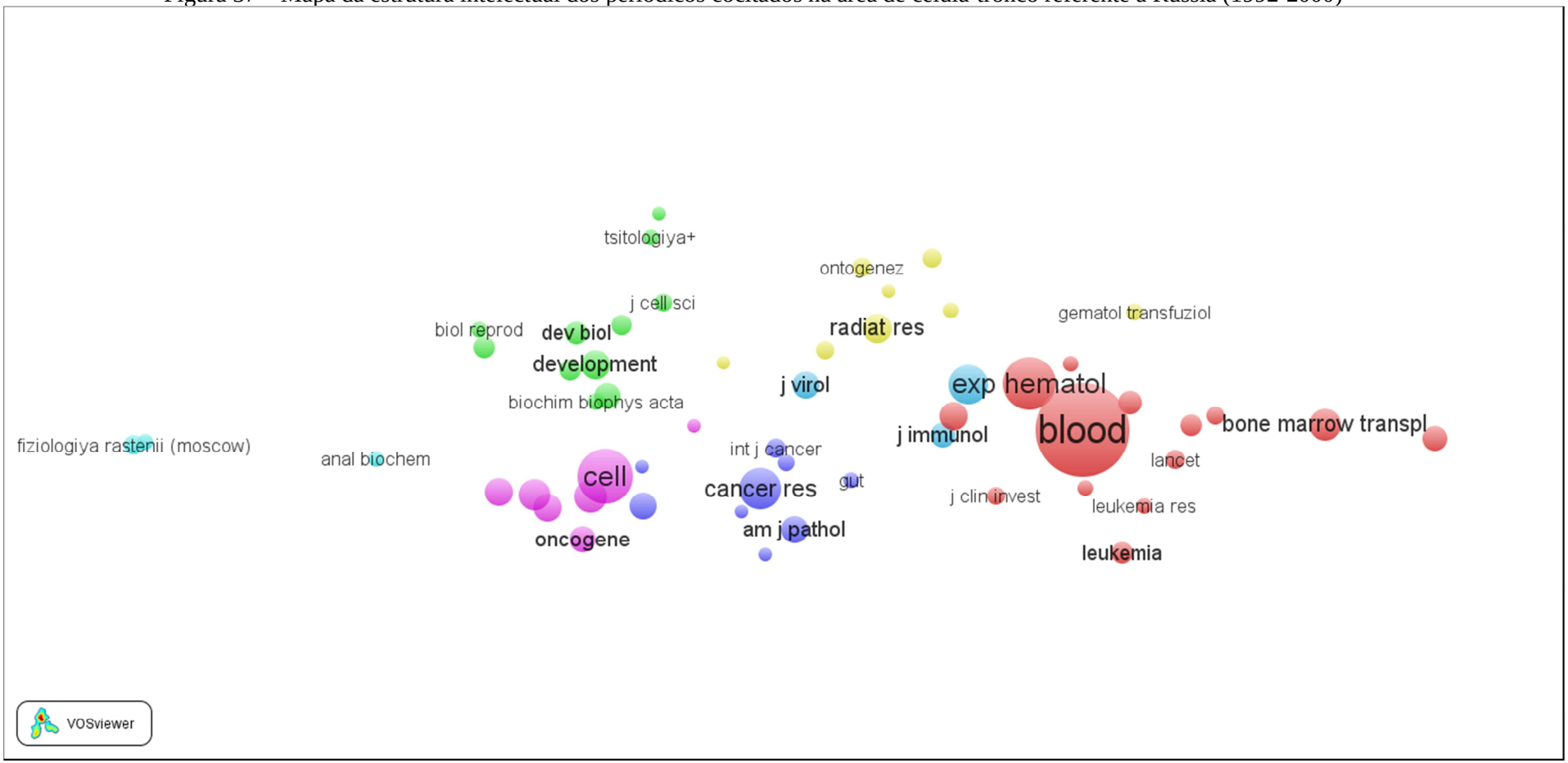


Fonte: Dados da pesquisa.

A Figura 37 mostra o mapa da estrutura intelectual dos periódicos cocitados russos, sendo possível visualizar duas zonas norteadas pelos periódicos *Blood*, *Cell* e *Exp Hematol*, sugerindo forte tendência da pesquisa Rússia em duas vertentes da área de célula-tronco.

Mesmo contendo maior volume de pares cocitados, na distribuição dos periódicos cocitados da área de célula-tronco da Rússia, os agrupamentos evidenciam poucas associações devido à distância que eles mantêm entre si.

Figura 37 – Mapa da estrutura intelectual dos periódicos cocitados na área de célula-tronco referente à Rússia (1992-2000)



Fonte: Dados da pesquisa.

O agrupamento 1 (vermelho) é o maior em número de periódicos cocitados (14), sendo que dois deles, *Blood* (204)[108] e *Exp Hematol* (106) têm as maiores taxas de cocitação, seguidos do periódico *Bone Marrow Transpl* (41). Os três títulos têm escopo voltado para temas de *hematologia*, o que indica o direcionamento desse agrupamento para um campo mais aplicado da pesquisa na área de célula-tronco. Este agrupamento está próximo ao agrupamento 7 (azul celeste claro), que é representado pelo periódico *J Exp Med* (62)[109], que publica temas relacionado aos mecanismos fisiológicos, patológicos e moleculares que envolvem a resposta do hospedeiro à doença[110]. Como os dois agrupamentos compartilham de periódicos cocitados, é possível inferir que há proximidade de conteúdos temáticos entre ambos.

O agrupamento 2 (verde), que contém 11 títulos, tem foco em pesquisa básica voltada para o entendimento dos mecanismos específicos das células, bem como o desenvolvimento de organismos. Esse foco se expressa nos periódicos *Development* (36), *Exp Cell Res* (29) e *Dev Biol* (24). Podemos ainda inferir que os agrupamentos 2 e 5 (rosa) se complementam em escopo de pesquisa, pois ambos têm na Biologia seu núcleo de estudo. O agrupamento 5 é composto por 7 periódicos cocitados, sendo que *Cell* (115) foi o mais cocitado, indicando que, além de ser cocitado internamente, o periódico foi também cocitado com títulos de outros agrupamentos.

O agrupamento 3 (azul) tem forte atuação em temas voltados à bioquímica e *biologia molecular*, uma vez que 23,08% dos periódicos contemplam essa temática. Nesse agrupamento, *Cancer Res* (68), especializado em oncologia, foi o periódico mais cocitado, além de *Am J Pathol* (32) e *J Biol Chem* (31); todos monotemáticos.

Os agrupamentos 4 (amarelo) e 6 (azul celeste claro) apresentam uma característica que os diferencia dos demais: devido à falta de um escopo especifico, ambos estão voltados para vários assuntos. Assim, o agrupamento 4, composto por 8 periódicos cocitados, tem como periódico de maior frequência de cocitação o *Dadiat Res* (37), que foca em temas que tratam dos efeitos de radiação (ionizante e ultravioleta, visível e infravermelha, microondas, ultrassom e calor), bem como em assuntos relacionados nas áreas de física, química, biologia e medicina, incluindo a epidemiologia e pesquisa

[108] O número entre parênteses representa a frequência de cocitação.
[109] Devido a sobreposição, do titulo, só é possível visualizar a esfera.
[110] Fonte: JOURNAL OF EXPERIMENTAL MEDICINE. Disponível em: <http://jem.rupress.org/site/misc/about.xhtml>.

translacional[111]. Vale ressaltar outra característica dos 8 títulos: 5 (62,5%) são nacionais (*Ontogenez, Immunologiya, Gematol Transfuziol*, *Byulleten' Eksperimental'noi Biologii I Medi*, *Byulleten' Eksperimental'noi Biologii I Medi*). Considerando o peso do periódico *Dadiat Res*, bem como dos demais títulos cocitados, é possível inferir que este agrupamento tende para a pesquisa aplicada na área de célula-tronco, especialmente aquela voltada para doenças do sangue e medula óssea. Isso é reforçado pela proximidade com o agrupamento 1, que é voltado a temas da *hematologia*.

O agrupamento 6 (azul celeste claro) não tem predominância temática e é composto por apenas 3 títulos *Anal Biochem*, *Fiziologiya Rastenii (*Moscow*)* e *Plant Physiol*. Com base nos seus títulos, podemos, então, nomear as temáticas de bioquímica e botânica como as principais. Outro ponto a ser ressaltado é que seus títulos estão localizados na periferia do mapa, significando um reduzido número de cocitação, 12,18 e 12, respectivamente.

Finalizando, temos o agrupamento 7 (azul celeste escuro), também com 3 títulos cocitados, localizado numa posição central, entre os agrupamentos 1(vermelho) e 4 (amarelo), indicando que entre eles há uma associação temática. Podemos observar que o periódico cocitado *J Virol* (33) está próximo ao agrupamento 4 e distante dos outros periódicos que compõem o agrupamento. Esse periódico é dedicado a diferentes aspectos de vírus em animais, bactérias, fungos, plantas e protozoários[112]. Os títulos *J Exp Med* (62), de maior peso, e *J Immunol* (27) estão mais próximos do agrupamento 1 devido à similaridade temática, ou seja, em ambos os agrupamentos a *imunologia* está presente, sendo que no agrupamento 7 essa temática é mais enfatizada, visto que está presente em 50,00% dos 3 títulos cocitados.

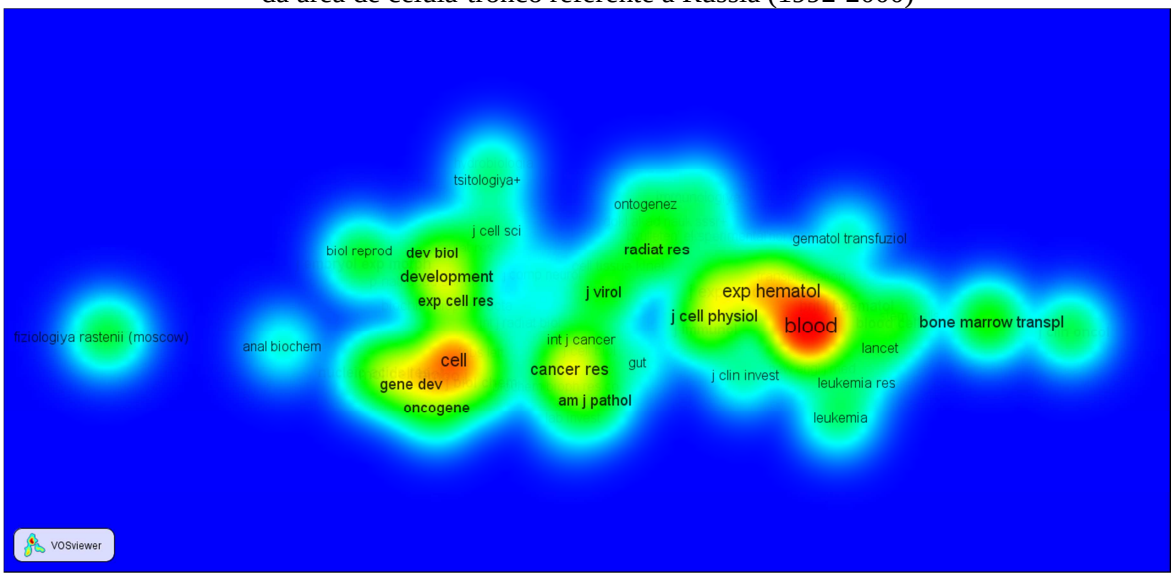
Visualizando a Figura 38, podemos identificar as três zonas com densidade de cocitação mais relevantes, sendo uma delineada pelo periódico *Blood* e outra pelos periódicos *Exp Hematol* e *Cell*; a zona que contém *Blood* é a que congrega o maior volume de cocitação, portanto, podemos dizer que esta é de alta densidade, enquanto as outras são de densidade moderada. Nestas, observamos temas que se encontram em estágio de desenvolvimento. Outras regiões do mapa merecem atenção, pois sinalizam para campos em fase inicial de estudos, como o conjunto de periódicos com temáticas muito semelhantes, *Dev Bio*, *Development* e *Exp Cell Res*, títulos esses com foco nos estudos da

[111] Fonte: RADIATION RESEARCH. Disponível em: <http://www.rrjournal.org/>.
[112] Fonte: JOURNAL IN VIROLOGY. Disponivel em: <http://jvi.asm.org/>.

biologia. *Cancer Res* também sugere potencial do agrupamento para temas no campo da Oncologia. Outros títulos, aqueles destacados em negrito, apontam para campos que refletem a importância dos temas dados pelos pesquisadores russos e que tem potencial de desenvolvimento.

Neste primeiro período, a Rússia se destaca pelas possibilidades de estudo que a diferencia do Brasil e da China, países apresentados até o presente momento. Nesses dois países, observamos a predominância, neste primeiro período, da pesquisa básica; e, na Rússia, os resultados sugerem a predominância das duas abordagens de pesquisa na área de célula-tronco, a aplicada e a básica, como também apontam para possiblidades de novos campos que devem ser desenvolvidos nos próximos anos.

Figura 38 – Mapa de densidade dos periódicos cocitados
da área de célula-tronco referente à Rússia (1992-2000)



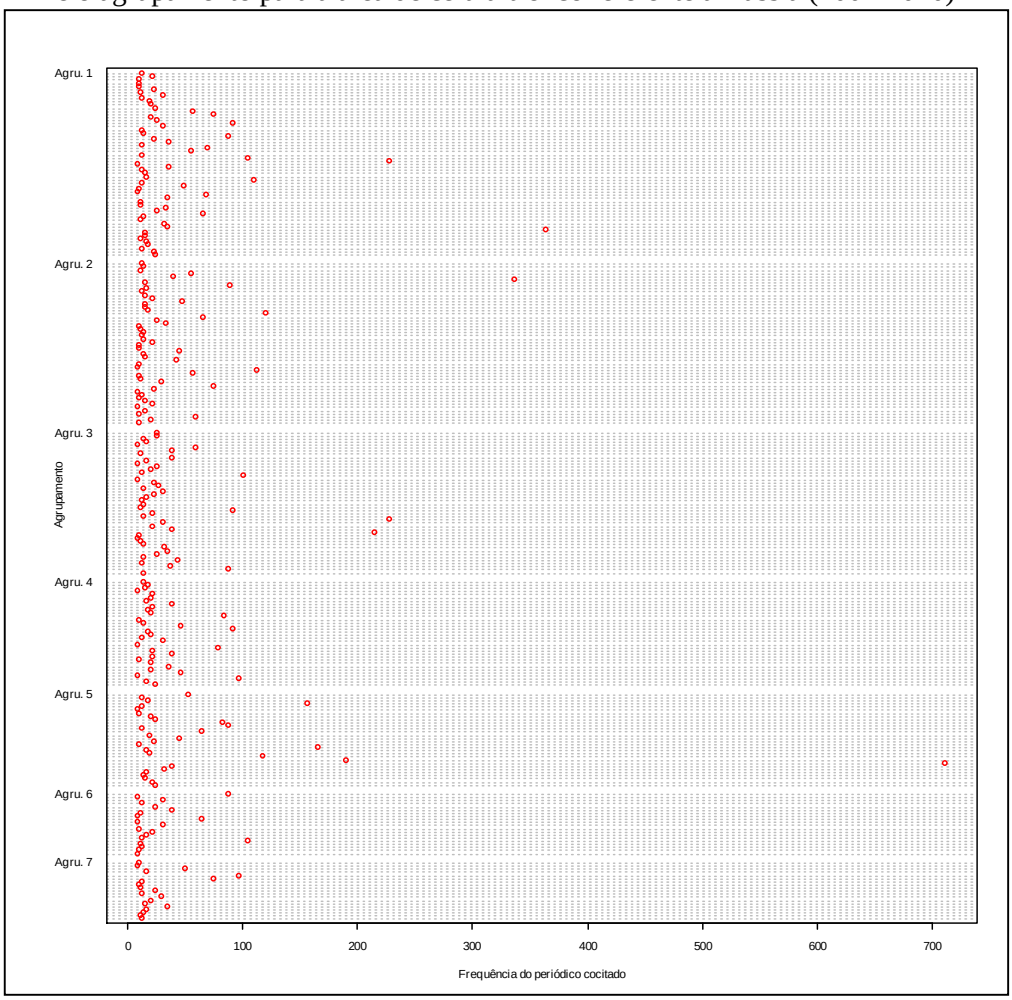
Fonte: dados da pesquisa.

No segundo período (2001-2010), a Rússia ocupou a 3ª posição no *ranking* em número de artigos publicados, com 573 artigos que continham 2.981 citações, referentes a periódicos, sendo, então, selecionados 260 (8,72%) a fim de compor a amostra da análise de cocitação.

No Gráfico 16 é possível visualizar a distribuição das frequências de cocitação por agrupamento. Desse modo, temos 244 (93,85%) títulos cocitados entre 10 e 98 vezes e 16 (6,15%) acima de 100 vezes. Podemos ainda perceber no gráfico 16 que a graduação

desses títulos foi bem diferenciada em relação aos países analisados anteriormente, isto é, não têm uma sequência homogênea como aconteceu no Brasil e na China.

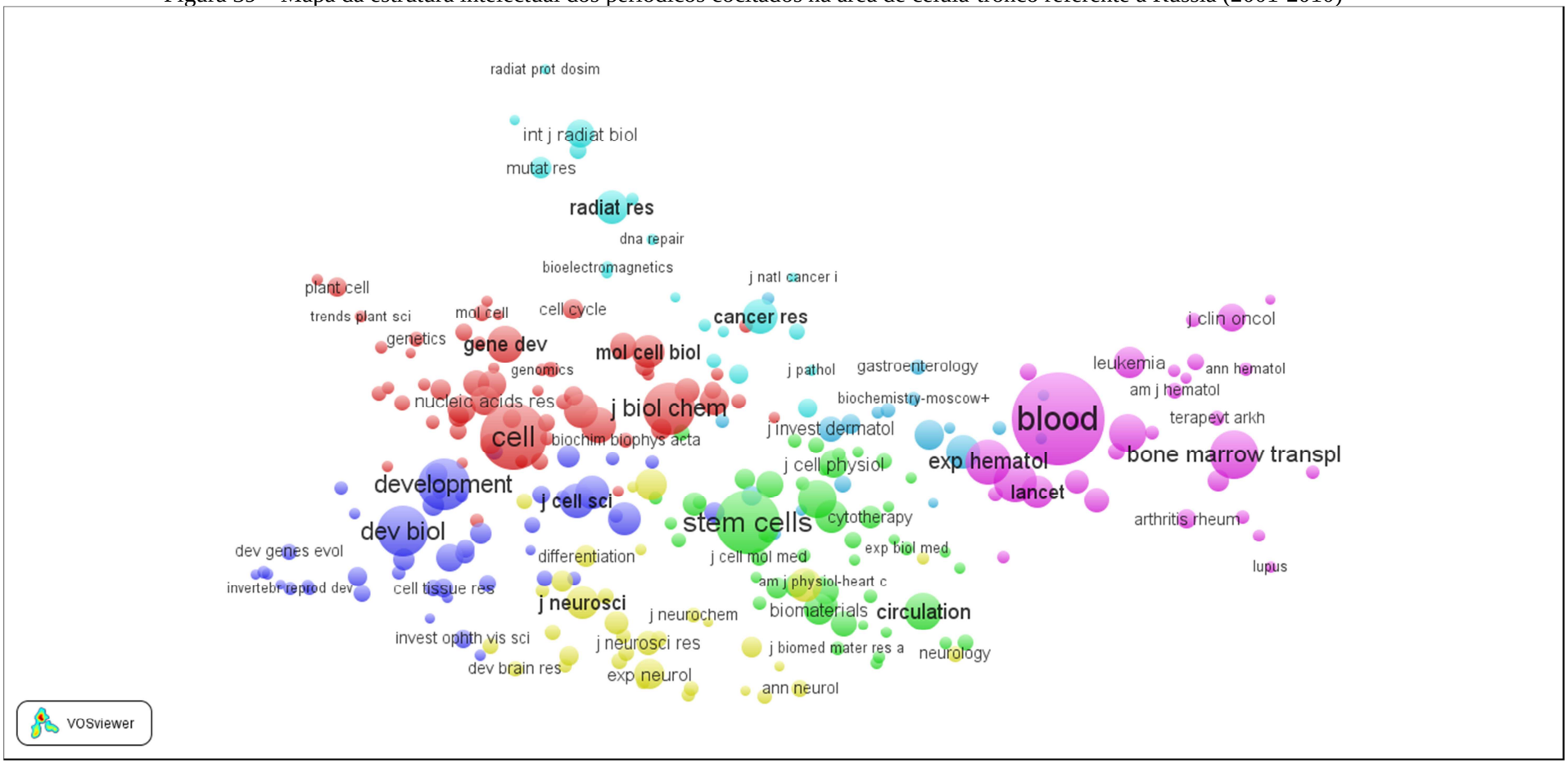
Gráfico 16 – Distribuição dos títulos cocitados segundo a frequência de cocitação e o agrupamento para a área de célula-tronco referente à Rússia (2001-2010)



Fonte: Dados da Pesquisa

A estrutura intelectual, neste segundo período, para a Rússia, pode ser visualizada na Figura 39, que apresenta 7 agrupamentos, nos quais podemos identificar os periódicos mais cocitados *Blood*, *J Bio Chem*, *Cell*, *Stem Cells*, *Development* e *Dev Biol*. O perfil destes periódicos, direcionados à Biomedicina, nos conduz a um campo com mais vigor em pesquisa básica do que em pesquisa clínica.

Figura 39 – Mapa da estrutura intelectual dos periódicos cocitados na área de célula-tronco referente à Rússia (2001-2010)



Fonte: Dados da pesquisa.

O campo delineado pela cor vermelha é destinado ao agrupamento 1, localizado entre os agrupamentos 2 (verde), 3 (azul) e 6 (azul céu claro). O agrupamento 1 é composto por 59 periódicos, sendo 4 deles cocitados acima de 100 vezes. São eles: *Cell* (365), *J Biol Chem* (228), *Gene Dev* (110) e *J Cell Biol* (105). Esse agrupamento consiste principalmente de revistas relacionadas à Biomedicina. Levando em conta o peso dessa área, podemos dizer que este agrupamento está mais ligado à pesquisa básica, aquela que têm na célula seu principal objeto de estudo. Neste agrupamento, há formação de dois subagrupamentos em temáticas como química, presente em 5,99% dos títulos cocitados, e física, que corresponde a 4,55% dos títulos cocitados

O agrupamento 2 (verde), que ocupa o centro do mapa da estrutura intelectual, é composto por 52 periódicos cocitados com predominância em temas da *biologia celular* e *medicina*. Quanto aos periódicos mais cocitados, destacamos *Stem Cells* (337), *J Clin Invest* (121) e *Circulation* (113). O primeiro traz temas pertinentes à Biomedicina, enquanto os dois últimos estão voltados ao campo da medicina clínica. Somando as frequências desses dois últimos, temos um agrupamento dedicado mais à pesquisa clínica, ou seja, constitui um agrupamento voltado à terapia com uso da células-tronco em certas doenças.

O agrupamento 3 (azul) faz fronteira com agrupamento 1 (vermelho). Tal proximidade reflete similaridade no escopo dos dois agrupamentos, pois ambos têm foco na pesquisa básica. Dos 46 periódicos cocitados no agrupamento 3, encontramos 3 (5,52%) títulos monotemáticos, voltados para a área da Biologia, sendo os mais cocitados: *Development* (228), *Dev Biol* (215) e J *Cel Sci* (102).

O agrupamento 4 (amarelo), que faz divisa com os agrupamentos 1, 2 e 3, apresenta perfil voltado para temas nas neurociências, presentes em 20 (47,62%) dos periódicos cocitados. O periódico com maior nível de associação foi *J Neurosci* (92), um título monotemático, especializado em temas do sistema nervoso[113]. Diferente dos demais países dos BRICS, a Rússia já apresentava periódicos cocitados em temas de neurociências desde o primeiro período (1991-2010), o que coloca esse país como percursor dos estudos nessa temática entre os BRICS[114].

[113] Fonte: JOURNAL OF NEUROSCIENCE. Disponível em: <http://www.jneurosci.org/>. Acesso em: 20 jun. 2014.

[114] É oportuno salientar que o titulo mais cocitado foi *B Eksp Biol Med* (98) que segundo informação na *home page* (disponível em http://www.springer.com/biomed/journal/10517), editado na Rússia, passa a ser

A Hematologia, campo tradicional nas pesquisas clínicas na área de célula-tronco e muito enfática em todos os BRICS no primeiro período, é representada no agrupamento 5 (rosa), que tem 30 títulos cocitados, entre eles, Blood (711), *Bone Marrow Transpl* (191), *Exp Hematol* (166), *New Engl J Med* (157) e *Brit J Haematol* (118). Este agrupamento está claramente direcionado para a pesquisa aplicada na área de célula-tronco.

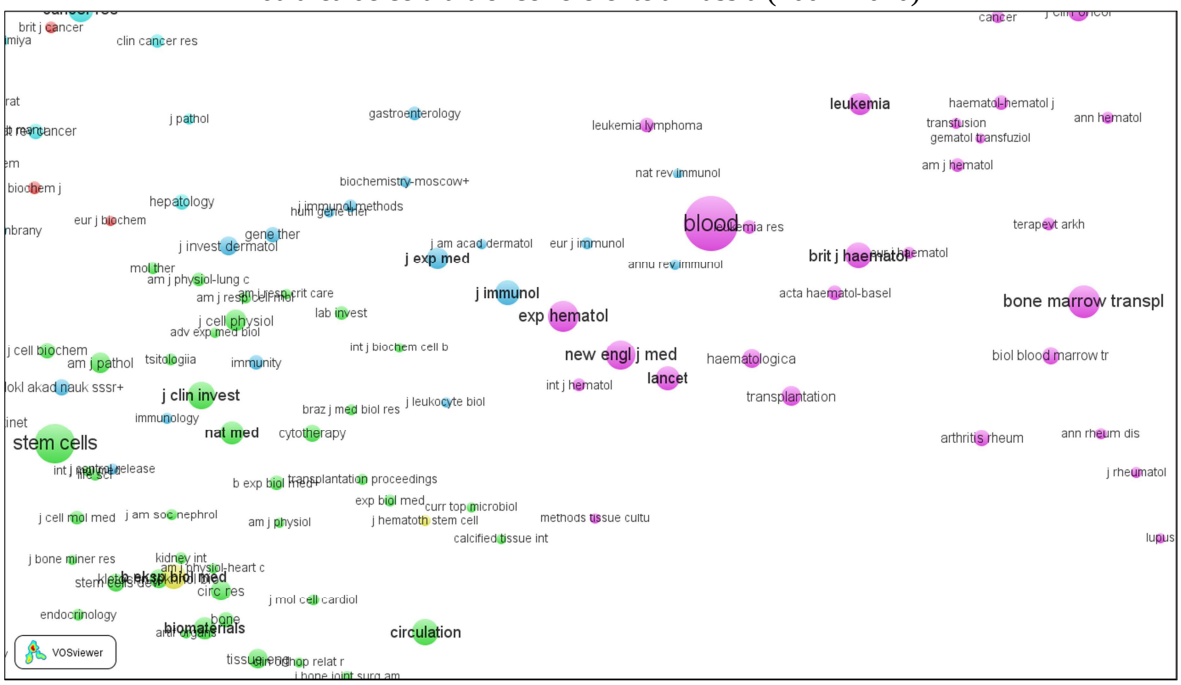
Na sequência, temos o agrupamento 6 (azul celeste claro), que é composto por 20 títulos com escopo em *oncologia*, a qual está representada em 4 (12,90%) dos periódicos cocitados, sendo o periódico *Cancer Res* (105) o de maior volume de cocitação. Há dois subagrupamentos representados pelos periódicos cocitados *Radiat Res* (88), *Int J Radiat Biol* (65) e *Mutat Res* (39) que abordam a radiologia, biologia e genética, assuntos de interesse para a Oncologia.

O agrupamento 7 (azul celeste escuro) é o menor de todos, com 19 títulos, sendo o mais cocitado *J Immunol* (98), que, devido a sobreposição, não é visível. Desse modo, foi dado um zoom (Figura 40) para uma melhor percepção desse agrupamento, que está próximo dos agrupamentos 5 e 1. Há uma associação no escopo dos agrupamentos 5 e 7, sendo este caracterizado pelos temas ligados à imunologia, comportando, contudo, dois subagrupamentos, sendo um voltado a temas médicos, com o periódico *J Exp Med* (75), e outro em genética, representado por *Gene Ther* (30) que direcionam para o agrupamento 1.

---

publicado em inglês, como *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*, desde abril, mas não informa o ano. Quanto do levantamento dos títulos não fora encontrado nenhum registo no JCR sendo essa condição *sine qua non* para o título ser credenciado na análise temática.

Figura 40 – Detalhe dos periódicos cocitados no agrupamento 7
da área de célula-tronco referente à Rússia (2001- 2010)



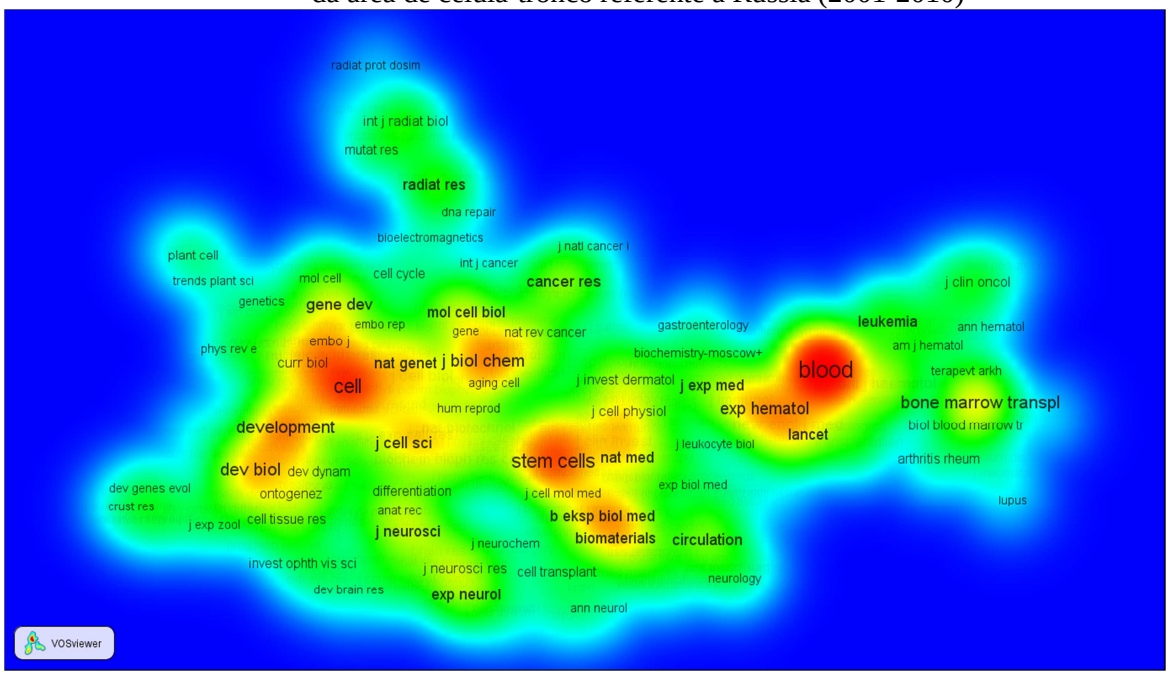
Fonte: Dados da pesquisa.

As grandes temáticas de atuação da área de célula-tronco, no segundo período, para a Rússia, podem ser visualizadas na figura 41, que apresenta nove áreas de densidade alta a moderada. As duas principais áreas são caracterizadas pelos títulos *Blood* e *Cell* e, na sequência, *Stem Cells*, *Developmente*, *Dev Biol*, *J Biol Chem*, *Biomaterials*. Há também duas pequenas zonas influenciadas pelos periódicos *J Cell Sci* e *Nar Med*.

Com base nesses dados, então, podemos dizer que, neste segundo período, a produção da Rússia na área de célula-tronco traz duas vertentes de estudo, sendo que uma se mostra mais enfática: aquela relacionada ao campo de pesquisa básica, exatamente como ocorreu no período de 1991 a 2000.

O alto do mapa contém uma zona afastada das demais, o que sugere uma área com potencial de crescimento, com concentração de periódicos cocitados em temas relacionados à radiologia. Este cenário também se repetiu no período anterior, o que nos leva a inferir que há uma motivação, dos pesquisadores, em temas ligados à radiologia, ainda não tendo se tornado, contudo, um tema em potencial. Outra possiblidade é que a presença deste tema sinaliza para uma área que se tornou coadjuvante a outra, como a hematologia e oncologia, por exemplo.

Figura 41 – Mapa de densidade dos periódicos cocitados
da área de célula-tronco referente à Rússia (2001-2010)



Fonte: Dados da pesquisa.

Fazendo o cotejamento dos mapas da estrutura intelectual (Figura 39) e de densidade (Figura 41), podemos identificar zonas distintas, mas com potencial de desenvolvimento, comum a ambos os períodos, como a Radiologia, Oncologia e Genética.

No quadro 17, é apresentado o grau de centralidade (GC) para os periódicos com maior frequência de cocitação em cada um dos períodos. Pelos dados apresentados até aqui, podemos inferir que a Rússia segue o mesmo caminho do Brasil e da China, ou seja, apresenta maiores associações dos periódicos no segundo período. Pelo escopo de cada título listado para o primeiro período, vemos que há uma tendência a temas voltados para hematologia e oncologia, enquanto, no segundo período, os quatros primeiros títulos têm influência de temas mais atuais como biologia celular, biologia molecular e bioquímica.

O *ranking* dos 10 títulos *top* também é diferenciado em ambos os períodos: vejamos que *Blood*, no primeiro período, mantém o maior GC (48), enquanto, no segundo, tem o 5º maior GC (223). *Cell* mantém grande influência nos dois períodos, visto que é o 2º maior GC passando a ocupar o 1º em 2001 a 2010, ou seja, ele mantém associações com 252 (96,92%) títulos de 260.

Quadro 17 – Grau de centralidade para os periódicos cocitados
Da área de célula-tronco referente a Rússia (1992-2010)

	1992-2000		2001-2010	
#	Periódico	GC	Periódico	GC
1	Blood	48	Cell	252
2	Cell	48	Stem Cells	238
3	Exp Hematol	46	J Biol Chem	231
4	J Immunol	46	Exp Cell Res	224
5	Cancer Res	45	Blood	223
6	Exp Cell Res	45	Biochem Bioph Res Co	222
7	J Exp Med	45	J Cell Biol	219
8	Radiat Res	44	J Cell Sci	219
9	Biochim Biophys Acta	43	J Clin Invest	210
10	Development	43	Development	203
Total de periódicos		55	Total de periódicos	260
Média do grau de centralidade		31,9	Média do grau de centralidade	153,8
Desvio padrão grau de centralidade		11,9	Desvio padrão grau de centralidade	79,8

Fonte: Dados da pesquisa.

No primeiro período, 4 (7,27%) periódicos cocitados atingiram GC menor que 50, sendo estes *J Caom Neuro*, *Plant Physiol*, *Hydrobiologia* e *Fiziologiya Rastenii (Moscow).* No segundo período, encontramos 184 (70,78%) com GC abaixo de 50, títulos esses que estão localizados na zona periférica do mapa da estrutura intelectual.

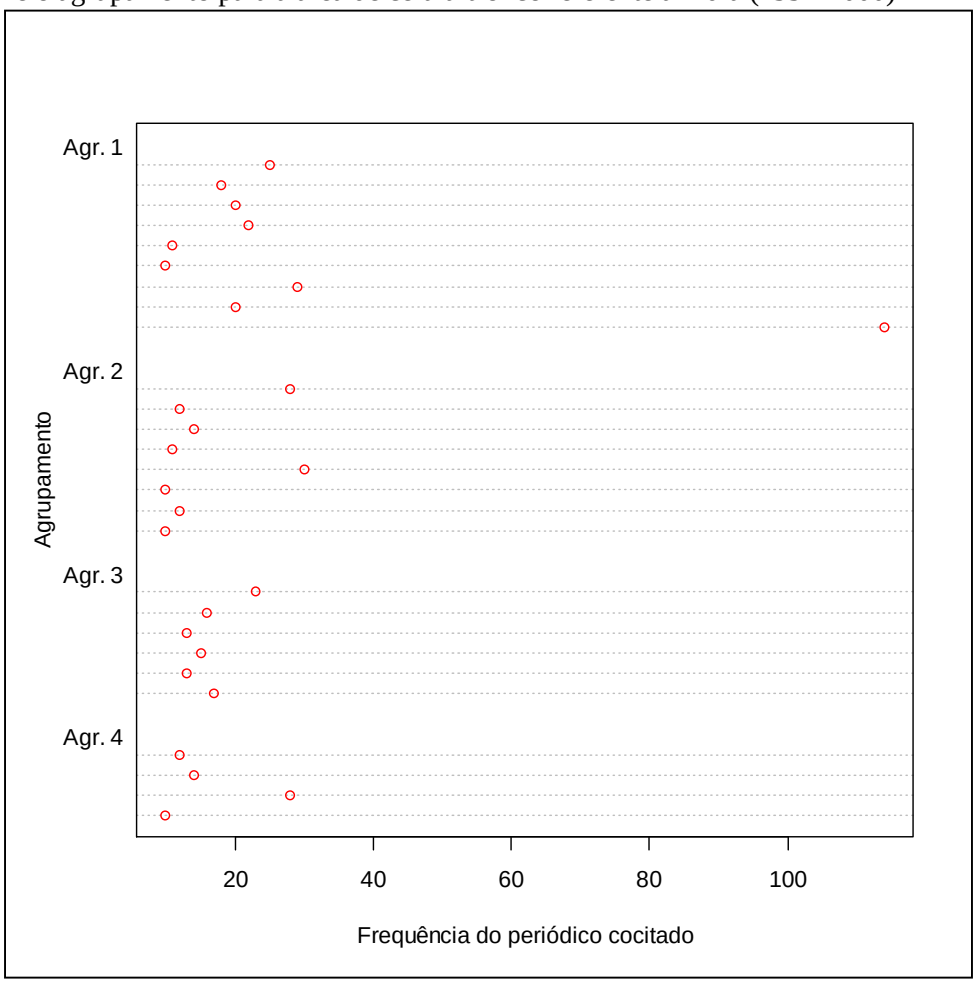
No primeiro período, os quatro primeiros títulos são bem heterogêneos em ternos de temáticas, o que não ocorre no segundo onde se observa uma homogeneidade de temáticas mais atuais, como dito anteriormente, correspondendo, desse modo, aos mapas das estruturas intelectuais.

6.2.4 A estrutura intelectual das publicações indianas

A Índia ocupou a 3ª posição do BRICS em termos de número de artigos na área de célula-tronco com 62 artigos, ficando à frente do Brasil, que ocupou a 4ª posição. Foi o único país a ter um crescimento exponencial perfeito ($r^2 = 1$), o que equivale a dizer que as variações dos artigos são explicadas pela variação do tempo (medido em anos).

Os 62 artigos citaram 470 periódicos, dos quais 27 (5,74%) foram selecionados para análise de cocitação, para o primeiro período, sendo 26 (93,30%) títulos cocitados entre 10-32 vezes e 1 (3,70%) título, *Blood*, cocitado 114 vezes. O dotplot (Gráfico 17) ilustra a distribuição dos periódicos cocitados por agrupamentos, a qual, por sua vez, reflete a composição do mapa da estrutura intelectual apresentado na figura 42.

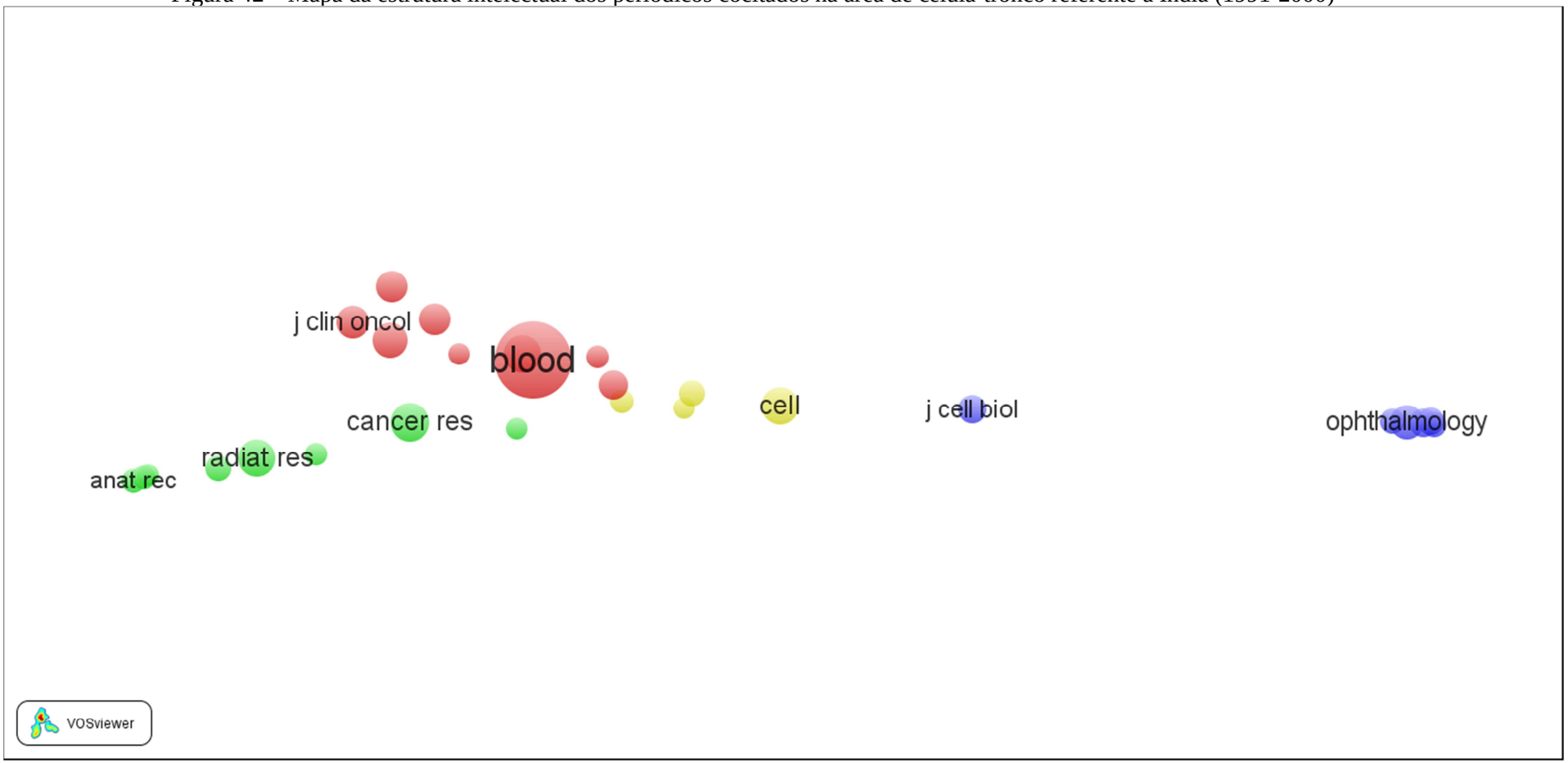
Gráfico 17 – Distribuição dos títulos cocitados segundo a frequência de cocitação e o agrupamento para a área de célula-tronco referente a Índia (1991-2000)



Fonte: Dados da pesquisa.

O mapa da estrutura intelectual (Figura 42) tem uma caraterística peculiar aos demais países analisados (Brasil, China e Rússia), isto é, a dispersão dos títulos quanto à frequência de cocitação, apresentando apenas uma zona de alta densidade, representada pelo periódico *Blood* (114*)*. Podemos observar que há 3 agrupamentos, dois próximos (verde e amarelo) na parte central e mais um (azul) distante dos demais, localizado entre o centro e o lado direito do mapa, representando um tema de natureza emergente no contexto da Índia, como veremos em seguida.

Figura 42 – Mapa da estrutura intelectual dos periódicos cocitados na área de célula-tronco referente a Índia (1991-2000)



Fonte: Dados da pesquisa.

