

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE BIBLIOTECONOMIA E COMUNICAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM COMUNICAÇÃO E INFORMAÇÃO

Sabrina Diehl Menezes

**A Produção Científica e o Impacto da Química Brasileira: análise dos artigos
indexados na Web of Science entre 2004 e 2013**

**Porto Alegre
2016**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE BIBLIOTECONOMIA E COMUNICAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM COMUNICAÇÃO E INFORMAÇÃO

Sabrina Diehl Menezes

**A Produção Científica e o Impacto da Química Brasileira: análise dos artigos
indexados na Web of Science entre 2004 e 2013**

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Comunicação e Informação pelo Programa de Pós-Graduação em Comunicação e Informação, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Orientadora: Prof. Dra. Sônia Elisa Caregnato

**Porto Alegre
2016**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
Reitor: Prof. Dr. Carlos Alexandre Netto
Vice-Reitor: Prof. Dr. Rui Vicente Oppermann

FACULDADE DE BIBLIOTECONOMIA E COMUNICAÇÃO
Diretora: Profa. Dra. Ana Maria Mielniczuk de Moura
Vice-Diretor: Prof. Dr. André Iribure Rodrigues

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM COMUNICAÇÃO E INFORMAÇÃO
Coordenadora: Profa. Dra. Nísia Martins do Rosário
Coordenador substituto: Prof. Dr. Alexandre Rocha da Silva

Ficha Catalográfica

M543p Menezes, Sabrina Diehl
A produção científica e o impacto da química brasileira : análise dos artigos indexados na *Web of Science* entre 2004 e 2013 / Sabrina Diehl Menezes. – 2016.
236 f. : il. color.
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Biblioteconomia e Comunicação, Programa de Pós-Graduação em Comunicação e Informação, Porto Alegre, BR-RS, 2016.
Orientadora: Sônia Elisa Caregnato.

1. Indicadores bibliométricos. 2. Produção científica. 3. Química : Brasil. 4. Análise de citação. I. Caregnato, Sônia Elisa, orient. II. Título.

CDU: 025.12(043)

SABRINA DIEHL MENEZES

**A PRODUÇÃO CIENTÍFICA E O IMPACTO DA QUÍMICA BRASILEIRA: ANÁLISE DOS
ARTIGOS INDEXADOS NA WEB OF SCIENCE ENTRE 2004 E 2013**

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Comunicação e Informação pelo Programa de Pós-Graduação em Comunicação e Informação, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Linha de Pesquisa: Informação, Redes Sociais e Tecnologia.

Orientadora: Sônia Elisa Caregnato.

Dissertação aprovada em 26 de abril de 2016.

Banca Examinadora

Prof. Dra. Maria de Fátima Santos Maia (Examinadora) (FURG)

Prof. Dr. Rodrigo Silva Caxias de Sousa (Examinador) (FABICO/UFRGS)

Prof. Dra. Ana Maria Mielniczuk de Moura (Examinadora) (PPGCOM/UFRGS)

Prof. Dra. Samile Andrea de Souza Vanz (Suplente) (PPGOM/UFRGS)

AGRADECIMENTOS

A Deus, por todas as oportunidades que tive de me aperfeiçoar e buscar novos conhecimentos.

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul, por ter me aceito como aluna de mestrado e ter me oferecido os instrumentos necessários para meu desenvolvimento.

À minha orientadora, Sônia Elisa Caregnato, por ter me incentivado e permitido que eu desenvolvesse meu próprio caminho, estando sempre disponível quando eu precisava.

Aos professores que formaram a Banca de Qualificação, Prof^a. Dra. Maria de Fátima e Prof^a Dra. Ana Moura, que mostraram quais caminhos seguir no desenvolvimento da dissertação.

Aos docentes da Banca de Defesa, Prof^a Dra. Maria de Fátima, Prof^a Dra. Ana Moura, Prof^a Dra. Samile Vanz e Prof. Dr. Rodrigo Caxias, por terem aceitado o convite e terem comentarem sobre a dissertação.

Aos meus colegas de mestrado e aos amigos que conheci neste período, especialmente Daniela, Josiane, Gonzalo e Dirce com quem pude repartir momentos de dúvidas, de apreensões e de alegrias.

A Thaís Medeiros por ter sempre estado disposta a me ajudar com a coleta de informações nas análises.

Ao professor João Luiz Becker, da Escola de Administração da UFRGS, que sempre que precisei respondeu as minhas dúvidas sobre estatística.

Ao Instituto de Química da UFRGS, em especial ao Prof. Dr. Cesar e a Prof^a Dra. Emilse, por terem autorizado a minha participação nas disciplinas do mestrado durante o período em que fui servidora da biblioteca.

A Bibliotecária e amiga Magda, por ter me apoiado desde o início do mestrado, principalmente enquanto trabalhávamos juntas na Biblioteca da Química e, posteriormente na Biblioteca da Engenharia (Bibeng).

A Bibliotecária-Chefe da Bibeng, June Scharnberg, por ter me acolhido na Bibeng e ter me incentivado a continuar o mestrado.

Aos demais colegas da Bibeng, especialmente ao Alexandre, Neusa, Cira, Letícia, Rosane e Rosangela, que muitas vezes ouviram minhas dúvidas sobre as disciplinas do mestrado e, posteriormente, sobre a dissertação e sempre estavam dispostos a me auxiliar.

Aos meus pais, por sempre me incentivarem a continuar a estudar, fornecendo suporte nas horas em que eu precisava me dedicar aos estudos e compreendendo minhas ausências na família.

Ao Valcir, meu companheiro, por compreender a importância do estudo e da pesquisa na minha vida e, principalmente, por me dar todo o suporte emocional nos momentos em que precisei.

RESUMO

Este estudo é uma pesquisa bibliométrica que descreve as principais características da Química brasileira bem como seu impacto na comunidade científica. A seleção do corpus desta pesquisa foi feita com o uso das categorias de periódicos da Web of Science descritas no estudo de Glanzel e Schubert (2003) como pertencentes à Química. O período de análise foi de 2004 a 2013 e a tipologia documental selecionada foi de artigos científicos. O corpus da pesquisa foi composto por 42.954 artigos da Química brasileira e 280.457 documentos citantes. Na Revisão de Literatura foram abordados os seguintes tópicos: avaliação da ciência, indicadores bibliométricos, produção científica, impacto, Química no Brasil e a Pós-Graduação na área. A base de dados adotada para coleta de dados foi a Web of Science e os softwares utilizados para análise e tratamento dos dados foram: SPSS, Excel, Philcarto, Bibexcel. Os resultados mostram que a produção científica brasileira em Química cresceu linearmente durante os anos estudados, fenômeno similar a Química mundial. A taxa de crescimento da área foi de 6,29% ao ano e de 73,19% no período completo, sua contribuição para a produção nacional foi de 15,5% e para a mundial da área foi de 1,95%. Observa-se grande desigualdade de produtividade e impacto entre as regiões brasileiras, sendo que a Sudeste e Sul se destacam positivamente em ambos os aspectos. O estado de São Paulo foi o mais produtivo e o que obteve um número significativo de citações, onde a USP foi a principal instituição brasileira nestes pontos analisados. Os artigos da área foram publicados em sua maioria em coautoria, com destaque para quatro autores por artigo (20,20%), que apresentaram, também, maior concentração de citações (19,96%). A maior parte dos artigos da área foi publicada em coautoria com pesquisadores brasileiros. A coautoria bilateral foi predominante entre artigos publicados em colaboração internacional. Os Estados Unidos e a França foram os principais parceiros nas publicações da Química brasileira. O inglês foi o principal idioma dos artigos, embora o português tenha crescido em alguns anos. A maior parte da produção científica da área foi publicada em periódicos estrangeiros, embora nove periódicos nacionais estejam entre os principais publicadores. Constatou-se que 88,60% dos artigos dessa produção foram citados ao menos uma vez e aqueles publicados entre 2004 e 2008 receberam mais citações do que os de anos posteriores. As subáreas mais produtivas da Química receberam, também, o maior número de citações, com destaque para: Ciência dos Materiais Multidisciplinar, Físico-Química e Química Multidisciplinar. A relação entre periódicos e citações mostrou que prestígio e quantidade de artigos publicados podem favorecer o número de citações recebidas. Os 280.457 documentos que citaram a produção científica identificada foram publicados entre 2003 e 2015, na tipologia de artigos científicos (86,00%) e no idioma inglês (97,20%). Os periódicos publicadores foram primordialmente de origem estrangeira, embora os dois principais sejam brasileiros. A visibilidade, impacto e internacionalização da pesquisa Química brasileira podem ser observados pela predominância de documentos internacionais citantes (78%). Estes documentos são provenientes dos cinco continentes, com destaque para América e Ásia. Brasil, China e Estados Unidos foram os países com maior número de documentos citantes da Química brasileira. Sugere-se que outros estudos sejam realizados, principalmente com testes estatísticos multivariados, para que uma visão mais profunda da área possa ser delineada.

Palavras-Chave: Indicadores bibliométricos. Produção científica - Brasil. Impacto. Química.

ABSTRACT

The present study is a bibliometric research that describes the main Brazilian chemistry characteristics and their impact on the scientific community. The selection of the corpus of this research was done using the categories of Web of Science described in the study of Glanzel and Schubert (2003) as belonging to chemistry. The period analysed was from 2004 to 2013 and the selected document type was scientific articles. The corpus of the research was composed of 42,954 scientific articles of the Brazilian Chemical and 280,457 citing documents. In Literature Review the following topics were discussed: evaluation of science, bibliometric indicators, impact, Chemistry in Brazil and the Postgraduate courses in the area. The database adopted for data collection was the Web of Science and the softwares used for analysis and processing of data were: SPSS, Excel, Philcarto, Bibexcel. The results showed that the Brazilian scientific production in chemistry increased linearly during the years studied, similar phenomenon to global chemistry. The growth rate of the area was 6.29% per year and 73.19% in the whole period, their contribution to domestic production was 15.5% and the global area was 1.95%. There is great inequality of productivity and impact among Brazilian regions, with the Southeast and South stand out positively in both respects. The state of São Paulo was the most productive and which obtained a significant number of citations, where the USP was the main Brazilian institution analyzed in these points. The articles published in the area were mostly co-authored, especially four authors per article (20,20%), which also showed a higher concentration of citations (19.96%). Most of the articles of the area was published in co-authorship with Brazilian researchers. Bilateral co-authorship was prevalent among articles published in international collaboration. The United States and France were the main partners in the publications of the Brazilian Chemistry. English was the primary language of the articles, although the Portuguese has grown in few years. Most of the scientific production of the area was published in foreign journals, although nine national journals are among the major publishers. Notes that 88.60% of the articles of this production were cited at least once and those published between 2004 and 2008 received more citations than those of later years. The most productive subfields of chemistry also received the highest number of citations, highlighting: Science Multidisciplinary Materials, Physical Chemistry and Multidisciplinary Chemistry. The relationship between journals and citations showed that prestige and quantity of published articles may favor the number of citations received. The 280,457 citing documents were published between 2003 and 2015, the typology of documents was scientific articles (86.00%) and the articles were published in English (97.20%). Journals were primarily of foreign origin, though the top two are Brazilian. The visibility, impact and internationalization of the Brazilian Chemistry can be observed by the predominance of international citing documents (78%). These documents are from five continents, especially America and Asia. Brazil, China and The United States were the countries with the largest number of documents citing the Brazilian Chemistry. It is suggested that further studies be carried out, especially with multivariate statistical tests for a deeper view of the area.

Keywords: Bibliometric indicators. Scientific Production. Impact. Chemistry.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Número de docentes vinculados a cursos de pós-graduação das universidades brasileiras no período entre 2004 e 2013.	33
Figura 2 – Quantidade de discentes matriculados em cursos de pós-graduação no Brasil no período entre 2004 e 2013.	34
Figura 3 - Quantidade de docentes vinculados a cursos de pós-graduação na área de Química no Brasil entre 2004 e 2013.	50
Figura 4 - Quantidade de discentes matriculados em cursos de pós-graduação em Química no período entre 2004 e 2013.	51
Figura 5 - Percentual de grupos de pesquisa em Química por região do país (n=927).	54
Figura 6 - Temáticas da Química no Brasil.....	69
Figura 7 - Comparação das temáticas da Química no Brasil e no mundo.....	71
Figura 8 - Crescimento no número de artigos publicados pela Química brasileira entre 2004 e 2013 (WoS)	83
Figura 9 - Crescimento no número de artigos publicados pela Química mundial entre 2004 e 2013 (WoS)	83
Figura 10 - Taxa de crescimento anual (%) da produção científica nacional e mundial em Química e da produção científica nacional e mundial geral entre 2004 e 2013.	86
Figura 11 - Quantidade de programas de pós-graduação em Química por modalidade no período entre 2004 e 2013.....	89
Figura 12 -Taxa de crescimento da produção brasileira em Química e da pós-graduação da área.	93
Figura 13 - Contribuição anual da Química brasileira para a produção nacional e produção mundial em Química (2004 a 2013).	95
Figura 14 - Índice de Atividade da Química brasileira no período entre 2004 e 2013 em relação ao padrão mundial (1).	97
Figura 15 – Evolução temporal no número de autores da Química no período entre 2004 e 2013.	103
Figura 16 - Percentual dos tipos de coautorias brasileira com outros países.....	108

Figura 17 - Evolução temporal dos artigos brasileiros em coautoria com países estrangeiros.	110
Figura 18 - Distribuição dos artigos brasileiros em Química (2004-2013) pelas unidades federativas do Brasil.	117
Figura 19 - Evolução temporal da quantidade de artigos brasileiros em Química publicados nos idiomas inglês, português e espanhol entre 2004 e 2013.	137
Figura 20 - Quantidade de títulos de periódicos utilizados para publicação dos artigos brasileiros em Química (n=945).	140
Figura 21 - Idioma dos periódicos publicadores da produção científica nacional em Química entre 2004 e 2013.	141
Figura 22 - Relação entre o número acumulado de citações e a quantidade acumulada de artigos brasileiros em Química.	151
Figura 23 - Percentual referente às citações recebidas por cada região brasileira para os artigos nacionais em Química (2004-2013).	157
Figura 24 - Quantidade de documentos citantes por ano de sua publicação.	175
Figura 25 - Percentual referente aos documentos citantes em relação a sua internacionalização (n=280.457).	183
Figura 26 - Países que referenciaram a produção científica brasileira em Química (n=165).	185

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Subáreas da Química e suas notas de escopo conforme a WoS.....	41
Quadro 2 - Pesquisas realizadas sobre a Química no Brasil.	57
Quadro 3 - Quantidade de documentos coletados na WoS com base na expressão de busca (n=323.411).	73
Quadro 4 - Exemplificação das variações nos nomes das instituições.....	75
Quadro 5 - Resumo das variáveis analisadas.....	77
Quadro 6 - Quadro comparativo das principais instituições brasileiras em rankings universitários nacionais e internacionais referentes ao ano de 2015.	162

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Ranking SCImago de países por quantidade de documentos publicados em 2013.	31
Tabela 2 – Ranking SCImago de países por quantidade de citações recebidas em 2013.	38
Tabela 3 - Quantidade de cursos de pós-graduação em Química por Região do país.	52
Tabela 4 - Crescimento anual da produção científica entre 2004 e 2013.	85
Tabela 5 - Quantidade de periódicos de Química indexados na Wos entre 2005 e 2015.	88
Tabela 6 – Crescimento da pós-graduação brasileira entre 1993 e 2013	90
Tabela 7 - Dados da pós-graduação brasileira em Química e da produção científica nacional da área.....	92
Tabela 8 - Comparação da produção científica brasileira em Química com a produção mundial na área e a totalidade de produção nacional.....	96
Tabela 9 - Estatística descritiva do número de autores por artigo.	100
Tabela 10 – Quantidade de autores por artigo da Química brasileira no período entre 2004 e 2013.	100
Tabela 11 - Evolução temporal das coautorias dos artigos em Química no período entre 2004 e 2013.	102
Tabela 12 - Quantidade de artigos por autor no período entre 2004 e 2013 (n= 66.364).....	104
Tabela 13 - Número de países que publicaram em coautoria com a Química brasileira por quantidade de artigo publicado entre 2004 e 2013 (n=42.954).....	107
Tabela 14 - Continentes das nações que publicaram em coautoria com a Química brasileira (n= 19.205).....	109
Tabela 15 - Trinta primeiros países que publicaram em coautoria com pesquisadores brasileiros em Química no período entre 2004 e 2013 (n= 19.205).	111
Tabela 16 - Quantidade de artigos brasileiros em Química por região brasileira (n=82.624).....	113
Tabela 17 - Distribuição do número de Grupos de Pesquisa por Região e a quantidade de artigos publicados (n=927).	114

Tabela 18 - Distribuição dos programas de pós-graduação em Química e a quantidade de artigos publicados (n=64).	115
Tabela 19 - Principais instituições responsáveis pela publicação dos artigos brasileiros em Química.....	119
Tabela 20 - Quantidade de instituições brasileiras autoras dos artigos em Química por Estado (n=1.058).....	120
Tabela 21 - Principais instituições brasileiras autoras dos artigos brasileiros em Química (2004-2013).	122
Tabela 22 - Distribuição dos artigos brasileiros em Química por tipo de instituições brasileiras autoras dos artigos em Química (2004-2013).....	124
Tabela 23 - Quantidade de instituições estrangeiras coautoras de instituições brasileiras nos artigos da Química por país (n=2.406).	126
Tabela 24 – Principais instituições estrangeiras coautoras dos artigos brasileiros em Química (n=25).	128
Tabela 25 – Principais temáticas relacionadas com a produção científica brasileira em Química.....	130
Tabela 26 - Taxa de crescimento médio geométrico anual e a contribuição das subáreas da Química.	134
Tabela 27 - Idioma dos artigos brasileiros em Química entre 2004 e 2013.	136
Tabela 28 - Idioma dos artigos brasileiros em Química por ano (2004 - 2013).	138
Tabela 29 - País de origem e quantidade de periódicos utilizados para publicação dos artigos brasileiros em Química entre 2004 e 2013 (n= 945).....	142
Tabela 30 – Dez primeiros periódicos científicos que publicaram 100 ou mais artigos brasileiros em Química no período entre 2004 e 2013.....	144
Tabela 31 - Número de periódicos mais utilizados pelos pesquisadores brasileiros em Química em cada subárea e quartil de acordo com o seu FI.	145
Tabela 32 - Estatística descritiva por ano das citações recebidas pela produção científica brasileira em Química.	149

Tabela 33 - Quantidade de artigos da Química brasileira por citações recebidas.	150
Tabela 34 - Percentual de artigos químicos citados e não citados por ano (2004-2013).	152
Tabela 35 - Relação entre coautoria e quantidade de citações recebidas pela Química brasileira.	154
Tabela 36 - Tabulação cruzada entre número de coautorias e quantidade de citações (n=42.954).....	156
Tabela 37 - Número de citações recebidas pela Química brasileira em cada Estado do Brasil (n= 839.088).	158
Tabela 38 - Citações recebidas pelas principais instituições brasileiras autoras dos artigos nacionais em Química.....	160
Tabela 39 - Citações recebidas por subárea da Química.	164
Tabela 40 - Relação entre quantidade de citações recebidas pela Química brasileira e número de periódicos (n=945).	166
Tabela 41 - Periódicos que receberam mais de mil citações para os artigos brasileiros em Química publicados entre 2004 e 2013 (n=128).	169
Tabela 42 - Ano de publicação dos documentos que citaram a produção científica brasileira em Química (n=280.457).	176
Tabela 43 - Idioma dos documentos citantes da produção científica brasileira em Química (n=280.457)	177
Tabela 44 - Periódicos científicos responsáveis pela publicação de mais de mil documentos citantes (n=44).....	179
Tabela 45 - Principais áreas de pesquisa dos documentos citantes da Química brasileira.	181
Tabela 46 - Quantidade de documentos citantes por continente (n=662.767).	184

Tabela 47 - Comparação dos principais países citantes com seu posicionamento na coautoria com a Química brasileira.....	187
Tabela 48 - Principais instituições citantes da produção científica brasileira em Química (n=50).....	189

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABC	-	Associação Brasileira de Cerâmica
ABEQ	-	Associação Brasileira de Engenharia Química
ABM	-	Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais
ABPol	-	Associação Brasileira de Polímeros
ABQ	-	Associação Brasileira de Química
ABS	-	Associação Brasileira de Soldagem
ACS	-	American Chemical Society
ANNQ	-	Associação Norte-Nordeste de Química
AQB	-	Associação Química do Brasil
C&T	-	Ciência e Tecnologia
CAPES	-	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CAS	-	Chemical Abstracts Services
CENA	-	Centro de Energia Nuclear na Agricultura
CNEN	-	Comissão Nacional de Energia Nuclear
CNPq	-	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CTA	-	Centro Tecnológico Aeroespacial
EMBRAPA	-	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ENQA	-	Encontro Nacional de Química Analítica
FABICO	-	Faculdade de Biblioteconomia e Comunicação
FINEP	-	Financiadora de Estudos e Projetos
FIOCRUZ	-	Fundação Oswaldo Cruz
GEOCAPES	-	Sistema de Informações Georreferenciais
IA	-	Índice de Atividade
ISI	-	Institute for Scientific Information
IUPAC	-	União Internacional de Química Pura e Aplicada
JCR	-	Journal Citation Reports
P&D	-	Pesquisa e Desenvolvimento
PPGCOM	-	Programa de Pós-Graduação em Comunicação e Informação
PQ	-	Bolsas de Produtividade em Pesquisa
PUC-RIO	-	PUC Rio de Janeiro
RCA	-	Vantagem Competitiva Revelada
SBF	-	Sociedade Brasileira de Farmacognosia
SBPC	-	Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência
SBQ	-	Sociedade Brasileira de Química

SIBEE - Simpósio Brasileiro de Eletroquímica e Eletroanalítica
UEM - Universidade Estadual de Maringá
UENF - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro
UERJ - Universidade do Estado Rio de Janeiro
UFABC - Universidade Federal do ABC
UFBA - Universidade Federal da Bahia
UFC - Universidade Federal do Ceará
UFF - Universidade Federal Fluminense
UFG - Universidade Federal de Goiás
UFJF - Universidade Federal de Juiz de Fora
UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais
UFOP - Universidade Federal de Ouro Preto
UFPA - Universidade Federal do Pará
UFPB - Universidade Federal da Paraíba
UFPE - Universidade Federal de Pernambuco
UFPE - Universidade Federal de Pernambuco
UFPR - Universidade Federal do Paraná
UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro
UFRN - Universidade Federal do Rio Grande Norte
UFS - Universidade Federal de Sergipe
UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina
UFSCAR - Universidade Federal de São Carlos
UFSM - Universidade Federal de Santa Maria
UFU - Universidade Federal de Uberlândia
UFV - Universidade Federal de Viçosa
UNB - Universidade de Brasília
UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
UNESP - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas
UNIFESP - Universidade Federal de São Paulo
USP - Universidade de São Paulo
WC - Categorias de periódicos da WoS
WoS - Web of Science

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
1.1	Justificativa e questões de pesquisa	21
1.2	Objetivos	24
1.2.1	<i>Objetivo geral</i>	24
1.2.2	<i>Objetivos específicos</i>	24
2	REVISÃO DE LITERATURA	25
2.1	O papel dos insumos para o desenvolvimento científico e a avaliação da ciência	25
2.2	Produção científica e os indicadores de atividade: aspectos conceituais e situação brasileira	29
2.3	Análise de citações e os indicadores de impacto: aspectos conceituais e situação brasileira	34
2.4	A Química	39
2.4.1	<i>Química no Brasil</i>	44
2.4.2	<i>A Pós-Graduação brasileira em Química</i>	48
2.4.3	<i>A produção científica em Química e seu impacto: estudos nacionais e estrangeiros</i>	54
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	64
3.1	Fontes de dados	64
3.2	Estratégia de busca e corpus da pesquisa	66
3.3	Organização e tratamento dos dados coletados	74
3.4	Variáveis e indicadores da pesquisa	76
3.5	Limitação do estudo	80
4	ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS	81
4.1	Perfil da produção científica brasileira em Química	81
4.1.1	<i>Produtividade da Química brasileira: comparação em nível nacional e internacional</i>	82
4.1.2	<i>A produtividade dos pesquisadores e a coautoria na Química brasileira</i>	98
4.1.3	<i>A coautoria internacional da Química brasileira</i>	105
4.1.4	<i>Produtividade das regiões brasileiras</i>	112
4.1.5	<i>Produtividade das instituições brasileiras e a coautoria com instituições estrangeiras</i>	118

4.1.6	<i>Temáticas relacionadas com a Química brasileira e a produtividade das subáreas</i>	129
4.1.7	<i>Idioma dos artigos brasileiros em Química</i>	134
4.1.8	<i>Periódicos utilizados pelos pesquisadores brasileiros em Química</i>	139
4.2	Impacto da produção científica brasileira em Química	147
4.2.1	<i>Análise das citações recebidas pela Química brasileira: distribuição e comparação com alguns indicadores de atividade</i>	147
4.2.1.1	Citações recebidas e a coautoria da Química brasileira	153
4.2.1.2	Citações recebidas pelas regiões e instituições brasileiras	157
4.2.1.3	Citações recebidas e subáreas de pesquisa.....	162
4.2.1.4	Citações recebidas e os periódicos utilizados pela Química brasileira	165
4.2.2	<i>Perfil dos documentos citantes da produção científica brasileira em Química</i>	175
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	192
	REFERÊNCIAS	199
	APÊNDICE A - CRESCIMENTO E CONTRIBUIÇÃO DAS SUBÁREAS DE QUÍMICA NO PERÍODO ENTRE 2004 E 2013	216
	APÊNDICE B – PERIÓDICOS CIENTÍFICOS QUE PUBLICARAM 100 OU MAIS ARTIGOS BRASILEIROS EM QUÍMICA NO PERÍODO ENTRE 2004 E 2013	221
	APÊNDICE C - QUANTIDADE DE ARTIGOS DA QUÍMICA BRASILEIRA POR NÚMERO DE CITAÇÕES RECEBIDAS	229
	APÊNDICE D - QUANTIDADE DE COAUTORIAS DOS ARTIGOS DA QUÍMICA BRASILEIRA POR NÚMERO DE CITAÇÕES RECEBIDAS	230
	APÊNDICE E - QUANTIDADE DE DOCUMENTOS CITANTES POR PAÍS	233

1 INTRODUÇÃO

A sociedade modifica-se constantemente com base nos avanços que as descobertas científicas e tecnológicas trazem ao longo dos anos. A ciência tem sido uma das grandes propulsoras do desenvolvimento econômico e do bem-estar social ao realizar pesquisas que buscam compreender os fenômenos do mundo, da natureza, dos seres vivos e da própria sociedade e, assim, melhorar a experiência humana.

As pesquisas conduzidas na área da saúde, por exemplo, têm possibilitado a cura e o retrocesso de doenças que antes assolavam diversas populações. Nas áreas tecnológicas, tem-se cada vez mais o surgimento de máquinas, aplicativos e ferramentas que trazem o conforto ao cidadão e facilitam a comunicação e o desenvolvimento das atividades cotidianas. Nas Ciências Agrárias, o resultado de pesquisas tem favorecido uma produção maior e mais qualificada de alimentos e produtos, possibilitando um melhor aproveitamento dos recursos investidos pelos produtores e mais benefícios para o consumidor. Da mesma forma, a Química está presente em todos os aspectos da vida, tanto no que diz respeito à sociedade quanto ao meio ambiente. É claramente perceptível o benefício que a sociedade tem com as pesquisas em Química, podendo-se destacar: vestuário, alimentação, preservação e conservação de recursos naturais, medicamentos, combustíveis, entre tantos outros (TORRESI; PARDINI; FERREIRA, 2009).

A ciência não se faz sozinha, ela é construída socialmente, de forma colaborativa e gradativa. Isto porque os resultados obtidos nas pesquisas são comunicados para toda a comunidade científica da área e passam a incorporar o acervo de conhecimentos que constituem a ciência (SOLLA PRICE, 1976). A publicação dos resultados permite que os pesquisadores debatam sobre o assunto, realizem novas pesquisas e publiquem seus resultados de forma a torná-los disponíveis para uso dos pares. Esse processo constitui o ciclo de comunicação científica, elemento essencial para o avanço da ciência.

A ciência está estruturada em diversas áreas do conhecimento, pois com o advento da era moderna e com a produção cada vez maior de conhecimentos tornou-se impossível que um indivíduo ou mesmo grupo de pesquisa dominasse todos os ramos do saber, como acontecia antigamente. Nesse sentido, cada comunidade

científica, composta por pesquisadores que se dedicam aos estudos de uma especialidade, apresenta características próprias, tanto em relação aos métodos de pesquisa quanto à publicação de seus resultados.

Algumas áreas do conhecimento preferem comunicar suas pesquisas em eventos, tendo sua produção científica disponível aos pares através da publicação dos anais. São os casos das Engenharias e Ciências da Computação, áreas cujos conhecimentos avançam aceleradamente, necessitando, assim, de canais de comunicação mais rápidos. Outras áreas, tais como as Ciências da Saúde e as Ciências Exatas, publicam principalmente em periódicos ou revistas científicas, canais de comunicação considerados mais formais e que avaliam de forma criteriosa e rígida os documentos submetidos para publicação. Há áreas, como as Ciências Sociais e Humanidades, que publicam suas pesquisas principalmente na forma de monografias, uma vez que seus relatos de pesquisa tem por característica serem extensos e detalhados (MEADOWS, 1999; MUELLER, 2005; VELHO, 1997).

A produção científica é composta pelo conjunto de documentos publicados nos canais de comunicação reconhecidos pela comunidade científica. Desta forma, a produção científica de uma área ou país constitui-se no corpo de conhecimentos científicos produzidos ao longo dos anos pelos cientistas de cada especialidade, refletindo o desenvolvimento do campo científico desde a sua origem.

Atualmente, a produção científica constitui-se em um dos elementos chave para avaliação da ciência, uma vez que, a publicação dos resultados de pesquisa é parte concreta e visível de todos os procedimentos e investimentos feitos. Com a publicação dos resultados tem-se o retorno para a sociedade - na forma de novos conhecimentos - das atividades desenvolvidas pelos pesquisadores em seu ambiente de trabalho.

Os principais métodos de avaliação da ciência, tanto em nível nacional como internacional, são realizados por meio de indicadores quantitativos. Há os indicadores de *input*, que estimam a quantidade de recursos financeiros, materiais e humanos investidos na ciência; e há os indicadores de *output*, que mensuram os resultados desses investimentos por meio das publicações em canais de comunicação científica, especialmente os periódicos científicos (NORONHA, 2008; MUELLER, 2008).

Nas últimas décadas, estudos bibliométricos a partir de indicadores de *output* foram realizados com o objetivo de analisar a produção científica das diferentes áreas do conhecimento, tanto em nível regional, como nacional e internacional. Entre os objetivos frequentes deste tipo de estudo estão: conhecer e identificar as características da comunidade científica e; verificar o status de desenvolvimento das áreas. Este tipo de análise é importante porque possibilita conferir a evolução das pesquisas realizadas e, também, conhecer as mudanças ocorridas na área ao longo dos anos, tanto no que se refere às preferências da comunidade de pesquisadores, como também em relação às temáticas desenvolvidas pela área.

Outros trabalhos bibliométricos buscam verificar o impacto obtido por grupos, instituições de pesquisa e áreas do conhecimento na comunidade científica internacional, por meio do número de citações recebido. Tem como premissa o fato de que se um trabalho foi citado por outro é porque alguma importância ou relevância o mesmo teve para o pesquisador que o citou, ou seja, de alguma forma o trabalho influenciou ou impactou o cientista em sua pesquisa. A análise do impacto avalia a visibilidade das pesquisas desenvolvidas no país, possibilitando que novas estratégias governamentais de produção e comunicação sejam elaboradas com o objetivo, entre outros, de promover uma inserção maior das pesquisas científicas nacionais no cenário internacional.

Uma das áreas do conhecimento em que a produção científica e o impacto merecem ser estudados com maior profundidade é a Química. É uma ciência que se destaca no meio científico, pois suas descobertas, conceitos e aplicações permutam entre diversos ramos do saber, auxiliando o desenvolvimento de novas pesquisas. Pertencente às Ciências Exatas, este campo científico é um dos responsáveis pelo desenvolvimento de novos produtos e tecnologias que impulsionam o avanço científico e tecnológico da sociedade.

Neste contexto, o presente estudo intentou conhecer as características da produção científica brasileira em Química indexada na base de dados bibliográfica Web of Science (WoS) no período entre 2004 e 2013 e averiguar a visibilidade dessa produção na comunidade científica por meio das citações recebidas pela área.

A WoS, fonte principal para coleta de dados desta pesquisa, é uma base de dados multidisciplinar que indexa mais de 12.000 revistas científicas de

aproximadamente 250 diferentes áreas. A escolha pelo uso desta base de dados, em detrimento de outras mais especializadas em Química, justifica-se por esta oferecer a possibilidade de realização de análises bibliométricas qualificadas, pois ao indexar cada artigo científico das revistas que fazem parte de sua coleção, a WoS coleta muitos dados, tais como: filiação de todos os autores, palavras-chave, título, resumo, categoria dos periódicos, referências citadas, entre outros. É a primeira e uma das poucas bases de dados que indexa as referências dos artigos, facilitando as análises de citações e conseqüentemente as análises de impacto das publicações na comunidade científica (THOMSON REUTERS, 2014).

No que diz respeito à tipologia documental adotada, optou-se pela seleção de somente artigos científicos, que se caracterizam por publicar resultados originais de pesquisa. A escolha por esta tipologia deve-se ao fato de este ser o principal canal de comunicação científica das ciências ditas duras, na qual está inserida a Química.

Este estudo cobre o período entre 2004 e 2013, uma vez que, com isso, pode-se complementar estudos anteriores sobre produção científica em Química que se utilizaram de um intervalo de tempo anterior a 2004, tais como: Nobrega et al. (1996), Fatibello-Filho et al. (2002), Alves (1998), Rubira et al. (2002), Mozeto e Jardim (2002), Santos e Souza (2002), Toma, Ferreira e Serra (2002), Correia, Costa e Ferreira (2002), Schnetzler (2002), Dupont (2002), Avaca e Tokoro (2002), Amaral e Montanari (2002) e Lima (2007). Além disso, a opção pelo término do intervalo no ano de 2013 tem em vista a necessidade de um período mínimo de dois anos para que os artigos sejam absorvidos e citados pela comunidade científica da área. Além disso, há a possibilidade de que a indexação na base de dados não tenha sido concluída no respectivo ano de publicação.

1.1 Justificativa e questões de pesquisa

Este estudo justifica-se pelo fato de que a análise da produção científica contribui significativamente para a compreensão do desenvolvimento das áreas do conhecimento. Em âmbito nacional, este tipo de estudo permite, entre outros aspectos, verificar o status de desenvolvimento da ciência nacional e compará-la com o que se tem produzido em nível internacional, podendo auxiliar na tomada de decisão

e na elaboração de políticas científicas para o país. Essas políticas norteiam o desenvolvimento de novas frentes de pesquisas, bem como, possibilitam uma distribuição equitativa de recursos financeiros para as diferentes instituições de pesquisa.

Já a análise do impacto de uma área do conhecimento permite conferir qual a inserção das pesquisas científicas na comunidade científica internacional. Apesar do impacto não exprimir diretamente a qualidade do trabalho, as citações feitas pelos pares demonstram, ao menos, que as pesquisas nacionais tiveram importância e relevância no desenvolvimento do trabalho de outros grupos de pesquisa. Nesse sentido, a análise do impacto das publicações científicas nacionais pode colaborar na averiguação da visibilidade obtida pela ciência nacional, assim como na verificação da relevância das pesquisas publicadas. Consequentemente, novas ações e programas podem ser implementados com o objetivo de tornar mais visíveis as publicações do país, igualmente proporcionar o desenvolvimento de pesquisas mais avançadas e qualificadas.

No que se refere à escolha da área de Química como objeto de estudo desta pesquisa, tem-se como argumento três motivos: um de ordem pessoal, e os demais respaldados no contexto científico. Na justificativa de ordem pessoal, a autora optou por esta área do conhecimento por ter trabalhado durante um ano com o registro da produção intelectual dos professores do Instituto de Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Durante este ano, surgiu a curiosidade de conhecer as características da produção científica brasileira em Química e seu impacto.

A primeira justificativa de ordem científica está respaldada no fato da Química ser uma das áreas das Ciências Exatas de extrema importância para o progresso científico, tecnológico e socioeconômico do país. Os estudos desenvolvidos nas suas diversas especialidades promovem a compreensão de vários aspectos do mundo, desde o meio ambiente, até a criação de novas tecnologias e produtos que afetam diretamente o cotidiano das pessoas (TORRESI; PARDINI; FERREIRA, 2009). Além disso, a Química tem sido considerada uma ciência central porque promove o crescimento de uma variedade de áreas e disciplinas ao servir de base temática para o desenvolvimento de novas pesquisas. A segunda justificativa está ancorada no fato de que os estudos publicados até o momento sobre a produção científica nacional na área

de Química abordaram, em sua maioria, a produção científica anterior a 2004 e, referem-se a especialidades da Química e não abordam a área como um todo. Além disso, não foram encontrados estudos nacionais que tenham como foco o impacto obtido pela Química brasileira na comunidade científica.

A partir deste contexto, percebe-se a importância da análise da produção científica e do impacto desta área, em virtude da possibilidade de se obter uma melhor compreensão do seu atual desenvolvimento no Brasil, possibilitando que futuras reflexões sobre políticas científicas nacionais na área de Química sejam realizadas.

Assim, apresentam-se os pressupostos desta pesquisa:

- a) a comunicação dos resultados de pesquisa é imprescindível para o desenvolvimento da ciência, pois a partir da publicação, novas pesquisas são realizadas e o conhecimento científico e tecnológico avança;
- b) a análise da produção científica possibilita a verificação das características e preferências de cada área do conhecimento e do status do desenvolvimento científico e tecnológico da área ou país;
- c) o impacto da produção científica pode ser verificado por meio da análise das citações recebidas, uma vez que a citação é considerada um forte indicador de visibilidade e relevância de um trabalho;
- d) a Química é considerada essencial para o desenvolvimento dos diferentes campos científicos e, por isso, as descobertas desta área promovem o avanço da ciência e tecnologia nacional.

Com base nos pressupostos descritos acima, têm-se como questões de pesquisa as seguintes indagações:

Quais as características da produção científica brasileira em Química indexada na Web of Science no período entre 2004 e 2013? E qual o impacto dessa produção, considerando-se as citações recebidas pelos artigos da Química brasileira?

1.2 Objetivos

Os objetivos deste trabalho estão subdivididos em objetivo geral e objetivos específicos.

1.2.1 *Objetivo geral*

Descrever as características e o impacto da produção científica brasileira em Química, através dos artigos científicos indexados na Web of Science no período de 2004 a 2013.

1.2.2 *Objetivos específicos*

- a) identificar as características da produção científica brasileira em Química, no que se refere ao idioma, aos periódicos científicos e à coautoria nacional e internacional;
- b) examinar a produção da Química brasileira e também das instituições e regiões do país;
- c) averiguar a produção, as similaridades e diferenças nos perfis de publicação das subáreas da Química por meio das categorias de periódicos;
- d) verificar o impacto da produção científica brasileira em Química por meio das citações recebidas;
- e) relacionar as citações recebidas com as características da produção científica nacional em Química, tais como: coautoria, periódicos, subáreas e instituições.
- f) investigar a visibilidade da produção científica brasileira em Química na comunidade científica internacional através da análise dos documentos citantes.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Nesta seção estão expostos os fundamentos que serviram de base para o desenvolvimento deste trabalho e para a interpretação dos resultados. Foram abordados os temas: ciência e avaliação, a produção científica e os indicadores de atividade, a análise de citações e os indicadores de impacto. Além disso, contextualizou-se a Química em relação a sua história no Brasil e os aspectos atuais da pós-graduação na área.

2.1 O papel dos insumos para o desenvolvimento científico e a avaliação da ciência

O progresso científico e tecnológico é fator determinante para o desenvolvimento socioeconômico de um país. No entanto, a ciência e a tecnologia são atividades que requerem um investimento grande e contínuo de recursos humanos, materiais e financeiros.

Glanzel, Leta e Thijs (2006) apontam que os recursos financeiros são fundamentais para a realização de atividades científicas, porém, não são os únicos fatores responsáveis pelo progresso científico. São necessárias também, mão de obra qualificada (recursos humanos) e infraestrutura adequada para pesquisa (recursos materiais). Os três fatores juntos auxiliam na construção de núcleos científicos e tecnológicos nos países, oportunizando o desenvolvimento econômico e social das nações.

Um dos indicadores para o progresso da ciência e tecnologia e suas perspectivas futuras é verificar quanto os países investem na área. São recursos financeiros para o pagamento de recursos humanos qualificados, construção e manutenção de infraestrutura, equipamentos de laboratórios e gastos operativos com insumos para a pesquisa, viagens técnicas e a publicação e comunicação (CONTINI; SÉCHET, 2005, p. 32).

Nesse sentido, os países desenvolvidos e os que aspiram ao desenvolvimento investem fortemente em Ciência e Tecnologia (C&T). De acordo com a *National Science Foundation* (2014), em 2011, os países que mais destinaram recursos financeiros para Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) foram, em primeiro lugar, os Estados Unidos com

investimento de 429 bilhões de dólares, em segundo lugar a China (208 bilhões) e, em terceiro, o Japão (147 bilhões). Juntos, os três países somam aproximadamente 50% do total de investimentos feitos em P&D no mundo inteiro (1.44 trilhões de dólares). O Brasil, em 2011, despendeu 68 milhões de reais em C&T (1,65% do PIB nacional), destes, 51,82% são oriundos do setor público e 48,18% do setor empresarial (BRASIL, 2014).

É sabido que os países que investem poucos recursos em C&T reduzem suas chances de competir com as nações líderes em pesquisa. Por esta razão, as nações que desejam situar-se entre os países desenvolvidos necessitam criar programas governamentais e atrair incentivos privados visando o avanço científico e tecnológico de seu país (GLANZEL; LETA; THIJIS, 2006).

Nos países desenvolvidos, o setor privado tem contribuído significativamente com recursos financeiros, enquanto que em países em desenvolvimento quem desempenha esse papel mais fortemente é o Estado. A intervenção do setor público no financiamento da ciência é fundamental nos países em desenvolvimento, podendo constituir "[...] uma mola propulsora para criar condições futuras para uma progressiva inserção do setor privado na geração e aplicação de novos conhecimentos científicos" (CONTINI; SÉCHET, 2005, p. 33).

A ciência brasileira é desenvolvida principalmente nos cursos de pós-graduação nas universidades públicas. A ciência recebe insumos provenientes, sobretudo, do setor público, especialmente do Governo Federal e das agências de fomento federais e estaduais. As principais agências de fomento brasileiras a nível federal são a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq e a Financiadora de Estudos e Projetos - FINEP (MUELLER, 2008).

A CAPES tem como objetivo fundamental expandir e consolidar a pós-graduação brasileira. Para alcançar este objetivo, ela concede bolsas de estudo como forma de "[...] estimular a formação de recursos humanos de alto nível, consolidando assim os padrões de excelência imprescindíveis ao desenvolvimento do nosso país" (CAPES, 2014a, online). No período entre 2004 e 2013, a CAPES concedeu 190.484 bolsas de doutorado e 272.070 bolsas de mestrado acadêmico. Entre 2011 e 2013, foram financiadas 6.803 bolsas de mestrado profissional (GEOCAPES, 2015).

O CNPq tem como atribuições fomentar a pesquisa científica e tecnológica e estimular à formação de pesquisadores brasileiros. Este órgão financia a C&T nacional por meio da concessão de bolsas de estudo no país e no exterior, pelo apoio financeiro a projetos de pesquisa, a editoração e a eventos, etc. (CNPq, 2015a). No ano de 2013, o CNPq financiou o pagamento de 88.148,4 bolsas de estudo no país (R\$ 1.261.414.501,00)¹, 7.962,6 bolsas no exterior (R\$ 401.129.415,00) e apoiou 9.276 projetos de pesquisa (R\$ 477.395.858,00) nas diversas áreas do conhecimento (CNPq, 2015b, online).

Já a FINEP tem como missão: "Promover o desenvolvimento econômico e social do Brasil por meio do fomento público à Ciência, Tecnologia e Inovação em empresas, universidades, institutos tecnológicos e outras instituições públicas ou privadas" (FINEP, 2014, online). Para isso, a FINEP fornece subsídios financeiros reembolsáveis e não reembolsáveis. Os programas de financiamento dividem-se em três linhas de ação, a saber: apoio a inovação em empresas, apoio às instituições científicas e tecnológicas e apoio à cooperação entre empresas e instituições científicas e tecnológicas. Em 2013, a FINEP subsidiou 478 projetos, a maioria para o Estado de São Paulo, Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul. Os estados da Região Norte foram os que tiveram o menor número de projetos financiados pela FINEP naquele ano (FINEP, 2014, online).

Como o progresso científico de uma nação é possível quando existem recursos para o desenvolvimento de suas atividades, tanto as instituições privadas quanto os órgãos ou agências de fomento públicos necessitam eleger áreas e instituições que receberão os insumos destinados ao desenvolvimento de pesquisas. Mueller (2008) aponta que as agências de fomento necessitam de sistemas de avaliação para verificar e conhecer o que é produzido no país, mas principalmente, identificar e instigar o desenvolvimento de projetos de pesquisa qualificados, com base nas metas e objetivos propostos pelo governo para a Ciência. Nessa mesma linha, Bórdons e Zulueta (1999) afirmam que a existência de sistemas de avaliação da atividade científica é extremamente necessária, pois permite a otimização dos recursos que se destinam a pesquisa.

¹ O número de bolsas refere-se à quantidade de parcelas pagas e não ao total de beneficiários de bolsas, pois conforme aponta o CNPq: “[...] número de bolsas-ano não é equivalente ao número de beneficiários, pois cada 12 mensalidades pagas, igual a 1 bolsa-ano, pode corresponder a 1 ou mais bolsistas”. (CNPq, 2015, online).

A avaliação da C&T é essencial para o desenvolvimento de políticas científicas nacionais, pois permite corrigir ações e alterar programas além de garantir o contínuo fornecimento de recursos para projetos que propiciam o desenvolvimento do país. De acordo com Vanz (2009, p. 17):

A avaliação da atividade científica representa um processo fundamental em países onde a Ciência é financiada majoritariamente por investimentos públicos. Por serem limitados, a disponibilização desses investimentos pressupõe a competição entre diferentes setores da sociedade que recebem financiamento governamental. Para garantir a participação da Ciência na consecução dos objetivos econômicos, sociais e políticos do país e o necessário investimento financeiro, torna-se fundamental a avaliação da atividade científica.

Spinak (1998) afirma que as atividades de pesquisa científica e tecnológica precisam ser avaliadas para verificar se houve o cumprimento dos objetivos propostos, identificar o valor dos resultados obtidos e os fatores que contribuíram ou impediram o seu êxito. Para o autor, as avaliações permitem estabelecer nos países um potencial científico e tecnológico, pois medem a efetividade das pesquisas no cumprimento das metas sociais e econômicas, permitem o desenvolvimento de infraestruturas adequadas e identificam os programas que podem gerar novas demandas.

No Brasil, a avaliação da pós-graduação é de responsabilidade da CAPES. São realizadas avaliações trienais para identificar o crescimento e a qualificação dos cursos de pós-graduação e da ciência nacional, tendo em vista que a CAPES objetiva o alcance de padrões de excelência acadêmica no Brasil. Com base nos dados coletados e nos relatórios de área, são formuladas políticas nacionais para a pós-graduação e tomadas decisões sobre o fomento à pesquisa (CAPES, 2014b, online).

A avaliação da ciência tem sido feita primordialmente por meio de indicadores quantitativos que averiguam a produtividade de pesquisadores, instituições, áreas e países e os seus respectivos impactos na comunidade científica. Os indicadores de output baseiam-se, sobretudo, na análise da produção científica, constituída por artigos de revistas científicas, anais de eventos, livros, etc. e indexados nas principais bases de dados internacionais.

Os indicadores bibliométricos servem de parâmetro no processo de avaliação das atividades científicas. Por meio deles é possível analisar diversos aspectos da

ciência, tais como: crescimento dos campos científicos; evolução cronológica da produção científica; produtividade dos autores e das instituições; impacto das publicações na comunidade científica; entre outros (SANCHO, 1990).

Apesar das constantes críticas e das limitações referentes à avaliação quantitativa da ciência, o uso de indicadores bibliométricos permite um conhecimento mais qualificado da pesquisa feita no país. Tem oportunizado também, comparar dados da ciência nacional com a internacional, identificando em quais aspectos a C&T brasileira necessita de um avanço maior e quais áreas são referência e representam o país no contexto internacional.

2.2 Produção científica e os indicadores de atividade: aspectos conceituais e situação brasileira

Pode-se dizer que a produção científica consiste no conjunto de resultados produzidos por pesquisadores, grupos de pesquisa, instituições ou países e que são publicados nos canais de comunicação científica. A produção científica "[...] propicia o avanço da ciência e tecnologia (C&T), ou seja, acrescenta algo de novo ao manancial de conhecimentos consolidados em determinada área ou especialidade" (TARGINO, 2010, p. 32). Da mesma forma, ela é o "[...] espelho da ciência e da comunidade de cientistas de um país e de uma disciplina, o que em última instância significa dizer que é elemento importante na mensuração do processo desenvolvimentista das nações" (TARGINO, 2010, p. 33).

A produção científica é analisada frequentemente por meio dos indicadores bibliométricos de atividade. Esses indicadores são considerados simples e fáceis de analisar quando comparados com outros indicadores. Baseiam-se principalmente na contagem do número de publicações de indivíduos, instituições, áreas ou países (SANCHO, 1990).

Os indicadores de atividade são importantes porque fornecem informações sobre o desenvolvimento da Ciência. É possível conhecer as características da pesquisa científica nacional, pois eles permitem, entre outros aspectos: mensurar a produtividade de autores, instituições e países; identificar os canais de comunicação e

idiomas preferidos pelos pesquisadores; conhecer as áreas e regiões mais produtivas, etc.

Uma das vantagens de se utilizar indicadores de atividade é a possibilidade de comparar indivíduos, instituições e países. É possível identificar as diferenças e caracterizar o comportamento de cada um dentro do sistema que fazem parte. Ter um marco referencial de comparação com o objeto de estudo possibilita uma análise mais qualificada e relevante da produção científica (MALTRÁS BARBA, 2003; BÓRDONS; ZULUETA, 1999).

Embora os indicadores de atividade sejam importantes para a avaliação científica, muitos autores apontam algumas limitações no seu uso. Para González de Dios, Moya e Mateos Hernandez (1997), os indicadores de atividade científica apresentam as seguintes restrições: não permitem verificar a qualidade das publicações; não consideram os canais informais de comunicação científica; não ponderam que as práticas de publicação variam com o tempo; trazem consigo pressões sociais e políticas que forçam a publicação como forma de melhorar o currículo, originando a fragmentação das pesquisas publicadas e a publicação de trabalhos muito similares em diferentes canais de comunicação.

Não obstante estas ponderações sejam válidas, seus efeitos podem ser minimizados pela análise de grandes quantidades de dados acerca de um fenômeno, o que diminui o efeito dos pontos de observação que se afastam do restante dos dados, como é a pretensão deste estudo ao analisar uma quantidade extensa de documentos.

No que diz respeito à produção científica brasileira, verifica-se que, no período de duas décadas, o Brasil ascendeu da 23ª posição para a 13ª no ranking mundial de produção científica (LETA; THUIS; GLANZEL, 2013). Esse ranking é liderado pelos Estados Unidos, maior produtor de informação em ciência do mundo, seguido pela China, Inglaterra, Alemanha e Japão (SCIMAGO, [2015]) (Tabela 1).

Entre os fatores que contribuíram para o aumento da produtividade brasileira e a conseqüente ascensão no ranking mundial estão: investimento do setor público na qualificação dos recursos humanos e na infraestrutura, especialmente das universidades públicas e institutos de pesquisa; e a recente inclusão de vários periódicos brasileiros nas bases de dados internacionais (LETA; THUIS; GLANZEL, 2013).

Tabela 1 – Ranking SCImago de países por quantidade de documentos publicados em 2013.

Ranking	País	Quantidade de Documentos	%
1	Estados Unidos	563.292	19,13
2	China	425.677	14,46
3	Reino Unido	162.574	5,52
4	Alemanha	148.278	5,04
5	Japão	121.668	4,13
6	França	108.092	3,67
7	Índia	106.029	3,60
8	Itália	92.906	3,16
9	Canadá	88.711	3,01
10	Espanha	79.383	2,70
11	Austrália	76.357	2,59
12	Coréia do Sul	71.072	2,41
13	Brasil	59.111	2,01
14	Holanda	50.939	1,73
15	Rússia	43.930	1,49
	Demais países*	746.521	25,35
	Total	2.944.540	100,00

* Totalizam 214 países.

Fonte: SCImago. Disponível em: <<http://www.scimagojr.com/index.php>>. Acesso em: 14 abr. 2015.

Além disso, o Brasil é o país líder em produção científica na América Latina (GLANZEL; LETA; THIJIS, 2006) e faz parte de um pequeno grupo de países que obtiveram aumentos consideráveis na sua produção científica nos últimos 30 anos (ALMEIDA; GUIMARÃES, 2013). No período entre 1991 e 2003, a taxa anual de crescimento da produção científica brasileira foi de aproximadamente 8%, enquanto que a sua participação na quota mundial de publicações obteve um aumento de aproximadamente 150% no mesmo período (GLANZEL; LETA; THIJIS, 2006) e de 136% entre 2002 e 2012 (HARZING; GIROUD, 2014).

Em relação às áreas do conhecimento mais produtivas, verifica-se que o perfil brasileiro tem se mantido, ao longo dos anos, no modelo denominado "Bio-environmental model", que é formado por áreas como a Biologia, Agricultura e Ciências da Terra e Espaciais, sendo que o Brasil apresenta uma ênfase maior na produção científica relacionada às áreas agrícolas e às ciências dos animais e das plantas (LETA; THIJIS; GLANZEL, 2013; FINK et al, 2014). Esse fato é confirmado pelo estudo de Harzing e Giroud (2014), no qual o Brasil se enquadrou no cluster formado

por países como Argentina, Austrália, Noruega, Nova Zelândia e África do Sul, que têm as Ciências Ambientais como área do conhecimento mais forte no país.

Nesse sentido, pode-se afirmar que o Brasil tem uma vantagem competitiva revelada (RCA) em disciplinas relacionadas às Ciências Ambientais, tendo em vista que quando um país publica mais artigos de uma determinada disciplina em comparação com outras áreas, pode-se dizer que o mesmo tem uma vantagem competitiva nesta disciplina. Os autores apontam ainda que, entre os fatores que levam o Brasil e a Argentina a ter vantagem competitiva nessa área, destacam-se a grande disponibilidade de recursos naturais e as indústrias especializadas, especialmente no setor agrícola (HARZING; GIROUD, 2014).

No período entre 2000 e 2009, o Brasil aumentou sua cota de contribuição na produção científica mundial em todas as áreas, com exceção das Ciências da Computação e da Física, conforme os dados do National Science Indicators da Thomson Reuters que foram analisados por Fink et, al (2014). As Ciências Agrárias brasileiras destacam-se como o campo que mais contribuiu com a ciência mundial (27,3%), enquanto que a Física colaborou com somente 3%. Áreas como Física, Ciências Espaciais, Matemática e Química perderam, no Brasil, sua força produtiva no período de tempo analisado, enquanto que áreas como Medicina Clínica, Psicologia, Imunologia e Biologia e Bioquímica elevaram sua produção e visibilidade (FINK et al., 2014).

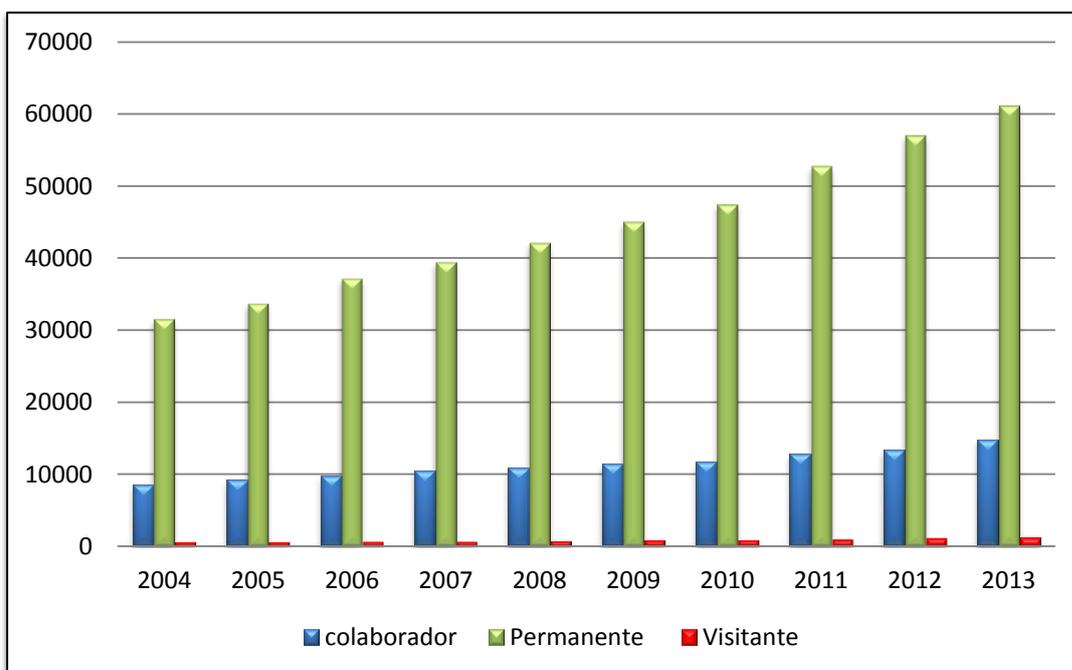
No que diz respeito à produtividade das instituições brasileiras, Leta, Glanzel e Thijs (2006) verificaram que, em oposição aos países desenvolvidos, o Brasil possui concentração maior de pesquisadores em setor público do que em privado (aproximadamente 70%). Em virtude desta realidade, as instituições públicas são as mais produtivas do país, principalmente as localizadas nas regiões Sudeste e Sul, na forma das universidades públicas, que contribuem com aproximadamente 80% da produção científica nacional (LETA; GLANZEL; THIJIS, 2006).

Diante desta realidade, verifica-se que a maior parte da produção científica brasileira é feita nas universidades, sob responsabilidade dos docentes e com a colaboração de alunos de iniciação científica e de pós-graduação, especialmente os que recebem bolsas de estudo. Em 2013, o número de docentes de cursos de pós-

graduação das universidades brasileiras² chegou a 77.067 professores, divididos entre as categorias definidas pela Capes como docentes colaboradores (19,15%), permanentes (79,30%) e visitantes (1,55%).

Entre 2004 e 2013, o número total de docentes brasileiros cresceu 89,24%, com uma taxa média de crescimento anual de 6,27% de docentes colaboradores, 7,61% docentes permanentes e 7,35% de visitantes (Figura 1). Ademais, em 2013, as Ciências da Saúde se destacaram como o campo do conhecimento com maior número de docentes (13.453) enquanto que as Humanidades (Linguística, Letras e Artes) apresentaram o menor número (4.396).

Figura 1 – Número de docentes vinculados a cursos de pós-graduação das universidades brasileiras no período entre 2004 e 2013.