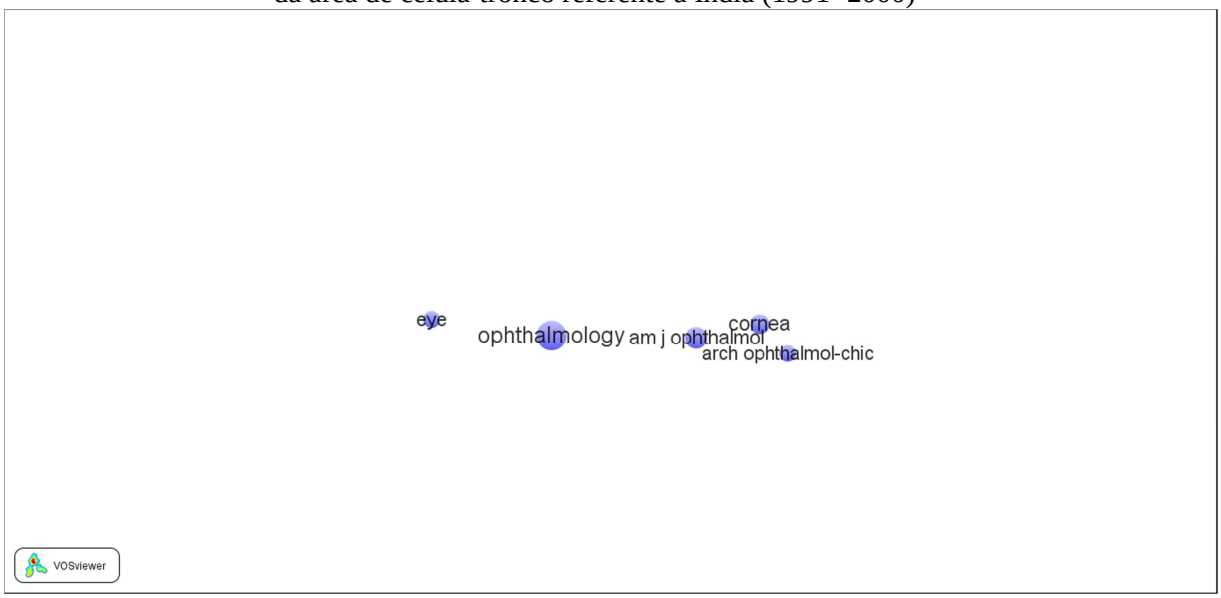
O agrupamento 1 (vermelho) é formado por 9 periódicos cocitados e apresenta como título de maior volume de cocitação o *Blood* (114)[115]. Este agrupamento mostra tendência temática voltada à oncologia, visto que 44,44% dos periódicos cocitados tratam de temas direcionados a esse tema, como exemplo, o periódico *Bone Marrow Transpl*, que é um título multitemático e trata de aspectos da biologia básica e utilização clínica do transplante de células hematopoiéticas. Essa revista ainda apresenta amplo escopo, abrangendo temas de oncologia celular, biologia celular, transplantes e imunologia[116]. Podemos inferir que a amplitude de temas deste periódico o leva a ser sempre cocitado com o *Blood*; essa característica os torna centrais em temas ligados a *oncologia* e *hematologia*.

O agrupamento 2 (verde) é o segundo maior em número de periódicos cocitados, somando oito títulos. Os principais foram *Cancer Res* (30) e *Radiat Res* (28). Pela aproximação deste agrupamento com o agrupamento 1, podemos dizer que ambos têm afinidade temática. O mesmo pode-se dizer do agrupamento 4 (amarelo), o menor em número de periódicos, possuindo apenas quatro. Esse agrupamento está relacionado à pesquisa básica, tendo os periódicos *Cell* (28) e *J Biol Chem* (14) como os de maior peso.

O agrupamento 3 (azul) ocupa uma área isolada, que o coloca geograficamente distante dos demais agrupamentos. Nele encontramos uma marcante característica que é a sua especificidade, isto é, ele é praticamente todo voltado a temática da oftalmologia, visto que, do total de 6 títulos, 5 títulos são monotemáticos em oftalmologia. Os principais e mais cocitados foram *Ophthalmolog* (25) e *Am J Ophthalmol* (17). Devido à sobreposição, apenas é possível ver o primeiro título. Somente *J Cell Biol* (16) não é especializado em oftalmologia. Na figura 44, que proporciona um zoom da Figura 42, pode-se visualizar os demais títulos na temática *oftalmologia*, evidenciando os dois mais cocitados.

[115] O número entre parênteses representa a frequência de cocitação.
[116] Fonte: BONE MARROW TRANSPLANTATION. **Welcome to Bone Marrow Transplantation**! Disponível em: <http://www.nature.com/bmt/index.html>. Acesso em: 28 maio 2014.

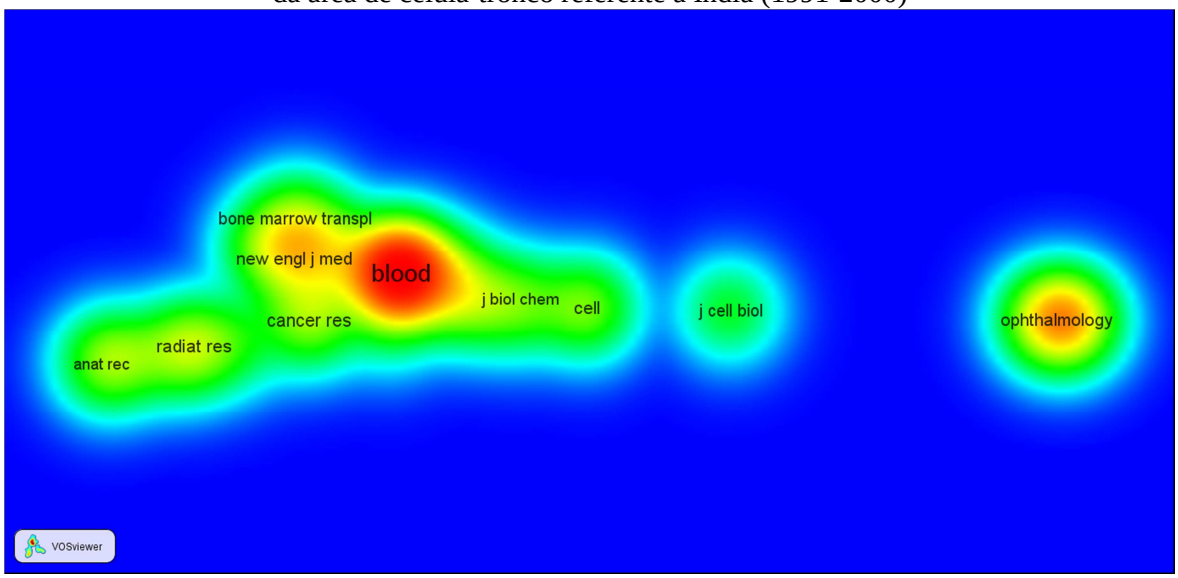
Figura 43 – Detalhe dos periódicos cocitados no agrupamento 4
da área de célula-tronco referente a Índia (1991- 2000)



Fonte: Dados da pesquisa

Apreciando o mapa de densidade dos periódicos cocitados da estrutura intelectual da Índia (Figura 44), principalmente na zona em que tem centralidade o título *Blood*, podemos observar a presença de outros títulos, principalmente *Bone Marrow Transpl*, juntamente com *New Engl J Med*, localizado numa zona de densidade considerada moderada. Os demais títulos, especialmente *Radiam Res*, *Anat Rec*, *Cancer Res* e *J Bio Chem*, são títulos que estão ao redor da área de maior densidade. O mapa também sinaliza as áreas com grande potencial de desenvolvimento. Vale ressaltar ainda que a zona que contém o título *J Cell Biol* sugere também possibilidades de se tornar uma área relevante no próximo período.

Figura 44 – Mapa de densidade dos periódicos cocitados
da área de célula-tronco referente a Índia (1991-2000)

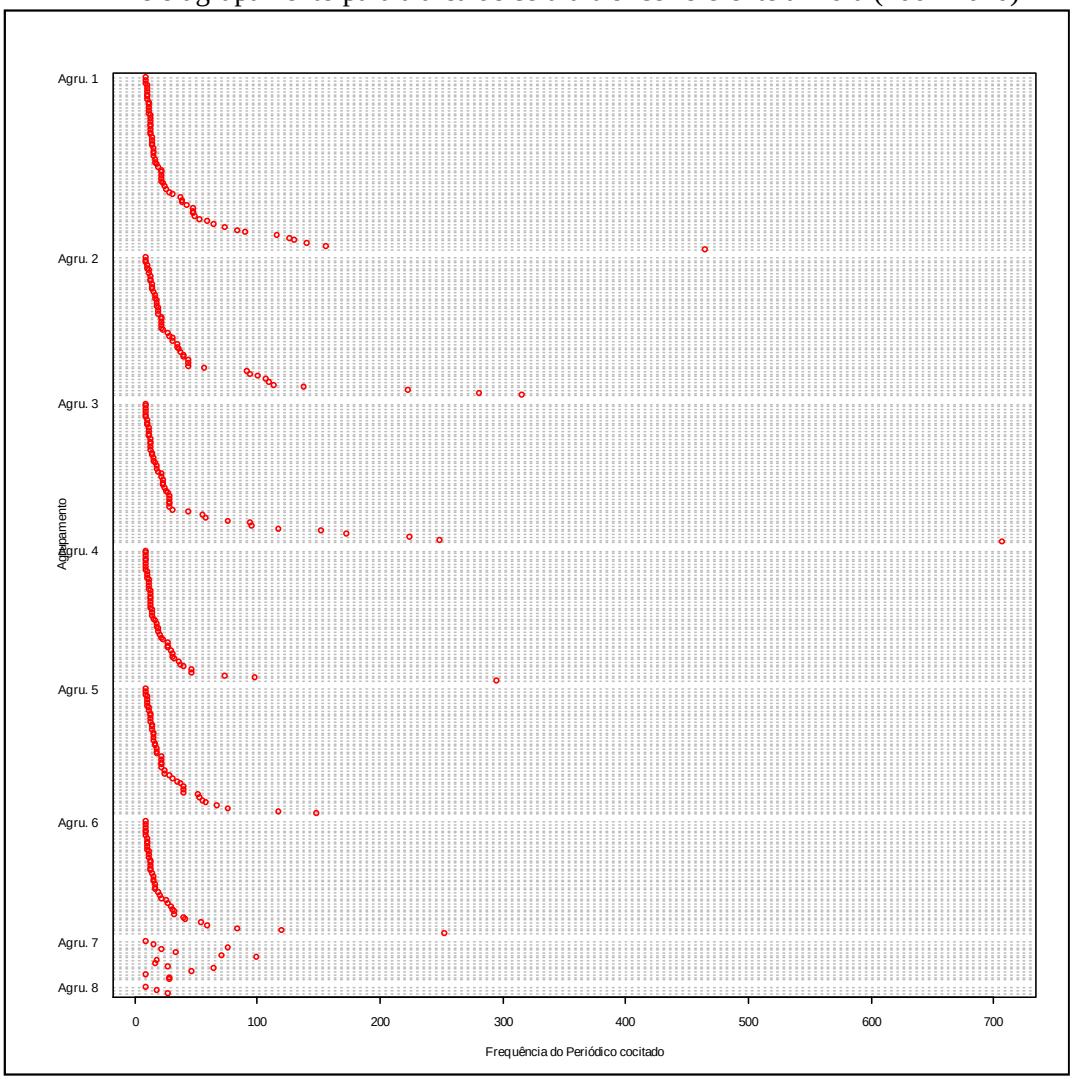


Fonte: Dados da Pesquisa.

Para este primeiro período e com base na informação do mapa de densidade (Figura 44), podemos dizer que a Índia apresentou duas abordagens na pesquisa na área de célula-tronco, sendo a primeira delas demarcada pelo periódico Blood e outra pelos periódicos *Ophthalmolog* (25) e *Am J Ophthalmol* (17), o que equivale a dizer que houve uma maior atenção dos pesquisadores nas áreas cobertas por esses periódicos, ou seja, hematologia e oftalmologia.

No segundo período (2001-2010), a Índia duplicou o número de agrupamentos, passando a contar, nesse período, com oito. A distribuição da frequência da cocitação pelos agrupamentos está apresentada no gráfico 18. Os agrupamentos de 1 e 3 foram os que apresentaram títulos cocitados com frequência acima de 400. Os agrupamentos 7 e 8 são os menores em número de periódicos cocitados e têm frequência menor ou igual a 100. Podemos observar certa dispersão entre os agrupamentos 1 a 6 e uma dispersão mais acentuada nos agrupamentos 7 e 8, sendo estes os menores em número de periódicos (Gráfico 18).

Gráfico 18 – Distribuição dos títulos cocitados segundo a frequência de cocitação e o agrupamento para a área de célula-tronco referente a Índia (2001-2010)



Fonte: Dados da pesquisa.

Na figura 45, temos o mapeamento da estrutura intelectual dos periódicos cocitados na área de célula-tronco referente à Índia (2001-2010), que apresenta região central formada por dois agrupamentos (vermelho e verde) que estão muito interligados.

Tal como observado para a China, a Figura 45 também mostra que há um agrupamento (amarelo) em torno do periódico cocitado *Biomaterials*. Podemos ainda detectar regiões isoladas como nos agrupamentos em cor amarela, azul escuro (alto do mapa), azul claro (lado direito) e rosa (região central inferior), sendo essas zonas constituídas por periódicos cocitados em temas emergentes, assim considerados como *neurociências* e *biomateriais*, por exemplo, ou em temas muito específicos como a

oftalmologia. Por outro lado, temos também periódicos isolados na periferia do mapa como *Oral Surg Oral Med O*, que é cocitado com *J Endodont*, lado esquerdo parte inferior, como também *Plant Physiol*, cocitado com *Plant Cell*, parte central inferior.

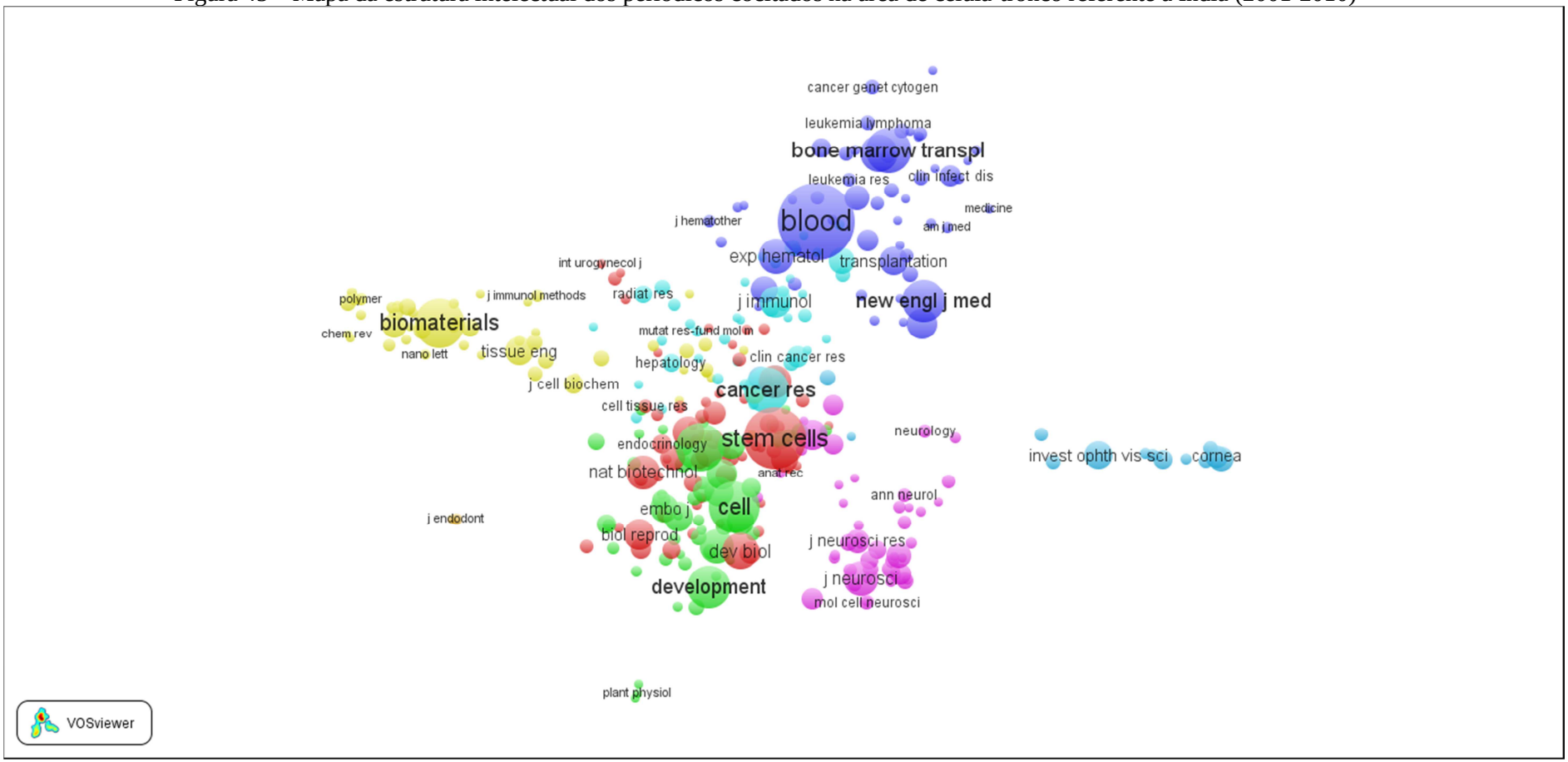
Passamos agora a apresentar os agrupamentos separadamente, iniciando com o agrupamento 1, que tem 65 títulos, sendo que 6 (9,23%)[117] foram cocitados entre 116 a 466 e 59 (90,77%) de 10 a 91; essa coleção de títulos cocitados aparece classificada em 33 categorias de assuntos. Estabelecido na região central, o agrupamento 1 (vermelha) está muito próximo do agrupamento 2 (verde), tal proximidade se deve proximidades de contéudos pois ambos os agrupamentos têm atuação em pesquisa básica. Os seis títulos com frequência de cocitação acima de 100 consistem principalmente de revistas direcionadas a temas como biologia celular e bioquímica. Os principais títulos cocitados foram *Stem Cells* (466), *Dev Biol* (156), *Nat Biotechnol* (141), *J Clin Invest* (130), *Biochem Bioph Res Co* (127) e *Biol Reprod* (116), títulos esses que formam um subagrupamento.

O agrupamento 2 (verde) conta com 52 periódicos cocitados e também com subagrupamentos com atuação no campo da biologia celular, sendo o periódico *Cell* (316) o de maior frequência de cocitação; em seguida *J Biol Chem* (281) e *Development* (223).

Na posição superior central do mapa (Figura 46), encontramos o agrupamento 3 (azul) que tem *Blood* (707), como o título de maior volume de cocitação entre os demais títulos e entre todos os agrupamentos. Na sequência, há *Bone Marrow Transpl* (249) e *New Engl J Med*, dois títulos direcionados a temas da hematologia e outro à medicina.

[117] A percentagem entre parêntese representa a frequência relativa da categoria de assunto no conjunto de todas as categorias.

Figura 45 – Mapa da estrutura intelectual dos periódicos cocitados na área de célula-tronco referente a Índia (2001-2010)



Fonte: Dados da pesquisa.

O agrupamento 4 (amarela) é composto por 49 títulos, e *Biomaterials* (296) foi o título com maior volume de cocitação, denotando um campo emergente da área de células-tronco. Com base nesse título, podemos inferir que o conjunto de periódicos cocitados neste agrupamento confere-lhe a característica de pesquisa aplicada. Importante destacar que os biomateriais tem um vasto campo de aplicação, como, por exemplo, médico-odontológica, o que o torna um campo de interface com a área de célula-tronco, viabilizando, por exemplo, a interação do conhecimento acerca do sistema biológico/celular com processos e técnicas de restauração ou substituição de órgãos e/ou tecidos lesados.

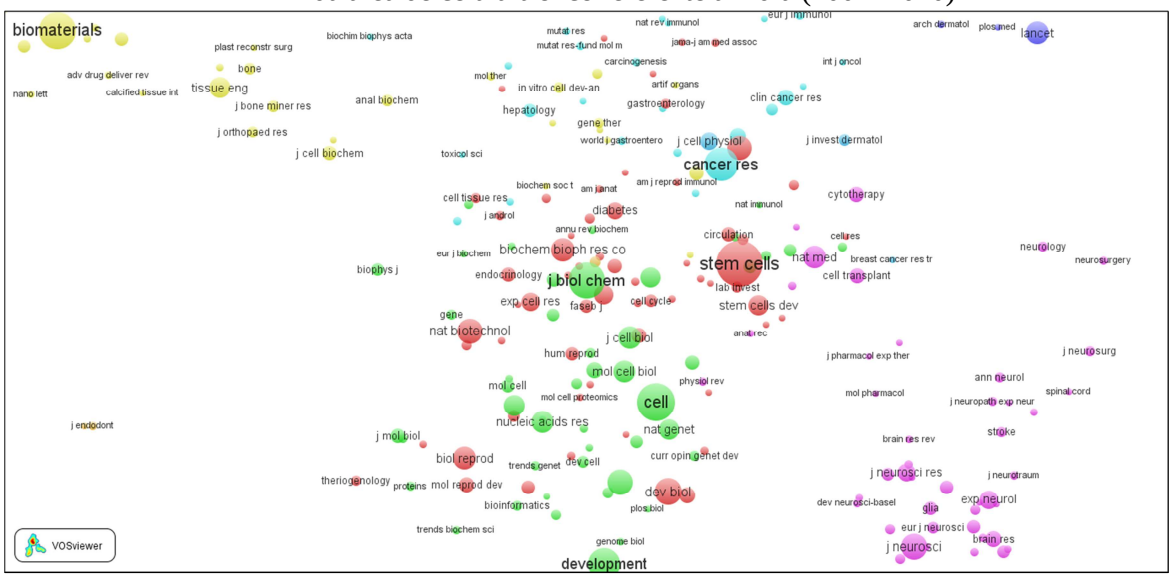
Caracterizado pela cor rosa e composto por 47 periódicos cocitados encontramos o agrupamento 5 (rosa), que tem no seu núcleo de periódicos de maior frequência de cocitação o *J Neurosci* (149) e *Nat Med* (118), marcando, assim, uma nova temática para a pesquisa da Índia na área de célula-tronco que é a neurociência.

Situado acima da região central, encontramos o agrupamento 6 (azul celeste claro) que conta com os periódicos *Cancer Res* (253) e *J Immunol* (120), títulos dedicados à *oncologia* e *imunologia*, temas presentes no período anterior e que aparecem também neste período, reafirmando sua relevância. Podemos ainda observar, no mapa da figura 20, que o periódico *Cancer Res* compartilha uma zona de densidade com outros títulos.

Os agrupamentos 7 (azul celeste escuro) e 8 (laranja) são considerados os menores e, como podemos observar no Gráfico 21, seus títulos não se encontram numa sequência como os demais. O agrupamento 7 está localizado do lado direito do mapa bibliométrico, sendo o mais especializado, ou seja, dos 15 títulos cocitados, 10 (66,67%) são monotemáticos em *oftalmologia*, reafirmando o interesse dos pesquisadores da Índia pela terapia com células-tronco no campo da Oftalmologia.

O agrupamento 8 (laranja) é o menor de todos com apenas quatro títulos cocitados, sendo que *Cell Biol Int* (28) foi o mais importante. Esse agrupamento só é visível por meio do recurso do *zoom*, conforme podemos observar na Figura 46.

Figura 46 – Detalhe dos periódicos cocitados no agrupamento 8
da área de célula-tronco referente a Índia (2001- 2010)



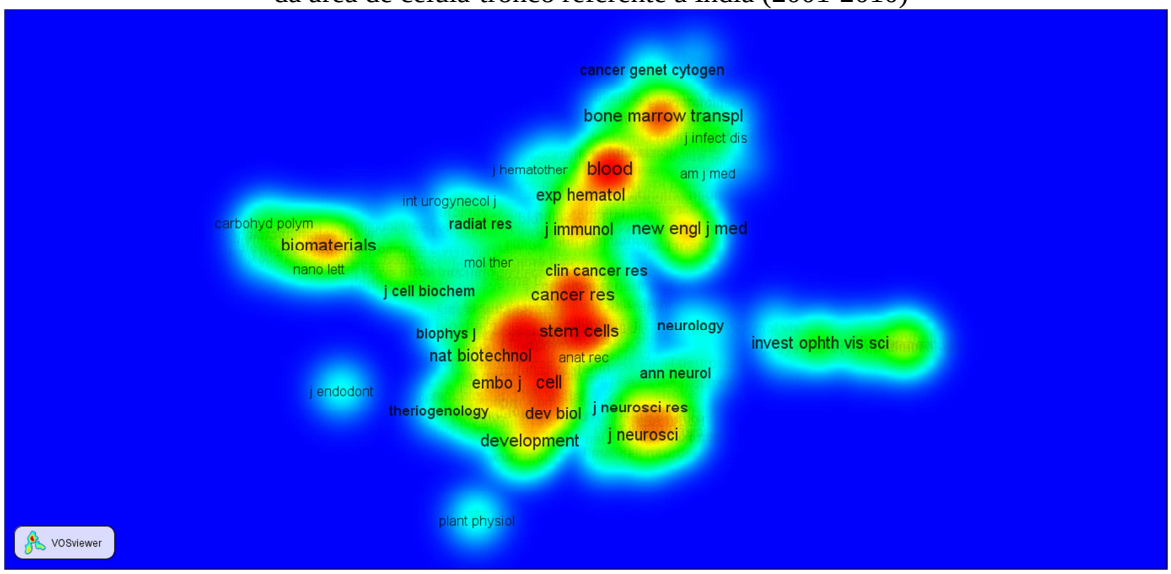
Fonte: Dados da pesquisa.

A partir do mapa de densidade (Figura 47), observamos cinco zonas de interesse para os pesquisadores indianos, três das quais com alta densidade, sendo uma delas centralizada no periódico *Blood*, como vem ocorrendo nos demais países dos BRICS, reafirmando a relevância da hematologia no contexto indiano bem como dos BRICS. A segunda zona é voltada para temas da oncologia, com influência do periódico *Cancer Res*. A terceira zona compreende um conjunto de títulos cocitados com diversidade temática, direcionada, sobretudo, ao campo da Biomedicina, sendo esta a zona de maior importância atribuída pelos pesquisadores indianos, visto que congrega vários títulos numa mesma zona. Áreas consideradas de média densidade estão relacionadas a temas como neurociências, imunologia e biomateriais.

Áreas isoladas, ou seja, aquelas que estão margeando o mapa de densidade (Figura 47) representam temas com capacidade de desenvolvimento, como, por exemplo, endocrinologia e oftalmologia, esta última já sinalizando estágio maior que a primeira, visto que, desde o primeiro período (1991-2000), vem ocupando espaço na estrutura intelectual.

Na análise geral, temos uma forte ligação entre áreas de pesquisa relacionadas, sobretudo, com a pesquisa básica, diferentemente do que ocorreu no período anterior, quando a pesquisa aplicada ocupava uma posição central.

Figura 47 – Mapa de densidade dos periódicos cocitados
da área de célula-tronco referente a Índia (2001-2010)



Fonte: Dados da Pesquisa.

O grau de centralidade dos 10 primeiros títulos é apresentado no Quadro 18, como ocorreu nos demais países a Índia também apresentou associações maiores que no primeiro período, segundo a média estimada. A taxa de periódicos igual ou menor a 50,00% foi de 18 (66,67%) no primeiro período e 254 (78,15%) no período seguinte.

Quadro 18 – Grau de centralidade para os periódicos cocitados
da área de célula-tronco referente à Índia (1991-2010)

#	1991-2000		2001-2010	
	Periódicos	GC	Periódico	GC
1	Radiat Res	20	J Biol Chem	303
2	Cancer Res	19	Stem Cells	302
3	Blood	18	Blood	296
4	Brit J Haematol	17	Cell	293
5	Cell	17	Biochem Bioph Res Co	284
6	J Cell Biol	16	Nat Med	280
7	Cancer	15	Nat Biotechnol	278
8	Leukemia Res	15	J Clin Invest	277
9	New Engl J Med	15	New Engl J Med	275
10	J Cell Physiol	13	Cancer Res	264
Total de periódicos		27	Total de periódicos	325
Média do grau de centralidade		11,9	Média do grau de centralidade	121,9
Desvio padrão grau de centralidade		4,3	Desvio padrão grau de centralidade	60,0

Fonte: Dados da pesquisa.

A Índia tem um quadro de centralidade dos periódicos cocitados diferenciado dos outros países dos BRICS, analisando-se o primeiro período *Blood*, que costumavam vir entre os dois primeiros colocados, com a Índia na 3ª posição em ambos os períodos. Também surge um título novo *Radiat Res* que fez par com 20 (74,07%) títulos de um total de 27. Este título contém temas de radiação como também a assuntos relacionados nas áreas de física, química, biologia e medicina, incluindo a epidemiologia e pesquisa translacional[118,119], enquanto *Blood* foi cocitado com 18 (66,67%) títulos.

6.2.5 A estrutura intelectual das publicações sul-africanas

A África do Sul ocupa a 5ª posição em número de artigos publicados em todo o período examinado (1992 a 2010). Entre 1992 a 2000, foram publicados 35 artigos, sendo contabilizados 309 periódicos cocitados. Destes, 19 (6,15%) compuseram a amostra para o procedimento de análise de cocitação.

Podemos destacar alguns pontos semelhantes da África do Sul com os demais países analisados, como o número reduzido de frequências de cocitação para o período de 1992 a 2000, a ausência de grandes produtores, aqueles autores com produtividade igual ou superior a 10 artigos, e o periódico *Blood* como periódico mais cocitado.

O intervalo de cocitação foi composto por 18 (94,74%) periódicos com frequência de cocitação entre 10 a 67, e 1 periódico (5,26%) obteve a frequência maior (141), sendo este o periódico *Blood* especializado em hematologia.

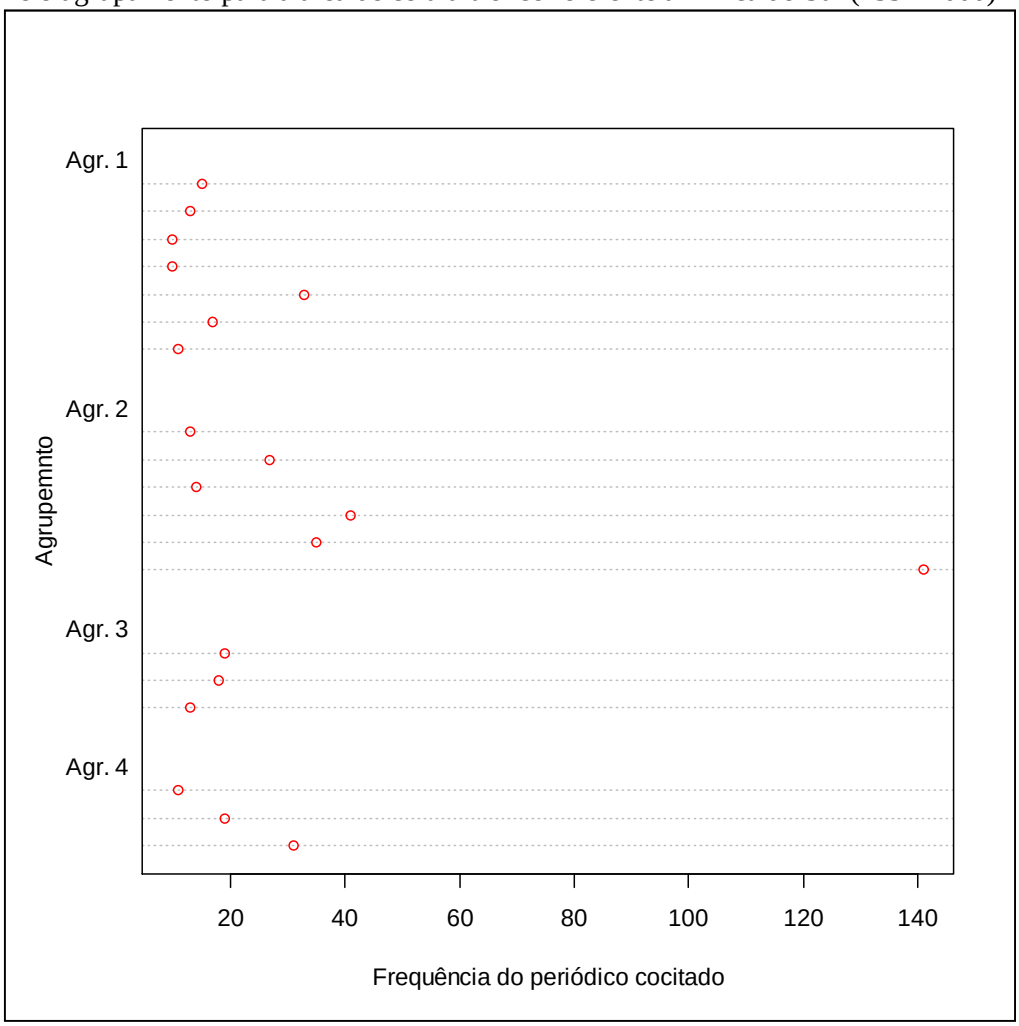
Os 19 periódicos cocitados foram distribuídos em 4 agrupamentos, sendo que dois deles têm a hematologia como temática central. A distribuição dos periódicos cocitados na produção da África do Sul é apresentada no Gráfico 19, sendo possível observar que não há diferenças significativas em relação aos demais países dos BRICS analisados anteriormente, isto é, agrupamentos com títulos que não compõem um conjunto homogêneo.

---

[118] Fonte: RADIATION RESEARCH. Disponivel em: <http://www.rrjournal.org/>. Aceso em 22 maio 2015.

[119] Pesquisa translacional “promover pesquisa interdisciplinar e acelerar a troca bidirecional entre ciência básica e clínica para mover os achados de pesquisa básica do laboratório para ambientes aplicados envolvendo pacientes e populações”. Fonte: GUIMARAES, Reinaldo. Pesquisa translacional: uma interpretação. **Ciência e Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 6, p. 1731-1744, jun. 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232013000600024&lng=en&nrm=iso>. Acessno em: 22 maio 2015.

Gráfico 19 – Distribuição dos títulos cocitados segundo a frequência de cocitação e o agrupamento para a área de célula-tronco referente à África do Sul (1992-2000)



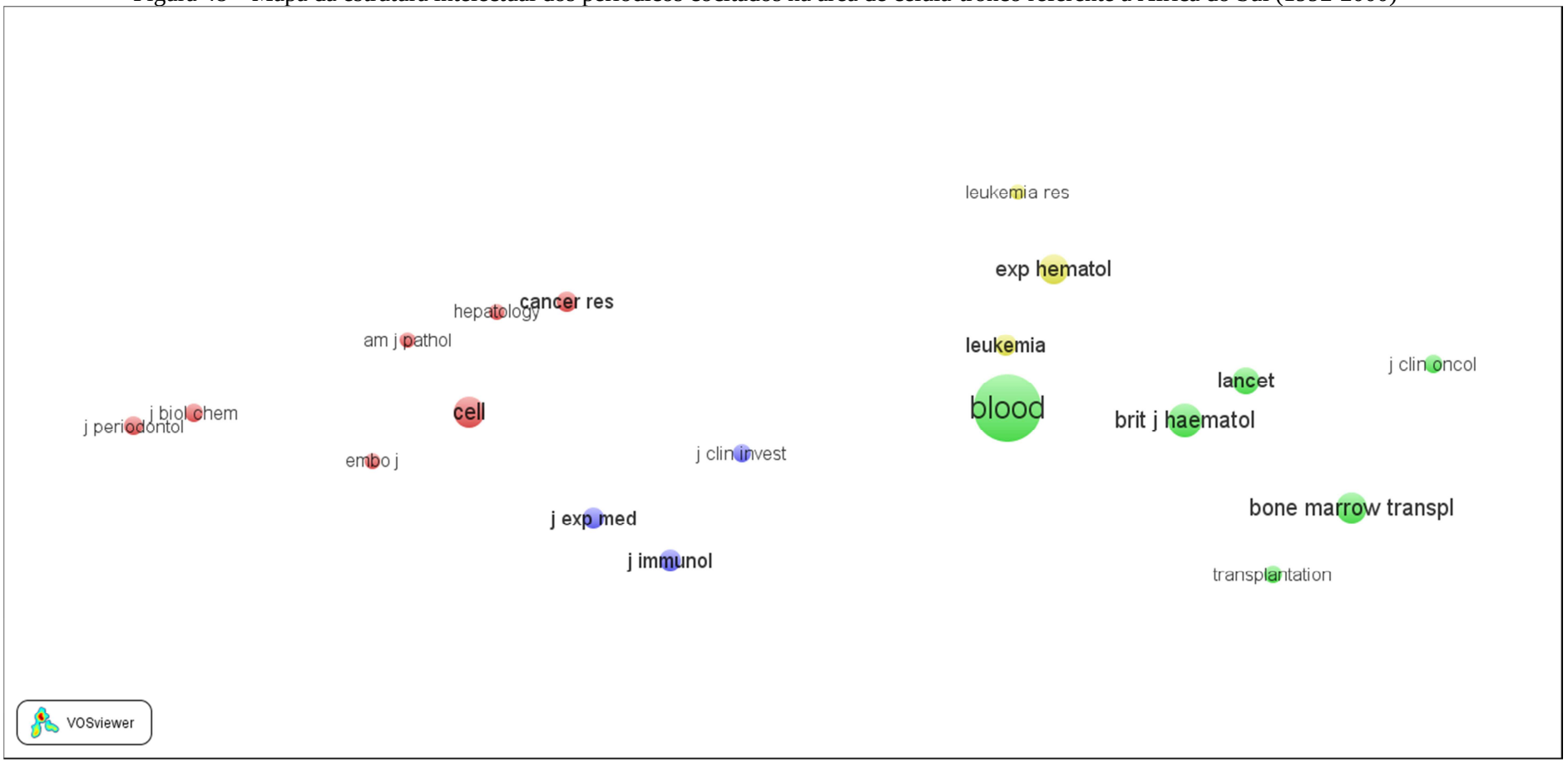
Fonte: Dados da pesquisa.

O mapa da estrutura intelectual é apresentado na Figura 48, onde podemos observar a proximidade dos agrupamentos 2 (verde) e 4 (amarelo), o que sugere similaridade de conteúdos, visto que ambos têm como base temas relacionados à hematologia.

É possível identificar os principais títulos que impulsionam os agrupamentos: *Cell*, no agrupamento 1, *Blood* e *Brit J Haematol*, ambos no 2, *J Immunol* no 3, e, no agrupamento 4, *Exp Hematol*. O primeiro título possui uma característica que é a ampla cobertura de temas como biologia molecular, bioquímica, oncologia, biologia celular, biologia do desenvolvimento, genética, imunologia, microbiologia, neurobiologia, biologia vegetal, biologia estrutural e virologia[120]. Já os dois últimos são especializados em hematologia juntamente com *Exp Hematol*, enquanto que *J Immunol* está para imunologia.

[120] Fonte: CELL. Disponível em: <http://www.journals.elsevier.com/cell/>.

Figura 48 – Mapa da estrutura intelectual dos periódicos cocitados na área de célula-tronco referente a África do Sul (1992-2000)



Fonte: Dados da pesquisa.

O agrupamento 1 (vermelho) é composto por 7 periódicos, o maior em número de publicações, que representa 36,84% de todas as publicações incluídas na análise. *Cell* (39)[121] é o título que lidera o volume de cocitação desse agrupamento. Podemos observar no lado esquerdo do mapa (Figura 49), dois periódicos muito próximos, *J Periodontol* (15) e *J Biol Chem* (13), indicando que foram cocitados juntos. Outro conjunto de periódicos cocitados que estão equidistantes, *Cancer Res* (17), *Hepatology* (10) e *Am J Pathol* (11), sinalizam associações voltadas ao campo da Oncologia e campos afins.

O agrupamento 2 (verde) está situado próximo ao agrupamento 4 (amarelo) e ambos apresentam o mesmo escopo, isto é, o núcleo temático deles está direcionado ao campo da Hematologia. O agrupamento 2 é o segundo maior grupo em número de periódicos, composto por 6 (31,58%) títulos, sendo influenciado principalmente pelo periódico *Blood* (144), o mais cocitado, tal como ocorreu nos demais países dos BRICS, e, em seguida, pelo *Brit J Haematol*, também com temas em hematologia.

O agrupamento 4 tem maior peso no periódico *Exp Hematol* (31). Esse agrupamento tem reduzido número de títulos, apenas 3. Os demais títulos, *Leuhemia* (19) e *Leukemia Res* (11), também comtemplam temas de hematologia e oncologia, neste caso especializada em doenças do sangue, o que reforça o aspecto aplicado da pesquisa nesse agrupamento.

O agrupamento 3 (azul) também apresenta um reduzido número de títulos cocitados, ou seja, 3 periódicos; com destaque para *J Immunol* (19), o mais cocitado e direcionado à imunologia, o tema de maior influência nesse agrupamento, visto que é expressa pelos três periódicos. Sua localização está mais direcionada ao agrupamento 1, conforme podemos verificar a região no mapa de densidade

A Figura 50 apresenta as áreas de densidade, ou seja, aquelas que contém maior número de cocitação, sendo que a de maior densidade está centralizada pelo periódico *Blood*. Em seguida, há mais outras áreas que podemos considerar como densidade moderada, liderada pelos periódicos *Lancet* e *Brit Haematol*, e mais duas outras zonas com densidade inferior e que têm como periódico central *Bone Marrow Transpl* e *Cell*.

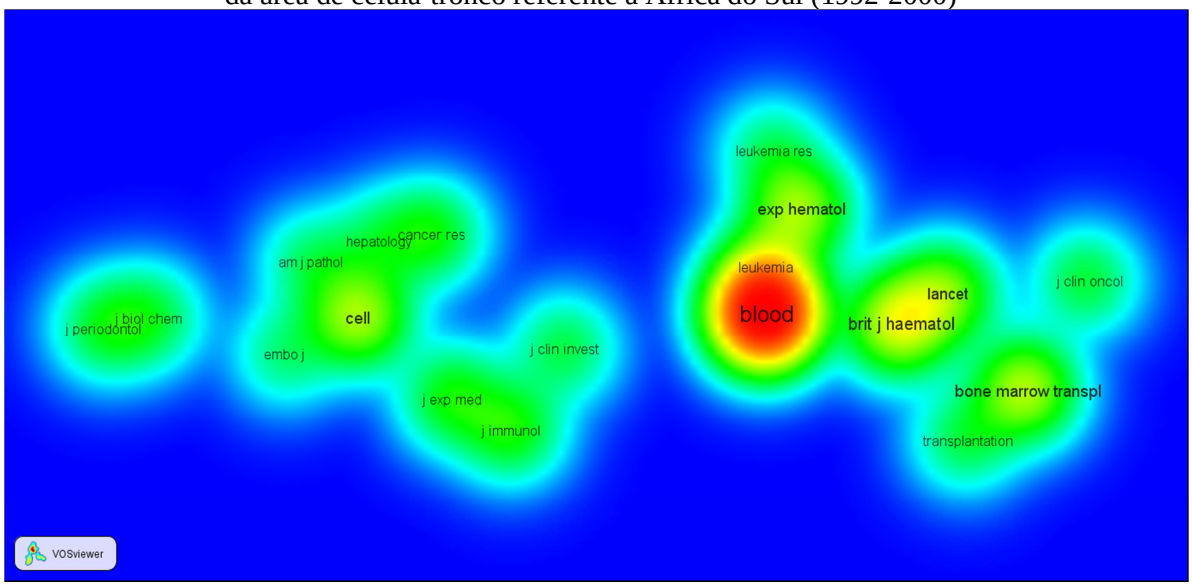
Observando agora o lado esquerdo do mapa (Figura 48), há uma área com influência do periódico *Cell*, indicando um campo em estágio de desenvolvimento em

[121] O número entre parênteses representa a frequência de cocitação.

pesquisas básicas. Fato semelhante ocorre em torno do título *Bone Marrow Transpal*. O mapa não apresenta os títulos que sugerem campos com potencial de desenvolvimento, diferentemente dos demais países dos BRICS.

No âmbito geral, a África do Sul acompanha o desenvolvimento dos demais países dos BRICS para o primeiro período, ou seja, grande concentração de periódicos cocitados em torno do periódico *Blood*, indicando um campo de pesquisa aplicado, com centralização de temas relacionados ao campo da Hematologia, conforme podemos observa no mapa de densidade (Figura 49).

Figura 49 – Mapa de densidade dos periódicos cocitados
da área de célula-tronco referente a África do Sul (1992-2000)



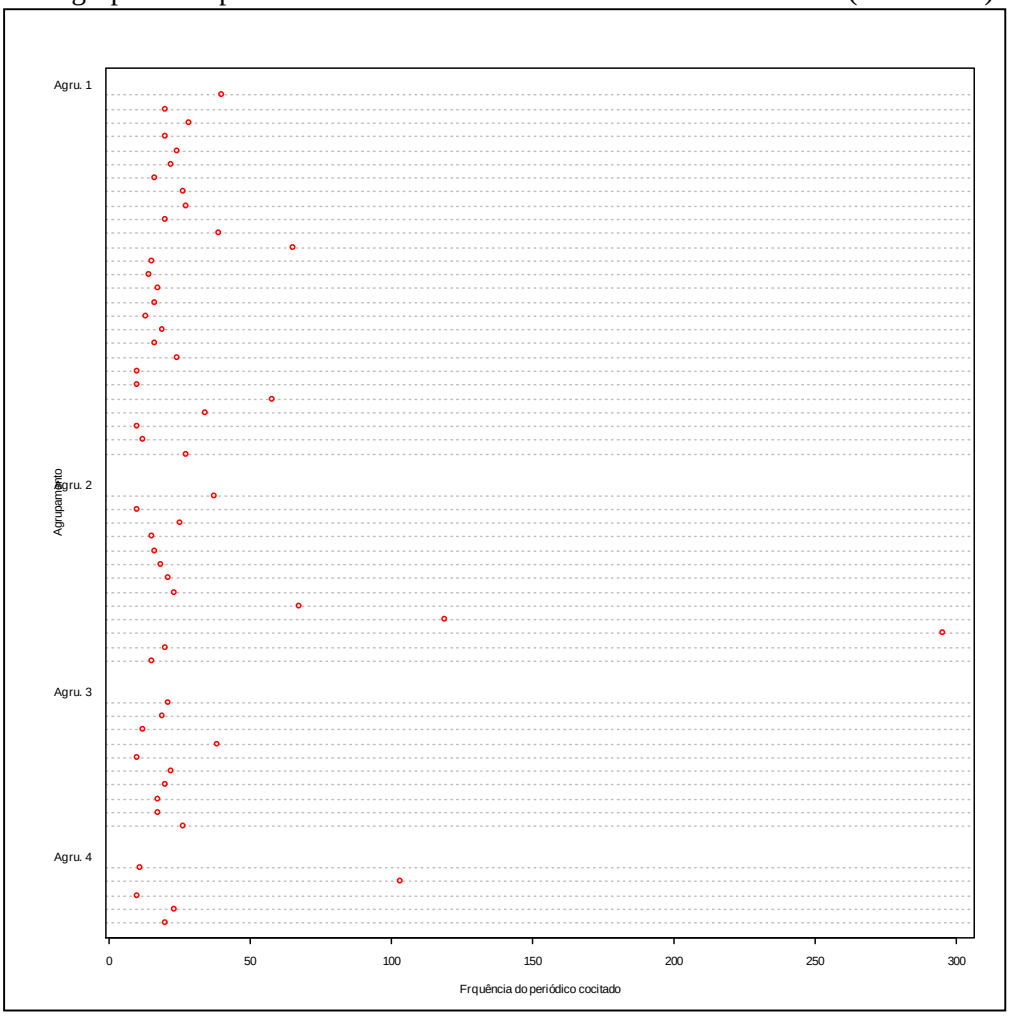
Fonte: Dados da pesquisa.

A estrutura intelectual da área de célula-tronco para a África do Sul, no segundo período (2001-2010), não apresenta diferença considerável em relação ao período anterior, uma vez que mantém a 4ª posição no *ranking* de produção de artigos científicos, que somou 82 artigos publicados em 63 periódicos, com média estimada em 1,4 artigo/periódico, apresentando, relação ao período anterior, um crescimento de 134.28%. Os 82 artigos recuperados citaram 982 periódicos, sendo selecionados 55 (5,60%) para a análise de cocitação.

No Gráfico 20 é apresentada a distribuição dos periódicos cocitados pelos agrupamentos com suas respectivas frequências de cocitação. Apenas os agrupamentos 2 e

4 possuem periódicos com frequência maior ou igual a 100 (≥100). Dos periódicos cocitados, 49 (89,09%) estão numa faixa de frequência de 10 a 51 e 5 (10,91%) títulos entre 52 a 295.

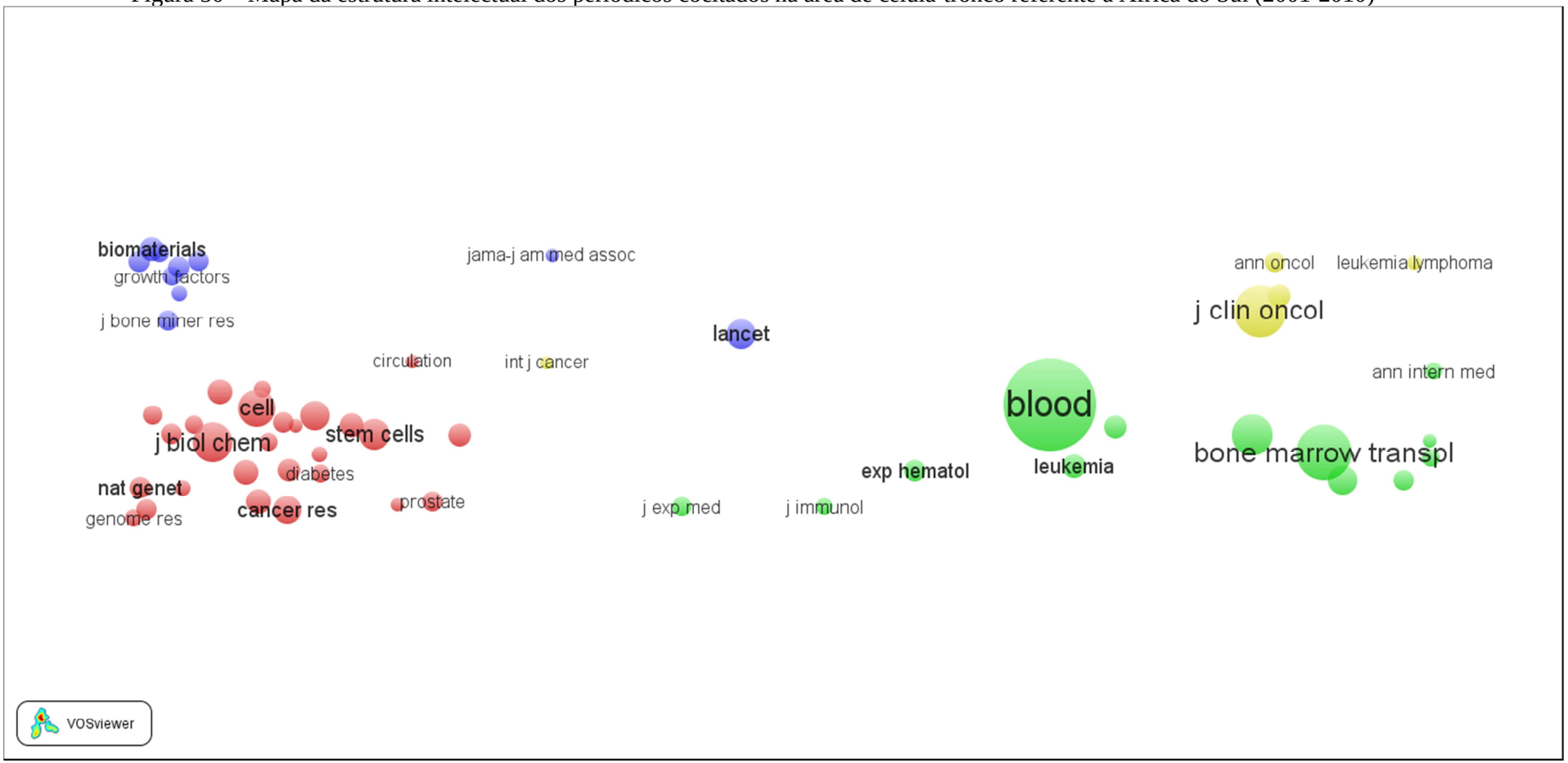
Gráfico 20 – Distribuição dos títulos cocitados segundo a frequência de cocitação e o agrupamento para a área de célula-tronco referente a África do Sul (2001-2010)



Fonte: Dados da Pesquisa.

O mapa da estrutura intelectual da produção sul-africana é apresentado na figura 50. É possível observar aí um vazio na parte central, e as distribuições dos agrupamentos estão pelas laterais direita e esquerda. Há a formação de quatro agrupamentos, sendo que no lado direito estão os agrupamentos 2 (verde) e 4 (amarelo), que têm influência dos títulos *Blood* e *J Clin Oncol*, enquanto os agrupamentos 1 (vermelho) e 3 (azul), localizados no lado esquerdo, têm ação nos títulos *J Biol Chem* e *Cell.*

Figura 50 – Mapa da estrutura intelectual dos periódicos cocitados na área de célula-tronco referente a África do Sul (2001-2010)



Fonte: Dados da pesquisa.

Agrupamento 1 (vermelho), localizado próximo ao agrupamento 3, está voltado à pesquisa básica, ou seja, aquela em que a células-tronco é o centro dos estudos com vista ao uso terapêutico. Dos 27 periódicos cocitados, destacam-se o *J Biol Chem* (65)[122] e o *Cell* (58) que apresentam temas em biologia celular e bioquímica. Outros títulos como *Stem Cells* (40), *J Cell Biol* (39), *Biochem Bioph Res Co* (27), *J Cell Sci* (27) e *J Clin Invest* (26), entre outros, compõem os títulos cocitados com similaridade em campos como Biologia Celular, Biologia Molecular e Bioquímica.

Adjacente ao agrupamento 1 está o 3 (azul) que tem 13 periódicos cocitados que estão situados numa frequência de cocitação entre 10 e 38, com destaque para *Lancet* (38), um periódico monotemático, focado nas diversas dimensões da investigação clínica. Ressaltamos ainda que o *Lancet*, por sua localização no mapa (Figura 50), torna-se ponto de ligação entre todos os agrupamentos, uma vez que sua temática é bem abrangente. Outro título vem na sequência *Biomaterials* (26), um periódico dedicado a temas relacionados a aplicações de biomateriais no campo da medicina, o que nos leva a deduzir que este é um campo de grande potencial de pesquisas não só para a África do Sul, mas para todos os BRICS.

A hematologia é representada no periódico *Blood* (295), sendo este o mais central no agrupamento 2 (verde), que é formado por 16 títulos. Na sequência, *Bone Marrow Transpl* (19), *Brit J Haematol* (67) e *Transplantation* (37), títulos que se comunicam no campo da Hematologia e campos afins, tornam esse agrupamento concentrado na hematologia.

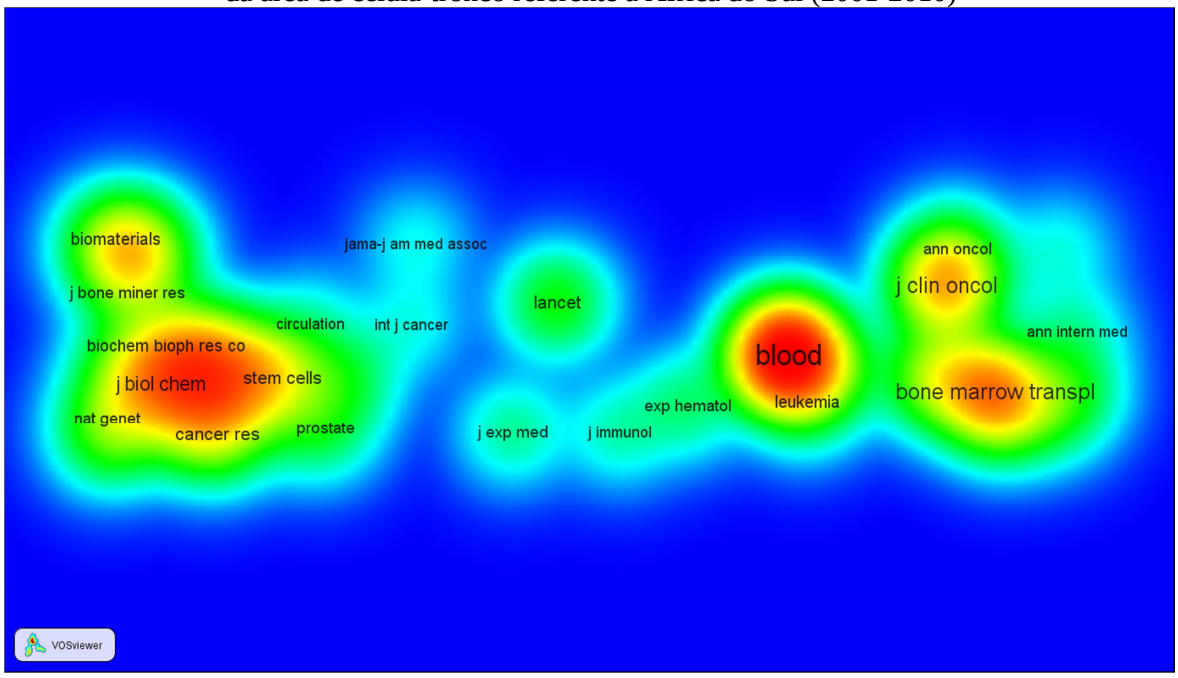
Próximo ao agrupamento 1 está o 4 (amarelo), significando que ambos se relacionam tematicamente; o agrupamento 4 é formado por 5 periódicos que têm como tema central a oncologia. *J Clin Oncol* (103) é o mais central em termos de volume de cocitação.

A Figura 51 é apresentado o mapa de densidade da estrutura intelectual da África do Sul referente ao segundo período (2001-2010). Destacamos, em primeiro lugar, a região do lado esquerdo, que concentra uma densidade baseada em títulos cujos temas estão relacionados com campos que se dedicam principalmente a pesquisa básica na área de célula-tronco, enquanto na região do lado direito, há concentração de títulos em temas relacionados com a hematologia, ou seja, campos voltados para a pesquisa com uso de

[122] O número entre parênteses representa a frequência de cocitação.

células-tronco para tratamento. Observamos também uma área de densidade moderada que está relacionada a temas em início de desenvolvimento, especialmente os biomateriais.

Figura 51 – Mapa de densidade dos periódicos cocitados
da área de célula-tronco referente a África do Sul (2001-2010)



Fonte: Dados da pesquisa.

Outros campos com potencial também são visíveis, como, por exemplo, a Imunologia, que traz títulos como *J Exp Med* e *J Immunol*. Pelos dados, podemos inferir que a África do Sul acompanha o desenvolvimento dos temas pesquisados na área de células-tronco dos demais países dos BRICS.

No Quadro 19 é apresentado o grau de centralidade dos 10 primeiros títulos cocitados que obtiveram maior centralidade em ambos os períodos, lembrando que o grau de centralidade reflete a visibilidade dos títulos cocitados, fazendo uma distinção entre os mais centrais e aqueles que estão na periferia do mapa, como menor volume de cocitação. A partir dos dados referentes ao grau de centralidade, podemos dizer que a África do Sul acompanha os demais países dos BRICS: *Blood* e *Cell* estão nos primeiros lugares em ambos períodos. Para o primeiro período, temos quatro títulos com GC igual a 17, dois com 16 e quatro com 15, distribuição semelhante à que observamos para o segundo período, com três títulos com 48, três com 47 e dois com 46.

Quadro 19 – Grau de centralidade para os periódicos cocitados da área de célula-tronco referente à África do Sul (1992-2010)

#	1992-2000		2001-2010	
	Periódico	Grau de centralidade	Periódico	Grau de centralidade
1	Blood	17	J Clin Invest	50
2	Cell	17	Blood	48
3	Exp Hematol	17	Cell	48
4	Leukemia	17	J Cell Physiol	48
5	Brit J Haematol	16	Biochem Bioph Res Co	47
6	J Clin Invest	16	Lancet	47
7	Cancer Res	15	Nat Med	47
8	J B0iol Chem	15	J Cell Biol	46
9	J Exp Med	15	Stem Cells	46
10	J Immunol	15	Development	44
Total de periódicos		19	Total de periódicos	82
Média do grau de centralidade		13,58	Média do grau de centralidade	33,07
Desvio padrão do grau de centralidade		3,61	Desvio padrão do grau de centralidade	9,08

Fonte: dados dapesquisa.

O escopo dos títulos *top*, ou seja, os 10 primeiros títulos em GC apontam para os campos da hematologia e da oncologia como sendo centrais na estrutura temática das produções da África do Sul na área de célula-tronco no período de 1992 a 2000. No segundo período, no entanto, os títulos sugerem outros campos, especialmente aqueles que tem relação com a pesquisa básica na área de célula-tronco.

Pelas análises individuais para cada país dos BRICS, principalmente às do segundo período (2001-2010), os resultados estão em conformidade aos estudos desenvolvidos por Cantos-Mateos et al. (2012), Zhao e Strotmann (2011) e Li et al. (2009), Na e Wu (2011) que apontaram a biologia celular como principal foco de pesquisa, principalmente ao período que se inicia em 2000.

6.3 A ESTRUTURA INTELECTUAL: DETALHANDO OS MAPAS

Esta seção detalha os mapas da estrutura intelecutal área de célula-tronco para os BRICS, apresentados anteriormente, ressaltando as categorias de assuntos dos periódicos cocitados nos agrupamentos

6.3.1. As categorias de assuntos dos periódicos cocitados

Antes de identificar as categorias de assuntos de maior frequência no conjunto de todas as categorias de assuntos para os periódicos cocitados em cada país, foi efetuada a distribuição destas categorias pelos agrupamentos encontrados em cada um dos cinco países analisados. Assim, tendo como ponto de referência as análises dos mapas da estrutura intelectual e de densidade dos BRICS, os Quadros 20 e 21 mostram detalhes dos agrupamentos em todos os países, seja em relação à quantidade de periódicos cocitados, seja nas principais categorias de assuntos as quais, de certa forma, impulsionam os agrupamentos em um campo especifico, bem os nomeia. Para este estudo, categorias de assuntos de maior proporção em cada agrupamento assumiram papel central na estrutura intelectual nos estudos da área de célula-tronco para o período estudado (1991-2000 e 2001-2010). As cores descritas na segunda coluna representam os agrupamentos no mapa da estrutura intelectual de cada país dos BRICS.

Quadro 20 – Caracterização dos agrupamentos dos periódicos cocitados da área de célula-tronco referente aos BRICS (1991-2000)

(contiuna)

País	Agrupamentos	N° de periódicos cocitados	N° categorias	Categorias de assuntos de maior proporção nos agrupamentos
Brasil	1 (vermelho)	7	7	Biologia Celular (20,00%); Oncologia (20,00%); Oftalmologia (20,00%)
	2 (verde)	5	4	Hematologia (50,00%)
	3 (azul)	4	5	Biologia Celular (28,57), Imunologia (28,57)
	4 (amarelo)	3	5	Hematologia (20,00%); Imunologia (20,00%); Medicina Interna e Geral (20,00%); Oncologia (20,00%); Transplantes (20,00%);

Quadro 20 – Caracterização dos agrupamentos dos periódicos cocitados da área de célula-tronco referente aos BRICS (1991-2000)

(conclusão)

País	Agrupamentos	N° de periódicos cocitados	N° categorias	Categorias de assuntos de maior proporção nos agrupamentos
China	1 (vermelho)	15	8	Biologia Molecular e Bioquímica (25,00); Biologia Celular (25,00%)
	2 (verde)	8	9	Hematologia (26,27%)
	3 (azul)	5	3	Imunologia (66,67%)
	4 (amarelo)	5	11	Hematologia (15,38%); Oncologia (15,38%)
	5 (rosa)	5	6	Oncologia (20,00)
Rússia*	1 (vermelho)	14	11	Hematologia (26,92%)
	2 (verde)	11	5	Biologia Celular (28,57%), Desenvolvimento Biológico (28,57%)
	3 (azul)	9	7	Biologia Molecular e Bioquímica (23,08)
	4 (amarelo)	8	6	Biologia (16,67%); Biofísica (16,67%); Hematologia (16,67%); Neurociências (16,67%); Radiologia, Medicina Nuclear e Imagem Médica (16,67%); Zoologia (16,67%)
	5 (rosa)	7	8	Biologia Celular (31,25)
	6 (azul céu claro)	3	4	Método e Pesquisa Bioquímica (25,00); Biologia Molecular e Bioquímica (25,00); Química Analítica (25,00); Ciências das Plantas (25,00)
	7 (azul céu escuro)	3	3	Imunologia (50,00%)
Índia	1 (vermelho)	9	6	Hematologia (30,77%); Oncologia (30,77%)
	2 (verde)	8	6	Biologia (33,33%)
	3 (azul)	6	2	Oftalmologia (83,33%)
	4 (amarelo)	4	3	Biologia Molecular e Bioquímica (50,00%);
África do Sul*	1 (vermelho)	7	6	Biologia Molecular e Bioquímica (33,33%);
	2 (verde)	6	6	Hematologia (27,27%)
	3 (azul)	3	2	Imunologia (50,00%); Pesquisa Médica Experimental (50,00%)
	4 (amarelo)	3	3	Hematologia (50,00%); Oncologia (33,33%)

Fonte: Dados da pesquisa.
* Dados computados a partir de 1992.

Analisando o Quadro 20, numa visão macro para os BRICS, há quatro categorias de assuntos em destaque, mais especificamente: *hematologia*, *oncologia*, *biologia celular* e *biologia molecular e bioquímica*. Essas categorias, listadas nos agrupamentos, independentemente do país, são as mais presentes. Observamos que a categoria *hematologia* foi a mais presente em todos os agrupamentos, indicando, assim, uma forte tendência da pesquisa na área de célula-tronco dos BRICS voltada para a aplicação em um

campo médico, aquele em que esta célula é usada no tratamento de doenças do sangue, como a leucemia, por exemplo, terapia que é conhecida desde a década de 1960 (DUPONT, 1997), o que torna a hematologia o mais antigo dos enfoques da pesquisa com células-tronco.

A partir desta forte tendência, vale ressaltar também a existência de tendências mais atuais, expressas a partir das categorias de *biologia celular* e *biologia molecular e bioquímica*, ambas sugerindo uma pesquisa voltada para a busca de conhecimento básico sobre as células-tronco.

Outro ponto a ser observado no quadro 20 são as categorias de assuntos em mais de um agrupamento como foi o caso da Brasil, Rússia e China. Tal fenômeno ocorreu devido a enfoque diferenciado. Tomando como exemplo o caso do Brasil, a categoria de assunto *biologia celular* que vem a rotular os agrupamentos 1 e 3, tem direcionamento particularizado, isto é, levando em consideração todas as categorias de assuntos nesses agrupamentos, podemos inferir que no agrupamento 1 a *biologia celular* faz um *link* com a parte mais aplicada da área de célula-tronco, enquanto temos um propósito mais básico no agrupamento 3. No caso da China, a *hematologia* foi a categoria que nomeou os agrupamentos 2 e 4, e, nesse caso, a hematologia no 4 volta-se a aspectos aplicados ao campo da Oncologia, enquanto no agrupamento 2 isso não ocorreu.

No segundo período (2001-2010), o cenário é bem diferente do período anterior (1991-2000) no qual a categoria de assunto *hematologia* tem uma predominância em todos os países. No quadro 21 podemos identificar que esta categoria de assunto também está presente, não se destacando, contudo, como antes. Outra categoria, que podemo considerar emergente, como a *oftalmologia*, por exemplo, categoria norteadora em agrupamento para China e Brasil, no segundo periodo, contudo esses países já contava com essa categoria no período anterior (1991-2000), o que denota um impulso nas pesquisas neste tema nesses países. A Índia manteve um agrupamento dedicado à *oftalmologia*, tal como no período anterior.

No Quadro 21 são apresentados os países com seus respectivos agrupamentos, estes nomeados pela(s) categoria(s) de assunto(s) de maior proporção.

Quadro 21 – Caracterização dos agrupamentos dos periódicos cocitados da área de célula-tronco referente aos BRICS (2001-2010)

(continua)

País	Agrupamentos	N° periódicos cocitados	N° categorias	Categorias de assuntos de maior proporção nos agrupamentos
Brasil	1 (vermelho)	99	36	Biologia Celular (17,78%)
	2 (verde)	85	25	Neurociências (30,77%)
	3 (azul)	67	23	Oncologia (24,18%)
	4 (amarelo)	66	24	Imunologia (33,68%)
	5 (rosa)	47	23	Sistema Cardiovascular e Cardiologia (19,74%)
	6 (azul céu claro)	43	15	Cirurgia e Medicina Oral Dentística (28,07%)
	7 (azul céu escuro)	24	8	Hematologia (52,85%)
	8 (laranja)	23	8	Oftalmologia (50,00%)
China	1 (vermelho)	304	55	Oncologia (18,45%)
	2 (verde)	290	70	Biologia Molecular e Bioquímica (5,65%);
	3 (azul)	199	37	Biologia Molecular e Bioquímica (18,04%)
	4 (amarelo)	136	38	Neurociências (40,80)
	5 (rosa)	111	28	Sistema Cardiovascular e Cardiologia (14,37%),
	6 (azul céu claro)	57	15	Oftalmologia (21,54%),
	7 (azul céu escuro)	4	5	Biotecnologia Aplicada à Microbiologia (25,00%), Genética e Hereditariedade (25,00%), Pesquisa Médica Experimental (25,00%)
Rússia	1 (vermelho)	59	21	Biologia Celular (26,14)
	2 (verde)	52	26	Biologia Celular (15,38%)
	3 (azul)	46	18	Biologia Celular (19,15%), Biologia do Desenvolvimento (19,15%)
	4 (amarelo)	34	16	Neurociências (47,62%)
	5 (rosa)	30	8	Hematologia (50,00%)
	6 (azul céu claro)	20	19	Oncologia (12,90%)
	7 (azul céu escuro)	19	13	Imunologia (23,14%)
Índia	1 (vermelho)	65	33	Biologia Celular (16,69%)
	2 (verde)	52	17	Biologia Celular (27.85)%)
	3 (azul)	52	21	Hematologia (27,94%)
	4 (amarelo)	49	30	Biotecnologia Aplicada à Microbiologia (13,10)
	5 (rosa)	47	19	Neurociências (41,18%)
	6 (azul céu claro)	42	23	Oncologia (22,22%)
	7 (azul céu escuro)	15	5	Oftalmologia (71,43%)
	8 (laranja)	3	2	Biologia Celular (50,00%), Endocrinologia e Metabolismo (50,00%)

Quadro 21 – Caracterização dos agrupamentosdos dos periódicos cocitados da área de célula-tronco referente aos BRICS (2001-2010)

(conclusão)

País	Agrupamentos	N° periódicos cocitados	N° categorias	Categorias de assuntos de maior proporção nos agrupamentos
África do Sul	1 (vermelho)	27	17	Biologia Celular (23,40%)
	2 (verde)	13	11	Hematologia (25,923%)
	3 (azul)	10	10	Biologia Celular (18,75%)
	4 (amarelo)	5	2	Oncologia (83,33%)

Fonte: Dados da pesquisa.

Podemos, com base no Quadro 21, elencar novos agrupamentos que surgem no segundo período e se constituem em temas com grande potencial em terapias com uso de células-tronco, como por exemplo *neurociências* (Brasil, China, Índia e Rússia), *sistema cardiovascular e cardiologia* (Brasil e China) e *biotecnologia aplicada à microbiologia* (China e Índia), mas o forte nos BRICS são os agrupamentos direcionados a temas voltados à biologia celular, que é o grande foco de estudo e pesquisa neste segundo período, com grandes perspectivas no campo terapêutico.

A Tabela 8 lista as categorias de assuntos que apareceram em pelo menos dois agrupamentos de cada país. O resultado levou em conta o total de agrupamentos e o arranjo das categorias de assuntos nos agrupamentos.

Algumas categorias se destacam mais devido a sua frequência nos países e nos agrupamentos, como *oncologia*, *biologia celular* e *hematologia*. A primeira categoria esteve presente em todos os países com mais ênfase na Rússia, China, Índia e África do Sul. A segunda categoria, *biologia celular*, esteve mais presente na Rússia, China e Índia; para a África do Sul, as categorias de assuntos supracitadas não configura entre as principais. A Índia foi o único país onde a *hematologia* não apareceu como categoria de assunto. Como podemos observar na Tabela 8, no Brasil e na Rússia esta categoria de assunto esteve presente em três agrupamentos.

Tabela 8 – Distribuição das categorias de assuntos (%) dos periódicos cocitados da área de célula-tronco que pertencem a dois ou mais de dois agrupamentos no conjunto em cada país analisado dos BRICS (1991-2000)

(continua)

País	#	Categorias de assuntos	Agrupamentos							Total
			1	2	3	4	5	6	7	
Brasil	1	Hematologia	20,00	60,00		20,00				100
	2	Biologia Molecular e Bioquímica	50,00		50,00					100
	3	Biologia Celular	50,00		50,00					100
	4	Imunologia			66,67	33,33				100
	5	Medicina Interna e Geral		50,00		50,00				100
	6	Pesquisa Médica Experimental		50,00	50,00					100
	7	Oncologia	66,67			33,33				100
Rússia*	1	Biologia Molecular e Bioquímica			33,33		55,56	11,11		100
	2	Biologia Celular	18,18	18,18	18,18		45,46			100
	3	Hematologia	75,00			8,33			16,67	100
	4	Pesquisa Médica Experimental	50,00		25,00				25,00	100
	5	Oncologia	55,56	11,11	22,22		11,11			100
China	1	Biologia Celular	57,14	14,29	14,29	14,29				100
	2	Pesquisa Médica Experimental	20,00	20,00	20,00		40,00			100
	3	Oncologia	16,67	16,67		33,33	33,33			100
	4	Biologia Molecular e Bioquímica	80,00				20			100
	5	Biotecnologia Aplicada à Microbiologia				33,33	66,67			100
	6	Genética e Hereditariedade	60,00				40,00			100
	7	Hematologia		66,67		33,33				100
	8	Imunologia		33,33	66,67					100

Tabela 8 – Distribuição das categorias de assuntos (%) dos periódicos cocitados da área de célula-tronco que pertencem a dois ou mais de dois agrupamentos no conjunto em cada país analisado dos BRICS (1991-2000)

(conclusão)

País	#	Categorias de assuntos	Agrupamentos							Total
			1	2	3	4	5	6	7	
Índia	1	Biologia Celular			33,33	66,67				100
	2	Oncologia	80,00	20,00						100
África do Sul*	1	Medicina Interna e Geral		33,33	33,33	33,33				100
	2	Oncologia	20,00	40,00		40,00				100
	3	Hematologia		50,00		50,00				100
	4	Imunologia		66,67	33,33					100

Fonte: dados dapesquisa.

* Dados computados a partir de 1992.

No Quadro 22 são apresentadas as categorias de assuntos de maior e de menor frequência em cada país dos BRICS, referentes ao primeiro período. Nos apêndices C (Brasil), D (Rússia), E (China), F (Índia) e G (África do Sul) temos os quadros para cada país com a distribuição das categorias pelos agrupamentos com suas respectivas frequências.

Para o Brasil, as categorias são em número de 13, sendo 2 (15,38%) de maior frequência *hematologia* (17,86%)[123] e *biologia celular* (14,29%), que juntas compõem o 1º quartil de categorias.

A Rússia, o maior país em número de categorias de assuntos, totalizou 27 e destas 7 (25,93%) foram reconhecidas como as mais frequentes, ou seja, *hematologia* (15,58%), *biologia celular* (14,29%), *biologia molecular e bioquímica* (11,69%), *oncologia (*11,69%), *pesquisa médica experimental* (5,19%), *biofísica* (3,90%) e *biologia do desenvolvimento* (3,90%), compondo assim o 1º quartil.

A China somou 23 categorias, o segundo maior contingente de categorias, 4 (17,39%) as categorias sendo mais frequentes: a *biologia celular (11,67%), hematologia* (10,00%), *imunologia* (10,00%) e *oncologia* (10,00%).

A Índia contabilizou 15 categorias de assuntos; destas 3 (20,00%) foram mais frequentes: *oncologia* (14,71%), *oftalmologia* (14,71%) e *hematologia* (11,76%) *(*Apêndice M). Como dito anteriormente, a Índia foi o único país dos BRCIS a contar com um agrupamento cuja principal categoria de assunto foi *oftalmologia*.

Para África do Sul, temos 2 (16,67%) categorias no 1º quartil do total de 12, sendo *hematologia* (21,43%) e *oncologia* (17,86%) as mais frequentes.

O Quadro 22 coloca também em evidencia as categorias de assuntos para os BRICS localizadas no 4º quartil, ou seja, as de menor frequência. Essas categorias de assuntos podem indicar temas emergentes ou, então, uma categoria de assunto auxiliar. Observando o quadro para o Brasil, podemos inferir que essas categorias constituem temas emergentes com grande potencial para o desenvolvimento de pesquisa aplicada.

[123] A frequência relativa, após a categoria de assunto, entre parenteses significa a proporção da categoria no conjunto de todas as categorias.

Quadro 22 – Categorias de assuntos, de maior e menor frequência, dos periódicos cocitados nos artigos dos BRICS referentes a área da célula-tronco (1991-2000)

Categoria de assuntos de maior frequência				
Rússia*	China	Índia	Brasil	África do Sul*
→Hematologia →Biologia Celular →Biologia Molecular e Bioquímica →Oncologia →Pesquisa Médica Experimental →Biofísica →Biologia do Desenvolvimento	→Biologia Celular →Hematologia →Imunologia →Oncologia	→Oncologia →Oftalmologia →Hematologia	→Hematologia →Biologia Celular →Imunologia →Oncologia	→Hematologia →Oncologia → Biologia Molecular e Bioquímica →Imunologia
Categoria de assuntos de menor frequência				
→Ciência e Tecnologia Nuclear →Fisiologia →Ciências das Plantas →Biologia Reprodutiva →Cirurgia →Virologia →Zoologia	→Oftalmologia →Patologia →Fisiologia →Saúde Ocupacional, Pública e Meio Ambiente →Radiologia, Medicina Nuclear e Imagem Médica →Cirurgia →Toxicologia	→Anatomia e Morfologia →Biofísica →Imunologia →Pesquisa Médica Experimental → Ciência e Tecnologia Nuclear →Fisiologia →Transplantes	→Biotecnologia Aplicada à Microbiologia →Engenharia Tecidual e Celular →Genética e Hereditariedade →Fisiologia →Transplantes	→Cirurgia e Medicina Oral Dentística →Gastrologia e Hepatologia →Medina Geral e Interna →Patologia →Cirurgia

Fonte: Dados da pesquisa.
* Dados computados a partir de 1992.

No total foram contabilizadas 35 categorias de assuntos no primeiro período, sendo que sete (20,00%) estavam presentes nos cinco países dos BRICS: *biologia molecular e bioquímica*, *biologia celular*, *hematologia*, *medicina interna e geral*, *pesquisa médica experimental*, *oncologia* e *transplantes*. Podemos notar o forte impulso das categorias na vertente da pesquisa aplicada. A *fisiologia* e a *imunologia* estavam presentes em 4 países, enquanto sete (22,82%) categorias de assuntos estavam em dois países e 14 (40,00%) em apenas um dos países dos BRICS (Quadro 23).

Quadro 23 – Distribuição das categorias de assuntos pelos países dos BRICS, referente à área da célula-tronco (1991-2000)

#		Categorias de assuntos/País	África do Sul*	Brasil	China	Índia	Rússia*
1	**Categorias de assuntos presente em todos os países**	Biologia Celular	•	•	•	•	•
2		Biologia Molecular e Bioquímica	•	•	•	•	•
3		Hematologia	•	•	•	•	•
4		Medicina Geral e Interna	•	•	•	•	•
5		Pesquisa Médica Experimental	•	•	•	•	•
6		Oncologia	•	•	•	•	•
7		Transplantes	•	•	•	•	•
8	**Categorias de assuntos presente em 2 países**	Fisiologia	•	•	•	•	
9		Imunologia		•	•	•	•
10	**Categorias de assuntos presente em 3 países**	Biologia			•	•	•
11		Biotecnologia Aplicada à Microbiologia		•	•		•
12		Ciência e Tecnologia Nuclear		•	•		•
13		Engenharia Tecidual e Celular		•	•		•
14		Genética e Hereditariedade			•	•	•
15		Oftalmologia		•	•	•	
16		Patologia	•		•		•
17		Radiologia, Medicina Nuclear e Imagem Médica			•	•	•
18	**Categorias de assuntos presente em 2 países**	Biofísica	•		•		•
19		Biologia do Desenvolvimento				•	•
20		Cirurgia			•		•
21		Gastrenterologia e Hepatologia	•				•
22	**Categorias de assuntos presente em 1 país**	Anatomia e Morfologia				•	
23		Biologia evolutiva					•
24		Bioquímica e Métodos de Investigação					•
25		Ciência das Plantas	•				
26		Ciências Ambientais			•		
27		Dermatologia			•		
28		Biologia Marinha e Água Doce					•
29		Neurociências					•
30		Cirurgia e Medicina Oral Dentística					•
31		Público, Meio Ambiente e Saúde Ocupacional			•		
32		Química Analítica					•
33		Toxicologia			•		
34		Virologia					•
35		Zoologia					•

Fonte: Dados da pesquisa.
* Dados computados a partir de 1992.

Como podemos observar no quadro 23, as categorias mais frequentes constituem-se a base da formação do conhecimento da produção científica da área de células-tronco, ou seja, é a estrutura intelectual que dá a base teórica/prática da pesquisa na área, seja ela básica ou aplicada.

As categorias de assunto *hematologia* e *oncologia* estão presentes em todos os países, mas, observando o conjunto das categorias, identificamos cenários diferentes para os cinco países dos BRICS.

As categorias de assuntos dos periódicos cocitados da produção científica do Brasil e da Rússia estão direcionadas à pesquisa básica, aquela que envolve os estudos "em" células-tronco; já os da China contemplam tanto pesquisa de natureza básica como aplicada. Índia e África do Sul têm na *hematologia* e *oncologia* sua principal temática de pesquisa. Neste caso, o escopo está direcionado à pesquisa "com" células-tronco. A África do Sul também tem entrelaçada a pesquisa básica, representada nas categorias de assuntos *biologia molecular e bioquímica* e *imunologia*. Vale ressaltar ainda que a Índia conta também com *oftalmologia*, um campo de pesquisa aplicada.

Outra categoria de assunto foi a *cirurgia*, comum a três países, mas não ao Brasil e à Índia, que contam com categoria de assunto *transplantes*, presente somente naqueles países. Levando em consideração que transplantes é procedimento cirúrgico, podemos, então, inferir que a *cirurgia* constitui-se numa categoria de assunto emergente destes países dos BRICS, que aponta para uma pesquisa, na área de célula-tronco com foco nas aplicações, ou seja, pesquisa "com" células-tronco.

Quanto ao segundo período (2001-2010), a Tabela 9 apresenta as categorias de assuntos destacando aquelas categorias que estiveram presentes em mais de três agrupamentos.

Para o Brasil as categorias de assuntos *biologia molecular e bioquímica*, *biologia celular* e *pesquisa médica experimental* estão presentes em 6 dos 7 agrupamentos. Na visão geral da Tabela 9 observamos para o Brasil uma inclinação à pesquisa básica com células-tronco, isto é, exatamente onde o Brasil vem conquistando posição de destaque.

A China foi o país com maior número de categorias de assuntos, totalizando 101, sendo que 16 (15,84%) têm predominância na área de Biologia como a *biologia celular*, *biologia do desenvolvimento* e *biologia*, estando tais categorias associadas à pesquisa

básica (Tabela 9). Na categoria de assunto *biologia celular* o escopo da pesquisa foca nas interações e nos fenômenos a nível celular, sejam eles de ordem bioquímica, molecular, genética, fisiológica ou patológica; já na *biologia do desenvolvimento*, a pesquisa foca nos mecanismos específicos das células, tecidos em torno do processo de desenvolvimento dos organismos, enquanto na *biologia* o escopo da pesquisa cobre temáticas amplas no campo da biologia que incluem abordagens teóricas e também da biologia matemática (THOMSON REUTERS, 2012, *online*, tradução nossa).

A Índia também acompanha a linha de raciocínio apresentada para China, porém, em menor escala. A Índia totalizou oito categorias de assuntos com forte impulso da *bioquímica*, presente em 6 de 8 agrupamentos.

A Rússia também se volta para o campo mais básico, mas sem uma categoria predominante em seus agrupamentos. África do Sul tem destaque para a categoria de assunto *engenharia tecidual e celular*, presentes, na mesma proporção (0,33%), em 3 de 4 agrupamentos, categoria que destaca a África do Sul em temas emergentes na área de célula-tronco, abrindo, desse modo, um leque de estudo para esse país no campo da medicina regenerativa, se considerarmos que esta "[...] categoria abrange os recursos que se aplicam à tecnologia para a indústria química, alteração ou preparação de células e tecidos elétrico-mecânicos" (THOMSON REUTERS, 2012, *online*, tradução nossa). Essa categoria, contudo, não inclui recursos de intervenções clínicas (THOMSON REUTERS, 2012).

Nos apêndices H (Brasil), I (China), J (Rússia), K (Índia) e L (África do Sul) temos os quadros, referente ao segundo período, para cada país com a distribuição das categorias pelos agrupamentos com suas respectivas frequências e distribuição pelos quartis.

Tabela 9 – Distribuição das categorias de assuntos (%) dos periódicos cocitados da produção da área de célula-tronco que pertencem a dois ou mais de dois agrupamentos no conjunto em cada país analisado dos BRICS (2001-2010)

(continua)

Pais	Categoria de assuntos	Agrupamentos								Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	
China	Pesquisa Médica Experimental	30,43	13,04	2,17	13,04	30,43	6,52	4,35		100
	Biologia Molecular e Bioquímica	9,65	25,44	40,35	7,02	12,28	5,26			100
	Biologia	30,00	10,00	20,00	25,00	5,00	10,00			100
	Biotecnologia Aplicada à Microbiologia	13,64	45,45	31,82	2,27	2,27		4,55		100
	Biologia Celular	16,54	20,47	32,28	6,3	14,96	9,45			100
	Imunologia	81,36	5,08	8,47	1,69	1,69		1,69		100
	Patologia	62,07	3,45	3,45	20,69	3,45	6,9			100
	Fisiologia	12,9	9,68	16,13	6,45	51,61	3,23			100
	Biofísica	6,9	65,52	6,9	6,9	13,79				100
	Biologia do Desenvolvimento	10,00	10,00	70,00	6,67		3,33			100
	Endocrinologia e Metabolismo	6,06	24,24	39,39	9,09	21,21				100
	Genética e Hereditariedade	34,04	10,64	48,94		2,13		4,26		100
	Medicina Interna Geral	55,00	15		5,00	20,00	5,00			100
	Farmacologia e Farmácia	15,00	46,67	1,67	21,67	15				100
	Cirurgia	29,63	29,63		22,22	9,26	9,26			100
Brasil	Biologia Molecular e Bioquímica	36,59	34,15	9,76	2,44	9,76	4,88		2,44	100
	Biologia Celular	40,91	16,67	13,64	6,06	10,61	10,61		1,52	100
	Pesquisa Médica Experimental	21,74	21,74	8,7	8,7	30,43	4,35		4,35	100
	Hematologia	3,13	6,25		28,13	15,63		43,75	3,13	100
	Oncologia	6,25	3,13	68,75	3,13			15,63	3,13	100
	Fisiologia	25,00	16,67		8,33	33,33	8,33	8,33		100
	Cirurgia		5,00	20,00	20,00	15,00	40,00			100

Tabela 9 – Distribuição das categorias de assuntos (%) dos periódicos cocitados da produção da área de célula-tronco que pertencem a dois ou mais de dois agrupamentos no conjunto em cada país analisado dos BRICS (2001-2010)

(conclusão)

Pais	Categorias de assuntos	Agrupamentos								Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	
Índia	Biologia Celular	32,00	44,00	2,00	6,00	6,00	6,00	2,00	2,00	100
	Métodos e Pesquisa em Bioquímica	18,18	18,18	9,09	36,36	9,09	9,09			100
	Biologia Molecular e Bioquímica	13,89	55,56		19,44	5,56	2,78	2,78		100
	Pesquisa Médica Experimental	35,29	5,88	11,76	23,53	17,65	5,88			100
	Biotecnologia e Microbiologia Aplicada	10,53	21,05		57,89	5,26	5,26			100
	Imunologia	4,76	4,76	38,10	4,76		47,62			100
	Oncologia	11,54	11,54	26,92			46,15	3,85		100
	Farmacologia e Farmácia	11,11		11,11	22,22	33,33	22,22			100
Rússia	Biologia Molecular e Bioquímica	54,55	21,21	9,09	6,06		3,03	6,06		100
	Biotecnologia Aplicada à Microbiologia	33,33	16,67	8,33	8,33		16,67	16,67		100
	Biologia Celular	45,10	27,45	17,65	3,92		1,96	3,92		100
	Oncologia	14,29	7,14	7,14		42,86	28,57			100
África do Sul	Engenharia Tecidual e Celular	33,33	33,33	33,33						100
	Biologia Celular	16,67	33,33	50,00						100
	Pesquisa Médica Experimental	20,00	60,00	20,00						100

Fonte: Dados da pesquisa.

Vale lembrar que as categorias de assuntos são aqui consideradas como os temas dos periódicos cocitados, os quais, por sua vez, sinalizam para os temas dos artigos publicados na área de célula-tronco em que aparecem citados. Portanto, essas categorias se constituem em indicadores temáticos de pesquisas nessa área.

Tomando as categorias como referencial apresentadas no Quadro 24, no segundo período, *hematologia* e *oncologia* formaram o elenco das categorias mais frequentes, juntamente com a *biologia celular*, *imunologia* e *pesquisa médica experimental*, caracterizando um campo de pesquisa mais aplicado do que básico. Entretanto, se comparamos as categorias presentes no Brasil, China, Índia e Rússia o cenário inclui ainda as categorias *biologia do desenvolvimento*, *biologia molecular e bioquímica*, *genética e hereditariedade* e *neurociências*, formando um campo direcionado também à pesquisa básica para estes países, enquanto a África do Sul tem um foco maior na pesquisa aplicada.