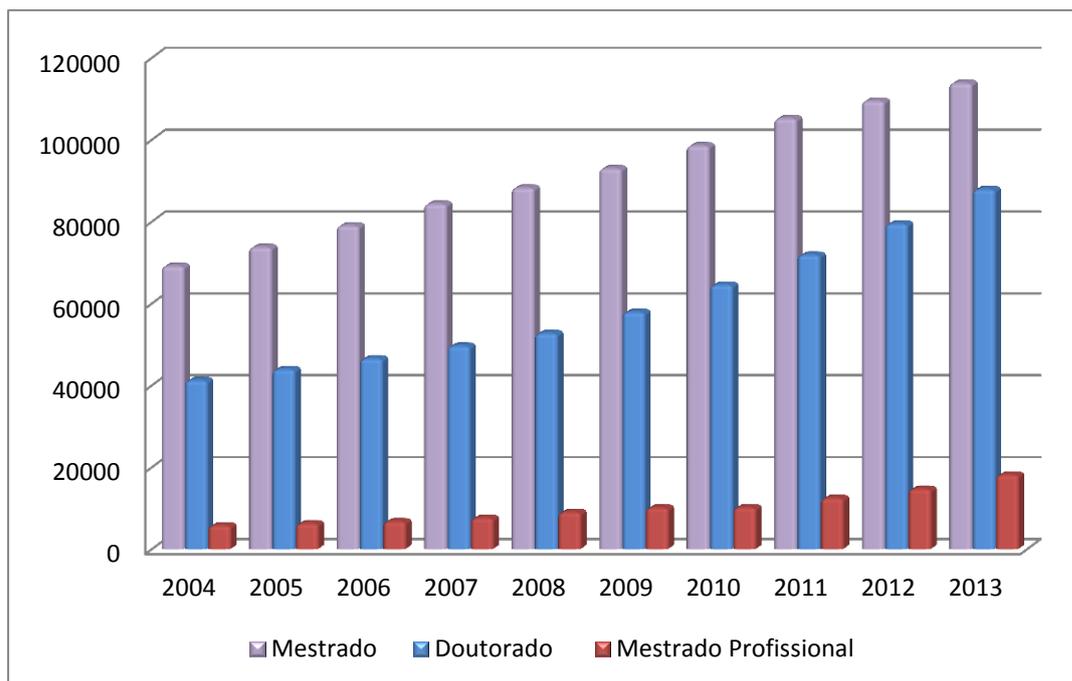


Fonte: Geocapes. Coleta realizada em 05 abr. 2015.

Em relação aos discentes da pós-graduação brasileira, tem-se um crescimento constante do número de alunos matriculados entre 2004 e 2013 (Figura 2). Neste período, titularam-se 488.623 discentes, sendo 70,9% em mestrado, 22,77% em doutorado e 6,32% em mestrado profissional.

² Universidades públicas federais, estaduais e municipais e universidades privadas.

Figura 2 – Quantidade de discentes matriculados em cursos de pós-graduação no Brasil no período entre 2004 e 2013.



Fonte: Geocapes. Coleta realizada no dia 05 abr. 2015.

Entre as universidades públicas brasileiras, a Universidade de São Paulo (USP) é a que publica mais intensamente, com 24% de todos os documentos indexados na WoS. No que se refere aos institutos de pesquisa brasileira destacam-se a Embrapa e a Fiocruz como as mais produtivas (LETA; GLANZEL; THUIS, 2006).

2.3 Análise de citações e os indicadores de impacto: aspectos conceituais e situação brasileira

A análise de citações é um método na Bibliometria e vem sendo empregado em diversas pesquisas ao longo dos anos. Esse tipo de estudo possibilita mapear temáticas, ideias, tendências, linhas de pesquisa e, também, identificar nações, instituições, grupos e indivíduos que impactam ou influenciam a comunidade científica. Ademais, a análise ou estudo de citações "[...] constituem um importante indicador da atividade científica, pois contribuem para entender a estrutura e o desenvolvimento da ciência e também identificam as regularidades básicas de seu funcionamento" (VANZ; CAREGNATO, 2003, p. 255).

A análise de citações tem como base as citações presentes no corpo dos trabalhos científicos e que são representadas pelas referências constantes no rodapé ou ao fim do documento. As citações compreendem menções a ideias, conceitos, métodos, etc. adicionadas ao texto científico com o objetivo de indicar os trabalhos que influenciaram no desenvolvimento da pesquisa atual. As referências, por outro lado, permitem o direcionamento dos leitores para as fontes das ideias contidas no trabalho, isto é, servem para mostrar estudos prévios que foram úteis para o autor no seu estudo (MACROBERTS; MACROBERTS, 1989; SANCHO, 1990). Apesar da diferença conceitual entre citação e referência, a maioria das pesquisas bibliométricas considera como sinônimos, inclusive o presente estudo.

Além disso, o ato de citar outro documento é elemento essencial na tradição científica; é parte inseparável da atividade e dos princípios da ciência que requerem que os cientistas destaquem os trabalhos que inspiraram sua pesquisa (MACROBERTS; MACROBERTS, 1989; SANCHO, 1990). Para Silveira e Bazi (2009) fazer uma citação:

[...] representa o movimento que um pesquisador realiza na construção do conhecimento, recorrendo a outros estudos para construir o seu. É uma prática que se refere à apropriação de conteúdos que se situam no arquivo científico. Esse movimento revela e ratifica os valores e as tradições que um campo científico construiu ao longo de sua constituição, confirmando sua relevância para o progresso da ciência (SILVEIRA; BAZI, 2009, online).

Desde o aparecimento das primeiras pesquisas com análise de citações, diversos cientistas buscam compreender os motivos que fazem com que um autor cite outro. Bavelas (1978), por exemplo, aponta dois aspectos sociopsicológicos da citação: aspectos sociopsicológicos de citar ou referenciar um trabalho e, o contexto histórico-social do uso de citações para avaliação individual e institucional.

O aspecto sociopsicológico evidencia que os documentos não são citados pela mesma razão. Existem diversos fatores, às vezes antagônicos, que levam um autor a mencionar o trabalho de outro, tais como: revelar o trabalho que influenciou significativamente o desenvolvimento da pesquisa (verdadeiro impacto acadêmico) e, fazer uma citação supérflua com o objetivo de alcançar um propósito não tão nobre,

como citar o trabalho de um editor para o qual se quer submeter o trabalho ou citar a publicação de um amigo.

Em relação ao contexto histórico-social, Bavelas (1978) alega que a contagem do número recebido de citações não pode ser considerada um indicador objetivo do impacto acadêmico, pois o ato de citar ou referenciar é um processo subjetivo e realizado por razões nem sempre relacionadas com o impacto. Para o autor, o uso das citações como indicador de avaliação acadêmica tem sido uma manifestação das diversas mudanças históricas e sociais que estão ocorrendo no meio científico.

Bornmann e Daniel (2008) assinalam duas teorias que procuram explicar o comportamento do pesquisador ao citar, a saber:

- a) *teoria normativa*: afirma que os cientistas dão crédito aos colegas quando o trabalho deles representou uma influência intelectual ou cognitiva importante para seu próprio trabalho. Esse crédito ou pagamento é feito por meio da citação. Essa teoria entende a análise bibliométrica como uma ferramenta para um exame apropriado dos resultados científicos;
- b) *visão construtivista social*: com uma percepção diferente, os pesquisadores que se enquadram nesta teoria duvidam e questionam a validade da análise de citações como forma de avaliação. Cientistas construtivistas alegam que os aspectos cognitivos de um artigo possuem pouca influência na forma como eles serão recebidos pelo público. Para esses cientistas, o conhecimento científico é construído socialmente, e muitas vezes por meio da manipulação de recursos políticos e financeiros.

As citações têm sido consideradas como um forte indicador do impacto que o conteúdo de uma pesquisa gerou na comunidade científica. Para Kostoff (2002) a análise de citações permite identificar as múltiplas dimensões e facetas das citações com o objetivo de compreender os diversos impactos dos documentos na comunidade científica. Bornmann e Daniel (2008) apontam que trabalhos com alta qualidade têm a propensão de obter mais respostas (citações) dos colegas pesquisadores do que um trabalho de baixa qualidade. Em uma perspectiva diferente, Bórdons e Zulueta (1999) afirmam que a quantidade recebida de citações é um indicador parcial da qualidade de

um trabalho. As citações recebidas apontam principalmente para a visibilidade, difusão ou impacto da pesquisa na comunidade científica.

Nesse sentido, os estudos que se utilizam dos indicadores de impacto buscam, de forma geral, identificar a quantidade de citações recebidas (indivíduo, grupo, área, país), os fatores que influenciaram o número recebido de citações e as características dos documentos citantes. Hoppen (2014) assinala que:

Indicadores de impacto visam aproximar os resultados de produção científica ao seu real rendimento para a ciência (medida através do real uso dos resultados pelos pares, visto que a produção não é o mesmo que contribuição). Baseiam-se principalmente nos estudos de citação, analisando a repercussão que um trabalho obtém perante seu público alvo (HOPPEN, 2014, p. 30).

Diversos autores questionam o uso de indicadores de impacto na avaliação científica. Entre as principais justificativas e críticas estão: trabalhos publicados por autores de países em desenvolvimento não obtêm visibilidade suficiente para serem citados pela comunidade científica internacional, seja pela publicação em revistas não indexadas em bases de dados internacionais, seja pela publicação em outro idioma que não o inglês; os autores muitas vezes se esquecem de citar os trabalhos que influenciaram sua pesquisa, não fornecendo o crédito (impacto) devido para o trabalho que foi importante.

Apesar dos questionamentos e dos problemas apontados com o uso das citações, verifica-se que estes indicadores são essenciais, pois propiciam o conhecimento da difusão das pesquisas nacionais, das áreas que têm sido destaque no contexto internacional e das áreas que necessitam de maior atenção nas políticas científicas. São importantes também para o planejamento de novas ações visando uma maior visibilidade e qualidade da produção científica nacional.

Diante disso, observa-se que os países que se destacam por serem os maiores receptores de citações na comunidade científica internacional são os Estados Unidos e a China. Ambos, além de liderarem no ranking de produção científica mundial, estão também nas primeiras posições no número recebido de citações em 2013 (Tabela 2). O Brasil ocupa a 17ª posição, com 1,19% do total de citações do mundo (SCIMAGO, [2015]).

Tabela 2 – Ranking SCImago de países por quantidade de citações recebidas em 2013.

Ranking	País	Quantidade de Documentos	Quantidade de Citações	% Citações
1	Estados Unidos	563.292	362.850	23,27
2	China	425.677	127.012	8,15
3	Reino Unido	162.574	113.200	7,26
4	Alemanha	148.278	103.654	6,65
5	França	108.092	68.294	4,38
6	Itália	92.906	62.598	4,01
7	Canadá	88.711	58.799	3,77
8	Japão	121.668	53.270	3,42
9	Austrália	76.357	50.134	3,22
10	Espanha	79.383	46.092	2,96
11	Holanda	50.939	43.347	2,78
12	Suíça	38.450	33.975	2,18
13	Índia	106.029	29.871	1,92
14	Coreia do Sul	71.072	28.307	1,82
15	Suécia	33.033	25.236	1,62
16	Bélgica	28.196	21.907	1,40
17	Brasil	59.111	18.570	1,19
18	Dinamarca	21.382	18.147	1,16
19	Taiwan	41.188	15.730	1,01
20	Áustria	20.765	14.828	0,95
	Demais países	607.437	263.463	16,90
Total		2.944.540	1.559.284	100,00

Fonte: SCImago. Disponível em: < <http://www.scimagojr.com/index.php>>. Acesso em: 14 abr. 2015.

Conforme esclarecem Glanzel, Leta e Thijs (2006), os cientistas brasileiros ainda preferem publicar em periódicos nacionais ou da América Latina. Esse fato origina a baixa visibilidade da produção científica nacional, visto que a maior parte dos periódicos brasileiros ou latinos não se encontra indexada nas bases de dados internacionais, que majoritariamente são utilizadas em estudos bibliométricos. Com a constante dificuldade de selecionar artigos em meio ao crescimento exponencial da produção científica mundial, a baixa visibilidade traz como consequência o baixo impacto da produção científica de um país, visto que artigos indexados e visíveis têm maiores oportunidades de serem lidos e citados.

O Brasil obteve um aumento na taxa relativa de citações nas áreas de Biologia, Agricultura e Medicina Clínica no período entre 2006 e 2011; porém, esse crescimento

não foi suficiente para alcançar o padrão mundial de citações para estas áreas. O Brasil apresenta uma produção científica com modesto impacto, que pode ser ocasionado pela baixa visibilidade de sua produção. (LETA; THIJIS; GLANZEL, 2013).

2.4 A Química

A Química tem sido uma ciência crucial para o progresso da sociedade à medida que está constantemente presente no cotidiano das pessoas facilitando suas atividades diárias, suas comunicações, trazendo comodidade e bem-estar. Entre as diversas aplicações da Química, pode-se destacar: o auxílio no desenvolvimento de produtos e tecnologias, a compreensão da natureza e seus fenômenos, a produção de vestimentas, energias e matérias-primas, etc. (ZUCCO, 2011). De acordo com Torresi, Pardini e Ferreira (2009), a Química é:

É uma ciência prática, que impacta extremamente a vida humana. Ela é a chave para o entendimento do nosso mundo e de seu funcionamento. De vasta aplicação, fornece materiais e métodos para outras ciências e tecnologias. Em realidade, a Química se encontra nas temáticas mais importantes para a sociedade, que vão desde a melhoria da qualidade da saúde, aumento da expectativa de vida, utilização racional e conservação dos recursos naturais, proteção do meio ambiente, toda a cadeia de produção e conservação dos alimentos (segurança alimentar), materiais do dia-a-dia, farmoquímicos, medicamentos, cosméticos, construções, qualidade da água, produtos de higiene, petroquímicos, combustíveis limpos, etc., ou seja, a Química está em tudo que utilizamos diariamente (TORRESI; PARDINI; FERREIRA, 2009).

A Química é concebida por muitos autores como uma ciência central, pois contribui significativamente para o desenvolvimento de muitos outros ramos do saber, tais como Agricultura, Biologia, Medicina, Farmácia, Geologia, Engenharia, Física, Ciência da Computação, etc., conforme explicita o Comunicado nº 002/2012 (CAPES, 2012a, p. 1) sobre a área da Química:

Ao buscar a compreensão da matéria em nível molecular, a química se torna a ciência central que impacta nas diversas áreas do conhecimento que tratam dos seres vivos, energia e o ambiente. Áreas como medicina, bioquímica, neurociência, farmacologia,

agronomia, ciências dos materiais, nanociência, ciência ambiental, entre outras, necessitam das teorias e metodologias da química na compreensão do impacto e a aplicação das diferentes estruturas químicas dentro do seu contexto.

Essa característica intrínseca da Química, que a transforma em ciência central, pode ser percebida pelo crescente número de publicações em colaboração com outras áreas do conhecimento ou pelo surgimento de novas temáticas a partir da interação entre a Química com outras disciplinas. Como exemplo, têm-se os casos de trabalho conjunto da Química com a Física e a Engenharia para formarem a Ciência dos Materiais; a Química auxiliando a Astrofísica para compreender a constituição do universo, assim como com a Geologia, na qual a Química ajuda a entender a composição da Terra; nos aspectos teóricos entre Química, Matemática e Ciência da Computação surgiu a Química Computacional, entre outros (MAIA, 2001).

A Química é uma área abrangente que apresenta diversas temáticas ou subáreas que a compõem. Como forma de ilustrar as diferentes disciplinas da área, o Quadro 1 exibe 20 temáticas da área, escolhidas e conceituadas com base nas categorias de periódicos da WoS.

Quadro 1 - Subáreas da Química e suas notas de escopo conforme a WoS.

Subáreas da Química	Notas de Escopo (WoS)
Química Analítica	Abrange publicações sobre as técnicas que produzem qualquer tipo de informação sobre sistemas químicos. Os tópicos incluem cromatografia, análise térmica, quimiometria, técnicas de separação, pirólise e química eletroanalítica e radioanalítica. Algumas pesquisas de espectroscopia podem ser incluídas nessa categoria quando há o foco em técnicas analíticas e aplicações em Química.
Química Aplicada	Abrange publicações que reportam a aplicação das ciências químicas básicas para outras ciências, engenharias e indústrias. Os tópicos incluem Engenharia Química (catálise, processamento de combustível, microencapsulação e polímeros funcionais), Química Medicinal (Farmacologia), corantes e pigmentos, tecnologia de revestimentos e cosméticos.
Química Inorgânica e Nuclear	Incluem pesquisas de ambas temáticas. Química Inorgânica cobre publicações referentes a elementos não carbono e a preparação, propriedades e reações de seus compostos. Também inclui recursos no estudo de determinados compostos de carbono simples, incluindo óxidos, dissulfeto de carbono, halogenetos, cianeto de hidrogênio, e os seus sais, tais como os cianetos, cianatos, carbonatos e hidrogenocarbonatos. Pesquisas sobre química de coordenação e compostos organometálicos (aqueles contendo uma ligação carbono-metal) são também abrangidos nesta categoria. Química Nuclear inclui publicações sobre o estudo do núcleo atômico, incluindo a fissão e reações de fusão e seus produtos. Esta categoria também abrange pesquisas de radioquímica com foco em tópicos como a preparação de compostos radioativos, a separação de isótopos por reações químicas, a utilização de marcadores radioativos nos estudos de mecanismos e experiências sobre as reações químicas e sobre os compostos de elementos transurânicos.
Química Medicinal	Inclui publicações enfatizando o isolamento e estudo de substâncias com potencial terapêutico. Tópicos de interesse são: relações quantitativas estrutura-função, caracterização estrutural e sínteses orgânicas de compostos naturais e químicos e técnicas de análise utilizadas no desenho racional de drogas.
Química Multidisciplinar	Inclui pesquisas que têm uma abordagem geral ou interdisciplinar das ciências químicas. As pesquisas com tópico especial que tenham relevância para muitas subáreas da Química também estão incluídos nesta categoria.

Subáreas da Química	Notas de Escopo (WoS)
Química Orgânica	Inclui publicações que se concentram em compostos orgânicos sintéticos e naturais e sua síntese, estrutura, propriedades e reatividade. Pesquisa sobre os hidrocarbonetos, maior área de Química Orgânica, está incluída nesta categoria.
Físico-Química	Inclui pesquisas em: Fotoquímica, Química do Estado Sólido, Cinética, Catálise, Química Quântica, Química de Superfícies, Eletroquímica, Termodinâmica Química, Termofísica, Coloides, Fullerenos e Zeólitos.
Engenharia Metalúrgica e Metalurgia	Inclui publicações que cobrem os numerosos processos químicos e físicos usados para isolar um elemento metálico de seu estado de origem natural, refiná-lo e convertê-lo em uma liga útil ou produto. Tópicos nesta categoria incluem prevenção de corrosão e controle, hidrometalurgia, pirometalurgia, eletrometalurgia, equilíbrio de fases, a siderurgia, a oxidação, revestimento e acabamento, metalurgia do pó e soldagem.
Espectroscopia	Abrange publicações concernentes a produção, medição e interpretação de espectros eletromagnéticos decorrentes de qualquer emissão ou absorção de energia radiante por várias fontes. Esta categoria inclui publicações que reportam sobre qualquer uma das várias técnicas de análise dos espectros de feixes de partículas ou para determinar espectro de massa.
Engenharia Química	Abrange publicações que discutem a conversão química das matérias-primas para uma variedade de produtos. Esta categoria inclui pesquisas que lidam com o projeto e operação de usinas eficientes e rentáveis e equipamentos para a produção de diversos produtos finais.
Termodinâmica	Inclui publicações que se concentram em áreas da física, examinando as transformações da matéria e energia em processos físicos e químicos, em especial os processos que envolvem a transferência de calor e mudanças de temperatura. Tópicos relevantes nesta categoria incluem sistemas de refrigeração e aquecimento, criogenia, refrigeração, combustão, conversão de energia e tensões térmicas.
Eletroquímica	Abrange pesquisas que lidam com as mudanças químicas produzidas pela eletricidade e geração de eletricidade através de reações químicas. As aplicações incluem pilhas secas, placa de chumbo, de acumuladores, galvanoplastia, eletrodeposição (eletrolise), purificação de cobre, a produção de alumínio, células de combustível e corrosão de metais.
Ciência dos Polímeros	Inclui todas as publicações que lidam com o estudo, produção e tecnologia de polímeros naturais ou sintéticos. Pesquisas sobre materiais poliméricos são também abrangidos nesta categoria.
Ciência dos Materiais Papel e Madeira	Inclui publicações que cobrem todos os aspectos da madeira e/ou produção de papel. Os tópicos incluem a química e tecnologia de celulose, ciência da celulose e papel, técnicas de fabricação de papel e ciência e tecnologia da madeira e fibra.

Subáreas da Química	Notas de Escopo (WoS)
Ciência dos Materiais Cerâmicos	Abrange publicações que lidam com materiais inorgânicos com pontos de fusão a altas temperaturas, incluindo silicatos e aluminossilicatos, óxidos metálicos refratários e nitretos de metais, e boretos. Esta categoria também inclui pesquisas que discutem produtos como faiança, porcelana, tijolo, vidro e esmaltes vítreos.
Ciência dos Materiais Multidisciplinar	Aborda publicações que tem uma abordagem geral ou multidisciplinar para o estudo da natureza, comportamento e utilização de materiais. Tópicos relevantes incluem cerâmicos, compostos, ligas, metais e metalurgia, nanotecnologia, materiais nucleares e de adesão e adesivos.
Ciência dos Materiais Caracterização e Teste	Abrange publicações que tratam sobre as técnicas utilizadas para avaliar e testar materiais. Essas técnicas incluem ensaios não destrutivos, análise por difração, microscopia eletrônica, espectroscopia de elétrons, análise por feixe de íons, testes mecânicos, caracterização óptica e microscopia de tunelamento.
Ciência dos Materiais Revestimento e Películas	Aborda pesquisas que se concentram em revestimentos e películas aplicadas a um material de base(substrato). Metais, ligas, soluções de resina e suspensões sólido/líquido são os revestimentos mais comumente utilizados na indústria. Métodos de aplicação incluem eletrólise, deposição de vapor, vácuo ou meios mecânicos, tais como: pulverização, calandragem, revestimento de rolo, extrusão ou termoendurecível.
Ciência dos Materiais Compostos	Abrange publicações que se concentram em misturas ou combinações mecânicas de dois ou mais materiais que são sólidos no estado final, são mutuamente insolúveis, e diferem na sua natureza química. Os principais tipos de compostos são: 1) papel laminado, tecido, madeira e material termoendurecível; 2) plástico reforçado; 3) cermets (cerâmica e metal em pó); 4) tecidos de fibras naturais e sintéticas; e 5) filled compósitos, em que um material de ligação é carregado com material de enchimento sob a forma de flocos ou de pequenas partículas.
Ciência dos Materiais Têxteis	Abrange publicações que abordam a fabricação de roupas e móveis com materiais feitos de fibras naturais(por exemplo, couro, algodão, lã, madeira) e/ou fibras sintéticas (por exemplo, poliéster, vinil, nylon). Pesquisas que cobrem tinturas e corantes e a fibra química também estão incluídas nesta categoria.

Fonte: As notas de escopo das categorias da WoS estão disponíveis em: <http://ip-science.thomsonreuters.com/mjl/scope/scope_scie/#AA>.

Diante da importância da Química para a sociedade e para o próprio meio científico, nas próximas subseções são descritas as características e o cenário da área no Brasil, incluindo seu histórico e a situação atual da pós-graduação.

2.4.1 *Química no Brasil*

A história da Química no Brasil iniciou-se na cultura dos povos originais, isto é, quando os índios praticavam empiricamente alguns processos químicos, tais como: extração de tintas e corantes dos vegetais, preparação de medicamentos (Química dos Produtos Naturais), produção de bebidas fermentadas, desidratação, defumação e reidratação de alimentos para sua conservação (Química e Tecnologia de Alimentos), entre outros (SILVA; NEVES; FARIAS, 2011; ALMEIDA; PINTO, 2011).

Em relação ao ensino e à pesquisa científica, a Química se instalou no Brasil a partir da chegada da Família Real Portuguesa em 1808. Até este momento, o Brasil não possuía infraestrutura necessária para o desenvolvimento da área. Com a decisão do príncipe regente de transformar o Brasil na capital do império português, diversas instituições foram criadas para propiciar o crescimento cultural e econômico da colônia (RHEINBOLDT, [1940?]; SILVA; NEVES; FARIAS, 2011).

A primeira instituição que ministrou disciplinas de Química foi a Academia Real Militar, fundada em 1810 com o objetivo de formar oficiais de artilharia, engenheiros, geógrafos e topógrafos que necessitavam adquirir conhecimentos sobre minas para auxiliar na construção de pontes, estradas, canais, calçadas, etc. (RHEINBOLDT, [1940?]).

A criação do Laboratório Químico-Prático no Rio de Janeiro (1812-1819) é considerada um dos marcos da Química no Brasil do século XIX. Este laboratório estava sob responsabilidade do Ministério e Secretaria de Estado e Negócios da Marinha e Domínios Ultramarinos. Foi o primeiro laboratório de Química que não estava vinculado ao ensino. Sua finalidade era analisar materiais ou produtos naturais encontrados nas colônias portuguesas e que pudessem ser úteis para o comércio com a China. Entre os produtos analisados estavam o pau-brasil, a papoula e a cana de açúcar (SILVA; NEVES; FARIAS, 2011; SANTOS, 2004).

O Laboratório Químico do Museu Nacional (1818-1931) foi muito importante para o crescimento da Química brasileira. Neste laboratório realizaram-se diversas análises de produtos e combustíveis naturais; foram feitas as primeiras perícias toxicológicas e escritos os primeiros tratados e compêndios de Química por brasileiros, tais como a "Nova Nomenclatura Chimica Portuguesa, Latina e Franceza" de autoria de

João da Silveira Caldeira em 1825 e, "Lições de Química e Mineralogia" escrita por Frei Custódio Alves Serrão em 1833. Em 1874, o farmacêutico Theodoro Peckolt foi encarregado de realizar pesquisas relacionadas a qualquer substância orgânica desconhecida e a analisar os minerais de classificação duvidosa. Essas pesquisas resultaram em grandiosas descobertas fitoquímicas da flora brasileira publicadas em duas obras: "História das plantas alimentares e de gozo do Brasil" e "História das plantas medicinaes e uteis do Brasil" (RHEINBOLDT, [1940?]; SILVA, NEVES; FARIAS, 2011).

A partir do século XX, a Química passou a ser lecionada em instituições e universidades brasileiras. De acordo com Almeida e Pinto (2011), os cursos de Química iniciaram-se por volta de 1910, sendo o primeiro curso (nível técnico em Química Industrial) ensinado no Makenzie College em São Paulo, transformado alguns anos depois em curso de nível superior. Neste período criou-se também a Escola Superior de Química da Escola Oswaldo Cruz no Rio de Janeiro.

Em 1918, foi inaugurado o Instituto de Química do Rio de Janeiro, cuja finalidade era formar mão de obra para a emergente indústria Química nacional. Na mesma época, criou-se o curso de químicos na Escola Politécnica de São Paulo. Na década de 30, instituíram-se outros cursos de Química pelo Brasil, tais como o Curso de Química na Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP e a Escola Nacional de Química no Rio de Janeiro (SILVA; NEVES; FARIAS, 2011).

De forma geral, uma das características marcantes da Química brasileira do século XX é o fato de:

[...] a pesquisa, quer básica, quer aplicada ser efetuada quase que exclusivamente nas Universidades e Centros de Pesquisa públicos. As Universidades Privadas, bem como as indústrias, de um modo geral contribuíram muito pouco para a realização de investigações científicas na área de química. Tal fato contrasta fortemente com a realidade vivenciada em outros países, notadamente nos Estados Unidos e países da Europa (SILVA; NEVES; FARIAS, 2011).

A primeira sociedade brasileira de Química foi fundada em 1922 com a denominação de Sociedade Brasileira de Química. Ela surgiu a partir da decisão dos participantes do primeiro Congresso Brasileiro de Química realizado no mesmo ano.

Em 1933, essa sociedade alterou seu nome para Sociedade Brasileira de Química e, em 1951, suas atividades foram encerradas (FILGUEIRAS, 1996).

Durante o período em que a primeira sociedade se manteve ativa, várias atividades foram realizadas, tais como: a promoção de congressos e eventos nacionais e internacionais, a criação de uma biblioteca que permutava materiais com diversas instituições, a divulgação e transmissão de palestras via rádio, publicação da Revista Brasileira de Química, entre outros (FILGUEIRAS, 1996). A publicação do primeiro volume da Revista Brasileira de Química aconteceu em 1929, tendo seu nome sido alterado a partir do segundo volume para Revista da Sociedade Brasileira de Química e depois para Revista da Sociedade Brasileira de Química (FILGUEIRAS, 1996).

O objetivo inicial da revista era divulgar trabalhos importantes realizados no país e no exterior, pareceres, análises químicas e notícias sobre as atividades da sociedade e sobre outras publicações internacionais de interesse para o país. A revista apresentava seções de propagandas pagas por diversas empresas, especialmente as empresas alemãs. Diversos prêmios financiados por essas empresas foram entregues para pesquisadores que publicaram artigos importantes para o desenvolvimento da área. A revista parou de ser publicada em 1951 (FILGUEIRAS, 1996).

Em 1939, surgiu a Associação Química do Brasil (AQB) no Rio de Janeiro, com o objetivo de reunir somente químicos, considerando-se que a sociedade reunia qualquer profissional interessado em Química. Durante o período entre 1941 e 1950, a AQB organizou sete congressos nacionais de Química e passou a publicar os Anais da Associação Química do Brasil. Após reuniões entre a AQB e a Sociedade Brasileira de Química, em 1951, as duas instituições uniram-se e formaram a Associação Brasileira de Química (ABQ), que, em 1953, foi declarada de utilidade pública federal por meio do decreto 33.254. Atualmente, a ABQ edita dois periódicos - Revista de Química Industrial e os Anais da ABQ - e mantém laços com outras instituições de Química internacionais e nacionais (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE QUÍMICA, 2014).

A atual Sociedade Brasileira de Química (SBQ) foi fundada no ano de 1977, durante a Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC) realizada na Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (ALMEIDA; PINTO, 2011). A SBQ tem como objetivo primordial:

[...] o desenvolvimento e consolidação da comunidade química brasileira, a divulgação da Química e de suas importantes relações, aplicações e consequências para o desenvolvimento do país e para a melhoria da qualidade de vida dos cidadãos (SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, [20--], online³).

Para concretizar seu objetivo, a SBQ organiza a tradicional Reunião Anual da SBQ, que se encontra em sua 39ª edição. Essa sociedade também publica quatro revistas importantes de Química: Química Nova, Journal of the Brazilian Chemical Society, Química Nova na Escola e Revista Virtual de Química.

A revista Química Nova começou a ser publicada em 1978 e é uma das principais revistas da área no Brasil. Publica artigos originais de pesquisa, revisões, temas de educação em Química, história da área, novas metodologias, etc. A partir de 1995, passou a ser indexada na WoS (TORRESI et al., 2007) e também no Journal Citation Reports (JCR), obtendo um Fator de Impacto de 0.661 referente ao ano de 2014, situa-se, atualmente, no quarto quartil em sua área de classificação (Química Multidisciplinar).

O Journal of the Brazilian Chemical Society foi lançado em 1990 e é uma revista científica nacional que publica artigos somente no idioma inglês. Tem como escopo publicar artigos sobre variados temas de Química, com exceção de assuntos sobre Educação, Filosofia ou História da Química. Começou a ser indexado na WoS em 1995 (TORRESI et al., 2007) e, atualmente, seu Fator de Impacto é de 1.129, localizando-se no terceiro quartil de sua categoria de assunto (Química Multidisciplinar).

A revista Química Nova na Escola iniciou sua publicação a partir de 1995, tem foco em artigos sobre ensino e aprendizagem de Química. Está indexada no Chemical Abstracts e não possui Fator de Impacto, tendo em vista que ainda não está entre as revistas brasileiras indexadas na WoS e no JCR (QUÍMICA NOVA NA ESCOLA, 1995-).

A Revista Virtual de Química teve seu primeiro número publicado em 2009 e pretende ser uma fonte de consulta na área de Química para todos os alunos e professores de graduação e de pós-graduação. Está indexada na Scopus e no Chemical Abstracts.

³ Disponível em: <<http://www.s bq.org.br/>>.

Em 2008, foi estabelecida a Associação Química do Brasil, que não possui vínculo histórico com nenhuma outra associação de Química brasileira. É uma instituição recente que promove a cada dois anos o Congresso Químico do Brasil e que publica, em conjunto com a Associação Norte-Nordeste de Química (ANNQ), os periódicos: Química no Brasil e Revista Química dos Materiais, ambas não indexadas ainda em bases de dados (ASSOCIAÇÃO QUÍMICA DO BRASIL, [2009]; SILVA; NEVES; FARIAS, 2011).

Atualmente, o Brasil ocupa a 16ª posição no ranking mundial de publicação científica na área de Química, com 4.018 documentos publicados em 2013. Neste ano, o maior produtor de pesquisas científicas neste campo científico foi a China, com 51.684 documentos publicados, seguido pelos Estados Unidos (34.147) e pela Índia (14.831). No que diz respeito ao impacto mundial das pesquisas desenvolvidas nesta área em 2013, tem-se que os Estados Unidos lideram com 34.300 citações recebidas, a China segue com 32.668 citações e a Alemanha obteve 13.144 citações. O Brasil está em 21º lugar, tendo obtido 1.768 citações no referido ano (SCImago, [2015]).

A Química é uma área que tem aplicabilidade em diversos setores da indústria nacional. Em 2013, o Brasil situou-se na sexta posição no ranking mundial de faturamento das indústrias químicas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INDÚSTRIA QUÍMICA, 2015). Além disso, a área contribui significativamente com 3,1% do PIB nacional (BASTOS; COSTA, 2010). No entanto, apesar destes dados, a Química brasileira segue o padrão nacional de desenvolvimento das pesquisas nas universidades, muito embora o setor privado pudesse desenvolver pesquisas de alta qualidade.

2.4.2 A Pós-Graduação brasileira em Química

O surgimento da pós-graduação brasileira em Química começou praticamente nas últimas quatro décadas do século XX. Somente na década de 60 a criação dos cursos de pós-graduação foi oficializada, a partir da reforma universitária em 1968. Os primeiros cinco cursos de Química foram lecionados na Universidade do Rio de Janeiro (UFRJ), na Universidade Federal da Bahia (UFBA) e na Universidade de Minas Gerais

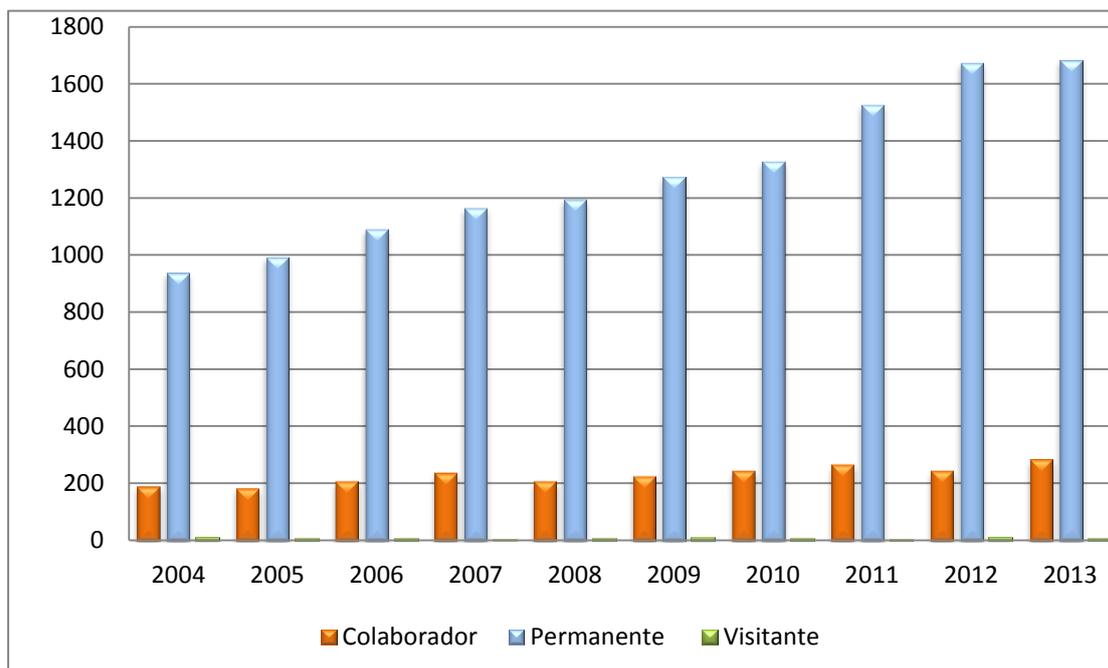
(UFMG) e, após alguns anos, verificou-se um aumento considerável no número de cursos de pós-graduação oferecidos (SILVA; NEVES; FARIAS, 2011).

Como a pesquisa científica é predominantemente realizada em universidades, torna-se importante conhecer a situação atual dos programas e cursos de pós-graduação, bem como identificar os grupos de pesquisa, já que são eles os principais responsáveis pelo progresso científico brasileiro.

De acordo com o Comunicado nº 002/2012 (CAPES, 2012a), as disciplinas ministradas na pós-graduação em Química estão tornando-se cada vez mais interdisciplinares. Este comunicado mostra que, a despeito dos departamentos de Química das universidades brasileiras ainda estarem divididos, em sua maioria, nas quatro subáreas clássicas da Química (Físico-Química, Química Orgânica, Química Inorgânica e Química Analítica), verifica-se o crescimento constante de disciplinas de caráter interdisciplinar. A maioria dos cursos de pós-graduação conta com a participação de docentes formados em diferentes áreas, tais como Farmácia, Engenharia, Biologia, Educação, Física, etc., assim como muitos professores da Química são docentes e orientadores em outras áreas.

Nesse sentido, verifica-se que o número de docentes vinculados a cursos de pós-graduação em Química nas universidades brasileiras cresceu gradualmente entre 2004 e 2013 (Figura 3). A maior taxa média de crescimento anual é de docentes permanentes (6,69%) e docentes colaboradores (4,58%). Os docentes visitantes tiveram oscilações e, por isso, sua taxa de crescimento médio anual decresceu em 7,41%.

Figura 3 - Quantidade de docentes vinculados a cursos de pós-graduação na área de Química no Brasil entre 2004 e 2013.



Fonte: Geocapes. Coleta realizada em 05 abr. 2015.

Santos, Cândido e Kuppens (2010) analisaram as bolsas de produtividade em pesquisa (PQ) na área de Química fornecidas pelo CNPq para pesquisadores com titulação mínima de doutorado e que detêm considerável produtividade científica. Os autores verificaram que, no ano de 2009, o número de bolsas PQ em Química totalizavam 604. A maioria destas bolsas está distribuída na Região Sudeste (63,7%) e a minoria na Região Norte (0,66%); a Região Sul contém 17,9% de bolsas, a Região Nordeste tem 14,24% e a Região Centro-Oeste obteve 3,5% do total. As instituições que detêm a maior quantidade de bolsas pertencem a São Paulo (USP, UNICAMP) e as áreas da Química com maior número de bolsistas são a Físico-Química e a Química Orgânica, enquanto que a Química Inorgânica apresenta o menor número de bolsas.

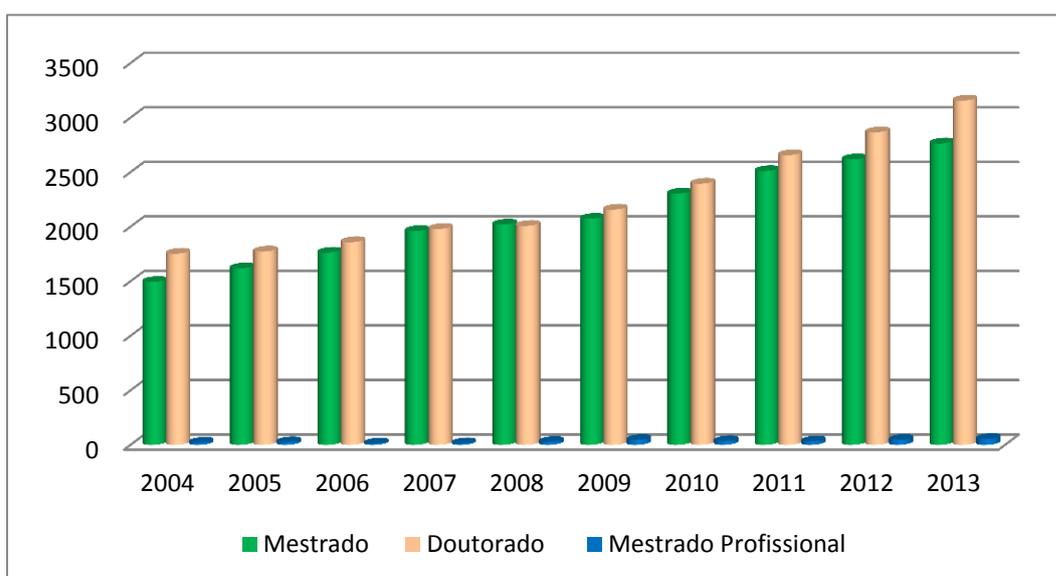
O aumento no número de docentes nas universidades brasileiras e a disponibilização de bolsas de pesquisa auxiliam no crescimento contínuo das pesquisas científicas em Química, ocasionando, conseqüentemente, aumento na qualidade da pesquisa desenvolvida e na produção de publicações científicas nacionais.

Em relação aos discentes da pós-graduação brasileira em Química, tem-se que, no período entre 2004 e 2013, houve um aumento na quantidade de alunos matriculados a cada ano, com uma taxa média de crescimento anual de 7,07% para

mestrandos, 8,22% para doutorandos e 11,06% para alunos de mestrado profissional (Figura 4). O aumento no número de discentes é importante, pois proporciona que o mercado de trabalho adquira mão de obra qualificada para a realização de novas pesquisas e para obtenção de novos produtos. Além disso, conforme é explicitado no relatório de área de Química (CAPES, 2013), 62% das publicações científicas de docentes desta área apresentam pelo menos um discente como colaborador da pesquisa.

Entre 2004 e 2013, titularam-se 7.802 mestrandos, 4.081 doutorandos e 49 discentes de mestrado profissional. De acordo com CAPES (2013), a maior parte dos alunos de doutorado e mestrado titulados na área de Química segue a carreira acadêmica, porém uma proporção entre 20 a 25% é incorporada pelos setores não acadêmicos públicos e privados.

Figura 4 - Quantidade de discentes matriculados em cursos de pós-graduação em Química no período entre 2004 e 2013.



Fonte: Geocapes. Coleta realizada em 05 abr. 2015.

Atualmente, 64 programas e cursos de pós-graduação em Química são recomendados pela CAPES (CAPES, 2015). Destes, a maioria (63%) corresponde a programas que lecionam em conjunto mestrado e doutorado. Alguns programas oferecem somente mestrado (31%), doutorado (3%) e outros, unicamente mestrado profissional (3%).

Estes programas estão distribuídos em 104 cursos nas modalidades de mestrado acadêmico (58%), doutorado (40%) e mestrado profissional (2%) (CAPES, 2015). No que diz respeito à região onde esses cursos estão localizados, verifica-se que ainda há uma disparidade em sua distribuição, havendo predominância de programas na Região Sudeste, especialmente no Estado de São Paulo (CAPES, 2015). Embora as Regiões Sul e Nordeste apresentem o segundo e terceiro lugar na distribuição dos cursos, percebe-se que quando se soma a quantidade de cursos oferecidos pelas duas regiões, o número é inferior à quantidade oferecida pela Região Sudeste. Isso demonstra que há desigualdade mesmo entre as regiões que mais oferecem cursos de pós-graduação em Química.

Tabela 3 - Quantidade de cursos de pós-graduação em Química por Região do país.

Regiões do Brasil	Centro-oeste	Norte	Nordeste	Sul	Sudeste	Total
Cursos de Pós-Graduação em Química	8	3	13	13	27	64

Fonte: CAPES, com atualização datada de 20 mar. 2015. Coleta realizada em 25 abr. 2015.

A CAPES realiza avaliação trienal dos cursos de pós-graduação das diversas áreas do conhecimento com o objetivo de “[...] assegurar e manter a qualidade dos cursos de mestrado e doutorado no país” (CAPES, 2014b, online). A avaliação é feita com base nos dados coletados junto aos cursos de pós-graduação no país. A avaliação consiste em conceder notas (1 a 7) a cada programa, de acordo com os critérios estabelecidos por cada área do conhecimento. Os programas que obtiveram nota igual ou superior a três são considerados como recomendados pela CAPES (estão autorizados a expedir diplomas de mestrado e doutorado), e os demais cursos (nota inferior a três) são descredenciados.

No tocante à avaliação trienal realizada em 2013, nove cursos de pós-graduação em Química receberam o conceito de excelência, ou seja, nota sete, e, quatro receberam nota seis. Os cursos que receberam nota máxima pertencem a instituições localizadas nas Regiões Sudeste e Sul. Somente uma universidade da Região Nordeste recebeu nota seis, enquanto as demais universidades que obtiveram essa nota estão localizadas nas Regiões Sul e Sudeste. A Região Centro-oeste obteve

uma nota máxima cinco, enquanto a melhor nota das universidades da Região Norte foi quatro (CAPES, 2015).

Outra maneira de se compreender o desenvolvimento das pesquisas em uma determinada área é por meio da identificação dos grupos de pesquisa. Atualmente, a melhor fonte de grupos de pesquisa no Brasil é o Diretório de Grupos de Pesquisa no Brasil⁴.

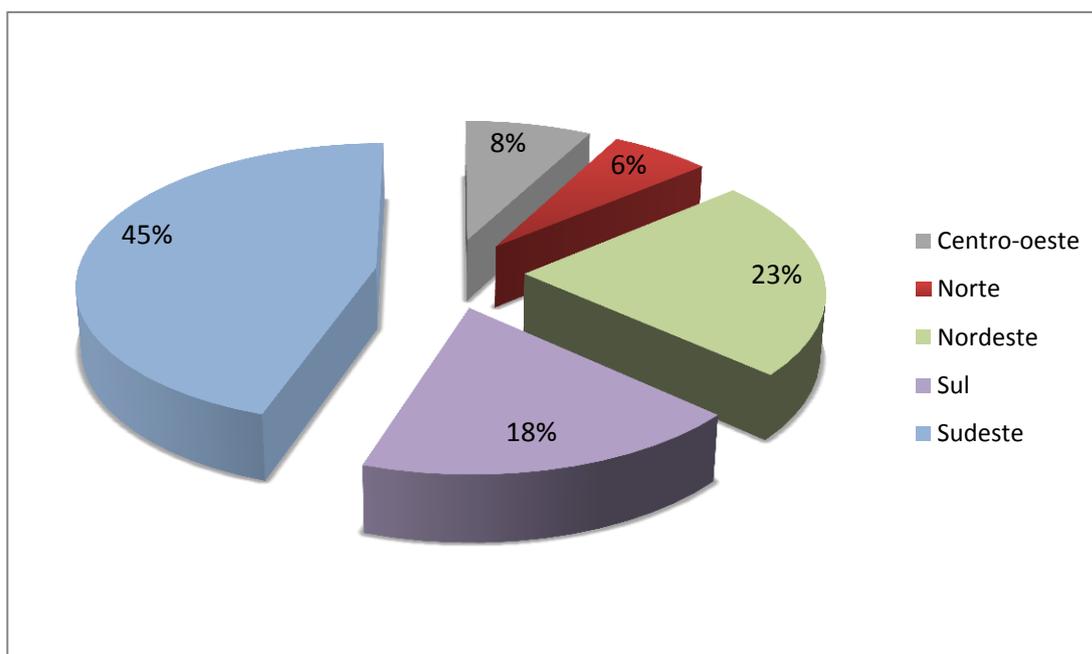
Quando se procura os grupos de pesquisa brasileiros que apresentam como temática algum aspecto relacionado à Química, obtêm-se como resultado 3.312 grupos atualizados. Estes grupos são das mais variadas áreas e subáreas, tais como Educação Física, Microbiologia, Saúde Coletiva, Medicina, Engenharia, Ciência e Tecnologia de Alimentos, Agronomia, Zootecnia, Geociências, Farmacologia, Engenharia Sanitária, Nutrição, Medicina Veterinária, Física, Oceanografia, entre outras. A variedade de disciplinas pode estar relacionada ao fato da Química ser considerada uma ciência central, utilizada como base para o desenvolvimento de pesquisas em diversos campos do conhecimento (CNPq, 2015).

Ao se limitar a busca a grupos de pesquisa⁵ pertencentes a grande área de Ciências Exatas e da Terra e a área de Química tem-se um total de 927 grupos certificados (CNPq, 2015). Destes, a maioria pertence à Região Sudeste e poucos pertencem à Região Norte e Centro Oeste, conforme mostra a Figura 5.

⁴ Disponível em: <<http://lattes.cnpq.br/web/dgp>>.

⁵ A busca foi realizada por meio da palavra-chave "Química", delimitada a nome de grupos, nome da linha de pesquisa e palavras-chave da linha de pesquisa. Utilizou-se do filtro de grandes áreas (Ciências Exatas e da Terra) e por área (Química) e, depois, por região do país. Foram considerados somente grupos certificados e atualizados.

Figura 5 - Percentual de grupos de pesquisa em Química por região do país (n=927).



Fonte: Diretório de Grupos de Pesquisa no Brasil. Coleta realizada em 25 abril de 2015.

Os resultados obtidos sobre os grupos de pesquisa podem estar relacionados com a localização dos cursos de pós-graduação em Química, já que a maioria das pesquisas é realizada no âmbito da pós-graduação e esses cursos pertencem predominantemente a Região Sudeste.

2.4.3 A produção científica em Química e seu impacto: estudos nacionais e estrangeiros

A produção científica em Química e das suas subáreas já foi objeto de estudo de publicações nacionais e internacionais. Algumas pesquisas analisaram a produção científica e o impacto de países específicos ou grupos de países, enquanto outras estudaram a Química em nível institucional. Como esta pesquisa caracteriza-se por descrever a produção científica e o impacto da Química de um país, esta seção apresentará resumidamente uma pequena seleção de trabalhos atuais sobre o assunto no âmbito internacional e, de forma um pouco mais extensa, as publicações no âmbito nacional.

Nessa perspectiva, tem-se que Salini et al. (2014) realizaram um estudo sobre a Química Orgânica da Índia, por meio de dados coletados na WoS, no intervalo de tempo entre 2004 e 2013. A pesquisa na WoS trouxe como resposta 10.267 documentos publicados por indianos nesta temática. Os autores verificaram que a Índia contribui com aproximadamente 5,98% das publicações mundiais sobre o assunto e que houve um aumento na quantidade de publicações de 4,97% em 2004 para 6,79% em 2011. Este país está localizado na sexta posição no ranking de produção científica mundial em Química Orgânica; Ranking que é liderado pelos Estados Unidos (31.832 documentos) e pela China (30.795). Os documentos foram publicados em 40 diferentes revistas científicas, 15% delas de origem nacional (Índia), 27% inglesas e 26% norte-americanas. As publicações indianas foram citadas principalmente pela China (23,42%), Estados Unidos (9,37%), Irã (4,65%), Alemanha (4,62%) e Japão (4,5%).

Kumari (2009) estudou a produção científica e o impacto da Química Orgânica Sintética, no período entre 1998-2004, com base nos dados de seis periódicos⁶ especializados nesta área e nas citações coletadas na base de dados Scopus. De acordo com o autor, 77 países contribuíram com 39.670 documentos e estes receberam 408.026 citações. Em números absolutos, a maioria das publicações e das citações (+ 50%) pertence a alguns países do G7⁷. No entanto, quando se refere à participação mundial (relativa) desses países, verifica-se que têm decrescido sua contribuição, enquanto que países asiáticos⁸ têm contribuído mais significativamente, especialmente a China e a Índia. Ao analisar a qualidade dos documentos publicados, por meio dos indicadores Absolute Citation Impact (ACI) e Relative Citation Impact (RCI), o autor verificou que a Holanda contribuiu com somente 1,12% da produção mundial, porém obteve 14,85% das citações mundiais, ou seja, este país tem publicado poucas pesquisas nesta especialidade, mas com alto reconhecimento.

Magnone (2014), ao pesquisar sobre a produção científica em Química na Coreia do Sul, constatou que este país é o 15º em produtividade nesta área e representa 1,8% da produção mundial da área entre 1993 e 2012. A área obteve um

⁶ Tetrahedron, Tetrahedron Letters, Tetrahedron Asymmetry, Synthesis, Chemical Communications, Organic Processes & Procedures International.

⁷ Países do G7 que mais publicaram a citaram a temática Química Orgânica Sintética: Estados Unidos, Japão, Reino Unido e França.

⁸ Com exceção do Japão, que obteve um decréscimo de 60% para 40% na sua contribuição mundial e, de 63% para 36% nas citações.

crescimento de 5% ao ano, embora, em 2008, tenha ocorrido um crescimento maior devido à mudança ocorrida nas categorias de periódicos da WoS. Além disso, aproximadamente 99% dos documentos foram publicados em inglês e somente 0,442% em coreano. Os artigos científicos são os principais tipos de documentos publicados (79,26%), seguido pelos de revisão (6,62%) e trabalhos de evento (5,94%). Finalmente, a Química Multidisciplinar, Engenharia Química e Físico-Química são as três subáreas mais produtivas da Química na Coreia do Sul.

Em âmbito nacional, diversas pesquisas já foram realizadas sobre a Química brasileira, muitas delas publicadas nos principais periódicos nacionais da área, especialmente na revista Química Nova. A maioria dos estudos analisou a produção científica de temáticas específicas da Química com o objetivo de obter um panorama da sua situação no Brasil. Grande parte dos trabalhos refere-se à produção científica brasileira publicada entre 1970 e início dos anos 2000 e como principal tipologia documental analisada os anais de evento. O Quadro 2 resume as pesquisas nacionais que serão especificadas a seguir.

Quadro 2 - Pesquisas realizadas sobre a Química no Brasil.

Autor	Temática	Tipo de estudo	Período de análise	Tipo de documento Analisado	Fonte
Carvalho (1975)	Química	Citações concedidas	1964-1973	Artigo	Cadastro de dados pessoais de pesquisadores
Souza, Barbastefano e Lima (2012)	Química	Colaboração científica	1995-2008	Artigo	Revista Química Nova
Nobrega et al (1996)	Química Analítica	Produção Científica	1974-1994	Artigo	Periódicos e Banco de dados Analytical Abstracts
Fatibello-Filho et al. (2002)	Química Analítica	Produção Científica	1977-2001	Artigo / Trabalho de evento	Periódicos, Banco de dados ISI, Anais de eventos
Alves (1998)	Química de Materiais	Produção e colaboração científica	1996-1997	Trabalho de evento	Anais da SBQ
Rubira et al. (2002)	Química de Materiais	Produção científica	1993-2002	Trabalho de evento	Anais da SBQ
Mozeto e Jardim (2002)	Química Ambiental	Produção científica	1995-2001	Trabalho de evento	Anais da SBQ e da ENQA
Santos e Souza (2002)	Físico-Química	Produção científica	-	-	-
Toma, Ferreira e Serra (2002)	Química Inorgânica	Produção científica	1977-2001	Artigo	Banco de dados do ISI
Correia, Costa e Ferreira (2002)	Química Orgânica	Temática	1979-2001	Trabalho de evento	Anais da SBQ
Schnetzler (2002)	Ensino de Química	Produção científica	1978-2001	Artigo / Trabalho de evento	Anais da SBQ e Revista Química Nova
Dupont (2002)	Catálise	Produção científica	-	Trabalho de evento / Grupos de pesquisa	Anais da SBQ e CNPq
Avaca e Tokoro (2002)	Eletroquímica/ Eletroanalítica	Produção científica	1978-2001	Trabalho de evento	Anais do SIBEE e da SBQ
Amaral e Montanari (2002)	Química Medicinal	Produção científica	-	Trabalho de evento / Grupos de pesquisa	Anais / Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq
Lima (2007)	Química Medicinal	Produção científica	1969-2007	Artigo / Grupo de Pesquisa	Periódicos / Web of Science / Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq

Fonte: Elaborado pela autora.

Na década de 70, Carvalho (1975) analisou as citações feitas pela literatura brasileira de Química no período de 1964-1973, coletada por meio do Projeto Piloto de Química do Instituto Brasileiro de Bibliografia e Documentação (IBBD) e do Conselho Nacional de Pesquisas. Os resultados mostraram que das 5.065 citações feitas pelos 300 artigos brasileiros analisados, 78% eram para outros artigos de periódicos; resultado que demonstra que, há décadas, o principal canal de comunicação da área tem sido o periódico científico. Em relação à coautoria dos artigos citados, Carvalho (1975) verificou que 23% dos artigos eram de autoria única, 42% de dois autores e 35% de três a nove autores, o que indicou um crescimento na colaboração da área no período analisado.

Esse crescimento na colaboração pode ser confirmado pelo estudo mais atual feito por Souza, Barbastefano e Lima (2012) sobre a colaboração científica medida por meio da coautoria dos artigos publicados na Revista Química Nova no período entre 1995 e 2008. Os autores verificaram que os 1.782 artigos analisados apresentavam 4.281 autores de 423 instituições de 30 diferentes países. Destes artigos, somente 10,2% foram escritos por autoria única, enquanto 89,8% envolveram relações de coautoria. A maioria dos artigos publicados (61,2%) foi escrita por autores que pertencem à mesma instituição, enquanto 10,4% foram publicados em colaboração com 3 ou mais instituições. A colaboração entre o Brasil e países europeus é mais intensa do que a colaboração entre Brasil e países da América do Sul.

Entre as pesquisas realizadas sobre a produção científica em Química Analítica, destaca-se o estudo de Nobrega et al. (1996) e o de Fatibello-Filho et al. (2002). O primeiro estudo verificou o panorama da Química Analítica no período entre 1974 e 1994 por meio dos artigos publicados em periódicos nacionais e internacionais. Os autores examinaram 429 artigos de 18 diferentes periódicos, sendo 16 deles estrangeiros. A publicação em periódicos nacionais e internacionais aumentou no período analisado, especialmente entre 1990 e 1994 quando houve um acréscimo de 50% em relação aos cinco anos anteriores. Em relação às instituições, tem-se que no período entre 1974 e 1979 somente o Instituto de Química da USP (IQ-USP) e o Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA) publicaram mais do que a média de um artigo por ano sobre Química Analítica; nos anos seguintes, outras instituições

aumentaram suas médias gradualmente. As cinco instituições mais produtivas no período⁹ contribuíram com 61,1% das publicações.

Fatibello-Filho et al. (2002), ao avaliarem o crescimento da Química Analítica no período de 1977 a 2001, também constataram um contínuo aumento no número de artigos publicados por autores brasileiros, assim como um acréscimo no número de trabalhos apresentados nas reuniões anuais da SBQ. A Química Analítica, no período analisado, está entre as subáreas que mais contribuíram com a submissão de trabalhos (10 a 15% do total).

A Química de Materiais foi analisada por Alves (1998) e Rubira et al. (2002) com base nos trabalhos apresentados nas Reuniões Anuais da SBQ. Alves (1998) estudou o perfil da Divisão de Química de Materiais da SBQ no intervalo entre 1996 e 1997 e Rubira et al. (2002) analisaram o período entre 1993 e 2002. Os autores destacaram a participação da Divisão de Química de Materiais com 8 a 10% dos trabalhos apresentados (aproximadamente 100 trabalhos por ano). Em relação à distribuição regional, ambas as pesquisas verificaram a existência de uma forte concentração de trabalhos oriundos da Região Sudeste, seguida da Região Sul e Nordeste. Rubira et al. (2002) verificaram a existência de um crescimento qualitativo e quantitativo tanto nas pesquisas sobre materiais poliméricos quanto materiais não poliméricos. Em relação à autoria dos trabalhos apresentados em 1997, Alves (1998) identificou que mais de 60% dos trabalhos possuem 3 e 4 autores, cerca de 20% tem 2 autores e 15% com mais de 4 autores, não tendo sido apresentado trabalho com autoria única. Na análise de colaboração entre instituições verificou-se que 72% dos trabalhos foram realizados dentro da mesma instituição, 14% entre instituições do mesmo estado, 10% entre instituições de estados diferentes e 4% com outros países.