Uma categoria de assunto comum a todos os países dos BRICS foi a *pesquisa médica experimental*, que reforça o peso da pesquisa aplicada nesse período, já que esta categoria é assim definida "Recursos nesta categoria refletem intervenções clínicas que estão em estágios iniciais de desenvolvimento, utilizando modelos in vitro ou em animais, e ensaios clínicos de pequena escala" (THOMSON REUTERS *online*, 2012, tradução nossa). Essa categoria ainda descreve técnicas e intervenções clínicas inovadoras, abrangendo um leque de especializações e aplicações médicas, reforçando o campo de pesquisa aplicada na área de célula-tronco.

A comparação das categorias menos frequentes no primeiro período e no segundo período (Quadro 24) sugere um cenário bem diferenciado. Observamos que algumas categorias que eram menos frequentes no primeiro período tornaram-se mais frequentes no segundo. Passamos, então, a elencá-las: para o Brasil, *genética e hereditariedade;* China, *oftalmologia*, *patologia*, *fisiologia* e *cirurgia*; Índia, *imunologia* e *medicina e pesquisa experimental*. Rússia e África do Sul não contaram com tal característica. Contudo, é oportuno frisar que as categorias intermediárias, aquelas localizadas no 2º e 3º quartil, tiveram importante papel na estrutura dos agrupamentos desses países, o que pode ser visualizado nos apêndices de C a L referente aos dois períodos.

Quadro 24 – Categorias de assuntos, de maior frequência, da área de célula-tronco referente aos BRICS (2001-2010)

Brasil	China	Índia	Rússia	África do Sul
→ Biologia Celular → Neurociência → Biologia Molecular e Bioquímica → Imunologia → Oncologia → Hematologia → Pesquisa Médica Experimental → Genética e Hereditariedade → Cirurgia → Patologia → Cirurgia e Medicina Oral Dentística → Biologia do Desenvolvimento → Sistema Cardiovascular e Cardiologia → Neurologia Clínica → Endocrinologia e Metabolismo	→ Biologia Celular → Biologia Molecular e Bioquímica → Neurociência → Oncologia → Farmacologia e Farmácia → Imunologia → Cirurgia → Genética e Hereditariedade → Pesquisa Médica Experimental → Hematologia → Biotecnologia Aplicada à Microbiologia → Neurologia Clínica → Endocrinologia e Metabolismo → Fisiologia → Biologia do Desenvolvimento → Biofísica → Patologia → Métodos e Pesquisa em Bioquímica → Cirurgia e Medicina Oral Dentística → Sistema Cardiovascular e Cardiologia Engenharia Biomédica → Ortopédia	→ Biologia Celular → Biologia Molecular e Bioquímica → Neurociência → Oncologia → Hematologia → Imunologia → Biotecnologia Aplicada à Microbiologia → Pesquisa Médica Experimental → Biologia do Desenvolvimento → Genética e Hereditariedade → Endocrinologia e Metabolismo → Métodos e Pesquisa em Bioquímica → Neurologia Clínica → Oftalmologia	→ Biologia Celular → Biologia Molecular e Bioquímica → Hematologia → Neurociências → Genética e Hereditariedade → Pesquisa Médica Experimental → Oncologia → Biologia do Desenvolvimento → Biotecnologia Aplicada à Microbiologia → Biologia → Imunologia → Sistema Cardiovascular e Cardiologia	→ Hematologia → Oncologia → Biologia Celular → Imunologia → Pesquisa Médica Experimental

Fonte: Dados da pesquisa.

Quadro 25 – Categorias de assuntos, de menor frequência, na área de célula-tronco referente aos BRICS (2001-2010)

Brasil	China	Índia	Rússia	África Do Sul
→ Ciência dos Materiais, Multidisciplinar → Dermatologia → Ciências das Plantas → Física dos Fluidos e Plasma → Parasitologia → Estatística e Probabilidade → Reabilitação → Pesca → Ciência da Saúde e Serviços → Física da Materia Condensada → Biologia da Evolução → Otorinofaringologia → Entomologia → Ciência do Esporte → Física Matemática → Química Analitica	→ Acústica → Agricultura, Multidisciplinar → Astronomia e Astrofísica → Audiologia e Fonoaudiologia → Cristalografia → Medicina de Emergência → Engenharia Química → Geociência, Multidisciplinar → Ciência dos Materiais → Ciência dos Materiais, Compósitos → Meteorologia e Ciência Atmosférica → Neuroimagem → Tecnologia e Ciência Nuclear → Estatística e Probabilidade → Substâncias Abusivas	→ Andrologia → Ciência do Comportamento → Química Analítica → Química Aplicada → Química Médica → Físico-Química → Medicina Intensiva → Cirurgia e Medicina Oral Dentística → Ciência e Tecnologia em Alimentos → Medicina Complementar e Integrativa → Ciência dos Materiais, Multidisciplinar → Tecnologia de Laboratório Médico → Microscopia → Nanociência e Nanotecnologia → Tecnologia e Ciência Nuclear → Pediatria → Física Aplicada → Física da Matéria Condensada → Reabilitação → Veterinária → Zoologia	→ Astronomia e Astrofísica → Química Analítica → Ciência Ambiental → Biologia Evolutiva → Geociência, Multidisciplinar → Biologia Marinha de Água Doce → Meteorologia e Ciência Atmosferica → Microscopia → Obstetricia e Ginecologia → Física Atômica, Molecular e Química → Física dos Fluidos e Plasma → Física Matemática → Física, Multidisciplinar → Saúde Pública, Ambiental e Ocupacional → Virologia	→ Biologia Molecular e Bioquímica → Biologia Molecular e Bioquímica → Biofísica → Sistema Cardiovascular e Cardiologia → Biologia do Desenvolvimento → Engenharia Biomédica → Genética e Hereditariedade → Ciência dos Materiais, Biomateriais → Ortopedia → Patologia → Doença Vascular Periférica → Fisiologia → Biologia Reprodutiva → Ciência do Esporte → Urologia e Nefrologia

Fonte: Dados da pesquisa.

As 107 categorias de assuntos foram distribuídas da seguinte maneira: 25 categorias estavam em todo os BRICS: 18 categorias em quatro países; 18 em três países; 22 em dois e 24 em um país (Quadro 26). Podemos, assim, deduzir que há forte similaridade nos temas estudados pelos pesquisadores dos BRICS, visto que 23,36% das categorias são temáticas compartilhadas por essa comunidade científica, ou seja, estiveram presentes em pelo menos um dos agrupamentos para cada país, sendo elas: *biofísica, biologia celular, biologia do desenvolvimento, biologia reprodutiva, biologia molecular e bioquímica, biotecnologia aplicada à microbiologia, sistema cardiovascular e cardiologia, ciência dos materiais, biomateriais, cirurgia, doença vascular periférica, endocrinologia e metabolismo, engenharia biomédica, engenharia tecidual e celular, fisiologia, genética e hereditariedade, hematologia, imunologia, medicina geral e interna, pesquisa médica experimental, métodos de investigação em bioquímica, oncologia, ortopedia, patologia, transplantes* e *urologia e nefrologia.* No Quadro 26, podemos encontrar todas as categorias de assuntos e sua distribuição pelos países.

Com a redução da frequência das categorias de assuntos pelos países, podemos inferir que algumas delas são específicas a cada país dos BRICS, sendo possível visualizar no Quadro 26 essas categorias. Assim, são apresentadas as categorias comuns aos cincos países, depois aquelas que estiveram presentes em quatros países e assim sucessivamente.

Quadro 26 – Distribuição das categorias de assuntos pelos países dos BRICS, referente a área da célula-tronco (2001-2010)

(contiuna)

#		Categoria de assuntos/País	África do Sul	Brasil	China	Índia	Rússia
1	**Categorias de assuntos presente em todos os países**	Biofísica	•	•	•	•	•
2		Biologia Celular	•	•	•	•	•
3		Biologia do Desenvolvimento	•	•	•	•	•
4		Biologia Reprodutiva	•	•	•	•	•
5		Biologia Molecular e Bioquímica	•	•	•	•	•
6		Biotecnologia Aplicada à Microbiologia	•	•	•	•	•
7		Sistema Cardiovascular e Cardiologia	•	•	•	•	•
8		Ciência dos Materiais, Biomateriais	•	•	•	•	•
9		Cirurgia	•	•	•	•	•
10		Doença Vascular Periférica	•	•	•	•	•
11		Endocrinologia e Metabolismo	•	•	•	•	•
12		Engenharia Biomédica	•	•	•	•	•
13		Engenharia Tecidual e Celular	•	•	•	•	•
14		Fisiologia	•	•	•	•	•

Quadro 26 – Distribuição das categorias de assuntos pelos países dos BRICS, referente a área da célula-tronco (2001-2010)

(contiuna)

#	Categoria de assunto/País		África do Sul	Brasil	China	Índia	Rússia
15	**Categorias de assuntos presente em todos os países**	Genética e Hereditariedade	•	•	•	•	•
16		Hematologia	•	•	•	•	•
17		Imunologia	•	•	•	•	•
18		Medicina Geral e Interna	•	•	•	•	•
19		Pesquisa Médica Experimental	•	•	•	•	•
20		Métodos de Investigação em Bioquímica	•	•	•	•	•
21		Oncologia	•	•	•	•	•
22		Ortopedia	•	•	•	•	•
23		Patologia	•	•	•	•	•
24		Transplantes	•	•	•	•	•
25		Urologia e Nefrologia	•	•	•	•	•
26	**Categorias de assuntos presente em 4 países**	Anatomia e Morfologia		•	•	•	•
27		Biologia		•	•	•	•
28		Ciências das Plantas		•	•	•	•
29		Medicina Intensiva		•	•	•	•
30		Dermatologia		•	•	•	•
31		Farmacologia e Farmácia		•	•	•	•
32		Gastrenterologia e Hepatologia		•	•	•	•
33		Matemática e Biologia Computacional		•	•	•	•
34		Microscopia		•	•	•	•
35		Neurociências		•	•	•	•
36		Neurologia Clínica		•	•	•	•
37		Obstetrícia e Ginecologia		•	•	•	•
38		Oftalmologia		•	•	•	•
39		Química Analítica		•	•	•	•
40		Radiologia, Medicina Nuclear e Imagem Médica		•	•	•	•
41		Toxicologia		•	•	•	•
42		Virologista		•	•	•	•
43		Zoologia		•	•	•	•
44	**Categorias de ssuntos presente 3 países**	Andrologia		•	•	•	
45		Biologia Evolutiva			•	•	•
46		Ciência dos Materiais, Multidisciplinar			•	•	•
47		Ciência e Tecnologia Nuclear		•	•	•	
48		Ciências do Desporto		•	•		•
49		Doenças Infecciosas		•	•		•

Quadro 26 – Distribuição das categorias de assuntos pelos países dos BRICS, referente a área da célula-tronco (2001-2010)

(contiuna)

#	Categoria de assunto/País		África do Sul	Brasil	China	Índia	Rússia
50		Física da Matéria Condensada		•	•	•	
51		Geriatria e Gerontologia		•	•	•	
52		Laboratório de Tecnologia Médica		•	•	•	
53		Microbiologia		•	•	•	
54		Cirurgia e Medicina Oral Dentistica			•	•	•
55		Pediatria		•	•	•	
56		Química Orgânica		•	•	•	
57		Química Multidisciplinar		•	•	•	
58		Reabilitação		•	•		•
59		Reumatologia		•	•		•
60		Sistema Respiratório	•	•	•		
61		Veterinária		•	•	•	
62	**Categorias de assuntos presente em 2 países**	Agricultura e Ciência Animal		•	•		
63		Astronomia e Astrofísica			•		•
64		Ciência de Polímero			•	•	
65		Ciências Ambientais			•	•	
66		Ciências do Comportamento			•	•	
67		Estatísticas e Probabilidade			•		•
68		Física Aplicada		•	•		
69		Física dos Fluidos e dos Plasmas			•	•	
70		Física Matemática			•		•
71		Física Multidisciplinar			•	•	
72		Geociências Multidisciplinar			•		•
73		Integrativa e Complementar Medicina			•		•
74		Biologia Marina e Água Doce			•	•	
75		Meteorologia e Ciências Atmosféricas		•	•		
76		Nanociência e Nanotecnologia		•	•		
77		Nutrição e Dietética			•	•	
78		Otorrinolaringologia		•			•
79		Pesca		•			•
80		Meio Ambiente e Saúde Ocupacional			•		•
81		Química Aplicada			•	•	
82		Química Medicinal			•		•
83		Tecnologia e Ciência dos Alimentos		•	•		

Quadro 26 – Distribuição das categorias de assuntos pelos países dos BRICS, referente a área da célula-tronco (2001-2010)

(conclusão)

#	Categoria de assunto/País		África do Sul	Brasil	China	Índia	Rússia
84	**Categorias de assunto presente em 1 país**	Abuso de Substâncias			•		
85		Acústica			•		
86		Agricultura, Multidisciplinar			•		
87		Alergia			•		
88		Fonoaudiologia			•		
89		Ciência da Computação e Aplicações Interdisciplinares			•		
90		Ciência dos Materiais, Cerâmica			•		
91		Ciência dos Materiais, Filmes de Revestimeto			•		
92		Ciência dos Materiais Compostos			•		
93		Ciências da Saúde e Serviços de Cuidados		•			
94		Cristalografia		•			
95		Eletroquímica			•		
96		Enfermagem			•		
97		Engenharia, Química			•		
98		Entomologia			•		
99		Espectroscopia			•		
100		Física, Atómica, Molecular e Química			•		
101		Informática Médica			•		
102		Instrumentos e Instrumentação		•			
103		Medicina de Emergência					•
104		Medicina Tropical			•		
105		Neuroimagem			•		
106		Parasitologia			•		
107		Psiquiatria		•			

Fonte: Dados da pesquisa.

O Quadro 27 foi elaborado a fim de verificar as categorias comuns aos dois períodos, independentemente dos países. Do total de 107 categorias de assuntos, 25 (23,36%) estiveram presentes nos dois períodos. Nas 107 categorias de assuntos representativas dos periódicos cocitados, predomina um perfil bem diversificado, do que podemos inferir que 28,04% podem ser alocadas no Campo da Biomedicina, 31,78% em Medicina Clínica, 27,10% estão no campo das Ciências Exatas e 13,08% em outros campos.

Numa análise micro, ou seja, no grupo das categorias comuns aos cinco países dos BRICS, que totalizou 25 categorias de assuntos, temos a seguinte distribuição: 56,00% das

categorias podem ser alocadas no campo da Biomedicina, ao passo que 44,00% estão inclinadas à Medicina Clínica. Esse dado vem reforçar a base da estrutura intelectual apresentada nos mapas, da estrutura intelectual e de densidade, confirmando uma vertente de pesquisa que predomina neste segundo período, ou seja, a pesquisa básica que tem como um de seus objetivos a investigação de novos conhecimentos, na área de célula-tronco.

Um fato que nos chama atenção é a proporção de categorias de assuntos voltadas às Ciências Exatas, principalmente à Física e à Química. Certamente os periódicos cocitados que comtemplam essas áreas estão relacionados tanto a pesquisa básica como a aplicada. Há uma coleção forte de periódicos cocitados na área de Física que podem estar associados a temas de radiologia, imagem médica, microscopia, nanotecnologia e biomateriais. Enquanto os periódicos cocitados em Química poderão estar direcionados a bioquímica, ciência das plantas, farmacologia, química medicinal, entre outros temas.

Comparando as categorias de assuntos nos dois períodos analisados temos que todas as categorias que estiveram presentes no primeiro período estão no segundo período também. Contudo, para o primeiro período, temos uma área de células-tronco voltada à parte mais aplicada, sendo dominada pelo campo da Hematologia. Com o desenvolvimento dos estudos e novas descobertas na área de célula-tronco, sobretudo a partir de 2001, a área se expande e o eixo deixa de ser a Hematologia, deslocando-se para a pesquisa básica e tendo na Biologia Celular o centro das atenções dos pesquisadores.

Evidencia-se, neste caso, uma tendência forte e concreta, no segundo período, para o campo de pesquisa básica da área de célula-tronco com novos achados que vem impulsionando a área, como, por exemplo, o marco em 2006, quando da identificação de células-tronco pluripotentes consideradas a grande esperança da medicina do futuro.

No Quadro 27 são descritas as categorias nos respectivos períodos.

Quadro 27 – Distribuição, por período, das categorias de assuntos da área de célula-tronco referente aos BRICS

(continua)

#	Categorias de assuntos	1991-2000*	2001-2010	#	Categorias de assuntos	1991-2000	2001-2010
1	Anatomia e Morfologia	•	•	54	Ciências do Desporto		•
2	Biofísica	•	•	55	Ciências Veterinárias		•
3	Biologia	•	•	56	Cristalografia		•
4	Biologia Celular	•	•	57	Medicina Intensiva		•
5	Biologia do Desenvolvimento	•	•	58	Doença Vascular Periférica		•
6	Biologia Evolutiva	•	•	59	Doenças Infecciosas		•
7	Bioquímica e Biologia Molecular	•	•	60	Eletroquímica		•
8	Bioquímica e Métodos de Investigação	•	•	61	Endocrinologia e Metabolismo		•
9	Biotecnologia e Microbiologia Aplicada	•	•	62	Enfermagem		•
10	Ciência e Tecnologia Nuclear	•	•	63	Engenharia Biomédica		•
11	Ciências Ambientais	•	•	64	Engenharia Química		•
12	Ciências das Plantas	•	•	65	Entomologia		•
13	Cirurgia	•	•	66	Espectroscopia		•
14	Dermatologia	•	•	67	Estatísticas e Probabilidades		•
15	Engenharia Celular e Tecidual	•	•	68	Farmacologia e Farmárcia		•
16	Fisiologia	•	•	69	Física Aplicada		•
17	Gastroenterologyia e Hepatologia	•	•	70	Física da Matéria Condensada		•
18	Genética e Hereditariedade	•	•	71	Física dos Fluidos e Plasmas		•
19	Hematologia	•	•	72	Física Matemática		•
20	Imunologia	•	•	73	Física, Atómica, Molecular e Química		•
21	Biologia Marina e Água Doce	•	•	74	Física,Multidisciplinar		•
22	Medicina Geral e Interna	•	•	75	Ciência e Tecnologia em Alimentos		•
23	Neurociências	•	•	76	Geociências, Multidisciplinar		•
24	Cirurgia e Medicina Oral Dentistica	•	•	77	Geriatria e Gerontologia		•
25	Oftalmologia	•	•	78	Informática Médica		•
26	Oncologia	•	•	79	Instrumentos e Instrumentação		•
27	Patologia	•	•	80	Integrativa e Complementar Medicina		•
28	Pesquisa Médica Experimental	•	•	81	Laboratório de Tecnologia Médica		•
29	Pública, Ambiental e Saúde Ocupacional	•	•	82	Matemática e Biologia Computacional		•
30	Química Analítica	•	•	83	Medicina de Emergência		•
31	Radiologia, Medicina Nuclear e Imagem Médica	•	•	84	Medicina Tropical		•
32	Toxicologia	•	•	85	Meteorologia e Ciências Atmosféricas		•
33	Transplantes	•	•	86	Microbiologia		•

Quadro 27 – Distribuição, por período, das categorias de assuntos da área de célula-tronco referente aos BRICS

(conclusão)

#	Categorias de assuntos	1991-2000	2001-2010	#	Categorias de assuntos	1991-2000	2001-2010
34	Virologia	•	•	87	Microscopia		•
35	Zoologia	•	•	88	Nanociência e Nanotecnologia		•
36	Abuso de Substâncias		•	89	Neuroimagem		•
37	Acústica		•	90	Neurologia Clínica		•
38	Agricultura Multidisciplinar		•	91	Nutrição e Dietética		•
39	Agricultura, Laticínios e Ciência Animal		•	92	Obstetrícia e Ginecologia		•
40	Alergia		•	93	Ortopedia		•
41	Andrologia		•	94	Otorrinolaringologia		•
42	Astronomia e Astrofísica		•	95	Parasitologia		•
43	Audiologia e Fonoaudiologia		•	96	Pediatria		•
44	Biologia Reprodutiva		•	97	Pescas		•
45	Ciência da Computação, Aplicações Interdisciplinares		•	98	Psiquiatria		•
46	Ciência de Polímero		•	99	Química Aplicada		•
47	Ciência dos Materiais, Biomaterials		•	100	Química Medicinal		•
48	Ciência dos Materiais, Cerâmica		•	101	Química Multidisciplinar		•
49	Ciência dos Materiais, Coatings & Films		•	102	Química Orgânica		•
50	Ciência dos materiais, Composites		•	103	Reabilitação		•
51	Ciência dos Materiais, Multidisciplinar		•	104	Reumatologia		•
52	Ciências da Saúde e Serviços de Cuidados		•	105	Sistema Respiratório		•
53	Ciências do Comportamento		•	106	Sistemas Cardiovasculares e Cardiologia		•
				107	Urologia e Nefrologia		•

Fonte: Dados da pesquisa.

* Para Rússia e África do Sul os dados foram computados a partir de 1992.

6.3.2 Os periódicos cocitados de maior e de menor frequência

Como visto anteriormente, o campo de estudo da área de célula-tronco é bastante dinâmico, com participação de muitas disciplinas que se cruzam, apontando para um campo de pesquisa de natureza interdisciplinar. Há, portanto, uma “interação cognitiva entre os campos de pesquisa” (HUUTONIEMI et al., 2010), que, neste estudo, foi detectada por meio das categorias de assuntos dos periódicos cocitados.

A fim de melhor caracterizar os periódicos cocitados, eles foram categorizados de acordo com a quantidade de categorias de assuntos às quais são vinculados na base *Web of Science*. Os

periódicos cocitados foram, então, catalogados em monotemático, aqueles que estão vinculados a uma única categoria de assunto, e multitemático, vinculados a mais de uma categoria de assunto, podendo variar de duas a seis categorias de assuntos.

A Tabela 10 mostra um comparativo, nos dois períodos, do número de periódicos mono e multitemático, além também do total de periódicos cocitados que não aparecem vinculados a nenhuma categoria. Sobre esse grupo podemos inferir, tendo como ponto de referência a data de levantamento dos dados deste estudo que foi outubro de 2013, que são títulos regionais ou internacionais ou então recém-criados e por esses motivos ainda não foram indexados na *Web of Science* (WoS) ou ainda que não atenderam aos critérios, qualitativos e quantitativos, de seleção para indexação de novos títulos. O Brasil e a China foram os países que apresentaram um alto índice de periódicos sem registo na WoS, 21,5 e 19,5 respectivamente.

Podemos conferir o aumento expressivo de um período para outro em ambos os tipos de periódicos, mas fica evidente a hegemonia dos periódicos monotemáticos, que são títulos especializados em uma determinada área científica, o que os torna muito específicos. A taxa no primeiro período para os monotemáticos foi igual a 61,87%, enquanto no segundo foi de 54,26%.

Tabela 10 – Periódicos cocitados monotemático e multitemático da
da área de célula-tronco referente aos BRICS (1991-2000 e 2001-2010)

País	Monotemático		B/A	Multitemático		B/A	Sem categoria de assunto		B/A
	(A) 1991-2000	(B) 2001-2010		(A) 1991-2000	(B) 2001-2010		(A) 1991-2000	(B) 2001-2010	
Brasil	11	243	22,1	6	168	28,0	2	43	21,5
Rússia*	27	474	17,6	16	456	28,5	12	171	14,3
China	17	119	7,0	19	102	25,5	2	39	19,5
Índia	20	176	8,8	4	122	30,5	3	27	9,0
África do Sul*	11	26	2,4	8	27	3,25	-	2	0,0

Fonte: Dados da pesquisa.
* Dados computados a partir de 1992.

Quando analisamos a relação dos dois tipos de periódicos, nos dois períodos, observamos, no entanto, que, para os cinco países analisados, os periódicos cocitados do tipo multitemático cresceram mais do que os monotemáticos, sugerindo uma tendência em cocitar periódicos de escopo mais amplo, ou seja, periódicos que cobrem uma variedade de assuntos maior.

Na análise por países dos BRICS, foram destacados, em todos os agrupamentos, os títulos que foram mais cocitados, tanto no primeiro período como no segundo. Agora, com base nas frequências de cocitação, levantamos o(s) título(s) de maior frequência por país. Vale ressaltar ainda que no primeiro período foram contabilizados 78 títulos cocitados, enquanto no segundo foram 1.173, um aumento de 1.433%, aumento esse que se refletiu no incremento de temas de pesquisas, bem superior ao do primeiro período.

No quadro 28 temos os periódicos de maior volume de cocitação para o primeiro período, sendo selecionados aqueles títulos com frequência igual ou superior a 50 (≥50). Pela análise há predominância do título *Blood* em todos os países dos BRICS. No conjunto dos títulos há forte expressão da temática hematologia, mas apenas Rússia e China contam com títulos voltado a temas relacionados à biologia celular (*Cell*).

Quadro 28 – Periódicos cocitados de maior frequência
na área de célula-tronco para países dos BRICS (1991-2000)

Rússia*	China	Índia	Brasil	África do Sul*
→Blood (284)**	→Blood (312)	→Blood (114)	→Blood (183)	→Blood (141)
→ Cell (116)	→Exp Hematol (85)		→Bone Marrow Transpl (59)	→Brit J Haematol (41)
→Exp Hematol (106)	→Cell (83)		→Brit J Haematol (52)	
→Cancer Res (68)	→Brit J Haematol (65)			
→J Exp Med (62)	→Bone Marrow Transpl (54)			
	→J Exp Med (50)			

Fonte: dados da pesquisa.
* Dados computados a partir de 1992.
** O número, entre paratenes, refere-se à frequência de cocitação.

Para o segundo período os periódicos foram selecionados com frequência igual ou superior a 100 (≥100), sendo totalizados para o Brasil 38 títulos, 195 para a China, 26 para a Índia, 16 para a Rússia e 4 títulos para a África do Sul. No quadro 29 são apresentados somente os cinco primeiros títulos.

Quadro 29 – Periódicos cocitados de maior frequência
na área de célula-tronco para os países dos BRICS (2001-2010)

Brasil	China	Rússia	Índia	África do Sul
→Blood (1.339)*	→Blood (4.783)	→Blood (707)	→Blood (711)	→Blood (295)
→Bone Marrow Transpl (557)	→Cell (3.061)	→Stem Cells (466)	→Cell (365)	→Bone Marrow Transpl (119)
→Stem Cells (441)	→Stem Cells (2.925)	→Cell (316)	→Stem Cells (377)	→J Clin Oncol (103)
→New Engl J Med (366)	→J Biol Chem (2.537)	→Biomaterials (296)	→Development (228)	
→J Biol Chem (324)	→Biomaterials (2.532)	→J Biol Chem (281)	→J Biol Chem (228)	

Fonte: dados da pesquisa.
* O número, entre paratenes, refere-se à frequência de cocitação.

Em ambos os períodos temos periódicos de natureza ampla, ou seja, os multitemáticos, assim como aqueles voltados a um único assunto, os monotemáticos, sendo estes os mais especializados. Temos então periódicos cocitados com grande volume de cocitação, e, por outro lado, temos outro grupo de periódicos cocitados com pequeno volume, o que evidencia uma zona de dispersão, e podemos denominar esse tipo zona centro-periferia, estando esta perceptível nos mapas da estrutura intelectual. Vale ressaltar ainda que a disposição de um periódico cocitado no mapa da estrutura intelectual, quer ocupe uma posição central ou periférica, deve refletir a semelhança entre o conteúdo do artigo, entre o escopo da revista, os artigos e os interesses de pesquisa dos autores, quer seja o autor do artigo, quer o autor citado, representados no campo, no nosso caso, a área de célula-tronco, pela coleção de periódicos estudada (McCLAIN, 1991).

Destacamos, no Quadro 30, os títulos top10 referentes aos dois períodos analisados. A frequência, apresentada na segunda coluna, refere-se ao somatório de todas as frequências de cocitação nos países que foram cocitados. Podem ser considerados top 10 os periódicos de maior visibilidade como também os mais prestigiados (McCLAIN, 1991).

Quadro 30 – Os top10 periódicos cocitados na área de célula-tronco para os BRICS (1991-2000, 2001-2010)*

#	1991-2000				2001-2010			
	Periódico	Freq. total	Média	Desvio Padrão	Periódico	Freq. total	Média	Desvio Padrão
1	Blood	1044	208,8	89,7	Blood	7835	1567,0	1836,1
2	Cell	274	54,8	43,0	Stem Cells	4209	841,8	1176,8
3	Exp Hematol	251	62,8	38,8	Cell	4118	823,6	1256,6
4	Brit J Haematol	213	42,6	16,2	J Biol Chem	3435	687	1038,8
5	Bone Marrow Transpl	209	41,8	15,5	Biomaterials	3079	615,8	1076,0
6	Cancer Res	174	34,8	20,5	Development	2371	474,2	678,4
7	J Exp Med	154	38,5	20,9	Cancer Res	2326	465,2	711,6
8	J Immunol	115	28,8	10,1	Bone Marrow Transpl	2162	432,4	381,5
9	Lancet	98	19,6	4,7	Circulation	2112	422,4	687,9
10	J Biol Chem	93	18,6	7,3	J Neurosci	1966	491,5	655,2

Fonte: Dados da pesquisa.
* Para Rússia e África do Sul os dados foram computados a partir de 1992.

Para o primeiro período temos forte tendência de títulos com escopo voltado à hematologia e oncologia, mas também encontramos títulos em biologia celular, bioquímica e imunologia, essenciais à área de célula-tronco. O segundo período é bem diversificado, contendo sete títulos relacionados ao campo mais básico das pesquisas na área de célula-tronco. Destes, três títulos apontam para temas de grande potencial, como já fora visto antes, *Biomaterials*, *Circulation* e *J Neurosci*; contudo, temas ligados a hematologia e oncologia continuam entres as temáticas de interesse para a área.

A área de célula-tronco está em constante crescimento e novas disciplinas vão se cruzando, surgem novos periódicos, que, por sua vez, vão sendo incporporados à literatura da área. Como consequência, a frente de pesquisa vai se alterando ao longo do percurso da área. No período de 10 anos, a frente de pesquisa, composta pelos periódicos top 10 (Quadro 30), representa a base do conhecimento na área de célula-tronco no conjunto dos BRICS. Podemos ainda visualizar nos Quadros 31 e 32 os títulos top 10 para cada país e período.

Quadro 31 – Os top10 periódicos cocitados na área de célula-tronco para os BRICS (1991-2000)

#	Brasil	Freq.*	China	Freq.*	Rússia**	Freq.*	Índia	Freq.*	África do Sul**	Freq.*
1	Blood	183	Blood	312	Blood	294	Blood	114	Blood	141
2	Bone Marrow Transpl	59	Exp Hematol	85	Cell	116	Cancer Res	30	Brit J Haematol	41
3	Brit J Haematol	52	Cell	83	Exp Hematol	106	Brit J Haematol	29	Bone Marrow Transpl	35
4	Invest Ophth Vis Sci	35	Brit J Haematol	65	Cancer Res	68	Cell	28	Cell	33
5	Exp Hematol	29	Bone Marrow Transpl	54	J Exp Med	62	Radiat Res	28	Exp Hematol	31
6	J Immunol	26	J Exp Med	50	Embo J	45	New Engl J Med	25	Lancet	27
7	J Exp Med	24	J Immunol	43	Mol Cell Biol	42	Ophthalmology	23	J Immunol	19
8	New Engl J Med	22	Hum Gene Ther	41	Bone Marrow Transpl	41	J Clin Oncol	22	Leukemia	19
9	Cancer Res	20	Cancer Res	39	Radiat Res	37	Bone Marrow Transpl	20	J Exp Med	18
10	J Biol Chem	19	Am J Pathol	31	Development	36	Lancet	20	Cancer Res	17

Fonte: Dados da pesquisa.
*Frequência de cocitação.
** Dados computados a partir de 1992.

Quadro 32 – Os top10 periódicos cocitados na área de célula-tronco para os BRICS (2001-2010)

#	Brasil	Freq.*	China	Freq.*	Rússia	Freq.*	Índia	Freq.*	África do Sul	Freq.*
1	Blood	1.339	Blood	4.783	Blood	711	Blood	707	Blood	295
2	Bone Marrow Transpl	557	Cell	3.061	Cell	365	Stem Cells	466	Bone Marrow Transpl	119
3	Stem Cells	441	Stem Cells	2.925	Stem Cells	337	Cell	316	J Clin Oncol	103
4	New Engl J Med	366	J Biol Chem	2.537	Development	228	Biomaterials	296	Brit J Haematol	67
5	J Biol Chem	324	Biomaterials	2.532	J Biol Chem	228	J Biol Chem	281	J Biol Chem	65
6	Cell	318	Cancer Res	1.729	Dev Biol	215	Cancer Res	253	Cell	58
7	Circulation	305	Development	1.678	Bone Marrow Transpl	191	Bone Marrow Transpl	249	Stem Cells	40
8	Brit J Haematol	272	Circulation	1.636	Exp Hematol	166	New Engl J Med	225	J Cell Biol	39
9	J Neurosci	256	J Neurosci	1.469	New Engl J Med	157	Development	223	Lancet	38
10	J Clin Invest	225	Biochem Bioph Res Co	1.449	J Clin Invest	121	Brit J Haematol	173	Transplantation	37

Fonte: Dados da pesquisa.
*Frequência de cocitação.

6.6 DISCUSSÃO DOS DADOS

Esta pesquisa investigou a produção cientifica dos países que compõem o bloco dos BRICS, Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul, na área de célula-tronco, uma área promissora com avanços que despertam a atenção não somente da comunidade cientifica, como também de todos os cidadãos, uma vez que seus resultados podem resultar, num futuro próximo, melhorias no tratamento de certas doenças, como por exemplo, do tipo neurodegenerativas[124], tais como a doença de Parkinson ou Esclerose Múltipla.

Nesta pesquisa, a expressão pesquisa na "área de célula-tronco" engloba todos os tipos de pesquisa "com" e "em" células-tronco, ou seja, a primeira tem base no uso enquanto que a segunda investiga os mecanismos celulares e as condições que permitem a geração e reprogramação celular. O foco, portanto, não é o tipo de células-tronco descritas, usada ou investigada na publicação (quer, ou sejam as embrionárias, as pluripotentes e ou as pluripotentes induzidas).

De acordo com os dados analisados, observamos um aumento do número de publicações na área de célula-tronco referente aos BRICS, em artigos originais, sobretudo a partir do ano 2001, contudo, essa produção ocorreu com diferenças entre os países dos BRICS: vejamos que a Rússia e África do Sul o registo de publicação, na WoS, data do ano de 1992 já para os demais países a produção tem registo a partir de 1991.

A divisão temporal adotada neste estudo permitiu compor um quadro comparativo e, assim, visualizar melhor o desenvolvimento da pesquisa na área de célula-tronco, identificando mudanças na estrutura intelectual de cada país dos BRICS.

Analisando o primeiro período, que compreendeu os anos de 1991 a 2000, Rússia e China lideraram a produção mundial de artigos científicos na área de célula-tronco referente aos BRICS. Nesse período, comparando-se as produções científicas, a Rússia ocupou a 18ª posição, seguida pela China na 20ª, a Índia (28ª), Brasil (29ª) e África do Sul (33ª). A liderança coube aos Estados Unidos, que, ademais, também lidera o *ranking* no segundo período analisado (2001 a 2010). Já no segundo período, a Rússia passou a ocupar a 4ª posição, China a 1ª e o Brasil apresentou um salto quantitativo que o colocou na 2ª posição.

[124] Significa a perda progressiva da estrutura e/ou função do neurônio, ou, ainda, a morte do neurônio, sendo este a unidade básica do Sistema Nervoso.

É certo que o aumento do número de artigos de um período para o outro esteve ligado às muitas variáveis que interferem na produção científica de um país, não somente da área de célula-tronco mas da ciência e tecnologia como um todo, tal como o Produto Interno Bruto (PIB), por exemplo. Comparando a produção científica dos BRICS em todas as áreas com a taxa anual de crescimento do PIB[125] referente a 1991 e 2010, podemos perceber uma correlação positiva entre o crescimento do número de artigos, indexados na WoS e o PIB para China (r = 0,98), Brasil (r = 0,85) e África do Sul (0,99) o aumento da produção científica acompanhou o crescimento do PIB, enquanto para Índia (r = –0,72) e Rússia (r^2 = –0,69) o aumento do número de artigos foi superior ao do PIB.

Quanto à área de célula-tronco, a correlação entre o quantitativo de artigos e o PIB, os dados demonstram uma correlação positiva para todos os países: China (r = 97), Índia (r = 0,96), África do Sul (r = 0,95), Brasil (r = 0,91) e Rússia (r = 0,87). Em todo o período o crescimento foi de natureza exponencial, evidenciando uma tendência continua de crescimento com tempo de duplicação estimado 2,3 anos menor que a mundial, que ficou em torno de 5 anos. Quanto à taxa de publicação para os BRICS, esta foi de 37,75% maior do que a mundial, que foi 14,44%, o que coloca os países que compõem os BRICS no cenário mundial da área de célula-tronco, com destaque para a China e Brasil, sobretudo no segundo período (2001-2010).

Outro indicador importante refere-se às despesas com pesquisa e desenvolvimento[126] (P&D)[127]. Dados referentes ao segundo período (2001-2010) demostram que houve crescimento para a China, que obteve a maior taxa de crescimento, 85,02%, seguida pelo Brasil (11,27%) e Índia (10,22%); a África do Sul registrou uma taxa bem inferior aos demais países citados antes, ou seja, 3,74% e Rússia registrou taxa negativa (–3,97%), sendo, portanto, considerada a menor entre os BRICS.

Pelos dados apresentados houve um crescimento favorável para os BRICS e a correlação entre o PIB e número de artigos publicados, na área de célula-tronco, foi crescente. Para o Brasil o salto da 4ª, no primeiro período, para a 2ª,segundo período, demonstra um avanço nacional no

[125] Fonte: BANCO MUNDIAL. Indicadores de Ciência e Tecnologia. Disponível em: <http://datos.bancomundial.org/indicador>. Cálculos deste estudo.

[126] "Gasto com pesquisa e desenvolvimento são despesas correntes e de capital (público e privado) sobre o trabalho criativo realizado sistematicamente para aumentar o conhecimento, incluindo o conhecimento da humanidade, a cultura e a sociedade, e o uso de conhecimentos para novas aplicações. A área de pesquisa e desenvolvimento abrange investigação fundamental, investigação aplicada e desenvolvimento experimental". Fonte: BANCO MUNDIAL. Indicadores de Ciência e Tecnologia. Disponível em: <http://datos.bancomundial.org/indicador>.

[127] Em % do PIB. Fonte: BANCO MUNDIAL. Indicadores de Ciência e Tecnologia. Disponível em: <http://datos.bancomundial.org/indicador>.

número de estudos que o pais vem desenvolvendo tendo nas células-tronco uma área de pesquisa em franco desenvolvimento colocando-o como país promissor nesta área de pesquisa.

O “periódico fonte”, aqueles periódicos nos quais foram publicados os artigos dos pesquisadores do BRICS, constituiu-se em uma das variáveis analisadas e podemos correlacioná-la ao aumento do número de autores. Um volume grande de “produtores” na área de célula-tronco foi observado no segundo período, quando também houve um aumento expressivo de artigos, o que nos leva a inferir que há correlação entre ambas variáveis neste período.

Mas, voltando ao periódico fonte a fim de identificar aqueles com maior frequência de artigos publicados pelos BRICS, ao aplicarmos a lei de Bradford foi possível identificar o núcleo de periódicos para os BRICS, ou seja, aqueles de maior ocorrência de artigos publicados pelos pesquisadores dos BRICS. Este núcleo é composto por nove títulos de ampla abrangência temática, incluindo periódicos mono aos multitemáticos como *Bone Marrow Transplantation,* e *Stem Cells*, classificados em diversas categorias de assuntos, ambos com ampla cobertura em temas como *biologia celular*, *hematologia* e *oncologia*. Outros títulos nos chamam a atenção, como *Biomaterials*, periódico que cobre tema emergente da área de célula-tronco, como *engenharia biomédica* e *ciência dos materiais*. O tema nessa vertente surgiu no segundo período e, de acordo com a visualização no mapa de densidade, os países África do Sul, China, Rússia e Índia estão em estágio de desenvolvimento, enquanto no Brasil é tema com potencial de desenvolvimento.

Podemos dizer que, neste estudo, estagio de desenvolvimento indica um tema que se encontra em processo de estudo mais que aquele que tem potencial de desenvolvimento, Vejamos o caso do Brasil que no primeiro período a oftalmologia era uma categoria de assunto, pertencente a um agrupamento sinalizando um potencial ou não de estudo e que no segundo período encontra-se estagio de desenvolvimento.

O Brasil apresentou avanço com grande destaque no cenário das pesquisas na área de célula-tronco, que também foi acompanhado pelos BRICS, podemos destacar, não somente o número de artigos publicados, como também o aumento do número de agrupamentos específicos em campos promissores como a neurociências e biologia celular.

Quanto à origem dos periódicos fontes, os nacionais estiveram entre os preferidos dos pesquisadores dos BRICS, sobretudo no segundo período; a exceção é a África do Sul (Quadro 14). Certamente os periódicos nacionais são importantes veículos de disseminação da comunicação da pesquisa científica nacional e, quando publicados em outro idioma, como o inglês, e indexados numa base de dados internacional proporcionam maior visibilidade da

ciência local na arena científica internacional, bem como a comunicação multilíngue da produção científica.

Entre os periódicos internacionais, no primeiro período (1991-2000), podemos destacar *Bone Marrow Transplantation*, pois esteve presente na lista dos títulos top e na 1ª posição para o Brasil e China. No segundo período (2001-2010), *Bone Marrow Transplantation* ainda permanece na preferência dos pesquisadores brasileiros, dessa vez na 3ª posição, como também para os pesquisadores da Índia (5ª posição). Outro importante periódico para a produção brasileira, que ocupou a zona de densidade em ambos os períodos, foi *Blood*.

O conjunto de dados sobre os periódicos nos levou a observar uma característica na seleção do periódico fonte pelos pesquisadores dos BRICS: a interdisciplinaridade. Quanto a essa característica, observa Sonnenwald (2007, p. 646, tradução nossa) que "Tipicamente, os participantes vêm de diferentes disciplinas e trabalham em conjunto, integrando conhecimentos retirados de seus respectivos domínios para criar novos conhecimentos". Muito embora, não tenhamos analisado a origem dos autores das publicações é possível que a diversidade de títulos fontes, como também os que foram cocitados, seja resultado da diversidade de seus "participantes", dando, assim à área de célula-tronco uma natureza interdisciplinar, tal como sugerido por Zhao e Strotmann (2011).

A análise de agrupamento num estudo de concitação permite identificar a rede de itens interligados e visualizar alguns aspectos assim como confirmar outros, como, por exemplo, a identificação de campos emergentes ou com potencial de pesquisas e a confirmação ou consolidação desses campos, assim como a identificação da estrutura intelectual. A visualização dos agrupamentos através dos mapas de cocitação da estrutura intelectual para os BRICS indicou a interdisciplinaridade. Sobre este aspecto, Small (2010), sugere que somente a análise de cocitação de documentos, palavras-chave ou autores pode revelar a verdadeira interdisciplinaridade. Mas como dois periódicos de temáticas diferentes, como foi o caso da estatística com a genética, por exemplo, não seriam uma associação de temas com característica interdisciplinar? Acreditamos, no entanto, que também a proximidade entre periódicos cocitados sinaliza para relações de natureza interdisciplinar.

Os periódicos científicos sempre tiveram um papel relevante no seio da ciência desde seu surgimento no século XVII, como canal de registro e de comunicação formal. Freitas (2006, p. 54) coloca ainda que "Além de fonte privilegiada da história da ciência, o periódico científico pode ser considerado um espaço institucional da ciência, pois se insere dentro do universo das realizações e comunicação das atividades científicas". Eles também fazem parte integral das

atividades de ensino e pesquisa (PACKER, 2014). Por todas essas características, o periódico se tornou o centro da análise dos estudos bibliométricos e, neste estudo, foi utilizado na análise de cocitação, a fim de identificar a estrutura intelectual da área de célula-tronco.

No primeiro período (1991-2000), a configuração apresentada pelos mapas da estrutura intelectual e de densidade para os BRICS apresentou estrutura peculiar, o que se deve ao número de periódicos selecionado para compor a população de estudo de cada país. Foram detectadas, então, áreas com forte densidade em volta do periódico *Blood*, classificado na categoria de assunto *hematologia*, o que sugere que temas ligados à *hematologia* foram o centro de estudos da área de célula-tronco para os BRICS no primeiro período (1991-2000). Importante destacar que a *hematologia* é o mais antigo dos enfoques da pesquisa *com* células-tronco, ou seja, aquele em que esta célula é usada no tratamento de doenças do sangue, como a leucemia, por exemplo, terapia que é conhecida desde a década de 1960 (DUPONT, 1997).

Quanto ao segundo período, o potencial dos periódicos cocitados foi superior ao período anterior, visto que houve aumento do número de artigos originais publicados pelos BRICS. Essa dinâmica leva a um outro cenário com novas temáticas que surgiram. Podemos considerar algumas delas emergentes para o período, como a *engenharia tecidual e celular* e os *biomateriais*. Contudo, é bom lembrar que a posição dos periódicos nos mapas é determinada pelo coeficiente adotado pelo VOSviewer, como especificado na metodologia, o que vale dizer que estes periódicos foram cocitados num mesmo artigo e tem afinidade temática, como por exemplo os títulos *Blood* cocitado com *Bone Marrow Transplantation*. O oposto, ou seja, quanto mais distantes os títulos, menor a frequência de cocitação, ocorreu no primeiro período, enquanto no segundo a proximidade era não só com os periódicos, mas também com os agrupamentos, ressaltando em coerências temáticas.

Os mapas apresentaram, no segundo período, o centro preenchido com forte volume de cocitação, com periódicos que abrangem as temáticas de *biologia celular*, *biologia molecular*, *bioquímica*, *oncologia* e hematologia, que são temas *hot* para o segundo período. É possível também identificar áreas afastadas do centro, sugerindo temas em estágio ou com potencial de desenvolvimento, como aquela que teve como periódico central *Biomateriais* e que “[...] inclui recursos que analisam as características físicas do tecido vivo para auxiliar no desenvolvimento de substitutos sintéticos para reparos ou aumento de funções” (THOMSON REUTERS *online*, 2012, tradução nossa). Além deste, outros títulos também aparecem distantes do centro e abrangem temáticas como: Odontologia, Neurociências e Cardiologia.

Na Odontologia, observamos períodos alocados na categoria *cirurgia e medicina oral dentística*, indicando a pesquisa nesta temática foca no uso da terapia com células-tronco como uma estratégia para restaurar os tecidos e órgãos da cavidade bucal. Estudos dessa natureza, que demarcam um novo campo científico, a Odontologia Regenerativa, tiveram início em 2000, quando Gronthos et al. (2000) identificaram que na polpa dentária, de pacientes adultos, existem células clonogênicas, ou seja, com alto poder regenerativo, tal como as células-tronco.

Na temática de Neurociências, observamos forte representação dos periódicos *J Neurosci*, *Exp Neurol*, *J Neurosci Res*, *Neuron* e *Brain Res*. A categoria de assunto *neurociências* compreende recursos de pesquisa básica sobre o cérebro, fisiologia neural e função na saúde e na doença (THOMSON REUTERS, 2012). Este é um campo novo que abre possibilidades de avanços na área de célula-tronco no desenvolvimento de novas terapias, bem como criação de modelos para teste de novas drogas. Associada a essa categoria vem a *neurologia clinica* que "abrange recursos em todas as áreas de pesquisa clínica e prática médica em neurologia. O foco está em doenças neurológicas tradicionais e doenças como a demência, acidente vascular cerebral [AVC], epilepsia, dor de cabeça, esclerose múltipla, e distúrbios de movimento que têm importância clínica e socioeconômica" (THOMSON REUTERS *online*, 2012, tradução nossa). Banerjee et al. (2012) consideram a terapia com células-tronco como uma modalidade terapêutica com grandes possiblidades de aplicação nos acidentes vasculares cerebrais (AVC). Para esses, o AVC é a segunda e mais comum causa de morte no mundo, vindo na frente as doenças do coração.

Por fim, na temática Cardiologia, *Circulation* foi o periódico de maior representação. Destacam Banerjee et al. (2012) que as doenças do coração são a primeira causa de morte no mundo e os estudos na área de célula-tronco avançam nessa área, colocando China e Brasil no cenário internacional. Segundo Piveta (2005), Alemanha e Brasil são referências internacionais em terapias que utilizam células-tronco da medula óssea dos próprios pacientes no tratamento de problemas cardíacos.

Outras duas categorias de assuntos merecem destaque como a *oftalmologia*, sendo *Invest Ophth Vis Sci*, *Ophthalmology* e *Arch Ophthalmol-Chic* periódicos de maior representação e *engenharia tecidual e celular*, representada pelo título *Tissue Eng*, que abrange estudos com células-tronco que pode ser redesenhada e manipulada incluindo o desenvolvimento de vários tipos de células-tronco modificadas (THOMSON REUTERS, 2012).

Com a análise dos dados, chegamos à frente de pesquisa determinada por um conjunto de periódicos cocitados para os BRICS. No primeiro período (1991-2010), a frente de pesquisa foi

composta por oito títulos com abrangência em temas ligados à hematologia, sendo eles: *Blood*, *Cell*, *Exp Hematol*, *Brit J Haematol*, *Bone Marrow Transpl*, *Cancer Res*, *J Exp Med*, *J Immunol*. O perfil destes periódicos nos direciona a um campo de pesquisa aplicada, ou seja, àquela em que a células-tronco tem uma aplicação de cunho terapêutico. No segundo período, a frente de pesquisa está direcionada por um numero muito superior de periódicos, dos quais dez primeiros títulos foram selecionados, sendo o conjunto dividido em dois grupos: o primeiro formado por periódicos que compreendem temáticas ligadas ao campo de pesquisa básico da área de célula-tronco (entre eles *Stem Cells*, *Cell*, *J Biol Ch*em, *Biomaterials*, *Development, J Neurosci)* e o segundo com periódicos direcionados à vertente aplicada da área de célula-tronco (*Blood*, *Cancer Res*, *Bone Marrow Transpl*, *Circulation*).

No conjunto dos 10 títulos, do segundo período, podemos ainda identificar a frente de pesquisa emergente que compreende os periódicos cocitados que não estavam presentes no período anterior (1991-2001) e que também possuem alta frequência de cocitação (SMALL, 2003). Destes periódicos, destacamos dois que tratam de temáticas com grande potencial de desenvolvimento: *Biomaterial*, *J Neurosci* e *Circulation*.

Os resultados indicaram o potencial dos BRICS, na área de célula-tronco, sugerindo avanços em áreas núcleo com a biologia celular e neurociências como também em áreas já sedimentadas como a hematologia e oncologia. Outras perspectivas também foram detectadas, sobretudo no campo da medicina clínica como a oftalmologia, cardiologia e odontologia, por exemplo.

CONCLUSÃO

Estudar as mudanças da ciência, a depender do ângulo de análise, não é tarefa fácil, e, quando se trata de uma área em franca expansão, como a de células-tronco, o desafio se torna maior, pois como esta está ainda em construção, ou seja, se delineando como área, e novas estruturas intelectuais vão emergindo, oferecendo desafios especiais para estudo.

A área de célula-tronco compreende um conjunto de descobertas que no início deste estudo não eram visíveis. Entender e conhecer as diferentes tipologias de células-tronco surge, neste momento como um alvo para futuros estudos: quais tipos prevalecem nas publicações dos BRICS? Houve alterações ao longo do tempo na estrutura intelectual dos BRICS? Estas e outras questões semelhantes restam em aberto uma vez que nosso estudo teve um escopo mais amplo.

Como a meta era estudar a estrutura intelectual da produção científica dos BRICS no período de duas décadas, 1991 a 2000 e 2001 a 2010, tempo viável para verificar mudanças na base do conhecimento, utilizamos a cocitação de periódicos como a técnica de análise, que é pouco difundida na ciência brasileira como também nos demais países da América Latina.

Com os dados foi possível obter algumas respostas às questões de pesquisa: O estágio das publicações, principalmente em artigos originais, na área de célula-tronco cresceu em relação ao primeiro período (1991-2000) o que vem evidenciar maior número de pesquisadores atuando na área e sinalizar o potencial que os BRICS tem no desenvolvimento de temas de natureza emergente, como o de células-tronco. Como o mapeamento da estrutura intelectual foi possível ainda identificar, por meio dos periódicos cocitados, o perfil de desenvolvimento na área de célula-tronco passando de pesquisa aplicada para um enfoque mais básico o que sinaliza que os BRICS acompanham o cenário internacional numa área tão promissora como a de células-tronco. A seguir, foram selecionados algumas análises e dados que corroboram para confirmação da hipótese inicial desta tese, que foi de identificar se as estruturas intelectuais de países com o mesmo perfil de desenvolvimento são semelhantes.

O estudo diacrônico da evolução da produção científica para o período de 1991 a 2000 apresentou produção de artigos originais que se expandiu na década seguinte, ou seja, 2001 a 2010 quando o Brasil assumiu a 2ª posição, sendo superado pela China. Os resultados para os países dos BRICS quanto ao tempo de duplicação da literatura, que foi bem superior ao estimado

por Price (1976), e pelo volume da taxa de crescimento, nos direcionam a uma literatura em constante crescimento refletindo o grau de desenvolvimento da área de célula-tronco.

Quanto aos periódicos fontes, nos quais foi publicada a produção científica dos BRICS, mensurada em artigos científicos, o núcleo, revelado pela aplicação da lei de Bradford, foi formado por nove títulos seja de abrangência mais especifica, como hematologia, seja com escopo mais amplo, como biologia e áreas afins.

Comparando a estrutura intelectual da área de células-tronco para os BRICS, podemos dizer que a dinâmica do primeiro período foi mais estática, uma vez que a densidade de cocitação foi em torno dos temas voltados à hematologia. É nítido que o espectro de assuntos se alargou no segundo período, tornando-o mais dinâmico, com *insights* de novos temas já em via de desenvolvimento como a odontologia, neurociências, cardiologia, oftalmologia e biomateriais, Contudo, os temas *hot*, no segundo período, foram biologia celular, biologia molecular e bioquímica.

Os resultados das análises efetuadas nos dois períodos para os BRICS vão ao encontro dos estudos desenvolvidos e apresentados anteriormente por Cantos-Mateos et al. (2012), Zhao e Strotmann (2011), Li et al. (2009) e Na e Wu (2011), que realçam a importância da biologia celular, e consequentemente da pesquisa básica, para a área de célula-tronco. Vale ainda ressaltar a observação de Li et al. (2009) que analisaram a produção científica mundial, abrangendo o período de 1991 a 2006, para os primeiros anos os autores destacaram a hematologia, oncologia e biologia celular, que constituíram o centro das atenções, resultado que se equipara ao nosso primeiro período (1991-2000) visível nos mapas de densidade para os BRICS. Os resultados também vão ao encontro das conclusões de Li et al. (2009), para o segundo período, ouse seja, para esses autores a biologia celular superou a hematologia a partir do século XXI, fato esse também verificado pelas analise dos número de agrupamentos no qual a categoria de assunto *biologia celular* foi a mais frequente e de maior zona de densidade nos mapas de densidades para os BRICS. Os estudos supracitados também realçam a importância da medicina regenerativa e das neurociências para a área de célula-tronco.

Essa dinâmica, referida, no parágrafo anterior, foi analisada sobre dois prismas de análise, ou seja, uma acurada, efetuada no mapas das estruturas intelectuais, e outra uma leitura global nos mapas de densidade. A primeira deu maior ênfase aos agrupamentos, verificando qual o periódico de maior frequência de cocitação, o que poderíamos chamar de periódico cocitado central do agrupamento. Uma análise mais apurada nos levou a detalhes mais específicos, visto que quando os periódicos cocitados foram examinados pelas suas respectivas categorias de

assuntos, o resultado foi mais refinado, identificando, inclusive, temas implícitos. Com isso, queremos dizer que nem sempre o periódico de maior frequência de cocitação direciona o escopo do agrupamento, e sim a análise das categorias de assuntos de cada periódico cocitado, que fazia parte de um agrupamento.

Na segunda leitura, realizada nos mapas de densidade, a atenção foi focalizada nas zonas consideradas de alta densidade e de densidade moderada, o que veio a proporcionar um melhor conhecimento de temáticas já desenvolvidas, como a hematologia, e as relacionadas com a biologia, visíveis no segundo período, bem como aquelas que se encontram em estágio de crescimento e aquelas em vias de desenvolvimento. O cotejamento dos mapas, da estrutura intelectual e de densidade, dos BRICS assegurou com acurácia a identificação da estrutura intelectual em ambos períodos, levando a determinar aqueles periódicos cocitados que compõem a base do conhecimento da área de células-tronco para os BRICS.

As categorias de assuntos, que representaram os conteúdos temáticos dos periódicos cocitados, segundo classificação adotada pelo JCR, foram estratificadas em 1º, 2º, 3º e 4º quartis, onde o 1º quartil correspondeu às categorias de maior frequência enquanto as de menor frequência ocuparam o 4º quartil. Essas categorias migraram, num espaço de 10 anos (1991-2000 a 2001-2010), ao para o 1º ou o 2º quartis, significando um novo impulso às pesquisas na área de célula-tronco para os BRICS.

Podemos citar algumas dessas categorias de assuntos para os BRICS. Para o Brasil os periódicos cocitados na categoria de assunto *engenharia tecidual e celular*, que no primeiro período, ocupou 4º quartil, na 10ª posição do total de 13 categorias de assuntos, passou, no segundo período, a ocupar a 26ª posição (2º quartil) de 69 categorias. Vale ainda ressaltar que essa categoria constitui um campo de investigação em estágio de desenvolvimento no qual as pesquisas estão voltadas na reposição ou recomposição de determinado tecido. Esta categoria de assunto esteve presente em três agrupamentos, sendo que dois agrupamentos (agrupamentos 2 e 6) foi cocitada com os periódicos nas categorias de assuntos *engenharia biomédica* e *ciências dos materiais, biomateriais*, representada pelo periódico *Biomaterials*, que nos leva a concluir que ambas categorias estão no imo das pesquisas na área de célula-tronco tronado um campo bem promissor.

Junto as categorias de assuntos *engenharia tecidual e celular*, *engenharia biomédica* e *ciências dos materiais, biomateriais*, podemos citar também a *fisiologia*, que antes estava no 4º quartil e passou a ocupar o 2º, no segundo período, e esteve presente também nos agrupamentos 2 e 3 o que nos direciona a inferir que os periódicos cocitados nesta categoria de assunto são

coadjuvantes com os periódicos cocitados nas categorias supracitadas colocando o Brasil no cenário da Medicina Regenerativa. O desenvolvimento atual sugere um lugar ainda melhor para estas pesquisas na próxima década (2011-2020); é provável que essas categorias avancem para o 1º quartil.

Nos demais países, ou seja, China, Rússia, Índia e África do Sul, os periódicos cocitados na categoria de assunto *engenharia tecidual e celular* estão no 2º quartil, tal como o Brasil, e estavam presentes, com exceção da Índia e África do Sul, também no primeiro período na China e Rússia ocupando o 3º quartil.

Outra categoria de assunto que merece destaque é aquela relacionada com os periódicos cocitados na categoria de assunto *engenharia biomédica*, ou bioengenharia, que tem atuação na contexto da Medicina Regenerativa presente em todos os BRICS, sendo um campo interdisciplinar e multiprofissional. Segundo BOROJEVIC (2008, p. 45), este campo "visa produzir estruturas capazes de substituírem tecidos ou órgãos que perderam a sua estrutura e/ou função", o que pode ser a solução para diferentes doenças que acometem tecidos e órgãos (SILVA; DUAILIBI, 2006, *online*).

A Rússia foi o único país dos BRICS, no primeiro período, a conter periódicos cocitados na categoria de assunto neurociências, que ocupava o 3º quartil. No período seguinte, o avanço da Neurociências, na área de células-tronco, foi tão evidente que Brasil, China, Rússia e Índia, exceto África do Sul apresentaram agrupamentos de periódicos cocitados nesta categoria, que passou a ocupar as primeiras posições no ranking das categorias mais frequentes.

O cenário exposto coloca os países dos BRICES na área de células-tronco numa conjuntura de grande potencial, provavelmente num patamar de igualdade com outros países onde as pesquisas na área de células-tronco estão mais avançadas.

A visualização da informação vem se tornando uma disciplina emergente no campo dos estudos métricos da informação que utiliza como unidade de análise os autores, documentos, periódicos, palavras, categorias de assuntos, possibilitando visualizar relações a partir de diferentes níveis: individuo, instituição, campo ou um país. Quando baseada em cocitação, tais analises permitem visualizar a estrutura intelectual de uma área, um domínio ou uma especialidade.

Este estudo, que ora finaliza, abre novas possibilidades de estudo num terreno em constante evolução, tanto no que se refere ao mapeamento da ciência como ao da área de célula-tronco, o que requer dedicação e motivação para superar as dificuldades, uma vez que aplicações

de diferentes abordagens de cocitação vão representar, num futuro próximo, desafios diferentes, desde a disponibilidade de dados, normalização, processamento, análise e interpretação.

E, respondendo à pergunta efetuada na introdução, deste trabalho, e com base nas análises dos dados, podemos, então, dizer que há similaridade na estrutura do conhecimento da área de células-tronco para os BRICS no período de 1991 a 2000, com forte direcionamento à pesquisa aplicada, tendo na hematologia seu foco principal de atenção. Já no período de 2001 a 2010, há maior concentração nas pesquisas básicas com potencial em áreas que poderão revolucionar toda área de célula-tronco, como por exemplo, a neurociências e o emprego dos biomateriais na medicina regenerativa, o que nos motiva a desenvolver novos estudos com novas propostas metodológicas.

O campo da visualização da informação tem potencial para integrar os conhecimentos e ser aplicado no estudo de diferentes campos da ciência e da tecnologia, e uma de suas características deve ser a ubiquidade no monitoramento do desenvolvimento científico e tecnológico a fim de identificar pontos de efervescência na área de célula-tronco, resultando num suporte à comunidade para um entendimento da área.

O estudo apresentado foi vigor para novos desafios num futuro próximo: um deles será continuidade deste estudo, recorrendo ao mesmo aparato metodológico. Ainda com esse conjunto de dados, será viável também realizar novos estudos como a análise de cocitação de autor e de documentos, bem como a coocorrência de palavras a fim de identificar a evolução dos temas de pesquisa na área de célula-tronco.

Com o desenvolvimento do referencial teórico foi possível identificar outros “subcampos” na área de célula-tronco, um deles voltado para células-tronco pluripotentes induzidas (iPC) que nos dá um novo cenário de estudos com múltiplas perspectivas metodológicas que envolvem não só a análise de cocitação como também de coocorrência (coautoria, copalavra). A iPC desempenha importante papel na pesquisa básica, visto que representam um grande potencial para a medicina, tanto do ponto de vista da elaboração de novos fármacos, feitos sobre medida para cada paciente, como também seu uso na medicina regenerativa.

Todo este desafio deverá ser aliado a outros como, por exemplo, o estudo de novos ferramentais de mapeamento da ciência e emprego de novos métodos que proporcionem novas perspectivas de visualização da informação.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Seminário nacional sobre regulação em terapias celulares**: relatório. Brasília, 2012. 64 p. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/9ba2c80403bc0fbb87df8dc5a12ff52/terapias+celulares+baixa.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em: 15 out. 2015.

AGUILLO, Isidro F. **Cibermetría**: introducción teórico-práctica. Oct. 2009. Versión 1.56. Disponível em: <http://www.dgei.unam.mx/Cibermetria.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2013.

AHLGREN, Per; JARNEVING, Bo; ROUSSEAU, Ronal. Requirement for a cocitation similarity measure, with special reference to Pearson's correlation coefficient. **Journal of the American Society for Information Science and Technology**, v. 54, n. 6, p. 550-560, 2003.

ALMIND, Tomas C; INGWERSEN, Peter. Informetric analyses on the world wide web: methodological approaches to 'Webometrics'**. Journal of Documentation**, v. 53, n. 4, p. 404-426, 1997.

AN, Xin Ying; WU, Qing Qiang. Co-word analysis of the trends in stem cells field based on subject heading weighting. **Scientometrics**, v. 88, p. 133–144, 2011.

ANDREWS, James E. An author co-citation analysis of medical informatics. **Journal of the Medical Library Association**, v. 91, n. 1, p. 456, jan. 2003.

APPIO, Francesco Paolo; CESARONI, Fabrizio; MININ, Alberto Di. Visualizing the structure and bridges of the intellectual property management and strategy literature: a document co-citation analysis. **Scientometrics**, v. 101, p. 623-661, 2014.

ARAUJO, Ronaldo Ferreira; ALVARENGA, Lídia. A bibiometria na pesquisa científica de pós-graduação brasileira de 1987 a 2007. **Encontros Bibli**: Revista Eletrônica de Biblioteconomia e Ciência da Informação, Florianópolis, v. 16, n. 31, p-51-70, 2011.

ARENAS, Simón; ROMERO, Alfredo. Indicadores bibliométricos de la revista científica Zootecnia Tropical. **Zotecnia Tropical**, v. 21, v. 3, p. 325-350, 2003.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO. Grupo de Trabalho da Ancib. Disponivel em: <http://www.ancib.org.br/index.php/apresentacao>. Acesso em: 16 abr. 2014.

BAILÓN-MORENO, R; JURADO-ALAMEDA, E. RUIZ-BAÑOS, R; COURTIAL, J. P. Bibliometric laws: empirical flaws of fit. **Scientometrics**, v. 63, n. 2, p. 209-229, 2005.

BARBETTA, Pedro Alberto. **Estatística aplicada às ciências sociais**. 4.ed. Florianópolis: UFSC, 2001.

BARFOOT, Jan; KEMP, Emma; DOHERTY, Kate; BLACKBURN, Clare; SENGOKU, Shintaro; van SERVELLEN, Alexander; GAVAI, Anand; Karlsson, Anders. **Stem cell research**: trends in and perspectives on the evolving international landscape. 2013. Disponível em: http://www.eurostemcell.org/story/stem-cell-research-trends-and-perspectives-evolving-international-landscape>. Acesso em: 19 maio 2014.

BASSECOULARD, E; ZITT, M. Indicators in a research institute: a multilevel classification of journals. **Scientometrics**, v. 44, n. 3, p. 323-345, 1999.

BATAGELJ, Vladimir; MRVAR, Andrej. **Pajek**: program for large network analysis. [20--?]. Disponível em: <http://vlado.fmf.uni-lj.si/pub/networks/pajek/>. Acesso: 20 out. 2014.

BATTY, Michael. The geography of scientific citation. **Environment and Planning A**, v. 35, v. 5, p. 761–765, 2003.

BAYER, Aan. E; SMART, John C; McLAUGHLIN, Gerald W. Mapping intellectual structure of a scientific subfield through author cocitations. **Journal of the American Society for Information Science**, v. 41, n. 6, p. 444-452, 1990.

BELLIS, Nicolas de. **Bibliometrics and citation analysis**: from the Science Citation Index to Cybermetrics. Lanham, Maryland: Scarecrow Press, 2009.

BEN-DAVID, Uri; KOPPER, Oded; BENVENIST, Nissim. Expanding the boundaries of embryonic stem cell research. **Cell Stem Cell**, v. 10, n. 6, p. 666–677, 2012.

BORBA, Diego dos Santos; VAN DER LAAN, Regina Helena; CHINI, Bernadete Ros. Palavras-chave: convergências e diferenciações entre a linguagem natural e a terminologia. **Perspectivas em Ciência da Informação**, Belo Horizonte, v. 17, n. 2, jun. 2012.

BORGATTI, Steve P; EVERETT, Martin G; FREEMAN, Lin C. **UCINET for Windows**: software for social network analysis. Harvard, MA: Analytic Technologies, 2002.

BORGMAN, C. L; FURNER, J. Scholarly communication and bibliometrics. **Annual Review of Information Science and Technology**, v. 36, n.1, p. 2-72, 2002.

BÖRNER, Katy; CHEN, Chaomei; BOYACK, Kevin W. Visualizing knowledge domains. **Annual Review of Information Science and Technology**, v**.** 37, v. 1, p. 179–255, 2003.

BÖRNER, Katy; SANYAL, Soma; VESPIGNANI, Alessandro. Network science. **Annual Review of Information Science and Technology**, v. 41, n. 1, p. 537-607, 2007.

BORNMANN, Lutz; DANIEL, Hans-Dieter. What do citation counts measure? A review of studies on citing behavior. **Journal of Documentation**, v. 64, n. 1, p. 45-80, 2008.

BOYACK, Kevin W. Mapping knowledge domains: characterizing PNAS. **PNAS**, v. 101, p. 5192–5199, 2004. (sup. 1),

BRAAM, Robert R; MOED, Henk F: van RAAN, Anthony F. J. Mapping of Science by combined co-citation and word analysis. I. Structural Aspects. **Journal of the American Society for Information Science**, v. 42, n. 4, p. 233-251, 1991.

BRADFORD, S. C. **Documentação**. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1961.

BRASIL. Ministério da Saúde. Departamento de Ciência e Tecnologia, Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. Fomento às pesquisas em terapia celular e células tronco no Brasil. **Revista de Saúde Públ**ica, v. 44, n. 4, p. 763-766, 2010.

BRASIL. DECRETO Nº 4.343, de 20 de março de 1869. **Dispõe sobre a execução da nova Tarifa das Alfandegas e suas disposições preliminares**. Coleção de Leis do Império do Brasil,1869. Vol. 1, p. 76. pt. II (Publicação Original). Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1824-1899/decreto-4343-20-marco-1869-552840-norma-pe.html>. Acesso em: 14 mar. 2013.

BRAGANÇA, José; TAVARES, Álvaro; BELO, José. A. células estaminais e medicina regenerativa: um admirável mundo novo. **Revista da Sociedade Portuguesa de Bioquímica**, n. 7, p. 4-17, 2010. Disponível em: <http://canalbq.spb.pt/docs/canalBQ_0007-4-17.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2013.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Brasil**: dispêndio nacional em ciência e tecnologia (C&T), 2000-2012. 2014a. Atualizado em 24 de junho de 2014. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/9058/Brasil_ Dispendio_nacional_em_ciencia_e_tecnologia_C_T_sup_1_sup_.html>. Acesso em: 13 out. 2014.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Brasil**: Pesquisadores e pessoal de apoio envolvidos em pesquisa e desenvolvimento (P&D), em número de pessoas, por setor

institucional e categoria, 2000-2010. 2012. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/2075.html>. Acesso em: 6 ago. 2013.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Número de artigos brasileiros, da América Latina e do mundo publicados em periódicos científicos indexados pela Thomson/ISI e SCOPUS**, 1996-2012. 2014b. Atualizado em 26 de janeiro de 2014. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/ 5710.html>.: Acesso em: 13 out. 2014.

BOROJEVIC, Radovan. Terapias celulares e bioengenharia. **Gazeta Média da Bahia**, Salvador, v. 78, p. 42-46, 2008 (Suplemento 1).

BUONOCORE, Domingo. **Diccionario de bibliotecologia**: términos relativos a la bibliogía, bibliografía, bibliofilia, biblioteconomia, archivología, documentalogía, tipografia y matérias afins. 2. ed. aum. Buenos Aires: Marymar, 1976.

BYDLOWSKI, Sergio P; DEBES, Adriana A; MASELLI, Luciana M. F; JANZ, Felipe L. Características biológicas das células-tronco mesenquimais. **Revista Brasileira de Hematologia e Hemoterapia**, São Paulo , v. 31, supl. 1, p. 25-35, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-84842009000700006&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 11 Abr. 2015.

CAHLIK, Tomas. Comparison of the maps of science. **Scientometrics**, v. 49, n. 3, p. 373-387, 2000.

CALERO, Ana Isabel Bonilla. **La colaboração y la visibilidade em las disciplinas de Física em Science Citation Index y arXiv (2000-2005**). Tese – Departamento de Biblioteconomía y Documentación. Universidad Carlos III de Madrid, Getafe, 2009.

CALLON, M; COURTIAL, J. P; LAVILLE, F. Co-word analysis for basic and technological research. **Scientometrics**, v. 22, n. 1, p. 155-205, 1991.

CANTOS-MATEOS, G; VARGAS-QUESADA, B; CHINCHILLA-RODRI´GUEZ, Z; Zulueta, M.A. Stem cell research: bibliometric analysis of main research areas through KeyWords Plus. **Aslib Proceedings**: new information perspectives, v. 64, n. 6, p. 561-590, 2012.

CARREÑO, Lina M; POUTOU-PINALES, Raúl A; MATTAR, Salim; GONZALEZ, Marco. Indicadores bibliométricos de actividad de la revista MVZ Córdoba 1994-2008. **Rev. MVZ Cordoba**, v. 14, n. 1, p. 1531-1543, 2009.

CARVALHO; Antônio Carlos Campos de; CORSSO, Cristiane del. Células-tronco: memória, pesquisa e tecnologia. In: EMERICK, Maria Celeste.; MONTENEGRO, Karla Bernardo Mattoso.; DEGRAVE, Wim. (Org.). **Novas tecnologias na genética humana**: avanços e impactos para a saúde. Rio de Janeiro: GESTEC-Nit, 2007.

CARVALHO, Maira de Lourdes Borges de. Índices de citações: uma revisão da literatura. **Revista da Escola de Biblioteconomia da UFMG**, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 297-216, set. 1973.

CAVALCANTI, Ilce Gonçalves Milet; BARRETO, Aldo de Albuquerque; SOUZA, Rosali Fernandez de. Acompanhamento das dissertações/teses apresentadas/defendidas no Programa de Pós-Graduação do CNPq/IBICT–UFRJ/ECO, no período de 1972 a 1995. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 24, n. 1, p. 1995.

CELULAS-TRONCO. Wikipédia, a enciclopédia livre. Disponivel em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/C%C3%A9lula-tronco>. Acesso em: 22 maio 2013.

CHAVIANO, Orlando Gregorio. Algunas consideraciones teórico-conceptuales sobre las disciplinas métricas. **ACIMED**, Habana, v. 12, n. 5, 2004. Disponível em: <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-94352004000500007&lng=es&nrm=iso>. Acesso em: 8 abr. 2013.

CHEN, Chaomei; PAUL, Ray J. Visualizing a knowledge domain's intellectual structure. **Computer**, v. 34, v. 3, p. 65-71, 2001.

CHEN, Chaomei; KULJIS, Jasna. The rising landscape: a visual exploration of superstring revolutions in physics. **Journal of the American Society for Information Science and Technology**, v. 54, n. 5, p. 435–446, 2003.

CHEN, Chaomei. CiteSpace II: Detecting and visualizing emerging trends and transient patterns in scientific literature. **Journal of the American Society for Information Science and Technology**, v. 57, n. 3, p. 359–377. 2006.

CHEN, Chaomei; IBEKWE-SANJUAN, Fidelia; HOU, Jianhua. The structure and dynamics of cocitação clusters: A multiple-perspective cocitação analysis. **Journal of the American Society for Information Science and Technology Information**, v. 61, n. 7, p. 1386–1409, 2010.

COBO, M. J.; LÓPEZ-HERRERA, A. G.; HERRERA-VIEDMA, E.; HERRERA, F. Science mapping software tools: Review, analysis, and cooperative study among tools. **Journal of the American Society for Information Science and Technology,** v. 62, n. 7 p. 1382-1402, 2011

COBO, M. J.; LÓPEZ-HERRERA, A. G.; HERRERA-VIEDMA, E.; HERRERA, F. Science mapping software tools: SciMAT: a new science mapping analysis software tool. **Journal of the American Society for Information Science and Technolo**gy, v. 63, n. 8 p. 1609–1630, 2012.

COELHO, Cristiano Jackson da C.; CARVALHO, Yulla Klinger P. de; SILVA, Marcello de A.; MARQUES, Lana Grasiela A.; SANTOS, Maria Rita de M. C.; CARVALHO, Maria Acelina M. de. Correlação entre publicações científicas e patentes com células-tronco pluripotente induzidas (IPS): bases para uma prospecção tecnológica. **Revista GEINTEC**, São Cristóvão/SE, v. 4, n. 5, p.1574 -1582, 2014.

COLLAZO-REYES, Francisco. Growth of the number of indexed journals of Latin America and the Caribbean: the effect on the impact of each country. **Scientometrics**, v. 98, n, 1, p. 197-209, 2014.

COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR. **Mestrados/Doutorados Reconhecidos**. Data Atualização: 20/03/2015. 2015b. Disponível em: <http://conteudoweb.capes.gov.br/conteudoweb/ProjetoRelacaoCursosServlet?acao=pesquisarRegiao>. Acesso em: 16 jun. 2015.

COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR. GEOCAPES. Sistema de informações georreferenciais. **Indicadores**: distribuições de programas de pós-graduação no Brasil, 2013. 2015a. Disponível em: <http://geocapes.capes.gov.br/geocapes2/>. Acesso em: 25 maio 2015.

COSTAS, Rodrigo; BORDONS, Maria. Bibliometric indicators at the micro-level: some results in the area of natural resources at the Spanish CSIC. **Research Evaluation**, v. 14, n. 2, p. 110–120, Aug. 2005.

CRUZ, Carlos Henrique de Brito. **O desafio de aumentar o impacto da ciência brasileir**a. Disponível em: <http://www.fapesp.br/eventos/2013/05/confap/desafio-impacto-confap.pdf>. Acesso em: 5 ago. 2013.

CUNHA, Marciano de Almeida. Abertura indiscriminada de cursos superiores de administração no Brasil: um entendimento histórico para uma política emergente. **Revista Brasileira de Docência, Ensino e Pesquisa em Administração**, v. 1, n. 2, p.110-130, jul. 2009. (Edição Especial).

CUNHA, Murilo Bastos da; CAVALCANTI, Cordélia Robalinho de Oliveira. O. **Dicionário de Biblioteconomia e Arquivologia**. Brasília: Briquet de Lemos/Livros, 2008.

DANTAS, Flávio. Responsabilidade social e pós-graduação no Brasil: idéias para (avali)ação. **Revista Brasileira de Pós-Graduação**, v. 1, n. 2, p. 141-159, nov. 2004. Disponível em:

<http://www2.capes.gov.br/rbpg/images/stories/downloads/RBPG/Vol.1_2_nov2004_/160_172_responsabilidadesocial_posgraduacao_brasil.pdf>. Acesso em: 3 ago. 2013.

DAVYT, Amilcar; VELHO, Léa. A avaliação da ciência e a revisão por pares: passado e presente. Como será o futuro?. **História, Ciências, Saúde - Manguinhos**, Rio de Janeiro , v. 7, n. 1, p. 93-116, jun, 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-59702000000200005&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 5 abr. 2015.

DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES. National Institutes of Health. Stem Cell Information. 2015. Disponível em: <http://stemcells.nih.gov/info/basics/pages/basics4.aspx>. Acesso em: 2 abr. 2015.

DING, Ying; CHOWDHURY, Gobinda G; SCHUBERT, Foo. Bibliometric cartography of information retrieval research by using co-word analysis. **Information Processing & Management**, v. 37, n. 6, p. 817-842, 2001.

DINIZ, Debora; AVELINO, Daniel. Cenário internacional da pesquisa em células-tronco embrionárias. **Revista de Saúde Pública**, v. 43, n. 3, 2009. Disponível em; <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89102009000300019&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em 11 abr. 2015.

DUPONT, B. Immunology of hematopoietic stem cell transplantation: a brief review of its history. **Immunological Reviews**, v. 157, n. 1, p. 5–12, 1997.

DURIEUX, Valérie; GEVENOIS, Valérie. Bibliometric Indicators: quality measurements of scientifi c publication. **Radiology**, v. 255, n. 2, p. 342-351, May 2010

EGGHE, Leo. Bridging the gaps: conceptual discussions on informetrics. **Scientometrics**, v. 30, n. 1, p. 35-47, 1994.

ELSEVIER(a). **ScienceDirect**. [20--?]a. Disponível em: <http://www.americalatina.elsevier.com/sul/pt-br/science_direct.php>. Acesso em: 2 ago. 2014.

ELSEVIER(b). **Scopus**. [200--?]b. Disponível em:

<http://www.americalatina.elsevier.com/sul/pt-br/scopus.php>. Acesso em: 2 ago. 2014.

EOM, S. **Author cocitation analysis using custom bibliographic databases**: an exploratory tool for digging up reference disciplines. Disponível em:

<http://is2.lse.ac.uk/asp/aspecis/20040045>. Acesso em: 2 fev. 2013.

ESCOLA DE CIRURGIA DA BAHIA. **Dicionário Histórico-Biográfico das Ciências da Saúde no Brasil (1832-1930)**. Disponível em:<http://www.dichistoriasaude.coc.fiocruz.br>. Acesso em: 7 mar. 2013.

FÁVERO, Maria de Lourdes de Albuquerque. A universidade do Brasil: um itinerário marcado de lutas. **Revista Brasileira de Educação**, n. 10, p. 16-32, jan./fev./mar./abr., 1999.

FÁVERO, Maria de Lourdes de Albuquerque. A universidade no Brasil: das origens à reforma universitária de 1968. **Educar**, Curitiba, n. 28, p. 17-36, 2006.

FERMANDE, Luiz; GARCIA, Ana Saggioro; FRANÇA, Gabrielle; CARESIA, Marina. O desenvolvimento na era do conhecimento: a evolução da participação dos BRICS na produção científica e tecnológica mundial, de 1996 a 2010. **BRICS Policy Center**: policy brief. 2011. Disponível em: <http://bricspolicycenter.org/homolog/uploads/trabalhos/3226/doc/1436536132.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2014.

FONSECA, Edson Nery (Org.). **Bibliometira**: teoria e prática. São Paulo: Cultrix; Editora da Universidade de São Paulo, 1986.

FREEMAN, Linton. Visualizing social networks. **Journal of Social Structure,** v. 1, n. 1, 2000. Disponível em: <http://www.cmu.edu/joss/content/articles/ volume1/ Freeman.html>. Acesso em: 8 out. 2013.

FERREIRO ALÁEZ, Luiz. **Bibliometria** (análisis bivariante). Madrid: EYPASA, 1993.

FREITAS, Maria Helena. Considerações acerca dos primeiros periódicos científicos brasileiros. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 35, n. 3, p. 54-66, set./dez. 2006.

FUJITA, Mariângela Spotti Lopes. A representação documentária de artigos científicos em educação especial: orientação aos autores para determinação de palavras chaves. **Revista Brasileira de Educação Especial**, Marília, v. 10, n. 03, 2004. Disponível em: <http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-65382004000300002&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 23 abr. 2013.

FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO. Análise da produção científica a partir de publicações em periódicos especializados. In: BRENTANI, Ricardo Renzo; CRUZ, Carlos Henrique de Brito (Coord.). **Indicadores de ciência, tecnologia e inovação em São Paulo 2010**. São Paulo, 2011. v. 1. cap. 4. p. 4-1–4-71. Disponível em: <http://www.fapesp.br/indicadores/2010/volume1/cap4.pdf>. Acesso em: 8 maio 2013.

GALLI, Alessandra; ROCHA, Carlos Eduardo; COLDIBELI, Katiane; REIS, Dálcio Roberto dos; CASAGRANDE JÚNIOR, Eloy Fassi; SCHNEIDER, Fábio Kurt. Ciência, Tecnologia e Inovação em uma organização brasileira sob os requisitos do Manual de Bogotá. **Espacios**, v. 32, n. 4, 2011. Disponível em: <http://www.revistaespacios.com/a11v32n04/11320471.html>. Acesso em: 25 set. 2013.

GARFIELD, Eugene. Citation Indexes for Science: a new dimension in documentation through association of ideas. **Science**, v. 122, p. 108-115, jul.,1955.

GARFIELD, Eugene. Can citation indexing be automated? **Essays of an Information Scientist**, v. 1, p. 84-90, 1962

GARFIELD, Eugene. Citation indexes in sociological and historical research, **American Documentation**, v. 14, n. 4, p. 289-291, 1963.

.

GARFIELD, Eugene. Science Citation Index: a new dimension in indexing. **Science**, v.144, n. 3619, p. 649-654, 1964.

GARACISI FILHO, Fabio Antonio; CÂMARA, Márcia Regina Gabardo da. Indicadores do desenvolvimento científico nos BRICS. **SemeAD**: Seminários de Administração. out. 2011. Disponível em: <http://www.ead.fea.usp.br/semead/14semead/resultado/trabalhosPDF/416.pdf>. Acesso em: 28 out. 2014.

GAUTHIER, Élaine. **Bibliometric analysis of scientific and technological research**: a user's guide to the methodology. Observatoire des Sciences et des Technologies (CIRST), 1998. (88F0006XPB No. 8). Disponível em: <http://publications.gc.ca/collections/Collection/Statcan/88F0006X/88F0006XIE1998008.pdf>. Acesso em: 4 maio 2013.

GLÄNZEL, W. **Bibliometrics as a research field**: a course on theory and application of bibliometric indicators. 2003. (Course Handouts).

GLÄNZEL, WOLFGANG: SCHUBERT, ANDRÁS. A new classification scheme of science fields and subfields designed for bibliometric evaluation purposes. **Scientometrics**, v. 56, n. 3, p.357–367, 2003.

GOMES, Maria Yêda Falcão Soares de Filgueiras. Dissertações defendidas no Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação da UFMG, na década de 1990: um balanço. **Perspectivas em Ciência da Informação**, Belo Horizonte, v. 11, n. 3, p. 318-334, set./dez. 2006.

GORBEA-PORTAL, Salvador. **Modelo teórico para el estúdio métrico de la información documental**. [s. l.] Ediciones TREA, 2005.

GORBEA-PORTAL, Salvador. Principios teóricos y metodológicos de los estudios métricos de la información. **Revista Investigación Bibliotecológica**, v. 8, n. 17, p. 23-32, 1994.

GRONTHOS, S; MANKANI, M; BRAHIM, J; ROBEY PG; SHI, S. Postnatal human dental pulp stem cells (DPSCs) in vitro and in vivo. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 97, n. 25, p. 13625-13630, 2000.

GUARDO, Maria Chiara Di; HARRIGAN, Kathryn R. Mapping research on strategic alliances and innovation: a co-citation analysis. **Journal of Technology Transfer**, v. 37, n. 6, p. 789-811, 2012.

GUIMARÃES, Reinaldo. Pesquisa no brasil a reforma Tardia. **São Paulo em Perspectiva**, v. 16, n. 4, p. 41-47, 2002.

GUIMARÃES, Reinaldo; LOURENÇO, Ricardo; COSAC, Sivania. Os pesquisadores: perfil dos doutores ativos em pesquisa no Brasil. **Parceria Estratégica**, n. 13, p. 122-150, dez. 2001.

HAIR JR, Josseph F; BLACK, William C; BABIN, Barry J; ANDERSON, Rolph E; TATHAM, Ronaldo L. **Análise Multivariada de Dados**. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

HAWKINS, Donald T. Bibliometrics of the online information retrieval literature. **Online Review**, v. 2, n. 4, p.345-352, 1978

HE, Qin. Knowledge discovery through co-word analysis. **Library Trends**, v. 48, n. 1, p. 133–159, 1999.

HJØRLAND, Birger. **Co-word analysis**. [200--?]. Disponível em: <http://www.iva.dk/bh/Core%20Concepts%20in%20LIS/articles%20a-z/coword_analysis.htm>. Acesso em: 25 abr. 2013.

HJØRLAND, Birger; ALBRECHTSEN, Hanne. Toward a new horizon in information science: Domain-analysis. **Journal of the American Society for Information Science and Technology**, v. 46, n. 6, p. 400-425, 1995.

HO, Y. S; CHIU, C. H;T. SENG, T. M; CHIU, W. T; HO, Y. S. et al. Assessing stem cell research productivity. **Scientometrics**, v. 57, n. 3, p. 369-376, 2003.

HOOD, William W; WILSON, Concepción S. The literature of bibliometrics, scientometrics, and informetrics. **Scientometrics**, v. 52, n. 2, p. 291–314, 2001.

HU, Chang-Ping; HU, Ji-Ming; YAN, Gao; ZHANG, Yao-Kun. A journal co-citation analysis of library and information science in China. **Scientometrics**, v. 86, p. 657–670, 2011.

HUGGETT, Sarah. The rise of Latin American science. **Research Trends**, v. 31, p. 15-18, 2012. Disponível em: <http://www.researchtrends.com/wp-content/uploads/2012/11/Research_Trends_Issue_31.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2013.

INTERNATIONAL LAWS (Stem Cell). Disponível em: <http://what-when-how.com/stem-cell/international-laws-stem-cell/). Acesso em: 22 jun. 2015.

INTERNATIONAL SOCIETY OF STEM CELL RESEARCH. Disponível em: <http://www.isscr.org/home/about-us>. Acesso em: 22 jun. 2015.

JENAL, Sabine; VITURI, Dagmar Willamowius; EZAÍAS, Gabriela Machado; SILVA, Luiz; CALIRI, Almeida da Maria Helena Larcher. O processo de revisão por pares: uma revisão integrativa de literatura. **Acta Paulista de Enfermagem,** São Paulo, v.25, n. 5, p. 802-808, 2012.

KESSLER, M. M. Bibliographic coupling between scientific papers. **American Documentation**, v. 14, n. 1, p. 10–25, 1963.

KURTZ, Michael J; BOLLEN, Johan. Usage Bibliometrics. **Annual Review of Information Science and Technology**, v. 44, n. 1, p, 1-64, 2010.

LABORATÓRIO NACIONAL DE CÉLULAS-TRONCO EMBRIONÁRIAS. **O que são células-tronco**. Rio de Janeiro, [20--?]. Disponível em: <http://www.lance-ufrj.org/ceacutelulas-tronco.html>. Acesso em: 10 abr. 2015.