Mozeto e Jardim (2002) averiguaram a Química Ambiental e observaram que no início do seu desenvolvimento, as pesquisas realizadas e as disciplinas ministradas não tratavam sobre seus pontos específicos devido à falta de materiais didáticos e científicos produzidos no idioma português. Com o desenvolvimento da internet e o fácil acesso a textos científicos, essa realidade mudou. Os autores constataram que na Reunião Anual da SBQ, em 2001, 6,3% dos trabalhos submetidos eram sobre Química

⁹ Unicamp, CENA, Conselho Nacional de Energia Nuclear e Instituto de Pesquisa em Energia Nuclear (CNEN-IPEN), IQ-USP e Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RJ).

Ambiental, sendo essa porcentagem considerada significativa, tendo em vista que existiam poucos pesquisadores sobre o assunto neste período. Nos Encontros Nacionais de Química Analítica (ENQA) (9^o, 10^o e 11^o) que congregaram aproximadamente 12 subáreas, identificou-se uma média de 19% dos trabalhos apresentados com a temática Química Ambiental.

A Físico-Química, pesquisada por Santos e Souza (2002), apresentou um crescimento nas suas especialidades, com algumas delas tornando-se autônomas (Química Teórica e Química Computacional) e outras que continuaram clássicas da Físico-Química (Eletroquímica, Cinética Química, Termoquímica, Físico-Química das Superfícies). Nas especialidades clássicas, os autores perceberam uma consolidação de diversos grupos de pesquisa e a emergência de outros. Destacaram que a Chemical Physics ainda era negligenciada pelos químicos e que as publicações de autores brasileiros sobre o assunto eram da área de Física. Em relação às regiões brasileiras em que a Físico-Química se desenvolve mais fortemente, os autores destacaram a Região Sudeste, onde se concentra a maioria dos grupos de pesquisa da área.

A Química Inorgânica foi analisada por Toma, Ferreira e Serra (2002) com base nas informações coletadas no banco de dados do Institute for Scientific Information (ISI) atual Thompson Reuters. Os autores obtiveram como resultado 2273 artigos publicados no período de 1977 a 2001. Do total de artigos encontrados, 17,9% foram publicados no período de 1977 a 1990 e 82,1% produzidos entre 1991 e 2001. Aproximadamente 67% dos artigos foram publicados em 35 diferentes revistas, sendo que 8,2% pertencem a revistas brasileiras da área de Química. As demais revistas (33%) estão distribuídas não somente na temática de Química Inorgânica, mas também em Físico-Química, Química Analítica ou Bioquímica, evidenciando a interdisciplinaridade dos estudos da subárea. Em relação às instituições, verificou-se que 36% da produção científica era proveniente de universidades federais e 53% de universidades estaduais paulistas. O estado de São Paulo era o mais produtivo (56%) seguido pelo Rio Grande do Sul (6,2%) e Minas Gerais (6%). As parcerias internacionais renderam 20% do total de documentos publicados, sendo que a maior colaboração foi com os Estados Unidos (3,5%) e França (3,3%) (TOMA; FERREIRA; SERRA, 2002).

Correia, Costa e Ferreira (2002) estudaram o desenvolvimento da Química Orgânica por meio dos trabalhos apresentados nas reuniões anuais da SBQ no período

de 1979 a 2001. De acordo com os autores, os trabalhos apresentados eram inicialmente dominados pela temática que envolve o desenvolvimento de processos, estudos e determinações estruturais por métodos espectroscópicos, cinéticas das reações e aspectos mecanísticos. Com o passar dos anos, as temáticas sobre: a) sínteses em etapas múltiplas envolvendo mais do que duas etapas sintéticas em sequência e b) desenvolvimento de novas metodologias, com novos métodos sintéticos e/ou uma nova abordagem em processo sintético envolvendo até duas etapas de síntese, cresceram e tornaram-se o perfil predominante da área.

Em relação à temática denominada Ensino de Química, Schnetzler (2002) apresentou um relato sobre o início do desenvolvimento desta subárea no Brasil, mostrando a importância dos eventos e encontros regionais e nacionais para o desenvolvimento da temática. Informou que desde 1978 as submissões de trabalhos nas reuniões anuais da SBQ têm aumentado consideravelmente, tendo atingido 956 comunicações no período entre 1978 e 2001. Em relação à revista Química Nova, o autor identificou um aumento nas publicações de artigos relacionados a temática de ensino em Química na seção de educação, tendo sido publicado um total de 173 artigos desde o período inicial até 2001. Schnetzler destacou que a maioria das comunicações (51%) e dos artigos publicados na revista (70%) não corresponde a investigações, mas sim em descrição de inovações pedagógicas e relatos de experiência. Durante o período de 1978 e 2001, o autor verificou que 77 mestres e 32 doutores se formaram nesta temática. A maioria das teses e dissertações defendidas neste período (71%) tratava sobre questões relacionadas ao ensino médio de química, enquanto que 19 das 30 relacionadas ao ensino superior tratavam sobre formação de professores.

Dupont (2002) analisou brevemente a consolidação das pesquisas em catálise¹⁰ que se desenvolveram no Brasil a partir da década de 70. A Divisão de Catálise da SBQ surgiu em 1995, com a reunião de pesquisadores de diversas especialidades (orgânica, inorgânica, físico-química, materiais). O autor verificou que o número de trabalhos apresentados nas reuniões anuais da SBQ tem aumentado desde a criação da Divisão

¹⁰ De acordo com a Sociedade Brasileira de Química (2016?), as pesquisas desenvolvidas em Catálise incluem: "[...] a síntese e caracterização de catalisadores (metais, óxidos metálicos, complexos metálicos e organometálicos, enzimas (biocatálise), moléculas orgânicas (organocatálise), etc.), o emprego de catalisadores para as mais variadas aplicações e todas as áreas correlatas".

de Catálise, tendo oscilado entre 30 e 50 trabalhos e, na 25ª reunião anual, o número de trabalhos submetidos foi 70. Em relação aos grupos de pesquisa de catálise cadastrados no Diretório de Grupos de Pesquisa no Brasil, Dupont aponta que 41 deles possuíam no título a palavra catálise e 97 diferentes grupos apresentavam este termo no título, linha de pesquisa e palavras-chave. O autor ressalta que a quantidade de grupos encontrada revela a interdisciplinaridade das pesquisas em catálise e a importância da temática para o desenvolvimento científico e tecnológico.

A Eletroquímica/Eletroanalítica foi pesquisada por Avaca e Tokoro em 2002. Os autores analisaram a dinâmica do evento Simpósio Brasileiro de Eletroquímica e Eletroanalítica (SIBEE) desde seu surgimento em 1978 e, verificaram também, a evolução na quantidade de trabalhos apresentados, o número de participantes estrangeiros, as temáticas abordadas, etc. Conforme os dados apresentados, verificou-se uma crescente evolução na produção científica desta área. Os autores apontam que dos 37 pesquisadores que apresentaram trabalhos no I SIBEE em 1978, 13 deles submeteram trabalhos também para o XII SIBEE em 2001 e contribuíram com 25% dos trabalhos apresentados neste último evento. No que se referem às reuniões anuais da SBQ, os autores explicitam que a Divisão de Eletroquímica e Eletroanalítica foi implantada em 1993 e que em média são apresentados 100 trabalhos por ano sobre a temática.

A Química Medicinal foi abordada por Amaral e Montanari (2002) e por Lima (2007). Enquanto os primeiros autores analisaram esta área com base nos eventos realizados, Lima (2007) verificou a situação da área por meio dos dados disponíveis na WoS. Dessa forma, Amaral e Montanari (2002) apontam que a Divisão de Estrutura Química e Atividade Biológica na SBQ iniciou em 1991 e, após seis anos, transformou-se em Divisão de Química Medicinal. Os dois primeiros workshops (1991 e 1994) sobre Relações Quantitativas entre a Estrutura Química e Atividade Biológica (QSAR) contaram com a participação de 100 pesquisadores cada, oriundos do Brasil e de várias partes da América do Sul. Em 2001, o número de participantes aumentou para aproximadamente 130 no 3º Workshop on Chemical Structure and Biological Activity e no 1º Brazilian Symposium on Medicinal Chemistry. Os autores pesquisaram ainda os grupos de pesquisa da área e obtiveram, com base em uma busca exata de termos na versão 4.1 do Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq, 34 grupos de pesquisa com a

temática Química Medicinal, 77 com a palavra QSAR e 15 com o termo planejamento de fármacos; como linha de pesquisa foram encontradas 21 relacionadas à Química Medicinal e 16 à QSAR.

Lima (2007) pesquisou na WoS a produção científica brasileira em Química Medicinal no período entre 1969 e 2007, com base em seis palavras-chave relacionadas à área. Os resultados encontrados demonstram uma contribuição crescente e significativa de pesquisadores brasileiros na produção científica recuperada. No entanto, apenas um pequeno percentual dos resultados refere-se à categoria de Química Medicinal, notadamente os trabalhos publicados a partir da década de 90, a exceção são àqueles referentes à palavra-chave síntese, em que a Química Medicinal está presente em anos anteriores. Em uma segunda análise, com busca em 5 periódicos científicos de alto impacto e utilizando-se as palavras-chaves da primeira análise, o autor verificou que a participação brasileira nestes periódicos é discreta, com um expressivo aumento nos anos 2000. No que se refere às instituições de ensino superior, tem-se que as instituições mais produtivas em cada conjunto de resultados das palavras-chaves foram a Universidade Federal do Rio de Janeiro UFRJ (34%), Universidade Federal de Pernambuco UFPE (8,9%), USP-SP (8,0%) e a USP-RP (6,3%). Entre as regiões do país, a Região Sudeste é responsável por 83% da produção científica em Química Medicinal. A busca realizada no Diretório de Grupos de Pesquisa revelou a existência de 44 grupos de pesquisa em Química Medicinal, com a maior concentração no Rio de Janeiro, Minas Gerais e São Paulo.

Com base nos estudos descritos nesta seção, percebe-se que a Química brasileira está em clara evolução, especialmente nos últimos anos. Além disso, foram analisadas diversas temáticas da Química, demonstrando que se trata de uma grande ciência, composta por variados ramos e que estes estão em constante crescimento também, tanto no que se refere à quantidade de documentos publicados quanto à quantidade de pesquisadores e grupos de pesquisa envolvidos em cada temática.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente estudo caracteriza-se por ser de caráter descritivo e nível macro, pois estuda as características da Química produzida em um país, no caso o Brasil, por meio da descrição de sua produção científica e de seu impacto na comunidade científica.

Esta pesquisa é, também, de cunho quantitativo e utiliza-se de medidas da estatística básica para identificar padrões, comportamentos e tendências da área ao longo do período estudado (2004-2013). Além disso, está baseada em indicadores bibliométricos de atividade e de impacto empregados em muitas pesquisas que estudam e objetivam mensurar e avaliar a atividade científica de áreas e países.

3.1 Fontes de dados

A principal fonte utilizada para coleta de dados sobre produção científica e impacto da área de Química brasileira foi WoS, base de dados multidisciplinar que cobre aproximadamente 12.000 periódicos científicos de 250 diferentes áreas. Atualmente, a WoS, propriedade da Thomson Reuters, é composta principalmente por três bases de dados de periódicos: Science Citation Index Expanded (8.500 periódicos de 150 disciplinas), Social Sciences Citation Index (3.000 revistas de 55 disciplinas) e Arts & Humanities Citation Index (1.700 títulos) (THOMSON REUTERS, 2014). A primeira base de dados criada e a que congrega uma quantidade maior de áreas do conhecimento é o Science Citation Index. Elaborada na década de 60 e mantida, naquela época, pelo ISI, tinha como objetivo principal identificar o que cada pesquisador publicava em sua área e com que frequência seus artigos eram citados por outros cientistas. (GARFIELD, 2007). Com o seu estabelecimento, tornou-se possível realizar estudos mais aprofundados sobre o crescimento da ciência, verificar a dinâmica da comunicação científica nas diferentes áreas, comparar a produção científica de cada nação e as relações entre os documentos publicados (citação), permitindo uma compreensão maior do funcionamento da ciência como um todo.

Até o momento, muitos estudos foram realizados na área de bibliometria com base nas informações constantes na WoS, visto que esta base indexa os periódicos centrais das diversas áreas do conhecimento, especialmente das ciências tidas como duras, onde está classificada a área de Química; e, fornece informações completas dos artigos indexados (filiação de todos os autores, palavras-chave, título, resumo, referências, citações recebidas, etc.), oportunizando análises mais qualificadas do impacto da produção científica (THOMSON REUTERS, 2014).

Neste contexto, elegeu-se a WoS como fonte para coleta de dados em lugar de outras bases de dados, tais como o Chemical Abstracts, base de dados tradicional em Química. A seleção da WoS e não do Chemical Abstracts deve-se ao exposto por Neuhaus e Daniel (2009). Os autores afirmam que o Chemical Abstracts é adequado para análise de citações; porém, é inadequado quando esta análise refere-se às publicações específicas de um país, instituição ou grupo de pesquisa, tendo em vista que o Chemical Abstracts não fornece informação completa sobre a filiação de todos os autores do documento e sim, de somente um deles.

Além disso, entre os fatores determinantes para a escolha da WoS está a informação fornecida por Moed (2005) quando analisou a cobertura temática desta base de dados. O autor aponta que entre as bases de dados de indexação na área de Química, a WoS é considerada extremamente satisfatória, pois cobre aproximadamente 90% das publicações utilizadas pelos cientistas da área, ou seja, é muito pertinente no que se refere à análise de produção científica e impacto. Ademais, a WoS possibilita uma coleta dos dados de forma completa e os arquivos originados são compatíveis com os principais softwares utilizados em análises bibliométricas, tais como Bibexcel, Excel e SPSS.

Outra base de dados que foi utilizada neste estudo é o JCR, também fornecida pela Thomson Reuters. O JCR é uma base de dados importantíssima para análises de produção científica e, principalmente, para análise de periódicos científicos, haja vista que é nesta fonte de dados que se encontram disponíveis informações sobre 11.000 diferentes periódicos; entre os principais dados que podem ser acessados no JCR estão: Fator de Impacto de 2 e 5 anos, citações recebidas, meia vida das citações, idioma, publicador, local de publicação, entre outros (THOMSON REUTERS, 2012). No caso desta pesquisa, as principais informações coletadas foram sobre o Fator de

Impacto dos periódicos, o posicionamento dos periódicos em quartis, seus idiomas de publicação e o país de origem.

Para complementar as análises de produção científica algumas informações sobre a pós-graduação brasileira em Química foram coletadas no site do Sistema de Informações Georreferenciais (GEOCAPES) enquanto as informações sobre os grupos de pesquisa atuantes na área foram buscadas no Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq.

3.2 Estratégia de busca e corpus da pesquisa

Uma estratégia de busca bem elaborada é importante para que os dados coletados reflitam aquilo que realmente se deseja analisar. Uma busca incompleta ou sem o estabelecimento de critérios pertinentes pode ocasionar o encontro de resultados não condizentes com a realidade.

No caso da Química, é necessário o entendimento prévio de que esta área cobre uma quantidade razoavelmente extensa de temáticas e especialidades e que uma estratégia de busca elaborada de forma equivocada não retorna resultados pertinentes e completos para análise. Nessa perspectiva, Glanzel e Schubert (2003, p. 357, tradução nossa) afirmam que: "A classificação da literatura científica em áreas do conhecimento apropriadas é, não obstante, uma das pré-condições básicas para uma análise cientométrica válida".

Diante disso, a estratégia de busca adotada para coleta de dados sobre produção e impacto da Química brasileira foi elaborada principalmente com base nas categorias de periódicos (WC) da WoS, que se relacionam com a área em questão. A opção pela busca por meio das categorias WC e não por palavras-chave deve-se ao fato de a Química ser uma área ampla e complexa, o que tornaria a busca por palavras-chaves extremamente extensa e possivelmente incompleta.

Além disso, os periódicos são incluídos nas categorias da WoS com base no seu escopo. Quando um autor submete seu artigo a determinado periódico e o mesmo é aceito para publicação, tem-se que este artigo aborda ao menos um dos temas propostos pelo periódico, com raras exceções em contrário. Por este ângulo, entende-

se que a temática do artigo também estará contemplada nas categorias WC. A WC de Química Orgânica (Organic, Chemistry), por exemplo, é aquela que contempla os principais periódicos do mundo especializados neste tópico.

Uma das críticas ao uso das WC refere-se aos periódicos classificados como multidisciplinares, ou seja, que não estão incluídos em uma categoria especializada. No caso da Química, isso ocorre quando certos periódicos da área abrangem temáticas gerais ou interdisciplinares que servem para diversas ciências químicas, isto é, não são especializados em uma subárea, por isso, são classificados como Química Multidisciplinar. Como o objetivo deste estudo era, na maioria das vezes, analisar a produção científica em Química de forma mais ampla, o uso das categorias WC foi pertinente para a análise.

Ademais, como este estudo investigou uma quantidade suficientemente extensa de documentos, o uso das categorias WC oportunizou uma coleta e análise mais apropriada dos dados. Narin (1976) esclarece que:

Quando um grande número de documentos será analisado, a classificação dos documentos por meio da área de classificação do periódico pode ser muito conveniente. Tal classificação implica, é claro, um grau de homogeneidade da publicação o qual é normalmente adequada quando se analisa centenas de documentos. Tal classificação talvez não seja suficiente para análise de publicações científicas de um ou poucos indivíduos (NARIN, 1976, p. 129, tradução nossa).

A escolha pelas categorias de periódicos que foram incluídas na análise foi realizada de forma criteriosa, com o objetivo de contemplar o maior número possível de categorias que refletissem as pesquisas desenvolvidas na área. Para isso, comparou-se a classificação da Química brasileira constante na Tabela de áreas da CAPES/CNPq, com as divisões da SBQ e com as temáticas constantes nas Reuniões Anuais da SBQ. No contexto internacional, foram identificadas na American Chemical Society (ACS) quais subáreas eram pesquisadas pela comunidade científica e analisou-se a classificação das áreas do conhecimento de Glanzel e Schubert (2003).

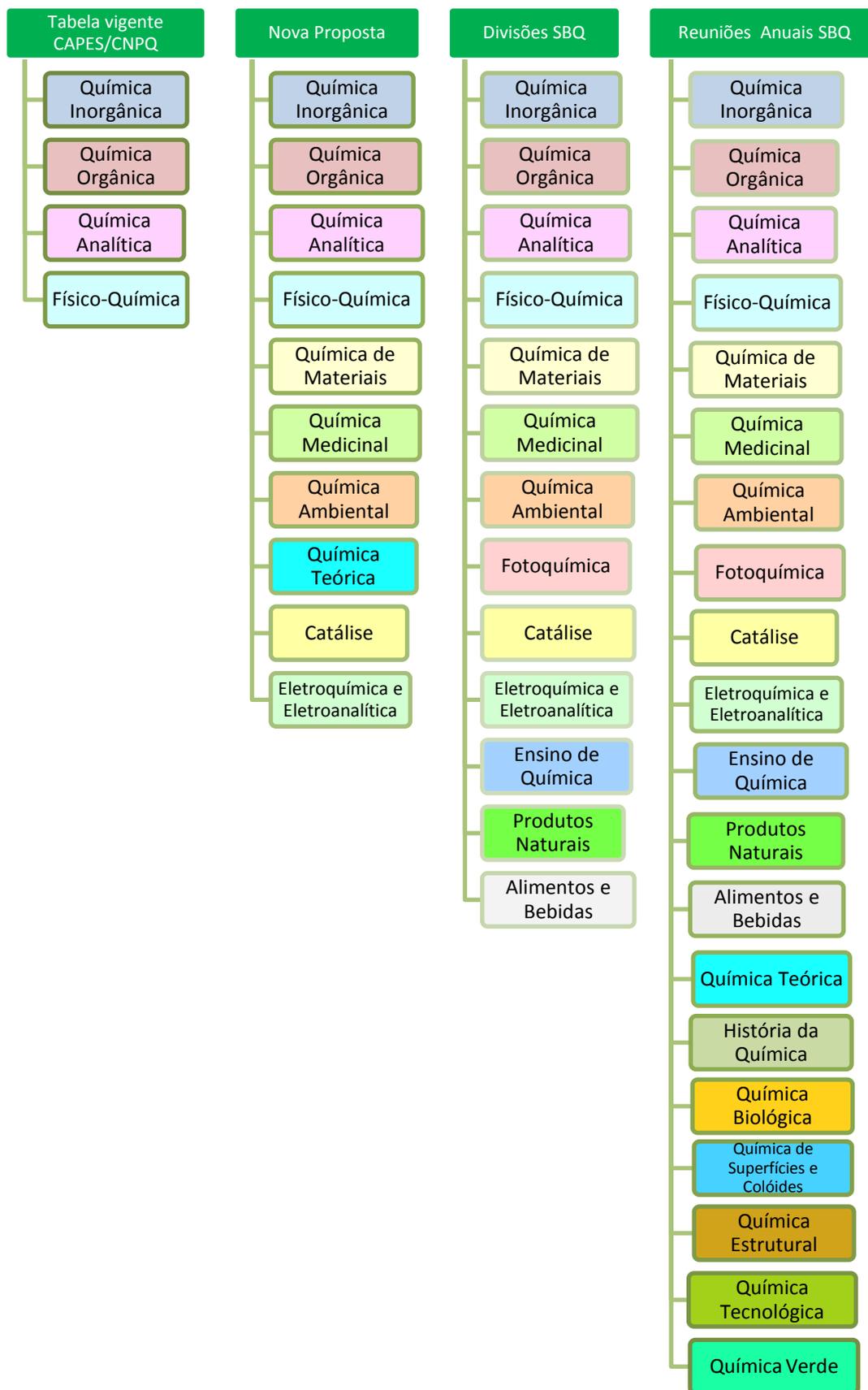
Na Tabela de áreas da CAPES (2012b) verifica-se que a Química brasileira ainda está tradicionalmente subdividida em quatro subáreas, a saber: Química Orgânica, Química Inorgânica, Química Analítica e Físico-Química. Com a crescente complexidade

e a expansão de suas temáticas e aplicações, novas subáreas vêm se desenvolvendo e ganhando espaço. Essa expansão pode ser percebida, inicialmente, pela proposta de alteração desta tabela feita em 2005, na qual a Química passaria a conter 10 subáreas, que provavelmente representariam o contexto atual de desenvolvimento de suas pesquisas científicas (CNPq, 2005).

A expansão das temáticas da Química nacional também é visível por meio das divisões científicas da SBQ, que tem segmentação temática maior do que a Tabela de áreas vigente. De acordo com a SBQ (2014, online), as divisões científicas são criadas com o objetivo de “[...] congregam os sócios da SBQ de uma dada sub-área da Química e realizar atividades que levem à consecução das finalidades da SBQ e a um melhor e maior desenvolvimento da sub-área no País.” A congregação dos sócios reflete a área de atuação deles no país, ou seja, pelas 13 divisões científicas da SBQ pode-se deduzir que existam mais subáreas sendo pesquisadas no país do que somente as quatro tradicionais. Da mesma forma, as Reuniões Anuais da SBQ apresentam uma quantidade cada vez maior de seções científicas. Na 38ª Reunião Anual, realizada em maio de 2015, a divisão dos trabalhos submetidos foi feita em 20 seções científicas.

Conforme a Figura 6, entre as divisões temáticas da Química nacional, a das seções científicas da Reunião Anual da SBQ é a que congrega o maior número de subáreas. Engloba todas as subáreas constantes na tabela de áreas do conhecimento vigente, da nova proposta de tabela e das divisões científicas da SBQ.

Figura 6 - Temáticas da Química no Brasil.



Fonte: dados da pesquisa.

No contexto internacional, a ACS, responsável pelas principais bases de dados da área, na seção do Chemical Abstracts Services (CAS)¹¹, classifica a Química em 80 temáticas organizadas por meio de cinco grandes subáreas: Bioquímica; Química Orgânica; Química Macromolecular; Química Aplicada; Físico-Química, Química Inorgânica e Química Analítica (AMERICAN CHEMICAL SOCIETY, 2014).

Glanzel e Schubert (2003), ao analisarem artigos, categorias de periódicos e classificações de pesquisadores da cientometria, concomitante à avaliação de especialistas das áreas, classificaram as temáticas dentro de suas respectivas áreas do conhecimento com o objetivo de padronizar e facilitar a análise nos estudos bibliométricos. Na área específica de Química, os autores encontraram 20 categorias que englobam o maior número de temáticas pesquisadas por esta ciência.

Ao se comparar as subáreas da ACS, com as definidas no estudo de Glanzel e Schubert e com as seções científicas da Reunião Anual da SBQ, verifica-se que há diferença entre as classificações. A ACS é a que apresenta o menor número de subáreas da Química, pois optaram por englobar 80 temáticas dentro desta grande subdivisão. Nas seções científicas das Reuniões Anuais da SBQ há a subárea de Química de Materiais, que no estudo de Glanzel e Schubert está diluída nas subáreas de Ciência dos Polímeros e nas subáreas que iniciam por Ciência dos Materiais, como pode ser verificado na Figura 7.

Outras subáreas que não aparecem explicitamente no estudo de Glanzel e Schubert, tais como Ensino de Química e História de Química, estão inseridas na Química Multidisciplinar. Fato observado por meio da análise do periódico Química Nova. Este título está categorizado na WoS como Química Multidisciplinar e publica artigos sobre variados temas da área, tais como: Ensino de Química, História da Química, Política Científica, etc. (QUÍMICA NOVA, [2015], on line). O mesmo ocorre com o periódico Journal of the Brazilian Chemical Society, também categorizado como Química Multidisciplinar, e que cobre todos os temas sobre Química, com exceção de ensino, história e filosofia da Química (JOURNAL OF THE BRAZILIAN CHEMICAL SOCIETY, [2015], online).

¹¹ Informações sobre a classificação de temáticas da Química pela ACS podem ser consultadas em: <<http://www.cas.org/content/ca-sections>>.

Figura 7 - Comparação das temáticas da Química no Brasil e no mundo.



Fonte: dados da pesquisa.

Entre todas as divisões da Química descritas acima, o estudo de Glanzel e Schubert (2003) parece congrega um número mais consistente de subáreas da Química. Além disso, alguns estudos bibliométricos já se utilizaram desta classificação para analisar a produção científica de uma área ou país, como por exemplo, Vanz (2009), Moura et al. (2015), Glanzel, Leta e Thijs (2006). O uso da mesma classificação possibilita comparações mais precisas, tendo em vista que se analisa a área por meio do mesmo olhar.

Diante disso, as categorias WC que foram utilizadas para este estudo foram selecionadas com base nas indicações de Glanzel e Schubert (2003). Por isso, a Química brasileira, neste estudo, está representada nas 20 categorias de periódicos, a saber:

- | | |
|----------------------------------|--|
| 1) Química Multidisciplinar; | 13) Ciência dos Materiais Papel e Madeira; |
| 2) Química Analítica; | 14) Ciência dos Materiais Cerâmicos; |
| 3) Química Inorgânica e Nuclear; | 15) Ciência dos Materiais Multidisciplinar; |
| 4) Espectroscopia; | 16) Engenharia Metalúrgica e Metalurgia; |
| 5) Química Aplicada; | 17) Ciência dos Materiais Caracterização e Teste; |
| 6) Engenharia Química; | 18) Ciência dos Materiais Revestimentos e Películas; |
| 7) Química Medicinal; | 19) Ciência dos Materiais Compostos; |
| 8) Química Orgânica; | 20) Ciência dos Materiais Têxteis. |
| 9) Termodinâmica; | |
| 10) Físico-Química; | |
| 11) Eletroquímica ; | |
| 12) Ciência dos Polímeros; | |

Aproximadamente 1.425 periódicos indexados na WoS (Science Citation Index Expanded) pertencem as 20 categorias descritas acima¹², sendo 1.417 títulos de origem estrangeira e somente oito nacionais (THOMSON REUTERS, [2015]).

Finalmente, os dados de produção e impacto foram coletados ano a ano devido à limitação imposta pela base de dados, que permite somente a coleta das citações recebidas por até 10.000 documentos por vez.

¹² O total de periódicos refere-se à soma da quantidade de títulos que aparecem em cada categoria. Como há possibilidade de um título estar classificado em mais de uma categoria, o total de títulos pode ser menor do que o informado.

Considerando-se o exposto até o momento, a expressão de busca utilizada para a seleção dos documentos na WoS foi composta da seguinte forma:

WC=(Chemistry, Multidisciplinary OR Chemistry, Analytical OR Chemistry, Inorganic & Nuclear OR Spectroscopy OR Chemistry, Applied OR Engineering, Chemical OR Chemistry, Medicinal OR Chemistry, Organic OR Thermodynamics OR Chemistry, Physical OR Electrochemistry OR Polymer Science OR Materials Science, Paper & Wood OR Materials Science, Ceramics OR Materials Science, Multidisciplinary OR Metallurgy & Metallurgical Engineering OR Materials Science, Characterization & Testing OR Materials Science, Coatings & Films OR Materials Science, Composites OR Materials Science, Textiles) AND **CU**=(Brazil OR Brasil) AND **Tipos de documento**: (Article) AND **Tempo estipulado**: 2004-2004¹³. Índices: SCI-EXPANDED, SSCI, A&HCI, CPCI-S, CPCI-SSH.

O corpus da pesquisa foi constituído por 42.954 artigos e 280.457 documentos citantes, conforme mostra o Quadro 3.

Quadro 3 - Quantidade de documentos coletados na WoS com base na expressão de busca (n=323.411).

Ano	Quantidade de Artigos (Produção científica em Química)	Quantidade de documentos citantes
2003	-	1
2004	3.167	482
2005	3.500	3.127
2006	3.556	6.883
2007	3.901	11.055
2008	4.473	16.198
2009	4.453	21.129
2010	4.509	26.031
2011	4.715	32.025
2012	5.195	39.787
2013	5.485	47.160
2014	---	51.922
2015	---	24.657
Total	42.954	280.457

Fonte: dados coletados na WoS entre 19 de junho e 03 de julho 2015.

¹³ Coleta foi realizada por ano (2004-2004; 2005-2005, etc.).

3.3 Organização e tratamento dos dados coletados

Os dados referentes à produção e ao impacto da área de Química no Brasil foram coletados na WoS entre 19 de junho e 03 de julho de 2015. Como esta fonte de dados permite a coleta de somente 500 registros por vez, foi necessária a união de todos os registros de produção científica em um único arquivo e, do mesmo modo, os dados coletados sobre impacto. Nesse sentido, os dados foram organizados em dois arquivos distintos: Arquivo 1 - produção científica (42.954 registros); Arquivo 2 – impacto (280.457 registros). Foram criados dois bancos de dados a partir dos dois arquivos com o objetivo de facilitar a visualização das variáveis e, também, dos procedimentos necessários para análise das relações entre variáveis.

Após a criação dos arquivos, foi realizada a identificação e remoção de registros duplicados (*remove duplicates*) por meio do software livre BibExcel¹⁴. No arquivo de produção científica não foram observados registros duplicados e, por isso, a quantidade de artigos analisados permaneceu o mesmo da coleta (42.954). Já o arquivo de impacto, que inicialmente continha 367.758 documentos citantes, após a remoção de duplicados passou para 280.457 documentos citantes, uma diminuição de 23,74% dos registros. A razão para a quantidade de documentos citantes duplicados se deve ao fato de que um mesmo documento referenciou mais de um artigo da Química brasileira e, por isso, ele aparecia no corpus da pesquisa cada uma das vezes em que referenciou um artigo químico nacional.

Além disso, para manter a consistência e a qualidade das análises de produção científica realizou-se a limpeza profunda nos dados de instituições. Inicialmente, havia 9.897 instituições e a partir da limpeza esse número passou para 3.466, uma redução de aproximadamente 65% no número de instituições. A limpeza profunda se deu a partir da análise de cada uma das entidades que apareciam na lista gerada com o Software Bibexcel com a quantidade de artigos publicados por instituição. Algumas entidades apareciam com erros de digitação, outras apresentavam em alguns artigos seu nome no idioma inglês enquanto em outros era em português, também foram

¹⁴ O BibExcel é um software livre desenvolvido por Olle Persson com o objetivo de facilitar e auxiliar na análise de dados bibliográficos. Os dados resultantes das análises feitas com o software podem ser transportadas para outros softwares estatísticos mais avançados, tais como: Excel e SPSS. O Software está disponível gratuitamente em: <<http://homepage.univie.ac.at/juan.gorraiz/bibexcel/index.html>>.

encontrados nomes de entidades por extenso e outras vezes somente a sigla da instituição. Como exemplificação da quantidade de variações nos nomes das entidades, o Quadro 4 apresenta as diversas maneiras em que a UFRGS apareceu no campo endereço de filiação dos autores:

Quadro 4 - Exemplificação das variações nos nomes das instituições.

Instituição	Variação do nome
UFRGS	PGCIMAT Fed Univ Rio Grande Sul UFRGS
UFRGS	UFRGS DECIV
UFRGS	UFRG 15021
UFRGS	Univ Fed Rio Grande Sul
UFRGS	Univ Fed Rio Grande Sul PPGEM UFRGS
UFRGS	Univ Fed Rio Grande Sul PROMEC UFRGS
UFRGS	Chem Inst UFRGS
UFRGS	Ctr Nanociencia & Nanotecnol CNANO UFRGS
UFRGS	DEMET UFRGS
UFRGS	Dept Eng Minas UFRGS
UFRGS	Dept Engn Met UFRGS
UFRGS	Fed Univ Rio Grande do Sul ICTA UFRGS
UFRGS	Fed Univ Rio Grande do Sul UFRGS
UFRGS	Fed Univ Rio Grande Sul CEMACOM UFRGS
UFRGS	Fed Univ Rio Grande Sul ICTA UFRGS
UFRGS	Fed Univ Rio Grande Sul NORIE UFRGS
UFRGS	Fed Univ Rio Grande Sul State UFRGS
UFRGS	Fed Univ Rio Grande UFRGS
UFRGS	Lacor Univ Fed Rio Grande do Sul
UFRGS	PROMEC Univ Fed Rio Grande Sul
UFRGS	Univ Fed Rio Grande do Sul
UFRGS	Fed Univ Fed Rio Grande Sul HCPA
UFRGS	Fundacao Fundacao Univ Fed Rio Grande Sul
UFRGS	Fed Univ South Brazil
UFRGS	Univ Porto Alegre
UFRGS	Univ S Brazil
UFRGS	Biomat Lab
UFRGS	Ceram Mat Lab
UFRGS	Fac Farm UFRGS
UFRGS	ICBS
UFRGS	Lab Mol Catalysis UFRGS
UFRGS	Lab Novos Mat Organ
UFRGS	LAMEF Lab Met Fis
UFRGS	UFR Sci

Fonte: dados da pesquisa.

No arquivo de impacto, a limpeza foi feita a partir do tesouro de instituições criado para o uso no arquivo de produção científica e, portanto, pode haver ainda duplicidade no nome das instituições citantes.

Outra limpeza de dados se fez necessária. Os periódicos científicos que constituíram os canais de comunicação para publicação dos artigos da Química brasileira apresentaram incorreções no seu título e, por isso, havia duplicação de periódicos. A coleta de dados resultou em 975 periódicos científicos, que após a correção passou para 945 títulos. Um exemplo é o título *Arzneimittel-Forschung-Drug Research* que também aparecia como *Arzneimittelforschung-Drug Research*, embora fosse o mesmo periódico.

Para o tratamento estatístico dos dados utilizou-se principalmente os softwares estatísticos Microsoft Excel e SPSS, que facilitaram a análise de dados e a elaboração das tabelas e figuras deste trabalho. Para a criação dos mapas deste trabalho foi utilizado o software Philcarto.

3.4 Variáveis e indicadores da pesquisa

A definição das variáveis de uma pesquisa é procedimento primordial para que os objetivos propostos possam ser alcançados satisfatoriamente. Para que isso ocorra, as variáveis precisam estar diretamente relacionadas com os objetivos da pesquisa. Diante disso, a escolha das variáveis desta pesquisa foi feita a partir da análise das constantes em estudos nacionais e internacionais realizados anteriormente sobre produção científica e impacto. No Brasil, destacam-se as pesquisas realizadas pelo Grupo de Pesquisa Comunicação Científica¹⁵, do Programa de Pós-Graduação em Comunicação e Informação (PPGCOM) da Faculdade de Biblioteconomia e Comunicação (FABICO), da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Entre os estudos que colaboraram para uma definição mais clara e qualificada das variáveis deste trabalho estão os de Vanz (2009), Brambilla (2011), Santin (2013) e Hoppen (2014). No Quadro 5 são apresentados os objetivos deste estudo e as variáveis que

¹⁵ Grupo de Pesquisa Comunicação Científica. Disponível em:
<<http://dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/4793377448128261>>.

possibilitaram a identificação das características da produção científica em Química e seu impacto.

Quadro 5 - Resumo das variáveis analisadas.

Objetivos específicos	Dimensão da Análise	Variável	Campo da WoS
Identificar as características da produção científica brasileira em Química no que se refere ao idioma, aos periódicos científicos e a coautoria nacional e internacional.	Atividade	Idioma	LA
		Periódico	SO
		Coautoria	AU e C1
Examinar a produção da Química brasileira e também das instituições e regiões do país.	Atividade	Ano de publicação	PY
		Instituição brasileira	C1
		Região do país	C1
Averiguar a produção, as similaridades e diferenças nos perfis de publicação das subáreas da Química por meio das categorias de periódicos.	Atividade	Ano de publicação	PY
		Subárea	WC
Verificar o impacto da produção científica brasileira em Química por meio das citações recebidas.	Impacto	Citação recebida	Z9
Relacionar as citações recebidas com as características da produção científica nacional em Química, tais como: coautoria, periódicos, subáreas e instituições.	Impacto e Atividade	Coautoria e citações recebidas	AU + Z9
		Periódicos e Citações recebidas	SO + Z9
		Subáreas e Citações Recebidas	WC + Z9
		Regiões/Instituições e Citações Recebidas	C1+Z9
Investigar a visibilidade da produção científica brasileira em Química na comunidade científica internacional através da análise dos documentos citantes.	Impacto	Idioma	LA
		Tipologia documental	DT
		Periódicos	SO
		País citante	C1
		Instituição citante	C1

Fonte: elaborado pela autora.

De modo geral, para a realização de análises mais qualificadas de cada uma das variáveis do estudo utilizou-se principalmente de medidas descritivas da estatística básica, tais como: média, mediana, moda, percentual, desvio-padrão, entre outras.

Na análise de produtividade da Química brasileira buscou-se especialmente verificar a taxa média geométrica de crescimento da Química brasileira durante o

período de 2004-2013; analisar a contribuição da Química brasileira para a produção científica nacional e para a produção científica mundial da área e calcular o Índice de Atividade (IA).

O cálculo da taxa média geométrica de crescimento da Química brasileira foi feito a partir das indicações e explicações do Professor João Luiz Becker da Escola de Administração da UFRGS¹⁶. Segundo Becker (2015), como a análise está baseada no fenômeno de crescimento, o uso da média geométrica é mais apropriado do que a média aritmética. A fórmula utilizada foi:

$$r = \left[\left(\sqrt[n]{\frac{P_t}{P_0}} \right) - 1 \right] \times 100$$

Fonte: RIPSA, [201-?]¹⁷.

E traduzida, conforme as orientações de Becker (2015), para o software Excel da seguinte forma: **$i = [(P_t/P_0)^{(1/n)} - 1] * 100$**

Sendo que:

i = taxa média geométrica de crescimento;

P_t = valor no período final;

P₀ = valor no período inicial;

n = número de períodos de tempo, que no caso da Química embora sejam dez anos de análise há somente nove de capitalização (BECKER, 2015).

A contribuição da Química brasileira para a produção científica nacional e mundial foi obtida por meio do cálculo entre a quantidade de artigos publicados pela Química brasileira sobre o total de artigos que constituem a produção científica nacional/mundial da área. Após, transformou-se o resultado em percentual ao se multiplicar o valor obtido por 100:

¹⁶ A consulta ao professor ocorreu por e-mail em 16 de abril de 2015 e, presencialmente, ao final da disciplina de Métodos Estatísticos (2015/1).

¹⁷ A fórmula foi consultada na Rede Interagencial de Informações para a Saúde (RIPSA). Disponível em: <http://www.ripsa.org.br/fichasIDB/pdf/ficha_A.3.pdf>. Acesso em: 08 março 2016.

$$\frac{\text{Número de artigos da Química brasileira}}{\text{Número de artigos da produção científica nacional}} \times 100$$

O Índice de Atividade é um dos indicadores relativos que mensuram o esforço empreendido por um país na pesquisa científica (FRAME, 1977; SCHUBERT; BRAUN, 1986; NAGPAUL; PANT, 1993; LETA; THUIS, GLANZEL, 2013). Este índice possibilita comparar a produção científica dos países, identificando o perfil científico de cada nação, isto é, quais áreas são mais desenvolvidas e quais necessitam de um esforço maior para seu crescimento a fim de alcançar, ao menos, a média da ciência mundial.

Em análises sobre uma determinada subárea ou disciplina de um país, como é o caso desta pesquisa e também da pesquisa de Salini et al. (2014), é possível saber se o campo científico apresenta produtividade superior, igual ou inferior a produtividade mundial da área.

O Índice de atividade é concebido da seguinte forma:

$$IA - \frac{\text{Contribuição de um país na publicação mundial de uma determinada área}}{\text{Contribuição de um país na publicação mundial em todas as áreas}}$$

ou,

$$IA - \frac{\text{Contribuição de uma determinada área na produção total de um país}}{\text{Contribuição de uma determinada área na produção mundial}}$$

ou seja:

$$(IA)_{ij} = [(n_{ij}/n_{io}) / (n_{oj}/n_{oo})]$$

n_{ij} = nº de publicações de um país em uma determinada área;

n_{io} = nº de publicações de um país em todas as áreas;

n_{oj} = nº de publicações de todos os países em uma determinada área;

n_{oo} = nº total de publicações de todos os países em todas as áreas (NAGPAUL; PANT, 1993¹⁸).

¹⁸ A fórmula apresentada no trabalho de NagPaul e Pant é: $(IA)_{ij} = [(n_{ij}/n_{io}) / (n_{oj}/n_{oo})] \times 100$, ou seja, diferente da utilizada neste trabalho. Optou-se pelo uso da fórmula sem a multiplicação por 100, tendo em vista que outros estudos usam a fórmula sem a multiplicação, tornando o número 1 como normalizado para produção científica mundial.

Sendo que o resultado:

IA inferior a 1: A área de pesquisa de um país está abaixo do padrão normal mundial de produção científica para a área;

IA igual a 1: A área de pesquisa de um país está dentro do padrão normal mundial;

IA superior a 1: A área de pesquisa de um país está acima do padrão normal mundial.

3.5 Limitação do estudo

A limitação deste estudo está relacionada com a cobertura da WoS. Muito embora ela contenha os principais periódicos das ciências exatas e tenha uma cobertura de 90% da área de Química, ela não indexa uma parte da produção científica mundial, especialmente àquela produzida pelos países periféricos como o Brasil.

Diante disso, uma parte da produção científica mundial não se torna visível para a comunidade científica. Em análises de produção científica e impacto, que se utilizam da WoS, é necessário considerar que os resultados encontrados refletem os dados constantes na base de dados, e que, se fossem utilizadas outras fontes, as análises poderiam obter resultados um pouco diferentes. Nesse sentido, a limitação deste estudo está ancorada no fato de que a produção científica brasileira em Química e seu impacto foram determinados pelos dados constantes na WoS.

4 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

Com base nos objetivos propostos pelo presente estudo, são apresentadas as análises realizadas sobre a produção científica em Química e seu impacto. A primeira subseção refere-se ao delineamento do perfil da produção científica brasileira em Química, enquanto que a segunda subseção diz respeito às análises de impacto da área.

4.1 Perfil da produção científica brasileira em Química

A produção científica caracteriza-se por ser o conjunto das contribuições científicas feitas por pesquisadores à Ciência na forma de publicações¹⁹. Como ressaltado anteriormente, conhecer o perfil da produção científica de um país ou área do conhecimento é importante, pois pode proporcionar a identificação de temáticas que necessitam de um investimento maior e áreas que já se consolidaram e que, por essa razão, são mais conhecidas e os seus benefícios mais visíveis.

O perfil de uma área do conhecimento pode ser traçado a partir das características inerentes do próprio campo científico durante seu processo de comunicação científica. A análise de produtividade, por exemplo, mostra a evolução de uma ciência em um determinado período de tempo. Essa evolução pode ser positiva, demonstrando o crescimento ou surgimento de novas temáticas; ou negativa, que aponta para o declínio e possível esgotamento das pesquisas. Semelhantemente, a produtividade de instituições e regiões brasileiras descortina como ocorre o desenvolvimento científico no país, especialmente no que diz respeito às regiões e instituições mais especializadas em determinadas áreas ou, ainda, se há desigualdades regionais no país.

A análise de coautoria pode indicar se os pesquisadores de uma determinada ciência desenvolvem pesquisas isoladas ou em grupo e se participam de redes de

¹⁹ Neste estudo, a produção científica em Química é representada pelos artigos científicos publicados entre 2004 e 2013 e que se encontram indexados na WoS.

pesquisas científicas com outros países. Identificar a predominância de um idioma utilizado pelos pesquisadores em suas publicações pode assinalar para algumas questões importantes, tais como: o caráter exógeno ou endógeno da pesquisa desenvolvida e a visibilidade nacional versus internacional. Da mesma forma, a preferência por periódicos nacionais ou estrangeiros também podem suscitar esses questionamentos.

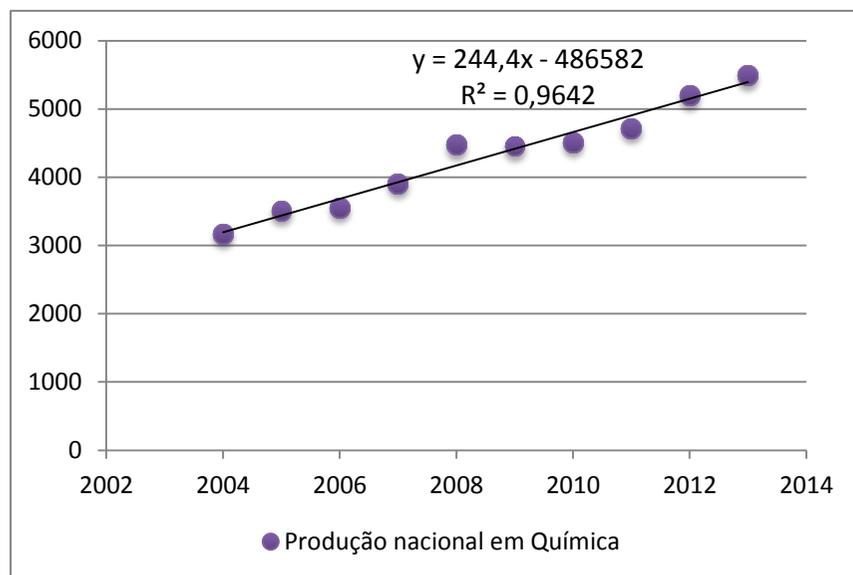
Neste contexto, apresenta-se, a seguir, o perfil da produção científica brasileira em Química.

4.1.1 *Produtividade da Química brasileira: comparação em nível nacional e internacional*

Uma das formas mais usuais de se analisar a produtividade de uma área ou país é por meio da contagem do número de documentos publicados em certo período de tempo. À vista disso, aprecia-se que a produção científica brasileira em Química, observada entre 2004 e 2013, é composta por 42.954 artigos científicos publicados em 945 periódicos, com média de 4.295 artigos por ano.

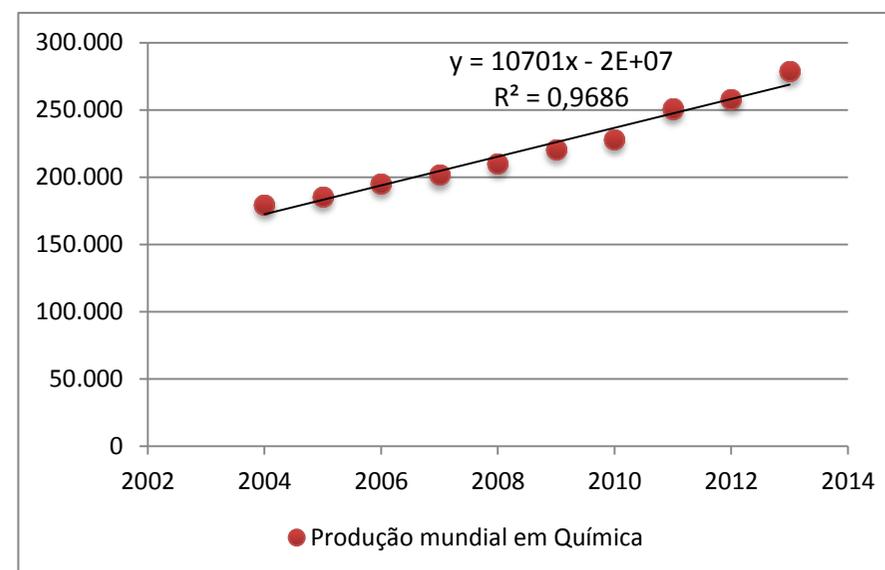
A produção científica em Química apresenta um crescimento linear na sua produtividade, demonstrado pelo coeficiente de correlação linear R^2 igual a 0,964 (Figura 8). O resultado mostra a existência de correlação entre o tempo (em anos) e a produtividade da área, isto é, com o avanço dos anos houve um crescimento linear no número de artigos publicados pela Química brasileira. Fato também visível para a produção científica mundial em Química (Figura 9).

Figura 8- Crescimento no número de artigos publicados pela Química brasileira entre 2004 e 2013 (WoS)



Fonte: dados da pesquisa.

Figura 9 - Crescimento no número de artigos publicados pela Química mundial entre 2004 e 2013 (WoS)



Fonte: dados da pesquisa.

Além disso, a Química brasileira apresentou um crescimento médio geométrico anual de 6,29% no número de artigos publicados e um aumento total de 73,19% no período entre 2004 a 2013. Ao se comparar a produtividade da Química com a produtividade total nacional percebe-se que a área cresceu; porém, seu crescimento foi inferior tanto à média geométrica nacional (10,25%)²⁰ quanto ao crescimento total da produção científica nacional (140,58%). Em contrapartida, a Química nacional superou a taxa média geométrica de crescimento anual da produção científica mundial (5,15%) e, também, o crescimento total (57,12%). O mesmo ocorreu com a produção mundial da área, que foi de 5,00% e de 55,12% (Tabela 4).

Ademais, apesar da diferença no período estudado, a taxa de crescimento da Química brasileira foi superior à da Coreia do Sul - país pertencente ao modelo japonês, isto é, com vantagem competitiva revelada em áreas como a Química e a Engenharia - que obteve um crescimento de aproximadamente 5,00% no período entre 1993 e 2012 (MAGNONE, 2014).

²⁰ Na pesquisa de Glanzel, Leta e Thijs (2006), a produção científica nacional havia crescido 8% no período de 1991 a 2003. Os dados desta pesquisa apontam para um crescimento de 10,25% entre 2004 e 2013, constatando o fato de que a pesquisa nacional apresenta um comportamento de constante crescimento nos últimos anos.

Tabela 4 - Crescimento anual da produção científica entre 2004 e 2013.

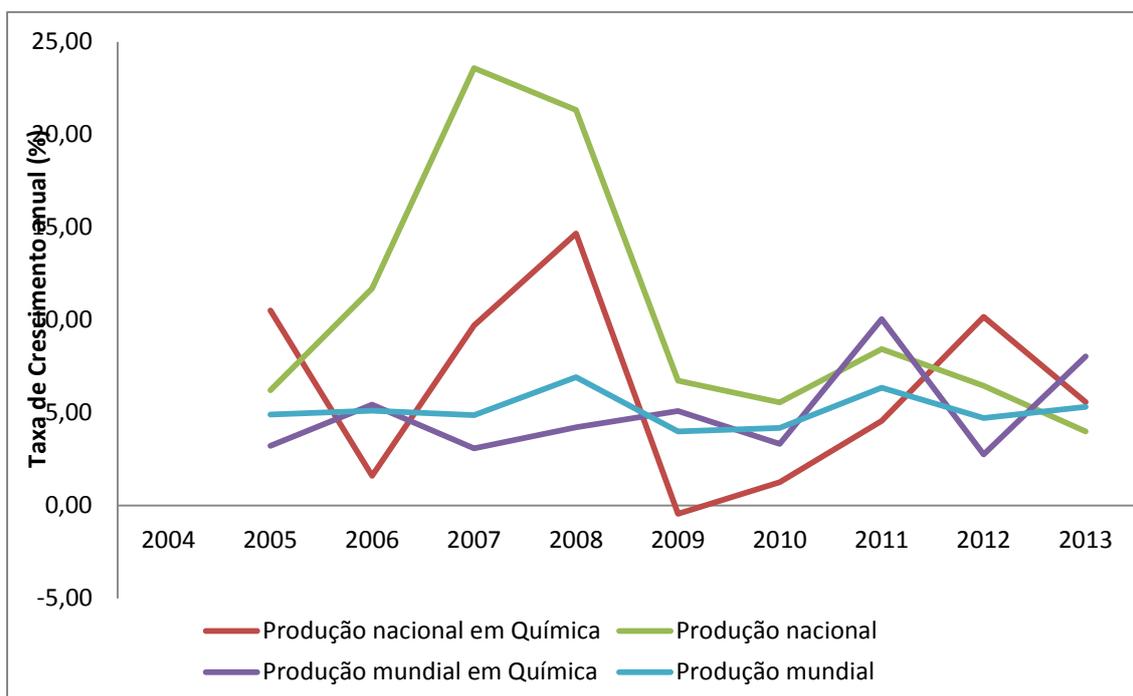
Ano	Produção científica nacional em Química	%	Taxa de crescimento anual	Produção científica nacional	%	Taxa de crescimento anual	Produção científica mundial em Química	%	Taxa de crescimento anual	Produção Mundial	Taxa de crescimento anual
2004	3.167	7,37	--	15.962	5,78	--	179.456	8,13	--	885.251	--
2005	3.500	8,15	10,51	16.955	6,14	6,22	185.243	8,39	3,22	928.706	4,91
2006	3.556	8,28	1,60	18.939	6,86	11,70	195.332	8,85	5,45	976.180	5,11
2007	3.901	9,08	9,70	23.405	8,48	23,58	201.354	9,12	3,08	1.023.687	4,87
2008	4.473	10,41	14,66	28.397	10,29	21,33	209.858	9,51	4,22	1.094.593	6,93
2009	4.453	10,37	-0,45	30.308	10,98	6,73	220.556	10,00	5,10	1.138.261	3,99
2010	4.509	10,50	1,26	31.992	11,59	5,56	227.885	10,33	3,32	1.185.810	4,18
2011	4.715	10,98	4,57	34.691	12,57	8,44	250.792	11,37	10,05	1.261.089	6,35
2012	5.195	12,09	10,18	36.928	13,38	6,45	257.724	11,68	2,76	1.320.641	4,72
2013	5.485	12,77	5,58	38.402	13,91	3,99	278.432	12,62	8,03	1.390.890	5,32
Média	4.295	-	6,29*	27.598	-	10,25*	220.663	-	5,00*	1.120.511	5,15*
Total	42.954	100,00	73,19	275.979	100,00	140,58	2.206.632	100,00	55,15	11.205.108	57,12

*Taxa média geométrica de crescimento anual para o período de 2004 a 2013.

Fonte: dados da pesquisa.

No que concerne ao crescimento ano a ano, percebe-se que a produção científica nacional apresentou uma grande evolução no número de artigos publicados no período entre 2006 e 2007, enquanto a Química brasileira cresceu significativamente em 2008 (14,66%)²¹, e decresceu em 2009 (-0,45%). A Química mundial apresentou crescimento considerável na sua produção científica em 2011, notadamente ano em que se comemorou o "Ano Internacional da Química"²².

Figura 10 - Taxa de crescimento anual (%) da produção científica nacional e mundial em Química e da produção científica nacional e mundial geral entre 2004 e 2013.



Fonte: dados da pesquisa.

Um dos fatores que podem ter auxiliado no incremento da produção científica em Química foi o aumento no número de periódicos brasileiros indexados na WoS. Estudos como os de Leta, Thijs e Glanzel (2013) e de Vargas, Vanz e Stumpf (2014)

²¹ De acordo com Magnone (2014), a Coreia do Sul também obteve um crescimento significativo na área em 2008. A justificativa apontada pelo autor foi a mudança drástica ocorrida nas categorias de periódicos da WoS neste ano.

²² Ano Internacional da Química foi uma iniciativa da UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura) e da IUPAC (União Internacional de Química Pura e Aplicada) por ocasião do centenário do Premio Nobel em Química concedido a Marie Curie (1867-1934) pela descoberta dos elementos Rádio e Polônio; Comemorou-se também os 100 anos de fundação da Associação Internacional das Sociedades de Química. O objetivo era celebrar as conquistas da área e mostrar as contribuições que a mesma tem trazido à sociedade (REZENDE, 2011).

mencionam que o aumento no número de títulos brasileiros na WoS tem sido uma das causas que proporcionaram o crescimento da produção científica nacional nos últimos anos. Semelhantemente, Packer (2011) esclarece que a indexação de novos títulos nacionais auxiliou na elevação do posicionamento do Brasil no ranking de produção científica mundial. Segundo o autor, em 2007, os 34 periódicos brasileiros que estavam indexados na WoS contribuíram com 18% da produção científica nacional, enquanto que em 2009, com o aumento na quantidade de títulos brasileiros indexados para 129 revistas houve uma participação maior (36%) na produção científica nacional.

Diante disso, o crescimento na produção científica brasileira em Química pode estar relacionado à mudança ocorrida na cobertura de periódicos da WoS, pois dos nove periódicos nacionais utilizados pelos pesquisadores brasileiros da área para publicar seus artigos, somente três estavam indexados na WoS em 2007, e a maioria passou a ser indexada entre 2008 e 2010.

Isso ocorreu porque entre os anos de 2007 e 2009, 1.600 periódicos regionais²³ começaram a ser indexados nesta base de dados. Estes periódicos representam 55% dos novos periódicos indexados entre 2005 e 2010 e 45% dos novos indexados entre 2000 e 2010 (TESTA, 2011). Ademais, com exceção dos países líderes na cobertura de periódicos na WoS (Inglaterra, Estados Unidos, Holanda e Alemanha), o Brasil está entre os três países (Espanha, Brasil e Austrália) que obtiveram o maior número de periódicos indexados (105 títulos) entre 2005 e 2010 (TESTA, 2011).

Em relação aos periódicos mundiais de Química indexados na WoS, identifica-se um aumento de 185 títulos entre 2005 e 2010 e de 78 entre 2010 e 2015. Algumas subáreas obtiveram crescimento expressivo no número de revistas científicas indexadas neste período. É o caso, por exemplo, das subáreas Ciência dos Materiais Multidisciplinar, Química Multidisciplinar, Química Medicinal e Engenharia Química que aumentaram, respectivamente, em 44, 24, 19 e 19 títulos indexados entre 2005 e 2010. O aumento no número de periódicos nas subáreas da Química também pode ter contribuído para o crescimento da produtividade da área no Brasil em 2008 (Tabela 5).

²³ Entre os periódicos regionais incluem-se também os títulos publicados por países da América Latina, tais como: Argentina (aumento de 15 títulos entre 2005 e 2010), Chile (35 novos periódicos), Colômbia (22 novos títulos), Venezuela (com 10 novas revistas indexadas neste período).

Tabela 5 - Quantidade de periódicos de Química indexados na Wos entre 2005 e 2015.

Subárea	2005	2010	2015*	Aumento (2005-2010)	Aumento 2010-2015
Química Analítica	68	75	76	7	1
Química Aplicada	58	71	71	13	0
Química Inorgânica e Nuclear	46	44	46	-2	2
Química Medicinal	36	55	58	19	3
Química multidisciplinar	123	147	158	24	11
Química Orgânica	57	57	58	0	1
Físico-Química	111	125	140	14	15
Engenharia Metalúrgica e Metalurgia	68	74	73	6	-1
Espectroscopia	41	44	43	3	-1
Engenharia Química	115	134	136	19	2
Termodinâmica	41	51	55	10	4
Eletroquímica	22	27	27	5	0
Ciência dos Polímeros	75	80	83	5	3
Ciência dos Materiais, Papel e Madeira	18	22	21	4	-1
Ciência dos Materiais Cerâmica	27	25	25	-2	0
Ciência dos Materiais Multidisciplinar	177	221	260	44	39
Ciência dos Materiais Caracterização e Teste	25	33	33	8	0
Ciência dos Materiais Revestimento e Películas	17	18	17	1	-1
Ciência dos Materiais Compostos	22	24	24	2	0
Ciência dos Materiais Têxteis	16	21	22	5	1
Total	1163	1348	1426	185	78

* dados referentes ao ano de 2015 foram coletados do site da Thompson Reuters. Disponível em: <<http://ip-science.thomsonreuters.com/cgi-bin/jrnlst/jlsubcatg.cgi?PC=D>>.

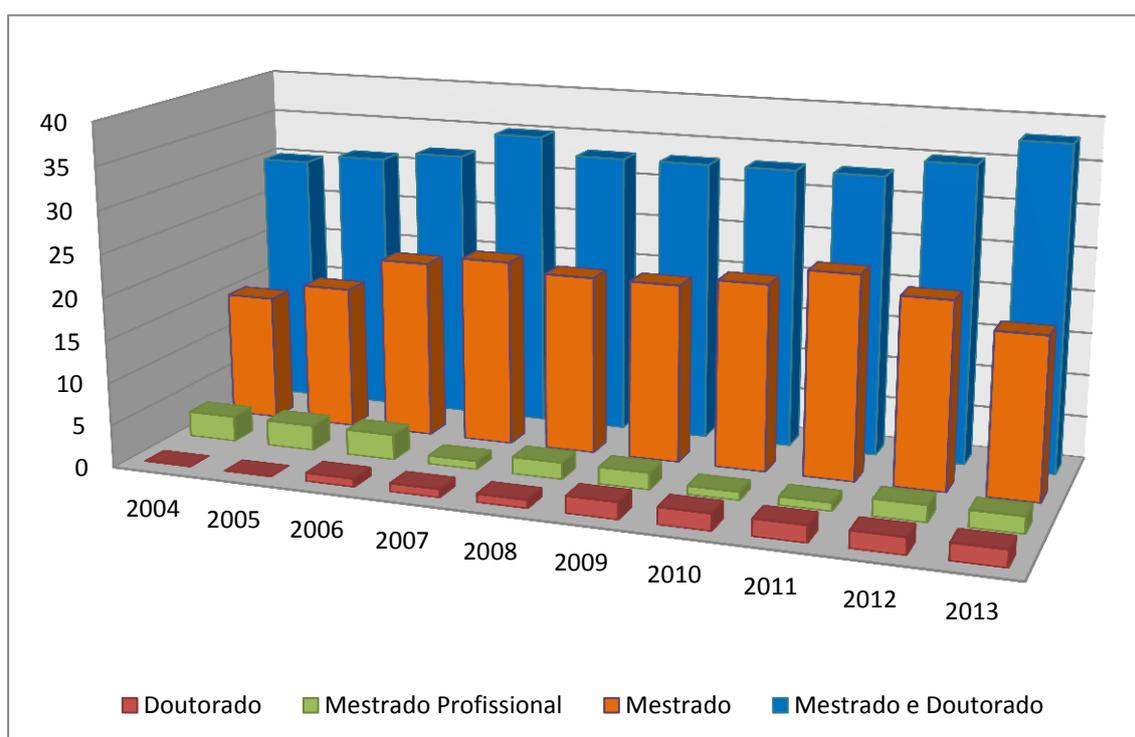
Fonte: dados da pesquisa e dados consultados em Testa (2011).

Outro aspecto que deve ser considerado é o investimento na ciência brasileira nos últimos anos, especialmente na pós-graduação (LETA; THUIS; GLANZEL, 2006; 2013) Este aspecto, juntamente com o crescimento no número de programas, docentes e discentes matriculados e titulados, pode, também, ter ocasionado o crescimento na produtividade da Química.

Em 2004, a pós-graduação brasileira em Química era composta por 48 programas, sendo 30 cursos que ofereciam conjuntamente mestrado e doutorado, 15 cursos com somente mestrado, 3 com mestrado profissional e nenhum curso que oferecesse somente doutorado. Em 2013, a quantidade de programas existentes chegou a 61, com 38 programas ofertando mestrado e doutorado, 19 mestrado, 2

mestrado profissional e 2 doutorado. Com base nestes dados, verifica-se que, no período de dez anos, apesar da oscilação no número de cursos oferecidos e a redução ocorrida em 2009 em relação ao ano anterior, a pós-graduação brasileira em Química obteve um crescimento de 27% no número de cursos ofertados (Figura 11). Observa-se, também, que a pós-graduação da Química oferece principalmente programas com cursos de mestrado e de doutorado conjuntamente do que isoladamente, tendo em vista que o número de cursos conjuntos é muito superior aos isolados.

Figura 11 - Quantidade de programas de pós-graduação em Química por modalidade no período entre 2004 e 2013.



Fonte: dados da pesquisa.

Percebe-se uma evolução na quantidade de docentes pertencentes à pós-graduação brasileira em Química. No ano de 1993, 910 docentes estavam vinculados a programas de pós-graduação em Química (BROCKSOM; ANDRADE, 1997). Após aproximadamente dez anos, houve um crescimento de 25% neste número, passando para 1.141 docentes. Na década seguinte, o crescimento triplicou em relação à década anterior, com aumento de 73,01% na quantidade de docentes de pós-graduação em Química.

O mesmo fato pode ser observado para o número de discentes matriculados e titulados da área de Química. A quantidade de discentes dobrou na última década em comparação com a década anterior, demonstrando que a pós-graduação brasileira cresceu substancialmente nos últimos anos (Tabela 6).

Tabela 6 – Crescimento da pós-graduação brasileira entre 1993 e 2013

Ano	Docentes	Taxa de Crescimento (%)	Discentes matriculados	Taxa de crescimento (%)	Discentes titulados	Taxa de crescimento (%)
1993	910	--	2.347	--	635	--
2004	1.141	25,38	3.268	39,24	836	31,65
2013	1.974	73,01	5.974	82,80	1.597	91,03
Total	-	116,92	-	154,54	-	151,50

Fonte: dados referentes ao ano de 1993 foram obtidos de Brocksom e Andrade (1997), os demais dados são referentes à própria pesquisa.

Quando os dados da pós-graduação são confrontados com a produtividade da área, no período entre 2004 e 2013, verifica-se que a produção científica brasileira em Química apresenta uma taxa de crescimento médio geométrico anual muito próxima da taxa referente ao número de docentes e ao de discentes matriculados e titulados. À medida que o número de docentes cresceu em média geométrica de 6,28% ao ano e o número de discentes matriculados e titulados também cresceu, respectivamente 6,93% e 7,46% ao ano, a produção científica nacional da área progrediu com média geométrica de 6,29% no período estudado.

O crescimento total da pós-graduação em Química também é similar ao crescimento total da produção científica da área. Enquanto o número de docentes aumentou em 73,01%, o número de discentes matriculados em 82,80% e de discentes titulados em 91,03%, a produção científica nacional em Química obteve um crescimento de 73,19% no período entre 2004 e 2013 (Tabela 7). Esse fato demonstra que, aparentemente, o crescimento no número de docentes de pós-graduação ocasionou um aumento na produtividade da área.

Além disso, nota-se que quando as taxas de crescimento anual da pós-graduação diminuem em um determinado ano, o ano posterior apresenta uma queda na produtividade da área. É o caso, por exemplo, do ano de 2008, onde houve uma queda no crescimento da pós-graduação e, no ano seguinte (2009), a produção científica da área decaiu -0,45%. Da mesma forma, quando houve um crescimento no número de discentes em 2007, houve um aumento na produção científica em 2008 (Figura 12).

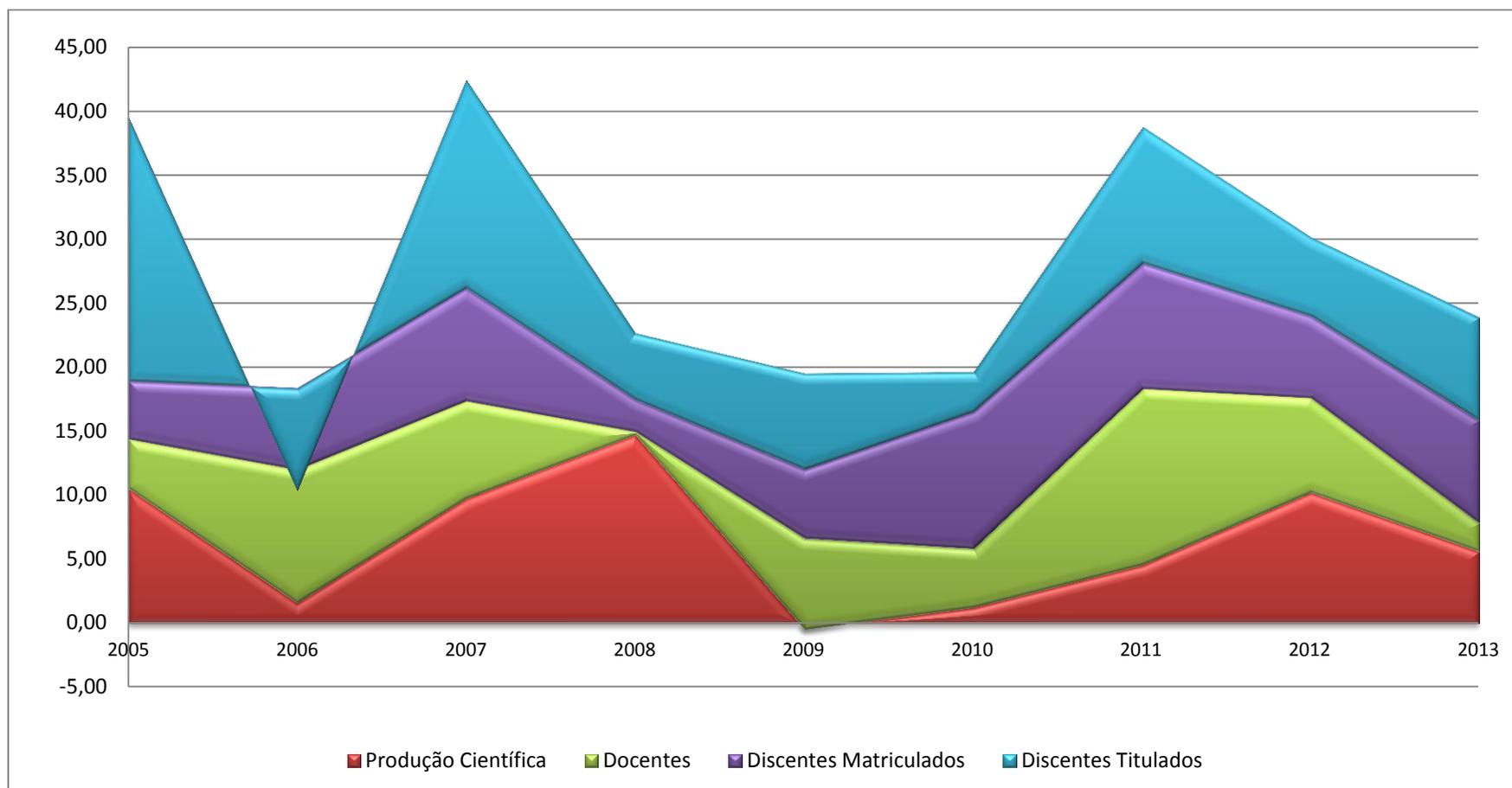
Tabela 7 - Dados da pós-graduação brasileira em Química e da produção científica nacional da área.

Ano	Produção científica em Química	Taxa de crescimento (%)	Docentes	Taxa de crescimento (%)	Discentes matriculados	Taxa de crescimento (%)	Discentes titulados	Taxa de crescimento (%)
2004	3.167	--	1.141	--	3.268	--	836	--
2005	3.500	10,51	1.185	3,86	3.417	4,56	1.009	20,69
2006	3.556	1,60	1.308	10,38	3.635	6,38	928	-8,03
2007	3.901	9,70	1.408	7,65	3.956	8,83	1.079	16,27
2008	4.473	14,66	1.412	0,28	4.056	2,53	1.135	5,19
2009	4.453	-0,45	1.512	7,08	4.275	5,40	1.220	7,49
2010	4.509	1,26	1.581	4,56	4.733	10,71	1.258	3,11
2011	4.715	4,57	1.798	13,73	5.198	9,82	1.392	10,65
2012	5.195	10,18	1.931	7,40	5.530	6,39	1.478	6,18
2013	5.485	5,58	1.974	2,23	5.974	8,03	1.597	8,05
Média (2004-2013)	4.295	6,29*	1.525	6,28*	4.404	6,93*	1.193	7,46*
Total (2004-2013)	42.954	73,19	15.250	73,01	44.042	82,80	11.932	91,03

*Taxa média geométrica de crescimento anual para o período de 2004 a 2013.

Fonte: dados da pesquisa.

Figura 12 – Taxa de crescimento da produção brasileira em Química e da pós-graduação da área.



Fonte: dados da pesquisa.

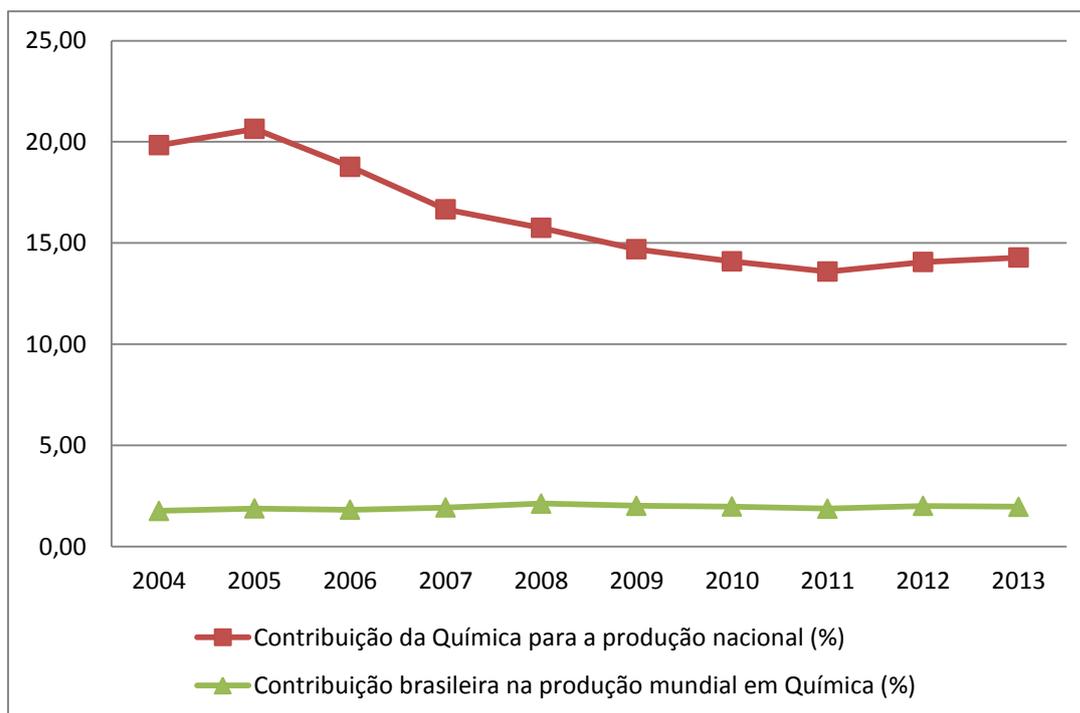
Com os resultados obtidos, pode-se confirmar que são verdadeiras as afirmações de que a pós-graduação brasileira é a responsável pela ciência nacional, inclusive na área da Química; à medida que as instituições públicas de ensino superior têm sido aquelas que mais produzem conhecimento científico no Brasil. (LETA; DE MEIS, 1996).

Desde a metade do século XX, pesquisas desenvolvidas pelos diversos campos científicos, mas especialmente pela bibliometria e cientometria, têm procurado identificar qual a contribuição de cada país para o acervo de conhecimentos que é acumulado a cada ano com a publicação dos resultados científicos²⁴.

No que se refere à contribuição da Química brasileira para a produção científica mundial da área, verifica-se que, no período entre 2004 e 2013, ela colaborou com 1,95% da produção mundial em Química, sendo que o ano de 2008 foi aquele com maior contribuição (2,13%) e o de 2004 de menor contribuição (1,74%). Ainda, pode-se observar que a Química brasileira obteve uma contribuição maior do que a Coreia do Sul, que no estudo de Magnone (2014) representou 1,79% da produção mundial da área no período de 1993 a 2012 (Tabela 8).

²⁴ Exemplos de pesquisas realizadas: NagPaul e Pant (1993), Fink et al. (2014), Almeida e Guimarães (2013), Harzing e Giroud (2014).

Figura 13 - Contribuição anual da Química brasileira para a produção nacional e produção mundial em Química (2004 a 2013).



Fonte: dados da pesquisa.

No contexto brasileiro, a Química aumentou sua contribuição na produção científica nacional quando comparada com períodos anteriores a 2004. De acordo com Leta e De Meis (1996), no período entre 1981 e 1993, a Química representava 8,4% da produção nacional. Nesta época, a Biomedicina (25,7%) e a Física (18,2%) eram as áreas mais produtivas. Já Harzing e Giroud (2014) observaram que a produção científica brasileira entre 2002 e 2012 apresentava como áreas mais produtivas a Agricultura e a Ciência das Plantas e Animais. No estudo de Vanz (2009) foi constatado que a Química foi a área mais produtiva da Ciência brasileira entre 2004 e 2006, representando 15,2% da produção científica nacional. Com resultado similar ao de Vanz (2009), o presente estudo verificou que a Química foi responsável pela publicação de 15,5% da produção científica brasileira no período entre 2004 e 2013.

A significativa contribuição apontada por Vanz (2009) confirma-se nesta pesquisa, pois os anos entre 2004 e 2006 foram aqueles em que a área mais contribuiu com a produção científica nacional (Tabela 8). Por outro lado, verifica-se um decréscimo na contribuição, especialmente a partir de 2007.

Tabela 8 - Comparação da produção científica brasileira em Química com a produção mundial na área e a totalidade de produção nacional

Ano	Produção brasileira em Química	Produção nacional	Contribuição da Química para a produção nacional (%)	Produção mundial	Produção mundial em Química	Contribuição brasileira na produção mundial em Química (%)
2004	3.167	15.962	19,84	885.251	179.456	1,76
2005	3.500	16.955	20,64	928.706	185.243	1,89
2006	3.556	18.939	18,78	976.180	195.332	1,82
2007	3.901	23.405	16,67	1.023.687	201.354	1,94
2008	4.473	28.397	15,75	1.094.593	209.858	2,13
2009	4.453	30.308	14,69	1.138.261	220.556	2,02
2010	4.509	31.992	14,09	1.185.810	227.885	1,98
2011	4.715	34.691	13,59	1.261.089	250.792	1,88
2012	5.195	36.928	14,07	1.320.641	257.724	2,02
2013	5.485	38.402	14,28	1.390.890	278.432	1,97
Total (2004-2013)	42.954	275.979	15,56	11.205.108	2.206.632	1,95

Fonte: dados da pesquisa.

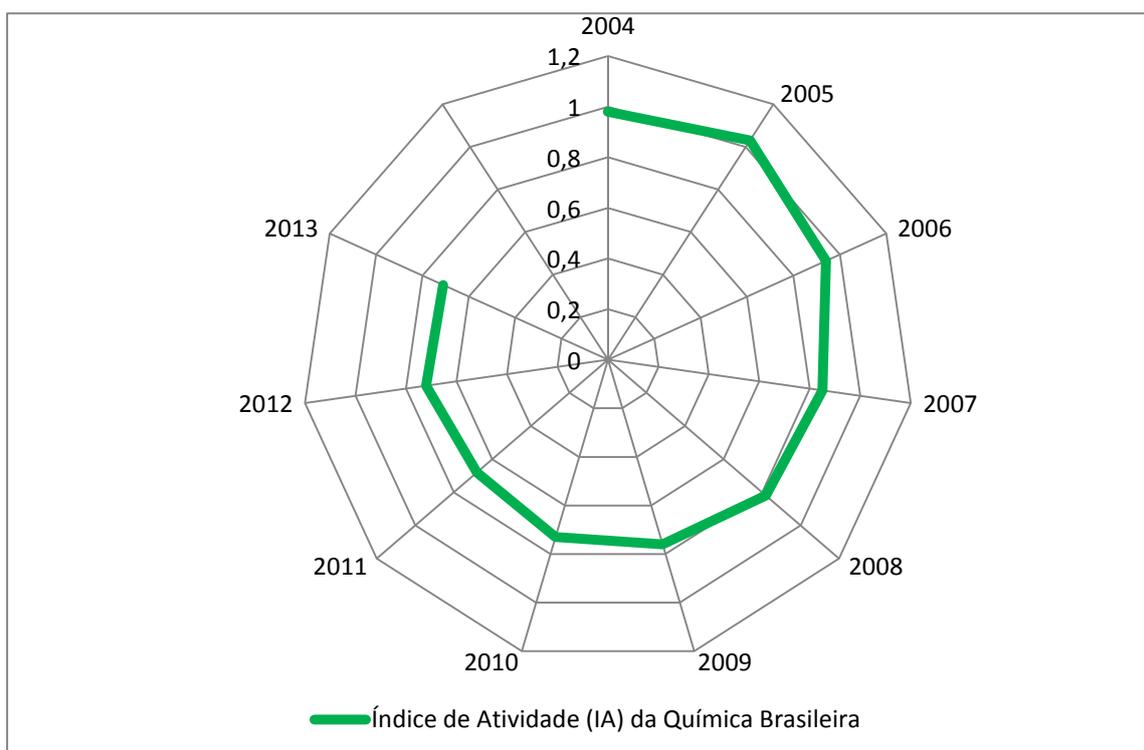
Considerando-se que o Brasil faz parte do conjunto de países que compõem a América Latina e que ele, dentre o conjunto destas nações, tem apresentado maior produtividade científica (GLANZEL; LETA; THIJIS, 2006; LETA; THIJIS; GLANZEL, 2013), pode-se inferir pelo estudo de Frame (1977) que, na década de 70, a Química brasileira apresentava produtividade inferior a mundial, já que o índice de atividade da área para a América Latina era de somente 0,57, isto é, a América Latina investia 43% menos em Química do que a produção mundial da área.

Semelhantemente, entre 1989 e 1993, as subáreas da Química brasileira, em sua maioria, não conseguiram alcançar a produtividade mundial da área. De acordo com os dados constantes na pesquisa de Braun, Glanzel e Grupp (1995) somente a subárea de Química Analítica obteve um índice de atividade superior a 1, enquanto as demais subáreas do estudo obtiveram um índice inferior ou aproximado do padrão mundial.

Neste contexto, a produtividade relativa da Química brasileira (2004-2013), determinada por meio do Índice de Atividade, mostra que a produção nacional encontra-se 31% abaixo do padrão mundial para a área, tendo em vista que seu índice

de atividade para o período completo é de 0,79, ou seja, inferior ao padrão mundial. Verifica-se também que o único ano em que a produção nacional nesta área obteve um índice acima do valor 1 foi em 2005, perceptivelmente no ano em que a Química brasileira mais contribuiu para a produção científica nacional da área. A partir de 2006, o valor do índice decresce consideravelmente, provável reflexo da diminuição na contribuição da Química para a produção científica nacional (Figura 14).

Figura 14 - Índice de Atividade da Química brasileira no período entre 2004 e 2013 em relação ao padrão mundial (1).



Fonte: dados da pesquisa.

Como o Índice de Atividade averigua o esforço empreendido por um país no desenvolvimento das diversas áreas do conhecimento, é compreensível que a Química brasileira apresente um Índice de Atividade abaixo do padrão mundial. Isto porque, o Brasil pertence ao grupo de países que se enquadram no modelo denominado "Bio-environmental model", cujas áreas de pesquisa são principalmente: Agricultura e Ciências da Terra, Biologia e Ciências Espaciais. Este modelo não engloba a Química, que pertence ao "japanese model". Diante disso, pode-se compreender que a produtividade científica brasileira seja maior na Agricultura e Biologia, e, por isso, o

Índice de Atividade é maior nestas áreas, entre 1,5 e 2,0, ou seja, acima da média mundial e superior à média da Química (LETA; THIJIS; GLANZEL, 2013).

4.1.2 A produtividade dos pesquisadores e a coautoria na Química brasileira

A Ciência é construída socialmente e produzida, na maioria das vezes, de forma colaborativa. Já na década de 70, historiadores e filósofos da ciência percebiam a mudança que vinha ocorrendo no desenvolvimento científico, especialmente após a Segunda Guerra Mundial. Solla Price (1976), por exemplo, verificou o crescimento contínuo na coautoria das publicações e previa que, se a ciência continuasse a apresentar o mesmo padrão, em 1980 não haveria mais artigos publicados individualmente.

Esta previsão não se concretizou de forma plena; porém, nota-se cada vez mais o crescimento no número de autores por publicação e a diminuição de artigos com autoria individual. Alguns estudos bibliométricos têm demonstrado que a Ciência brasileira segue este padrão e publica majoritariamente em coautoria. Vanz (2009), por exemplo, observou que a produção científica brasileira, no período entre 2004 e 2006, continha em média 6,3 autores por documento e somente 3,9% desses documentos apresentavam autoria única. Este último percentual é próximo do encontrado por Caregnato et al. (2014) para a produção científica do Estado do Rio Grande do Sul (2000-2010), que apresentou somente 3,80% dos documentos com autoria individual, sendo que 86,95% das publicações tinham entre dois e oito autores.

No caso de áreas e temáticas específicas, nota-se que grande parte delas apresenta a maioria dos artigos em coautoria, especialmente as que compõem as ciências exatas, tecnológicas e da saúde. Hoppen (2014), ao estudar a Neurociências do Brasil, observou que 72,38% dos artigos apresentavam de três a oito autores e que somente 1,43% tinham autoria individual. As Ciências da Saúde também publica constantemente em coautoria, considerando-se que 2% de sua produção científica possuem um único autor e que mais de 94% das publicações têm entre dois e 10 pesquisadores (MAIA, 2014). A temática Biologia Evolutiva assemelha-se as demais áreas descritas acima, haja vista que apenas 3,6% dos artigos contêm autoria única e 96,4% autoria múltipla (SANTIN; VANZ; STUMPF, 2014).

A Química brasileira também se caracteriza por publicar artigos científicos em coautoria. Em 1975, Carvalho constatou que 23% dos artigos de Química eram escritos com autoria individual, 42% de dois autores e 35% de três a nove autores e, em média os artigos apresentavam 2,34 autores. Souza, Barbastefano e Lima (2012), ao analisarem a colaboração presente nos artigos da revista Química Nova, obtiveram uma taxa menor de autoria única (10,2%). Na presente pesquisa, entre os 42.954 artigos que compõem a produção científica nacional em Química, 98,68% foram publicados em coautoria e somente 1,32% deles apresentam autoria única no período entre 2004 e 2013. Esse percentual é um pouco superior ao encontrado para a produção científica chinesa, na qual 92,20% dos documentos publicados em 2001, na área de Química, foram escritos em coautoria (YAN et al., 2005); já o percentual é próximo da taxa da Índia, na qual 96,97% dos artigos publicados entre 2000 e 2009 foram de coautoria de dois ou mais pesquisadores (PRADHAN; PANDA; CHANDRAKAR, 2011).

Há uma grande amplitude entre o número mínimo e máximo de autores por artigo brasileiro em Química, conforme pode ser verificado na Tabela 9. O artigo que se destaca pela expressiva quantidade de autores (816 autores) foi publicado em 2006, pelo periódico da Elsevier denominado Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A - Accelerators Spectrometers Detectors and Associated Equipment. Em 2014, o Fator de Impacto desta revista foi de 1.216, enquanto, em 2006, era de 1.185. Pertencente à subárea de Química denominada Espectroscopia, este artigo foi escrito por pesquisadores brasileiros com a colaboração de cientistas de diversos países, tais como: França, Alemanha, Argentina, Equador, Índia, República Tcheca, Coreia do Sul, Holanda, etc., e obteve 430 citações no período estudado.

Tabela 9 - Estatística descritiva do número de autores por artigo.

Medidas descritivas	Resultado
Média	4,99
Erro padrão	0,04
Mediana	4,00
Moda	4,00
Desvio padrão	7,83
Variância da amostra	61,29
Mínimo	1,00
Máximo	816,00

Fonte: dados da pesquisa.

Em relação à quantidade de coautores, percebe-se que a maioria dos artigos (97,93%) apresenta entre dois e dez autores e que 20,20% deles contêm quatro autores, fato evidenciado também na pesquisa de Vanz (2009), na qual a Química apresentava média de 4,6 autores por artigo (Tabela 10).

Tabela 10 – Quantidade de autores por artigo da Química brasileira no período entre 2004 e 2013.

Autores por artigo	Quantidade de artigos	%
1	566	1,32
2	4.662	10,85
3	7.660	17,83
4	8.676	20,20
5	7.412	17,26
6	5.635	13,12
7	3.431	7,99
8	2.113	4,92
9	1.198	2,79
10	711	1,66
Total parcial	42.064	97,93
Acima de 10 autores	890	2,07
Total	42.954	100,00

Fonte: dados da pesquisa.

No que se refere à evolução temporal da coautoria, houve um crescimento maior no número de artigos que contêm 10 autores (787,50%) e um crescimento negativo na coautoria individual (-19,64%) durante o período entre 2004 e 2013. Esse resultado demonstra a tendência de que, com o passar dos anos, aumente-se a

quantidade de artigos em colaboração na área de Química, especialmente a colaboração acima de três autores e, diminua-se a autoria individual. Esse resultado é compatível com os encontrados em estudos anteriores, que apontam para o crescimento contínuo da multiautoria e o decréscimo da autoria individual.

A despeito da taxa de crescimento ser maior entre os artigos que apresentam dez autores, verifica-se que, em todos os anos, os artigos que contêm quatro autores são a maioria absoluta (Tabela 11).

Tabela 11 - Evolução temporal das coautorias dos artigos em Química no período entre 2004 e 2013.

Ano	Quantidade de autores										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Acima de 10 autores
2004	56	474	695	703	514	329	203	104	43	16	30
2005	67	492	711	791	589	369	204	128	70	40	39
2006	46	465	753	754	594	435	226	122	77	38	46
2007	81	482	734	825	670	512	272	150	71	54	50
2008	73	521	789	940	799	593	337	192	101	54	74
2009	57	482	809	907	798	569	361	203	124	66	77
2010	49	430	821	923	788	583	381	233	139	76	86
2011	36	382	749	886	857	651	447	283	175	105	144
2012	56	449	804	945	863	778	492	337	180	120	171
2013	45	485	795	1002	940	816	508	361	218	142	173
Total	566	4.662	7.660	8.676	7.412	5.635	3.431	2.113	1.198	711	890
Média* (%)	-2,40	0,26	1,50	4,02	6,94	10,62	10,73	14,83	19,77	27,45	21,49
Total** (%)	-19,64	2,32	14,39	42,53	82,88	148,02	150,25	247,12	406,98	787,50	476,67

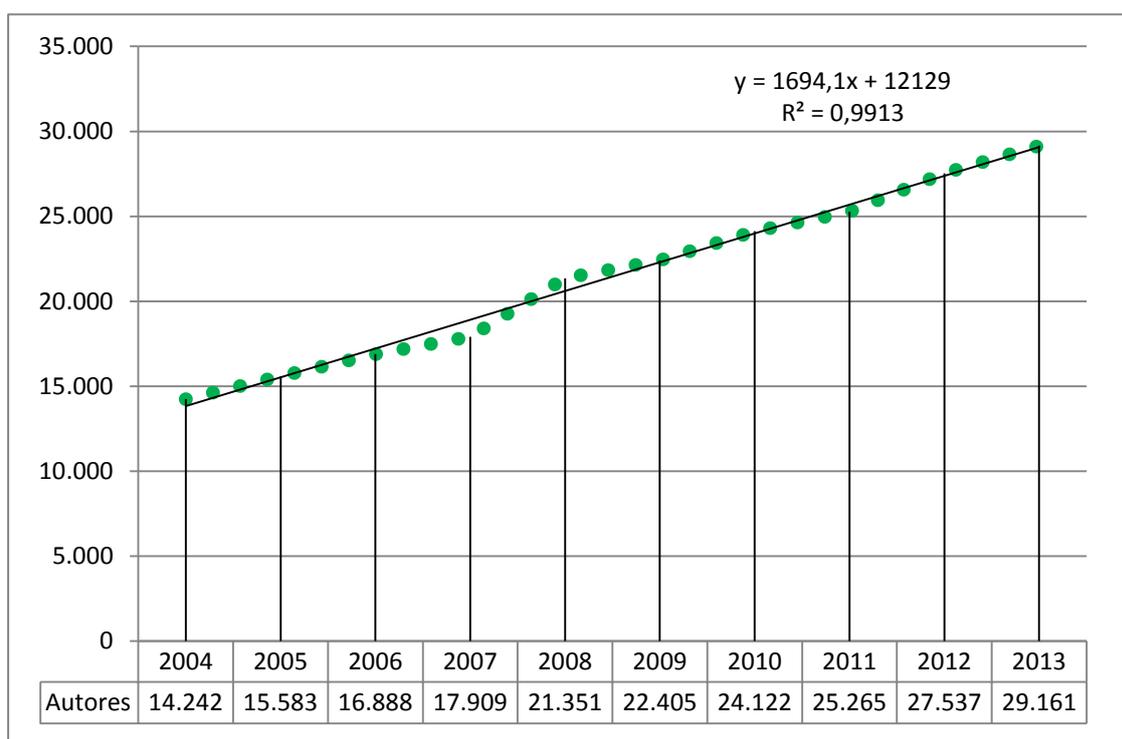
* Taxa média geométrica de crescimento anual (2004-2013).

** Crescimento total (2004-2013).

Fonte: dados da pesquisa.

No que diz respeito à evolução temporal na quantidade de autores, identifica-se, a cada ano, um aumento no número de autores²⁵ que publicaram artigos da área. Em 2004, 14.242 autores publicaram ao menos um artigo, enquanto, em 2013, este número duplicou e alcançou 29.161 autores. Observa-se, também, que este crescimento é linear, conforme constatado pelo coeficiente de correlação linear R^2 igual a 0,9913.

Figura 15 – Evolução temporal no número de autores da Química no período entre 2004 e 2013.



Fonte: dados da pesquisa.

No tocante aos pesquisadores propriamente ditos, 66.364 autores²⁶ produziram os 42.954 artigos em Química entre 2004 e 2013. Como há autores que produziram mais de um artigo no período estudado, verifica-se um total de 214.463

²⁵ Tendo em vista que o número de autores por ano foi contabilizado de forma geral e não caso a caso, pode ocorrer a duplicidade de autores, pois um autor pode ter publicado mais de um artigo em um mesmo ano. Além disso, para esta análise, foram considerados todos os autores da pesquisa, tanto brasileiros quanto estrangeiros.

²⁶ Aproximadamente 66.364 autores, pois não foi realizada a limpeza dos autores. Isto porque, este estudo não se caracteriza por ser de nível micro. As informações sobre autoria individual e múltipla objetivam somente mostrar as características da área Química e não identificar autores específicos.

artigos, com média de 3,23 artigos por autor. O autor mais produtivo publicou 468 artigos e os menos produtivos um artigo.

Ademais, constata-se que a maior parte dos autores (56,34%) que compõem o corpus do estudo publicou somente um artigo e 0,05% publicaram mais do que 100 artigos (Tabela 12). Este resultado demonstra que a Química brasileira apresenta uma minoria de pesquisadores altamente produtivos e uma maioria que publica poucos artigos. A realidade brasileira é similar a mundial, pois Kato e Ando (2013) ao analisarem os artigos de 16 periódicos com maior Fator de Impacto em Química, identificaram que 53,6% dos autores publicaram somente um artigo e apenas 32 autores (0,1%) publicaram mais de 100 artigos.

Tabela 12 - Quantidade de artigos por autor no período entre 2004 e 2013 (n= 66.364).

Quantidade de Artigos por autor	Quantidade de autores	%
1	37.389	56,34
2-99	28.943	43,61
100-468	32	0,05
Total	66.364	100,00

Fonte: dados da pesquisa.

O fato de uma minoria de pesquisadores ser altamente produtiva já havia sido observado na década de 20 por Lotka (1926), quando analisou a produtividade dos pesquisadores da área de Química entre 1907 e 1916, por meio dos dados do Chemical Abstracts. Com base nesta pesquisa, surgiu a lei do quadrado inverso, mais conhecida como Lei de Lotka, cujo conceito diz que [...] o número de autores que fazem n contribuições em um determinado campo científico é aproximadamente $1/n^2$ daqueles que fazem uma só contribuição e que a proporção daqueles que fazem uma única contribuição é de mais ou menos 60% o inverso do quadrado do número de artigos publicados (ALVARADO, 2002, p. 14).

Desde a publicação de Lotka, muitas pesquisas já foram realizadas visando confirmar ou refutar a referida lei. Outros trabalhos, apesar de não objetivarem exatamente testar a lei, demonstram que a maior parte dos pesquisadores publica somente um artigo enquanto uma pequena parte publica uma quantidade maior.

Hoppen (2014), por exemplo, identificou que 53% dos autores de Neurociências publicaram somente um artigo durante os anos de 2006 e 2013.

Meadows (1999) explica que o expressivo número de autores com uma única publicação deve-se ao fato de que, em análises de produtividade, frequentemente, incluem-se todos os tipos de pesquisadores, inclusive os que transitam pelo meio científico por tempo determinado, tais como: alunos de mestrado e de doutorado, que após concluírem o curso, muitas vezes seguem carreiras não acadêmicas. Além disso, conforme aponta Alvarado (2006, p. 64), a alta produtividade de alguns autores pode ser motivada por fatores sociais, resultando em que “[...] autores mais produtivos tendem a ser ainda mais produtivos no decorrer do tempo, contudo os autores menos produtivos mostram uma tendência a declinar em produtividade”.

Essas podem ser as razões da Química brasileira apresentar uma maioria de pesquisadores com baixa produtividade, haja vista que nesta pesquisa foram considerados todos os pesquisadores que apareciam como autores dos artigos científicos, inclusive, doutorandos e mestrandos. Provavelmente, os autores produtivos da área procuram publicar mais, especialmente quando participam ativamente de redes e projetos de pesquisa.

4.1.3 A coautoria internacional da Química brasileira

A coautoria internacional, ou, coautoria entre países, é parte importante da ciência moderna, que avança aceleradamente com a troca de informações, de conhecimento científico e de experiências vivenciadas por cada país durante a realização de suas pesquisas. Este tipo de colaboração proporciona diversos benefícios para os envolvidos, e em âmbito geral, para toda a sociedade. Entre as vantagens deste tipo de colaboração estão: compartilhamento de equipamentos, acesso maior a informações e materiais especializados, possibilidade maior do artigo ser aceito e citado na comunidade científica (VANZ; STUMPF, 2010). Além disso, Jackson (2011) ressalta que as colaborações entre diferentes países proporcionam aos pesquisadores:

- 1º) enfrentar os desafios científicos globais mais eficazmente; 2º) buscar a melhor ciência independentemente da localização; 3º)

acessar conhecimento especializado em campos interdisciplinares não acessíveis em seus países de origem; 4º) dividir o custo e a carga de trabalho entre países e laboratórios (JACKSON, 2011, p. 1617).

Ademais, a coautoria brasileira com países estrangeiros retrata o processo de internacionalização da ciência nacional e a inserção de cientistas brasileiros em redes mundiais de pesquisa. Ela pode ser um elemento estimulador do conhecimento da produção científica brasileira por pesquisadores de outras nações, pois permite uma visibilidade maior e, conseqüentemente, um impacto mais elevado da produção nacional. A coautoria, por sua vez, forma um grupo ou rede de pesquisadores ao redor do mundo, cujos interesses são similares e que, ao publicarem em colaboração, reforçam o processo de comunicação científica e progridem mais rapidamente no conhecimento científico.

À vista disso, apura-se que entre os 42.954 artigos brasileiros em Química, 32.538 são artigos publicados por pesquisadores filiados exclusivamente a instituições brasileiras, enquanto que 10.426 em coautoria com pesquisadores estrangeiros de 104 diferentes países. Observa-se, portanto, que grande parte da produção nacional da área (75,73%) não foi desenvolvida em colaboração com outros países e sim dentro do território nacional. Esse percentual é superior aos 64,4% encontrados no estudo de Glanzel e Schubert (2001), para as publicações brasileiras em Química, no ano de 1995. Esse resultado permite um entendimento prévio de que, ao menos nos anos analisados, a Química brasileira não participou constantemente de pesquisas realizadas com outros países.

Em contrapartida, percebe-se que, aparentemente, o alto percentual de coautoria unicamente nacional é um padrão da produção científica brasileira, tendo em vista que 69,7% de toda a produção científica do Brasil, publicada entre 2004 e 2006, são de autoria de pesquisadores vinculados a instituições brasileiras (VANZ, 2009). Na pesquisa de Moura et al. (2015), somente 25,54% dos documentos foram publicados com a coautoria de outro país entre os anos de 2006 e 2012. Da mesma forma, Leta, Thijs e Glanzel (2013) constataram que entre os países mais produtivos da América Latina, somente o Brasil e a Colômbia reduziram a colaboração internacional no período entre 2007 e 2011.

Sidone, Haddad e Mena-Chalco (2016) mencionam que alguns fatores culturais e geográficos podem explicar os motivos pelos quais os países emergentes publicam em colaboração doméstica e não internacional. Entre estes fatores estão: as barreiras linguísticas e culturais, a dimensão territorial continental e o elevado número de pesquisadores em um mesmo país; fatores estes que favorecem a busca pela colaboração nacional em detrimento da internacional, que apresenta como uma das maiores dificuldades as distâncias entre os países.

Tabela 13 - Número de países que publicaram em coautoria com a Química brasileira por quantidade de artigo publicado entre 2004 e 2013 (n=42.954).

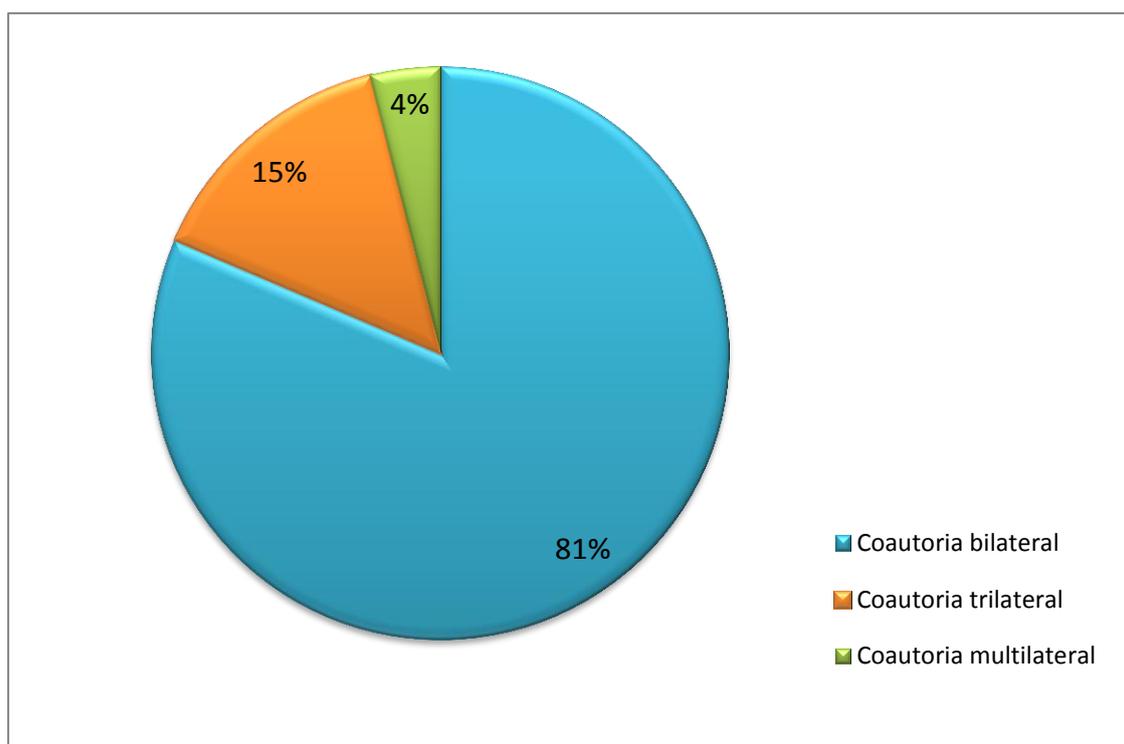
Número de países	Quantidade de artigos	%	Acumulado
Brasil	32.528	75,73	75,73
Brasil + 1 país	8.495	19,78	95,51
Brasil + 2 países	1.524	3,55	99,05
Brasil + 3 países	282	0,66	99,71
Brasil + 4 países	56	0,13	99,84
Brasil + 5 países	22	0,05	99,89
Brasil + 6 países	10	0,02	99,92
Brasil + 7 países	7	0,02	99,93
Brasil + 8 países	6	0,01	99,95
Brasil + 9 países	3	0,01	99,95
Brasil + 10 países	2	0,00	99,96
Brasil + 11 países	1	0,00	99,96
Brasil + 12 países	3	0,01	99,97
Brasil + 13 países	1	0,00	99,97
Brasil + 14 países	1	0,00	99,97
Brasil + 15 países	3	0,01	99,98
Brasil + 16 países	3	0,01	99,99
Brasil + 17 países	2	0,00	99,99
Brasil + 18 países	1	0,00	99,99
Brasil + 20 países	1	0,00	100,00
Brasil + 23 países	1	0,00	100,00
Brasil + 26 países	2	0,00	100,00
Total	42.954	100,00	

Fonte: dados da pesquisa.

Em relação aos 10.426 artigos publicados em coautoria com outros países, observa-se que a maior parte é de coautoria bilateral (81%), ou seja, a Química

brasileira publica majoritariamente artigos com a colaboração de um país estrangeiro por artigo. Depois se destaca a coautoria trilateral com 15% do total de artigos; somente 4% dos artigos foram publicados em coautoria multilateral e totalizam 407 artigos (Figura 16). Os países que mais publicaram em coautoria bilateral com o Brasil foram os Estados Unidos (12,88%), seguido pela França (9,11%), Portugal (7,82%) e Espanha (7,79%).

Figura 16 - Percentual dos tipos de coautorias brasileira com outros países.



Fonte: dados da pesquisa.

No que diz respeito ao continente em que os países coautores se localizam, nota-se que a produção científica brasileira contou com a participação de nações distribuídas pelos cinco continentes: América, Ásia, África, Europa e Oceania. A maioria dos artigos publicados tem coautoria de países do continente europeu (55,78%), seguida pelos do continente americano (34,03%). Juntos, os dois continentes somam 89,80% das coautorias com pesquisadores brasileiros em Química (Tabela 14). A predominância por estes dois continentes vai ao encontro da produtividade elevada deles em relação aos demais continentes, apesar do rápido crescimento dos países asiáticos. Além disso, este resultado é similar ao encontrado por Souza, Barbastefano e

Lima (2012), quando analisaram os artigos da revista Química Nova, na qual a maioria das coautorias dos artigos era também com países europeus.

Tabela 14 - Continentes das nações que publicaram em coautoria com a Química brasileira (n= 19.205).

Continente	Artigos*	%	Acumulado	Países	Média
Europa	10.712	55,78	55,78	36	297,56
América	6.535	34,03	89,80	19	343,95
Ásia	1.251	6,51	96,32	28	44,68
Oceania	249	1,30	97,62	3	83,00
África	205	1,07	98,68	16	12,81
Outro**	253	1,32	100,00	2	126,50
Total	19.205	100,00	--	104	184,66

* o valor total de artigos em coautoria é maior do que os 10.426 artigos brasileiros informados anteriormente. Essa diferença ocorre porque um país pode ter sido coautor mais de uma vez no mesmo artigo.

** A Turquia e a Rússia foram categorizadas como "outro" por estarem localizadas geograficamente entre o continente asiático e europeu.

Fonte: dados da pesquisa.

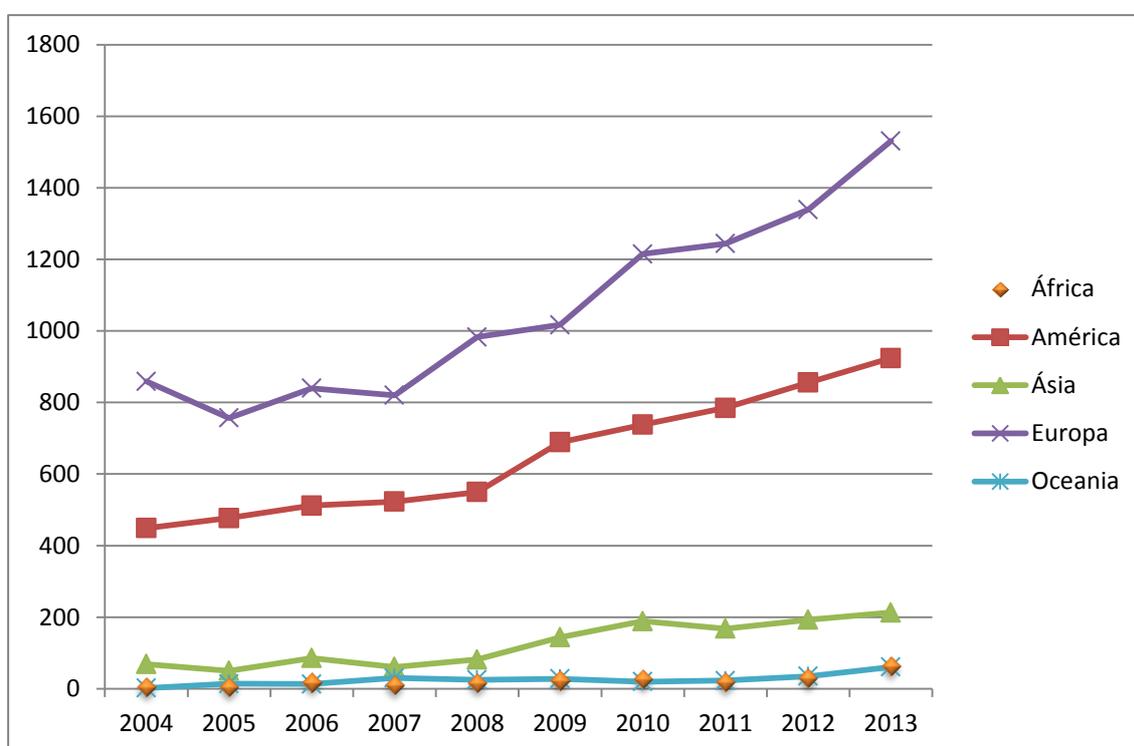
Apesar do baixo percentual de artigos em coautoria com países estrangeiros, quando se analisa a evolução temporal nas coautorias, constata-se que houve um crescimento total de 107,92% entre 2004 e 2013. Houve um crescimento maior em 2007 (10,00%) e 2008 (18,48%), e, um aumento menor a cada ano até chegar a 2012, quando novamente a coautoria cresceu mais significativamente (10,59%). Ademais, percebe-se que os países europeus têm sido, ao longo dos dez anos, os principais parceiros de pesquisa científica com a Química brasileira, com crescimento de 78,23% no período completo. O continente americano é o segundo em quantidade de artigos publicados com a Química brasileira e aumentou a coautoria em 105,79% entre 2004 e 2013 (Figura 17).

A Ásia é um dos continentes que, inicialmente, não apresentava muitos artigos em coautoria com a Química brasileira e, por isso, era o terceiro continente em número de artigos publicados com o Brasil. Porém, em 2006, a quantidade de artigos em coautoria cresceu em 72% e, em 2009, em 75,61%. No período completo o crescimento foi de 208,70%, ou seja, superior ao aumento do continente europeu e americano, embora a quantidade absoluta de artigos ainda seja baixa, e o seu total de

artigos represente somente 12% do total do continente europeu e 19% dos artigos americanos (Figura 17).

Ainda em relação aos continentes, observa-se que houve um crescimento na coautoria com países que, em 2004, publicavam menos de seis artigos em conjunto com a Química brasileira. São os casos dos países da África e da Oceania, que apesar da coautoria ser pouca, no que refere a números absolutos, ela aumentou, respectivamente, em 1160% e 2950% entre 2004 e 2013 (Figura 17).

Figura 17 - Evolução temporal dos artigos brasileiros em coautoria com países estrangeiros.



Fonte: dados da pesquisa.

Entre os 104 países que mais publicaram em coautoria com pesquisadores brasileiros em Química, destacam-se os Estados Unidos e a França com mais de 10% de coautorias cada. Os países com menor número foram aqueles que publicaram somente um artigo com os pesquisadores brasileiros em Química e totalizam 17 países. Entre os trinta principais países coautores, dezesseis são europeus e oito americanos, o que explica, de certa forma, a predominância destes continentes como os que mais publicaram em coautoria com a Química brasileira, além, é claro de que são os dois continentes com o maior número de países coautores (Tabela 15).

Tabela 15 - Trinta primeiros países que publicaram em coautoria com pesquisadores brasileiros em Química no período entre 2004 e 2013 (n= 19.205).

Posição colaboração	País	Artigos	%
1	Estados Unidos	3.305	17,21
2	França	2.009	10,46
3	Espanha	1.579	8,22
4	Portugal	1.563	8,14
5	Alemanha	1.536	8,00
6	Argentina	1.217	6,34
7	Itália	1.069	5,57
8	Inglaterra	835	4,35
9	Canadá	572	2,98
10	Chile	368	1,92
11	Índia	349	1,82
12	Japão	288	1,50
13	Cuba	283	1,47
14	México	277	1,44
15	Bélgica	244	1,27
16	Austrália	234	1,22
17	Suíça	215	1,12
18	Suécia	188	0,98
19	Rússia	187	0,97
20	Holanda	186	0,97
21	China	184	0,96
22	Uruguai	183	0,95
23	Colômbia	143	0,74
24	Polônia	129	0,67
25	Áustria	117	0,61
26	República Tcheca	117	0,61
27	Escócia	115	0,60
28	Dinamarca	114	0,59
29	Finlândia	109	0,57
30	Coreia do Sul	87	0,45
	Demais países	1.403	7,31
	Total	19.205	100,00

Fonte: dados da pesquisa.

Como pode ser observado na Tabela 15, os Estados Unidos é o país que mais publicou artigos em coautoria com a Química brasileira. Provavelmente, por ser o país com maior número de documentos publicados no mundo, em todos os anos de análise (2004-2013); ou por ser o primeiro no ranking de países com maior produtividade em Química entre 2004 e 2007 e o segundo entre 2008 e 2013, perdendo somente para a

China nos últimos cinco anos estudados (SCImago, [2015]). Além disso, observa-se que países que mais publicaram em coautoria com a Química brasileira são, também, os principais parceiros do Brasil quando se considera toda a produção científica nacional. Na pesquisa de Vanz (2009), os Estados Unidos foi o principal país coautor da produção nacional, seguido pela França, Reino Unido e Alemanha. Da mesma forma, Glanzel, Leta e Thijs (2006) verificaram que, entre os países que não pertencem a América Latina, o Brasil colaborou especialmente com os Estados Unidos, França, Reino Unido, Alemanha, Itália e Portugal. Diante disso, a Química nacional, que está inserida na produção científica brasileira, apresenta a coautoria com resultados similares aos da produção científica nacional.

4.1.4 Produtividade das regiões brasileiras

O Brasil é uma das maiores nações do mundo em extensão territorial; sendo o primeiro país da América do Sul e o quinto do mundo em relação ao tamanho de seu território (UNITED STATES, [2015]). A extensão territorial brasileira está dividida em cinco regiões, que congregam as 27 unidades federativas. A dimensão territorial e as riquezas naturais do Brasil possibilitariam um desenvolvimento científico e tecnológico maior em todas as suas regiões quando comparado a outros países que não dispõem destes recursos.

Por outro lado, apesar deste fato, verifica-se que há grande heterogeneidade espacial das atividades científicas, ou seja, algumas regiões brasileiras concentram a maior parte da pesquisa científica nacional, enquanto outras apresentam pouca produtividade (SIDONE; HADDAD; MENA-CHALCO, 2016). Historicamente, as regiões brasileiras têm apresentado disparidades acentuadas em relação aos recursos financeiros disponíveis e às pesquisas científicas e tecnológicas realizadas. Embora, nos últimos anos, esta situação tenha se modificado um pouco com a criação e expansão das universidades públicas, especialmente para regiões antes desfavorecidas de incentivos, tais como: Região Nordeste com crescimento de 25% no número de universidades públicas no período de dez anos e a Região Norte com acréscimo de 66% na quantidade de instituições públicas de ensino superior (CHIARINI; OLIVEIRA; SILVA NETO, 2014).

À vista disso, a análise das regiões brasileiras é um importante aspecto a se considerar quando se estuda o desenvolvimento científico nacional; especialmente, porque a partir da identificação das desigualdades regionais, é possível elaborar e implementar políticas científicas de incentivo ao desenvolvimento local, que possam atrair discentes, docentes, pesquisadores e investidores para a região; além de atrair a presença de instituições privadas e empresas que possam contribuir, ao menos em forma de parcerias, com a pesquisa nacional e, conseqüentemente, com o desenvolvimento local da região.

No que diz respeito à área da Química, observa-se que sua produção científica foi desenvolvida em todas as cinco regiões brasileiras e, também, em todas as 27 unidades federativas; apesar das diferenças acentuadas em relação à contribuição de cada região ou Estado para a produção científica brasileira em Química no período entre 2004 e 2013.

Assim como ocorre com a produção científica nacional, a Região Sudeste é a que concentrou a maior parte (57,00%) dos artigos brasileiros em Química, com o triplo do número de artigos publicados pela Região Sul (17,97%) e o quádruplo da Região Nordeste (13,13%). A predominância pelas publicações oriundas da Região Sudeste pode ser explicada pelos fatores já descritos pela FAPESP (2011), tais como: infraestrutura de P&D, quantidade de pesquisadores e recursos humanos especializados disponíveis e maior volume de investimentos nesta região (Tabela 16).

Tabela 16 - Quantidade de artigos brasileiros em Química por região brasileira (n=82.624).