LETA, Jacqueline. Brazilian growth in the mainstream science: the role of human resources and national journals. **Journal of Scientometric Research**, Bangalore, v. 1, n. 1, p. 44-52, 2012.

LETA, Jacqueline; THIJS, Bart; GLÄNZEL, Wolfgang. A macro-level study of science in Brazil: seven years later. **Encontros Bibli**: Revista Eletrônica de Biblioteconomia e Ciência da Informação, v. 18, n. 36, p. 51-66, jan./abr., 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/eb/article/view/1518-2924.2013v18n36p51>. Acesso em: 8 ago. 2013.

LETA, Jacqueline; CRUZ, Carlos Henrique de Brito. A produção científica brasileira. In: VIOTTI, Eduardo Baumgratz; MACEDO, Mariano de Matos (Org.). **Indicadores em ciência, tecnologia e inovação no Brasil**. Campinas: Editora da unicamp, 2003. p. 121-168.

LEITE, Paulo; MUGNAINI, Rogério; LETA, Jacqueline. International versus national publications: the case of Brazilian scientists. In: INTERNATIONAL SOCIETY FOR SCIENTOMETRICS AND INFORMETRICS CONFERENCE, 2th , 2009. **Proceedings of the ISSI**, 2009. p. 962-963,

LEYDESDORFF, Loet. On the normalization and visualization of author cocitation data: Salton's cosine versus the Jaccard index. **Journal of the American Society for Information Science and Technology**, v. 59, n. 1, p. 77–85, 2008.

LEYDESDORFF, Loet; WAGNER, Caroline. Is the U.S. losing ground in science? A global perspective on the world science system. **Scientometrics**, v. 78, p, 23-36, 2009.

LEYDESDORFF, L.; WELBERS, Kasper. The semantic mapping of words and co-words in contexts. Journal of Informetrics, v. 5, n. 3, p. 469-475, 2011.

LEVIN, Jack. **Estatística aplicada a ciências humanas**. 2.ed. São Paulo: Harbra, 1987.

LE COADIC, Yves- François. **A Ciência da Informação**. Brasília: Briquet de Lemos/Livro, 2004.

LE COADIC, Yves- François. A matemática da informação. In: TOUTAIN, Lídia Maria Batista Brandão (Org.). **Para entender a Ciência da Informação**. Salvador: EDUFBA, 2007. p. 219-239.

LI, Ling-li; DING, Guohua; FENG, Nan; WANG, Ming-Huang; HO, Yuh-Shan. Global stem cell research trend: Bibliometric analysis as a tool for mapping of trends from 1991 to 2006. **Scientometrics**, v. 80, n. 1, p. 41–60, 2009.

LIAO, Lianming; LI, Lingsong; ZHAO, Robert Chunhua. Stem cell research in China. **Philosophical Transactions of the Royal Society B**, v. 362, n. 1482, p. 1107-1112, 2007. Disponível em: <http://rstb.royalsocietypublishing.org/content/362/1482/1107>. Acesso em: 16 jun. 2015.

LIMA, Regina Célia Montenegro de. Bibliometria: análise quantitativa da literatura como instrumento de administração em sistemas de informação. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 15, n. 2, p. 127-133, jul./dez. 1986.

LÓPEZ PIÑERO, J. M; TERRADA, M. L. Los indicadores bibliométricos y la evaluación de la acividad médico-científica. (I) usos y abusos de la bibliometría. **Medicina Clínica**, v. 98, p. 64-68, 1992.

LOTKA, A. J. The frequency distribution of scientific productivity. **Journal of the Washington Academy of Sciences,** v. 16, n. 12, p. 317-323, 1926.

LUO, Jingyuan; MATTHEWS, Kirstin R. W. Globalization of stem cell science: an examination of current and past collaborative research networks. **PLOS ONE**, v. 8, n. 9, 2013. Disponível em: <http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0073598>. Acesso em: 12 dez. 2013.

MA, Ruimin. Author bibliographic coupling analysis: a test based on a Chinese academic database. **Journal of Informetrics**, v. 6, p. 532– 542, 2012.

MACIAS-CHAPULA, Cesar A. O papel da informetria e da cienciometria e sua perspectiva nacional e internacional. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 27, n. 2, p. 134-140, maio/ago, 1998.

MARSHAKOVA-SHAIKEVICH, I. Bibliometric maps of field of science. **Information Processing and Management**, v. 41, p. 1534–1547, 2005.

MARSHAKOVA, I. V. A system of document connection based on references. **Scientific and Technical Information Serial of VINITI**, v. 6, n. 2, p. 3–8, 1973.

McCAIN, Katherine W. Mapping authors in intellectual space: a technical overview. **Journal of the American Society for Information Science**, v. 41, n. 6, p. 433–444, 1990.

McCAIN, Katherine W. Mapping economics through the journal literature: an experiment in journal cocitation analysis. **Journal of de American Society for Information Science**, v. 42, n. 4, p. 290-296, 1991.

McCAIN, Katherine W. Neural networks research in context: a longitudinal journal cocitation analysis of an emerging interdisciplinary field. **Scientometrics**, v. 41, n. 3, p. 389-410, 1998.

MACHADO, Raymundo das Neves. Análise cientométrica dos estudos bibliométricos publicados em periódicos da área de biblioteconomia e ciência da informação (1990-2005). **Perspectivas em Ciência da Informação**, Belo Horizonte, v. 13, n. 3, p. 2-20, 2007

MACHADO, Raymundo das Neves; LETA, Jacqueline. Trends of intellectual and cognitive structures of stem cell research: a study of brazilian scientific. INTERNATIONAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR SCIENTOMETRICS AND INFORMETRICS, 14., 2013, Viena. **Proceedings** ... Vienna: Facultas Verlags- und Buchhandels AG, 2013. v. 2. p. 1759-1771.

MACHADO, Raymundo das Neves; LETA, Jacqueline. Consumo da informação científica na ciência brasileira: estudo exploratório na temática ceratocone e extração de catarata. **Em Questão**, Porto Alegre, v. 18, p. 129-144, dez. 2012, Edição Espeical.

MACHADO, Evelcy Monteiro. Organização do ensino superior no brasil: influências determinantes. **Caderno de Pesquisa**: Pensamento Educacional, v. 2, n. 4, p. 195-211, 2007. Disponível em: <http://www.utp.br/Cadernos_de_Pesquisa/sumario4.html>. Acesso em: 07 mar. 2013.

MACHADO, Raymundo das Neves; VARGAS-QUESADA, Benjamín; LETA, Jacqueline. Intellectual structure in stem cell research: exploring Brazilian scientific articles from 2001 to 2010. **Scientometrics.** (Aceito para publicação).

MALTRÁS BARBA, Bruno. **Los indicadores bibliométricos**: fundamentos y aplicación al análisis de la ciencia. Gijón: Ediciones TREA, 2003.

MARTINS, Antonio Carlos Pereira. Ensino superior no Brasil: da descoberta aos dias atuais. **Acta Cirurgica Brasileira**, São Paulo, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-86502002000900001&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 07 mar. 2013.

MATTHEWS, Kirstin. **Stem cell research**: a science and policy overview. Houston: Rice University, 2009. Disponível em:<http://bakerinstitute.org/files/1173/>. Acesso em: 22 jun. 2015.

MATTOS, Ana Maria; JOB, Ivone. A produção científica brasileira no periódico Scientometrics de 1978 até 2006. **Encontros Bibli:** Revista Eletrônica de Bibloteconomia e Ciência da Informação, Florianópolis, v.13, n.26, p. 47-61, 2008.

McGRATH, W. E. The unit of analysis (objects of study) in bibliometrics and scientometrics. **Scientometrics**, v. 35, n. 2, p. 254-264, 1996.

MEIS, Leopoldo de; LETA, Jacqueline. **O perfil da ciência brasileira**. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 1996.

MENDONÇA, Ana Waleska P. C. A universidade no Brasil. **Revista Brasileira de Educação**, n. 14, p. 131-150, maio./ago., 2002.

MENEGHINI, Rogério; PACKER, Abel. The extent of multidisciplinary authorship of articles of scientometrics and bibliometrics in Brazil. **Interciencia**, v. 35, n. 7, p. 510-514, 2010.

MITTAL, Sanjay. Stem cell research: the India perspective. **Perspectives in Clinical Research**, v. 4, n. 1, p. 105-107, jan./mar., 2013. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3601694/>. Acesso em: 15 jun. 2015.

MORILLO, Fernanda; BORDONS, Maráa; GÓMEZ, Isabel. Interdisciplinarity in science: a tentative typology of disciplines and research areas. **Journal of the American Society for Information Science and Technology**, v.54, n. 13, p. 1237–1249, 2003.

MOREL, Regina Lúcia de Moraes; MOREI, Carlos Médicis. Estudo sobre a produção científica brasileira, segundo os dados do ISI: o banco de dados isi-asca-brasil, um novo instrumento para a análise da ciência brasileira **Ciência da Informação**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 2, p. 79-83, 1978.

MOREL, Regina Lúcia de Moraes; MOREI, Carlos Médicis. Um estudo sobre a produção científica brasileira, segundo os dados do Institute for Scientific Information (ISI). **Ciência da Informação**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 2, p. 99-109, 1977.

MORRIS, Steven A; MARTENS, Betsy Van Der Veer. Mapping research specialties. **Annual Review of Information Science and Technology**, v, 42, n. 1, p. 213-295, 2008.

MOTA, Augusto C. A; SOARES, Milena B. P; SANTOS, Ricardo R. Uso de terapia regenerativa com células-tronco da medula óssea em doenças cardiovasculares – perspectiva do hematologista. **Revista Brasileira de Hematologia e Hemoterapia**, v. 27, n. 2, p. 126-132, 2005.

MORILLO, Fernanda; BORDONS, María; GÓMEZ, Isabel. Interdisciplinarity in Science: a tentative typology of disciplines and research areas. **Journal of the American Society for Information Science and Technology**, v. 54, n. 13, p. 1237–1249, 2003.

MOYA-ANEGÓN, Félix de; VARGAS-QUESADA, Benjamín; CHINCHILLA-RODRÍGUEZ, Zaida; CORERA-ÁLVAREZ, Elena; MUÑOZ-FERNÁNDEZ, Francisco José. A new technique for building maps of large scientific domains based on the cocitation of classes and categories. **Scientometrics**, v. 61, n. 1, pp. 129-145, 2004.

MOYA-ANEGÓN, Félix de; VARGAS-QUESADA, Benjamín; CHINCHILLA-RODRÍGUEZ, Zaida; CORERA–ÁLVAREZ, Elena; GONZÁLEZ–MOLINA, Antonio; MUÑOZ-FERNÁNDEZ, Francisco José; HERRERO–SOLANA, Víctor. Visualización y análisis de la estructura científica española: ISI Web of science 1990–2005. **El profissional da la información**, v. 15, n. 4, p. 258-269, 2006. Disponível em: <http://www.elprofesionaldelainformacion.com/contenidos.html>. Acesso em: 4 abr. 2013.

MUGNAINI, Rogério; CARVALHO, Telma de; CAMPANATTI-OSTIZ, Heliana. Indicadores de produção científica: uma discussão conceitual. In: POBLACION, D. A.; WITTER, G. P.; SILVA, J. F. M. (Org.). **Comunicação & produção científica**: contexto, indicadores e avaliação. São Paulo: Angellara, 2006. p. 315-340.

MUGNAINI, Rogério; JANNUZZI, Paulo de Martino; QUONIAM, Luc Marie. Indicadores bibliométricos da produção científica brasileira: uma análise a partir da base Pascal. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 33, n. 2, p. 123-131, maio/ago. 2004.

MUELLER, Suzana P. M. Métricas para a ciência e tecnologia e o financiamento da pesquisa: algumas reflexões. **Encontros Bibli**: Revista eletrônica de Biblioteconomia, Florianópolis, n. esp., 1º sem, p. 24-35, 2008.

MUELLER, Suzana P. M; PASSOS, Edilenice J. L. As questões da comunicação científica e a ciência da informação. Brasília, 2000. In. MUELLER, Suzana Pinheiro Machado; PASSOS, Edilenice Jovelina. **Comunicação científica**. Brasília: Departamento de Ciência da Informação Universidade de Brasília, 2000. (Estudos avançados em Ciência da Informação, 1).

NACKE, O. Informetria: un nuevo nombre para una nueva disciplina, definicion, estado de Ia ciência y principios de desarrollo. **Revista Española de Documentación Científica**, v. 6, n. 3, p. 183-203, 1983.

NARIN, F. Patent bibliometrics. **Scientometrics**, v. 30, n. 1, p. 147-155, 1994.

NATIONAL ACADEMIES OF SCIENCE. **Stem Cell**. 2015. Disponível em: < http://nas-sites.org/stemcells/stem-cell-basics/download-stem-cell-figures/>. Acesso em:10 abr. 2015.

NEWMAN, M. E. J. The structure of scientific collaboration networks. **PNAS,** v. 98, n. 2, p. 404-409, jan. 2011.

NORONHA, DAISE Pires; FERREIRA, Sueli Mara Soares Pinto. Índices de citação. In: CAMPELO, Bernadete Santos et. al. (Org.) **Fontes de informação para pesquisadores e profissionais**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2000. p.249-262.

NOYONS, Ed C. M.; MOED, H. F.; LUWEL, M. Combining mapping and citation analysis for evaluative bibliometric purposes: a bibliométrico study. **Journal of the American Society for Information Science**, v. 5, n. 2, p. 115–131, 1999.

OBERHOFER, Cecilia Alves. Análise de citação como previsor de uso: uma revisão de literatura. **Revisa Latino-Americana de Documentação**, v. 2, n. 2, p. 14-19, jul./dez. 1982.

OKUBO, Yoshiko. Bibliometric indicators and analysis of research systems: methods and examples". OECD Science. **Technology and Industry Working Papers, 1997/01**. OECD Publishing, 1997. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1787/208277770603>. Acesso em: 5 maio 2013.

OTLET, Paul. O livro e medida. Bibliometria. In: FONSECA, Edson Nery (Org.). **Bibliometria:** teoria e prática. São Paulo: Cultrix; Editora da Universidade de São Paulo, 1986. p. 19-34.

PACKER, Abel Laerte. A eclosão dos periódicos do Brasil e cenários para o seu porvir. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 40, n. 2, p. 301-323, abr./jun. 2014.

PACKER, Abel Laerte. Os periódicos brasileiros e a comunicação da pesquisa nacional. **Revista USP**, São Paulo, n. 89, p. 26-61, mar./maio 2011.

PACKER, Abel L; MENEGHINI, Rogério. Visibilidade da produção científica. In: POBLACION. Dinah Aguiar; WITTER, Geraldina Porto.; SILVA, José Fernando Modesto da. (Org.). **Comunicação & produção científica**: contexto, indicadores e avaliação. São Paulo: Angellera, 2006. p. 255-259.

PATRA, Swapan Kumar; MISHRA, Saroj. Bibliometric study of bioinformatics literature. **Scientometrics**, v. 67, n. 3, p. 477-489, 2006.

PEREIRA, Newton Muller. Fundos setoriais no Brasil: um pouco da história. **Ciênca e Cultura**, São Paulo, v. 59, n. 4, p. 37-39, 2007.

PERSSON, O; DANELl, R; WIBORG SCHNEIDER, J. How to use Bibexcel for various types of bibliometric analysis. In: ÅSTRÖM, F.; DANELL, R.; Larsen, B.; WIBORG Schneider, J. (Eds.), **Celebrating scholarly communication studies**: a festschrift for Olle Persson at his 60th birthday. Leuven, Belgium: International Society for Scientometrics and Informetrics, v. 5, p. 9-24, 2009.

PESSANHA, C. Critérios editoriais de avaliação científica: notas para discussão. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 27, n. 2, p. 226-229, 1998.

PESQUISADORES brasileiros desenvolvem tratamento pioneiro com células-tronco para artrose no joelho. **Jornal da Ciência** (JC E-Mail), edição 4681 - Notícias de C&T - Serviço da SBPC. 11 mar. 2013. Disponível em: <http://www.jornaldaciencia.org.br/pesquisa.jsp?termo=&data_ini=&data_fim=&edicao=4681&p=2>. Acesso em: 11 mar. 2013.

PICININ, Claudia Tania; PILATTI, Luiz Alberto; KOVALESKI, João Luiz; PEDROSO, Bruno; CARVALHO, Andriele de Prá. Trajetória da pós-graduação e do fomento à pesquisa no Brasil. **Espacios**, v. 33, n. 8, 2012. Disponível em:

<http://www.revistaespacios.com/a12v33n08/12330811.html>. Acesso em: 3 ago. 2013.

PINHEIRO, Lena Vânia Ribeiro. Infra-estrutura de pesquisa em ciência da informação no Brasil. **Revista de Biblioteconomia**, Brasília, v. 23/24, n. 3, p. 367-390, 1999/2000.

PINHEIRO, Lena Vânia Ribeiro; SILVA, Giselle Santos. **Cartografia histórica e conceitual da bibliometria/informetria no Brasil**. In: CONFERÊNCIA IBERO-AMERICANA DE PUBLICAÇÕES ELETRÔNICA NO CONTEXTO DA COMUNICAÇÃO CIENTÍFICA, 2., 2008, Rio de Janeiro. Disponível em: <http://cipecc.ibict.br/index.php/2008/ii/paper/view/54/65>. Acesso em: set. 2012.

PINHEIRO, Lygia V. Terapias com células-tronco promessa ou realidade? **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v. 52, n. 308, p. 34-38, 2013.

PINTO, Ângelo C; ANDRADE, Jailson B. de. Fator de impacto de revistas cientificas: qual o significado deste parâmetro? **Química Nova**, São Paulo, v. 22, n. 3, maio/jun. 1999. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/qn/v22n3/1101.pdf>. Acesso em: 9 jul. 2001.

POLANCO, Xaier. Aux sources de la scientométrie. **Dossier Solaris**, n. 2. 1995. Disponível em: <http://gabriel.gallezot.free.fr/Solaris/d02/2polanco1.html>. Acesso em: 20 abr. 2011.

PORTAL DE PERIÓDICOS DA CAPES. **Coleções**. Disponível em: <http://www.periodicos.capes.gov.br/?option=com_pcollection&mn=70&smn=79&cid=94>. Acesso em: 16 abr. 2013.

PORTER, Alan. L; CUNNINGHAM, Scott W. **Tech mining**: exploiting new technologies for competitive advantage. Hoboken, NJ: John Wiley, 2004.

PORTER, Alan L; NEWMAN, Nils C. Patent profiling for competitive advantage: deducing who is doing what, where, and when. In: MOED, Henk F.; GLÄNZEL, Wolfgang.; WOLFGANG, Ulrich (Ed.). **Handbook of quantitative science and technology research**: the use of publication and patent. New York: Kluwer Academic Publishers, 2005. p. 587-612.

POTTER, W. G. Lotka's law revisited. **Library Trends**, v. 30, n. 1, p. 21-39, 1981.

PRICE, Derek J. de Solla. Networks of scientific papers: the pattern of bibliographic references indicates the nature of the scientific research front. **Science**, v. 149, n. 3683, p. 510-515, 1965.

PRICE, Derek J. de Solla**. O desenvolvimento da ciência**: análise histórica, filosófica, sociológica e econômica. Rio de Janeiro: Livros Técnicos, 1976. [Título original: Little science, big science and beyond, 1963].

PRITCHARD, R. Bibliografia estatística ou bibliometria? **Journal of Documentation**, v. 25, n. 4, p. 348-349, 1969.

RAVICHANDRA RAO, I. K. Methodological and conceptual questions of bibliometric standards. **Scientometrics**, v. 35, n. 2, p. 265-270, 1996.

REHEN, Stevens; PAULSEN, Bruna. **Células-tronco**: o que são? Para que servem? Rio de Janeiro: Vieura & Lent, 2007.

REINHART, Martin. Peer review practices: a content analysis of external reviews in science funding. **Research Evaluation**, v. 19, n.5, p. 317-331, 2010.

ROBREDO, Jaime; VILAN FILHO, Jaime Leiro. Metrias da informação: História e tendências. In: ROBREDO, Jaime; BRÄSCHER, Marisa (Org.). **Passeios no bosque da informação: estudos sobre representação e organização da informação e do conhecimento**. Brasília: IBICT, 2010, p. 184-258. Edição eletrônica. Disponível em: <http://www.ibict.br/publicacoes/eroic.pdf.>. Acesso em: 10 set. 2013.

ROSA, Carlos Augusto de Proença. **História da ciência**: A ciência e o triunfo do pensamento científico no mundo contemporâneo. 2. ed. Brasília: Fundação Alexandre de Gusmão, 2012. v. 3.

ROUSSEAU, Ronald. **Home page**. Disponível em: <http://users.telenet.be/ronald.rousseau/html/timeline_of_bibliometrics.html>. Acesso em 14 out. 2012.

SANCHO, Rosa. Indicadores bibliométricos utilizados en la evaluación de la ciencia y la tecnologia: revisión bibliográfica. **Revista española de Documentación Científica**, v. 13, n. 3-4, p. 842-865, 1990.

SANCHO, Rosa. Medición de las actividades de ciencia y tecnología. Estadísticas e indicadores empleados. **Revista Española de Documentación Científica**, v. 24, n. 4, p. 381-404, 2001.

SANTOS, Ricardo Ribeiro dos; SOARES, Milena Botelho Pereira; CARVALHO, Antônio Carlos Campos de. Transplante de células da medula óssea no tratamento da cardiopatia chagásica crônica. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical,** v. 37, n. 6, p. 490-495, nov./dez. 2004.

SCHWINDT, T. T; BARNABÉ, G. F; MELLO, L. Proliferar ou diferenciar? Perspectivas de destino das células-tronco. **Jornal Brasileiro Neurocirurgia**, v. 16, n. 1, p. 13-19, 2005.

SHAPIRO, Fred F. L. Origins of bibliometrics, citation indexing, and citation analysis: the neglected legal literature. **Journal of the American Society for Information Science,** v. 43, n. 5, p. 337-339, 1992.

SHERA, Jesse H; EGAN, Margaret E. Exame do estado a atual da biblioteconomia e da documentação, In: BRADFORD, S. C. **Documentação**. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1961. p. 15-61.

SCIMAGO INSTITUTIONS RANKINGS. **Research indicators:** output. Disponível em: <http://www.scimagoir.com/index.php>.Acesso em: 15 jun. 2015.

SCIMAGO JOURNAL & COUNTRY RANK. **Country Search**: Brasil. Documents by subject areas. Disponivel em: <http://www.scimagojr.com/mapgen.php>. Acesso em: 15 jun. 2015.

Sci^2 Team. **Science of Science (Sci^2) Tool**. Indiana University and SciTech Strategies. 2009. Disponível em: <http://sci.slis.indiana.edu>. Acesso em: 8 out. 2013.

SITHOLE, Sandra. Stem cell research - the regulatory framework in South Africa. **South African Journal of Bioethics and Law**, v. 4, n. 2, p. 55, 2011. Disponível em: <http://www.sajbl.org.za/index.php/sajbl/article/view/171/171>. Acesso em: 27 jun. 2015.

SILVA, Jorge Vicente Lopes da; DUAILIBI, Silvio Eduardo. A biofabricação de tecidos e órgãos. **ComCiência**, Campinas, n. 102, 2008. Disponivel em: <http://comciencia.scielo.br/pdf/cci/n102/n102a10.pdf>. Acesso em: 27 jun. 2015.

SMALL, Henry. Co-citacion in the scientific literature: a new measure of the relationship between two documents. **Journal of American Society for Information Science**, v. 24, n. 4, p. 265-269, 1973.

SMALL, Henry.; GRIFFITH, Belver C. The structure of scientific literatures I: identifying and graphing specialties. **Science Studies**, v. 4, p. 717-40, 1974.

SMALL, Henry. Visualizing science by citation mapping. **Journal of de American Society for Information Science**, v. 50, n. 9, p. 799-813, 1999.

SMALL. Henry. Paradigms, citations, and maps of science: a personal history**. Journal of the American Society for Information Science and Technology**, v, 54, n. 5, p. 394-399, 2003.

SMALL, H. G. Co-citation context analysis and the structure of paradigms. **Journal of Documentation**, v. 36, p. 183-196, 1980.

SMALL, Henry. The relationship of information science to the social sciences: a co-citation analysis. **Information Processing and Management**, v. 17, p. 39-50,1981.

SMALl, Henry; GARFIELD, Eugene. The geography of science: disciplinary and national mappings. **Journal of Information Science**, v. 11, n. 4, p.147-159, 1985.

SMALL, Henry. Maps of science as interdisciplinary discourse: co-citation contexts and the role of analogy. **Scientometrics**, v. 83, p. 835–849, 2010.

SMITH, Linda. Citation Analysis. **Library Trends**, v. 30, n. 1, p. 83-106, 1981.

SOARES, Ana Prates; KNOP, Luégya Amorim Henriques; JESUS, Alan Araujo de.; ARAÚJO, Telma Martins de. Células-tronco em Odontologia. **Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial**, v. 12, n. 1, p. 33-40, 2007.

SONNENWALD, Diane H. Cientific collaboration. **Annual Review of Information Science and Technology**, v. 41, n 1, p. 643-681, 2007.

SOÓS, Sándor. Age-sensitive bibliographic coupling reflecting the history of science: the case of the Species Problem. **Scientometrics**, 98, n. 1, p. 98-23, 2014.

SOUZA, Cristiano Freitas de; NAPOli, Priscila de; HAN, Sang Won; LIMA, Valter Correia de; CARVALHO, Antonio Carlos de Camargo. Células-tronco mesenquimais: células ideais para a regeneração cardíaca? **Revista Brasileira de Cardiologia Invasiva**, v.18, n. 3, p. 344-353, 2010.

SPINAK, Ernesto. **Diccionario enciclopedico de bibliometria, cienciometria e informetria**. Caracas: UNESCO-CIDH, 1996.

SPINAK, Ernesto. Indicadores cienciometricos. **Ciência da Informação**. Brasília, v. 27, n. 2, p. 141-148, maio/ago. 1998.

SPINAK, Ernesto Luiz. **De la bibliometría tradicional a la cinciometría en el web**: son válidos los mismos paradigmas? Reflexiones primaras. In: CONFERÊNCIA IBERO-AMERICANA DE PUBLICAÇÕES ELETRÔNICA NO CONTEXTO DA COMUNICAÇÃO CIENTÍFICA, 2., 2008, Rio de Janeiro. Disponível em: <http://cipecc.ibict.br/index.php/2008/ii/paper/view/4/31>. Acesso em: 5 set. 2012.

SUBRAMANYAM, K. Bibliometric studies of research collaboration: a review. **Journal of Information Science**, v. 6, n. 1, p. 33–38, 1983.

TAGUE, Jean; BEHESHTI, Jamshid; REES-POTTER, Lorna. The law of exponental growth: evidence, Implications and Forecasts. **Library Trends**, v. 30, n. 1, p. 125-149, 1981.

TAGUE-SUTCLIFFE, Jean. An introduction to informetrics. **Information Processing & Management**, v. 28, n. 1, p. 1-3, 1992.

TELLES, Márcia. Brasil vai produzir células-tronco de pluripotência em larga escala. **Revista Inovação em Pauta**, v. 5, n. 32-33, 2009. Disponível em: <http://ip-science.thomsonreuters.com/mjl/scope/scope_scie/>. Acesso em: 25 mar. 2013

THE SICIENTIS: exploring life, inspiring innovation. **A Stem Cell Legacy**: Leroy Stevens. Disponível em: <http://www.the-scientist.com/?articles.view/articleNo/12717/title/A-Stem-Cell-Legacy--Leroy-Stevens>. Acesso em: 20 mar. 2014.

THELWALL, Mike. Bibliometrics to webometrics. **Journal of Information Science**, v. 34, n.4, p. 605–621, 2008.

THOMSON, James A; ITSKOVITZ-ELDOR, Joseph; SHAPIRO, Sander S; WAKNITZ, Michelle A; SWIERGIEL, Jennifer J; MARSHALL, Vivienne S; JONES, Jeffrey M. Embryonic Stem Cell Lines Derived from Human Blastocysts. **Science,** v. 289, n. 5391, p. 1145-1147, nov. 1998. Disponível em: <http://www.sciencemag.org/content/282/5391/1145.full>. Acesso em: 22 maio 2013.

THOMSON REUTERS. **Science Citation Index Expanded**. Scope Notes. 2012. Disponível em: <http://ip-science.thomsonreuters.com/mjl/scope/scope_scie/#YU>. Acesso em: 22 jan. 2013.

THOMSON REUTERS. **Web of Science™ core collection help**. Searching the document type field. Disponivel em: <http://images-webofknowledge.ez10.periodicos.capes.gov.br/WOKRS520B4.1/help/WOS/hs_document_type.html>. Acesso em: 16 jun.2014.

TRIPP, Omer; FEITELSON, Dror. **Zipf's Law revisited**. Disponível em: <http://leibniz.cs.huji.ac.il/tr/1048.pdf>. Acesso em: 13 out. 2012.

UHLÍŘOVÁ, Ludmila. Zipf's notion of "economy" on the text level (a case study in Czech). **Glottometrics** v. 3, p. 39-60, 2002.

URBIZAGÁSTEGUI ALVARADO, R. A bibliometria no Brasil. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 13, n. 2, p. 91-105, jul./dez. 1984.

URBIZAGÁSTEGUI ALVARADO, Ruben. A bibliometria: história, legitimação e estrutura. In. TOUTAIN, Lídia Maria Batista Brandão (Org.). **Para entender a Ciência da Informação**. Salvador: EDUFBA, 2007. p. 185- 217.

URBIZAGASTEGUI, Ruben. Crescimento da literatura e dos autores sobre a Lei de Lotka. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 38, n. 3, 2009.

URBIZAGÁSTEGUI ALVARADO, Ruben. Restrepo-Arango, Cristina. La Bibliometria, Informetria y Cienciometria en el Brasil, In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO, 15., 2014, Belo Horizonte. Disponível em: <http://repositorios.questoesemrede.uff.br/repositorios/handle/123456789/2440>. Acesso em: 25 out. 2014.

van AARTSEN, Y da. **Stem cell research**: is South African law locking progress? Disponvel em: < http://www.saflii.org/za/journals/DEREBUS/2014/27.html>. Acesso em: 21 jun. 2015

van ECK, N. J; WALTMAN, L; VAN DEN BERG, J; KAYMAK, U. Visualizing the computational intelligence field. **IEEE Computational Intelligence Magazine**, v.1, n. 4, p. 6-10, 2006.

van ECK, Nees Jan; WALTMAN, Ludo. Appropriate similarity measures for author co-citation analysis. **Journal of the American Society for Information Science and Technology**, v. 59, n. 10, p. 1653–1661, 2008

van ECK, Nees Jan; WALTMAN, Ludo. How to normalize cooccurrence data? An analysis of some wellknown similarity measures. **Journal of the American Society for Information Science and Technology**, v. 60, n. 8, p. 1635–1651, 2009.

van ECK, Nees Jan; WALTMAN, Ludo. Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. **Scientometrics**, v. 84, p. 523–538, 2010.

van RAAN, Anthony F. J. measuring science: capita selecta of current main issues. In.: MOED, Henk F; GLÄNZEL, Wolfgang; SCHMOCH, Ulrich. **Handbook of quantitative science and technology research**: the use of publication and patent statistics in studies of S&T systems. Springer Science Business Media, 2005. p. 19-50.

van RAAN, A. F. J. Scientometrics: state-of-the-art. **Scientometrics**, v. 38, n. 1, p. 205-218, 1997.

VANTI, Nadia. **Links hipertextuais na comunicação cientifica**: uma análise webométrica. Natal: Editora da UFRN, 2011.

VANS, Samile Andréa de Souza. A bibliometria no Brasil: análise temática das publicações do periódico ciência da informação (1972-2002). In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO. 5., 2003, Belo Horizonte MG, **Anais....** Belo Horizonte, ANCIB, 2003.

VARGAS-QUESADA, Benjamín; MOYA-ANEGÓN, Félix de; CHINCHILLA-RODRÍGUEZ, Zaida; CORERA-ÁLVAREZm Elena; GUERRERO-BOTE, Vicente. Evolución de la estructura científica española:ISI Web of Science 1990-2005. **El profesional de la información**, v.17, n. 1, p. 22-37, enero/febrero, 2008.

VARGAS-QUESADA, Benjamín; MOYA-ANEGÓN, Félix de. **Visualizing the Structure of Science**. New York: Springer-Verlag, 2007.

VELHO, Léa. A ciência e seu público. **Transinformação**, Campinas, v. 9, n. 3, p. 15-32, set./dez. 1997.

VELHO, Léa. Indicadores científicos: aspectos técnicos y metodológicos e impactos em la política científica. In: MARTÍNEZ, Eduardo; ALBORNOZ, Mario (Ed.). **Indicadores de ciência y tecnologia**: estado del arte y perspectivas. Caracas: Nueva Sociedad, UNESCO, 1998. p.23-51.

VINKLER, P. An attempt of surveying and classifying bibliometric indicators for scientometric purposes . **Scientometrics**, v. 13, n. 5-6, p. 239-259, 1988.

VINKLER, Péter. Subfield problems in applying the Garfield (Impact) factors in practice S**cientometrics**, v. 53, n. 2, p. 267-279, 2002.

VINKLER, Péter. Composite scientometric indicators for evaluating publications of research institutes. **Scientometrics**, v. 68, n. 3, p. 629-642, p. 629-642, 2006.

VIOTTI, Eduardo Baumgratz. Mestres e doutores no Brasil: uma introdução. In: **MESTRES 2012**: estudos da demografia da base técnico-científica brasileira. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2012. p. 9-28.

VOLTARELLI, Júlio C; STRACIERI, Ana Beatriz P. L. Aspectos imunológicos dos transplantes de células tronco hematopoéticas. **Medicina**, Ribeirão Preto, v. 33, p. 443-462, out./dez. 2000.

von UNGERN-STERNBERG, S. Applications in teaching bibliometrics. IFLA GENERAL CONFERENCE. 61st. **Conference Proceedings**, August 20-25, 1995. Disponível em: <http://arizona.openrepository.com/arizona/bitstream/10150/106138/1/61-ungs.htm>. Acesso em: 13 fev. 2013.

WAGERS, A. J; WEISSMAN, I. L. Plasticity of adult stem cells. **Cell**, v. 116, n. 5, p. 639-48, 2004.

WHEAT, Kathryn; MATTHEWS, Kirstin. World Human Cloning Policies. In.: MATTHEWS, Kirstin. **Stem cell research**: a science and policy overview. Houston: Rice University, 2009. Disponível em:<http://bakerinstitute.org/files/1173/>. Acesso em: 22 jun. 2015.

WHITNEY, Gretchen. Access to third world science in international scientific and technical bibliographic database. **Scientornetrics**, v. 23, n. 1, p. 201-219, 1992.

WHITE, Howard D. Author cocitation analysis and Pearson's *r*. **Journal of the American Society for Information Science and Technology**, v. 54, n. 13, p. 1250-1259, 2003.

WHITE, H. D; McCAIN, K. W. Visualization of literatures. **Annual Review of Information Science and Technology**, v. 32, p. 99–168, 1997.

WHITE, Howard D; GRIFFITH, Belver C. Author cocitation: A literature measure of intellectual structure. **Journal of the American Society for Information Science**, v. 32, n. 3, p. 163–172, 1981.

WORMELL, Irene. Informetrics: a new area of quantitative studies. **Education for Information**, v. 18, p. 131–138, 2000.

WOUTERS, P. Citation cycles and peer review cycles. **Scientometrics**, v. 38, n. 1, p. 39–55, 1997.

WYLLYS, Ronald E. Empirical and theoretical bases of Zipf's Law. **Library Trends**, v. 30, n. 1, 1981.

YAMAMOTO, Oswaldo Hajime; COSTA, Ana Ludmila Freire; PEREIRA, Nathália Leopoldo Souza Leão Fernandes. Notas para uma discussão da assimetria regional na pós-graduação: a Psicologia na região Nordeste. **Boletim da ANPEPP**, v. 45, p. 1-14, 2013. Disponível em: <http://www.anpepp.org.br/conteudo/view?ID_CONTEUDO=89>. Acesso em: 13 maio 2015.

ZAGO, Marco Antonio. Evolução e perfil da produção científica brasileira. In: SENNES, Ricardo; BRITTO FILHO, Antonio. (Org.). **Inovações tecnológica no Brasil**: desempenho, politicas e potencial. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2011. p. 41-54.

ZHAO, Dangzhi; STROTMANN, Andreas, A. Intellectual structure of stem cell research: a comprehensive author co-citation analysis of a highly collaborative and multidisciplinary field. **Scientometrics**, v. 87, n. 1, p. 115-31, 2011.

ZHAO, Dangzhi; STROTMANN, Andreas. Evolution of research activities and intellectual influences in information science 1996–2005: introducing author bibliographic-coupling analysis. **Journal of the American Society for Information Science and Technology**, v. 59, n. 13, 2070–2086, 2008.

APÊNDICE

ÂPENDICE A – Abreviatura e título por extenso dos periódicos cocitados

Abreviatura do título	Título por extenso
Acad Radiol	Academic Radiology
Acs Nano	American chemical society
Act Neur S	Acta Neurologica Scandinavica
Acta Anat	Acta Anatomica
Acta Bioch Bioph Sin	Acta Biochimica et Biophysica Sinica
Acta Biomater	Acta Biomaterialia
Acta Genetica Sinica	Acta Genetica Sinica
Acta Haematol-Basel	Acta Haematologica
Acta Histochem	Acta Histochemica
Acta Neurobiol Exp	Acta Neurobiologiae Experimentalis
Acta Neuropathol	Acta Neuropathologica
Acta Ophthalmol Scan	Acta Ophthalmologica Scandinavica
Acta Orthop Scand	Acta Orthopaedica Scandinavic
Acta Oto-Laryngol	Acta Oto-laryngologica
Acta Pharmacol Sin	Acta Pharmacologica Sinica
Acupuncture Electro	Acupuncture Electro
Adv Biochem Eng Biot	Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology
Adv Cancer Res	Advances in Cancer Research
Adv Dent Res	Advances in Dental Research
Adv Drug Deliver Rev	Advanced Drug Delivery Reviews
Adv Exp Med Biol	Advances in Experimental Medicine and Biology
Adv Funct Mater	Advanced Functional Materials
Adv Immunol	Advanced Immunology
Adv Mater	Advanced Materials
Adv Neurol	Advances in neurology
Adv Space Res	Advances in Space Research
Aesthet Plast Surg	Aesthetic Plastic Surgery
Ageing Res Rev	Ageing Research Reviews
Aging Cell	Aging Cell
Ai Zheng	Ai Zheng
Alcohol Clin Exp Res	Alcoholism: Clinical and Experimental Research
Am Heart J	American Heart Journal
Am J Anat	American Journal of Anatomy
Am J Cardiol	American Journal of Cardiology
Am J Clin Nutr	American Journal of Clinical Nutrition
Am J Clin Pathol	American Journal of Clinical Pathology
Am J Gastroenterol	American Journal of Gastroenterology
Am J Hematol	American Journal of Hematology

Abreviatura do título	Título por extenso
Am J Hum Genet	American Journal of Human Genetics
Am J Kidney Dis	American Journal of Kidney Diseases
Am J Med	American Journal of Medicine
Am J Med Genet	American Journal of Medical Genetics
Am J Med Genet A	American Journal of Medical Genetics Part A
Am J Med Sci	American Journal of the Medical Sciences
Am J Obstet Gynecol	American Journal of Obstetrics & Gynecology
Am J Ophthalmol	American Journal of Ophthalmology
Am J Orthod Dentofac	American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics
Am J Pathol	American Journal of Pathology
Am J Physiol	American Journal of Physiology
Am J Physiol-Cell Ph	American Journal of Physiology - Cell Physiology
Am J Physiol-Endoc M	American journal of physiology. Endocrinology and Metabolism
Am J Physiol-Gastr L	American Journal of Physiology. Gastrointestinal and Liver Physiology
Am J Physiol-Heart C	American Journal of Physiology - Heart and Circulatory Physiology
Am J Physiol-Lung C	American Journal of Physiology: Lung Cellular and Molecular
Am J Physiol-Reg I	American Journal of Physiology. Regulatory, Integrative and Comparative Physiology
Am J Physiol-Renal	American Journal of Physiology. Renal Physiology
Am J Reprod Immunol	American Journal of Reproductive Immunology
Am J Resp Cell Mol	American Journal of Respiratory Cell and Molecular Biology
Am J Resp Crit Care	American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine
Am J Roentgenol	American Journal of Roentgenology
Am J Sport Med	American Journal of Sports Medicine
Am J Surg	American Journal of Surgery
Am J Surg Pathol	American Journal of Surgical Pathology
Am J Transplant	American Journal of Transplantation
Am J Vet Res	American Journal of Veterinary Research
Anal Biochem	Analytical Biochemistry
Anal Chem	Analytical Chemistry
Anat Embryol	Anatomy and Embryology
Anat Rec	Anatomical Record
Anat Rec Part A	The Anatomical record. Part A, Discoveries in Molecular, Cellular, And Evolutionary biology
Angew Chem Int Edit	Angewandte Chemie, International Edition
Angiogenesis	Angiogenesis
Angle Orthod	Angle Orthodontist
Anim Reprod Sci	Animal Reproduction Science
Animal Reproduction	Animal Reproduction
Ann Acad Med Singap	Annals of the Academy of Medicine, Singapore

Abreviatura do título	Título por extenso
Ann Biomed Eng	Annals of Biomedical Engineering
Ann Hematol	Annals of Hematology
Ann Intern Med	Annals of Internal Medicine
Ann Med	Annals of Medicine
Ann Neurol	Annals of Neurology
Ann Oncol	Annals of Oncology
Ann Plast Surg	Annals of Plastic Surgery
Ann Rheum Dis	Annals of the Rheumatic Diseases
Ann Surg	Annals of Surgery
Ann Surg Oncol	Annals of surgical oncology
Ann Thorac Surg	Annals of Thoracic Surgery
Annu Rev Biochem	Annual Review of Biochemistry
Annu Rev Biomed Eng	Annual Review of Biomedical Engineering
Annu Rev Cell Biol	Annual Review of Cell Biology
Annu Rev Cell Dev Bi	Annual Review of Cell and Developmental Biology
Annu Rev Genet	Annual Review of Genetics
Annu Rev Genom Hum G	Annual Review of Genomics and Human Genetics
Annu Rev Immunol	Annual Review of Immunology
Annu Rev Med	Annual Review of Medicine
Annu Rev Neurosci	Annual Review of Neuroscience
Annu Rev Nutr	Annual Review of Nutrition
Annu Rev Pharmacol	Annual Review of Pharmacology and Toxicology
Annu Rev Physiol	Annual Review of Physiology
Anti-Cancer Drug	Anti-Cancer Drugs
Anticancer Res	Anticancer Research
Antimicrob Agents Ch	Antimicrobial Agents and Chemotherapy (Washington, DC)
Antioxid Redox Sign	Antioxidants & Redox Signaling
Apidologie	Apidologie
Apmis	APMIS: acta pathologica, microbiologica, et immunologica
Apoptosis	Apoptosis
Appl Immunohisto M M	Applied Immunohistochemistry & Molecular Morphology
Appl Microbiol Biot	Applied Microbiology and Biotechnology
Aquaculture	Aquaculture
Arch Biochem Biophys	Archives of Biochemistry and Biophysics
Arch Dermatol	Archives of Dermatology
Arch Dermatol Res	Archives of Dermatological Research
Arch Histol Cytol	Archives of Histology and Cytology
Arch Intern Med	Archives of Internal Medicine
Arch Med Res	Archives of Medical Research
Arch Neurol-Chicago	Archives of Neurology-Chiacago
Arch Ophthalmol-Chic	Archives of Ophthalmology-Chicago