Região	Artigos	Estados	%	Acumulado	Média
Sudeste	47.097	4	57,00	57,00	11774,25
Sul	14.851	3	17,97	74,98	4950,33
Nordeste	10.849	9	13,13	88,11	1205,44
Centro-oeste*	2.791	4	3,38	91,48	697,75
Norte	1.219	7	1,48	92,96	174,14
Brasil em Geral**	5.817	-	7,04	100,00	-
Total	82.624	27	100,00	-	3060,15

* Considerou-se o Centro-oeste como quatro estados, embora seja composto por 3 estados mais o Distrito Federal.

**Brasil em geral congrega os artigos publicados por instituições públicas distribuídas por diversos estados, tais como: Embrapa, Fiocruz, etc.

Fonte: dados da pesquisa.

As regiões que apresentam o maior número de Estados são também as que apresentam a menor produtividade na área Química. A Região Norte é a que apresenta a menor quantidade de artigos, a despeito de ser a segunda região brasileira com maior número de Estados. Da mesma forma, a Região Nordeste, que é formada por nove Estados, representa somente 13,13% do total de artigos, obtendo uma média de aproximadamente 1.205 artigos por Estado, enquanto que a Região Sudeste tem média de 11.774 artigos para cada um dos seus quatro Estados. Diante disso, observa-se que há fortes desigualdades entre as regiões brasileiras no que diz respeito à produção científica brasileira em Química.

Ademais, entre os 927 Grupos de Pesquisa cadastrados no CNPq como pertencentes à área Química, 44,88% são oriundos principalmente da Região Sudeste enquanto somente 6,15% dos grupos atuam na Região Norte do Brasil. Isto é, a Região Sudeste, que é a mais produtiva, apresenta o maior número de Grupos de Pesquisa e a Região Norte, que é a menos produtiva, tem poucos Grupos de Pesquisa localizados em seus Estados. Por outro lado, observa-se uma inversão de posição quando se analisa a Região Nordeste e a Sul, pois, enquanto a Região Sul é mais produtiva do que a Nordeste, esta última tem um número maior de Grupos de Pesquisa do que a Região Sul. Esse resultado pode se relacionar com a crescente expansão das pesquisas realizadas na Região Nordeste, que segundo Sidone, Haddad e Mena-Chalco (2016) aumentou em 6% a sua produção científica, embora o mesmo tenha ocorrido com a Região Sul, enquanto a Região Sudeste diminuiu em 14%.

Tabela 17 - Distribuição do número de Grupos de Pesquisa por Região e a quantidade de artigos publicados (n=927).

Região	Grupos de Pesquisa	%	Acumulado	Artigos	%	Acumulado
Sudeste	416	44,88	44,88	47.097	57,00	57,00
Sul	171	18,45	63,32	14.851	17,97	74,98
Nordeste	211	22,76	86,08	10.849	13,13	88,11
Centro-oeste	72	7,77	93,85	2.791	3,38	91,48
Norte	57	6,15	100,00	1.219	1,48	92,96
Brasil em Geral	-	-	-	5.817	7,04	100,00
Total	927	100,00	-	82.624	100,00	-

Fonte: dados da pesquisa.

Além disso, a distribuição dos cursos de mestrado e doutorado parece se relacionar diretamente com a produção científica, haja vista que os programas de pós-graduação tem sido os responsáveis pela maior parte das pesquisas científicas nacionais. À vista disso, constata-se que a quantidade de artigos publicados é maior nas regiões em que há um número maior de programas de pós-graduação em Química. O Sudeste apresenta o dobro do número de programas da Região Sul e Nordeste, assim como apresenta o triplo da produtividade da Região Sul e o quádruplo da Região Nordeste. A Região Norte é a que concentra o menor número de programas de pós-graduação e a menor quantidade de grupos de pesquisa e, possivelmente, este fato influencia no desenvolvimento das pesquisas Químicas nesta região, considerando-se que a produção científica da área representa somente 1,48% do total (Tabela 18).

Tabela 18 - Distribuição dos programas de pós-graduação em Química e a quantidade de artigos publicados (n=64).

Região	PPG	%	Acumulado	Artigos	%	Acumulado
Sudeste	27	42,19	42,19	47.097	57,00	57,00
Sul	13	20,31	62,50	14.851	17,97	74,98
Nordeste	13	20,31	82,81	10.849	13,13	88,11
Centro-oeste	8	12,50	95,31	2.791	3,38	91,48
Norte	3	4,69	100,00	1.219	1,48	92,96
Brasil em Geral	-	-	-	5.817	7,04	100,00
Total	64	100,00	-	82.624	100,00	-

Legenda: PPG - Programa de Pós-Graduação.

Fonte: dados da pesquisa.

Ademais, conforme mencionado anteriormente, as Regiões Sudeste e Sul são aquelas em que os nove programas de pós-graduação receberam nota 7 na avaliação trienal da CAPES de 2013, ou seja, nota máxima. Na Região Nordeste, por outro lado, a melhor nota chegou ao valor seis e as regiões Norte e Centro-Oeste não obtiveram notas superiores a cinco. As informações sobre os cursos de pós-graduação e os grupos de pesquisa possibilitam uma melhor compreensão dos motivos pelos quais contribuição para a Química brasileira foi maior nas Regiões Sudeste e Sul, em decorrência da maior concentração de núcleos de pesquisas nestas regiões do que nas demais.

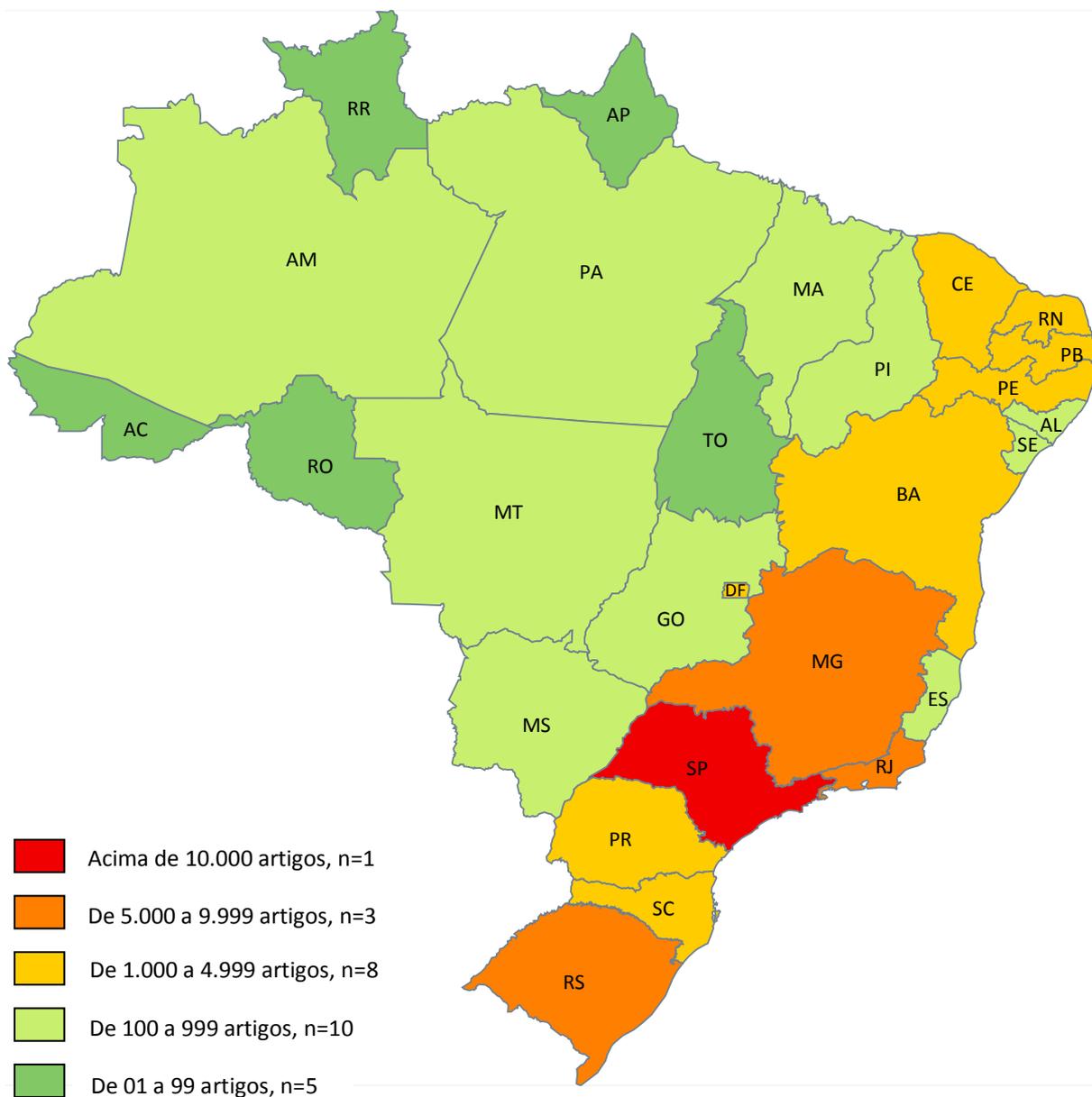
No que diz respeito às 27 unidades federativas, observa-se que só o Estado de São Paulo acumula 35,98% de toda a produção científica brasileira em Química, seguido pelo Rio de Janeiro (11,23%), Minas Gerais (9,30%) e Rio Grande do Sul (8,14%). As três primeiras colocações pertencem aos Estados da Região Sudeste enquanto as próximas quatro posições são de Estados da Região Sul, com exceção do Brasil em Geral que contém instituições públicas distribuídas por todo o Brasil. As sete primeiras posições em produtividade na área Química, que representam juntas 81,52% dos artigos da área, ressaltam a predominância das Regiões Sudeste e Sul como as principais produtoras de conhecimento científico nesta área.

Como destacado, o Estado de São Paulo é o que congrega a maior parte da produção científica brasileira em Química. Porém, caso este Estado não fosse incluído na análise, ainda assim, a Região Sudeste permaneceria como a mais produtiva do Brasil na área Química, com 17.366 artigos publicados (43,11%). A produção paulista é três vezes maior do que a do Rio de Janeiro e a de Minas Gerais, e quatro vezes mais do que a gaúcha. A alta produtividade paulista deve se relacionar com a predominância dos cursos de pós-graduação da Região Sudeste em São Paulo. Dos 25 cursos de pós-graduação desta região, doze pertencem ao Estado de São Paulo (5 cursos com nota máxima na avaliação da Capes), sete são do Rio de Janeiro, cinco de Minas Gerais e somente um do Espírito Santo.

Além disso, São Paulo possui elevada produtividade científica devido ao agrupamento de instituições, recursos humanos, programas de pós-graduação, infraestrutura e investimentos em Ciência, Tecnologia e Inovação com apoio e presença constante de agências de fomento, tais como FAPESP, CNPq, CAPES, FINEP, além das parcerias com o setor privado (FAPESP, 2011).

A Figura 18 retrata a produtividade de cada Estado brasileiro na área Química.

Figura 18 - Distribuição dos artigos brasileiros em Química (2004-2013) pelas unidades federativas do Brasil.



Legenda: SP= São Paulo, RS=Rio Grande do Sul, MG= Minas Gerais, RJ = Rio de Janeiro, SC= Santa Catarina, PR= Paraná, BA= Bahia, DF= Distrito Federal, PE= Pernambuco, PB= Paraíba, RN= Rio Grande do Norte, CE= Ceará, MS= Mato Grosso do Sul, MT= Mato Grosso, Go= Goiás, PI= Piauí, AL = Alagoas, SE= Sergipe, ES= Espírito Santo, MA= Maranhão, PA = Pará, AM= Amazonas, AC= Acre, RO= Rondônia, RR= Roraima, AP= Amapá, TO= Tocantins.

Observação: elaborado com o software Philcarto.

Fonte: dados da pesquisa.

No extremo oposto, no que se refere à produtividade, estão seis Estados da Região Norte do Brasil (Acre, Amapá, Tocantins, Roraima, Rondônia e Amazonas), que juntos somam somente 0,60% da produção científica brasileira em Química e, por isso, localizam-se nas últimas posições em produtividade. O Pará é o Estado da Região Norte com melhor produtividade e representa 0,88% dos artigos brasileiros em Química. A baixa produtividade científica desta região pode se justificar pelo escasso número de cursos de pós-graduação, considerando-se que, atualmente, somente três cursos de pós-graduação são oferecidos: dois com modalidade de mestrado e doutorado (Amazonas e Pará), e um curso com exclusivamente a modalidade mestrado (Roraima), sendo que a melhor nota obtida por dois destes cursos na avaliação da Capes foi quatro, enquanto o outro teve nota três.

4.1.5 Produtividade das instituições brasileiras e a coautoria com instituições estrangeiras

Atualmente, as pesquisas científicas são essencialmente realizadas no âmbito de instituições, sejam elas públicas ou privadas. Estas instituições fornecem recursos humanos, materiais e financeiros necessários para que a pesquisa científica possa ser concretizada. No caso do Brasil, as principais instituições produtoras de conhecimentos científicos têm sido as universidades públicas federais e estaduais, localizadas especialmente nas capitais de cada estado ou unidade federativa.

Diante disso, observa-se que a produção científica brasileira em Química foi publicada com autoria de 3.466 diferentes instituições, sendo 1.058 nacionais (30,52% do total) e 2.408 estrangeiras (69,47%), uma média de 29,37 artigos por entidade. O valor da mediana é igual a 2, o que demonstra que 50% das instituições publicaram ao menos dois artigos e a outra metade acima de dois artigos. Por outro lado, um artigo por instituição é o valor mais frequente encontrado (moda) dentre as 3.466 entidades. Em contrapartida, há uma amplitude considerável no número de artigos por instituição. As entidades menos produtivas publicaram somente um artigo enquanto que a mais produtiva publicou 11.511 artigos; e o valor do desvio-padrão é de 286,43 em relação à média.

No tocante à produtividade das instituições nacionais e estrangeiras, observa-se que as primeiras colocadas na lista foram todas brasileiras. Isto porque, foi a produção científica nacional em Química que estava sendo analisada e, também, porque a maioria dos artigos científicos da área (75,73%) foi publicada em coautoria com instituições nacionais. A primeira instituição estrangeira que se destacou foi a Universidade de Aveiro, na 37ª posição.

As 18 instituições que publicaram mais de 1.000 artigos foram responsáveis por 52,41% do total da produção científica em Química, enquanto as demais instituições (3.457) publicaram 42,59% dos artigos. Nota-se, portanto, a existência de um pequeno núcleo de instituições nacionais que publicam mais acentuadamente e uma grande dispersão de instituições que publicam poucos artigos. A Tabela 19 apresenta as principais instituições responsáveis pela produção científica brasileira em Química, com ponto de corte em 0,5% de contribuição. A análise propriamente dita das instituições será feita separadamente entre nacionais e estrangeiras.

Tabela 19 - Principais instituições responsáveis pela publicação dos artigos brasileiros em Química.

Posição	Instituição	Artigos	%	Acumulado
1	Universidade de São Paulo (USP)	11.511	11,30	11,30
2	Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)	6.471	6,35	17,65
3	Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)	5.026	4,94	22,59
4	Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP)	4.129	4,05	26,65
5	Universidade Federal do Rio Grande Sul (UFRGS)	3.284	3,23	29,87
6	Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR)	3.222	3,16	33,03
7	Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)	3.029	2,97	36,01
8	Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)	2.706	2,66	38,67
9	Universidade Federal do Ceará (UFC)	1.982	1,95	40,61
10	Universidade Federal do Paraná (UFPR)	1.905	1,87	42,48
11	Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)	1.662	1,63	44,12
12	Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN)	1.405	1,38	45,50
13	Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)	1.372	1,35	46,84
14	Universidade Federal Fluminense (UFF)	1.345	1,32	48,16
15	Universidade Estadual de Maringá (UEM)	1.135	1,11	49,28
16	Universidade de Brasília (UNB)	1.079	1,06	50,34
17	Universidade Federal da Bahia (UFBA)	1.066	1,05	51,38
18	Universidade Federal da Paraíba (UFPB)	1.047	1,03	52,41
19	Universidade Federal do Rio Grande Norte (UFRN)	999	0,98	53,39

Continua...

Posição	Instituição	Artigos	%	Acumulado
20	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)	854	0,84	54,23
21	Universidade Federal de Uberlândia (UFU)	792	0,78	55,01
22	Universidade Federal de Viçosa (UFV)	768	0,75	55,76
23	PUC Rio de Janeiro (PUC - Rio)	759	0,75	56,51
24	Universidade Federal de Goiás (UFG)	698	0,69	57,20
25	Centro Tecnológico Aeroespacial (CTA)	674	0,66	57,86
26	Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ)	669	0,66	58,51
27	Universidade do Estado Rio de Janeiro (UERJ)	656	0,64	59,16
28	Universidade Federal de Sergipe (UFS)	635	0,62	59,78
29	Universidade Federal do Pará (UFPA)	622	0,61	60,39
30	Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP)	609	0,60	60,99
31	Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP)	589	0,58	61,57
32	Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)	557	0,55	62,12
33	Petrobras	545	0,54	62,65
34	Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF)	518	0,51	63,16
35	Universidade Federal do ABC (UFABC)	507	0,50	63,66
	Demais instituições	37.002	36,33	100,00
	Total	101.829	100,00	

Fonte: dados da pesquisa.

Ao se analisar especificamente as instituições nacionais em relação a sua localização nas unidades federativas brasileiras, constata-se que os Estados mais produtivos são também aquelas que apresentam o maior número de instituições autoras dos artigos brasileiros em Química. A Tabela 20 apresenta a distribuição das instituições brasileiras por Estado e complementa com o número de artigos publicados e a média de instituições por artigo.

Tabela 20 - Quantidade de instituições brasileiras autoras dos artigos em Química por Estado (n=1.058).

Estado	Número de Instituições	%	Quantidade de Artigos	%	Média de artigos por instituição
São Paulo	343	32,42	29.731	35,98	86,68
Minas Gerais	113	10,68	7.683	9,30	67,99
Rio de Janeiro	99	9,36	9.276	11,23	93,70
Rio Grande do Sul	85	8,03	6.725	8,14	79,12
Paraná	67	6,33	4.635	5,61	69,18

Continua...

Estado	Número de Instituições	%	Quantidade de Artigos	%	Média de artigos por instituição
Brasil em Geral*	58	5,48	5.817	7,04	100,29
Santa Catarina	51	4,82	3.491	4,23	68,45
Bahia	32	3,02	1.664	2,01	52,00
Ceará	29	2,74	2.448	2,96	84,41
Pernambuco	24	2,27	2.154	2,61	89,75
Distrito Federal	17	1,61	1.173	1,42	69,00
Goiás	16	1,51	841	1,02	52,56
Pará	13	1,23	723	0,88	55,62
Amazonas	13	1,23	247	0,30	19,00
Espírito Santo	12	1,13	407	0,49	33,92
Rio Grande do Norte	11	1,04	1.115	1,35	101,36
Paraíba	10	0,95	1.578	1,91	157,80
Maranhão	9	0,85	363	0,44	40,33
Sergipe	7	0,66	824	1,00	117,71
Mato Grosso do Sul	7	0,66	523	0,63	74,71
Alagoas	7	0,66	347	0,42	49,57
Mato Grosso	7	0,66	254	0,31	36,29
Rondônia	7	0,66	71	0,09	10,14
Piauí	6	0,57	356	0,43	59,33
Tocantins	5	0,47	55	0,07	11,00
Amapá	4	0,38	36	0,04	9,00
Roraima	3	0,28	63	0,08	21,00
Acre	3	0,28	24	0,03	8,00
Total	1.058	100,00	82.624	100,00	78,09

*Brasil em geral congrega instituições públicas distribuídas por diversos estados, tais como: Embrapa, Fiocruz, etc.

Fonte: dados da pesquisa.

Como pode ser averiguado na Tabela 20, o Estado de São Paulo contém 32,42% do total de instituições brasileiras que publicaram artigos em Química, seguido por Minas Gerais (10,68%), Rio de Janeiro (9,36%) e Rio Grande do Sul (8,03%). Além disso, ao se comparar a produtividade dos Estados com o número de instituições, observa-se que Minas Gerais têm mais instituições do que o Estado do Rio de Janeiro; porém, este último Estado publicou 1.593 artigos a mais do que Minas Gerais e, por isso, sua média de artigos por instituição é superior a do outro Estado. O mesmo fato ocorre com outras unidades federativas, tais como: Bahia, Ceará, Pernambuco, Amazonas, etc.

Ainda, 11 Estados brasileiros têm menos de 10 instituições produtoras dos artigos químicos brasileiros, sendo que a maioria deles pertence às Regiões Norte e Nordeste do Brasil; o que sustenta o fato de que a Região Norte é a que apresenta maior desigualdade em termos de produtividade científica em Química.

As instituições brasileiras mais produtivas na área Química pertencem principalmente aos Estados da Região Sudeste e Sul, especialmente São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Rio Grande do Sul (Tabela 21). A primeira colocada na lista de produtividade é a USP, com 13,93% do total de artigos publicados.

A produtividade desta universidade é bastante destacada das demais, inclusive da segunda colocada (UNICAMP), tendo em vista que ela publicou quase o dobro do total de artigos da segunda universidade. De acordo com Leta (2011), a USP é a principal universidade brasileira em pesquisa, resultado oriundo de dois fatores: o primeiro relaciona-se com a concepção de criação desta universidade, que visava ser a primeira instituição de ensino superior com pesquisa no Brasil; o segundo está concatenado ao maciço e contínuo investimento da FAPESP na USP, que possibilita que haja recursos humanos qualificados e infraestrutura adequada à pesquisa e ao ensino.

Ainda, a USP é a primeira colocada no Ranking de Pesquisa da Folha de São Paulo e a primeira na área de Química no Ranking Universitário Folha 2015 (FOLHA DE SÃO PAULO, [2015]). É, também, a primeira entre as universidades da América Latina no ranking QS Top Universities e a nona entre as universidades dos países do BRICS (QS TOP UNIVERSITIES, [2015?]).

Tabela 21 - Principais instituições brasileiras autoras dos artigos brasileiros em Química (2004-2013).

Posição	Instituição	Artigos	%	Estado	Tipo
1	USP	11.511	13,93	SP	Universidade Pública Estadual
2	UNICAMP	6.471	7,83	SP	Universidade Pública Estadual
3	UFRJ	5.026	6,08	RJ	Universidade Pública Federal
4	UNESP	4.129	5,00	SP	Universidade Pública Estadual
5	UFRGS	3.284	3,97	RS	Universidade Pública Federal
6	UFSCAR	3.222	3,90	SP	Universidade Pública Federal
7	UFMG	3.029	3,67	MG	Universidade Pública Federal
8	UFSC	2.706	3,28	SC	Universidade Pública Federal
9	UFCE	1.982	2,40	CE	Universidade Pública Federal
10	UFPR	1.905	2,31	PR	Universidade Pública Federal

Continua...

Posição	Instituição	Artigos	%	Estado	Tipo
11	UFPE	1.662	2,01	PE	Universidade Pública Federal
12	CNEN	1.405	1,70	Brasil	Instituição Pública
13	UFSM	1.372	1,66	RS	Universidade Pública Federal
14	UFF	1.345	1,63	RJ	Universidade Pública Federal
15	UEM	1.135	1,37	PR	Universidade Pública Estadual
16	UNB	1.079	1,31	DF	Universidade Pública Federal
17	UFBA	1.066	1,29	BA	Universidade Pública Federal
18	UFPB	1.047	1,27	PB	Universidade Pública Federal
19	UFRN	999	1,21	RN	Universidade Pública Federal
20	EMBRAPA	854	1,03	Brasil	Instituição Pública
21	UFU	792	0,96	MG	Universidade Pública Federal
22	UFV	768	0,93	MG	Universidade Pública Federal
23	PUC-Rio	759	0,92	RJ	Universidade Privada
24	UFG	698	0,84	GO	Universidade Pública Federal
25	CTA	674	0,82	Brasil	Instituição Pública
26	FIOCRUZ	669	0,81	Brasil	Instituição Pública
27	UERJ	656	0,79	RJ	Universidade Pública Estadual
28	UFSE	635	0,77	SE	Universidade Pública Federal
29	UFPA	622	0,75	PA	Universidade Pública Federal
30	UFOP	609	0,74	MG	Universidade Pública Federal
31	UNIFESP	589	0,71	SP	Universidade Pública Federal
32	UFJF	557	0,67	MG	Universidade Pública Federal
33	Petrobras	545	0,66	Brasil	Instituição Pública
34	UENF	518	0,63	RJ	Universidade Pública Estadual
35	UFABC	507	0,61	SP	Universidade Pública Federal
36	UEL	484	0,59	PR	Universidade Pública Estadual
	Total parcial	65.311	79,05%	-	-
37-1.058	Demais Instituições	17.313	20,95%	-	-
	Total	82.624	100,00	-	-

Fonte: dados da pesquisa.

Como pode ser examinado na Tabela 21, a maioria das instituições brasileiras são universidades públicas; conseqüentemente, grande parte dos artigos foi publicada por pesquisadores vinculados a Universidades Públicas Federais (49,86%), Universidades Públicas Estaduais (32,37%) e Instituições Públicas Federais (8,72%). Este resultado reflete o já exposto em diversos estudos sobre a ciência brasileira, que indicam que a pesquisa nacional é majoritariamente realizada em universidades públicas. Leta, Glanzel e Thijs (2006), por exemplo, observaram que 80% da produção

científica brasileira, no período entre 1991 e 2003, foram produzidas pelas universidades públicas, enquanto somente 5% provinham do setor privado. No estudo publicado em 2012, Leta constatou que a situação permanecia igual, isto é, as universidades públicas são as mais produtivas; além disso, há uma participação pequena do setor privado nas pesquisas científicas, que pode ser justificado pela baixa inserção dos profissionais com mestrado e doutorado nas empresas e indústrias.

A Tabela 22 apresenta a tipologia das instituições brasileiras publicadoras dos artigos brasileiros em Química.

Tabela 22 - Distribuição dos artigos brasileiros em Química por tipo de instituições brasileiras autoras dos artigos em Química (2004-2013).

Tipo	Artigos	%	Quantidade de Instituições	%
Universidade Pública Federal	41.199	49,86	61	5,77
Universidade Pública Estadual	26.750	32,37	39	3,69
Instituição Pública Federal	7.207	8,72	121	11,44
Universidade Privada	4.452	5,39	210	19,85
Instituição Pública Estadual	1.254	1,52	100	9,45
Empresa	1.049	1,27	382	36,11
Instituição Privada	292	0,35	89	8,41
Universidade Pública Municipal	306	0,37	10	0,95
Hospital	87	0,11	26	2,46
Instituição Pública Municipal	22	0,03	15	1,42
Outras	13	0,02	5	0,47
Total	82631	100,00	1058	100,00

Fonte: dados da pesquisa.

A interação entre universidades e empresas já vem ocorrendo nos grandes centros e capitais das Regiões Sudeste e Sul, onde há o predomínio de universidades públicas federais e estaduais, que atuam, em colaboração, mesmo que em escala menor, com empresas e instituições privadas. Constata-se, na Tabela 22, que as empresas constituem o maior número de instituições nacionais que publicaram artigos brasileiros em Química. Em contrapartida, elas representam somente 1,27% do total de artigos, pois 98,47% delas participaram de menos de dez artigos cada e, somente 16 publicaram mais de dez artigos. Já as instituições privadas correspondem a 8,41% do total de instituições e publicaram menos de 0,40% dos artigos químicos brasileiros. As

empresas brasileiras que se destacam pela produtividade são: Braskem (95 artigos), Companhia Vale Rio Doce (32 artigos) e Usiminas (29 artigos). Entre as instituições privadas destacam-se o SENAI (54 artigos), o LACTEC (48 artigos) e a Sociedade Educacional de Santa Catarina (20 artigos).

Estes dois tipos de instituições privadas estão localizados principalmente em São Paulo (45,22%), Minas Gerais (9,98%), Rio de Janeiro (9,77%) e Rio Grande do Sul (9,55%); isto é, nos Estados que apresentam maior produtividade na área Química e que constituem núcleos de pesquisa na área. Por outro lado, cinco Estados brasileiros (Roraima, Acre, Amapá, Piauí e Mato Grosso do Sul) não apresentaram nenhuma instituição privada ou empresa como participante dos artigos químicos brasileiros. Diante desta realidade, verifica-se que a colaboração na pesquisa científica deste tipo de instituição no Brasil ainda é pequena, havendo necessidade de um incentivo maior com objetivo de conectar o que é pesquisado nas universidades com a sua aplicação em empresas ou instituições privadas.

No que diz respeito às universidades privadas, observa-se que elas publicaram 5,39% dos artigos brasileiros em Química e representam 19,85% de todas as instituições. Os Estados que contêm mais de 10 universidades privadas como autoras dos artigos químicos brasileiros pertencem também a Região Sudeste e Sul. Somente o Estado de São Paulo concentra 34,29% delas enquanto Minas Gerais contêm 12,38% e o Rio Grande do Sul 10,00%. A universidade privada com maior produtividade na área Química é a PUC-Rio, que se localiza na 23ª posição com 0,92% do total de artigos químicos brasileiros. Segundo Chiarini, Oliveira e Silva Neto (2014), a baixa produtividade das instituições privadas de ensino superior se deve ao fato de elas se dedicarem principalmente ao ensino, e, conforme esclarecem os autores, são raras exceções deste tipo de instituição que investem também em pesquisa.

No tocante às instituições públicas, nota-se que aquelas que apresentam vínculo federal são mais produtivas (8,72% dos artigos) do que as estaduais (1,52%) e municipais (0,03%), além de serem em maior número também. As duas principais instituições públicas federais que assinaram artigos da Química brasileira são: Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN, com 1,70% do total de artigos) e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa, com 1.03%). O CNEN, localizado na 12ª posição em produtividade, é uma autarquia federal responsável por

desenvolver a política nacional de energia nuclear, além de investir em pesquisa e desenvolvimento com o objetivo de possibilitar um uso amplo e seguro das técnicas do setor nuclear. Atualmente, esta autarquia é composta por 14 unidades de pesquisa distribuídas por nove estados brasileiros. Entre as pesquisas desenvolvidas estão: geração de energia elétrica, medicina nuclear, aplicação na indústria, agricultura e meio ambiente, pesquisa em reservas minerais nucleares, tratamento e armazenamento de rejeitos radioativos, etc. (CNEN, 2015). A Embrapa, posicionada na 20ª colocação, é uma empresa brasileira que atua no setor agropecuário, principalmente no desenvolvimento de pesquisas. Conta com 17 unidades centrais, 46 unidades descentralizadas, 4 laboratórios virtuais no exterior e 3 escritórios internacionais (EMBRAPA, [2015?]).

As instituições estrangeiras são aquelas que publicaram ao menos um artigo em coautoria com instituições brasileiras na área da Química e que se encontram distribuídas entre os 104 países coautores. A Tabela 23 mostra a quantidade de instituições coautoras por país estrangeiro, com ponto de corte nos 30 primeiros países.

Tabela 23 - Quantidade de instituições estrangeiras coautoras de instituições brasileiras nos artigos da Química por país (n=2.406).

Posição	País	Continente	Instituições	% instituições	Artigos	Média de artigos por instituição	% artigos
1	Estados Unidos	América	437	18,16	3.305	7,56	17,21
2	Alemanha	Europa	184	7,65	1.536	8,35	8,00
3	França	Europa	153	6,36	2.009	13,13	10,46
4	Espanha	Europa	113	4,70	1.579	13,97	8,22
5	Inglaterra	Europa	106	4,41	835	7,88	4,35
6	Índia	Ásia	104	4,32	349	3,36	1,82
7	Itália	Europa	95	3,95	1.069	11,25	5,57
8	Japão	Ásia	88	3,66	288	3,27	1,50
9	Canadá	América	71	2,95	572	8,06	2,98
10	China	Ásia	62	2,58	184	2,97	0,96
11	Portugal	Europa	53	2,20	1.563	29,49	8,14
12	Argentina	América	53	2,20	1.217	22,96	6,34
13	México	América	45	1,87	277	6,16	1,44
14	Rússia	Outro	38	1,58	187	4,92	0,97
15	Holanda	Europa	35	1,45	186	5,31	0,97

Continua...

Posição	País	Continente	Instituições	% instituições	Artigos	Média de artigos por instituição	% artigos
16	Chile	América	33	1,37	368	11,15	1,92
17	Cuba	América	33	1,37	283	8,58	1,47
18	Suíça	Europa	32	1,33	215	6,72	1,12
19	Coreia do Sul	Ásia	32	1,33	87	2,72	0,45
20	Polônia	Europa	31	1,29	129	4,16	0,67
21	Austrália	Oceania	30	1,25	234	7,80	1,22
22	Suécia	Europa	30	1,25	188	6,27	0,98
23	Bélgica	Europa	29	1,21	244	8,41	1,27
24	Áustria	Europa	26	1,08	117	4,50	0,61
25	Turquia	Outro	25	1,04	66	2,64	0,34
26	Peru	América	24	1,00	60	2,50	0,31
27	Irã	Ásia	24	1,00	58	2,42	0,30
28	Dinamarca	Europa	22	0,91	114	5,18	0,59
29	Colômbia	América	20	0,83	143	7,15	0,74
30	África do Sul	África	17	0,71	84	4,94	0,44
31-105	Demais países	-	361	15,00	1.655	4,58	8,62
	Total		2.406	100	19.201	7,98	100,00

Fonte: dados da pesquisa.

Entre os países coautores e com maior número de instituições participantes, destacam-se os Estados Unidos (18,16%), Alemanha (7,65%), França (6,36%), Espanha (4,70%) e Inglaterra (4,41%). Já entre os 62 países com menos de dez entidades colaboradoras, nota-se que 43,54% deles apresentam somente uma instituição. A maioria destas nações publicou entre um e cinco artigos, com exceção da Estônia, que apresenta uma única instituição parceira com a Química brasileira e que publicou 14 artigos em coautoria.

Interessante notar ainda que algumas posições dos países são alteradas quando comparadas a Tabela 15 e a Tabela 23 deste trabalho. Isso ocorre, porque, embora o país apresente uma quantidade alta de artigos em coautoria, ele tem menos instituições responsáveis por estas coautorias do que outros países. Esse fato faz com que a média de artigos por instituição seja maior nos países com menor quantidade de instituições e maior quantidade de artigos, como é o caso de Portugal e Argentina. Portugal, por exemplo, é o quarto país em quantidade de coautorias com a Química

brasileira, porém, é a 11ª nação em número de instituições parceiras, isto é, 53 instituições publicaram 1.563 artigos com a Química brasileira, uma média de 29,49 artigos por instituição. A Argentina é o sexto país em coautoria, porém é o 12º em número de instituições, sua média é, portanto, 22,96 artigos por instituição.

A Tabela 24 apresenta as 25 primeiras instituições estrangeiras que mais colaboraram com a Química brasileira. Entre estas 25 entidades, 68% são universidades e 32% são centros, comissões e institutos de pesquisa. Estas instituições refletem especialmente os principais países coautores da Química brasileira, a saber: Portugal, Argentina, França, Estados Unidos, Espanha, Uruguai, Alemanha e Itália.

Tabela 24 – Principais instituições estrangeiras coautoras dos artigos brasileiros em Química (n=25).

Posição	Instituição	Artigos	País	%	Acumulado
1	Universidade de Aveiro	443	Portugal	2,31	2,31
2	Universidad Nacional de La Plata (UNLP)	275	Argentina	1,43	3,74
3	Universidade do Porto	265	Portugal	1,38	5,12
4	Centre National de La Recherche Scientifique (CNRS)	260	França	1,35	6,47
5	University of California	246	Estados Unidos	1,28	7,75
6	Universidade Técnica de Lisboa	232	Portugal	1,21	8,96
7	Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)	221	Espanha	1,15	10,11
8	Universidad de la Republica	165	Uruguai	0,86	10,97
9	Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)	154	Argentina	0,80	11,78
10	Universidade do Minho	154	Portugal	0,80	12,58
11	Universitat Autònoma de Barcelona (UAB)	144	Espanha	0,75	13,33
12	Universidad de Buenos Aires	139	Argentina	0,72	14,05
13	Universidade de Coimbra	130	Portugal	0,68	14,73
14	Université Paris 11	124	França	0,65	15,37
15	Universidad de La Habana	122	Cuba	0,64	16,01
16	Université Grenoble 1	122	França	0,64	16,64
17	Universitat de València	118	Espanha	0,61	17,26
18	Max Planck Society	111	Alemanha	0,58	17,84
19	Massachusetts Institute of Technology (MIT)	111	Estados Unidos	0,58	18,42
20	Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)	108	Argentina	0,56	18,98
21	Université Lyon	108	França	0,56	19,54

Continua...

Posição	Instituição	Artigos	País	%	Acumulado
22	Université Paris 6	105	França	0,55	20,09
23	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN)	103	Itália	0,54	20,62
24	Universitat Politècnica de Catalunya	97	Espanha	0,51	21,13
25	United States Department of Agriculture (USDA)	97	Estados Unidos	0,51	21,63
	Demais Instituições estrangeiras	15.047	-	78,37	100,00
	Total	19.201	-	100,00	

Fonte: dados da pesquisa.

4.1.6 *Temáticas relacionadas com a Química brasileira e a produtividade das subáreas*

A Química permeia as atividades científicas de outras áreas do conhecimento, auxiliando na evolução da ciência como um todo. Na presente pesquisa, com o objetivo de identificar as temáticas relacionadas à Química utilizou-se das categorias de periódicos da WoS. Considerando-se que elas classificam os periódicos de acordo com seu assunto, é possível vislumbrar os temas gerais de que tratam os periódicos e, por consequência, seus artigos.

Como uma revista científica pode ser categorizada em mais de uma WC, seus artigos também sofrem o mesmo processo²⁷. Nesta situação, observa-se que, juntamente com as 20 subáreas da Química, existem outros 72 diferentes campos científicos interagindo com ela, apesar de numa proporção menor. Estes últimos estão presentes como assuntos em 32,08% da produção científica brasileira em Química.

A temática que apresentou um maior número de artigos foi a Ciência dos Materiais Multidisciplinar (9,63%), seguida pela Físico-Química (9,26%) e Química Multidisciplinar (8,28%). Entre as temáticas não pertencentes às subáreas da Química, destacam-se a Ciência e Tecnologia dos Alimentos (2,79%), a Farmacologia e Farmácia (2,79%) e Física da Matéria Condensada (2,39%) como subáreas de outros campos científicos mais recorrentes na produção científica brasileira em Química. Nota-se, também, a presença de áreas relacionadas com Engenharias, Matemática, Ciências

²⁷ À vista disso, tem-se, na maioria das vezes, uma contagem dupla de artigos, pois um mesmo artigo pode estar classificado em mais de uma categoria.

Ambientais, Agricultura, Ciências da Computação, entre outras, como pode ser examinado na Tabela 25.

Tabela 25 – Principais temáticas relacionadas com a produção científica brasileira em Química.

Temáticas	Quantidade de artigos	%
Ciência dos Materiais Multidisciplinar	8.020	9,63
Físico-Química	7.715	9,26
Química Multidisciplinar	6.895	8,28
Química Analítica	5.058	6,07
Engenharia Química	4.623	5,55
Química Medicinal	3.302	3,96
Ciência dos Polímeros	2.794	3,35
Química Aplicada	2.689	3,23
Química Orgânica	2.448	2,94
Ciência e Tecnologia dos Alimentos	2.328	2,79
Farmacologia e Farmácia	2.325	2,79
Engenharia Metalúrgica e Metalurgia	2.146	2,58
Física da Matéria Condensada	1.995	2,39
Física Aplicada	1.984	2,38
Eletroquímica	1.737	2,08
Química Inorgânica e Nuclear	1.666	2,00
Espectroscopia	1.639	1,97
Nanociência e Nanotecnologia	1.600	1,92
Física Atômica, Molecular e Química	1.435	1,72
Energia e Combustível	1.342	1,61
Bioquímica e Biologia Molecular	1.256	1,51
Ciência dos Materiais Cerâmicos	1.176	1,41
Ciência das Plantas	1.071	1,29
Métodos de Pesquisa Bioquímica	1.040	1,25
Termodinâmica	980	1,18
Engenharia Mecânica	912	1,09
Ciência dos Materiais Revestimentos e Películas	829	0,99
Ciência Nuclear e Tecnologia	805	0,97
Mecânica	708	0,85
Instrumentos e Instrumentação	640	0,77
Engenharia Civil	597	0,72
Medicina Integrativa e Complementar	581	0,70
Mineração e Processamento de Minerais	578	0,69
Biotecnologia e Microbiologia Aplicada	567	0,68
Nutrição e Dietética	557	0,67
Ciência dos Materiais Caracterização e Teste	486	0,58
Agricultura Multidisciplinar	449	0,54

Continua...

Temáticas	Quantidade de artigos	%
Cristalografia	420	0,50
Biofísica	392	0,47
Ciências Ambientais	386	0,46
Ciência dos Materiais Compósitos	367	0,44
Matemática, Aplicações Interdisciplinares	353	0,42
Construção e Tecnologia de Construção	338	0,41
Engenharia Ambiental	315	0,38
Mineralogia	301	0,36
Ciência dos Materiais, Papel e Madeira	257	0,31
Engenharia, Fabricação	233	0,28
Radiologia, Medicina Nuclear e Imagem Médica	220	0,26
Ciência da Computação, Aplicações Interdisciplinares	219	0,26
Ciência dos Materiais, Biomateriais	196	0,24
Ótica	191	0,23
Física, Partículas e Campos	190	0,23
Engenharia Industrial	177	0,21
Ciência do Solo	173	0,21
Toxicologia	164	0,20
Agronomia	159	0,19
Ciência dos Materiais Têxteis	124	0,15
Engenharia Elétrica e Eletrônica	111	0,13
Recursos Hídricos	104	0,12
Demais temáticas	957	1,15
Total	83.320	100,00

Fonte: dados da pesquisa.

Analisando-se especificamente as subáreas da Química, verifica-se que as cinco que mais publicaram artigos²⁸ brasileiros, em termos absolutos, são: Ciência dos Materiais Multidisciplinar (8.020 artigos), seguida da Físico-Química (7.715), Química Multidisciplinar (6.895), Química Analítica (5.058) e Engenharia Química (4.623). Juntas, as cinco subáreas totalizam 58,79% da produção científica nacional em Química.

Em âmbito internacional, Magnone (2014) observou que as subáreas da Química com maior quantidade de publicações, no período entre 1993 e 2012, foram:

²⁸ Como explicado anteriormente, os periódicos podem estar classificados em mais de uma categoria e, por isso, seus artigos também, a quantidade total de artigos das subáreas (54.951) é superior totalidade de artigos da Química (42.954) e inferior à quantidade total considerando-se todas as temáticas. Nesta análise especificamente considerou-se somente a quantidade relacionada às subáreas de Química.

Química Multidisciplinar, Química Orgânica, Química Inorgânica e Nuclear, Físico-Química e Ciência dos Materiais Multidisciplinar; enquanto que na Coreia do Sul, destacam-se: Química Multidisciplinar, Engenharia Química, Físico-Química, Ciência dos Materiais Multidisciplinar e Química Orgânica.

Diante disso, verifica-se que a subárea da Química brasileira com maior número de publicações (Ciência dos Materiais Multidisciplinar) em nível mundial é a quinta em quantidade de publicações e a quarta na Coreia do Sul. Além disso, observa-se que o Brasil compartilha de três subáreas mais produtivas com a Química mundial, enquanto que com a Coreia do Sul, quatro subáreas são as mais produtivas em ambos os países.

A Físico-Química brasileira destaca-se por ser a segunda subárea com maior número de artigos. Um dos fatores que pode ter auxiliado na produtividade é o número de bolsas de pesquisa fornecidas pelo CNPq para esta subárea, tendo em vista que é a temática que concentra o maior número de bolsas do tipo Produtividade e Pesquisa em Química (40,1%) (SANTOS; CANDIDO; KUPPENS, 2010; ALVES; YANASSE; SOMA, 2014).

Entre as subáreas mais produtivas da Química em termos de artigos científicos está a Química Analítica. Esta temática não está entre as cinco subáreas que mais publicaram na Química mundial, como apontado no estudo de Magnone (2014); porém, no Brasil, ela se destaca, tendo contribuído com 9,20% da produção científica nacional em Química. Nobrega et al. (1996) e Fatibello-Filho et al. (2002) já haviam relatado o crescimento desta temática no Brasil (período de 1977 a 2001), tanto no que se refere ao número de artigos publicados quanto ao número de trabalhos submetidos às reuniões anuais da SBQ (10 a 15% do total), fato confirmado nesta pesquisa, tendo em vista que esta área obteve um crescimento médio geométrico de 6,25% ao ano na quantidade de artigos publicados.

No que se refere ao crescimento das demais subáreas, nota-se que aquela que obteve um maior crescimento médio anual²⁹ no período entre 2004 e 2013 foi a Ciência dos Materiais Papel e Madeira (22,76%) seguida por Química Medicinal (14,09%) e Termodinâmica (12,50%). Apesar do crescimento significativo destas áreas,

²⁹ Haja vista que a subárea de Ciência dos Materiais Têxteis não continha artigos em 2004, não foi considerada a mais produtiva no período entre 2004 e 2013, apesar de apresentar uma taxa média geométrica anual de 30,35% para o período de 2005 a 2013.

observa-se que a contribuição delas para a totalidade de artigos publicados pela área de Química é baixa, especialmente a subárea de Ciência dos Materiais Papel e Madeira (0,47%) e a Termodinâmica (1,78%), considerando-se a pequena quantidade de artigos publicados por elas no período estudado Tabela 26.

As subáreas Química Inorgânica e Nuclear e Ciência dos Materiais Cerâmicos destacaram-se pelo crescimento negativo no número de artigos publicados no período completo, respectivamente -0,28% e -5,20%. Não obstante o crescimento negativo, essas subáreas contribuíram mais para a produção científica nacional em Química do que as subáreas que obtiveram um crescimento maior, já que representam, respectivamente, 3,03% e 2,14% da produção científica nacional em Química (Tabela 26).

No caso específico da Química Inorgânica, Toma, Ferreira e Serra (2002), haviam verificado que essa subárea publicou 2273 artigos entre 1977 e 2001, sendo que o crescimento maior ocorreu entre 1991 e 2001 (aproximadamente 1886 artigos). Com base nos resultados obtidos na atual pesquisa, pode-se inferir que a produtividade desta subárea entre 2004 e 2013 foi menor do que na década anterior, já que totalizou 1666 artigos. Uma explicação para o crescimento negativo desta subárea pode ser o fato de que a mesma é a que detém o menor número de bolsas de pesquisa fornecidas pelo CNPq para a área de Química, conforme informado no estudo de Santos, Cândido e Kuppens (2010).

Ainda em relação à produtividade das subáreas, observa-se o possível surgimento e crescimento de uma subárea neste período no Brasil. É o caso da Ciência dos Materiais Têxteis que não continha nenhum artigo publicado em 2004 e que cresceu, a partir de 2005, com uma taxa de crescimento médio geométrico de 30,35% ao ano. Apesar do significativo crescimento, ainda assim, esta área contribuiu com somente 0,23% da produção científica brasileira em Química.

Como esperado, as áreas mais produtivas, descritas anteriormente, são aquelas que mais contribuíram para a Química brasileira no período completo: Ciência dos Materiais Multidisciplinar (14,59%), Físico-Química (14,04%) e Química Multidisciplinar (12,55%).

Tabela 26 - Taxa de crescimento médio geométrico anual e a contribuição das subáreas da Química.

Subárea da Química	Taxa de crescimento médio geométrico anual (2004-2013) (%)	Contribuição para a Química brasileira (2004-2013) (%)
Ciência dos Materiais Têxteis	30,35	0,23
Ciência dos Materiais, Papel e Madeira	22,76	0,47
Química Medicinal	14,09	6,01
Termodinâmica	12,5	1,78
Química Aplicada	11,42	4,89
Engenharia Química	10,69	8,41
Eletroquímica	9,07	3,16
Ciência dos Polímeros	8,1	5,08
Espectroscopia	7,8	2,98
Química Multidisciplinar	7,44	12,55
Ciência dos Materiais Caracterização e Teste	6,46	0,88
Química Analítica	6,25	9,2
Química Orgânica	5,67	4,45
Físico-Química	3,73	14,04
Ciência dos Materiais Multidisciplinar	3,61	14,59
Ciência dos Materiais Revestimento e Películas	1,08	1,51
Engenharia Metalúrgica e Metalurgia	0,98	3,91
Ciência dos Materiais Compósitos	0,54	0,67
Química Inorgânica e Nuclear	-0,28	3,03
Ciência dos Materiais Cerâmica	-5,2	2,14

Fonte: dados da pesquisa.

Dados detalhados sobre a quantidade de artigos publicados, taxa de crescimento anual e contribuição de cada subárea por ano podem ser conferidos no Apêndice A deste trabalho.

4.1.7 Idioma dos artigos brasileiros em Química

Desde a Segunda Guerra Mundial, o inglês é considerado a língua franca da ciência, sendo um instrumento que facilita o desenvolvimento científico moderno (LETA, 2012); por isso, tem transcendido as barreiras entre os países e melhorado a

atividade e o impacto científico, uma vez que, a comunicação dos resultados científicos torna-se compreensível entre os pesquisadores do mundo inteiro, à medida que eles dominem o idioma (LÓPEZ-NAVARRO, 2015).

Além disso, sabe-se que pesquisadores que almejam atingir a audiência internacional necessitam publicar preferencialmente em inglês. O mesmo ocorre com os periódicos científicos. Os editores que aspiram ter seu título indexado em base de dados internacionais, ter mais visibilidade na comunidade científica da área e, obter um impacto maior, precisam ter seus artigos publicados também neste idioma, apesar de muitas vezes não ser a língua oficial de seu país.

Forattini (1997) sugere que as publicações que tratam de temáticas exógenas, isto é, de interesse internacional devem ser publicadas em inglês, visando atingir um público maior. Porém, as pesquisas que tratam de assuntos nacionais, e por isso, de interesse local, devem ser publicadas na língua materna do autor, considerando-se o foco e a aplicabilidade da pesquisa no desenvolvimento local, além do idioma dos leitores.

O fato de o inglês ser o idioma da ciência é cada vez mais evidenciado pelo grande número de artigos publicados nesta língua, inclusive em países em que este idioma não é o oficial dos pesquisadores. É o caso do Brasil, que apresenta a maioria dos artigos indexados na WoS e na Scopus publicados em inglês, conforme aponta o estudo de Leta (2012). Por outro lado, apesar desta predominância, Leta (2012) destaca que houve um decréscimo, nos últimos anos, na quantidade de artigos brasileiros publicados nesta língua, fenômeno que se deve a indexação na WoS de alguns periódicos nacionais, que publicam em sua maioria em português e que, conseqüentemente, inflaram o número de artigos em português nas bases de dados.

Leta (2012) destaca ainda que a predominância pelo idioma inglês depende também da área do conhecimento. Segundo a autora, enquanto as Ciências Exatas e da Terra, Engenharias e Biologia tendem a realizar pesquisas internacionais, publicar em periódicos estrangeiros e, conseqüentemente, publicar no idioma inglês; as áreas como as Ciências Sociais, Agricultura e Ciências da Saúde publicam frequentemente em português, tendo em vista que muitas das pesquisas são de interesse local nestes campos científicos.

No estudo de Vargas, Vanz e Stumpf (2014) as Ciências Agrárias apresentaram um pouco mais da metade dos documentos publicados em inglês (56,65%) e 42,34% em português, no período entre 2002 e 2011. A explicação apontada pelas autoras para a quantidade expressiva de artigos em português está relacionada também ao aumento de periódicos nacionais de Ciências Agrárias indexados na WoS.

Já a pesquisa sobre células-tronco aponta para uma realidade oposta a das Ciências Agrárias. De acordo com Santin, Nunez e Moura (2015) 96,3% dos documentos brasileiros indexados na WoS sobre esta temática foram escritos na língua inglesa e somente 3,2% em português, demonstrando o perfil internacional da pesquisa brasileira em células-tronco. O mesmo fato ocorre com as publicações nacionais na área de Neurociências, na qual 96,02% dos artigos são publicados no idioma inglês e apenas 3,11% em português, entre 2006 e 2013 (HOPPEN, 2014).

Na mesma perspectiva, verifica-se que os pesquisadores brasileiros em Química preferem publicar artigos em inglês, a julgar pelo fato de que 92,08% dos artigos foram escritos neste idioma e que somente 7,77% foram redigidos na língua portuguesa (Tabela 27). A predominância pelas publicações escritas em inglês pode relacionar-se com o pertencimento da Química às Ciências Exatas, às quais publicam pesquisas que contêm principalmente caráter experimental e foco internacional. Além disso, o alto percentual de artigos publicados em inglês permite inferir que os pesquisadores e a própria Química brasileira almejam alcançar uma audiência internacional para suas pesquisas.

Tabela 27 - Idioma dos artigos brasileiros em Química entre 2004 e 2013.

Idioma	Número de artigos	%
Inglês	39.550	92,08
Português	3.338	7,77
Espanhol	55	0,13
Demais Idiomas*	11	0,03
Total	42.954	100,00

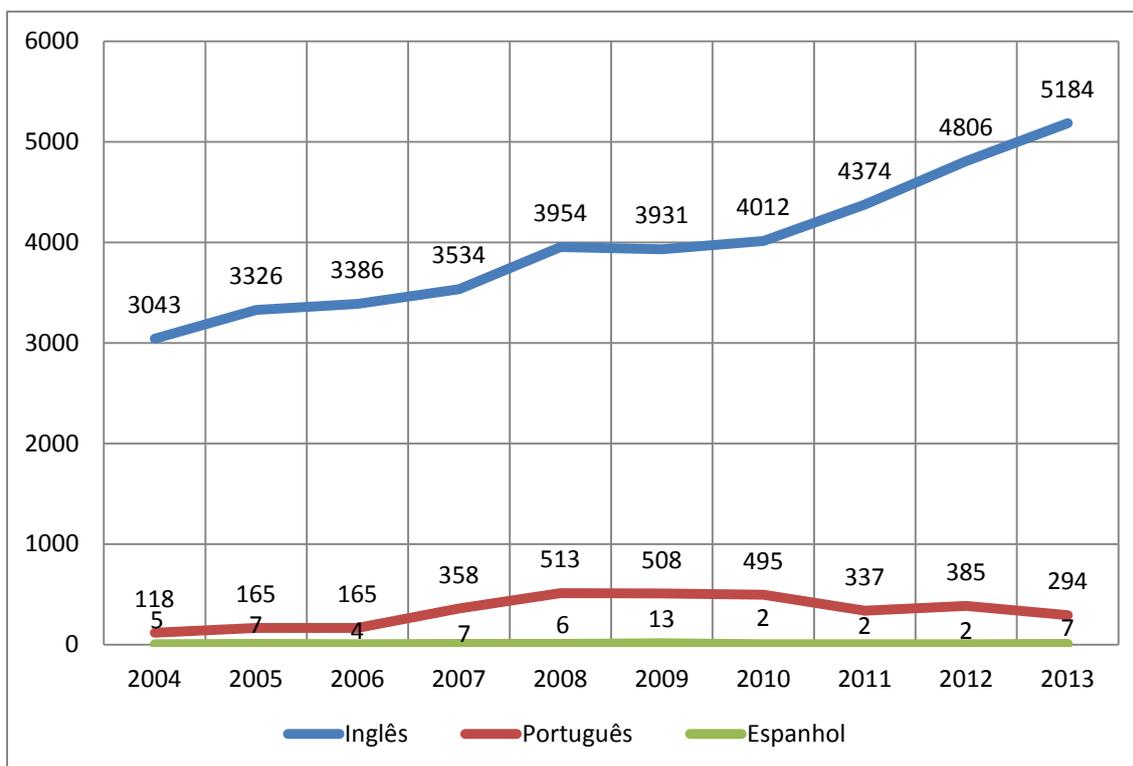
*Demais idiomas: Alemão, Francês, Italiano, Finlandês e Romeno.

Fonte: dados da pesquisa

No que se refere à evolução temporal e o idioma dos artigos, tem-se que a quantidade de artigos publicados em inglês tem crescido com o passar dos anos, fenômeno que tem sido usual nas ciências duras. Já a quantidade de artigos publicados

em português apresentou um acréscimo durante quatro anos seguidos e decresceu nos últimos três anos de análise, conforme pode ser observado na Figura 19 e Tabela 28.

Figura 19 - Evolução temporal da quantidade de artigos brasileiros em Química publicados nos idiomas inglês, português e espanhol entre 2004 e 2013.



Fonte: dados da pesquisa.

Por outro lado, observa-se que, no período de dez anos, houve um crescimento médio anual maior em artigos publicados em português (10,68%) do que em inglês (6,10%) e espanhol (3,81%). O aumento no número de artigos em português ocorreu entre 2007 e 2008, época em que cresceu o número de periódicos nacionais indexados na WoS, inclusive alguns utilizados pelos pesquisadores brasileiros em Química. Além disso, cabe destacar que um dos principais periódicos científicos nacionais da área e que publica a maioria dos seus artigos em português, a revista Química Nova, começou a publicar um número maior de edições por ano. Enquanto em 2006 eram publicadas seis edições anuais, em 2007 este número passou para oito e em 2009 para nove e, desde 2010 são publicadas dez edições anuais. A expansão no número de edições e, por conseguinte, o aumento no número de artigos, pode ter colaborado para o crescimento na quantidade de artigos brasileiros em português.

Tabela 28 - Idioma dos artigos brasileiros em Química por ano (2004 - 2013).

			Ano de Publicação									Total	
			2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012		2013
Idioma	Inglês	Contagem	3043	3326	3386	3534	3954	3931	4012	4374	4806	5184	39.550
		% no Idioma	7,7%	8,4%	8,6%	8,9%	10,0%	9,9%	10,1%	11,1%	12,2%	13,1%	100,0%
		% no Ano	96,1%	95,0%	95,2%	90,6%	88,4%	88,3%	89,0%	92,8%	92,5%	94,5%	92,1%
		% Total	7,1%	7,7%	7,9%	8,2%	9,2%	9,2%	9,3%	10,2%	11,2%	12,1%	92,1%
	Português	Contagem	118	165	165	358	513	508	495	337	385	294	3.338
		% no Idioma	3,5%	4,9%	4,9%	10,7%	15,4%	15,2%	14,8%	10,1%	11,5%	8,8%	100,0%
		% no Ano	3,7%	4,7%	4,6%	9,2%	11,5%	11,4%	11,0%	7,1%	7,4%	5,4%	7,8%
		% Total	0,3%	0,4%	0,4%	0,8%	1,2%	1,2%	1,2%	0,8%	0,9%	0,7%	7,8%
	Demais Idiomas	Contagem	6	9	5	9	6	14	2	4	4	7	66
		% no Idioma	9,1%	13,6%	7,6%	13,6%	9,1%	21,2%	3,0%	6,1%	6,1%	10,6%	100,0%
		% no Ano	0,2%	0,3%	0,1%	0,2%	0,1%	0,3%	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%	0,2%
		% Total	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,2%
Total	Contagem	3167	3500	3556	3901	4473	4453	4509	4715	5195	5485	42.954	
	% no Idioma	7,4%	8,1%	8,3%	9,1%	10,4%	10,4%	10,5%	11,0%	12,1%	12,8%	100,0%	
	% no Ano	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	
	% Total	7,4%	8,1%	8,3%	9,1%	10,4%	10,4%	10,5%	11,0%	12,1%	12,8%	100,0%	

Fonte: dados da pesquisa.