Abreviatura do título	Título por extenso
Arch Oral Biol	Archives of Oral Biology
Arch Orthop Trauma Surg	Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery
Arch Otolaryngol	Archives of Otolaryngology
Arch Pathol Lab Med	Archives of Pathology and Laboratory Medicine
Arch Pharm Res	Archives of pharmacal research
Arch Surg-Chicago	Archives of Surgery
Arq Bras Cardiol	Arquivos Brasileiros de Cardiologia
Arq Bras Med Vet Zoo	Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia = Brazilian Journal of Veterinary and Animal Science
Arq Bras Oftalmol	Arquivos brasileiros de oftalmologia
Arq Neuropsiquiatr	Arquivos de Neuro-Psiuiatria
Arterioscl Throm Vas	Arteriosclerosis, thrombosis, and vascular biology
Arthritis Res	Arthritis Research
Arthritis Res Ther	Arthritis research & therapy
Arthritis Rheum	Arthtitis and Rheumatism
Arthritis Rheum-Us	Arthritis & rheumatism
Arthroscopy	Arthroscopy
Artif Cell Blood Sub	Artificial cells, blood substitutes, and immobilization biotechnology
Artif Organs	Artificial Organs
Asaio J	Asaio journal
Asian Austral J Anim	Asian-Australasian journal of animal sciences
Asian J Androl	Asian Journal of Andrology
Atherosclerosis	Atherosclerosis
Autoimmun Rev	Autoimmunity reviews
B Eksp Biol Med	Bûlleten′ èksperimental′noj biologii i mediciny
B Exp Biol Med+	Bulletin of Experimental Biology and Medicine
Basic Clin Pharmacol	Basic & clinical pharmacology & toxicology
Basic Res Cardiol	Basic Research in Cardiology
Bba-Biomembranes	Biochimica et biophysica acta. Biomembranes
Bba-Gen Subjects	Biochimica et biophysica acta. G, General subjects
Bba-Gene Struct Expr	Biochimica et biophysica acta. N, Gene structure and expression
Bba-Mol Basis Dis	Biochimica et biophysica acta. Molecular basis of disease
Bba-Mol Cell Biol L	Biochimica and biophysica acta. Molecular and cell biology of lipids
Bba-Mol Cell Res	Biochimica et biophysica acta. Molecular cell research
Bba-Rev Cancer	Biochimica et biophysica acta. CR, Reviews on cancer
Behav Brain Res	Behavioural Brain Research
Best Pract Res Cl Ha	Best Practice & Research Clinical Haematology
Best Pract Res Cl Ob	Best practice & research. Clinical obstetrics & gynaecology
Biochem Bioph Res Co	Biochemical and Biophysical Research Communications
Biochem Cell Biol	Biochemistry and Cell Biology

Abreviatura do título	Título por extenso
Biochem J	Biochemical Journal
Biochem Pharmacol	Biochemical Pharmacology
Biochem Soc T	Biochemical Society Transactions
Biochemical And Biophysical Research Communications	Biochemical And Biophysical Research Communications
Biochemistry-Moscow+	Biochemistry (Moscow, Russian Federation)(Translation of Biokhimiya (Moscow, Russian Federation))
Biochemistry-Us	Biochemistry
Biochim Biophys Acta	Biochimica et Biophysica ACTA/General Subjects
Biochimie	Biochimie
Bioconjugate Chem	Bioconjugate Chemistry
Bioelectromagnetics	Bioelectromagnetics
Bioessays	BioEssays
Bioinformatics	Bioinformatics
Biokhimiya	Biokhimiia
Biol Blood Marrow Tr	Biology of blood and marrow transplantation
Biol Bull	Biological Bulletin
Biol Cell	Biology of the Cell
Biol Chem	Biological Chemistry
Biol Membrany	Biologicheskie Membrany
Biol Pharm Bull	Biological and Pharmaceutical Bulletin
Biol Psychiat	Biological Psychiatry
Biol Reprod	Biology of Reproduction
Biologiya Morya (Vladivostok)	Biologiâ morâ
Biomacromolecules	Biomacromolecules
Biomaterials	Biomaterials
Biomed Environ Sci	Biomedical and Environmental Sciences
Biomed Mater	Biomedical Materials
Biomed Pharmacother	Biomedicine and Pharmacotherapy
Biomol Eng	Biomolecular Engineering
Bioorg Med Chem Lett	Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters
Bioorgan Med Chem	Bioorganic and Medicinal Chemistry
Biophys Chem	Biophysical Chemistry
Biophys J	Biophysical Journal
Biopolymers	Biopolymers
Biorheology	Biorheology
Bioscience Rep	Bioscience Reports
Biosens Bioelectron	Biosensors and Bioelectronics
Biotechniques	Biotechniques
Biotechnol Appl Bioc	Biotechnology and Applied Biochemistry
Biotechnol Bioeng	Biotechnology and Bioengineering
Biotechnol Lett	Biotechnology Letters

Abreviatura do título	Título por extenso
Biotechnol Progr	Biotechnology Progress
Birth Defects Res A	Birth Defects Research, Part A: Clinical and Molecular Teratology
Birth Defects Research	Birth defects research. Part A, Clinical and molecular teratology
Bju Int	BJU International
Blood	Blood
Blood Cell Mol Dis	Blood Cells, Molecules, and Diseases
Blood Cells	Blood Cells
Blood Rev	Blood Reviews
Bmc Bioinformatics	BMC Bioinformatics
Bmc Biotechnol	BMC Biotechnology
Bmc Cancer	BMC Cancer
Bmc Cell Biol	BMC Cell Biology
Bmc Dev Biol	BMC Developmental Biology
Bmc Genomics	BMC Genomics
Bmc Neurosci	BMC Neuroscience
Bone	Bone
Bone Marrow Transpl	Bone Marrow Transplantation
Bone Miner	Bone and Mineral
Br J Haematol	British Journal of Haematology
Brain	Brain
Brain Pathol	Brain Pathology
Brain Res	Brain Research
Brain Res Bull	Brain Research Bulletin
Brain Res Dev Brain Res	Brain Research. Developmental Brain Research
Brain Res Mol Brain Res	Brain Research. Molecular Brain Research
Brain Res Protoc	Brain research protocols
Brain Res Rev	Brain research reviews
Braz J Med Biol Res	Brazilian Journal Of Medical and Biological Research
Breast	Breast
Breast Cancer Res	Breast Cancer Research
Breast Cancer Res Tr	Breast Cancer Research and Treatment
Brit J Cancer	British Journal of Cancer
Brit J Dermatol	British Journal of Dermatology
Brit J Haematol	British Journal of Haematology
Brit J Ophthalmol	British Journal of Ophthalmology
Brit J Pharmacol	British Journal of Pharmacology
Brit J Plast Surg	British Journal of Plastic Surgery
Brit J Radiol	British Journal of Radiology
Brit J Surg	British Journal of Surgery
Brit Med Bull	British Medical Bulletin
Brit Med J	British Medical Journal

Abreviatura do título	Título por extenso
Burns	Burns
Byulleten' Eksperimental'noi Biologii I Meditsiny	Byulleten' Eksperimental'noi Biologii I Meditsiny
Ca Canc J Clin	CA: A Cancer Journal for Clinicians (New York, NY)
Calcified Tissue Int	Calcified Tissue International
Can Med Assoc J	Canadian Medical Association Journal
Cancer	Cancer
Cancer Biol Ther	Cancer Biology & Therapy
Cancer Cell	Cancer Cell
Cancer Chemoth Pharm	Cancer Chemotherapy and Pharmacology
Cancer Control	Cancer Control
Cancer Detect Prev	Cancer Detection and Prevention
Cancer Epidem Biomar	Cancer epidemiology, biomarkers & prevention
Cancer Gene Ther	Cancer Gene Therapy
Cancer Genet Cytogen	Cancer Genetics and Cytogenetics
Cancer Immunol Immun	Cancer Immunology and Immunotherapy (Heidelberg)
Cancer Invest	Cancer Investigation
Cancer Lett	Cancer Letters
Cancer Metast Rev	Cancer and Metastasis Reviews (Boston, MA)
Cancer Nurs	Cancer Nursing
Cancer Res	Cancer Research
Cancer Sci	Cancer Science
Cancer Treat Rev	Cancer Treatment Reviews
Cancer-Am Cancer Soc	Cancer
Carbohyd Polym	Carbohydrate Polymers
Carcinogenesis	Carcinogenesis
Cardiology	Cardiology
Cardiovasc Pathol	Cardiovascular Pathology
Cardiovasc Res	Cardiovascular Research
Catheter Cardio Inte	Catheterization and Cardiovascular Interventions
Cell	Cell
Cell Biochem Biophys	Cell Biochemistry and Biophysics
Cell Biochem Funct	Cell Biochemistry and Function
Cell Biol Int	Cell Biology International
Cell Biol Toxicol	Cell Biology and Toxicology
Cell Calcium	Cell Calcium
Cell Cycle	Cell Cycle
Cell Death Differ	Cell Death and Differentiation
Cell Differ Dev	Cell differentiation and development
Cell Growth Differ	Cell Growth and Differentiation
Cell Immunol	Cellular Immunology
Cell Mol Biol Lett	Cellular & Molecular Biology Letters

Abreviatura do título	Título por extenso
Cell Mol Immunol	Cellular & Molecular Immunology
Cell Mol Life Sci	Cellular and Molecular Life Science
Cell Mol Neurobiol	Cellular and Molecular Neurobiology
Cell Motil Cytoskel	Cell Motility and the Cytoskeleton (New York, NY)
Cell Preserv Technol	Cell Preservation Technology
Cell Proliferat	Cell Proliferation (Oxford)
Cell Res	Cell Research
Cell Signal	Cellular Signalling
Cell Stem Cell	Cell Stem Cell
Cell Struct Funct	Cell Structure and Function
Cell Tissue Kinet	Cell and tissue kinetics Parte inferior do formulário
Cell Tissue Res	Cell and Tissue Research
Cell Transplant	Cell Transplantation
Cells Tissues Organs	Cells tissues organs
Cereb Cortex	Cerebral Cortex
Chem Biol	Chemistry and Biology
Chem Commun	Chemical Communications
Chem J Chinese U	Chemical Journal of Chinese Universities-Chinese
Chem Mater	Chemistry of materials Parte inferior do formulário
Chem Pharm Bull	Chemical and Pharmaceutical Bulletin
Chem Ver	Chemical Reviews
Chem Soc Rev	Chemical Society reviews (London)
Chem-Biol Interact	Chemico-biological interactions
Chin J Hematol	Chinese Journal Of Hematology
Chin J Neuromed	Chinese Journal of Neuromedicine
Chin J Traumatol	Chinese Journal of Traumatology
Chin Med J (Engl)	Chinese Medical Journal
Chinese Med J-Peking	Chinese Med Journal
Chinese Sci Bull	Chinese Science Bulletin
Chromosoma	Chromosoma
Chromosome Res	Chromosome Research
Ciba F Symp	CIBA Foundation Symposium
Ciência Rural	Ciência rural
Circ J	Circulation journal Parte inferior do formulário
Circ Res	Circulation Research
Circulation	Circulation
Circulation S1	Circulation S1
Circulation S2	Circulation S2
Clin Cancer Res	Clinical Cancer Research
Clin Chem	Clinical Chemistry
Clin Chim Acta	Clinica Chimica ACTA
Clin Exp Allergy	Clinical and Experimental Allergy

Abreviatura do título	Título por extenso
Clin Exp Immunol	Clinical and Experimental Immunology
Clin Exp Metastas	Clinical and Experimental Metastasis
Clin Exp Pharmacol P	Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology (Melbourne)
Clin Genet	Clinical Genetics
Clin Immunol	Clinical Immunology (San Diego, CA, United States)
Clin Infect Dis	Clinical Infectious Diseases
Clin Lab Haematol	Clinical and Laboratory Haematology
Clin Microbiol Rev	Clinical Microbiology Reviews
Clin Nutr	Clinical nutrition
Clin Oral Implan Res	Clinical Oral Implants Research
Clin Orthop Relat R	Clinical Orthopaedics and Related Research
Clin Orthop S	Clinics in Orthopedic Surgery
Clin Plast Surg	Clinics in Plastic Surgery
Clin Sci	Clinical Science
Clin Transplant	Clinical Transplantation
Cloning	Cloning
Cloning And Stem Cells	Cloning and Stem Cells
Cochrane Db Syst Rev	Cochrane Database of Systematic Reviews
Cold Spring Harb Sym	Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology
Colloid Surface B	Colloids and Surfaces B: Biointerfaces
Comp Biochem Phys A	Comparative Biochemistry and Physiology. A: Comparative Physiology
Comp Biochem Phys B	Comparative Biochemistry and Physiology. B: Comparative Biochemistry
Compos Sci Technol	Composites science and technology
Connect Tissue Res	Connective Tissue Research
Contraception	Contraception
Contrast Media Mol I	Contrast media & molecular imaging
Cornea	Cornea
Coronary Artery Dis	Coronary Artery Disease
Cr Biol	Comptes Rendus Biologies
Crit Care Med	Critical Care Medicine
Crit Rev Biochem Mol	Critical reviews in biochemistry and molecular biology
Crit Rev Eukar Gene	Critical Reviews in Eukaryotic Gene Expression
Crit Rev Immunol	Critical Reviews in Immunology
Crit Rev Oncol Hemat	Critical Reviews in Oncology/Hematology
Crit Rev Oral Biol M	Critical Reviews in Oral Biology and Medicine
Crust Res	Crustacean Research
Cryobiology	Cryobiology
Cryoletters	CryoLetters
Curr Biol	Current Biology
Curr Cancer Drug Tar	Current Cancer Drug Targets
Curr Eye Res	Current Eye Research

Abreviatura do título	Título por extenso
Curr Gene Ther	Current Gene Therapy
Curr Med Chem	Current Medicinal Chemistry
Curr Mol Med	Current Molecular Medicine
Curr Neurovasc Res	Current Neurovascular Research
Curr Opin Biotech	Current Opinion in Biotechnology (London)
Curr Opin Cell Biol	Current Opinion in Cell Biology
Curr Opin Chem Biol	Current Opinion in Chemical Biology
Curr Opin Genet Dev	Current Opinion in Genetics and Development (London)
Curr Opin Hematol	Current Opinions in Hematology
Curr Opin Immunol	Current Opinion in Immunology
Curr Opin Investig Drugs	Current Opinion in Investigational Drugs
Curr Opin Mol Ther	Current Opinion in Molecular Therapeutics
Curr Opin Neurobiol	Current Opinion in Neurobiology
Curr Opin Neurol	Current Opinion in Neurology
Curr Opin Oncol	Current Opinion in Oncology
Curr Opin Ophthalmol	Current Opinion in Opthalmology
Curr Opin Pediatr	Current Opinion in Pediatrics
Curr Opin Pharmacol	Current Opinion in Pharmacology
Curr Opin Rheumatol	Current Opinion in Rheumatology
Curr Opin Struc Biol	Current Opinion in Structural Biology
Curr Pharm Design	Current Pharmaceutical Design
Curr Stem Cell Res T	Current Stem Cell Research & Therapy Impact Factor
Curr Stem Cell Res Ther	Current Stem Cell Research and Therapy
Curr Top Dev Biol	Current Topics in Developmental Biology
Curr Top Microbiol	Current Topics in Microbiology and Immunology
Current Gene Therapy	Current Gene Therapy
Cytogenet Cell Genet	Cytogenetics and Cell Genetics
Cytogenet Genome Res	Cytogenetic and Genome Research
Cytokine	Cytokine
Cytom Part A	Cytom Part A
Cytom Part B-Clin Cy	Cytometry. Part B. Clinical cytometry
Cytometry	Cytometry
Cytotechnology	Cytotechnology
Cytotherapy	Cytotherapy
Dent Clin North Am	Dental Clinics of North America
Dent Mater	Dental Materials
Dent Traumatol	Dental Traumatology
Dermatol Surg	Dermatologic Surgery
Dev Biol	Developmental Biology
Dev Brain Res	Developmental Brain Research
Dev Cell	Developmental Cell
Dev Comp Immunol	Developmental and Comparative Immunology

Abreviatura do título	Título por extenso
Dev Dynam	Developmental Dynamics
Dev Genes Evol	Development Genes and Evolution
Dev Genet	Developmental Genetics
Dev Growth Differ	Development Growth and Differentiation
Dev Neurosci-Basel	Developmental Neuroscience (Basel)
Development	Development
Diabetes	Diabetes
Diabetes Care	Diabetes Care
Diabetes Obes Metab	Diabetes, Obesity & Metabolism
Diabetologia	Diabetologia
Differentiation	Differentiation
Digest Dis Sci	Digestive Diseases and Sciences (New York, NY)
Dis Colon Rectum	Diseases of the Colon and Rectum
Dna Cell Biol	DNA and Cell Biology (New York, NY)
Dna Repair	Dna Repair
Dokl Akad Nauk Sssr+	Dokl Akad Nauk Sssr+
Dokl Akad Nauk+	Dokl Akad Nauk+
Doklady Akademii Nauk	Doklady Akademii Nauk
Drug Discov Today	Drug Discovery Today
Drug Metab Dispos	Drug Metabolism and Disposition: The Biological Fate of Chemicals.
Drugs	Drugs
Electrophoresis	Electrophoresis
Embo J	EMBO Journal (Oxford)
Embo Rep	EMBO Reports
Endocr Ver	Endocrine Reviews
Endocr-Relat Cancer	Endocrine-related Cancer
Endocrinology	Endocrinology
Endoscopy	Endoscopy
Endothelium-J Endoth	Endothelium
Environ Health Persp	Environmental Health Perspectives
Epilepsia	Epilepsia
Eur Cell Mater	European cells & materials
Eur Heart J	European Heart Journal
Eur J Biochem	European Journal of Biochemistry
Eur J Cancer	European Journal of Cancer
Eur J Cardio-Thorac	European Journal of Cardio-Thoracic Surgery (Berlin)
Eur J Cell Biol	European Journal of Cell Biology
Eur J Clin Invest	European Journal of Clinical Investigation
Eur J Dermatol	European Journal of Dermatology
Eur J Endocrinol	European Journal of Endocrinology
Eur J Gastroen Hepat	European Journal of Gastroenterology & Hepatology
Eur J Haematol	European Journal of Haematology

Abreviatura do título	Título por extenso
Eur J Heart Fail	European journal of Heart Failure
Eur J Hum Genet	European Journal of Human Genetics
Eur J Immunogenet	European Journal of Immunogenetics
Eur J Immunol	European Journal of Immunology
Eur J Neurosci	European Journal of Neuroscience
Eur J Nucl Med Mol I	European journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging Parte inferior do formulário
Eur J Obstet Gyn R B	European Journal of Obstetrics, Gynecology, and Reproductive Biology (Amsterdam)
Eur J Oral Sci	European Journal of Oral Sciences
Eur J Orthodont	European Journal of Orthodontics (Oxford)
Eur J Pharm Biopharm	European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics
Eur J Pharmacol	European Journal of Pharmacology
Eur Polym J	European Polymer Journal
Eur Radiol	European Radiology
Eur Spine J	European Spine JournalParte inferior do formulário
Eur Urol	European Urology
Exp Biol Med	Experimental Biology and Medicine
Exp Brain Res	Experimental Brain Research
Exp Cell Res	Experimental Cell Research
Exp Dermatol	Experimental Dermatology
Exp Eye Res	Experimental Eye Research
Exp Gerontol	Experimental Gerontology Parte inferior do formulário
Exp Hematol	Experimental Hematology
Exp Mol Med	Experimental and Molecular Medicine
Exp Mol Pathol	Experimental and Molecular Pathology
Exp Nephrol	Experimental Nephrology
Exp Neurol	Experimental Neurology
Exp Physiol	Experimental Physiology
Experientia	Experientia
Expert Opin Biol Th	Expert Opinion on Biological Therapy
Expert Opin Inv Drug	Expert Opinion on Investigational Drugs
Expert Rev Med Devic	Expert Review of Medical Devices
Eye	Eye
Faseb J	FASEB Journal
Febs Lett	FEBS Letters
Fertil Steril	Fertility and Sterility
Fish Physiol Biochem	Fish Physiology and Biochemistry
Fish Shellfish Immun	Fish & shellfish immunology
Fiziologiya Rastenii (Moscow)	Fiziologiya Rastenii (Moscow
Folia Biol-Prague	Folia Biológica
Folia Histochem Cyto	Folia Histochemica et Cytobiologica (Warszawa)
Food Chem Toxicol	Food and Chemical Toxicology

Abreviatura do título	Título por extenso
Free Radical Bio Med	Free Radical Biology and Medicine
Front Biosci	Frontiers in Bioscience
Front Biosci-Landmrk	Frontiers in Bioscience-Landmark Impact Factor
Gastroenterology	Gastroenterology
Gastrointest Endosc	Gastrointestinal Endoscopy
Gematol Transfuziol	Gematologiia I Transfuziologiia
Gen Comp Endocr	General and Comparative Endocrinology (New York, NY)
Gene	Gene
Gene Chromosome Canc	Genes Chromosomes & Cancer
Gene Dev	Genes & Development
Gene Expr Patterns	Gene Expression Patterns
Gene Expression	Gene Expression
Gene Ther	Gene Therapy
Genes Cells	Genes Cells
Genesis	Genesis
Genetics	Genetics
Genome Biol	Genome Biology
Genome Res	Genome Research
Genomics	Genomics
Glia	Glia
Glycobiology	Glycobiology
Graef Arch Clin Exp	Graefes Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology (Berlin)
Growth Factors	Growth Factors
Gut	Gut
Gynecol Oncol	Gynecologic Oncology
Haematol-Hematol J	Haematologica-The Hematology Journal
Haematologica	Haematologica
Head Neck-J Sci Spec	Head & neck
Hearing Res	Hearing Research (Amsterdam)
Heart Fail Ver	Heart Failure Reviews
Hematol J	Hematology Journal
Hematol Oncol	Hematological Oncology
Hematol Oncol Clin N	Hematology/Oncology Clinics of North America (Philadelphia, PA)
Hematology	Hematology
Hepato-Gastroenterol	Hepato-Gastroenterology (Stuttgart)
Hepatol Res	Hepatology Research
Hepatology	Hepatology
Hippocampus	Hippocampus
Histochem Cell Biol	Histochemistry and Cell Biology
Histochem J	Histochemical Journal
Histochemistry	Histochemistry

Abreviatura do título	Título por extenso
Histol Histopathol	Histology and Histopathology
Histological Histopa	Histological Histopa
Histopathology	Histopathology
Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi	Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi = West China Journal of Stomatology
Hum Cell	Hum Cell
Hum Gene Ther	Human Gene Therapy
Hum Genet	Human Genetics
Hum Immunol	Human Immunology
Hum Mol Genet	Human Molecular Genetics
Hum Mutat	Human Mutation
Hum Pathol	Human Pathology
Hum Reprod	Human Reproduction
Hum Reprod Update	Human Reproduction Update
Hybridoma	Hybridoma
Hydrobiologia	Hydrobiologia
Hypertens Res	Hypertension Research
Hypertension	Hypertension
Ieee T Nanobiosci	IEEE Transactions on NanoBioscience
Immunity	Immunity
Immunobiology	Immunobiology
Immunogenetics	Immunogenetics
Immunol Cell Biol	Immunology and Cell Biology
Immunol Lett	Immunology Letters
Immunol Res	Immunologic Research
Immunol Ver	Immunological Reviews
Immunol Today	Immunology Today
Immunologiya	Immunologiya
Immunology	Immunology
Implant Dent	Implant dentistry
In Vitro Cell Dev B	In Vitro Cellular and Developmental Biology l
In Vitro Cell Dev-An	In Vitro Cellular and Developmental Biology. Animal
Indian J Exp Biol	Indian Journal of Experimental Biology
Indian J Med Res	Indian Journal of Medical Research
Indian Journal of Experimental Biology	Indian Journal of Experimental Biology
Indian Journal Of Ophthalmology	Indian Journal of Ophthalmology
Infect Immun	Infection and Immunity
Inflamm Res	Inflammation Research
Inflammation	Inflammation
Injury	Injury
Int Arch Allergy Imm	International Archives of Allergy And Immunology
Int Endod J	International Endodontic Journal

Abreviatura do título	Título por extenso
Int Immunol	International Immunology
Int Immunopharmacol	International Immunopharmacology
Int J Androl	International Journal of Andrology
Int J Artif Organs	International Journal of Artificial Organs
Int J Biochem Cell B	International Journal of Biochemistry & Cell Biology
Int J Biol Macromol	International Journal of Biological Macromolecules
Int J Cancer	International Journal of Cancer
Int J Cardiol	International Journal of Cardiology
Int J Dev Biol	International Journal of Developmental Biology
Int J Dev Neurosci	International Journal of Developmental Neuroscience
Int J Exp Pathol	International Journal of Experimental Pathology
Int J Gynecol Cancer	International Journal of Gynecological Cancer
Int J Hematol	International Journal of Hematology
Int J Immunopharmaco	International Journal of Immunopharmacology
Int J Mol Med	International Journal of Molecular Medicine
Int J Oncol	International Journal of Oncology
Int J Oral Max Impl	The International journal of oral & maxillofacial implants
Int J Oral Max Surg	International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery
Int J Periodont Rest	International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry
Int J Pharm	International Journal of Pharmacy
Int J Pharmaceut	International Journal of Phamaceutics
Int J Radiat Biol	International Journal of Radiation Biology
Int J Radiat Oncol	International Journal of Radiation Oncology, Biology, Physics
Int Orthop	International Orthopaedics
Int Rev Cytol	International Review of Cytology
Int Urogynecol J	International Urogynecology Journal and Pelvic Floor Dysfunction
Internal Med	Internal Medicine
Invertebr Reprod Dev	Invertebrate Reproduction and Development
Invest Ophth Vis Sci	Investigative Ophthalmology and Visual Science (Philadelphia, PA)
Invest Radiol	Investigative Radiology
Izv Akad Nauk Biol+	Izvestiya Akademii Nauk Seriya Biologicheskaya
Izv Akad Nauk Ser Biol	Izvestiia Akademii Nauk Seriia Biologicheskaia
J Agr Food Chem	Journal of Agricultural and Food Chemistry (Washington, DC)
J Allergy Clin Immun	Journal of Allergy and Clinical Immunology
J Alzheimers Dis	Journal of Alzheimer's Disease
J Am Acad Dermatol	Journal of the American Academy of Dermatology
J Am Acad Orthop Sur	Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons (Rosemont, IL)
J Am Ceram Soc	Journal of the American Ceramic Society
J Am Chem Soc	Journal of the American Chemical Society

Abreviatura do título	Título por extenso
J Am Coll Cardiol	Journal of the American College of Cardiology
J Am Dent Assoc	Journal of the American Dental Association
J Am Soc Nephrol	Journal of the American Society of Nephrology
J Am Stat Assoc	Journal of the American Statistical Association
J Anat	Journal of Anatomy
J Androl	Journal of Andrology
J Anim Sci	Journal of Animal Science
J Antibiot	Journal of antibiotics
J Appl Phys	Journal of Applied Psychology (Washington, DC)
J Appl Physiol	Journal of Applied Physiology (Bethesda, MD)
J Appl Polym Sci	Journal of Applied Polymer Science
J Arthroplasty	Journal of Artroplasty
J Artif Organs	Journal of Artificial Organs
J Assist Reprod Gen	Journal of assisted reproduction and genetics
J Autoimmun	Journal of Autoimmunity
J Bacteriol	Journal of Bacteriology
J Bioact Compat Poly	Journal of Bioactive And Compatible Polymers
J Biochem	Journal of Biochemistry
J Biochem-Tokyo	Journal of Biochemistry (Tokyo)
J Biol Chem	Journal of Biological Chemistry
J Biomat Sci-Polym E	Journal of Biomaterials Science, Polymer Edition
J Biomater Appl	Journal of Biomaterials Applications
J Biomech	Journal of Biomechanics
J Biomech Eng-T Asme	Journal of Biomechanical Engineering-Transactions of The Asme
J Biomed Mater Res	Journal of Biomedical Materials Research
J Biomed Mater Res A	Journal of Biomedical Materials Research, Part A
J Biomed Mater Res B	Journal of Biomedical Materials Research, Part B: Applied Biomaterials
J Biomed Sci	Journal of Biomedical Science
J Biosci Bioeng	Journal of Bioscience and Bioengineering
J Biotechnol	Journal of Biotechnology
J Bone Joint Surg Am	Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume
J Bone Joint Surg Br	Journal of Bone and Joint Surgery. British Volume
J Bone Miner Metab	Journal of Bone and Mineral Metabolism
J Bone Miner Res	Journal of Bone and Mineral Research
J Cancer Res Clin	Journal of Cancer Research and Clinical Oncology
J Cardiovasc Electr	Journal of Cardiovascular Electrophysiology
J Cardiovasc Pharm	Journal of Cardiovascular Pharmacology
J Cell Biochem	Journal of Cellular Biochemistry
J Cell Biochem Suppl	Journal of Cellular Biochemistry. Supplement
J Cell Biol	Journal of Cell Biology
J Cell Mol Med	Journal of Cellular and Molecular Medicine

Abreviatura do título	Título por extenso
J Cell Physiol	Journal of Cellular Physiology
J Cell Physl	Journal of Cellular Physiology
J Cell Sci	Journal of Cell Science
J Cell Sci Suppl	Journal of Cell Science. Supplement
J Cerebr Blood F Met	Journal of Cerebral Blood Flow and Metabolism (New York, NY)
J Chem Neuroanat	Journal of Chemical Neuroanatomy
J Chromatogr	Journal of Chromatography
J Chromatogr B	Journal of chromatography. B
J Clin Endocr Metab	Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism
J Clin Immunol	Journal of Clinical Immunology
J Clin Invest	Journal of Clinical Investigation
J Clin Microbiol	Journal of Clinical Microbiology
J Clin Neurosci	Journal of Clinical Neuroscience
J Clin Oncol	Journal of Clinical Oncology
J Clin Pathol	Journal of Clinical Pathology
J Clin Periodontol	Journal of Clinical Periodontology
J Clin Virol	Journal of Clinical Virology
J Colloid Interf Sci	Journal of Colloid and Interface Science
J Comp Neurol	Journal of Comparative Neurology
J Comput Assist Tomo	Journal of Computer Assisted Tomography (New York, NY)
J Control Release	Journal of Controlled Release
J Cranio Maxill Surg	Journal of Cranio-Maxillo-Facial Surgery
J Craniofac Surg	Journal of Craniofacial Surgery
J Crustacean Biol	Journal of Crustacean Biology
J Cryst Growth	Journal of Crystal Growth
J Cutan Pathol	Journal of Cutaneous Pathology
J Dent	Journal of Dentistry
J Dent Res	Journal of Dental Research
J Dermatol Sci	Journal of Dermatological Science
J Embryol Exp Morph	Journal of Embryology and Experimental Morphology
J Endocrinol	Journal of Endocrinology
J Endodont	Journal of Endodontics
J Ethnopharmacol	Journal of Ethnopharmacology
J Eur Ceram Soc	Journal of the European Ceramic Society
J Exp Biol	Journal of Evolutionary Biology
J Exp Clin Canc Res	Journal of Experimental & Clinical Cancer Research
J Exp Hematol	Journal Experimental Hematology
J Exp Med	Journal of Experimental Medicine
J Exp Zool	Journal of Experimental Zoology
J Exp Zool Part B	Journal of Experimental Zoology part B-Molecular and Developmental Evolution

Abreviatura do título	Título por extenso
J Gastroen Hepatol	Journal of Gastroenterology and Hepatology (Melbourne)
J Gastroenterol	Journal of Gastroenterology
J Gen Physiol	Journal of General Physiology
J Gen Virol	Journal of General Virology
J Gene Med	The journal of Gene Medicine
J Gerontol A-Biol	Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences
J Hand Surg-Am	Journal of Hand Surgery. American Volume
J Heart Lung Transpl	Journal of Heart and Lung Transplantation (St. Louis, MO)
J Hematoth Stem Cell	Journal of Hematotherapy & Stem Cell Research
J Hematother	Journal of Hematotherapy
J Hepatol	Journal of Hepatology
J Histochem Cytochem	Journal of Histochemistry and Cytochemistry
J Huazhong Univ Sci Technolog Med Sci	Journal of Huazhong University of Science and Technology(Medical Science)
J Hypertens	Journal of Hypertension
J Immunol	Journal of Immunology
J Immunol Methods	Journal of Immunological Methods
J Immunother	Journal of Immunotherapy
J Infect Dis	Journal of Infectious Diseases
J Inorg Biochem	Journal of Inorganic Biochemistry
J Invest Derm Symp P	The Journal of Investigative Dermatology. Symposium Proceedings
J Invest Dermatol	Journal of Investigative Dermatology
J Korean Med Sci	Journal of Korean Medical Science
J Lab Clin Med	Journal of Laboratory and Clinical Medicine
J Leukocyte Biol	Journal of Leukocyte Biology
J Lipid Res	Journal of Lipid Research
J Magn Magn Mater	Journal of Magnetism and Magnetic Materials
J Magn Reson Imaging	Journal of Magnetic Resonance Imaging
J Mammary Gland Biol	Journal of Mammary Gland Biology and Neoplasia
J Mater Chem	Journal of Materials Chemistry
J Mater Res	Journal of Materials Research
J Mater Sci	Journal of Materials Science
J Mater Sci-Mater M	Journal of Materials Science: Materials in Medicine
J Med Chem	Journal of Medicinal Chemistry
J Med Genet	Journal of Medical Genetics
J Med Virol	Journal of Medical Virology
J Membrane Biol	Journal of Membrane Biology
J Microencapsul	Journal of Microencapsulation
J Microsc-Oxford	Journal of Microscopy
J Mol Biol	Journal of Molecular Biology
J Mol Cell Cardiol	Journal of Molecular and Cellular Cardiology

Abreviatura do título	Título por extenso
J Mol Endocrinol	Journal of Molecular Endocrinology
J Mol Histol	Journal of molecular histology
J Mol Med	Journal of Molecular Medicine
J Mol Med-Jmm	Journal of Molecular Medicine
J Mol Neurosci	Journal of Molecular Neuroscience
J Morphol	Journal of Morphology
J Nanosci Nanotechno	Journal of Nanoscience and Nanotechnology
J Natl Cancer I	Journal of the National Cancer Institute (Bethesda, MD)
J Neural Transm	Journal of Neural Transmission
J Neural Transm-Supp	Journal of Neural Transmission. Supplementum
J Neuro-Oncol	Journal of neuro-oncology
J Neurobiol	Journal of Neurobiology
J Neurochem	Journal of Neurochemistry
J Neurocytol	Journal of Neurocytology
J Neuroimmunol	Journal of Neuroimmunology
J Neurol	Journal of Neurology
J Neurol Neurosur Ps	Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry (London)
J Neurol Sci	Journal of the Neurological Sciences
J Neuropath Exp Neur	Journal of Neuropathology and Experimental Neurology (Lawrence, KS)
J Neurophysiol	Journal of Neurophysiology
J Neurosci	Journal of Neuroscience
J Neurosci Meth	Journal of Neuroscience Methods (Amsterdam)
J Neurosci Res	Journal of Neuroscience Research
J Neurosurg	Journal of Neurosurgery
J Neurosurg-Spine	Journal of Neurosurgery. Spine
J Neurotraum	Journal of Neurotrauma
J Non-Cryst Solids	Journal of Non-Crystalline Solids
J Nucl Med	Journal of Nuclear Medicine
J Nutr	Journal of Nutrition
J Oral Maxil Surg	Journal of Oral and Maxillofacial Surgery (Philadelphia, PA)
J Oral Pathol Med	Journal of Oral Pathology and Medicine
J Org Chem	Journal of Organic Chemistry (Washington, DC)
J Orthop Res	Journal of Orthopaedic Research
J Orthop Sci	Journal of Orthopaedic Science
J Orthop Trauma	Journal of Orthopaedic Trauma
J Orthopaed Res	Journal of Orthopaedic Research (New York, NY)
J Pathol	Journal of Pathology
J Pediat Hematol Onc	Journal of Pediatric Hematol Oncol
J Pediatr	Journal of Pediatrics
J Pediatr Surg	Journal of Pediatric Surgery
J Periodontal Res	Journal of Periodontal Research (Copenhagen)

Abreviatura do título	Título por extenso
J Periodontol	Journal of Periodontology
J Pharm Pharmacol	Journal of Pharmacy and Pharmacology
J Pharm Sci	Journal of Pharmaceutical Sciences
J Pharmaceut Biomed	Journal of pharmaceutical and biomedical analysis
J Pharmacol Exp Ther	Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics
J Pharmacol Sci	Journal of Pharmacological Sciences (Tokyo)
J Photoch Photobio B	Journal of Photochemistry and Photobiology, B: Biology
J Phys Chem B	Journal of Physical Chemistry B
J Physiol-London	Journal of Physiology
J Pineal Res	Journal of Pineal Research
J Prosthet Dent	Journal of Prosthetic Dentistry
J Proteome Res	Journal of Proteome Research
J Radiat Res	Journal of Radiation Research
J Reconstr Microsurg	Journal of Reconstructive Microsurgery
J Reprod Develop	Journal of Reproduction and Development
J Reprod Fertil	Journal of Reproduction and Fertility
J Rheumatol	Journal of Rheumatology
J Soc Gynecol Invest	Journal of The Society For Gynecologic Investigation
J Steroid Biochem	The Journal of Steroid Biochemistry
J Struct Biol	Journal of Structural Biology
J Surg Oncol	Journal of Surgical Oncology
J Surg Res	Journal of Surgical Research
J Theor Biol	Journal of Theoretical Biology
J Thorac Cardiov Sur	Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery (St. Louis, MO)
J Thromb Haemost	Journal of Thrombosis and Haemostasis
J Tissue Eng Regen M	Journal of Tissue Engineering and Regenerative Medicine
J Transl Med	Journal of Translational Medicine
J Trauma	Journal of Trauma
J Urology	Journal of Urology (Baltimore, MD)
J Vasc Res	Journal of Vascular Research
J Vasc Surg	Journal of Vascular Surgery
J Vet Med Sci	Journal of Veterinary Medical Science
J Virol	Journal of Virology
J Virol Methods	Journal of Virological Methods
Jama-J Am Med Assoc	Jama-Journal of The American Medical Association
Jpn J Cancer Res	Japanese Journal of Cancer Research
Jpn J Clin Oncol	Japanese Journal of Clinical Oncology
Keio Journal Of Medicine	Keio Journal of Medicine
Key Eng Mat	Advanced Ceramic Materials
Kidney Int	Kidney International

Abreviatura do título	Título por extenso
Kletochn Tekhnol Bio	Kletochn Tekhnol Biology
Knee Surg Sport Tr A	Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy
Lab Chip	Lab on a Chip
Lab Invest	Laboratory Investigation
Lancet	Lancet
Lancet Neurol	Lancet neurology
Lancet Oncol	The Lancet Oncology
Langmuir	Langmuir
Laryngoscope	Laryngoscope
Laser Surg Med	Lasers in Surgery and Medicine
Leukemia	Leukemia
Leukemia Lymphoma	Leukemia Lymphoma
Leukemia Res	Leukemia Research
Life Sci	Life Sciences
Liver	Liver
Liver Int	Liver International
Liver Transplant	Liver Transplantation
Lung Cancer	Lung Cancer
Lupus	Lupus
Macromol Biosci	Macromolecular Bioscience
Macromolecules	Macromolecules
Magn Reson Imaging	Magnetic Resonance Imaging
Magn Reson Med	Magnetic Resonance in Medicine
Magnet Reson Med	Magnetic resonance in Medicine
Mamm Genome	Mammalian Genome
Manipulating Mouse E	Manipulating the Mouse Embryo
Mar Biotechnol	Marine Biotechnology
Mat Sci Eng C-Bio S	Materials Science & Engineering. C, Biomimetic materials, Sensors and Systems
Mater Lett	Materials Letters
Mater Today	Mater Today
Matrix	Matrix
Matrix Biol	Matrix Biology
Mayo Clin Proc	Mayo Clinic Proceedings
Mech Ageing Dev	Mechanisms of Ageing and Development
Mech Develop	Mechanisms of Development
Med Biol Eng Comput	Medical and Biological Engineering and Computing
Med Hypotheses	Medical Hypotheses
Med J Australia	Medical Journal of Australia (Sydney)
Med Klin	Medizinische Klinik
Med Pediatr Oncol	Medical and Pediatric Oncology
Med Res Rev	Medicinal Research Reviews
Med Sci Monitor	Medical Science Monitor

Abreviatura do título	Título por extenso
Medicine	Medicine
Memorias do Instituto Oswaldo Cruz	Memorias do Instituto Oswaldo Cruz
Metabolism	Metabolism: Clinical and Experimental
Meth Mol B	Methods in Molecular Biology
Method Cell Biol	Methods in Cell Biology (New York, NY)
Method Enzymol	Methods in Enzymology
Methods	Methods
Methods Cell Biol	Methods in Cell Biology
Methods Mol Biol	Methods in Molecular Biology
Methods Tissue Cultu	Journal of Tissue Culture Methods (now Methods in Cell Science)
Micron	Micron
Microsc Res Techniq	Microscopy Research and Technique (New York, NY)
Microsurg	Microsurgery
Microvasc Res	Microvascular Research
Modern Pathol	Modern Pathology (Baltimore, MD)
Mol Biol Cell	Molecular Biology of the Cell
Mol Biol Evol	Molecular Biology and Evolution
Mol Biol Rep	Molecular Biology Reports
Mol Biotechnol	Molecular Biotechnology
Mol Brain Res	Molecular Brain Research
Mol Cancer	Molecular Cancer
Mol Cancer Res	Molecular Cancer Research
Mol Cancer Ther	Molecular Cancer Therapeutics
Mol Carcinogen	Molecular Carcinogenesis
Mol Cell	Molecules and Cells = 939
Mol Cell Biochem	Molecular and Cellular Biochemistry
Mol Cell Biol	Molecular and Cellular Biology
Mol Cell Endocrinol	Molecular and Cellular Endocrinology
Mol Cell Neurosci	Molecular and Cellular Neuroscience
Mol Cell Proteomics	Molecular & cellular proteomics
Mol Cells	Molecules and Cells
Mol Cloning Lab Manu	Molecular Cloning: A Laboratory Manual
Mol Endocrinol	Molecular Endocrinology
Mol Gen Genet	Molecular and General Genetics
Mol Genet Metab	Molecular Genetics and Metabolism
Mol Hum Reprod	Molecular Human Reproduction
Mol Imaging	Molecular Imaging
Mol Mar Biol Biotech	Molecular Marine Biology and Biotechnology
Mol Med	Molecular Medicine
Mol Med Today	Molecular Medicine Today
Mol Neurobiol	Molecular Neurobiology
Mol Pharmacol	Molecular Pharmacology

Abreviatura do título	Título por extenso
Mol Psychiatr	Molecular Psychiatry
Mol Reprod Dev	Molecular Reproduction and Development
Mol Ther	Molecular Therapy
Mol Vis	Molecular Vision
Molecular Marine Biology and Biotechnology	Molecular Marine Biology and Biotechnology
Molecular Pathology	Molecular Pathology
Movement Disord	Movement Disord
Muscle Nerve	Muscle Nerve
Mutat Res	Mutation Research/DNA Repair
Mutat Res-Fund Mol M	Mutation Research - Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis
Mutat Res-Gen Tox En	Mutation research - Genetic toxicology and environmental mutagenesis
Nan Fang Yi Ke Da Xue Xue Bao	Nan Fang Yi Ke Da Xue Xue Bao
Nano Lett	Nano Letters
Nanotechnology	Nanotechnology
Nat Biotechnol	Nature Biotechnology
Nat Chem Biol	Nature Chemical Biology
Nat Clin Pract Cardiovasc Med	Nature Clinical Practice Cardiovascular Medicine
Nat Genet	Nature Genetics
Nat Immunol	Nature Immunology
Nat Mater	Nature Materials
Nat Med	Nature Medicine (New York)
Nat Methods	Nature Methods
Nat Neurosci	Nature Neuroscience
Nat Protoc	Nature Protocols
Nat Rev Cancer	Nature Reviews Cancer
Nat Rev Drug Discov	Nature Reviews Drug Discovery
Nat Rev Genet	Nature Reviews Genetics
Nat Rev Immunol	Nature Reviews Immunology
Nat Rev Mol Cell Bio	Nature Reviews Molecular Cell Biology
Nat Rev Neurosci	Nature Reviews Neuroscience
Nat Struct Biol	Nature Structural Biology
Nat Struct Mol Biol	Nature Structural & Molecular Biology
Nature (London)	Nature (London)
Neoplasia	Neoplasia
Neoplasma	Neoplasma
Nephrol Dial Transpl	Nephrology, Dialysis, Transplantation (Berlin)
Nephron	Nephron
Neurobiol Aging	Neurobiology of Aging (New York, NY)
Neurobiol Dis	Neurobiology of Disease
Neurochem Int	Neurochemistry International

Abreviatura do título	Título por extenso
Neurochem Res	Neurochemical Research (New York, NY)
Neurogastroent Motil	Neurogastroenterology & Motility
Neuroimage	Neuroimage
Neurol Res	Neurological Research (Guildford)
Neurol Sci	Neurological Science
Neuromuscular Disord	Neuromuscular Disorders
Neuron	Neuron
Neuropathology	Neuropathology
Neuropharmacology	Neuropharmacology
Neuropsychopharmacol	Neuropsychopharmacol
Neuroreport	Neuroreport
Neurorx	Neurorx
Neurosci Biobehav R	Neuroscience and Biobehavioral Reviews (New York, NY)
Neurosci Bull	Neuroscience Bulletin
Neurosci Lett	Neuroscience Letters (Limerick)
Neurosci Res	Neuroscience Research (Limerick)
Neuroscience	Neuroscience
Neurosurg Focus	Neurosurg Focus
Neurosurgery	Neurosurgery
Neurotoxicology	Neurotoxicology
New Engl J Med	New England Journal of Medicine
Nmr Biomed	NMR in Biomedicine (Chichester)
Novart Fdn Symp	Neural Transplantation in Neurodegenerative Disease: Current Status and New Directions
Novartis Found Symp	Novartis Foundation Symposium
Nucleic Acids Res	Nucleic Acids Research (London)
Nutrition	Nutrition
Obes Res	Obesity Research (Baton Rouge, LA)
Obstet Gynecol	Obstetrics and Gynecology (New York, NY)
Oncogene	Oncogene
Oncol Nurs Forum	Oncology Nursing Forum (New York, NY)
Oncol Rep	Oncology Reports (Athens)
Oncol Res	Oncology Research
Oncologist	Oncologist
Oncology-Basel	Oncology-Basel
Ontogenez	Ontogenez
Ophthalmology	Ophthalmology
Oral Dis	Oral diseases
Oral Oncol	Oral Oncology
Oral Surg Oral Med O	Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology
Orthod Craniofac Res	Orthodontics & Craniofacial Research