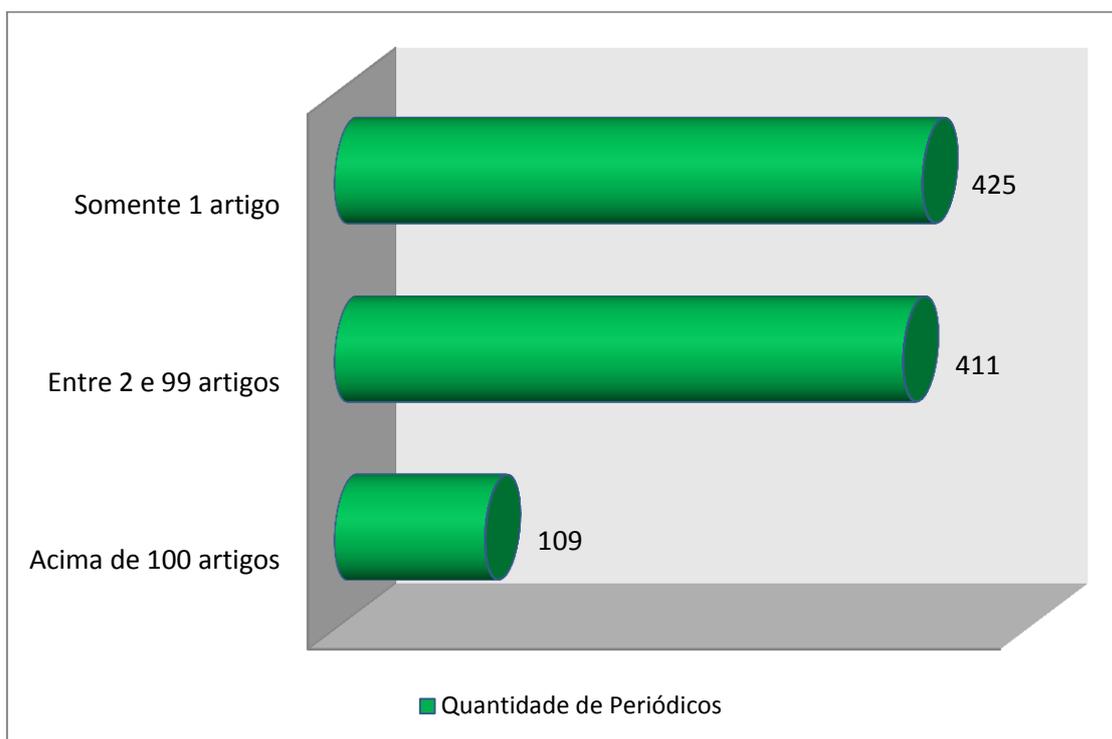
4.1.8 *Periódicos utilizados pelos pesquisadores brasileiros em Química*

O periódico científico é o canal formal de comunicação científica mais utilizado pelos cientistas para compartilhar seus relatos de pesquisas, sendo considerado o principal meio de comunicação formal nas Ciências Exatas e da Terra, Ciências da Saúde, Ciências Biológicas, Ciências Agrárias e Engenharias (PACKER, 2011).

Mueller (1999) ilustra a importância dos periódicos científicos para o desenvolvimento da ciência por meio de quatro funções a eles atribuídas, a saber: "[...] estabelecimento da ciência "certificada", i.e., do conhecimento que recebeu o aval da comunidade científica, canal de comunicação entre os cientistas e de divulgação mais ampla da ciência, arquivo ou memória científica e registro da autoria da descoberta científica" (MUELLER, 1999, p. 2). A autora esclarece ainda que por meio do estudo dos periódicos científicos é possível conhecer o desenvolvimento de um país e das áreas do conhecimento e evidenciar o desempenho individual de um cientista ou instituição de pesquisa.

À vista da importância dos periódicos científicos para a ciência, tem-se que a produção científica brasileira em Química constituída por 42.954 artigos foi publicada em 945 diferentes periódicos científicos, com média de 45 artigos por revista científica. Da totalidade de títulos, 109 publicaram ao menos 100 artigos cada e correspondem a 61,81% da produção científica brasileira em Química entre 2004 e 2013. Os demais periódicos foram responsáveis por 38,19% da produção científica da área e, 50,57% destes últimos publicaram menos de 10 artigos brasileiros em Química (Figura 20).

Figura 20 - Quantidade de títulos de periódicos utilizados para publicação dos artigos brasileiros em Química (n=945).



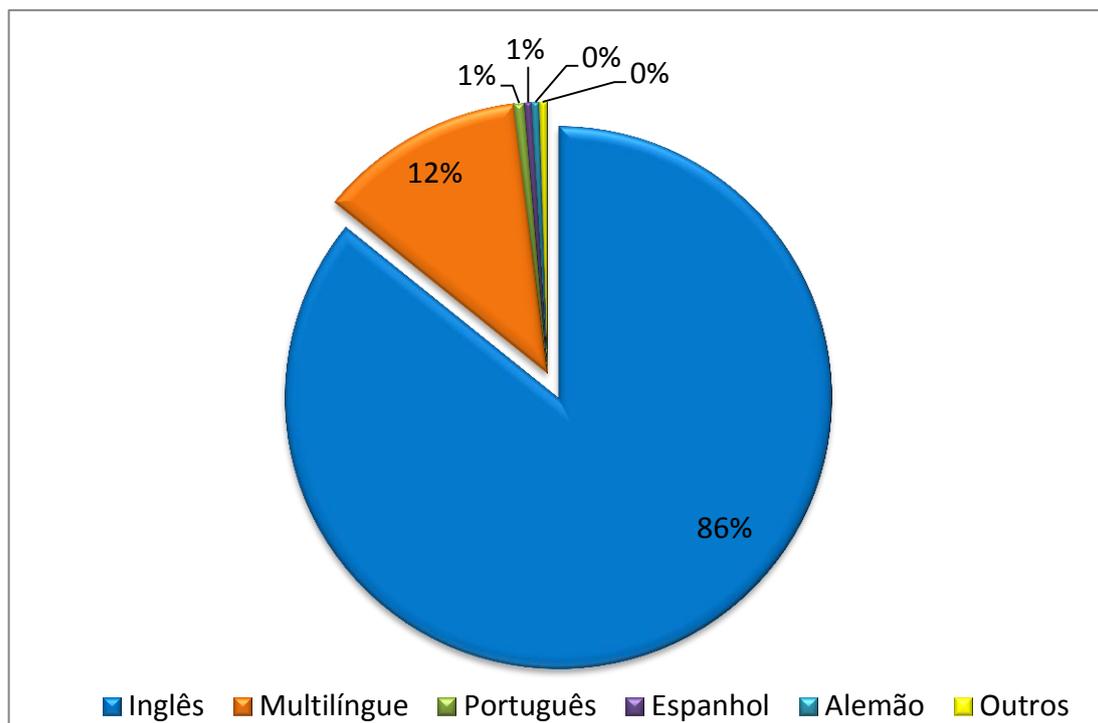
Fonte: dados da pesquisa.

Observa-se, portanto, a existência de um núcleo pequeno de periódicos científicos (11,52%) que concentram a maior parte da produção científica brasileira em Química e uma grande dispersão de revistas científicas (88,48%) que publicaram poucos artigos brasileiros da área.

No que diz respeito ao idioma de publicação dos periódicos, nota-se um percentual expressivo de revistas que publicam somente em inglês (85,82%) e um percentual menor de periódicos que publicam em mais de um idioma (12,28%) e somente em português (0,63%)³⁰. O predomínio do inglês como idioma oficial e predeterminado dos periódicos utilizados justifica o alto percentual de artigos brasileiros em Química publicados nesta língua.

³⁰ Os dados referentes ao idioma dos periódicos científicos foram consultados no JCR da Thomson Reuters.

Figura 21 – Idioma dos periódicos publicadores da produção científica nacional em Química entre 2004 e 2013.



Fonte: dados da pesquisa.

No tocante à origem dos periódicos utilizados, Leta (2012) e Mueller (2005) elucidam que a escolha por títulos nacionais ou estrangeiros depende, dentre outros fatores, do campo científico. Em áreas mais experimentais e tecnológicas há preferência por periódicos estrangeiros que publicam especialmente em inglês, tendo em vista que estas pesquisas são de interesse internacional. Já áreas como as Ciências Sociais, Ciências da Saúde e Agricultura tendem a publicar em periódicos nacionais, pela relevância e utilidade, às vezes, local da pesquisa.

Vargas, Vanz e Stumpf (2014), por exemplo, observaram que a maior parte da produção científica brasileira em Ciências Agrícolas (54,41%) foi publicada em periódicos nacionais. Em contrapartida, Alvarez (2015) apurou que a Física de Altas Energias brasileira, de 1983 a 2013, caracterizou-se pela internacionalização em suas pesquisas, pois todos os artigos foram publicados em periódicos estrangeiros, oriundos, principalmente, dos Estados Unidos.

Entre os 945 diferentes periódicos científicos utilizados pelos pesquisadores brasileiros em Química, a maioria é de origem estrangeira e somente 0,95% são nacionais (nove títulos), percentual um tanto superior ao encontrado no estudo sobre

a Química Orgânica na Índia, no qual 84,5% dos periódicos eram internacionais e 15,5% domésticos (DWIVEDI; KUMAR; GARG, 2015).

Cabe destacar que os Estados Unidos e a Inglaterra concentraram mais da metade dos periódicos utilizados pelos pesquisadores brasileiros em Química. Como o Brasil apresenta poucos periódicos nacionais especializados na área e indexados na WoS, localiza-se, portanto, na 13ª posição na classificação de países pela quantidade de periódicos utilizados para publicação da produção científica brasileira em Química entre 2004 e 2013 (Tabela 29).

Entre os nove periódicos brasileiros, verifica-se que sete pertencem a sociedades e associações nacionais, um é editado pela Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto e o outro pela Rede Latino-Americana de Materiais. Entre as sociedades e associações que editam esses periódicos brasileiros estão: Sociedade Brasileira de Química (SBQ), Sociedade Brasileira de Farmacognosia (SBF), Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais (ABM), Associação Brasileira de Cerâmica (ABC), Associação Brasileira de Polímeros (ABPol), Associação Brasileira de Engenharia Química (ABEQ) e Associação Brasileira de Soldagem (ABS).

Tabela 29 - País de origem e quantidade de periódicos utilizados para publicação dos artigos brasileiros em Química entre 2004 e 2013 (n= 945).

País	Quantidade	%	Acumulado
Estados Unidos	274	28,99	28,96
Inglaterra	233	24,66	53,65
Holanda	95	10,05	63,70
Alemanha	91	9,63	73,33
Suíça	36	3,81	77,14
China	26	2,75	79,89
Rússia	19	2,01	81,90
Japão	18	1,90	83,81
Coreia do Sul	13	1,38	85,19
Emirados Árabes Unidos	13	1,38	86,56
França	13	1,38	87,94
Canadá	10	1,06	88,99
Brasil	9	0,95	89,95
Polônia	9	0,95	90,90
Demais países	86	9,10	100,00
Total	945	100,00	-

Fonte: dados da pesquisa.

No que diz respeito à quantidade de artigos publicados e a origem do periódico, constata-se que, dos 42.954 artigos científicos analisados, a maioria (83,65%) foi publicada em periódicos estrangeiros e uma minoria (16,35%) em periódicos brasileiros. O baixo percentual de publicação em periódicos nacionais também foi observado no estudo de Kim e Kim (2000), quando verificaram que 22,9% das 651 publicações da Universidade Nacional de Seul (Coreia do Sul) no período entre 1992 e 1998 pertenciam a periódicos coreanos.

Como mencionado anteriormente, uma das possíveis causas para a priorização da publicação brasileira em periódicos estrangeiros pode se relacionar com as temáticas desenvolvidas pela Química, que são, muitas vezes, de interesse internacional. Outros fatores a serem considerados são a busca por uma maior visibilidade da pesquisa científica em âmbito mundial e a avaliação da Pós-Graduação nacional, que incentiva os pesquisadores a publicarem em periódicos estrangeiros indexados.

Embora a predominância maior dos artigos científicos brasileiros seja em periódicos estrangeiros, constata-se que todos os títulos nacionais utilizados estão entre os 109 que compõem o núcleo com maior número de artigos da Química brasileira. Ademais, entre as dez revistas científicas que mais publicaram artigos brasileiros em Química, cinco são nacionais e dentre estas, três são as primeiras colocadas (Tabela 30).

Este resultado demonstra que os títulos nacionais, apesar de serem em pequeno número nesta pesquisa, são importantíssimos para o desenvolvimento da pesquisa científica brasileira em Química e são os veículos de comunicação mais frequentemente utilizados pelos pesquisadores. A propensão pelas revistas científicas nacionais já havia sido observada por Leta (2012), quando verificou que tanto em 1991 quanto 2001 e 2010, entre os dez periódicos com maior número de publicações brasileiras, a maioria eram nacionais.

Tabela 30 – Dez primeiros periódicos científicos que publicaram 100 ou mais artigos brasileiros em Química no período entre 2004 e 2013.

Posição	Periódicos	Quantidade de Artigos	País	Temática	Fator de Impacto	Quartil
1	Química Nova	2.470	Brasil	Química Multidisciplinar	0.661	Q4
2	Journal of the Brazilian Chemical Society	1.683	Brasil	Química Multidisciplinar	1.129	Q3
3	Revista Brasileira de Farmacognosia-Brazilian Journal of Pharmacognosy	667	Brasil	Química Medicinal	0.834	Q4
4	Journal of Thermal Analysis and Calorimetry	598	Hungria	Química Analítica / Físico-Química	2.042	Q2
5	Journal of Magnetism and Magnetic Materials	506	Holanda	Ciência dos Materiais Multidisciplinar	1.970	Q2
6	Materials Research-Ibero-American Journal of Materials	488	Brasil	Ciência dos Materiais Multidisciplinar	0.793	Q4
7	Journal of Applied Polymer Science	464	Estados Unidos	Ciência dos Polímeros	1.768	Q2
8	Journal of Ethnopharmacology	458	Irlanda	Química Medicinal	2.998	Q2
9	Talanta	454	Inglaterra	Química Analítica	3.545	Q1
10	Polímeros-Ciência e Tecnologia	452	Brasil	Ciência dos Polímeros	0.474	Q4

Fonte: dados da pesquisa.

O Fator de impacto dos periódicos é publicado anualmente no JCR da Thomson Reuters. Este indicador é calculado de forma simples, por meio da razão entre a quantidade de citações recebidas por um periódico no ano corrente e o número de documentos citáveis publicado por ele nos dois anos anteriores. Trata-se de um indicador importante, que serve como parâmetro para verificar o status de reconhecimento de um título na comunidade científica internacional (STREHL, 2005).

Considerando-se que o Fator de Impacto é impulsionado pelo processo de comunicação científica de cada área do conhecimento e que cada campo científico apresenta características próprias e diferentes dos demais, especialmente no que se refere aos seus hábitos de citação e à publicação de suas pesquisas; o Fator de Impacto somente pode ser comparado entre periódicos de uma mesma especialidade. Isto posto, uma das formas de se analisar o Fator de Impacto dos periódicos de diferentes áreas e subáreas do conhecimento é por meio da comparação do posicionamento deles dentro de quartis.

Como pode ser observado na Tabela 31, entre os periódicos que mais publicaram artigos da Química brasileira, a maioria (76,76%) encontra-se posicionada nos quartis 1 e 2. Evidencia-se, portanto, a importância e relevância internacional das pesquisas brasileiras em Química, tendo em vista que seus artigos foram publicados especialmente em revistas científicas com alto Fator de Impacto em suas respectivas subáreas.

Tabela 31 - Número de periódicos mais utilizados pelos pesquisadores brasileiros em Química em cada subárea e quartil de acordo com o seu FI.

Subárea da Química	Quartil dos periódicos				Total de periódicos
	Q1	Q2	Q3	Q4	
Físico-Química	5	15	7	0	27
Ciência dos Materiais Multidisciplinar	6	11	0	2	19
Engenharia Química	8	6	1	1	16
Química Analítica	6	6	1	3	16
Química Medicinal	4	2	3	2	11
Química Multidisciplinar	1	3	2	1	7
Ciência dos Polímeros	3	2	0	1	6
Química Aplicada	4	0	1	1	6
Química Orgânica	3	3	0	0	6
Eletroquímica	3	2	0	0	5
Espectroscopia	1	1	3	0	5
Engenharia Metalúrgica e Metalurgia	1	1	0	2	4

Continua...

Subárea da Química	Quartil dos periódicos				Total de periódicos
	Q1	Q2	Q3	Q4	
Química Inorgânica e Nuclear	0	2	1	1	4
Ciência dos Materiais Revestimentos e Películas	0	3	0	0	3
Termodinâmica	2	1	0	0	3
Ciência dos Materiais Cerâmicos	2	1	0	0	3
Ciência dos Materiais Caracterização e Teste	1	0	0	0	1
Total	50	59	19	14	142*

*O número total de periódicos é superior a 109, pois um periódico pode estar classificado em mais de uma categoria WC.

Fonte: dados da pesquisa.

Além disso, entre os títulos mais utilizados para publicação, nota-se que a subárea de Físico-Química é a que concentra o maior número deles (27), seguida pela Ciência dos Materiais Multidisciplinar (19) e a Engenharia Química (16). Esta ocorrência concatena-se com o fato de que estas três subáreas estão entre as cinco temáticas da Química que mais publicaram artigos brasileiros entre 2004 e 2013, como afirmado na seção 4.1.6 deste trabalho. Por outro lado, nenhum periódico que publicou artigos das subáreas de Ciência dos Materiais Têxteis, Ciência dos Materiais Papel e Madeira e, Ciência dos Materiais Compostos está entre os 109 títulos que mais publicaram artigos da Química brasileira.

Finalmente, pode-se deduzir que a pesquisa científica nacional em Química apresenta, em sua maioria, temáticas de interesse mundial e almeja uma audiência internacional, considerando-se que há predominância pela publicação em periódicos estrangeiros, no idioma inglês e que se posicionam nos dois primeiros quartis referentes ao seu Fator de Impacto.

4.2 Impacto da produção científica brasileira em Química

A análise do impacto possibilita a identificação da visibilidade da produção científica nacional, sua inserção e reconhecimento na comunidade científica internacional. O impacto é frequentemente estudado por meio da verificação do número de citações recebidas em um período de tempo. Ao se analisar a quantidade de citações recebidas com o avanço dos anos, é possível constatar se houve uma melhora na visibilidade e no aceite da produção científica nacional ou se a mesma tem perdido força no contexto internacional.

Da mesma forma, conhecer o perfil dos artigos citantes, através da identificação dos países que se utilizam da produção científica nacional em suas pesquisas, possibilita constatar também a expansão da audiência internacional, além de se averiguar se a colaboração científica tem ajudado neste aspecto. Por isso, quando os artigos citantes são, principalmente, de origem estrangeira, pode-se inferir que a pesquisa nacional tem audiência internacional e importância suficiente para que seja lida e citada pela comunidade científica internacional da área. Por outro lado, se a predominância pela citação de artigos é do próprio país, tem-se uma autocitação nacional, que, às vezes, pode ser justificada pelo tipo de pesquisa realizada, pela falta de vínculos e projetos com instituições estrangeiras, pela baixa visibilidade, etc.

Neste contexto, as subseções a seguir apresentam as análises referentes ao impacto da Química brasileira.

4.2.1 *Análise das citações recebidas pela Química brasileira: distribuição e comparação com alguns indicadores de atividade*

A produção científica brasileira em Química (42.954 artigos) recebeu 452.927 citações oriundas de 280.457 diferentes documentos científicos, uma média de 44.292 citações por ano e de 10,54 citações por artigo publicado. O valor seis da mediana diz que 50% da totalidade dos artigos químicos nacionais obtiveram menos de seis citações enquanto a outra metade foi citada mais de seis vezes. Em quase todos os

anos analisados, há uma razoável diferença entre o valor da média e da mediana, explicado pelos artigos que se destacaram pelo grande número de citações recebidas (*outliers*) e que, por isso, fizeram com que a média de citações fosse inflada (Tabela 32).

Entre os *outliers* da produção científica brasileira em Química, dois artigos se destacam pela quantidade de citações recebidas: o primeiro obteve o maior número de citações (1.061 citações) entre todos os artigos analisados. Intitulado "Studying disorder in graphite-based systems by Raman spectroscopy", tem autoria de um pesquisador do Departamento de Física da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) em colaboração com pesquisadores do Massachusetts Institute of Technology (Estados Unidos) e da Tohoku University (Japão). Foi publicado em 2007, no periódico Physical Chemistry Chemical Physics, cujo Fator de Impacto é 4.493 e que se situa no Quartil 1 da subárea de Físico-Química.

O segundo artigo mais referenciado (720 citações) com título de "Perspectives on Carbon Nanotubes and Graphene Raman Spectroscopy" também foi escrito por um pesquisador do Departamento de Física da UFMG com colaboração da maioria dos autores do artigo mais citado (Massachusetts Institute of Technology e da Tohoku University). Foi publicado em 2010, no periódico Nano Letter, cujo Fator de Impacto é de 13.592 e que se localiza no Quartil 1 em todas as categorias de periódicos à qual está vinculado: Química Multidisciplinar, Físico-Química, Ciência dos Materiais Multidisciplinar, Nanociência e Nanotecnologia, Física Aplicada, Física da Matéria Condensada.

Tabela 32 - Estatística descritiva por ano das citações recebidas pela produção científica brasileira em Química.

Ano	Total de Artigos	Total de Citações recebidas	% total de citações recebidas	Acumulado	Média Geral de citações por artigo	Média de citações por artigo citado	Moda (citações por ano)	Mediana (citações por ano)	Mínimo (citações por ano)	Máximo (citações por ano)
2004	3.167	54.855	12,11	--	17,32	18,23	5	10	0	505
2005	3.500	59.459	13,13	25,24	16,99	18,08	0	10	0	344
2006	3.556	56.192	12,41	37,65	15,80	16,66	2	10	0	430
2007	3.901	56.872	12,56	50,20	14,58	15,74	0	9	0	1.061
2008	4.473	55.323	12,21	62,42	12,37	13,55	0	8	0	486
2009	4.453	51.645	11,40	73,82	11,60	12,75	0	7	0	370
2010	4.509	42.331	9,35	83,17	9,39	10,50	0	6	0	720
2011	4.715	34.137	7,54	90,70	7,24	8,11	0	5	0	381
2012	5.195	25.793	5,69	96,40	4,96	5,93	0	3	0	84
2013	5.485	16.320	3,60	100,00	2,98	4,03	0	2	0	108
Total	42.954	452.927	100,00	--	10,54	11,90	0	6	0	1.061

Fonte: dados da pesquisa.

No que concerne à distribuição dos artigos pela quantidade de citações recebidas, verifica-se que 88,60% deles foram citados ao menos uma vez enquanto que 11,40% dos artigos publicados não foram referenciados durante o período de tempo analisado. Esse percentual é próximo do encontrado na subárea de Química Orgânica da Índia (DWIVEDI; KUMAR; GARG, 2015), cujo percentual de artigos não citados é de 11,2%. Este resultado aponta para a boa visibilidade que a produção científica nacional em Química tem vivenciado nos anos analisados, à medida que grande parte dos artigos publicados no período entre 2004 e 2013 foi citada pela comunidade científica da área (Tabela 33).

Tabela 33 - Quantidade de artigos da Química brasileira por citações recebidas.

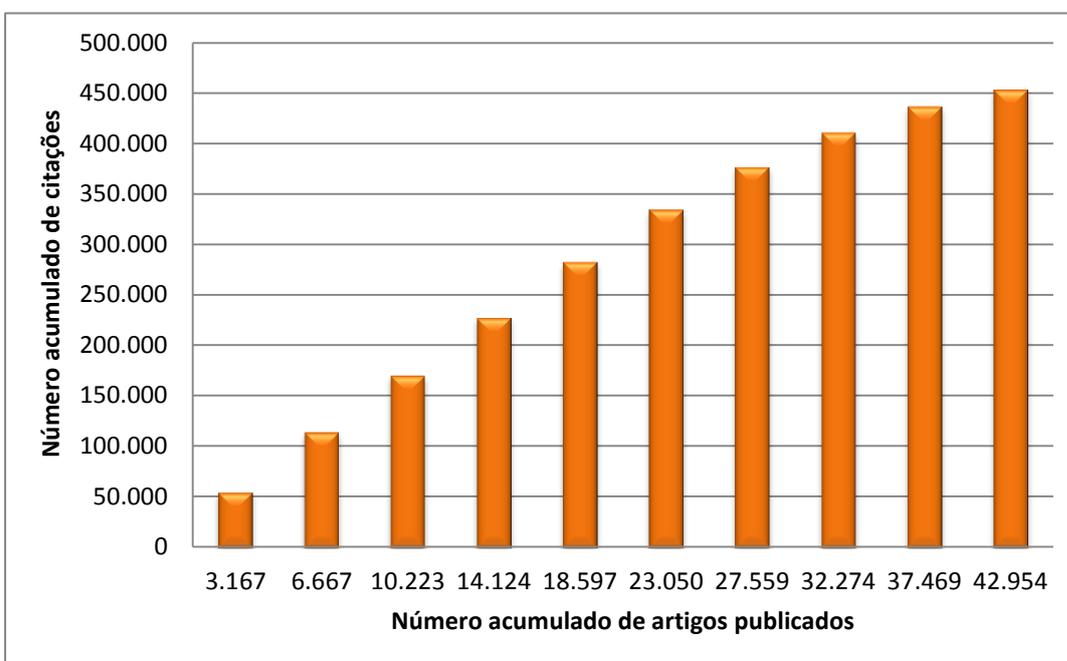
Quantidade de citações	Quantidade de artigos	%	Acumulado
0	4.897	11,40	--
1	4.063	9,46	20,86
2	3.744	8,72	29,58
3	3.272	7,62	37,19
4	2.812	6,55	43,74
5	2.490	5,80	49,54
6	2.208	5,14	54,68
7	1.814	4,22	58,90
8	1.594	3,71	62,61
9	1.469	3,42	66,03
10	1.278	2,98	69,01
11	1.115	2,60	71,60
12	1.014	2,36	73,96
13	867	2,02	75,98
14	818	1,90	77,89
15	733	1,71	79,59
16	671	1,56	81,15
17	602	1,40	82,56
18	564	1,31	83,87
19	490	1,14	85,01
20	467	1,09	86,10
21 até 1.061	5.972	13,90	100,00
Total	42.954	100,00	--

Fonte: dados da pesquisa.

Em contrapartida, cerca da metade dos artigos publicados recebeu entre uma e cinco citações (49,54%) e 19,47% receberam entre seis e dez citações, o que demonstra a predominância de artigos que foram referenciados menos de dez vezes, considerando-se que a quantidade de artigos diminui inversamente ao aumento no número de citações recebidas³¹. Esses percentuais também são semelhantes aos da Química Orgânica da Índia, tendo em vista que 46,25% dos artigos deles foram citados entre uma e cinco vezes e 18,8% receberam entre seis e dez citações (DWIVEDI; KUMAR; GARG, 2015) (Tabela 33).

Repara-se ainda que os cinco primeiros anos de análise (2004-2008) concentram a maioria das citações recebidas pelos artigos brasileiros em Química (62,42%), ocorrência motivada provavelmente pelo tempo maior que estas publicações tiveram para serem absorvidas pela comunidade científica da área (Tabela 32). Por outro lado, por meio do número de citações acumuladas, percebe-se o contínuo aumento do impacto da produção científica brasileira em Química em relação ao número de artigos publicados (Figura 22).

Figura 22 - Relação entre o número acumulado de citações e a quantidade acumulada de artigos brasileiros em Química.



Fonte: dados da pesquisa.

³¹ Dados detalhados da distribuição dos artigos por número de citações podem ser conferidos no Apêndice C deste trabalho.

Ao se analisar cada ano de publicação individualmente, observa-se que, assim como no período completo (2004-2013), a maioria dos artigos brasileiros em Química foi referenciada ao menos uma vez, inclusive em 2013, no qual os artigos tiveram um período de tempo curto para serem absorvidos e lidos pela comunidade científica. Esta situação revela que a pesquisa científica brasileira da área tem importância e relevância consideráveis, tendo em vista que foi absorvida e utilizada pela sua comunidade científica.

O ano de 2004 se destaca por apresentar a menor taxa (3,23%) dentre a totalidade de artigos não citados, em oposição a 2013, que tem o maior percentual (29,34%) em virtude do motivo ressaltado no parágrafo anterior (curto período de tempo). Por outro lado, o ano de 2012 foi aquele em que a quantidade maior de artigos foi referenciada (11,43%) ao menos uma vez (Tabela 34).

Tabela 34 - Percentual de artigos químicos citados e não citados por ano (2004-2013).

Ano	Artigos publicados	Artigos não citados	% do total de artigos não citados	% de artigos não citados no ano	Artigos citados	% do total de artigos citados	% de artigos citados no ano
2004	3.167	158	3,23	4,99	3.009	7,91	95,01
2005	3.500	212	4,33	6,06	3.288	8,64	93,94
2006	3.556	183	3,74	5,15	3.373	8,86	94,85
2007	3.901	287	5,86	7,36	3.614	9,50	92,64
2008	4.473	391	7,98	8,74	4.082	10,73	91,26
2009	4.453	401	8,19	9,01	4.052	10,65	90,99
2010	4.509	476	9,72	10,56	4.033	10,60	89,44
2011	4.715	507	10,35	10,75	4.208	11,06	89,25
2012	5.195	845	17,26	16,27	4.350	11,43	83,73
2013	5.485	1.437	29,34	26,20	4.048	10,64	73,80
Total	42.954	4.897	100,00	--	38.057	100,00	--

Fonte: dados da pesquisa.

Entre os aspectos discutidos frequentemente na literatura bibliométrica e cientométrica como os que podem favorecer o aumento no número de citações recebidas por um artigo estão: autoria múltipla versus autoria individual, periódico utilizado para publicação, instituição de filiação do autor, subárea de pesquisa, entre outros (VAN RAAN, 1996; LEIMU, KORICHEVA, 2005; JUN-YING et al., 2012; BORNMANN et al., 2012). Bornmann et al. (2012), por exemplo, analisaram alguns desses aspectos e os relacionaram com o número de citações recebidas. Os autores

estudaram a área de Química por meio dos artigos aceitos para publicação na revista *Angewandte Chemie International Edition* e dos rejeitados e publicados em outras revistas. Entre os fatores identificados pelos autores como associados com o impacto, pode-se destacar: idioma de publicação do periódico e a subárea de pesquisa. Por outro lado, os autores não encontraram correlação entre as citações recebidas e o número de autores por artigo, apesar dos questionamentos constantes na literatura da área.

Neste contexto, buscou-se comparar, de forma breve e simplificada³² por meio de estatística descritiva, o número recebido de citações pela produção científica brasileira em Química com alguns dos aspectos mencionados acima. O objetivo principal das análises apresentadas a seguir é verificar como se apresenta a distribuição das citações recebidas em artigos de múltipla autoria e autoria individual, instituições e regiões brasileiras, subárea, periódicos e seus idiomas de publicação.

4.2.1.1 Citações recebidas e a coautoria da Química brasileira

Os estudos de citação, especificamente aqueles que buscam compreender porque alguns artigos recebem mais citações do que outros, destacam que artigos em coautoria têm probabilidade maior de serem citados do que artigos assinados por um único autor. Isto porque, o envolvimento de mais pesquisadores possibilita que pelo menos cada um deles referencie seu próprio trabalho em pesquisas futuras, além de que seus pares mais próximos também o façam, ou seja, sua rede ou grupo de pesquisa possivelmente referenciará o artigo publicado. Ademais, parece haver uma aceitação maior da comunidade científica quando os artigos são publicados em coautoria do que por um único autor (LEIMU; KORICHEVA, 2005; BORNMANN et al., 2012; DIDEGAH; THELWALL, 2013).

Peters e Van Raan (1994), por exemplo, observaram que, na Engenharia Química, a coautoria entre quatro ou mais autores atraiu um número maior de citações, isto é, quase o dobro das citações de artigos com um ou dois autores. Da

³² Não foram realizados testes estatísticos para comprovar a correlação entre os fatores e as citações recebidas. Sugere-se que, em estudos futuros, uma análise mais aprofundada seja feita a fim de verificar se a produção científica brasileira em Química apresenta o mesmo padrão dos encontrados em estudos internacionais da área.

mesma forma, Leimu e Koricheva (2005) constataram que os artigos da área de Ecologia, que apresentavam quatro ou mais autores, também receberam mais citações do que artigos de um a três autores. Contrariamente a estes estudos, Bornmann et al. (2012) não encontraram significância estatística para esta relação.

No caso da Química brasileira, constata-se que a maior parte das citações recebidas foi efetuada para artigos publicados com autoria de quatro pesquisadores (19,96%), enquanto um percentual razoavelmente menor de citações foi para artigos de autoria única (0,92%). No entanto, deve-se considerar que a coautoria entre quatro pesquisadores é a que apresenta o maior número de artigos publicados pela Química brasileira (20,20%) em contraste com a autoria individual, que representa somente 1,32% da produção científica brasileira em Química (Tabela 35).

Tabela 35 - Relação entre coautoria e quantidade de citações recebidas pela Química brasileira.

Coautoria	Quantidade de artigos	Quantidade de citações	Média entre artigos e citações	% do total de citações
1	566	4.167	7,36	0,92
2	4.662	44.110	9,46	9,74
3	7.660	74.790	9,76	16,51
4	8.676	90.418	10,42	19,96
5	7.412	78.770	10,63	17,39
6	5.635	63.187	11,21	13,95
7	3.431	37.871	11,04	8,36
8	2.113	22.901	10,84	5,06
9	1.198	14.857	12,40	3,28
10	711	8.619	12,12	1,90
11 a 100	875	11.799	13,48	2,61
101 a 816	15	1.438	95,87	0,32
Total	42.954	452.927	10,54	100,00

Fonte: dados da pesquisa.

Ademais, quando se calcula a média entre as citações recebidas e a quantidade de artigos publicados por autoria, tem-se que a maior média pertence aos 15 artigos que apresentam entre 101 e 816 autores, isto é, cada artigo recebeu em média 95,87 citações. Além disso, o valor das médias cresce com o aumento no número de coautorias, muito embora o número de artigos e o número de citações diminuam consideravelmente. Resultado que, aparentemente, induz ao entendimento de que

artigos com coautoria de cinco ou mais coautores, apesar de serem em menor número, recebem, proporcionalmente, mais citações.

No que concerne à distribuição de cada artigo pelo número de citações recebidas, observa-se que entre os artigos que não receberam citações, a maioria é de autoria múltipla; porém, como mencionado, a quantidade de artigos publicados pela Química brasileira em múltipla autoria também é maior (98,68%) do que em autoria individual. Isto posto, entre os artigos que não foram citados, 21,63% deles foram publicados em coautoria de três pesquisadores e somente 2,21% eram de autoria única (Tabela 36)³³. Observando-se especificamente a totalidade de artigos de autoria individual (566 artigos), 19,08% deles nunca foram citados. Além disso, a quantidade de artigos diminui à medida que o número de citações aumenta, ou seja, cada artigo de autoria única apresenta poucas citações, com raras exceções³⁴.

Já os artigos com maior número de coautores (816 e 520) receberam, respectivamente, 430 e 118 citações. Por outro lado, os artigos com maior número de citações (720 e 1.061) foram publicados, nesta ordem, com coautoria de cinco e seis pesquisadores. Esse resultado demonstra que, aparentemente, na Química brasileira, nem sempre um número alto de citações está relacionado com a quantidade de coautores do artigo e vice versa; considerando-se que era esperado um número maior de citações para os artigos publicados com 816 e 520 coautores do que os publicados por cinco ou seis.

Diante dos resultados expostos nesta subseção, observa-se que a coautoria entre quatro autores é a que apresenta o maior número de artigos da Química brasileira, bem como a que originou um número mais concentrado de citações. Da mesma forma, poucos artigos químicos brasileiros caracterizam-se pela autoria individual e, os mesmos, na maioria das vezes recebem poucas citações.

³³ Dados detalhados da distribuição do número de artigos por coautoria e citação recebida podem ser conferidos no Apêndice D deste trabalho.

³⁴ Dois artigos de autoria única se destacam pelo número de citações recebidas: o primeiro artigo, publicado em 2006, é de autoria de um docente do departamento de Engenharia de Materiais da UFSCAR e pertence a subárea de Ciência dos Polímeros. Este artigo obteve 202 citações, com aproximadamente 96% das citações de origem estrangeira. O segundo artigo, publicado em 2007, foi escrito por um docente do Instituto de Química da Unicamp, na subárea de Espectroscopia. Obteve 101 citações, cerca de 80% de origem estrangeira. **Fonte:** dados da pesquisa e busca na WoS em 10 jan. 2016.

Tabela 36 - Tabulação cruzada entre número de coautorias e quantidade de citações (n=42.954).

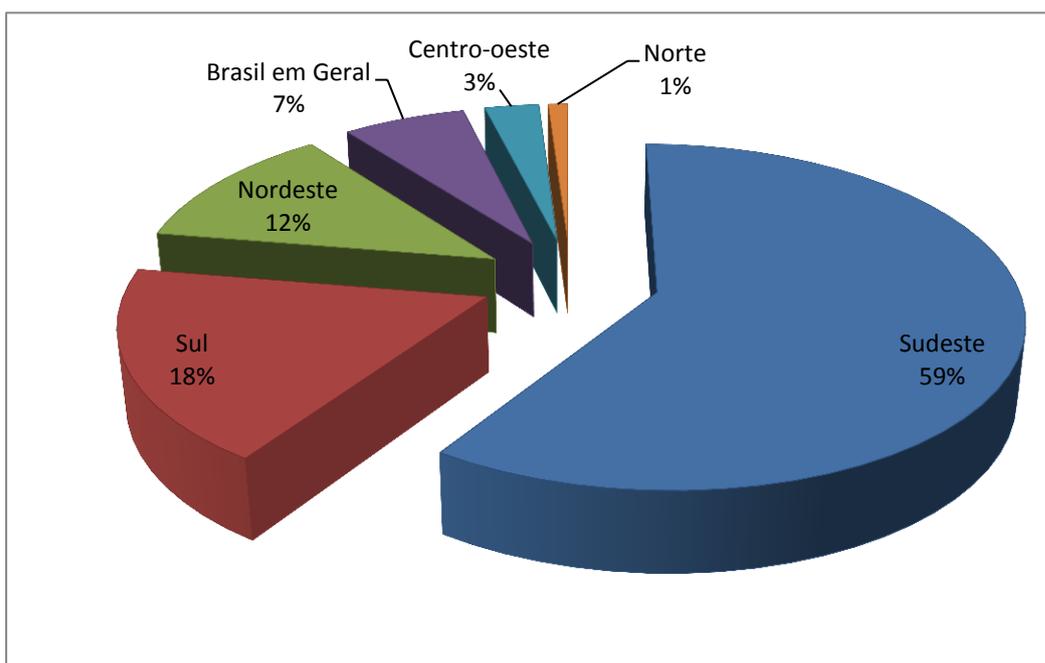
Citação	Coautoria	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 a 100	101 a 816	Total
0	Contagem	108	708	1.059	999	750	589	314	176	85	47	62	0	4.897
	% citações	2,21	14,46	21,63	20,40	15,32	12,03	6,41	3,59	1,74	0,96	1,27	0,00	100,00
1	Contagem	82	472	792	824	719	489	295	175	88	58	69	0	4.063
	% citações	2,02	11,62	19,49	20,28	17,70	12,04	7,26	4,31	2,17	1,43	1,70	0,00	100,00
2	Contagem	60	447	686	761	628	444	294	187	93	69	75	0	3.744
	% citações	1,60	11,94	18,32	20,33	16,77	11,86	7,85	4,99	2,48	1,84	2,00	0,00	100
3	Contagem	42	327	579	673	576	439	284	158	87	54	53	0	3.272
	% citações	1,28	9,99	17,70	20,57	17,60	13,42	8,68	4,83	2,66	1,65	1,62	0,00	100,00
4	Contagem	38	307	482	571	498	378	233	124	74	50	56	1	2.812
	% citações	1,35	10,92	17,14	20,31	17,71	13,44	8,29	4,41	2,63	1,78	1,99	0,04	100,00
5	Contagem	28	285	437	468	433	313	207	148	81	42	48	0	2.490
	% citações	1,12	11,45	17,55	18,80	17,39	12,57	8,31	5,94	3,25	1,69	1,93	0,00	100,00
6	Contagem	24	224	402	443	367	298	167	126	67	44	46	0	2.208
	% citações	1,09	10,14	18,21	20,06	16,62	13,50	7,56	5,71	3,03	1,99	2,08	0,00	100,00
7	Contagem	21	158	300	376	319	248	134	116	56	34	52	0	1.814
	% citações	1,16	8,71	16,54	20,73	17,59	13,67	7,39	6,39	3,09	1,87	2,87	0,00	100,00
8	Contagem	16	118	273	339	307	212	129	83	49	33	35	0	1.594
	% citações	1,00	7,40	17,13	21,27	19,26	13,30	8,09	5,21	3,07	2,07	2,20	0,00	100,00
9	Contagem	17	168	249	287	278	202	101	76	39	23	28	1	1.469
	% citações	1,16	11,44	16,95	19,54	18,92	13,75	6,88	5,17	2,65	1,57	1,91	0,07	100,00
10	Contagem	19	136	232	261	209	194	91	52	42	16	25	1	1.278
	% citações	1,49	10,64	18,15	20,42	16,35	15,18	7,12	4,07	3,29	1,25	1,96	0,08	100,00
11 a 100	Contagem	109	1299	2146	2651	2297	1808	1171	686	431	234	316	9	13.157
	% citações	0,83	9,87	16,31	20,15	17,46	13,74	8,90	5,21	3,28	1,78	2,40	0,07	100,00
101 a 1061	Contagem	2	13	23	23	31	21	11	6	6	7	10	3	156
	% citações	1,28	8,33	14,74	14,74	19,87	13,46	7,05	3,85	3,85	4,49	6,41	1,92	100,00
Total	Contagem	566	4.662	7.660	8.676	7.412	5.635	3.431	2.113	1.198	711	875	15	42.954
	% citações	1,32	10,85	17,83	20,20	17,26	13,12	7,99	4,92	2,79	1,66	2,04	0,03	100,00

Fonte: dados da pesquisa.

4.2.1.2 Citações recebidas pelas regiões e instituições brasileiras

Da mesma forma que a produção científica nacional em Química apresentou acentuadas diferenças em relação à produtividade das regiões brasileiras, seu impacto também segue este padrão. As regiões brasileiras mais produtivas receberam o maior número de citações, ou seja, a alta produtividade de algumas regiões proporcionou, provavelmente, o alto impacto delas. A Região Sudeste tem o triplo de citações da Região Sul e quase o quádruplo de citações da Nordeste, enquanto a Região Norte representa somente 1,03% do total de citações recebidas pelos artigos brasileiros em Química (Figura 23).

Figura 23 - Percentual referente às citações recebidas por cada região brasileira para os artigos nacionais em Química (2004-2013).



Fonte: dados da pesquisa.

Em relação às unidades federativas, observa-se que o Estado de São Paulo obteve 40,47% do total de citações recebidas, seguido pelo Rio de Janeiro (10,32%) e Rio Grande do Sul (8,30%). Embora Minas Gerais tenha publicado mais artigos do que o Rio Grande do Sul, este último recebeu 0,05% mais citações do que aquele e, conseqüentemente, sua média de citações recebidas por artigo publicado é superior

ao Estado mineiro. Além disso, enquanto São Paulo apresentou a maior quantidade de artigos publicados, maior número de citações recebidas e também a maior média (11,42 citações por artigo) o Estado do Acre é o que apresenta a menor quantidade em todos estes aspectos (Tabela 37).

Tabela 37 - Número de citações recebidas pela Química brasileira em cada Estado do Brasil (n= 839.088).

Estado	Citações recebidas	%	Acumulado	Artigos publicados	Média de citações recebidas por artigo publicado
São Paulo	339.619	40,47	40,47	29.731	11,42
Rio de Janeiro	86.567	10,32	50,79	9.276	9,33
Rio Grande do Sul	69.672	8,30	59,09	6.725	10,36
Minas Gerais	69.188	8,25	67,34	7.683	9,01
Brasil em Geral*	54.163	6,45	73,80	5.817	9,31
Paraná	46.002	5,48	79,28	4.635	9,92
Santa Catarina	37.405	4,46	83,74	3.491	10,71
Ceará	23.366	2,78	86,52	2.448	9,54
Pernambuco	19.929	2,38	88,90	2.154	9,25
Bahia	17.489	2,08	90,98	1.664	10,51
Paraíba	14.688	1,75	92,73	1.578	9,31
Distrito Federal	12.739	1,52	94,25	1.173	10,86
Rio Grande do Norte	8.734	1,04	95,29	1.115	7,83
Sergipe	7.491	0,89	96,18	824	9,09
Goiás	6.030	0,72	96,90	841	7,17
Pará	5.084	0,61	97,51	723	7,03
Mato Grosso do Sul	3.663	0,44	97,94	523	7,00
Alagoas	3.455	0,41	98,35	347	9,96
Maranhão	3.133	0,37	98,73	363	8,63
Espírito Santo	2.815	0,34	99,06	407	6,92
Piauí	2.748	0,33	99,39	356	7,72
Amazonas	1.800	0,21	99,61	247	7,29
Mato Grosso	1.557	0,19	99,79	254	6,13
Roraima	555	0,07	99,86	63	8,81
Rondônia	489	0,06	99,92	71	6,89
Tocantins	398	0,05	99,96	55	7,24
Amapá	232	0,03	99,99	36	6,44
Acre	77	0,01	100,00	24	3,21
Total**	839.088	100,00	-	82.624	10,16

*Brasil em geral congrega as citações recebidas pelas instituições públicas brasileiras distribuídas por diversos estados, tais como: Embrapa, Fiocruz, etc. **O total de citações recebidas é superior a 452.927, pois mais de um pesquisador de um mesmo Estado pode ter sido autor de um mesmo artigo.

Fonte: dados da pesquisa.

No que diz respeito às instituições brasileiras e seu impacto, observa-se que há grande dispersão entre o número total de citações recebidas por cada entidade. À medida que a entidade com maior impacto recebeu 138.551 citações, outras não receberam nenhuma citação para seus artigos publicados. O número recebido de citações mais frequente (moda) foi zero, embora a mediana mostre que metade das instituições recebeu acima de 11,5 citações ao passo que as outras 50% tenham recebido abaixo deste valor. Como há grande variabilidade nos dados de citação, a média não é uma boa medida para analisar o conjunto completo, considerando-se que o desvio-padrão é de 5920,03 em relação ao seu valor (793 citações por entidade).

Aparentemente, há relação entre a produtividade de uma instituição e seu impacto, pois as instituições mais produtivas foram àquelas que obtiveram um maior número de citações na comunidade científica. Em contrapartida, as maiores médias entre a quantidade de citações recebidas e o número de artigos publicados foram para as entidades que publicaram poucos artigos e receberam um número considerável de citações. É o caso, por exemplo, do Instituto Brasileiro do Concreto que recebeu 85 citações para um único artigo publicado. A Tabela 38 apresenta as instituições brasileiras com maior impacto. O ponto de corte foi feito a partir das entidades com quantidade superior a 10.000 citações e 1.000 artigos publicados.

Como esperado, as dez primeiras instituições brasileiras com maior produtividade são as que apresentaram o maior impacto. Inclusive, a posição de cada uma delas não se modifica quando comparados produtividade e impacto, com exceção da nona e décima colocação, na qual a UFPR obteve maior número de citações do que a UFC, embora tenha publicado uma quantidade um pouco menor de artigos. Além disso, aparentemente, há relação de proporção entre o número de artigos publicados e a quantidade de citações recebidas pelas principais instituições brasileiras produtoras dos artigos em Química, pois a média entre estes dois aspectos é similar entre as entidades, em torno de 9 a 12 citações por artigo.

A USP é a instituição brasileira que se destaca pelo número de citações recebidas na área da Química, que é quase o dobro da Unicamp, segunda colocada. Este fato concatena-se com a diferença na produtividade de ambas as instituições, pois a USP também publicou quase o dobro dos artigos da Unicamp.

Tabela 38 - Citações recebidas pelas principais instituições brasileiras autoras dos artigos nacionais em Química.

Instituição	Artigos publicados	Citações recebidas	% de citações recebidas	Acumulado	Média de citações por artigo	Posição produtividade	Posição citação	Estado	Tipo
USP	11.511	138.551	16,51	16,51	12,04	1	1	SP	Universidade pública estadual
UNICAMP	6.471	79.240	9,44	25,96	12,25	2	2	SP	Universidade pública estadual
UFRJ	5.026	49.392	5,89	31,84	9,83	3	3	RJ	Universidade pública federal
UNESP	4.129	42.742	5,09	36,94	10,35	4	4	SP	Universidade pública estadual
UFRGS	3.284	37.846	4,51	41,45	11,52	5	5	RS	Universidade pública federal
UFSCAR	3.222	37.561	4,48	45,92	11,66	6	6	SP	Universidade pública federal
UFMG	3.029	34.306	4,09	50,01	11,33	7	7	MG	Universidade pública federal
UFSC	2.706	31.744	3,78	53,79	11,73	8	8	SC	Universidade pública federal
UFPR	1.905	19.941	2,38	56,17	10,47	10	9	PR	Universidade pública federal
UFC	1.982	19.598	2,34	58,51	9,89	9	10	CE	Universidade pública federal
UFPE	1.662	16.182	1,93	60,44	9,74	11	11	PE	Universidade pública federal
UFSM	1.372	14.678	1,75	62,18	10,70	13	12	RS	Universidade pública federal
UFF	1.345	12.533	1,49	63,68	9,32	14	13	RJ	Universidade pública federal
CNEN	1.405	12.452	1,48	65,16	8,86	12	14	Brasil	Instituição pública
UEM	1.135	12.340	1,47	66,63	10,87	15	15	PR	Universidade pública estadual
UNB	1.079	11.725	1,40	68,03	10,87	16	16	DF	Universidade pública federal
UFBA	1.066	11.203	1,34	69,37	10,51	17	17	BA	Universidade pública federal
UFPB	1.047	10.612	1,26	70,63	10,14	18	18	PB	Universidade pública federal
Demais instituições	29.248	246.442	29,37	100,00	-	-	-	-	-
Total	82.624	839.088	100,00	-	-	-	-	-	-

Fonte: dados da pesquisa.

No tocante à análise de instituições de filiação dos autores e as citações recebidas, algumas pesquisas salientam que entidades com maior prestígio ou que aparecem nas primeiras colocações em rankings tendem a receber mais citações do que as menos conhecidas ou prestigiadas (ONODERA; YOSHLKANE, 2015; DIDEGAH; THELWALL, 2013; SLYDER et al., 2011). Leimu e Koricheva (2004), por exemplo, ao estudarem a área de Ecologia, apuraram que existe relação entre o número de citações recebidas pelas instituições autoras e a sua posição em ranking universitário, isto é, universidades melhor posicionadas no ranking universitário receberam mais citações do que as demais. Por outro lado, os autores não conseguiram definir se as citações foram feitas pela qualidade das pesquisas nestas instituições ou somente pelo prestígio da instituição. Em contrapartida, a pesquisa de Slyder et al. (2011), não encontrou influência significativa entre as citações recebidas e a afiliação institucional do autor, embora os autores ressaltem que este fato possa ter ocorrido pela uniformidade das instituições selecionadas para análise, ao contrário de outros estudos que examinaram uma quantidade mais extensa de instituições.

No caso das instituições brasileiras, observa-se que a USP, primeira colocada no número de citações recebidas, é a universidade brasileira que se destaca como primeira colocada entre as universidades da América Latina e a nona entre as universidades do BRICS no ranking QS Top Universities (QS TOP UNIVERSITIES, [2015?]), como já ressaltado anteriormente. Já as demais universidades brasileiras, que se destacam igualmente pela produtividade e impacto na área Química, também estão entre as primeiras colocadas no Ranking de Universidades, Ranking de Cursos (Química) e de Pesquisa da Folha de São Paulo (FOLHA DE SÃO PAULO, [2015]); além de serem as principais instituições brasileiras que aparecem em rankings internacionais.

Quadro 6 - Quadro comparativo das principais instituições brasileiras em rankings universitários nacionais e internacionais referentes ao ano de 2015.

Instituição	Posição produtividade	Posição citação	Ranking de Universidade Folha de São Paulo	Ranking de Cursos (Química) Folha de São Paulo	Ranking de Pesquisa Folha de São Paulo	QS TOP University Ranking: Latin America	QS TOP University Ranking: BRICS
USP	1	1	1	1	1	1	9
UNICAMP	2	2	4	2	2	2	12
UFRJ	3	3	2	3	3	5	25
UNESP	4	4	6	5	6	8	27
UFRGS	5	5	5	6	4	12	42
UFSCAR	6	6	12	7	11	33	55
UFMG	7	7	3	4	7	11	41
UFSC	8	8	7	10	9	24	61
UFPR	10	9	8	12	12	23	71
UFC	9	10	11	15	10	94	151

Fonte: Folha de São Paulo, [2015]; QS Top Universities, [2015?].

Embora as universidades brasileiras com maior impacto estejam bem posicionadas em rankings nacionais e internacionais, cabe destacar novamente que a produtividade delas parece ser uma das principais razões para o número de citações recebidas por cada uma. Além disso, muitos rankings consideram a produtividade e o impacto como critérios de avaliação, o que de certa forma, justifica suas posições nos rankings.

Finalmente, as universidades públicas federais receberam 48,30% das citações enquanto as universidades públicas estaduais obtiveram 35,93%. Os demais tipos de instituições receberam cada uma menos de 10% das citações: instituições públicas (7,82%), universidade privada (4,78%), instituição pública estadual (1,63%), empresas (0,84%), etc.

4.2.1.3 Citações recebidas e subáreas de pesquisa

Outro fator considerado relevante em análises de citações é o tamanho do campo de pesquisa, isto é, a quantidade de documentos publicados, pois, teoricamente, quanto mais artigos publicados, maiores são as chances de ser citado e vice-versa (BORNMANN et al., 2012). Além disso, cada área do conhecimento apresenta diferenças significativas nos seus comportamentos de citação, pois

enquanto algumas áreas referenciam muitos artigos em um único documento, outras têm por hábito citar poucos documentos em um único artigo. Essa diferença faz com que a comparação entre áreas do conhecimento deva ser cautelosa, mesmo quando se analisam subáreas de um mesmo campo científico. Nesse sentido, esta análise busca identificar padrões entre as subáreas da Química, especialmente no que se refere à relação entre quantidade de documentos publicados e citações recebidas, e não objetiva fazer um julgamento de valor entre uma área e outra.

Diante disso, no que concerne às subáreas da Química brasileira, verifica-se que as cinco temáticas com maior quantidade de artigos publicados também são as primeiras colocadas em relação ao número absoluto de citações recebidas. A Físico-Química é a que recebeu o maior número de citações (100.247 citações), seguida pela Ciência dos Materiais Multidisciplinar (79.385), Química Analítica (62.445), Química Multidisciplinar (58.534) e Engenharia Química (52.405). Estas subáreas juntas concentram 58,60% do total de citações recebidas pela Química brasileira (Tabela 39).

Conforme esclarecem Bornmann et al. (2012) é esperado o recebimento de um número baixo de citações em subáreas menores e com baixa produtividade em comparação com subáreas consideradas mais gerais. Diante disso, verifica-se que as subáreas da Química brasileira com o menor número absoluto de citações e que representam, cada uma, menos de 1% do total de citações recebidas pela Química brasileira são as mesmas que publicaram o menor número de artigos entre 2004 e 2013, a saber: Ciência dos Materiais Têxteis (0,25% do total de citações), Ciência dos Materiais Papel e Madeira (0,30%), Ciência dos Materiais Compostos (0,66%) e Ciência dos Materiais Caracterização e Teste (0,67%) (Tabela 39).

Em relação à média de citações por artigo, tem-se que a Eletroquímica apresenta a maior média, com 15,93 citações por artigo, enquanto a menor média pertence à subárea de Ciência dos Materiais Papel e Madeira com 6,98 citações por artigo. As mesmas temáticas se destacam, em lados opostos, quando a média é calculada somente com os artigos que receberam citações (Tabela 39).

Tabela 39 - Citações recebidas por subárea da Química.

Subárea	Quantidade de artigos publicados	Total de citações recebidas	% do total de citações	Acumulado	Média de citações por artigo	Total de artigos não citados	% artigos não citados da subárea	Total de artigos citados	% artigos citados da subárea	Média de citações dos artigos citados
Físico-Química	7.715	100.247	16,64	16,64	12,99	436	5,65	7.279	94,35	13,77
Ciência dos Materiais Multidisciplinar	8.020	79.385	13,18	29,82	9,90	1.115	13,90	6.905	86,10	11,50
Química Analítica	5.058	62.445	10,37	40,18	12,35	304	6,01	4.754	93,99	13,14
Química Multidisciplinar	6.895	58.534	9,72	49,90	8,49	1.026	14,88	5.869	85,12	9,97
Engenharia Química	4.623	52.405	8,70	58,60	11,34	422	9,13	4.201	90,87	12,47
Química Aplicada	2.689	37.142	6,17	64,77	13,81	172	6,40	2.517	93,60	14,76
Química Medicinal	3.302	34.992	5,81	70,57	10,60	335	10,15	2.967	89,85	11,79
Química Orgânica	2.448	34.778	5,77	76,35	14,21	127	5,19	2.321	94,81	14,98
Ciência dos Polímeros	2.794	28.637	4,75	81,10	10,25	331	11,85	2.463	88,15	11,63
Eletroquímica	1.737	27.667	4,59	85,69	15,93	67	3,86	1.670	96,14	16,57
Espectroscopia	1.639	16.804	2,79	88,48	10,25	125	7,63	1.514	92,37	11,10
Química Inorgânica e Nuclear	1.666	15.843	2,63	91,11	9,51	154	9,24	1.512	90,76	10,48
Engenharia Metalúrgica e Metalurgia	2.146	15.369	2,55	93,67	7,16	673	31,36	1.473	68,64	10,43
Ciência dos Materiais Cerâmicos	1.176	9.383	1,56	95,22	7,98	199	16,92	977	83,08	9,60
Termodinâmica	980	8.851	1,47	96,69	9,03	98	10,00	882	90,00	10,04
Ciência dos Materiais Revestimentos e Películas	829	8.582	1,42	98,12	10,35	61	7,36	768	92,64	11,17
Ciência dos Materiais Caracterização e Teste	486	4.033	0,67	98,79	8,30	76	15,64	410	84,36	9,84
Ciência dos Materiais Compostos	367	4.000	0,66	99,45	10,90	43	11,72	324	88,28	12,35
Ciência dos Materiais Papel e Madeira	257	1.795	0,30	99,75	6,98	47	18,29	210	81,71	8,55
Ciência dos Materiais Têxteis	124	1.510	0,25	100,00	12,18	8	6,45	116	93,55	13,02
Total*	54.951	602.402	100,00	--	10,96	5.819	10,59	49.132	89,41	12,26

* O valor total é maior, pois um periódico e seus artigos podem estar classificados em mais de uma subárea. **Fonte:** dados da pesquisa.

Embora a moda do conjunto completo de citações recebidas seja igual a zero, observa-se que algumas subáreas apresentam valor diferente do conjunto total de artigos da Química brasileira. Por exemplo, o número mais frequente de citações recebidas pelas subáreas de Química Aplicada, Química Inorgânica e Nuclear, Ciência dos Materiais Revestimento e Películas e Termodinâmica é de uma citação; as temáticas Química Orgânica, Físico-Química e Espectroscopia têm moda igual a dois; a Química Analítica e a Eletroquímica têm moda com valor três e a Ciência dos Materiais Têxteis apresenta quatro citações como as mais frequentes entre seus artigos. Nenhuma subárea apresenta moda superior a quatro.