Abreviatura do título	Título por extenso
Orthop Clin N Am	Orthopedic Clinics of North America (Philadelphia, PA)
Orthopade	Orthopade
Orthopedics	Orthopedics
Osteoarthr Cartilage	Osteoarthr Cartilage
Osteoporosis Int	Osteoporosis International (London)
P Natl Acad Sci-Biol	Proceedings of The National Academy of Sciences of The United States of America-Biological Sciences
P Soc Exp Biol Med	Proceedings of The Society for Experimental Biology and Medicine
Pancreas	Pancreas
Panminerva Med	Panminerva Medica (Torino)
Parkinsonism Relat D	Parkinsonism & Related Disorders
Pathobiology	Pathobiology (Basel)
Pathol Int	Pathology International
Pathol Res Pract	Pathology, Research and Practice (Stuttgart)
Pathology	Pathology
Pediatr Blood Cancer	Pediatric blood & câncer
Pediatr Hemat Oncol	Pediatric Hematology and Oncology (New York, NY)
Pediatr Res	Pediatric Research (Baltimore, MD)
Pediatr Surg Int	Pediatric Surgery International
Pediatr Transplant	Pediatric Transplantation
Pediatrics	Pediatrics
Peptides	Peptides
Periodontol 2000	Periodontol 2000
Pflug Arch Eur J Phy	Pflugers Archiv. European Journal of Physiology (Berlin)
Pharm Res-Dord	Pharmaceutical Research
Pharmacol Biochem Be	Pharmacology, Biochemistry and Behavior
Pharmacol Res	Pharmacological Research (London)
Pharmacol Rev	Pharmacological Reviews (Baltimore, MD)
Pharmacol Therapeut	Pharmacology and Therapeutics (Oxford)
Philos T R Soc B	Philosophical Transactions of The Royal Society B-Biological Sciences
Philos T Roy Soc B	Philosophical Transactions of The Royal Society B-Biological Sciences
Photochem Photobiol	Photochemistry and Photobiology (Oxford)
Photomed Laser Surg	Photomedicine and laser surgery
Phys Chem Chem Phys	Physical Chemistry Chemical Physics
Phys Rev E	Physical Review E
Phys Rev Lett	Physical Review Letters
Physiol Genomics	Physiological Genomics
Physiol Rev	Physiological Research (Praha)
Physiology	Physiology
Phytomedicine	Phytomedicine

Abreviatura do título	Título por extenso
Pigm Cell Res	Pigment Cell Research
Placenta	Placenta
Plant Cell	Plant Cell
Plant J	The Plant Journal
Plant Mol Biol	Plant Molecular Biology
Plant Physiol	Plant Physiology
Planta Med	Planta Medica (Stuttgart)
Plast Reconstr Surg	Plastic and Reconstructive Surgery (Baltimore, MD)
Plos Biol	PLOS Biology
Plos Comput Biol	PLOS Computational Biology
Plos Genet	PLOS Genetics
Plos Med	PLOS Medicine
Polymer	Polymer
Poultry Sci	Poultry Science
Prenatal Diag	Prenatal Diagnosis (Chichester)
Principles Practice	Principles and Practice
Prog Biochem Biophys	Progress in Biochemistry and Biophysics
Prog Biophys Mol Bio	Progress in Biophysics and Molecular Biology (Oxford)
Prog Brain Res	Progress in Brain Research (Amsterdam)
Prog Clin Biol Res	Progress in Clinical and Biological Research (New York, NY)
Prog Neurobiol	Progress in Neurobiology (Oxford)
Prog Nucleic Acid Re	Progress in Nucleic Acid Research and Molecular Biology
Prog Polym Sci	Progress in Polymer Science
Prog Retin Eye Res	Progress in Retina and Eye Research
Prostate	Prostate
Protein Eng	Protein Engineering (Oxford)
Protein Expres Purif	Protein Expression and Purification
Protein Sci	Protein Science
Proteins	Proteins
Proteomics	Proteomics
Radiat Prot Dosim	Radiation Protection Dosimetry
Radiat Res	Radiation Research (New York, NY)
Radiology	Radiology
Radiother Oncol	Radiotherapy and Oncology (Amsterdam)
Rat Brain Stereotaxi	The Rat Brain in Stereotaxic Coordinates
Recent Prog Horm Res	Recent Progress in Hormone Research (New York, NY)
Regen Med	Regeneracion Medica
Regul Peptides	Regulatory Peptides (Amsterdam)
Reprod Biol Endocrinol	Reproductive Biology and Endocrinology
Reprod Biomed Online	Reproductive Biomedicine Online
Reprod Fert Develop	Reproduction, Fertility, and Development (East Melbourne)

Abreviatura do título	Título por extenso
Reprod Toxicol	Reproductive Toxicology
Reproduction	Reproduction
Resp Res	Respiratory Research (London)
Restor Neurol Neuros	Restorative Neurology and Neurosciences
Rev Endocr Metab Disord	Reviews in Endocrine and Metabolic Disorders
Rev Inst Med Trop Sp	Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo (São Paulo)
Rev Reprod	Reviews of Reproduction
Rheumatology	Rheumatology
Rna	RNA
Scand J Clin Lab Inv	Scandinavian Journal of Clinical and Laboratory Investigation (Oxford)
Scand J Immunol	Scandinavian Journal of Immunology (Oxford)
Sci China Ser C	Science in China. Series C, Life Sciences
Sci Stke	Science STKE [Signal Transduction Knowledge Environment]
Scientometrics	Scientometrics
Semin Cancer Biol	Seminars in Cancer Biology
Semin Cell Dev Biol	Seminars in Cell and Developmental Biology
Semin Hematol	Seminars in Hematology
Semin Immunol	Seminars in Immunology
Semin Liver Dis	Seminars in liver disease
Semin Oncol	Seminars in Oncology
Semin Surg Oncol	Seminars in surgical oncology
Semin Thromb Hemost	Seminars in Thrombosis and Hemostasis (New York, NY)
Sensor Actuat B-Chem	Sensors and Actuators, B: Chemical
Sheng Wu Yi Xue Gong Cheng Xue Za Zhi	Sheng Wu Yi Xue Gong Cheng Xue Za Zhi
Shengli Xuebao	Sheng Li Xue Bao: Acta physiologica Sinica
Shock	Shock
Small	Small
Soft Matter	Isso n eh revista
Somat Cell Genet	Somatic Cell Genetics
Spinal Cord	Spinal Cord
Spine J	The Spine Journal
Springer Semin Immun	Springer Seminars in Immunopathology
Stain Technol	Stain Technology
Stat Med	Statistics in Medicine
Stem Cell Biol	Stem Cell Biology
Stem Cell Res	Stem Cell Research
Stem Cell Rev	Stem Cell Reviews (now Stem Cell Reviews and Reports)
Stem Cells	Stem Cells
Stem Cells Dev	Stem Cells and Development

Abreviatura do título	Título por extenso
Steroids	Steroids
Stroke	Stroke
Support Care Cancer	Supportive care in cancer
Surf Coat Tech	Surface and Coatings Technology
Surg Neurol	Surgical Neurology
Surgery	Surgery
Surv Ophthalmol	Survey of ophthalmology
Terapevt Arkh	Terapevticheskii Arkhiv
Teratocarcinomas Emb	Teratocarcinomas Emb
Tex Heart I J	Texas Heart Institute Journal (Houston, TX)
Theriogenology	Theriogenology
Thromb Haemostasis	Thrombosis and Haemostasis
Thromb Res	Thrombosis Research (Elmsford, NY)
Tissue Antigens	Tissue Antigens
Tissue Cell	Tissue Cell
Tissue Eng	Tissue Engineering
Tissue Eng Part B-Re	Tissue Engineering Part B-Reviews
Tissue Eng Pt A	Tissue Engineering. Part A
Tissue Eng Pt B-Rev	Tissue Engineering Part B-Reviews
Tohoku J Exp Med	Tohoku Journal of Experimental Medicine (Sendai)
Toxicol Appl Pharm	Toxicology and Applied Pharmacology (New York, NY)
Toxicol In Vitro	Toxicology In Vitro
Toxicol Lett	Toxicology Letters (Amsterdam)
Toxicol Sci	Toxicological Sciences (Orlando, FL)
Toxicology	Toxicology
Toxicon	Toxicon
Trans Am Ophthalmol Soc	Transactions of the American Ophthalmological Society (Rochester, MN)
Transfus Apher Sci	Transfusion and apheresis science
Transfusion	Transfusion
Transgenic Res	Transgenic Research (London)
Transpl Immunol	Transplant Immunology (Dunto Green)
Transpl Infect Dis	Transplant Infectious Disease
Transpl P	Transplantation proceedings
Transplant Int	Transplant International (Heidelberg)
Transplantation	Transplantation
Transplantation Proceedings	Transplantation Proceedings
Trends Biochem Sci	Trends in Biochemical Sciences (Amsterdam)
Trends Biotechnol	Trends in Biotechnology (Amsterdam)
Trends Cardiovas Med	Trends in Cardiovascular Medicine
Trends Cell Biol	Trends in Cell Biology
Trends Endocrin Met	Trends in Endocrinology and Metabolism

Abreviatura do título	Título por extenso
Trends Genet	Trends in Genetics (Amsterdam)
Trends Immunol	Trends in Immunology
Trends Mol Med	Trends in Molecular Medicine
Trends Neurosci	Trends in Neurosciences (Barking)
Trends Pharmacol Sci	Trends In Pharmacological Sciences (Barking)
Trends Plant Sci	Trends in Plant Science
Tsitologiia	Tsitologiia
Tsitologiya	Tsitologiya
Tsitologiya+	Tsitologiya+
Ultrasound Med Biol	Ultrasound in Medicine and Biology (Oxford)
Urology	Urology
Vaccine	Vaccine
Vestn Transplantol I	Vestn Transplantol I
Vet Pathol	Veterinary Pathology
Virchows Arch	Virchows Archiv
Virology	Virology
Vision Res	Vision Research
Vox Sang	Vox sanguinis
World J Gastroentero	World Journal of Gastroenterology
World J Urol	World Journal of Urology
Wound Repair And Regeneration	Wound Repair and Regeneration
Wound Repair Regen	Wound repair and regeneration
Yonsei Med J	Yonsei Medical Journal
Zhongguo Bingli Shen	Zhongguo Bingli Shen
Zhongguo Linchuang K	Zhongguo Linchuang K
Zhongguo Shi Yan Xue Ye Xue Za Zhi	Zhongguo Shi Yan Xue Ye Xue Za Zhi
Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi	Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi
Zhongguo Yi Xue Ke Xue Yuan Xue Bao	Zhongguo Yi Xue Ke Xue Yuan Xue Bao
Zhongguo Zhong Xi Yi Jie He Za Zhi	Zhongguo Zhong Xi Yi Jie He Za Zhi
Zhongguo Zuzhi Gongc	Zhongguo Zuzhi Gongc
Zhonghua Xue Ye Xue Za Zhi	Zhonghua Xue Ye Xue Za Zhi
zygote	zygote

APÊNDICE B – Categoria de assuntos

Categorias de assuntos em português	Categorias de assuntos em inglês
Substancia Abusivas	Substance Abuse
Acústica	Acoustics
Agricultura, Laticínios e Ciência Animal	Agriculture, Dairy & Animal Science
Agricultura, Multidisciplinar	Agriculture, Multidisciplinary
Alergia	Allergy
Anatomia e Morfologia	Anatomy & Morphology
Andrologia	Andrology
Astronomia e Astrofísica	Astronomy & Astrophysics
Audiologia e Fonoaudiologia	Audiology & Speech-Language Pathology
Biofísica	Biophysics
Biologia	Biology
Biologia Celular	Cell Biology
Biologia do Desenvolvimento	Developmental Biology
Biologia Evolutiva	Evolutionary Biology
Biologia Marina e Água Doce	Marine & Freshwater Biology
Biologia Molecular e Bioquímica	Biochemistry & Molecular Biology
Biologia Reprodutiva	Reproductive Biology
Biotecnologia Aplicada à Microbiologia	Biotechnology & Applied Microbiology
Ciência da Saúde e Serviços	Health Care Sciences & Services
Ciência dos Materiais, Biomateriais	Materials Science, Biomaterials
Ciência dos Materiais, Cerâmica	Materials Science, Ceramics
Ciência dos Materiais, Compósitos	Materials Science, Composites
Ciência dos Materiais, Multidisciplinar	Materials Science, Multidisciplinary
Ciência dos Materiais, Revestimentos e Filmes	Materials Science, Coatings & Films
Ciência dos Polímeros	Polymer Science
Ciência e Tecnologia em Alimentos	Food Science & Technology
Ciência e Tecnologia Nuclear	Nuclear Science & Technology
Ciências do Ambiente	Environmental Sciences
Ciências do Comportamento	Behavioral Sciences
Ciências do Desporto	Sport Sciences
Ciências das Plantas	Plant Sciences
Cirurgia	Surgery
Cirurgia e Medicina Oral Dentística	Dentistry, Oral Surgery & Medicine
Cristalografia	Crystallography
Dermatologia	Dermatology
Doença Vascular Periférica	Peripheral Vascular Disease
Doenças Infecciosas	Infectious Diseases
Eletroquímica	Electrochemistry
Endocrinologia e Metabolismo	Endocrinology & Metabolism
Enfermagem	Nursing
Engenharia Biomédica	Engineering, Biomedical
Engenharia Química	Engineering, Chemical
Engenharia Tecidual e Celular	Cell & Tissue Engineering

Categorias de assuntos em português	Categorias de assuntos em inglês
Entomologia	Entomology
Estatística e Probabilidade	Statistics & Probability
Farmacologia e Farmácia	Pharmacology & Pharmacy
Física Aplicada	Physics, Applied
Física Atômica, Molecular e Química	Physics, Atomic, Molecular & Chemical
Física da Matéria Condensada	Physics, Condensed Matter
Física dos Fluidos e Plasmas	Physics, Fluids & Plasmas
Física Matemática	Physics, Mathematical
Física, Multidisciplinar	Physics, Multidisciplinary
Fisiologia	Physiology
Gastrenterologia e Hepatologia	Gastrenterologia E Hepatologia
Genética e Hereditariedade	Genetics & Heredity
Geociências, Multidisciplinar	Geosciences, Multidisciplinary
Geriatria e Gerontologia	Geriatrics & Gerontology
Ginecologia e Obstetrícia	Obstetrics & Gynecology
Hematologia	Hematologia
Imunologia	Immunology
Informática e Aplicação Interdisciplinar	Computer Science, Interdisciplinary Applications
Informática Médica	Medical Informatics
Instrumentos e Instrumentação	Instruments & Instrumentation
Matemática e Biologia Computacional	Mathematical & Computational Biology
Medicina Complementar e Integrativa	Integrative & Complementary Medicine
Medicina de Emergência	Emergency Medicine
Medicina Interna e Geral	Medicine, General & Internal
Medicina Intensiva	Critical Care Medicine
Medicina Tropical	Tropical Medicine
Meteorologia e Ciência Atmosférica	Meteorology & Atmospheric Sciences
Método e Pesquisa Bioquímica	Biochemical Research Methods
Microbiologia	Microbiology
Microscopia	Microscopy
Nanociência e Nanotecnologia	Nanoscience & Nanotechnology
Neurociências	Neurosciences
Neuroimagem	Neuroimaging
Neurologia Clínica	Clinical Neurology
Nutrição e Dietética	Nutrition & Dietetics
Oftalmologia	Ophthalmology
Oncologia	Oncology
Ortopedia	Orthopedics
Otorrinolaringologia	Otorhinolaryngology
Parasitologia	Parasitology
Patologia	Pathology
Pediatria	Pediatrics
Pesca	Fisheries
Pesquisa Médica Experimental	Medicine, Research & Experimental

Categorias de assuntos em português	Categorias de assuntos em inglês
Psiquiatria	Psychiatry
Saúde Ambiental, Pública e Ocupacional	Public, Environmental & Occupational Health
Química Analítica	Chemistry, Analytical
Química Aplicada	Chemistry, Applied
Química Orgânica	Chemistry, Organic
Química, Medicamento	Chemistry, Medicinal
Química, Multidisciplinar	Chemistry, Multidisciplinary
Radiologia, Medicina Nuclear e Imagem Médica	Radiology, Nuclear Medicine & Medical Imaging
Reabilitação	Rehabilitation
Reumatologia	Rheumatology
Sistema Cardiovascular e Cardiologia	Cardiac & Cardiovascular Systems
Espectroscopia	Spectroscopy
Tecnologia do Laboratório Médico	Medical Laboratory Technology
Toxicologia	Toxicology
Transplante	Transplantation
Urologia e Nefrologia	Urology & Nephrology
Veterinária	Veterinary Sciences
Vias Respiratórias	Respiratory System
Virologia	Virology
Zoologia	Zoology

APÊNDICE C – Catgoria de assuntos dos periódicos
cocitados por agrupamentos referente ao Brasil (1991-2000)

#	Categoria de assuntos	Agrupamentos				Total	%	Quartil
		1	2	3	4			
1	Hematologia	1	3		1	5	17,86	1
2	Biologia Celular	2		2		4	14,29	1
3	Imunologia			2	1	3	10,71	2
4	Oncologia	2			1	3	10,71	2
5	Biologia Molecular e Bioquímica	1		1		2	7,14	3
6	Medicina Interna e Geral		1		1	2	7,14	3
7	Pesquisa Medica Experimental		1	1		2	7,14	3
8	Oftalmologia	2				2	7,14	3
9	Biotecnologia Aplicada à Microbiologia	1				1	3,57	4
10	Engenharia Tecidual e Celular	1				1	3,57	4
11	Genética e Hereditariedade		1			1	3,57	4
12	Fisiologia			1		1	3,57	4
13	Transplantes				1	1	3,57	4

APÊNDICE D – Catgoria sde assuntos dos periódicos
cocitados por agrupamentos referente a Rússia (1992-2000)

#	Categorias de assuntos	Agrupamentos							Total	%	Quartil
		1	2	3	4	5	6	7			
1	Hematologia	9			1			2	12	15,58	1
2	Biologia Celular	2	2	2		5			11	14,29	1
3	Biologia Molecular e Bioquímica			3		5	1		9	11,69	1
4	Oncologia	5	1	2		1			9	11,69	1
5	Pesquisa Médica Experimental	2		1				1	4	5,19	1
6	Biofísica			2	1				3	3,90	1
7	Biologia do Desenvolvimento		2			1			3	3,90	1
8	Biologia				1	1			2	2,60	2
9	Genética e Hereditariedade					2			2	2,60	2
10	Medicina Interna e Geral	2							2	2,60	2
11	Patologia			2					2	2,60	2
12	Radiologia, Medicina Nuclear e Imagem Médica				1	1			2	2,60	2
13	Transplantes	2							2	2,60	2
14	Bilogia Marina de Água Doce		1						1	1,30	3
15	Biotecnologia Aplicada à Microbiologia	1							1	1,30	3
16	Engenharia Tecidual e Celular	1							1	1,30	3
17	Gastrenterologia e Hepatologia			1					1	1,30	3
18	Métodos de Pesquisa Bioquímica						1		1	1,30	3
19	Neurociências				1				1	1,30	3
20	Química Analítica						1		1	1,30	3
21	Biologia Reprodutiva		1						1	1,30	4
22	Ciência das Plantas						1		1	1,30	4
23	Cirurgia	1							1	1,30	4
24	Fisiologia	1							1	1,30	4
25	Tecnologia e Ciência Nuclear					1			1	1,30	4
26	Virologia							1	1	1,30	4
27	Zoologia				1				1	1,30	4

APÊNDICE E – Catgorias de assuntos sdos periódicos cocitados por agrupamentos referente a China (1991-2000)

#	Categorias de assuntos	Agrupamentos					Total	%	Quartil
		1	2	3	4	5			
1	Biologia Celular	4	1	1	1		7	11,67	1
2	Hematologia		4		2		6	10,00	1
3	Imunologia		2	4			6	10,00	1
4	Oncologia	1	1		2	2	6	10,00	1
5	Bioquímica e Biologia Molecular	4				1	5	8,33	2
6	Genética e Hereditariedade	3				2	5	8,33	2
7	Pesquisa Médica Experimental	1	1	1		2	5	8,33	2
8	Biotecnologia Aplicada à Microbiologia				1	2	3	5,00	2
9	Medicina Interna e Geral		2				2	3,33	2
10	Transplantes		2				2	3,33	2
11	Biologia				1		1	1,67	3
12	Engenharia Tecidual e Celular				1		1	1,67	3
13	Dermatologia	1					1	1,67	3
14	Biologia do Desenvolvimento	1					1	1,67	3
15	Ciências Ambientais				1		1	1,67	3
16	Ciência e Tecnologia Nuclear				1		1	1,67	3
17	Oftalmologia	1					1	1,67	4
18	Patologia					1	1	1,67	4
19	Fisiologia		1				1	1,67	4
20	Public, Environmental & Occupational Health				1		1	1,67	4
21	Radiologia, Medicina Nuclear e Imagem Médica				1		1	1,67	4
22	Cirurgia		1				1	1,67	4
23	Toxicologia				1		1	1,67	4

APÊNDICE F – Categoria de assuntos dos periódicos cocitados por agrupamentos referente a Índia (1991-2000)

#	Categoria de assuntos	Agrupamentos				Total	%	Quartil
		1	2	3	4			
1	Oncologia	4	1			5	14,71	1
2	Oftalmologia			5		5	14,71	1
3	Hematologia	4				4	11,76	1
4	Biologia Molecular e Bioquímica				3	3	8,82	2
5	Biologia		3			3	8,82	2
6	Biologia Celular			1	2	3	8,82	2
7	Medicina Interna e Geral	2				2	5,88	3
8	Radiologia, Medicina Nuclear e Imagem Médica		2			2	5,88	3
9	Anatomia e Morfologia		1			1	2,94	4
10	Biofísica		1			1	2,94	4
11	Imunologia	1				1	2,94	4
12	Pesquisa Médica Experimental	1				1	2,94	4
13	Tecnologia e Ciência Nuclear		1			1	2,94	4
14	Fisiologia				1	1	2,94	4
15	Transplantes	1				1	2,94	4

APÊNDICE G – Categoria de assuntos dos periódicos
cocitados por agrupamentos referente a África do Sul (1992-2000)

#	Categoria de assuntos	Agrupamentos				Total	%	Quartil
		1	2	3	4			
1	Hematologia		3		3	6	21,43	1
2	Oncologia	1	2		2	5	17,86	1
3	Biologia Molecular e Bioquímica	3				3	10,71	1
4	Imunologia		2	1		3	10,71	1
5	Biologia Celular	2				2	7,14	2
6	Pesquisa Médica Experimental			1	1	2	7,14	2
7	Transplantes		2			2	7,14	2
8	Cirurgia e Medicina Oral Dentística	1				1	3,57	3
9	Gastrenterologia e Hepatologia	1				1	3,57	3
10	Medicine General e Interna		1			1	3,57	4
11	Patologia	1				1	3,57	4
12	Cirurgia		1			1	3,57	4

APÊNDICE H – Categoria de assuntos dos periódicos cocitados por agrupamentos referente ao Brasil (2001-2010)

#	Categoria de assuntos	Agrupamentos								Total	%	Quartil
		1	2	3	4	5	6	7	8			
1	Biologia Celular	27	11	9	4	7	7		1	66	10,36	1
2	Neurociências	3	36	2			1			42	6,59	1
3	Biologia Molecular e Bioquímica	15	14	4	1	4	2		1	41	6,44	1
4	Imunologia				32			1		33	5,18	1
5	Oncologia	2	1	22	1			5	1	32	5,02	1
6	Hematologia	1	2		9	5		14	1	32	5,02	1
7	Pesquisa Médica Experimental	5	5	2	2	7	1		1	23	3,61	1
8	Genética e Hereditariedade	14		2				1	4	21	3,30	1
9	Cirurgia		1	4	4	3	8			20	3,14	1
10	Patologia		2	16	1					19	2,98	1
11	Cirurgia e Medicina Oral Dentística			3			16			19	2,98	1
12	Desenvolvimento Biológico	12	2				2			16	2,51	1
13	Sistema Cardiovascular e Cardiologia				1	15				16	2,51	1
14	Neurologia Clinia	2	12	2						16	2,51	1
15	Endocrinologia e Metabolismo	7	2		3		3			15	2,35	1
16	Farmacologia e Farmácia	1	9		2					12	1,88	2
17	Fisiologia	3	2		1	4	1	1		12	1,88	2
18	Biotecnologia Aplicada à Microbiologia	9				1	2			12	1,88	2
19	Oftalmologia								12	12	1,88	2
20	Métodos e Pesquisa Bioquímica	2	4		2	2				10	1,57	2
21	Biologia Reprodutiva	9								9	1,41	2
22	Transplantes		1		7	1				9	1,41	2
23	Anatomia e Morfologia	7		1			1			9	1,41	2
24	Medicina Interna e Geral		1		5	2				8	1,26	2
25	Doença Vascular Periferica		1		1	6				8	1,26	2
26	Engenharia Tecidual e Celular	2	2			2	1			7	1,10	2
27	Radiologia, Medicina Nuclear e Imagem Médica			3		4				7	1,10	2
28	Biologia	4	1	1				1		7	1,10	2
29	Sistema Respiratório					6				6	0,94	2
30	Obstetrícia Ginecologia	3		3						6	0,94	2
31	Ortopedia						5			5	0,78	3
32	Agricultura, Laticínios e Ciência Animal	2								2	0,31	3
33	Andrologia	2								2	0,31	3
34	Biofísica		3	1		1				5	0,78	3
35	Biologia Computacional e Matemática	2								2	0,31	3
36	Ciência dos Materiais, Biomateriais						3			3	0,47	3
37	Doenças Infecciosas				2					2	0,31	3
38	Engenharia Biomédica		1				4			5	0,78	3
39	Gastrenterologia e Hepatologia			5						5	0,78	3
40	Geriatria e Gerontologia	1	1							2	0,31	3
41	Medical Laboratory Technology			2				2		4	0,63	3

#	Categoria de assuntos	Agrupamentos								Total	%	Quartil
		1	2	3	4	5	6	7	8			
42	Medicina Intensiva		1		1	3				5	0,78	3
43	Ortopedia						5			5	0,78	3
44	Urologia Nefrologia	2			3					5	0,78	3
45	Microbiologia				4					4	0,63	3
46	Nutritício e Dietética			4						4	0,63	3
47	Pediatria				1				3	4	0,63	3
48	Virologia				4					4	0,63	3
49	Reumatologia				3					3	0,47	3
50	Veterinária	2		1						3	0,47	3
50 51	Medicina Tropical	1			1					2	0,31	3
51	Toxicologia	2								2	0,31	3
52	Zoologia	1	1							2	0,31	3
53	Veterinária	2		1						3	0,47	3
54	Biologia Evolutiva	1								1	0,16	4
55	Ciência das Plantas	1								1	0,16	4
56	Ciência do Esporte					1				1	0,16	4
57	Ciência dos Materiais, Multidisciplinar					1				1	0,16	4
58	Ciências da Saúde e Serviços			1						1	0,16	4
59	Dermatologia			1						1	0,16	4
60	Entomologia	1								1	0,16	4
61	Estatística e Probabilidade							1		1	0,16	4
62	Física da Materia Condensada					1				1	0,16	4
63	Física do Fluidos e Plasmas	1								1	0,16	4
64	Física Matemática	1								1	0,16	4
65	Microscopia	1								1	0,16	4
66	Otorrinolaringologia			1						1	0,16	4
67	Parasitologia	1								1	0,16	4
68	Pesca	1								1	0,16	4
69	Química Analítica		1							1	0,16	4
70	Reabilitação			1						1	0,16	4

APÊNDICE I – Categorias de assuntos dos periódicos cocitados por agrupamentos referente à China (2001-2010)

#	Categoria de assuntos	Agrupamentos							Total	%	Quartil
		1	2	3	4	5	6	7			
1	Biologia Celular	21	26	41	8	19	12		127	7,58	1
2	Biologia Molecular e Bioquímica	11	29	46	8	14	6		114	6,81	1
3	Neurociências	3	1		102	3	1		110	6,57	1
4	Oncologia	76		1		1			78	4,66	1
5	Farmacologia e Farmácia	9	28	1	13	9			60	3,58	1
6	Imunologia	48	3	5	1	1		1	59	3,52	1
7	Cirurgia	16	16		12	5	5		54	3,22	1
8	Genética e Hereditariedade	16	5	23		1		2	47	2,81	1
9	Pesquisa Médica Experimental	14	6	1	6	14	3	2	46	2,75	1
10	Hematologia	32	4		2	7			45	2,69	1
11	Biotecnologia Aplicada à Microbiologia	6	20	14	1	1		2	44	2,63	1
12	Neurologia Clínica	3	3		29	2			37	2,21	1
13	Endocrinologia e Metabolismo	2	8	13	3	7			33	1,97	1
14	Fisiologia	4	3	5	2	16	1		31	1,85	1
15	Biologia do Desenvolvimento	3	3	21	2		1		30	1,79	1
16	Biofísica	2	19	2	2	4			29	1,73	1
17	Patologia	18	1	1	6	1	2		29	1,73	1
18	Pesquisa e Método Bioquímico	4	11	12	1				28	1,67	1
19	Cirurgia e Medicina Oral Dentística		27						27	1,61	1
20	Sistema Cardiovascular e Cardiologia		1			25			26	1,55	1
21	Engenharia Biomédica		26						26	1,55	1
22	Ortopedia		22						22	1,31	1
23	Radiologia, Medicina Nuclear e Imagem Médica	7	14		1				22	1,31	1
24	Química, Multidisciplinar		20		1				21	1,25	2
25	Gastrenterologia e Hepatologia	21							21	1,25	2
26	Ciência dos Materiais, Multidisciplinar		21						21	1,25	2
27	Biologia	6	2	4	5	1	2		20	1,19	2
28	Medicina Interna e Geral	11	3		1	4	1		20	1,19	2
29	Doença Vascular Periférica	1	1		2	16			20	1,19	2
30	Toxicologia	4	10	2	4				20	1,19	2
31	Transplantes	11	3		2	4			20	1,19	2
32	Ciência dos Materiais, Biomaterias		18						18	1,07	2
33	Biologia Reprodutiva	3		15					18	1,07	2
34	Físico-Química		16						16	0,96	2
35	Nanociência e Nanotecnologia		16						16	0,96	2
36	Obstétrica e Ginecologia	10		4					14	0,84	2
37	Oftalmologia						14		14	0,84	2

#	Categoria de assuntos	Agrupamentos							Total	%	Quartil
		1	2	3	4	5	6	7			
38	Polymer Science		14						14	0,84	2
39	Engenharia Tecidual e Celular		8	1	1	3			13	0,78	2
40	Física Aplicada		13						13	0,78	2
41	Dermatologia	1					11		12	0,72	2
42	Urologia e Nefrologia	11		1					12	0,72	2
43	Medicina Química		11						11	0,66	2
44	Geriatria e Gerontologia	1		1	7	1			10	0,6	2
45	Microbiologia	4	3	1				1	9	0,54	2
46	Pediatria	8			1				9	0,54	2
47	Sistema Respiratório	1				8			9	0,54	2
48	Química Orgânica		8						8	0,48	2
49	Psiquiatria				8				8	0,48	2
50	Anatomia e Morfologia	1	1	3	2				7	0,42	3
51	Biologia Computacional e Matemática	1	2	3			1		7	0,42	3
52	Ciência das Plantas		3	4					7	0,42	3
53	Física da Matéria Condensada		7						7	0,42	3
54	Meidicina Intensiva				1	4	2		7	0,42	3
55	Química Analítica		7						7	0,42	3
56	Reumatologia	4	3						7	0,42	3
57	Zoologia			5	2				7	0,42	3
58	Virologia	3		3					6	0,36	3
59	Ciência do Esporte		4			1			5	0,3	3
60	Medical Laboratory Technology	4				1			5	0,3	3
61	Medicina Complemenar e Intergrativa		4		1				5	0,3	3
62	Microscopia		2		2	1			5	0,3	3
63	Public, Environmental & Occupational Health	2	1		2				5	0,3	3
64	Tecnologia e Ciência dos Alimentos		5						5	0,3	3
65	Agricultura, Laticínios e Ciência Animal			4					4	0,24	3
66	Otorrinolaringologia		1		3				4	0,24	3
67	Veterinária		2	2					4	0,24	3
68	Alergia	3							3	0,18	3
69	Andrologia			3					3	0,18	3
70	Biologia Evolutiva			3					3	0,18	3
71	Bioloiga Marina de Água Doce			3					3	0,18	3
72	Ciência dos Materiais Cerâmica		3						3	0,18	3
73	Nutrição e Dietética		1	2					3	0,18	3
74	Química Aplicada		3						3	0,18	3
75	Ciência do Comportamento				2				2	0,12	4
76	Eletroquímica		2						2	0,12	4

#	Categoria de assuntos	Agrupamentos							Total	%	Quartil
		1	2	3	4	5	6	7			
77	Ciência da Computação, Aplicaçcao Interdisciplinar		2						2	0,12	4
78	Ciência Ambiental		1		1				2	0,12	4
79	Fisheries			2					2	0,12	4
80	Doenças Infeciosas	1	1						2	0,12	4
81	Instrumentos e Instrumentação		2						2	0,12	4
82	Informática Médica	1	1						2	0,12	4
83	Enfermagem	2							2	0,12	4
84	Física, Multidisciplinar		2						2	0,12	4
85	Reabilitação				2				2	0,12	4
86	Espectroscopia		2						2	0,12	4
87	Acústica		1						1	0,06	4
88	Agricultura Multidisciplinar		1						1	0,06	4
89	Astronomia e Astrofísica			1					1	0,06	4
90	Audioloiga e Fonodiologia				1				1	0,06	4
91	Ci|ência dos Materias, Compósitos		1						1	0,06	4
92	Ciência dos Materiais, Revestimentos e Filmes		1						1	0,06	4
93	Ciência e Tecnoloiga Nuclear	1							1	0,06	4
94	Cristalografia		1						1	0,06	4
95	Engenharia Química		1						1	0,06	4
96	Estatística e Probabilidade	1							1	0,06	4
97	Geociência Multidisciplinar			1					1	0,06	4
98	Medicina de Emergência						1		1	0,06	4
99	Metrologia e Ciência Atmosférica			1					1	0,06	4
100	Neuroimagem		1						1	0,06	4
101	Substancias Abusivas		1						1	0,06	4

APÊNDICE J – Categoria de assuntos dos periódicos cocitados por agrupamentos referente a Rússia (2001-2010)

#	Categoria de assuntos	Agrupamentos							Total Geral	%	Quartil
		1	2	3	4	5	6	7			
1	Biologia Celular	23	14	9	2		1	2	51	13,97	1
2	Biologia Molecular e Bioquímica	18	7	3	2		1	2	33	9,04	1
3	Hematologia		4		1	19		1	25	6,85	1
4	Neurociências	1		1	20		1		23	6,30	1
5	Genética e Hereditariedade	13	1	2			3	3	22	6,03	1
6	Pesquisa Médica Experimental		13		1	1		3	18	4,93	1
7	Oncologia	2	1	1		6	4		14	3,84	1
8	Biologia do Desenvolvimento	3		9	1				13	3,56	1
9	Biotecnologia Aplicada à Microbiologia	4	2	1	1		2	2	12	3,29	1
10	Biologia	2	3	2			3		10	2,74	1
11	Imunologia		1					9	10	2,74	1
12	Sistema Cardiovascular e Cardiologia		6			1			7	1,92	1
13	Biofísica	3		1			2		6	1,64	2
14	Engenharia Tecidual e Celular	1	4		1				6	1,64	2
15	Neurologia Clínica				6				6	1,64	2
16	Fisiologia		5		1				6	1,64	2
17	Transplantes		2		1	3			6	1,64	2
18	Pesquisa e Métodos Bioquímicos	2	2					1	5	1,37	2
19	Endocrinologia e Metabolismo		4		1				5	1,37	2
20	Anatomia e Morfologia			4					4	1,10	2
21	Medicina Interna e Geral					4			4	1,10	2
22	Doença Vascular Periférica		3		1				4	1,10	2
23	Ciências das Plantas	4							4	1,10	2
24	Biologia Reprodutiva			4					4	1,10	2
25	Biologia Computacional e Matemática	2							2	0,55	3
26	Ciência dos Materiais, Biomaterias		2						2	0,55	3
27	Ciência e Tecnologia Nucelar						2		2	0,55	3
28	Cirurgia		2			1			3	0,82	3
29	Dermatologia							2	2	0,55	3
30	Engenharia Biomédica		3						3	0,82	3
31	Farmacologia e Farmácia		1		1			1	3	0,82	3
32	Físico-Química	2							2	0,55	3
33	Gastrenterologia e Hepatologia						1	1	2	0,55	3
34	Geriatria e Gerontologia		1	2					3	0,82	3
35	Medici Intensiva		1		1				2	0,55	3
36	Oftalmologia			3					3	0,82	3
37	Ortopedia		2						2	0,55	3
38	Patologia		2				1		3	0,82	3

#	Categoria de assuntos	Agrupamentos							Total Geral	%	Quartil
		1	2	3	4	5	6	7			
39	Química, Multidisciplinar	2						1	3	0,82	3
40	Radiologia, Medicina Nuclear e Imagem Médica						3		3	0,82	3
41	Reumatologia					3			3	0,82	3
42	Sistema Respiratório		3						3	0,82	3
43	Toxicologia						2		2	0,55	3
44	Urologia e Nefrologia		2						2	0,55	3
45	Zoologia			1	1				2	0,55	3
46	Astronomia e Astrofísica						1		1	0,27	4
47	Biologia Evolutiva			1					1	0,27	4
48	Biologia Marinha de Água Doce			1					1	0,27	4
49	Ciência Ambiental						1		1	0,27	4
50	Física Multidisciplinar	1							1	0,27	4
57	Física dos Fluidos e Plasma	1							1	0,27	4
51	Física Matemática	1							1	0,27	4
52	Física, Atômica, Molecular e Química	1							1	0,27	4
53	Geociência Multidisciplinar						1		1	0,27	4
54	Meteorologia e Ciência Atmosférica						1		1	0,27	4
55	Microscopia			1					1	0,27	4
56	Obstetrícia e Ginecologia			1					1	0,27	4
58	Química Analítica	1							1	0,27	4
59	Saúde Ambiental, Pública e Ocupacional						1		1	0,27	4
60	Virologia	1							1	0,27	4

APÊNDICE K – Categoria de assuntos dos periódicos cocitados por agrupamentos referente a Índia (2001-2010)

#	Categoria de assuntos	Agrupamentos								Total	%	Quartil
		1	2	3	4	5	6	7	8			
1	Biologia Celular	16	22	1	3	3	3	1	1	50	10,62	1
2	Biologia Molecular e Bioquímica	5	20		7	2	1	1		36	7,64	1
3	Neurociências	1	1			28				30	6,37	1
4	Oncologia	3	3	7			12	1		26	5,52	1
5	Hematologia	3		19		2				24	5,10	1
6	Imunologia	1	1	8	1		10			21	4,46	1
7	Biotecnologia Aplicada à Microbiologia	2	4		11	1	1			19	4,03	1
8	Pesquisa Médica Experimental	6	1	2	4	3	1			17	3,61	1
9	Biologia do Desenvolvimento	8	4		2	2				16	3,40	1
10	Genética e Hereditariedade		10	1	3		1			15	3,18	1
11	Endocrinologia e Metabolismo	8			3				1	12	2,55	1
12	Pesquisa e Método Bioquímico	2	2	1	4	1	1			11	2,34	1
13	Neurologia Clínica					10				10	2,12	1
14	Oftalmologia							10		10	2,12	1
15	Biologia	2	2	1			4			9	1,91	2
16	Medicina Interna e Geral	1		7			1			9	1,91	2
17	Patologia	2		2		3	2			9	1,91	2
18	Farmacologia e Farmácia	1		1	2	3	2			9	1,91	2
19	Engenharia Tecidual e Celular	3	1		1	3				8	1,70	2
20	Biologia Reprodutiva	8								8	1,70	2
21	Química Multidisciplinar		1		6					7	1,49	2
22	Engenharia Biomédica	1			6					7	1,49	2
23	Cirurgia	1		2	3	1				7	1,49	2
24	Transplantes	3		3	1					7	1,49	2
25	Gastrenterologia e Hepatologia	3					3			6	1,27	2
26	Anatomia e Morfologia	4				1				5	1,06	2
27	Biofísica	1	3				1			5	1,06	2
28	Ciência dos Materiais, Biomaterias				5					5	1,06	2
29	Ciência dos Polimeros				4		1			5	1,06	2
30	Urologia e Nefrologia	3		2						5	1,06	2
31	Dermatologia			3				1		4	0,85	3
32	Obstetrícia e Genecologia	4								4	0,85	3
33	Ciência das Plantas		3				1			4	0,85	3
34	Virologia				4					4	0,85	3
35	Sistema Cardiovascular e Cardiologia	2		1						3	0,64	3
36	Química Orgânica		1		2					3	0,64	3
37	Microbiologia			2	1					3	0,64	3
38	Doença Vascular Periférica	2				1				3	0,64	3
39	Fisiologia			1		1	1			3	0,64	3
40	Toxicologia						3			3	0,64	3
41	Doenças Infeciosas			2						2	0,42	3

#	Categoria de assuntos	Agrupamentos								Total	%	Quartil
		1	2	3	4	5	6	7	8			
42	Biologia Computacional e Matemática	1		1						2	0,42	3
43	Ortopedia				2					2	0,42	3
44	Andrologia	1								1	0,21	4
45	Ciência do Comportamento					1				1	0,21	4
46	Ciência dos Materiai, Multidisciplinar				1					1	0,21	4
47	Tecnologia e Ciência Nuclear						1			1	0,21	4
48	Cirurgia e Medicina Oral Dentística				1					1	0,21	4
49	Física Aplicada				1					1	0,21	4
50	Física da Materia Condensada				1					1	0,21	4
51	Físico-Química				1					1	0,21	4
52	Medicina Complementar e Integrative						1			1	0,21	4
53	Medicina Química						1			1	0,21	4
54	Meidicina Intensiva					1				1	0,21	4
55	Microscopia	1								1	0,21	4
56	Nanociência e Nanotecnologia				1					1	0,21	4
57	Pediatria			1						1	0,21	4
58	Química Analítica				1					1	0,21	4
59	Química Aplicada				1					1	0,21	4
60	Radiologia, Medicina Nucelar e Imagem Médica						2			2	0,42	3
61	Reabilitação					1				1	0,21	4
62	Tecnologia de laboratório Médico	1								1	0,21	4
63	Tecnologia e Ciência dos Alimentos				1					1	0,21	4
64	Veterinária	1								1	0,21	4
65	Zoologia	1								1	0,21	4

APÊNDICE L – Categoria de assuntos dos periódicos cocitados por agrupamentos referente a África do Sul (2001-2010)

#	Categoria de assuntos	Agrupamentos				Total	%	Quartil
		1	2	3	4			
1	Hematologia	1	7			8	12,12	1
2	Oncologia	1	2		5	8	12,12	1
3	Biologia Celular	1	2	3		6	9,09	1
4	Imunologia		6			6	9,09	1
5	Pesquisa Médica Experimental	1	3	1		5	7,58	1
6	Biotecnologia Aplicada à Microbiologia	1		2		3	4,55	2
7	Engenharia Tecidual e Celular	1	1	1		3	4,55	2
8	Endocrinologia e Metabolismo	1		2		3	4,55	2
9	Medicina Interna e Geral		1	2		3	4,55	2
10	Cirurgia		1	2		3	4,55	2
11	Transplantes		3			3	4,55	2
12	Pesquisa e Métodos Bioquímicos		1			1	1,52	3
13	Biologia Molecular e Bioquímica	1				1	1,52	3
14	Biofísica	1				1	1,52	3
15	Sistema Cardiovascular e Cardiologia	1				1	1,52	3
16	Biologia do Desenvolvimento	1				1	1,52	3
17	Engenharia Biomédica			1		1	1,52	3
18	Genética e Hereditariedade	1				1	1,52	3
19	Ciência dos Materiais, Biomaterias			1		1	1,00	4
20	Ortopedia			1		1	1,52	4
21	Patologia		1			1	1,52	4
22	Doença Vascular Periférica	1				1	1,52	4
23	Fisiologia	1				1	1,52	4
24	Biologia Reprodutiva	1				1	1,52	4
25	Ciência do Esporte	1				1	1,52	4
26	Urologia e Nefrologia	1				1	1,52	4