Entre a totalidade de artigos publicados, aproximadamente 11% não foi referenciada. Observa-se que as subáreas de Ciência dos Materiais Multidisciplinar e Química Multidisciplinar apresentam a maior quantidade de artigos não citados (1.115 e 1.026, respectivamente) e, entre o total de artigos não citados, as mesmas temáticas representam, nesta ordem, 19,2% e 17,6%. A subárea com o menor número de artigos não referenciados é a Ciência dos Materiais Têxteis (seis artigos). Por outro lado, verifica-se que todas as subáreas apresentam mais de 65% dos seus artigos citados ao menos uma vez. A subárea com a menor taxa de artigos citados é a Engenharia Metalúrgica e de Materiais (68,64%) enquanto a Eletroquímica tem 96,14% de seus artigos referenciados na literatura da área (Tabela 39).

Esse resultado reforça o entendimento de que a Química brasileira apresenta relevância científica em suas pesquisas o que favorece sua inserção e visibilidade na sua comunidade científica da área, considerando-se que a maioria dos artigos de cada subárea foi referenciada no período de tempo estudado.

4.2.1.4 Citações recebidas e os periódicos utilizados pela Química brasileira

A produção científica brasileira em Química foi publicada em 945 diferentes periódicos científicos e obteve 452.927 citações, uma média de 479 citações por periódico. Dos 945 periódicos, 45 não receberam citações para nenhum dos artigos brasileiros em Química publicados por ele; 20 títulos receberam uma única citação e o periódico Journal of the Brazilian Chemical Society obteve o maior número de citações (11.514) para a totalidade de artigos químicos brasileiros publicados por ele.

Os nove periódicos brasileiros, que publicaram juntos 16,35% da produção científica nacional em Química, receberam 6,70% do total de citações, uma média de 4,32 citações por artigo publicado e de 3.370 por periódico. Já os periódicos estrangeiros, responsáveis pela publicação de 83,65% dos artigos científicos brasileiros em Química, obtiveram 93,30% das citações, uma média de 11,76 citações por artigo e de 451 citações por periódico.

A maior parte dos periódicos (40,96%) obteve, para os artigos químicos brasileiros, entre uma e 50 citações e somente 13,54% obtiveram mais de 1.000 citações. Como mencionado, em apenas 4,76% dos periódicos utilizados, os artigos da Química brasileira não foram referenciados (Tabela 40).

Tabela 40 - Relação entre quantidade de citações recebidas pela Química brasileira e número de periódicos (n=945).

Quantidade de citações recebidas	Quantidade de Periódicos	%	Acumulado
0	45	4,76	4,76
1 a 10	197	20,85	25,61
11 a 50	190	20,11	45,71
51 a 100	91	9,63	55,34
101 a 500	204	21,59	76,93
501 a 1.000	90	9,52	86,45
Acima de 1.000	128	13,54	100,00
Total	945	100,00	-

Fonte: dados da pesquisa.

Os periódicos que receberam entre zero e dez citações (242 periódicos) foram os que publicaram, em sua maioria (98,36%), entre um e dez artigos da Química brasileira, o que explica, de certo modo, o baixo número de citações destes títulos. Da mesma forma, dos 128 periódicos que obtiveram mais de 1.000 citações, a maior parte publicou mais do que cem artigos químicos brasileiros, com exceção de 36 títulos, que se destacaram por publicar menos de 100 artigos químicos nacionais e obter mais de 1.000 citações. Estes 36 títulos pertencem principalmente aos Estados Unidos e Inglaterra e publicam especialmente no idioma inglês. Somente dois deles localizam-se no Quartil 3 em relação ao seu Fator de Impacto; os demais estão posicionados entre as revistas científicas com maior Fator de Impacto em suas respectivas subáreas, o que

denota que o prestígio, visibilidade e Fator de Impacto do título podem ser fatores que auxiliam no recebimento de um expressivo número de citações (Tabela 41).

Dos 128 periódicos com citações superiores a 1.000, 36 são oriundos da Inglaterra, 33 da Holanda, 32 dos Estados Unidos, 12 da Suíça, seis da Alemanha, seis do Brasil e um da França, Irlanda e Hungria. A maioria dos periódicos publica em inglês e somente três publicam em português. Além disso, 87,50% destas revistas científicas localizam-se entre os quartis 1 e 2 no ranking por Fator de Impacto em suas respectivas subáreas. Somente cinco periódicos que receberam acima de 1.000 citações posicionam-se no quartil 4, sendo quatro deles brasileiros e um norte-americano (Tabela 41).

Cabe destacar novamente que, entre os nove periódicos nacionais publicadores dos artigos brasileiros em Química, seis receberam mais de 1.000 citações, o que demonstra que além de se destacarem pela produtividade, sobressaem-se também pelo número de citações recebidas. Dois destes periódicos estão nas duas primeiras posições por número de citações recebidas, a saber: Journal of the Brazilian Chemical Society e Química Nova. Ambos os periódicos são também os que mais publicaram os artigos da Química brasileira.

Entre os dez principais periódicos publicadores dos artigos da Química brasileira, somente quatro deles localizam-se entre os dez com maior número de citações para Química nacional. Esse resultado revela que às vezes uma quantidade expressiva de artigos publicados é responsável por um significativo número de citações, porém, nem sempre; haja vista que seis periódicos mais produtivos não estão entre os dez com maior impacto. Os outros quatro periódicos são, portanto, os mais utilizados (maior quantidade de artigos) e os que proporcionaram um impacto maior nos artigos químicos brasileiros, a saber: Journal of the Brazilian Chemical Society, Química Nova, Talanta e Journal of Ethnopharmacology (Tabela 41).

No que diz respeito à média entre o número de citações recebidas e o número de artigos publicados pelos 128 periódicos, verifica-se que os maiores valores pertencem aos periódicos que publicaram menos de 100 artigos, seja quando se considera todos os artigos publicados, seja quando se aprecia somente os citados. Já em relação aos artigos não referenciados, constata-se que somente 23 revistas científicas tiveram todos os artigos da Química brasileira citados, enquanto os demais

periódicos (105) apresentaram ao menos um artigo não citado, com destaque para a Revista Química Nova com 606 artigos não citados e o Journal of the Brazilian Chemical Society com 173 artigos que ainda haviam sido referenciados na literatura da área até o momento da coleta de dados (Tabela 41).

Pode-se concluir que, possivelmente exista relação entre a quantidade de artigos publicados e o número de citações recebidas, bem como, entre o prestígio do periódico e as citações recebidas por seus artigos. Pois, da mesma forma que os periódicos mais produtivos obtiveram um expressivo número de citações, os periódicos com poucos artigos, porém com alto Fator de Impacto, também receberam um número considerável de citações. Contudo, destaca-se que é preciso realizar testes estatísticos mais avançados com o objetivo de averiguar esta relação.

Além disso, ao contrário do estudo de Bornmann et al (2012) que apontou que a publicação em periódicos multilíngues ou em outros idiomas que não o inglês reduz em 48% a chance dos artigos serem citados; o idioma do periódico, ao que tudo indica, não influenciou negativamente no número de citações recebidas pela Química brasileira, tendo em conta que três periódicos que publicam em português encontram-se entre os que mais receberam citações, especialmente a revista Química Nova, que posicionou-se em segundo lugar.

Tabela 41 - Periódicos que receberam mais de mil citações para os artigos brasileiros em Química publicados entre 2004 e 2013 (n=128).

Periódico	Quantidade de citações recebidas	Posição produtividade	Posição impacto	Quantidade de artigos	Artigos não citados	Artigos citados	Média de citações por artigo	Média de citações por artigo citado	País	Idioma	Fator de Impacto	Quartil
Journal of the Brazilian Chemical Society	11.514	2	1	1683	173	1510	6,84	7,63	BRA	ENG	1.129	Q3
Química Nova	11.071	1	2	2470	606	1864	4,48	5,94	BRA	POR	0.661	Q4
Talanta	8.793	9	3	454	9	445	19,37	19,76	ING	ENG	3.545	Q1
Food Chemistry	8119	12	4	408	6	402	19,90	20,20	ING	ENG	3.391	Q1
Journal of Ethnopharmacology	7683	8	5	458	20	438	16,78	17,54	IRL	ENG	2.998	Q2
Electrochimica Acta	6589	19	6	323	5	318	20,40	20,72	ING	MULTI	4.504	Q1
Journal of Agricultural and Food Chemistry	5916	15	7	352	8	344	16,81	17,20	EUA	ENG	2.912	Q1
Applied Catalysis A-General	5737	22	8	282	3	279	20,34	20,56	HOL	ENG	3.942	Q2
Carbohydrate Polymers	5501	23	9	277	8	269	19,86	20,45	ING	ENG	4.074	Q1
Journal of Power Sources	5374	47	10	197	4	193	27,28	27,84	HOL	ENG	6.217	Q1
Journal of Physical Chemistry B	5209	21	11	293	4	289	17,78	18,02	EUA	ENG	3.302	Q2
Tetrahedron Letters	4829	17	12	348	15	333	13,88	14,50	ING	MULTI	2.379	Q2
Journal of Colloid and Interface Science	4770	30	13	242	2	240	19,71	19,88	EUA	ENG	3.368	Q2
Analytica Chimica Acta	4713	36	14	232	1	231	20,31	20,40	HOL	MULTI	4.513	Q1
Journal of Food Engineering	4685	33	15	238	7	231	19,68	20,28	ING	MULTI	2.771	Q1
Journal of Thermal Analysis and Calorimetry	4576	4	16	598	40	558	7,65	8,20	HUN	MULTI	2.042	Q2
Bioorganic & Medicinal Chemistry	4535	45	17	200	3	197	22,68	23,02	ING	ENG	2.793	Q1
Journal of Physical Chemistry C	4232	24	18	269	8	261	15,73	16,21	EUA	ENG	4.772	Q1
Chemical Physics Letters	3969	18	19	341	18	323	11,64	12,29	HOL	ENG	1.897	Q3
Langmuir	3898	40	20	215	4	211	18,13	18,47	EUA	ENG	4.457	Q1

Continua...

Periódico	Quantidade de citações recebidas	Posição produtividade	Posição impacto	Quantidade de artigos	Artigos não citados	Artigos citados	Média de citações por artigo	Média de citações por artigo citado	País	Idioma	Fator de Impacto	Quartil
Materials Science and Engineering A-Structural Materials Properties Microstructure and Processing	3880	25	21	267	12	255	14,53	15,22	SUI	ENG	2.567	Q1
Journal of Chromatography A	3737	43	22	203	7	196	18,41	19,07	HOL	ENG	4.169	Q1
Analytical Chemistry	3717	122	23	91	0	91	40,85	40,85	EUA	ENG	5.636	Q1
Journal of Non-Crystalline Solids	3617	14	24	360	26	334	10,05	10,83	HOL	ENG	1.766	Q2
Journal of Magnetism and Magnetic Materials	3599	5	25	506	69	437	7,11	8,24	HOL	ENG	1.970	Q2
Journal of Applied Polymer Science	3597	7	26	464	32	432	7,75	8,33	EUA	ENG	1.768	Q2
Process Biochemistry	3430	49	27	183	4	179	18,74	19,16	ING	ENG	2.516	Q1
Journal of the American Chemical Society	3387	168	28	67	0	67	50,55	50,55	EUA	ENG	12.113	Q1
Journal of Alloys and Compounds	3364	16	29	351	29	322	9,58	10,45	SUI	MULTI	2.999	Q2
Spectrochimica Acta Part B-Atomic Spectroscopy	3255	62	30	156	2	154	20,87	21,14	ING	MULTI	3.176	Q1
Nano Letters	3223	210	31	52	0	52	61,98	61,98	EUA	ENG	13.592	Q1
Fuel	3172	37	32	229	6	223	13,85	14,22	ING	ENG	0.814	Q1
Microchemical Journal	3121	35	33	233	7	226	13,39	13,81	HOL	ENG	2.746	Q2
Journal of Physical Chemistry A	3113	27	34	250	5	245	12,45	12,71	EUA	ENG	2.693	Q2
Surface & Coatings Technology	3095	29	35	246	10	236	12,58	13,11	SUI	MULTI	1.998	Q2
European Journal of Medicinal Chemistry	3051	50	36	180	3	177	16,95	17,24	FRA	MULTI	3.447	Q1
Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis	2766	60	37	163	4	159	16,97	17,40	HOL	ENG	2.979	Q1
Physical Chemistry Chemical Physics	2685	71	38	141	4	137	19,04	19,60	ING	ENG	4.493	Q1
Journal of Materials Science	2628	20	39	297	14	283	8,85	9,29	EUA	ENG	2.371	Q1
Revista Brasileira de Farmacognosia	2558	3	40	667	151	516	3,84	4,96	BRA	POR	0.834	Q4
Journal of Molecular Catalysis A-Chemical	2557	75	41	137	0	137	18,66	18,66	HOL	ENG	3.615	Q2
Journal of Electroanalytical Chemistry	2518	73	42	138	3	135	18,25	18,65	SUI	ENG	2.729	Q2

Continua...

Periódico	Quantidade de citações recebidas	Posição produtividade	Posição impacto	Quantidade de artigos	Artigos não citados	Artigos citados	Média de citações por artigo	Média de citações por artigo citado	País	Idioma	Fator de Impacto	Quartil
Chemical Engineering Journal	2505	59	43	164	2	162	15,27	15,46	SUI	MULTI	4.321	Q1
Brazilian Journal of Chemical Engineering	2463	11	44	430	70	360	5,73	6,84	BRA	ENG	1.043	Q3
Journal of Supercritical Fluids	2449	72	45	140	1	139	17,49	17,62	HOL	ENG	2.371	Q2
Sensors and Actuators B-Chemical	2373	64	46	153	2	151	15,51	15,72	SUI	ENG	4.097	Q1
Nuclear Instruments & Methods in Physics Research Section A-Accelerators Spectrometers Detectors and Associated Equipment	2368	48	47	189	34	155	12,53	15,28	HOL	MULTI	1.216	Q3
Journal of Organic Chemistry	2335	102	48	104	0	104	22,45	22,45	EUA	ENG	4.721	Q1
Polymer	2305	108	49	100	2	98	23,05	23,52	ING	ENG	3.562	Q1
Journal of Materials Processing Technology	2270	54	50	171	8	163	13,27	13,93	SUI	ENG	2.236	Q2
Catalysis Today	2248	68	51	146	5	141	15,40	15,94	HOL	ENG	3.893	Q1
Applied Catalysis B-Environmental	2179	143	52	78	0	78	27,94	27,94	HOL	ENG	7.435	Q1
Applied Surface Science	2159	34	53	237	15	222	9,11	9,73	HOL	ENG	2.711	Q2
Materials Science & Engineering C-Biomimetic and Supramolecular Systems	2028	100	55	108	1	107	18,78	18,95	HOL	ENG	1.842	Q2
Polymer Testing	2028	65	54	152	7	145	13,34	13,99	ING	MULTI	2.240	Q1
Energy & Fuels	1985	63	56	153	10	143	12,97	13,88	EUA	ENG	2.790	Q1
Electroanalysis	1966	53	57	171	6	165	11,50	11,92	ALE	ENG	2.138	Q2
Materials Chemistry and Physics	1952	55	58	170	10	160	11,48	12,20	SUI	ENG	2.259	Q2
Phytomedicine	1936	85	59	123	1	122	15,74	15,87	ALE	ALE	3.126	Q1
Chemistry of Materials	1935	165	60	68	1	67	28,46	28,88	EUA	ENG	8.354	Q1
Tetrahedron	1922	109	61	100	3	97	19,22	19,81	ING	MULTI	2.641	Q2
Journal of the European Ceramic Society	1917	80	62	127	3	124	15,09	15,46	ING	ENG	2.947	Q1
Journal of Natural Products	1886	86	63	121	3	118	15,59	15,98	EUA	ENG	3.798	Q1
Inorganic Chemistry	1865	114	64	94	2	92	19,84	20,27	EUA	ENG	4.762	Q1

Continua...

Continuação

Periódico	Quantidade de citações recebidas	Posição produtividade	Posição impacto	Quantidade de artigos	Artigos não citados	Artigos citados	Média de citações por artigo	Média de citações por artigo citado	País	Idioma	Fator de Impacto	Quartil
Journal of Chromatography B-Analytical Technologies in the Biomedical and Life Sciences	1827	93	65	116	1	115	15,75	15,89	HOL	ENG	2.729	Q2
International Journal of Hydrogen Energy	1797	81	66	126	6	120	14,26	14,98	ING	ENG	3.313	Q2
Journal of Inorganic Biochemistry	1783	115	67	94	5	89	18,97	20,03	EUA	ENG	3.444	Q1
Spectrochimica Acta Part A-Molecular and Biomolecular Spectroscopy	1762	41	68	215	10	205	8,20	8,60	ING	MULTI	2.353	Q2
Analytical and Bioanalytical Chemistry	1738	84	69	123	3	120	14,13	14,48	ALE	ENG	3.436	Q1
Thin Solid Films	1727	56	70	170	13	157	10,16	11,00	HOL	MULTI	1.759	Q2
Journal of Photochemistry and Photobiology A-Chemistry	1719	103	71	104	1	103	16,53	16,69	SUI	ENG	2.495	Q2
Molecules	1694	32	72	240	21	219	7,06	7,74	SUI	ENG	2.416	Q2
Angewandte Chemie-International Edition	1690	299	73	30	0	30	56,33	56,33	ALE	ENG	11.261	Q1
Polyhedron	1687	52	74	172	9	163	9,81	10,35	ING	ENG	2.011	Q2
International Journal of Heat and Mass Transfer	1679	92	75	116	4	112	14,47	14,99	ING	MULTI	2.383	
Nanotechnology	1679	94	76	116	1	115	14,47	14,60	ING	ENG	3.821	Q1
Thermochimica Acta	1646	67	77	147	16	131	11,20	12,56	HOL	MULTI	2.184	Q2
Carbon	1633	209	78	52	0	52	31,40	31,40	EUA	MULTI	6.196	Q1
Electrochemistry Communications	1632	159	79	70	1	69	23,31	23,65	EUA	ENG	4.847	Q1
Corrosion Science	1628	135	80	81	0	81	20,10	20,10	ING	ENG	4.422	Q1
Phytotherapy Research	1622	78	81	129	1	128	12,57	12,67	ING	ENG	2.068	Q2
Journal of Catalysis	1582	204	82	53	0	53	29,85	29,85	EUA	ENG	6.921	Q1
Journal of Chemical and Engineering Data	1575	66	83	148	2	146	10,64	10,79	EUA	ENG	2.037	Q2
Biochemical Engineering Journal	1567	120	84	92	0	92	17,03	17,03	HOL	ALE	2.467	Q1
Ceramics International	1539	57	85	168	10	158	9,16	9,74	ING	ENG	2.605	Q1
European Polymer Journal	1539	111	86	95	0	95	16,20	16,20	ING	MULTI	3.005	Q1

Continua...

Continuação

Periódico	Quantidade de citações recebidas	Posição produtividade	Posição impacto	Quantidade de artigos	Artigos não citados	Artigos citados	Média de citações por artigo	Média de citações por artigo citado	País	Idioma	Fator de Impacto	Quartil
Industrial & Engineering Chemistry Research	1536	42	87	206	18	188	7,46	8,17	EUA	ENG	2.587	Q1
Journal of Food Composition and Analysis	1486	121	88	92	0	92	16,15	16,15	EUA	ENG	1.985	Q2
Journal of Analytical Atomic Spectrometry	1476	129	89	86	0	86	17,16	17,16	ING	ENG	3.466	Q1
Food Hydrocolloids	1475	183	90	62	0	62	23,79	23,79	EUA	ENG	4.090	Q1
Inorganica Chimica Acta	1462	91	91	118	4	114	12,39	12,82	SUI	ENG	2.046	Q2
Journal of Molecular Catalysis B-Enzymatic	1455	98	92	111	1	110	13,11	13,23	HOL	ENG	2.128	Q3
Journal of Molecular Structure	1449	38	93	225	27	198	6,44	7,32	HOL	MULTI	1.602	Q3
Colloids and Surfaces A-Physicochemical and Engineering Aspects	1412	82	94	124	4	120	11,39	11,77	HOL	ENG	2.752	Q2
Materials Letters	1390	77	95	130	12	118	10,69	11,78	HOL	ENG	2.489	Q1
Planta Medica	1383	83	96	124	6	118	11,15	11,72	ALE	ENG	2.152	Q3
Drying Technology	1381	69	97	145	10	135	9,52	10,23	EUA	ENG	1.518	Q2
Polymer Degradation and Stability	1355	166	98	68	1	67	19,93	20,22	ING	ENG	3.163	Q1
Journal of Nanoscience and Nanotechnology	1342	46	99	197	14	183	6,81	7,33	EUA	ENG	1.556	Q2
Minerals Engineering	1321	96	100	115	9	106	11,49	12,46	ING	ENG	1.597	Q2
Carbohydrate Research	1317	134	101	81	3	78	16,26	16,88	HOL	MULTI	1.929	Q2
Journal of Molecular Structure-Theochem	1297	76	102	133	9	124	9,75	10,46	HOL	MULTI	1371	Q3
Colloids and Surfaces B-Biointerfaces	1292	90	103	118	4	114	10,95	11,33	HOL	ENG	4.152	Q1
Chemistry-A European Journal	1274	301	105	30	0	30	42,47	42,47	ALE	ENG	5.731	Q1
Microporous and Mesoporous Materials	1274	123	104	91	3	88	14,00	14,48	HOL	ENG	3.453	Q1
Separation and Purification Technology	1266	157	106	73	3	70	17,34	18,09	HOL	ENG	3.091	Q1
Materials Research-Ibero-American Journal of Materials	1245	6	107	488	156	332	2,55	3,75	BRA	ENG	0.793	Q4
Journal of Solid State Chemistry	1236	126	108	89	3	86	13,89	14,37	EUA	MULTI	2.133	Q2
Catalysis Communications	1205	139	109	80	1	79	15,06	15,25	EUA	ENG	3.699	Q2

Continua...

Continuação

Periódico	Quantidade de citações recebidas	Posição produtividade	Posição impacto	Quantidade de artigos	Artigos não citados	Artigos citados	Média de citações por artigo	Média de citações por artigo citado	País	Idioma	Fator de Impacto	Quartil
International Journal of Quantum Chemistry	1198	26	110	252	42	210	4,75	5,70	EUA	MULTI	1.432	Q3
Construction and Building Materials	1197	99	111	108	7	101	11,08	11,85	ING	ENG	2.296	Q2
Fluid Phase Equilibria	1179	105	112	103	4	99	11,45	11,91	HOL	MULTI	2.200	Q2
Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters	1174	173	113	65	0	65	18,06	18,06	ING	ENG	2.420	Q2
Acta Materialia	1159	234	115	45	0	45	25,76	25,76	EUA	ENG	4.465	Q1
Fitoterapia	1159	124	114	89	2	87	13,02	13,32	HOL	ENG	2.345	Q3
Chemical Communications	1146	193	116	58	0	58	19,76	19,76	ING	ENG	6.834	Q1
Analyst	1142	170	117	66	0	66	17,30	17,30	ING	ENG	4.107	Q1
Energy	1093	133	118	83	0	83	13,17	13,17	ING	ENG	4.844	Q1
Synthetic Metals	1088	97	119	113	10	103	9,63	10,56	SUI	ENG	2.252	Q2
Polimeros-Ciência e Tecnologia	1083	10	120	452	170	282	2,40	3,84	BRA	POR	0.474	Q4
Journal of Chemical Technology and Biotechnology	1081	106	121	102	3	99	10,60	10,92	ING	ENG	2.349	Q2
Cement & Concrete Composites	1069	201	122	53	1	52	20,17	20,56	ING	ENG	3.330	Q1
Journal of Materials Chemistry	1041	197	123	55	2	53	18,93	19,64	ING	ENG	6.626	Q1
Journal of the Electrochemical Society	1034	153	124	75	4	71	13,79	14,56	EUA	ENG	3.266	Q2
Analytical Letters	1028	58	125	164	13	151	6,27	6,81	EUA	ENG	1.030	Q4
Journal of Raman Spectroscopy	1014	113	126	95	0	95	10,67	10,67	ING	MULTI	2.671	Q1
Journal of Membrane Science	1007	214	127	51	0	51	19,75	19,75	HOL	ENG	5.056	Q1
Surface Science	1003	119	128	93	12	81	10,78	12,38	HOL	ENG	1.925	Q3

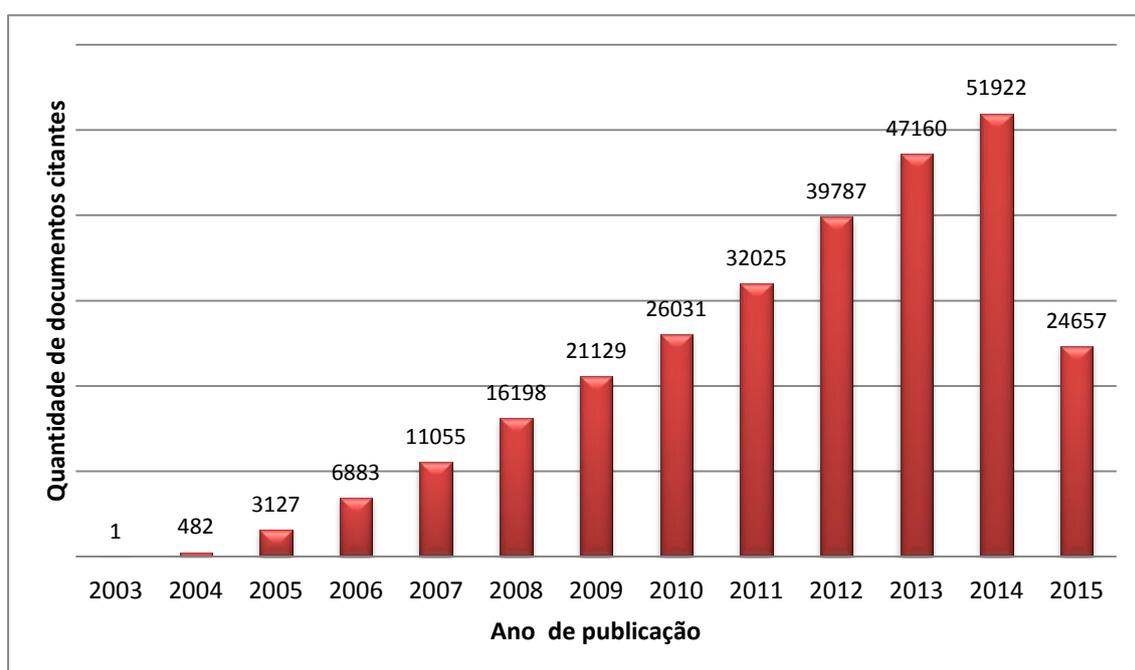
Legenda: BRA - Brasil, ING - Inglaterra, IRL - Irlanda, EUA - Estados Unidos, SUI - Suíça, HOL - Holanda, ALE - Alemanha, FRA - França, HUN - Hungria.

Fonte: dados da pesquisa.

4.2.2 Perfil dos documentos citantes da produção científica brasileira em Química

Os documentos citantes são aqueles que referenciaram ao menos uma vez algum dos 42.954 artigos científicos da Química brasileira e totalizam 280.457 diferentes documentos, uma média de 21.574 documentos citantes por ano (2003-2015). A distribuição dos documentos citantes por ano de publicação pode ser conferida na Figura 24.

Figura 24 - Quantidade de documentos citantes por ano de sua publicação.



Fonte: dados da pesquisa.

Observa-se um crescimento anual contínuo no número absoluto de publicações que citaram a produção brasileira em Química, reflexo, provavelmente, do período de tempo necessário para que os artigos brasileiros fossem absorvidos pela comunidade científica. No entanto, apesar do crescimento contínuo, constata-se uma diminuição considerável em 2015, quando comparado com o crescimento ocorrido nos anos anteriores. Essa redução é motivada, a princípio, pela coleta de dados realizada na metade do referido ano, a qual ocasionou o uso de somente artigos publicados e indexados na WoS até meados de julho de 2015 (Tabela 42).

Embora o aumento no número absoluto de documentos citantes seja constante, nota-se que a taxa de crescimento anual diminuiu com o passar dos anos, sendo que as menores alíquotas ocorreram no ano de 2014 (10,10%) e 2015 (-52,51%). O resultado encontrado para estes últimos dois anos pode estar relacionado com algum atraso na indexação dos artigos de 2014 na WoS, com o pouco tempo para que os artigos brasileiros de 2012 e 2013 fossem citados e o fato mencionado sobre a coleta de dados realizada (Tabela 42).

Tabela 42 - Ano de publicação dos documentos que citaram a produção científica brasileira em Química (n=280.457).

Ano de publicação	Quantidade de documentos citantes	Quantidade acumulada	%	Taxa de crescimento anual
2003	1	1	0,00	-
2004	482	483	0,17	48100,00
2005	3.127	3.610	1,11	548,76
2006	6.883	10.493	2,45	120,12
2007	11.055	21.548	3,94	60,61
2008	16.198	37.746	5,78	46,52
2009	21.129	58.875	7,53	30,44
2010	26.031	84.906	9,28	23,20
2011	32.025	116.931	11,42	23,03
2012	39.787	156.718	14,19	24,24
2013	47.160	203.878	16,82	18,53
2014	51.922	255.800	18,51	10,10
2015	24.657	280.457	8,79	-52,51
Total	280.457	-	100,00	132,27 (média)

Fonte: dados da pesquisa.

Ao que parece, a produção científica brasileira em Química tem impacto imediato na sua comunidade científica, pois 482 documentos publicados em 2004 referenciaram os artigos brasileiros publicados, provavelmente, em 2004 também, ou seja, no mesmo ano de publicação. Da mesma forma, a quantidade de documentos citantes em 2005 sextuplicou em relação ao ano anterior, isto é, no período de um ano, aumentou-se significativamente o número de documentos que citaram os artigos brasileiros publicados em 2004 e 2005. Adicionalmente, observa-se que um documento citante de 2003, publicado por autores vinculados a instituições francesas, referenciou um artigo brasileiro de 2004. Este fato ocorreu porque o artigo brasileiro

ainda era um preprint quando da publicação do artigo de 2003, ou seja, o artigo brasileiro ainda não havia sido publicado formalmente em um periódico científico quando recebeu esta citação. No entanto, apesar destas inferências, ressalta-se a necessidade de um estudo mais aprofundado, com um período de tempo mais curto de recebimento das citações (janela de dois a três anos), para verificar como se concretiza o impacto imediato das pesquisas brasileiras em Química.

Em relação ao idioma dos documentos citantes, observa-se que, assim como os artigos científicos brasileiros em Química, os documentos citantes são predominantemente publicados no idioma inglês (97,20%), seguido pelo português (1,64%). Estes dados ressaltam ainda mais a importância da língua inglesa na comunicação dos resultados de pesquisa científica na Química. Por outro lado, observa-se uma diversidade de idiomas (25 línguas diferentes) utilizados pelos documentos citantes, apesar de numa proporção menor. Porém, ainda assim, essa diversidade reflete a inserção internacional da pesquisa científica brasileira em Química (Tabela 43).

Tabela 43 - Idioma dos documentos citantes da produção científica brasileira em Química (n=280.457)

Idioma	Quantidade de Artigos	%
Inglês	272.592	97,20
Português	4.598	1,64
Chinês	1.997	0,71
Espanhol	458	0,16
Polonês	213	0,08
Japonês	143	0,05
Demais idiomas	456	0,16
Total	280.457	100,00

* Outros idiomas: Alemão, Tcheco, Coreano, Francês, Russo, Turco, Servo-croata, Italiano, Romeno, Croata, Ucrainiano, Malaio, Sérvio, Esloveno, Eslovaco, Húngaro, Persa, Lituano e Norueguês.

Fonte: dados da pesquisa.

No tocante à tipologia documental, constata-se que 86% dos documentos citantes são artigos científicos, 6,93% artigos de revisão, 3,53% trabalhos apresentados em eventos e 3,30% correspondem a capítulos de livros, editoriais, cartas, entre outros. A partir deste resultado, pode-se ressaltar que a ciência Química caracteriza-se por utilizar o artigo científico como principal meio de comunicação científica,

considerando-se a predominância deste canal de comunicação formal entre os documentos que referenciaram a produção científica brasileira da área. Contudo, há que se considerar que a base de dados utilizada (WoS) cobre principalmente periódicos científicos, o que pode ter ocasionado a predominância desta tipologia documental em detrimento de outras.

Os 280.427 documentos citantes foram publicados em 8.647 veículos de comunicação, uma média de 32,43 documentos citantes por canal de comunicação. Diante do fato dos artigos científicos constituírem a maior parte dos documentos citantes, observa-se que os principais veículos de comunicação utilizados são os periódicos. Observa-se, porém, uma grande dispersão entre os canais de comunicação; fenômeno que pode ser averiguado por meio dos títulos que publicaram mais de mil artigos citantes (44 revistas científicas) e que constituem juntos somente 24,28% do total de documentos citantes (Tabela 44).

Entre os 44 periódicos científicos que publicaram acima de 1.000 documentos citantes, observa-se que a maioria é de origem estrangeira (95,45%) e somente 4,55% são nacionais. Além disso, nota-se que, assim como a produção científica brasileira em Química reflete o hábito de uso de periódicos internacionais, ela também é citada principalmente por periódicos oriundos de outros países, com destaque para Inglaterra (31,82%), Estados Unidos (29,55%), Holanda (18,18%) e Suíça (11,36%). O idioma dos 44 periódicos também reflete a origem deles, pois 75% publicam em inglês enquanto 22,73% são multilíngues e somente 2,27% em português.

No tocante ao Fator de Impacto, nota-se que grande parte dos títulos localiza-se entre as principais revistas científicas de sua área, pois 52,27% dos títulos posicionam-se no primeiro quartil, enquanto que 38,64% estão no segundo, 6,82% no terceiro e somente 2,27% posicionaram-se no último quartil por Fator de Impacto. Esse fato demonstra que a Química brasileira obteve citações oriundas de artigos aceitos para publicação nos principais periódicos científicos ou de maior prestígio em suas respectivas áreas. Cabe destacar ainda que os dois primeiros periódicos que mais citaram a Química brasileira são nacionais e apresentaram, na análise de produção científica, a maior quantidade de artigos químicos brasileiros publicados e também foram os que proporcionaram a maior quantidade de citações recebidas pela Química nacional.

Tabela 44 - Periódicos científicos responsáveis pela publicação de mais de mil documentos citantes (n=44).

Periódico	Documentos citantes	%	Acumulado	País	Idioma	Fator de Impacto	Quartil
Química Nova	3.203	1,14	1,14	BRA	POR	0.661	Q4
Journal of the Brazilian Chemical Society	2.742	0,98	2,12	BRA	ENG	1.129	Q3
Electrochimica Acta	2.691	0,96	3,08	ING	MULTI	4.504	Q1
Journal of Physical Chemistry C	2.675	0,95	4,03	EUA	ENG	4.772	Q1
RSC Advances	2.616	0,93	4,97	ING	ENG	3.840	Q1
Talanta	2.198	0,78	5,75	ING	ENG	3.545	Q1
Journal of Applied Polymer Science	2.181	0,78	6,53	EUA	ENG	1.768	Q2
Food Chemistry	2.047	0,73	7,26	ING	ENG	3.391	Q1
Journal of Thermal Analysis and Calorimetry	1.944	0,69	7,95	HUN	MULTI	2.042	Q2
Journal of Alloys and Compounds	1.930	0,69	8,64	SUI	MULTI	2.999	Q2
Carbohydrate Polymers	1.812	0,65	9,29	ING	ENG	4.074	Q1
International Journal of Hydrogen Energy	1.729	0,62	9,90	ING	ENG	3.313	Q2
Industrial & Engineering Chemistry Research	1.695	0,60	10,51	EUA	ENG	2.587	Q1
Journal of Physical Chemistry B	1.607	0,57	11,08	EUA	ENG	3.302	Q2
Chemical Engineering Journal	1.479	0,53	11,61	SUI	MULTI	4.321	Q1
Journal Of Power Sources	1.472	0,52	12,13	HOL	ENG	6.217	Q1
Applied Surface Science	1.470	0,52	12,66	HOL	ENG	2.711	Q2
Physical Chemistry Chemical Physics	1.465	0,52	13,18	ING	ENG	4.493	Q1
Langmuir	1.439	0,51	13,69	EUA	ENG	4.457	Q1
Journal of Agricultural and Food Chemistry	1.437	0,51	14,20	EUA	ENG	2.912	Q1
Analytica Chimica Acta	1.434	0,51	14,72	HOL	MULTI	4.513	Q1
Applied Catalysis A-General	1.408	0,50	15,22	HOL	ENG	3.942	Q2

Continua...

Continuação

Periódico	Documentos citantes	%	Acumulado	País	Idioma	Fator de Impacto	Quartil
Journal of Hazardous Materials	1.400	0,50	15,72	HOL	ENG	4.529	Q1
Tetrahedron Letters	1.359	0,48	16,20	ING	MULTI	2.379	Q2
Spectrochimica Acta Part A-Molecular and Biomolecular Spectroscopy	1.275	0,45	16,66	ING	MULTI	2.353	Q2
Analytical Methods	1.271	0,45	17,11	ING	ENG	1.821	Q3
Journal of Applied Physics	1.268	0,45	17,56	EUA	ENG	2.183	Q2
Journal of Chromatography A	1.256	0,45	18,01	HOL	ENG	4.169	Q1
Ceramics International	1.252	0,45	18,46	ING	ENG	2.605	Q1
Sensors and Actuators B-Chemical	1.220	0,44	18,89	SUI	ENG	4.097	Q1
Fuel	1.212	0,43	19,32	ING	ENG	0.814	Q1
Molecules	1.176	0,42	19,74	SUI	ENG	2.416	Q2
Journal of Physical Chemistry A	1.152	0,41	20,15	EUA	ENG	2.693	Q2
Journal of Ethnopharmacology	1.105	0,39	20,55	IRL	ENG	2.998	Q2
Journal of Molecular Structure	1.086	0,39	20,93	HOL	MULTI	1.602	Q3
Journal of Colloid and Interface Science	1.076	0,38	21,32	EUA	ENG	3.368	Q2
Dalton Transactions	1.062	0,38	21,70	ING	ENG	4.197	Q1
Physical Review B	1.050	0,37	22,07	EUA	ENG	3.736	Q1
Tetrahedron	1.050	0,37	22,45	ING	MULTI	2.641	Q2
Journal of Nanoscience and Nanotechnology	1.047	0,37	22,82	EUA	ENG	1.556	Q2
Journal of Materials Science	1.036	0,37	23,19	EUA	ENG	2.371	Q1
Analytical Chemistry	1.029	0,37	23,56	EUA	ENG	5.636	Q1
Surface & Coatings Technology	1.019	0,36	23,92	SUI	MULTI	1.998	Q2
Applied Catalysis B-Environmental	1.004	0,36	24,28	HOL	ENG	7.435	Q1
Demais veículos	212.348	75,72	100,00	-	-	-	-
Total	280.427	100,00	-	-	-	-	-

Fonte: dados da pesquisa

No tocante às áreas de pesquisa dos periódicos publicadores dos documentos citantes, constata-se uma diversidade de assuntos, pois 216 diferentes temáticas citaram a Química brasileira, o que ressalta a importância da Química para o desenvolvimento das pesquisas em outras disciplinas. Por outro lado, apura-se que 11 áreas de pesquisa representam metade dos documentos citantes (51,37%), enquanto que 205 temáticas são assuntos dos outros 50% documentos citantes; há, portanto, um pequeno núcleo de áreas de pesquisa que mais referenciaram os artigos da Química brasileira e uma grande dispersão de temáticas com poucos documentos citantes.

Na Tabela 45 apresentam-se as principais áreas de pesquisa, com ponto de corte em 1% dos documentos citantes. As cinco primeiras áreas de pesquisa são também subáreas da Química analisadas neste trabalho. A Físico-Química é a área de pesquisa que mais referenciou artigos da Química brasileira (8,66%), seguido pela Ciência dos Materiais Multidisciplinar (8,19%), Química Multidisciplinar (6,75%), Química Analítica (4,94%) e Engenharia Química (4,88%). Estas subáreas são as que apresentaram maior produtividade entre as disciplinas da Química brasileira e também são as que receberam um número maior de citações; resultado que pode ser justificado pela predominância delas entre os documentos citantes.

Tabela 45 - Principais áreas de pesquisa dos documentos citantes da Química brasileira.

Áreas de pesquisa	Quantidade de documentos citantes	%	Acumulado
Físico-Química	44.100	8,66	8,66
Ciência dos Materiais Multidisciplinar	41.693	8,19	16,86
Química Multidisciplinar	34.339	6,75	23,60
Química Analítica	25.142	4,94	28,54
Engenharia Química	24.856	4,88	33,43
Ciência e Tecnologia dos Alimentos	16.658	3,27	36,70
Física Aplicada	16.150	3,17	39,87
Química Orgânica	15.256	3,00	42,87
Ciência dos Polímeros	15.080	2,96	45,83
Eletroquímica	14.203	2,79	48,62
Nanociência e Nanotecnologia	13.997	2,75	51,37
Química Aplicada	13.339	2,62	53,99
Energia e Combustível	12.564	2,47	56,46
Farmácia e Farmacologia	11.274	2,22	58,68

Continua...

Áreas de pesquisa	Quantidade de documentos citantes	%	Acumulado
Física da Matéria Condensada	11.227	2,21	60,88
Bioquímica e Biologia Molecular	10.494	2,06	62,95
Química Medicinal	10.096	1,98	64,93
Ciências do Meio Ambiente	9.807	1,93	66,86
Química Inorgânica e Nuclear	8.714	1,71	68,57
Engenharia Metalúrgica e Metalurgia	8.689	1,71	70,28
Física Atômica, Molecular e Química	7.748	1,52	71,80
Biotecnologia e Microbiologia Aplicada	7.617	1,50	73,29
Espectroscopia	7.348	1,44	74,74
Engenharia Ambiental	6.403	1,26	76,00
Bioquímica, Métodos de Pesquisa	6.227	1,22	77,22
Demais áreas de pesquisa	115.943	22,78	100,00
Total*	508.964	100,00	-

*O total é superior ao número de documentos citantes, pois uma área de pesquisa pode pertencer a mais de um periódico, considerando-se o uso das categorias de periódicos (WC) nesta análise.

Fonte: dados da pesquisa.

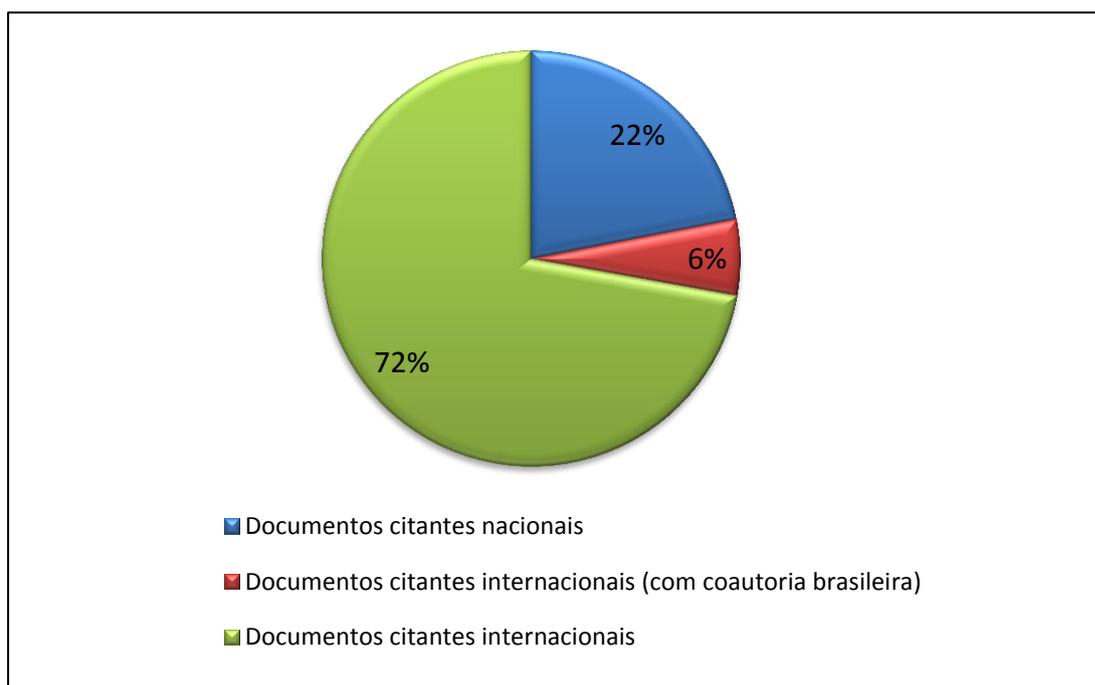
Entre as áreas de pesquisa não estudadas neste trabalho, destacam-se Ciência e Tecnologia dos Alimentos (3,27%), Física Aplicada (3,17%), Nanociência e Nanotecnologia (2,75%), Energia e Combustível (2,47%) e Farmácia e Farmacologia (2,22%) como assuntos dos documentos citantes da Química brasileira. Além destas áreas de pesquisas, observa-se uma dispersão de disciplinas citantes, tais como: Engenharia (Civil, Elétrica, Ambiental, Mecânica, etc.), Bioquímica, Agricultura, Meio Ambiente, Física, Geociências, Medicina, Matemática, Ciências Sociais, entre outras.

No que diz respeito à caracterização dos documentos citantes em relação a sua internacionalidade, Glanzel (2001) esclarece que os artigos publicados por dois ou mais países são considerados internacionais enquanto aqueles publicados por um único país são "domésticos", ou seja, nacionais. Nesta pesquisa, consideram-se internacionais os artigos com coautoria de dois ou mais países (inclusive o Brasil) e os de autoria única de pesquisadores estrangeiros, enquanto que nacionais são os documentos citantes de autoria exclusiva de brasileiros.

Neste contexto, constata-se que 202.370 documentos citantes são de autoria de pesquisadores estrangeiros e 16.516 foram publicados por autores estrangeiros em colaboração com pesquisadores brasileiros. Os documentos citantes publicados

unicamente por autores vinculados a instituições brasileiras totalizam 61.571. Observa-se, portanto, que 78% dos documentos citantes são internacionais e somente 22% nacionais. Esse percentual evidencia que a Química brasileira apresenta uma boa visibilidade internacional, pois recebe citações principalmente de pesquisadores de outras nações e não somente de seus pares no Brasil (Figura 25).

Figura 25 - Percentual referente aos documentos citantes em relação a sua internacionalização (n=280.457).



Fonte: dados da pesquisa.

Além disso, os documentos citantes foram publicados por pesquisadores filiados a instituições de 165 países, distribuídas pelos cinco continentes. A maioria dos documentos citantes provém de países da América, Ásia e Europa. Cabe destacar que, enquanto a maior parte da colaboração científica brasileira ocorreu com países da Europa e da América (89,80%) e somente 6,51% com países asiáticos, o impacto da Química brasileira é procedente principalmente da América e da Ásia (68,42%). A África é o continente que apresenta o maior número de países citantes; porém, a quantidade de documentos é pequena quando comparada com a de outros continentes, alcançando uma média de 270 documentos por país africano citante. A

Oceania tem o menor número de países citantes³⁵ porém a quantidade de documentos citantes é um pouco superior à da África e, por isso, sua média é muito superior à africana (1.615 documentos por país). Dois países foram categorizados como "outros" por estarem distribuídos geograficamente entre o continente europeu e o asiático, são eles: Turquia e Rússia (Tabela 46). A disseminação e uso das pesquisas brasileiras por países dos cinco continentes do mundo permite o entendimento de que a Química brasileira apresenta relevância e inserção mundial, ou seja, internacionalização de sua pesquisa.

Tabela 46 - Quantidade de documentos citantes por continente (n=662.767).

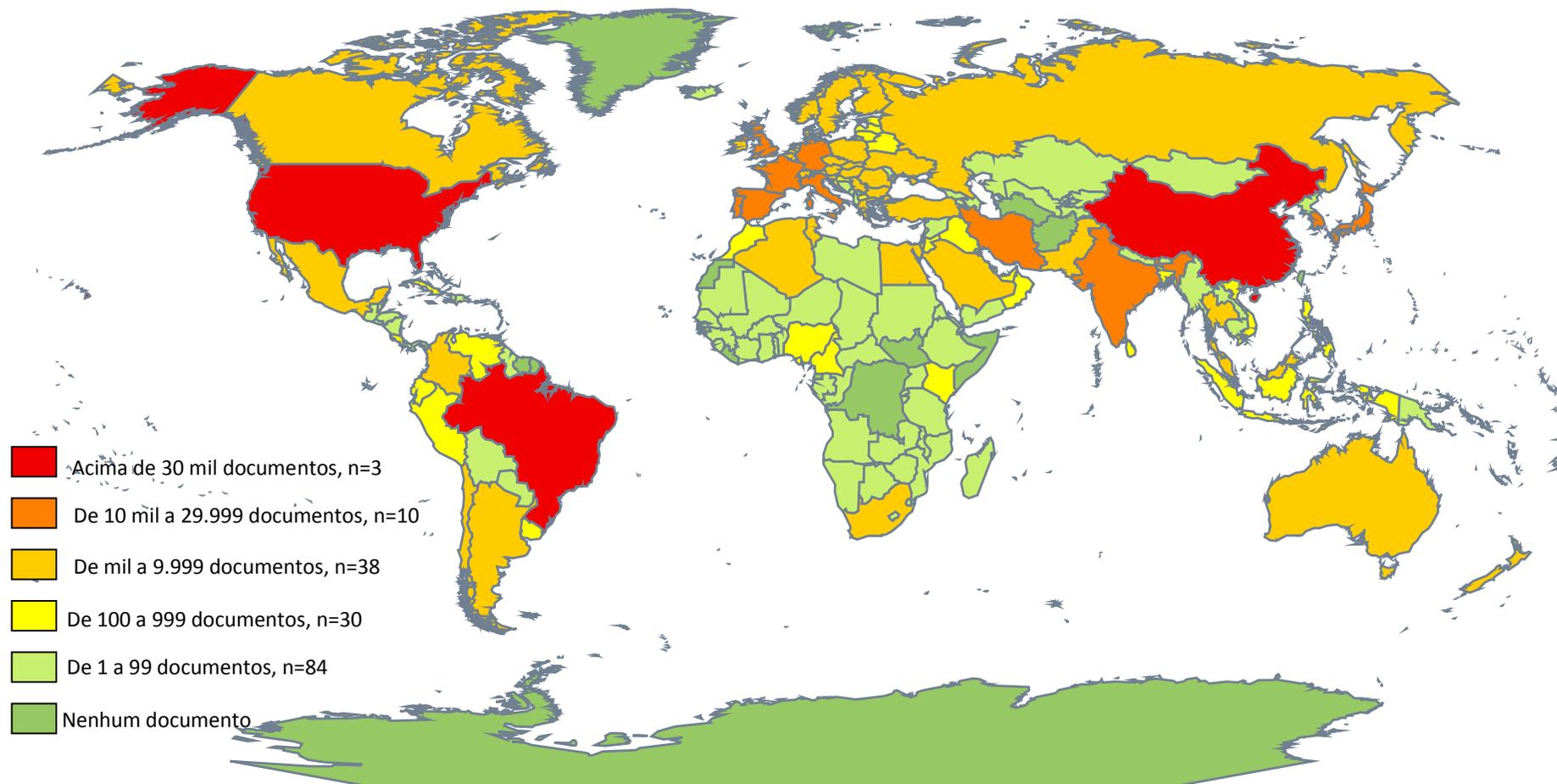
Continente	Documentos citantes	%	Acumulado	Número de países citantes	Média de documentos citantes por país
América	263.102	39,70	39,70	28	9.397
Ásia	190.364	28,72	68,42	40	4.759
Europa	166.701	25,15	93,57	41	4.066
Outros	17.246	2,60	96,17	2	8.623
Oceania	12.922	1,95	98,12	8	1.615
África	12.432	1,88	100,00	46	270
Total*	662.767	100,00	-	165	4.017

*O valor total é superior aos 280.457 documentos citantes, pois mais de um país pode ter sido responsável pela autoria de um artigo, inclusive o mesmo país pode ter aparecido mais de uma vez no mesmo artigo. **Fonte:** dados da pesquisa.

Os documentos citantes (280.457) foram publicados por autores vinculados a 165 diferentes países, uma média de 1.700 documentos citantes por país. Os países constantes na análise que menos referenciaram a produção científica brasileira em Química apresentaram um único documento citante (oito países), enquanto que os que mais citaram os artigos químicos brasileiros publicaram acima de 60.000 documentos citantes (três países) (Figura 26). A contagem de documentos citantes por país considera cada vez que uma nação aparece no endereço de filiação de cada um dos autores dos documentos. Pode ocorrer de um mesmo país estar vinculado a mais de um pesquisador por artigo e, por isso, ser contabilizado duplamente ou pode acontecer de mais de uma nação estar vinculada ao mesmo artigo. Por isso, o total de ocorrências não é igual ao total real de documentos citantes.

³⁵ Há que se considerar que a Oceania é o menor continente em termos de países que a constituem.

Figura 26 – Países que referenciaram a produção científica brasileira em Química (n=165).



Observação: Os documentos citantes oriundos de Taiwan foram atribuídos à China, os documentos de Martinica, Guiana Francesa, Guadalupe e Reunion foram computados para França. Os documentos citantes de Zaire foram contabilizados em Congo. Os documentos publicados pela antiga Iugoslávia não foram apresentados no mapa, pois esta nação se subdividiu em outras, que constam no mapa com suas respectivas indicações de documentos citantes.

Fonte: dados da pesquisa.

O Brasil é a nação que apresenta a maior quantidade de documentos citantes (25,53%), seguido pela China (14,10%) e Estados Unidos (9,10%). Juntos, os três países representam 48,73% do total de documentos citantes, enquanto os demais países (162) constituem 51,27%. O fato de o Brasil ser o principal país citante dos seus próprios artigos (isto é, ter se autocitado) é considerado comum dentro dos padrões da ciência. A autocitação faz parte do processo de comunicação científica, no qual os autores indicam seus trabalhos publicados anteriormente principalmente com o objetivo de mostrar a continuidade da pesquisa (TAGLIACOZZO, 1977). Além disso, Glanzel, Thijs e Schlemmer (2004)³⁶ apontam que uma autocitação entre 30 e 40% para as ciências naturais está dentro de um limite aceitável; no caso da Química brasileira o percentual obtido está abaixo do limite informado.

Ao se considerar que 24,27% das produções científicas brasileiras em Química foram publicadas em coautoria com 104 diferentes países, é possível que a colaboração tenha propiciado uma maior visibilidade das pesquisas nacionais desta área e, conseqüentemente, um impacto maior oriundo das principais nações coautoras. À vista disso, constata-se que, entre países que representam ao menos 1% dos documentos citantes (20 países), 14 deles são os que mais publicaram artigos com o Brasil, ou seja, 70% deles desenvolveram mais frequentemente pesquisas com a Química brasileira. Em alguns destes países, esse fato parece mais evidente, tais como: Estados Unidos, Espanha, França, Alemanha e Reino Unido³⁷, que se destacam tanto no número de artigos em coautoria como na quantidade de documentos citantes. Além disso, estes países são as nações que mais produzem conhecimento científico no mundo, conseqüentemente têm potencial para serem os mais citantes (SCImago, [2015]).

³⁶ Embora o estudo destes autores informe que este percentual é aceitável dentro de uma janela de citação de três a quatro anos, ele foi utilizado como parâmetro nesta pesquisa por ser um indicador de autocitação importante.

³⁷ Considerou-se Reino Unido como Inglaterra nesta análise específica, para que fosse possível realizar a comparação com os dados de coautoria.

Tabela 47 - Comparação dos principais países citantes com seu posicionamento na coautoria com a Química brasileira.

País	Documentos Citantes	%	Posição documentos citantes	Posição coautoria
China	93.457	14,10	1	21
Estados Unidos	60.344	9,10	2	1
Índia	29.255	4,41	3	11
França	23.858	3,60	4	2
Espanha	21.894	3,30	5	3
Alemanha	20.036	3,02	6	5
Itália	18.073	2,73	7	7
Irã	16.542	2,50	8	39
Coreia do Sul	15.091	2,28	9	30
Japão	14.608	2,20	10	12
Reino Unido	13.843	2,09	11	8
Portugal	11.142	1,68	12	4
Turquia	9.817	1,48	13	35
Canadá	9.482	1,43	14	9
Argentina	8.368	1,26	15	6
Polônia	8.276	1,25	16	24
Malásia	7.432	1,12	17	40
Rússia	7.429	1,12	18	19
México	7.020	1,06	19	14
Austrália	6.989	1,05	20	16
Demais países	259.811	39,20	-	-
Total	662.767	100,00	-	-

Fonte: dados da pesquisa.

Por outro lado, países como a China, Índia, Irã, Japão, Coreia do Sul e Polônia, que não apresentam uma quantidade significativa de artigos publicados em coautoria com a Química brasileira, sobressaem-se na quantidade de documentos que referenciaram os artigos brasileiros da área. Uma das possíveis justificativas para este resultado está baseada no fato de que estes países desenvolvem fortemente pesquisas nesta área e, por isso, devem produzir mais artigos relacionados à Química do que outros países. A China, por exemplo, é a primeira colocada no ranking de nações com maior produção científica na área Química, seguida pelos Estados Unidos, Índia, Alemanha, Japão, França, Coreia do Sul, Reino Unido, Espanha e Rússia. O Irã localiza-se na 13ª posição neste ranking e a Polônia em 14ª (SCImago, [2015]).

Ademais, Schulz e Manganote (2012), ao estudarem os perfis de pesquisa dos países, constataram que a Coreia do Sul apresenta características clássicas dos países que pertencem ao modelo japonês, ou seja, com predominância na área Química e Engenharia; a Índia tem a Química, Ciência dos Animais e Plantas e Ciência dos Materiais como as áreas mais desenvolvidas no país. Além disso, países como a China, Japão e Coreia do Sul têm aumentado suas pesquisas na área de Ciência dos Materiais (considerada como subárea da Química neste trabalho). Corroborando esta informação, Harzing e Giroud (2014) apresentam um ranking das principais áreas de cada país. Neste ranking observa-se que a China, Coreia do Sul e Japão têm a Ciência dos Materiais como uma das três principais disciplinas, enquanto que Química é uma das principais áreas na Polônia, China e Índia. Estes perfis de pesquisa auxiliam na compreensão dos motivos para o expressivo número de documentos citantes oriundos destes países para a Química brasileira. Diante do fato de que estes países têm a Química entre suas principais áreas do conhecimento, seria importante que novas parcerias entre o Brasil e eles fossem feitas a fim de se desenvolver cada vez mais a pesquisa química nacional e fortalecer a sua internacionalização.

No que diz respeito às instituições de filiação dos autores dos documentos citantes, observa-se que, entre as 50 principais entidades, 26 são brasileiras, 11 chinesas, duas portuguesas, três da Malásia, uma da Rússia, Índia, Irã, França, Espanha, Sérvia, República Tcheca e Singapura. Não há ocorrência de instituições norte-americanas entre as 50 primeiras, embora este país seja o terceiro em número de documentos citantes da produção nacional em Química. A predominância por instituições brasileiras e chinesas reflete o fato de que estes dois países apresentaram a maior quantidade de documentos citantes (Tabela 48).

Tabela 48 - Principais instituições citantes da produção científica brasileira em Química (n=50).

Instituições citantes	País	Documentos citantes	%
Univ Sao Paulo	Brasil	19.437	2,93
Univ Estadual Campinas	Brasil	10.883	1,64
Chinese Acad Sci	China	8.208	1,24
Univ Fed Rio de Janeiro	Brasil	6.850	1,03
Univ Fed Rio Grande do Sul	Brasil	6.050	0,91
Univ Fed Santa Catarina	Brasil	5.436	0,82
Univ Fed Minas Gerais	Brasil	5.368	0,81
Univ Estadual Paulista	Brasil	4.890	0,74
Univ Fed Sao Carlos	Brasil	4.875	0,74
Univ Fed Ceara	Brasil	3.852	0,58
Univ Fed Parana	Brasil	3.604	0,54
Univ Fed Santa Maria	Brasil	3.273	0,49
Univ Fed Pernambuco	Brasil	2.742	0,41
Univ Fed Fluminense	Brasil	2.614	0,39
Univ Estadual Maringa	Brasil	2.540	0,38
Univ Aveiro	Portugal	2.337	0,35
Univ Fed Bahia	Brasil	2.220	0,33
Univ Fed Paraíba	Brasil	2.173	0,33
Russian Acad Sci	Rússia	2.159	0,33
Indian Inst Technol	Índia	2.134	0,32
Islamic Azad Univ	Irã	2.085	0,31
CSIC	Espanha	2.077	0,31
Zhejiang Univ	China	2.070	0,31
Univ Brasilia	Brasil	2.028	0,31
Univ Fed Uberlandia	Brasil	1.947	0,29
CNRS	França	1.834	0,28
Univ Fed Vicosa	Brasil	1.805	0,27
Univ Fed Goias	Brasil	1.805	0,27
Univ Porto	Portugal	1.765	0,27
Univ Fed Sergipe	Brasil	1.611	0,24
Univ Fed Rio Grande do Norte	Brasil	1.520	0,23
Univ Fed Sao Paulo	Brasil	1.505	0,23
Univ Fed ABC	Brasil	1.443	0,22
Univ Malaya	Malásia	1.423	0,21
Univ Putra Malaysia	Malásia	1.397	0,21
Sichuan Univ	China	1.396	0,21
Univ Belgrade	Sérvia	1.370	0,21
S China Univ Technol	China	1.296	0,20
Univ Fed Lavras	Brasil	1.273	0,19
Univ Estadual Londrina	Brasil	1.260	0,19
Tsinghua Univ	China	1.258	0,19

Continua...

Instituições citantes	País	Documentos citantes	%
Acad Sci Czech Republic	República Tcheca	1.250	0,19
Jilin Univ	China	1.231	0,19
Nanjing Univ	China	1.218	0,18
Shanghai Jiao Tong Univ	China	1.177	0,18
Univ Sains Malaysia	Malásia	1.157	0,17
Univ Sci & Technol China	China	1.152	0,17
Nanyang Technol Univ	Singapura	1.148	0,17
Tianjin Univ	China	1.129	0,17
E China Univ Sci & Technol	China	1.115	0,17
Demais instituições	-	516.409	77,91
Total		662.799	100,00

Fonte: dados da pesquisa.

As 26 instituições brasileiras citantes são universidades públicas e estão entre as entidades que apresentaram maior produtividade entre os artigos da Química brasileira. Destas instituições, seis pertencem ao Estado de São Paulo, unidade federativa que mais publicou artigos da Química brasileira. A USP se destaca por apresentar 19.437 documentos citantes, seguida pela Unicamp (10.883). O resultado das instituições brasileiras mais citantes retrata a produtividade delas em relação às demais entidades nacionais, à medida que produzem mais, mais referências são feitas por elas a outros artigos, inclusive oriundos do próprio país (Tabela 48).

No que concerne às entidades estrangeiras, observa-se que as chinesas se destacam pela quantidade de documentos citantes, muito embora estas entidades pouco tenham colaborado com a Química brasileira entre 2004 e 2013. A Academia Chinesa de Ciências é a terceira instituição que mais referenciou artigos da Química brasileira e a primeira dentre as entidades estrangeiras. Por outro lado, é a 54ª entidade estrangeira em colaboração com a Química brasileira, com somente 56 artigos publicados em coautoria. As demais entidades chinesas (10) são todas universidades (Tabela 48).

A crescente citação oriunda da China demonstra que as pesquisas nacionais em Química estão atingindo a comunidade internacional, especialmente porque a China é um dos países que mais produzem conhecimentos científicos nesta área.

Finalmente, a diversidade de instituições e países citantes demonstra a inserção da pesquisa Química nacional na comunidade internacional da área. Esta

inserção pode possibilitar que novas parcerias do Brasil com outros países se concretize mais efetivamente e em maior escala.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo possibilitou a identificação das principais características da Química brasileira no que se refere à comunicação de seus resultados de pesquisa e a sua inserção na comunidade científica internacional. O perfil da Química brasileira foi traçado a partir da análise de 42.954 artigos brasileiros da área publicados entre 2004 e 2013 e que se encontram indexados na Web of Science. Com isso, diversos aspectos puderam ser observados, tais como: produtividade da área, idiomas de publicação e canais de comunicação utilizados. Além disso, o impacto da área foi averiguado por meio de 280.457 documentos que citaram os artigos da Química brasileira. Esta análise permitiu conhecer os países que se utilizam da pesquisa brasileira, em quais idiomas publicam e quais são os periódicos publicadores.

Diante disso, constatou-se que, entre 2004 e 2013, houve um crescimento linear no número de artigos publicados pela Química brasileira, resultado também observado para a Química mundial. A Química brasileira obteve uma taxa média geométrica de crescimento de 6,29% ao ano e de 73,19% no período completo, crescimento este um pouco superior ao aumento obtido pela Química mundial e inferior à produção científica brasileira. Entre os fatores que possivelmente auxiliaram no crescimento linear da área destaca-se a indexação de novos títulos na WoS durante o período de tempo estudado e, também, o crescimento da Pós-Graduação em Química, tanto no que se refere ao número de docentes e discentes quanto ao número de cursos oferecidos. Verificou-se, ainda, que a Química contribuiu com 15,5% da produção científica nacional entre 2004 e 2013, embora se perceba um declínio nos últimos anos de análise; em relação à Química mundial esta contribuição foi de 1,95%, valor um pouco superior ao da Coreia do Sul, país com especialização nesta área. Adicionalmente, ao se examinar o Índice de Atividade da Química brasileira observou-se que o mesmo está abaixo do padrão mundial, fenômeno que confirma que a área não é o foco das pesquisas brasileiras.

Entre as subáreas consideradas neste estudo como pertencentes à Química brasileira, observou-se que a Ciência dos Materiais Multidisciplinar é a que congrega um número maior de artigos (8.020), seguida pela Físico-Química (7.715), Química

Multidisciplinar (6.895), Química Analítica (5.058) e Engenharia Química (4.623). Por outro lado, a Ciência dos Materiais Papel e Madeira obteve a maior taxa média geométrica de crescimento no período estudado, seguida pela Química Medicinal e a Termodinâmica, embora duas destas subáreas apresentem poucos artigos publicados entre 2004 e 2013. Destaca-se ainda que a Química Inorgânica e Nuclear e também a Ciência dos Materiais Cerâmicos apresentaram crescimento negativo no período completo de análise. Sugere-se, portanto, que novos incentivos sejam feitos para as áreas com baixa produtividade, para que haja um maior desenvolvimento destas subáreas no país.

A coautoria foi uma das características da Química brasileira examinadas neste estudo. Por meio desta análise, pode-se apurar a predominância de artigos publicados com autoria de mais de um pesquisador (98,69%), com a prevalência de quatro coautores por artigo (20,20%). Ademais, a coautoria ocorreu principalmente entre pesquisadores brasileiros, (75,73%) e somente 24,27% dos artigos da área foram publicados com autores estrangeiros. 81% dos artigos em coautoria com países estrangeiros caracterizam-se por ser do tipo bilateral, isto é, publicação do Brasil com mais um país; a coautoria multilateral representa somente 4% dos artigos da Química brasileira.

Embora a Química brasileira apresente poucos artigos em coautoria com países estrangeiros, ainda assim, a sua internacionalização pode ser percebida pela participação de países dos cinco continentes nos artigos publicados por ela. A predominância é de nações do continente europeu e americano, ainda que nos últimos anos tenha crescido a colaboração de países da Ásia, África e Oceania. Entre os principais países coautores estão os Estados Unidos (17,21%), França (10,46%), Espanha (8,22%), Portugal (8,14%) e Alemanha (8,00%). Estes países são os que tradicionalmente têm publicado em colaboração com o Brasil, inclusive nas demais áreas do conhecimento. Ademais, estão entre as nações que aparecem nas primeiras colocações em rankings de produtividade da área Química.

A análise de produtividade das regiões brasileiras permitiu descortinar como está distribuída a pesquisa Química pelo país. A partir desta análise comprovou-se a grande desigualdade entre as regiões brasileiras, pois algumas apresentaram alta produtividade enquanto outras tiveram baixíssima produtividade. A Região Sudeste é a

que concentra a maior parte da produção científica da área (57,00%) em oposição à Região Norte que publicou somente 1,48% dos artigos. A soberania da Região Sudeste sobre as demais é justificada por diversos fatores, tais como os econômicos e institucionais. Esta região abarca a maior parte dos recursos humanos especializados, as principais instituições de pesquisa do país, uma quantidade maior de empresas (polo econômico nacional), além de receber uma quantidade maior de investimentos (FAPESP, 2011). Além destes aspectos, observa-se também a predominância dos grupos de pesquisa e dos cursos de Pós-Graduação em Química nesta região.

Adicionalmente, o Estado de São Paulo é a unidade federativa que apresenta maior produtividade em Química, com 35,98% dos artigos publicados, seguido pelo Rio de Janeiro (11,23%), Minas Gerais (9,30%) e Rio Grande do Sul (8,14%); estados estes que se localizam nas duas regiões brasileiras mais produtivas (Sudeste e Sul). No que diz respeito às 1.058 instituições brasileiras autoras dos artigos químicos nacionais, observa-se que a maioria pertence a São Paulo (32,42%), o que, de certa forma, resulta na alta produtividade do estado em relação aos demais. Além disso, as duas instituições mais produtivas também estão localizadas nele: USP (13,93% dos artigos) e UNICAMP (7,83%). A UFRJ (6,08%) é a terceira instituição mais produtiva na área Química, seguida pela UNESP (5,00%) e UFRGS (3,97%). Estas universidades destacam-se também por aparecerem nas primeiras posições nos rankings universitários do Brasil, tais como o da Folha de São Paulo; fenômeno que somado a sua alta produtividade em pesquisa possibilita a compreensão de que o ensino e a pesquisa desenvolvidos nelas são as principais do país ou com maior destaque.

À vista disso, observou-se que as universidades públicas federais e estaduais foram responsáveis pela maior parte da produção científica brasileira em Química (82,23%), embora as empresas se destaquem por estarem em maior número (1.049) dentre as instituições nacionais; todavia, a sua parcela de participação foi de somente 1,27% dos artigos publicados. As universidades privadas ainda pouco publicam na área Química, considerando-se que 5,39% dos artigos publicados tinham autoria delas; a baixa produtividade deste tipo de instituição pode ser consequência de suas prioridades com o ensino e não tanto com a pesquisa.

A busca pela visibilidade e internacionalização das pesquisas brasileiras em Química pode ser constatada pelo idioma de publicação e pelos periódicos científicos

utilizados pelos pesquisadores brasileiros da área. O inglês é a língua predominante entre os artigos publicados (92,88%), embora o português tenha mostrado um crescimento em quatro anos analisados. O aumento do idioma português deveu-se, provavelmente, pela indexação dos periódicos nacionais na WoS e também pelo aumento no número de volumes publicados pela Revista Química Nova.

Em relação aos periódicos científicos que publicaram artigos da Química brasileira, nota-se que um pequeno grupo foi responsável por 61,81% de toda a produção nacional em Química enquanto a maior parte publicou poucos artigos. Além disso, há preferência pelos títulos estrangeiros oriundos principalmente dos Estados Unidos e Inglaterra. Somente nove periódicos nacionais publicaram artigos da Química brasileira; por outro lado, todos estão entre o núcleo de periódicos mais produtivos deste estudo. A maior parte dos artigos foi publicada em periódicos estrangeiros (83,65%), embora a Revista Química Nova e Journal of The Brazilian Chemical Society sejam os periódicos que mais publicaram artigos brasileiros da área; resultado que é compreensível, considerando-se que são os principais títulos nacionais em Química e que pertencem à principal sociedade nacional da área (SBQ). Os principais periódicos publicadores dos artigos são os mais prestigiados em suas respectivas áreas, pois 76,76% localizam-se nos dois primeiros quartis por Fator de Impacto, ou seja, estão nas primeiras posições no ranking de Fator de Impacto. A predominância por periódicos estrangeiros e de alto Fator de Impacto demonstra a importância e relevância da pesquisa Química nacional, pois todos são títulos que devem seguir rigorosa e criteriosa avaliação por pares para a publicação de artigos, o que qualifica ainda mais a pesquisa Química brasileira.

Em relação às citações recebidas pelos artigos da Química brasileira observou-se que a maior parte dos artigos foi referenciada ao menos uma vez (88,60%), ou seja, a maioria dos artigos da Química brasileira foi lida e citada pela comunidade científica da área, portanto gerando impacto. Além disso, os cinco primeiros anos de análise concentraram a maior quantidade das citações, pois tiveram um tempo maior para serem absorvidos. Para verificar o real impacto dos artigos da Química brasileira, isto é, o impacto imediato das pesquisas nacionais da área, sugere-se um estudo aprofundado das citações recebidas com base em uma janela de dois a três anos após

a publicação dos artigos. Além disso, recomenda-se também que novas pesquisas se proponham a comparar o impacto da Química com o impacto mundial da área.

Na presente pesquisa buscou-se, também, comparar as características dos artigos da Química brasileira com as citações recebidas por eles, a fim de verificar como se processa essa relação. Diante disso, verificou-se que os artigos publicados por quatro autores foram os que receberam um número maior de citações enquanto a menor quantidade foi para os artigos publicados em autoria única. Embora esse resultado reflita os encontrados em outros estudos bibliométricos, ainda sim, parece se relacionar mais com o fato de que a coautoria com quatro autores é a maior entre os artigos químicos brasileiros, bem como a autoria individual ser em menor número. Como a presente pesquisa não realizou testes estatísticos avançados aconselha-se que novos estudos sejam realizados com o uso de estatística multivariada para concluir se há relação ou não entre as variáveis coautoria e citações recebidas.

Em relação às regiões brasileiras e as citações recebidas constatou-se que as mais produtivas obtiveram um número considerável de citações, com destaque para a Região Sudeste, com 59% das citações recebidas. Da mesma forma, as unidades federativas mais produtivas obtiveram um impacto maior do que as demais. As instituições brasileiras que receberam um número maior de citações também são aquelas que publicaram uma quantidade superior de artigos, com destaque acentuado para as universidades públicas. Apesar de alguns estudos apontarem o prestígio das instituições ou seu aparecimento em rankings como fator determinante para o recebimento de citações, nesta pesquisa a produtividade parece ser mais importante quando se refere à quantia expressiva de citações recebidas pelas instituições.

O mesmo fato ocorre quando se analisa as subáreas da Química em relação à distribuição das citações, pois as mais produtivas foram as que receberam um número maior de citações. Além disso, observa-se que em todas as subáreas a maior parte dos artigos foi citada, o que demonstra que todas as subáreas da Química apresentam inserção de suas pesquisas, considerando-se a predominância dos artigos utilizados pela comunidade científica da área.

No tocante aos periódicos científicos publicadores dos artigos da Química brasileira e que receberam um número considerável de citações para estes artigos, averiguou-se que alguns que publicaram uma quantidade significativa de artigos

receberam muitas citações, especialmente os dois principais periódicos nacionais da área. Por outro lado, periódicos que publicaram menos de 100 artigos e que se localizam nos primeiros quartis por Fator de Impacto, também receberam muitas citações. Esse fato leva a compreensão de que alta concentração de publicações e prestígio do periódico neste tipo de análise pode favorecer um impacto maior.

Os documentos que citaram os artigos da Química brasileira demonstram a visibilidade, a relevância e o impacto obtido por ela na comunidade científica internacional. Diversos pontos apontam para esta compreensão. Primeiro ponto, o inglês é o idioma que predomina entre os documentos citantes e, além disso, constatou-se uma diversidade de línguas oriundas de várias partes do mundo. Segundo ponto, a maioria dos periódicos utilizados para publicar estes documentos é de origem estrangeira (95,45%), embora, novamente, os dois principais periódicos nacionais da área apareçam nas primeiras colocações. Ainda, os títulos que publicaram acima de mil documentos citantes posicionam-se também entre os principais periódicos de suas áreas por Fator de Impacto.

Terceiro ponto, 78% dos documentos citantes podem ser considerados internacionais, pois foram publicados por pesquisadores estrangeiros, ainda que uma minoria deles (6%) tenha sido publicada em colaboração com pesquisadores brasileiros. Quarto ponto, os documentos citantes foram publicados por autores de 165 diferentes países, distribuídos pelos cinco continentes. Neste aspecto pode-se destacar que enquanto os países que publicaram em coautoria com o Brasil eram oriundos principalmente da Europa e da América, os documentos citantes são procedentes especialmente da América e da Ásia. Além disso, o Brasil é o principal país de origem dos documentos citantes (25,53%), seguido pela China (14,10%) e Estados Unidos (9,10%). Este último país é o que aparece como principal parceiro nos artigos químicos brasileiros, enquanto a China é somente o 21º país em colaboração. Por outro lado, ambos os países se destacam como primeiro e segundo colocados em rankings de produtividade e citação na área Química, o que de certo modo, esclarece os seus percentuais dentro do conjunto de documentos citantes.

Por fim, este estudo pretendeu apresentar as principais características da Química pesquisada no Brasil e identificar como tem sido sua inserção na comunidade científica, especialmente a internacional. Acredita-se que os objetivos propostos foram

alcançados à medida que padrões e tendências da área foram expostos ao longo da pesquisa. Esta pesquisa não tencionou chegar a uma conclusão definitiva sobre a área e sim ser um impulso para que novas pesquisas sejam realizadas, especialmente estudos a partir das sugestões feitas ao longo deste trabalho e desta seção.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Elenara Chaves Edler de; GUIMARÃES, Jorge Almeida. Brazil's growing production of scientific articles - how are we doing with review articles and other qualitative indicators?. **Scientometrics**, v. 97, p. 287-315, 2013. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11192-013-0967-y>>. Acesso em: 01 jun. 2015.

ALMEIDA, Márcia R.; PINTO, Angela C. Uma breve história da Química brasileira. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 63, n. 1, jan. 2011. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?pid=S0009-67252011000100015&script=sci_arttext>. Acesso em: 04 out. 2014.

ALVARADO, Rubén Urbizagástegui. A lei de Lotka na bibliometria brasileira. **Ciência da Informação**, v. 31, n. 2, p. 14-20, maio/ago. 2002. Disponível em: <<http://revista.ibict.br/index.php/ciinf/article/view/141/121>>. Acesso em: 18 nov. 2015.

ALVARADO, Rubén Urbizagástegui. A produtividade dos autores na literatura de enfermagem: um modelo de aplicação da lei de Lotka. **Informação & Sociedade: estudos**, v. 16, n. 1, p. 63-78, jan./jun. 2006. Disponível em: <<http://www.ies.ufpb.br/ojs/index.php/ies/article/view/442/1494>>. Acesso em: 18 nov. 2015.

ALVAREZ, Gonzalo Rubén. **Produção científica, colaboração e impacto da Física de Altas Energias brasileira indexada na Web of Science (1983-2013)**. 2015. 175 f. Dissertação (Mestrado)- Programa de Pós-Graduação em Comunicação e Informação, Faculdade de Biblioteconomia e Comunicação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

ALVES, Alexandre Donizeti; YANASSE, Horacio Hideki; SOMA, Nei Yoshihiro. Perfil dos bolsistas PQ da área de Química baseado na Plataforma Lattes. **Química Nova**, v. 37, n. 2, p. 377-383, 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v37n2/v37n2a30.pdf>>. Acesso em: 03 abr. 2016.

ALVES, Oswaldo Luiz. Química de Materiais no Brasil: um olhar através das reuniões anuais da Sociedade Brasileira de Química. **Química Nova**, v. 21, n. 6, p. 807-813, 1998. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v21n6/2918.pdf>>. Acesso em: 02 out. 2014.

AMARAL, Antonia Tavares do; MONTANARI, Carlos Alberto. Química Medicinal: 25 anos de planejamento racional de fármacos. **Química Nova**, v. 25, supl. 1, p. 39-44, 2002. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422002000800008>. Acesso em: 02 out. 2014.

AMERICAN CHEMICAL SOCIETY. Chemical Abstract Service. **The sections of CA**. Columbus, OH: ACS, 2014. Disponível em: <<http://www.cas.org/content/ca-sections>>. Acesso em: 12 nov. 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INDÚSTRIA QUÍMICA. **O Desempenho da indústria química brasileira em 2014**. São Paulo: ABIQUIM, 2015. Disponível em: <<http://www.abiquim.org.br/pdf/livreto-de-dados-2014-paginas.pdf>>. Acesso em: 25 abr. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE QUÍMICA. **Histórico da ABQ**. Rio de Janeiro: ABQ, 2014. Disponível em: <<http://www.abq.org.br/historico-da-abq.htm>>. Acesso em: 11 nov. 2014.

ASSOCIAÇÃO QUÍMICA DO BRASIL. **Histórico**. Natal, RN: AQB, [2009]. Disponível em: <<http://www.aquimbrasil.org/historico.php>>. Acesso em: 11 nov. 2014.

AVACA, Luis Alberto; TOKORO, Roberto. A história, evolução e crescimento da eletroquímica/eletroanalítica nestes últimos 25 anos. **Química nova**, v. 25, supl. 1, p. 25-30, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422002000800005>. Acesso em: 25 set. 2014.

BASTOS, Valéria Delgado; COSTA, Letícia Magalhães. Balança comercial e potencial de investimento na indústria química brasileira: 2010-2013. In: PERSPECTIVAS do investimento 2010-2013. Rio de Janeiro: BNDES, 2010. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Publicacoes/Paginas/perspectivas_investimento2010.html>. Acesso em: 25 abr. 2015.

BAVELAS, Janet Beavin. The social psychology of citations. **Canadian Psychological Review**, v. 19, n. 2, April 1978.

BECKER, João Luiz. Dúvida [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <sabrina.menezes@ufrgs.br> em 16 abr. 2015.

BORDONS, María; ZULUETA, Ángeles. Evaluación de la actividad científica a través de indicadores bibliométricos. **Revista Española de Cardiología**. v. 52, p. 790-800, 1999. Disponível em: <<http://www.revespcardiol.org/es/evaluacion-actividad-cientifica-traves-indicadores/articulo/190/>>. Acesso em: 25 nov. 2014.

BORNMANN, Lutz et al. What factors determine citation counts of publications in chemistry besides their quality?. **Journal of Informetrics**, v. 6, p. 11-18, 2012. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1751157711000769>>. Acesso em: 04 abr. 2016.

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. Disponível em: <<http://www.emeraldinsight.com/doi/full/10.1108/00220410810844150>>. Acesso em: 25 nov. 2014.

QUÍMICA NOVA NA ESCOLA. São Paulo: SBQ, 1995-. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/index_site.php>. Acesso em: 12 nov. 2014.

BRAMBILLA, Sônia Domingues Santos. **Produção científica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul representada na Web of Science (2000-2009)**. 2011. 219 f. Tese (Doutorado)- Programa de Pós-Graduação em Comunicação e Informação, Faculdade de Biblioteconomia e Comunicação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Indicadores: recursos aplicados**. Brasília, DF: MCT, 2014. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/full/9058/Brasil_Dispensio_nacional_e_m_ciencia_e_tecnologia_C_T_sup_1_sup_.html>. Acesso em: 10 abr. 2015.

BRAUN, T.; GLANZEL, W.; GRUPP, H. The Scientometric weight of 50 nations in 27 science areas, 1989-1993. Part I. All fields combined, mathematics, engineering, chemistry and physics. **Scientometrics**, v. 33, n. 3, p. 263-293, 1995.

BROCKSOM, Timothy John; ANDRADE, Jailson Bittencourt de. A evolução da pós-graduação em Química no Brasil. **Química Nova**, v. 20, nesp, p. 29-39, 1997. Disponível em: <http://quimicanova.sbq.org.br/imagebank/pdf/Vol20Especial_29_v20_especial_20%206%29.pdf>. Acesso em: 03 abr. 2016.

CAPES. **Bolsas no país**. Brasília, DF: Capes, 2014a. Disponível em: <<http://www.capes.gov.br/bolsas/bolsas-no-pais>>. Acesso em: 08 abr. 2015.

CAPES. **Comunicado nº 002/2012 - área - Química**: considerações sobre multidisciplinaridade e interdisciplinaridade na área. Brasília, DF: CAPES, 2012a. 2 p. Disponível em: <http://www.capes.gov.br/images/stories/download/avaliacao/Interdisciplinaridade_Quimica.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2014.

CAPES. **Cursos recomendados/reconhecidos**. Brasília, DF: CAPES, 2015. Disponível em: <<http://www.capes.gov.br/avaliacao/dados-do-snpq/cursos-recomendados-reconhecidos>>. Acesso em: 25 abr. 2015.

CAPES. **Documento de área 2013**: [Química]. Brasília, DF: CAPES, 2013. Disponível em: <<http://www.capes.gov.br/component/content/article/44-avaliacao/4634-quimica>>. Acesso em: 25 abr. 2015.

CAPES. **Sobre a avaliação**. Brasília, DF: CAPES, 2014b. Disponível em: <<http://www.capes.gov.br/avaliacao/sobre-a-avaliacao>>. Acesso em: 25 abr. 2015.

CAPES. **Tabela de áreas de conhecimento/avaliação**. Brasília, DF: CAPES, 2012b. Disponível em: <<http://www.capes.gov.br/avaliacao/instrumentos-de-apoio/tabela-de-areas-do-conhecimento-avaliacao>>. Acesso em: 14 nov. 2014.

CAREGNATO, Sonia Elisa et al. A ciência no Rio Grande do Sul: indicadores de produção e colaboração nos anos 2000 a 2010. **Tendências da pesquisa brasileira em Ciência da Informação**, v. 7, n. 1, já./jun. 2014. Disponível em: <<http://inseer.ibict.br/ancib/index.php/tpbci/article/view/128/170>>. Acesso em: 04 nov. 2015.

CARVALHO, Maria Martha de. Análises bibliométricas da literatura de Química no Brasil. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 4, n. 2, p. 119-141, 1975. Disponível em: <<http://revista.ibict.br/ciinf/index.php/ciinf/article/viewArticle/1618>>. Acesso em: 10 ago. 2014.

CHIARINI, Tulio; OLIVEIRA, Vanessa Parreiras; SILVA NETO, Fabio Chaves do Couto e. Spatial distribution of scientific activities: na exploratory analysis of Brazil, 2000-10. **Science and Public Policy**, v. 41, p. 625-640, 2014. Disponível em: <<http://spp.oxfordjournals.org/content/early/2013/12/23/scipol.sct093>>. Acesso em: 04 abr. 2016.

CNEN. **Quem somos**. [Rio de Janeiro]: CNEN, 2015. Disponível em: <<http://www.cnen.gov.br/quem-somos>>. Acesso em: 01 mar. 2016.

CNPq. **Diretório dos Grupos de Pesquisa no Brasil**. Brasília, DF: CNPq, 2015. Disponível em: <<http://lattes.cnpq.br/web/dgp/home>>. Acesso em: 25 abr. 2015.

CNPq. **Investimentos do CNPq em CT&I**. Brasília, DF: CNPq, 2015b. Disponível em: <<http://fomentonacional.cnpq.br/dmfomento/home/fmthome.jsp?>>. Acesso em: 08 abr. 2015.

CNPq. **Nova tabela das áreas do conhecimento**: versão preliminar proposta para discussão. [Brasília, DF: CNPq], 2005.

CONTINI, Elísio; SÉCHET, Patrick. Ainda há um longo caminho para a ciência e tecnologia no Brasil. **Revista Brasileira de Pós-Graduação**, v. 2, n. 3, p. 30-39, mar. 2005. Disponível em: <<http://ojs.rbpg.capes.gov.br/index.php/rbpg/article/view/57>>. Acesso em: 10 ago. 2014.

CORREIA, Carlos Roque D. ; COSTA, Paulo R. R.; FERREIRA, Vitor F. Vinte e cinco anos de reações, estratégias e metodologias em Química Orgânica. **Química Nova**, v. 25, supl. 1, p. 82-89, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422002000800012>. Acesso em: 24 set. 2014.

DIDEGAH, Fereshteh; THELWALL, Mike. Determinants of research citation impact in Nanoscience and Nanotechnology. **Journal of the American Society for Information Science and Technology**, v. 64, n. 5, p. 1055-1064, 2013. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/asi.22806/epdf>>. Acesso em: 04 abr. 2016.

DUPONT, Jairton. A catálise no Brasil nos últimos 25 anos: uma história de sucesso. **Química Nova**, v. 25, supl. 1, p. 12-13, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422002000800003&script=sci_arttext>. Acesso em: 12 ago. 2014.

DWIVEDI, S.; KUMAR, S.; GARG, K. C. Scientometric profile of organic chemistry research in India during 2004-2013. **Current Science**, v. 109, n. 5, p. 869-978, sept. 2015.

EMBRAPA. **Quem somos**. [Brasília, DF]: EMBRAPA, [2015?]. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/quem-somos>>. Acesso em: 01 mar. 2016.

FAPESP. Análise da produção científica a partir de publicações em periódicos especializados. In: _____. **Indicadores de ciência e tecnologia e inovação em São Paulo**. São Paulo: FAPESP, 2011. V. 1, cap. 4, p. 1-72.

FATIBELLO-FILHO, Orlando et al. Química analítica brasileira durante os 25 anos da SBQ: contexto atual e senso comum. **Química Nova**, v. 25, supl. 1, p. 61-65, 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v25s1/9414.pdf>>. Acesso em: 11 nov. 2014.

FILGUEIRAS, Carlos A. L. A primeira sociedade brasileira de Química. **Química Nova**, v. 19, n. 4, p. 445-450, 1996. Disponível em: <http://quimicanova.sbq.org.br/imagebank/pdf/Vol19No4_445_v19_n4_18.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2014.

FINEP. **Finep inovação e pesquisa**. Rio de Janeiro: FINEP, 2014. Disponível em: <<http://www.finep.gov.br/>>. Acesso em: 08 abr. 2014.

FINK, Daniel et al. S&T knowledge production from 2000 to 2009 in two periphery countries: Brazil and South Korea. **Scientometrics**, v. 99, p. 37-54, 2014. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11192-013-1085-6>>. Acesso em: 04 abr. 2016.

FOLHA DE SÃO PAULO. **RUF: ranking universitário folha 2015**. São Paulo, [2015]. Disponível em: <<http://ruf.folha.uol.com.br/2015/>>. Acesso em: 01 mar. 2016.

FORATTINI, Oswaldo Paulo. A língua franca da ciência. **Revista de saúde pública**, v. 31, n. 1, p. 3-8, fev. 1997. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89101997000100002>. Acesso em: 04 abr. 2016.

FRAME, J. Davidson. Mainstream research in Latin America and the Caribbean. **Interciencia**, v. 2, n. 3, p. 143-148, May/Jun. 1977.

GARFIELD, Eugene. The evolution of the Science Citation Index. **International Microbiology**, v. 10, p. 65-69, 2007.

GEOCAPES. **Sistema de Informações Georreferenciadas**. [Brasília, DF: Capes], 2015. Disponível em: <<http://geocapes.capes.gov.br/geocapes2/>>. Acesso em: 08 abr. 2015.

GLANZEL, W. **Bibliometrics as a research field: a course on theory and application of bibliometrics indicators**. [S. l.] : Course Handouts, 2003.

GLANZEL, Wolfgang. National characteristics in international scientific co-authorship relations. **Scientometrics**, v. 51, n. 1, p. 69-115, 2001. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1023%2FA%3A1010512628145>>. Acesso em: 04 abr. 2016.

GLANZEL, Wolfgang; LETA, Jacqueline; THIJIS, Bart. Science in Brazil. Part 1: a macro-level comparative study. **Scientometrics**, v. 67, n. 1, p. 67-86, 2006. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11192-006-0055-7>>. Acesso em: 04 abr. 2016.

GLANZEL, Wolfgang; SCHUBERT, András. A new classification scheme of science fields and subfields designed for scientometric evaluation purposes. **Scientometrics**, v. 56, n. 3, p. 357-367, 2003. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1023%2FA%3A1022378804087>>. Acesso em: 04 abr. 2016.

GLANZEL, Wolfgang; SCHUBERT, András. Double effort = double impact? a critical view at international co-authorship in chemistry. **Scientometrics**, v. 50, n. 2, p. 199-214, 2001. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1023%2FA%3A1010561321723>>. Acesso em: 04 abr. 2016.

GLANZEL, Wolfgang; THIJIS, Bart; SCHLEMMER, Balázs. A bibliometric approach to the role of author self-citations in scientific communication. **Scientometrics**, v. 59, n. 1, p. 63-77, 2004. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1023%2FB%3ASCIE.0000013299.38210.74>>. Acesso em: 04 abr. 2016.

GONZÁLEZ DE DIOS, J.; MOYA, M.; MATEOS HERNANDEZ, M. A. Indicadores bibliométricos: características y limitaciones en el análisis de la actividad científica. **Anales Españoles de Pediatría**, v. 47, n. 3, 1997. Disponível em: <<https://www.aeped.es/sites/default/files/anales/47-3-3.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2014.

HARZING, Anne-Wil; GIROUD, Axèle. The competitive advantage of nations: an application to academia. **Journal of Informetrics**, v. 8, n.1, p. 29-42, 2014. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1751157713000849>>. Acesso em: 10 abr. 2015.

HOPPEN, Natascha Helena Franz . **A Neurociências no Brasil de 2006 a 2013, indexada na Web of Science**: produção científica, colaboração e impacto. 2014. 161 f.

Dissertação (Mestrado)- Programa de Pós-Graduação em Comunicação e Informação, Faculdade de Biblioteconomia e Comunicação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

JACKSON, Nancy B. A importância da colaboração internacional para a Química do século XXI. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 22, n. 9, p. 1617-1618, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/jbchs/v22n9/pt_v22n9a01.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2016.

JOURNAL OF THE BRAZILIAN CHEMICAL SOCIETY. São Paulo: SBQ, 1990-. [São Paulo, [2015]]. Disponível em: <<http://jbcs.s bq.org.br/#>>. Acesso em: 28 dez. 2015.

JUN-YING, Fu et al. Scientific production and citation impact: a bibliometric analysis in acupuncture over three decades. **Scientometrics**, v. 93, p. 1061-1079, 2012. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11192-012-0737-2>>. Acesso em: 04 abr. 2016.

KATO, Maki; ANDO, Asao. The relationship between research performance and international collaboration in chemistry. **Scientometrics**, v. 97, p. 535-553, 2013. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11192-013-1011-y>>. Acesso em: 04 abr. 2016.

KIM, Mee-Jean; KIM, Byong-Ju. A bibliometric analysis of publications by the chemistry department, Seoul National University, Korea, 1992-1998. **Journal of Information Science**, v. 26, n. 2, p. 111-119, 2000. Disponível em: <<http://jis.sagepub.com/content/26/2/111.abstract>>. Acesso em: 04 abr. 2016.

KOSTOFF, Ronald N. Citation analysis of research performer quality. **Scientometrics**, v. 53, n. 1, p. 49-71, 2002. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1023%2FA%3A1014831920172>>. Acesso em: 10 ago. 2014.

KUMARI, G. Lalitha. Synthetic Organic Chemistry research: analysis by scientometric indicators. **Scientometrics**, v. 80, n. 3, p. 559-570, 2009. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11192-007-1985-4>>. Acesso em: 25 maio 2015.

LEIMU, Roosa; KORICHEVA, Julia. What determines the citation frequency of ecological papers?. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 20, n. 1, p. 28-32, jan. 2005. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016953470400312X>>. Acesso em: 04 abr. 2016.

LETA, Jacqueline. Brazilian growth in the mainstream science: the role of human resources and national journals. **Journal Scientometrics Research**, v. 1, n. 1, p. 44-52, Sept./Dec. 2012. Disponível em: <http://www.jscires.org/temp/JSciRes1144-2951065_081150.pdf>. Acesso em: 04 abr. 2016.

LETA, Jacqueline. Indicadores de desempenho, ciência brasileira e a cobertura das bases informacionais. **Revista USP**, n. 89, p. 62-77, mar./maio 2011. Disponível em: <http://rusp.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-99892011000200005&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 04 abr. 2016.

LETA, Jacqueline; DE MEIS, L. A profile of science in Brazil. **Scientometrics**, v. 35, n. 1, p. 33-44, 1996. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007%2FBF02018231>>. Acesso em: 04 abr. 2016.

LETA, Jacqueline; GLANZEL, Wolfgang; THUIS, Bart. Science in Brazil. Part 2: sectoral and institutional research profiles. **Scientometrics**, v. 67, n. 1, p. 87-105, 2006. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11192-006-0051-y>>. Acesso em: 25 nov. 2015.

LETA, Jacqueline; THUIS, Bart; GLANZEL, 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/1518-2924.2013v18n36p51/26596>>. Acesso em: 04 abr. 2016.

LIMA, Lídia M. Química medicinal moderna: desafios e contribuição brasileira. **Química Nova**, v. 30, n. 6, p. 1456-1468, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422007000600015>. Acesso em: 02 abr. 2016.

LÓPEZ-NAVARRO, Irene et al. Why do I publish research articles in english instead of my own language? differences in spanish researcher's motivations across scientific domains. **Scientometrics**, v. 103, n. 3, p. 939-976, 2015. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11192-015-1570-1>>. Acesso em: 04 abr. 2016.

LOTKA, Alfred J. The frequency distribution of scientific productivity. **Journal of the Washington Academy of Sciences**, v. 16, n. 12, p. 317-323, June 1926.

MACROBERTS, M. H.; MACROBERTS, B. R. Problems of Citation analysis: a critical review. **Journal of the American Society for Information Science**, Washington, v. 40, n. 5, p. 342-349, 1989. Disponível em: <[http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/\(SICI\)1097-4571\(198909\)40:5%3C342::AID-ASI7%3E3.0.CO;2-U/epdf](http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/(SICI)1097-4571(198909)40:5%3C342::AID-ASI7%3E3.0.CO;2-U/epdf)>. Acesso em: 04 abr. 2016.

MAGNONE, Edoardo. An overview on the South Korean scientific production in the field of chemistry (1993-2012). **Information**, v. 5, n.2, p. 285-304, 2014. Disponível em: <<http://www.mdpi.com/2078-2489/5/2/285>>. Acesso em: 04 abr. 2016.

MAIA, Maria de Fátima Santos. **Comunicação científica em ciências da saúde no Brasil**: estrutura e dinâmica da produção e indícios de vitalidade. 2014. 211 f. Tese (Doutorado)- Programa de Pós-Graduação em Comunicação e Informação, Faculdade de Biblioteconomia e Comunicação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

MAIA, Maria Elisa. Importância educativa da Química. In: VERÍSSIMO, António; PEDROSA, Arminda; RIBEIRO, Rui (Coord.). **Ensino experimental das ciências**: (re)pensar o ensino das ciências. Lisboa: Ministério da Educação, 2001. p. 97-106.

MALTRÁS BARBA, Bruno. **Los indicadores bibliométricos**: fundamentos y aplicación al análisis de la ciencia. Gijón: Ediciones Trea, 2003.

MEADOWS, A. J. **A comunicação científica**. Brasília, DF: Briquet de Lemos, 1999.

MOED, Henk F. **Citation analysis in research evaluation**. Amsterdam: Springer, 2005.

MOURA, Ana Maria Mielniczuk de et al. Panorama da produção conjunta entre Brasil e Espanha indexada na WoS entre 2006 e 2015: indicadores de atividade, especialização e colaboração. **Informação & Sociedade**: estudos, v. 25, n. 1, p. 67-82, jan./abr. 2015. Disponível em: <<http://www.ies.ufpb.br/ojs/index.php/ies/article/view/067/13284>>. Acesso em: 03 abr. 2016.

MOZETO, Antonio A.; JARDIM, Wilson de F. A Química ambiental do Brasil. **Química Nova**, v. 25, supl. 1, p. 7-11, 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v25s1/9406.pdf>>. Acesso em: 19 mar. 2016.

MUELLER, Suzana P. M. O círculo vicioso que prende os periódicos nacionais. **DataGramZero**: revista de ciência da informação, n. zero, dez. 1999. Disponível em: <http://datagramazero.org.br/dez99/F_I_aut.htm>. Acesso em: 03 abr. 2016.

MUELLER, Suzana Pinheiro Machado. A publicação da ciência: áreas científicas e seus canais preferenciais. **DataGramZero**: revista de Ciência da Informação, v. 6, n. 1, p. 1-11, fev. 2005. Disponível em: <http://www.dgz.org.br/fev05/Art_02.htm>. Acesso em: 26 dez. 2015.

MUELLER, Suzana Pinheiro Machado. Métricas para a ciência e tecnologia e o financiamento da pesquisa: algumas reflexões. **Encontros Bibli**: Revista Eletrônica de Biblioteconomia e Ciência da Informação, Florianópolis, ed. esp., p. 116-128, 2008. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/eb/article/view/1518-2924.2008v13nesp1p24/1593>>. Acesso em: 26 dez. 2015.

NAGPAUL, P. S.; PANT, Neeraj. Cross-national assessment of specialization patterns in chemistry. **Scientometrics**, v. 27, n. 2, p. 215-235, 1993. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007%2FBF02016551>>. Acesso em: 04 abr. 2016.

NARIN, Francis. **Evaluative bibliometrics**: the use of publication and citation analysis in the evaluation of scientific activity. New Jersey: Computer Horizons, 1976.

NATIONAL SCIENCE FOUNDATION. **Science and Engineering Indicators 2014**. Arlington, VA: NSF, 2014.

NEUHAUS, Christoph; DANIEL, Hans-Dieter. A new reference standard for citation analysis in chemistry and related fields based on the sections of Chemical Abstracts. **Scientometrics**, v. 78, n. 2, p. 219-229, 2009. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11192-007-2007-2>>. Acesso em: 04 abr. 2016.

NÓBREGA, Joaquim A. et al. Panorama da Química Analítica brasileira: 1974-1994. **Química Nova**, v. 19, n. 6, p. 684-687, 1996. Disponível em: <http://quimicanova.sbq.org.br/detalhe_artigo.asp?id=6033>. Acesso em: 12 ago. 2014.

NORONHA, Daisy Pires. Estudos métricos da informação: primeiras aproximações. **Encontros Bibli**: revista eletrônica de Biblioteconomia e Ciência da Informação, ed. esp., p. 116-128, 2008. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/eb/article/view/1518-2924.2008v13nesp1p116>>. Acesso em: 26 dez. 2015.

ONODERA, Natsuo; YOSHLKANE, Fuyuki. Factors affecting citation rates of research articles. **Journal of the Association for Information Science and Technology**, v. 66, n. 4, p. 739-764, 2015. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/asi.23209/epdf>>. Acesso em: 04 abr. 2016.

PACKER, Abel L. Os periódicos brasileiros e a comunicação da pesquisa nacional. **Revista USP**, n. 89, p. 26-61, mar./maio 2011. Disponível em: <http://rusp.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-99892011000200004&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 03 abr. 2016.

PETERS, H. P. F.; VAN RAAN, A. F. J. On determinants of citation scores: a case study in Chemical Engineering. **Journal of the American Society for Information Science**, v. 45, n. 1, p. 39-49, 1994. Disponível em: <[http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/\(SICI\)1097-4571\(199401\)45:1%3C39::AID-ASI5%3E3.0.CO;2-Q/pdf](http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/(SICI)1097-4571(199401)45:1%3C39::AID-ASI5%3E3.0.CO;2-Q/pdf)>. Acesso em: 04 abr. 2016.

PRADHAN, Pallab; PANDA, Saroj; CHANDRAKAR, Rajesh. Authorship pattern and degree of collaboration in indian chemistry literature. In: INTERNATIONAL CALIBER, 8., 2011, Goa. **[Proceedings]...** Goa: Goa University, 2011. Disponível em: <<http://ir.inflibnet.ac.in/bitstream/1944/1656/1/64.pdf>>. Acesso em: 03 abr. 2016.

QS TOP UNIVERSITIES. [2015?]. Disponível em: <<http://www.topuniversities.com/universities/universidade-de-s%C3%A3o-paulo>>. Acesso em: 01 mar. 2016.

QUÍMICA NOVA. São Paulo: SBQ, 1978-. [São Paulo, [2015]]. Disponível em: <<http://quimicanova.sbq.org.br/>>. Acesso em: 28 dez. 2015.

REZENDE, Cláudia M. Ano internacional da Química. **Química Nova**, São Paulo, v. 34, n. 1, p. 3-4, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v34n1/v34n1a01.pdf>>. Acesso em: 22 out. 2015.

RHEINBOLDT, Heinrich. A Química no Brasil. In: AZEVEDO, Fernando de (Org.). **As ciências no Brasil**. [São Paulo]: Melhoramentos, [1B940?]. Cap. 8.

RUBIRA, Adley Forti et al. Química de materiais em 25 anos de SBQ. **Química Nova**, v. 25, supl. 1, p. 75-81, 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v25s1/9417.pdf>>. Acesso em: 19 mar. 2016.

SALINI, C. P. et al. A bibliometric evaluation of organic chemistry research in India. **Annals of Library and Information Studies**, v. 61, n. 4, p. 332-342, dec. 2014.

Disponível em:

<<http://nopr.niscair.res.in/bitstream/123456789/30340/1/ALIS%2061%284%29%20332-342.pdf>>. Acesso em: 28 maio 2015.

SANCHO, Rosa. Indicadores bibliometricos utilizados en la evaluacion de la ciencia y la tecnologia: revision bibliográfica. **Revista Española de Documentación Científica**, v. 13, n.3/4, p. 842-865, 1990.

SANTIN, Dirce Maria. **Internacionalização da produção científica em ciências biológicas da UFRGS: 2000-2011**. 2013. 148 f. Dissertação (Mestrado)- Programa de Pós-Graduação em Comunicação e Informação, Faculdade de Biblioteconomia e Comunicação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

SANTIN, Dirce Maria; NUNEZ, Zizil Arledi Glienke; MOURA, Ana Maria Mielniczuk de. Produção científica brasileira sobre células-tronco de 2000 a 2013: características e colaboração internacional. **Revista Eletrônica de Comunicação Informação & Inovação em Saúde**, v. 9, n. 2, p. 1-16, 2015. Disponível em:

<<http://www.reciis.icict.fiocruz.br/index.php/reciis/article/view/965>>. Acesso em: 03 abr. 2016.

SANTIN, Dirce Maria; VANZ, Samile Andrea de Souza; STUMPF, Ida Regina Chittó. Redes de colaboração na produção científica brasileira em biologia evolutiva: 2000 a 2012. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE BIBLIOMETRIA E CIENTOMETRIA, 4., 2014, Recife, PE. **Anais...** Recife: UFPE, 2014.

SANTOS, Nadja Paraense dos. Laboratório Químico-Prático do Rio de Janeiro: a primeira tentativa de difusão da química no Brasil (1812-1819). **Química Nova**, v. 27, n. 2, p. 342-348, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v27n2/19286.pdf>>. Acesso em: 03 ago. 2014.

SANTOS, Natacha Carvalho Ferreira; CÂNDIDO, Lucilene Faustina de Oliveira; KUPPENS, Cristiano Lima. Produtividade em pesquisa do CNPq: análise do perfil dos pesquisadores da Química. **Química Nova**, v. 33, n. 2, p. 489-495, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422010000200044>. Acesso em: 03 abr. 2016.

SANTOS, Paulo Sérgio; SOUZA, Gerardo Gerson Bezerra de. SBQ - 25 anos: Físico-Química. **Química Nova**, v. 25, supl. 1, p. 31-33, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422002000800006>. Acesso em: 12 ago. 2014.

SCHNETZLER, Roseli P. A pesquisa em ensino de química no Brasil: conquistas e perspectivas. **Química Nova**, v. 25, supl. 1, p. 14-24, 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v25s1/9408.pdf>>. Acesso em: 03 ago. 2014.

SCHUBERT, A.; BRAUN, T. Relative indicators and relational charts for comparative assessment of publication output and citation impact. **Scientometrics**, v. 9, n. 5-6, p. 281-291, 1986. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007%2FBF02017249>>. Acesso em: 04 abr. 2016.

SCHULZ, Peter A.; MANGANOTE, Edmilson J. T. Revisiting country research profiles: learning about the scientific cultures. **Scientometrics**, v. 93, n. 2, p. 517-531, nov. 2012. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11192-012-0696-7>>. Acesso em: 04 abr. 2016.

SCImago. **Journal & Country Rank**. [S.l.: SCImago, 2015]. Disponível em: <<http://www.scimagojr.com/index.php>>. Acesso em: 05 abr. 2015.

SIDONE, Otávio José Guerci; HADDAD, Eduardo Amaral; MENA-CHALCO, Jesús Pascual. A ciência nas regiões brasileiras: evolução da produção e das redes de colaboração científica. **Transinformação**, v. 28, n. 1, p. 15-31, jan./abr. 2016. Disponível em: <<http://periodicos.puc-campinas.edu.br/seer/index.php/transinfo/article/view/2415/2225>>. Acesso em: 03 abr. 2016.

SILVA, Denise Domingos da; NEVES, Luiz Seixas das; FARIAS, Robson Fernandes de. **História da Química no Brasil**. 4. ed. Campinas, SP: Átomo, 2011.

SILVEIRA, Murilo Artur Araújo da; BAZI, Rogério Eduardo Rodrigues. As referências nos estudos de citação: algumas questões para discussão. **Data Grama Zero**, v. 10, n. 4, ago. 2009. Disponível em: <http://www.datagramazero.org.br/ago09/Art_04.htm>. Acesso em: 15 nov. 2014.

SLYDER, Jacob B. et al. Citation pattern and lifespan: a comparison of discipline, institution, and individual. **Scientometrics**, v. 89, p. 955-966, 2011. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11192-011-0467-x>>. Acesso em: 04 abr. 2016.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA. **Divisões científicas da SBQ**. São Paulo: SBQ, 2014. Disponível em: <<http://www.s bq.org.br/divisoes.php>>. Acesso em: 12 nov. 2014.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA. **Normas da SBQ sobre as divisões científicas**. São Paulo: SBQ, 2014.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA. São Paulo: SBQ, [20--]. Disponível em: <<http://www.s bq.org.br/>>. Acesso em: 12 nov. 2014.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA. **Divisão de Catálise da SBQ**. São Paulo: SBQ, [2016?]. Disponível em: <<http://www.s bq.org.br/catalise/>>. Acesso em: 06 maio 2016.

SOLLA PRICE, Derek J. de. **O desenvolvimento da ciência**: análise histórica, filosófica, sociológica e econômica. Rio de Janeiro: LTC, 1976.

SOUZA, Cristina Gomes de; BARBASTEFANO, Rafael Garcia; LIMA, Leonardo Silva de. Redes de colaboração científica na área de Química no Brasil: um estudo baseado nas coautorias dos artigos da revista Química Nova. **Química Nova**, São Paulo, v. 35, n. 4, p. 671-676, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422012000400003&script=sci_arttext>. Acesso em: 03 ago. 2014.

SPINAK, Ernesto. Indicadores cienciométricos. **Ciência da Informação**, Brasília, DF, v. 27, n. 2, p. 141-148, maio/ago. 1998. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ci/v27n2/spinak.pdf>>. Acesso em: 04 abr. 2016.

STREHL, Leticia. O fator de impacto do ISI e a avaliação da produção científica: aspectos conceituais e metodológicos. **Ciência da Informação**, v. 34, n. 1, p. 19-27, jan./abr. 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ci/v34n1/a03v34n1.pdf>>. Acesso em: 03 abr. 2016.

TAGLIACOZZO, Renata. Self-citations in scientific literature. **Journal of Documentation**, v. 33, n. 4, p. 251-265, dec. 1977. Disponível em: <<http://www.emeraldinsight.com/doi/pdfplus/10.1108/eb026644>>. Acesso em: 04 abr. 2016.

TARGINO, Maria das Graças. Produção intelectual, produção científica, produção acadêmica: facetas de uma mesma moeda?. In: CURTY, Renata Gonçalves (Org.). **Produção intelectual no ambiente acadêmico**. Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2010. p. 31-45.

TESTA, James. **The globalization of Web of Science: 2005-2010**. [Philadelphia, PA]: Thompson Reuters, 2011. Disponível em: <<http://wokinfo.com/essays/globalization-of-web-of-science/>>. Acesso em: 14 nov. 2015.

THOMPSON REUTERS. **Web of Science**. Philadelphia: Thomson Reuters, 2014. Disponível em: <http://thomsonreuters.com/products/ip-science/04_062/wos-next-gen-brochure.pdf>. Acesso em: 26 nov. 2014.

THOMPSON REUTERS. **Journal Citation Reports**. [Philadelphia]: Thomson Reuters, 2012. Disponível em: <http://admin-apps-webofknowledge.ez45.periodicos.capes.gov.br/JCR/help/h_jcrabout.htm>. Acesso em: 07 mar. 2016.

THOMPSON REUTERS. **Science Citation Index Expanded**: subject categories. [Philadelphia: Thomson Reuters, 2015]. Disponível em: <<http://ip-science.thomsonreuters.com/cgi-bin/jrnlst/jlsubcatg.cgi?PC=D>>. Acesso em: 07 mar. 2016.

TOMA, Henrique E.; FERREIRA, Ana Maria da Costa; SERRA, Osvaldo A. Desenvolvimento da Química Inorgânica no Brasil. **Química Nova**, v. 25, supl. 1, p. 66-73, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422002000800011>. Acesso em: 03 abr. 2016.

TORRESI, Susana I. Córdoba de; PARDINI, Vera L.; FERREIRA, Vitor F.. Química é uma ciência em expansão. **Química Nova**, v. 32, n. 8, p. 1987, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422009000800001>. Acesso em: 20 set. 2014.

TORRESI, Susana I. et al. A importância das revistas Química Nova e Journal of the Brazilian Chemical Society no crescimento da área de Química no Brasil. **Química Nova**, v. 30, n. 6, p. 1491-1497, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422007000600019&script=sci_arttext>. Acesso em: 20 set. 2014.

UNITED STATES. Central Intelligence Agency. **The World Factbook**: Brazil. [S. l.: S.n, 2015]. Disponível em: <<https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/br.html>>. Acesso em: 03 abr. 2016.

VAN RAAN, A. F. J. Advanced bibliometric methods as quantitative core of peer review based evaluation and foresight exercises. **Scientometrics**, v. 36, n. 3, p. 397-420, 1996. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007%2FBF02129602>>. Acesso em: 04 abr. 2016.

VANZ, Samile Andrea de Souza. **As redes de colaboração científica no Brasil**. 2009. 204 f. Tese (Doutorado)- Programa de Pós-Graduação em Comunicação e Informação,

Faculdade de Biblioteconomia e Comunicação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

VANZ, Samile Andrea de Souza; CAREGNATO, Sônia Elisa. Estudos de citação: uma ferramenta para entender a comunicação científica. **Em Questão**, Porto Alegre, v. 9, n. 2, p. 295-307, jul./dez. 2003. Disponível em: <<http://seer.ufrgs.br/index.php/EmQuestao/article/view/75/35>>. Acesso em: 11 jul. 2014.

VANZ, Samile Andrea de Souza; STUMPF, Ida Regina Chittó. Colaboração científica: revisão teórico-conceitual. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v. 15, n. 2, p. 42-55, maio/ago. 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pci/v15n2/a04v15n2.pdf>>. Acesso em: 03 abr. 2016.

VARGAS, Rosely A.; VANZ, Samile Andrea de Souza; STUMPF, Ida R. C. The role of national journals on the rise in brazilian agricultural science publications in Web of Science. **Journal of Scientometric Research**, v. 3, n. 1, p. 28-36, Jan./Apr. 2014. Disponível em: <<http://www.jscires.org/article.asp?issn=2320-0057;year=2014;volume=3;issue=1;page=28;epage=36;aulast=Vargas>>. Acesso em: 03 abr. 2016.

VELHO, Léa. A ciência e seu público. **Transinformação**, v. 9, n. 3, p. 15-32, set./dez. 1997. Disponível em: <<http://periodicos.puc-campinas.edu.br/seer/index.php/transinfo/article/viewFile/1575/1547>>. Acesso em: 04 abr. 2016.

YAN, Wang et al. Scientific collaboration in China as reflected in co-authorship. **Scientometrics**, v. 62, n. 2, p. 183-198, 2005. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11192-005-0013-9>>. Acesso em: 04 abr. 2016.

ZUCCO, César. Química para um mundo melhor. **Química Nova**, v. 34, n. 5, p. 733, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422011000500001>. Acesso em: 03 abr. 2016.

APÊNDICE A - CRESCIMENTO E CONTRIBUIÇÃO DAS SUBÁREAS DE QUÍMICA NO PERÍODO ENTRE 2004 E 2013

Subárea/Categoria	Medidas	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Total (2004-2013)
Química Analítica	<i>Total</i>	398	439	467	481	485	527	448	594	532	687	5.058
	<i>% do total</i>	7,87	8,68	9,23	9,51	9,59	10,42	8,86	11,74	10,52	13,58	100,00
	<i>Taxa média de crescimento anual (%)</i>	-	10,30	6,38	3,00	0,83	8,66	-14,99	32,59	-10,44	29,14	-
	<i>Contribuição para a Química brasileira (%)</i>	9,72	9,38	10,22	9,74	8,47	9,25	7,83	9,95	8,13	9,78	9,20
Química Aplicada	<i>Total</i>	147	222	182	261	289	248	261	313	377	389	2.689
	<i>% do total</i>	5,47	8,26	6,77	9,71	10,75	9,22	9,71	11,64	14,02	14,47	100,00
	<i>Taxa de crescimento anual (%)</i>	-	51,02	-18,02	43,41	10,73	-14,19	5,24	19,92	20,45	3,18	-
	<i>Contribuição para a Química brasileira (%)</i>	3,59	4,74	3,98	5,29	5,05	4,35	4,56	5,24	5,76	5,54	4,89
Química Inorgânica e Nuclear	<i>Total</i>	160	166	219	132	188	174	140	133	198	156	1.666
	<i>% do total</i>	9,60	9,96	13,15	7,92	11,28	10,44	8,40	7,98	11,88	9,36	100,00
	<i>Taxa de crescimento anual (%)</i>	-	3,75	31,93	-39,73	42,42	-7,45	-19,54	-5,00	48,87	-21,21	-
	<i>Contribuição para a Química brasileira (%)</i>	3,91	3,55	4,79	2,67	3,28	3,05	2,45	2,23	3,03	2,22	3,03
Química Medicinal	<i>Total</i>	142	181	209	230	356	408	412	456	443	465	3.302
	<i>% do total</i>	4,30	5,48	6,33	6,97	10,78	12,36	12,48	13,81	13,42	14,08	100,00
	<i>Taxa de crescimento anual (%)</i>	-	27,46	15,47	10,05	54,78	14,61	0,98	10,68	-2,85	4,97	-
	<i>Contribuição para a Química brasileira (%)</i>	3,47	3,87	4,58	4,66	6,22	7,16	7,21	7,64	6,77	6,62	6,01

Continua...

Continuação

Subárea/Categoria	Medidas	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Total (2004-2013)
Química Multidisciplinar	Total	414	517	532	663	739	769	825	717	929	790	6895
	% do total	6,00	7,50	7,72	9,62	10,72	11,15	11,97	10,40	13,47	11,46	100,00
	Taxa de crescimento anual (%)	-	24,88	2,90	24,62	11,46	4,06	7,28	-13,09	29,57	-14,96	-
	Contribuição para a Química brasileira (%)	10,11	11,04	11,65	13,43	12,91	13,50	14,43	12,01	14,20	11,25	12,55
Química Orgânica	Total	193	213	233	219	251	254	234	244	290	317	2448
	% do total	7,88	8,70	9,52	8,95	10,25	10,38	9,56	9,97	11,85	12,95	100,00
	Taxa de crescimento anual (%)	-	10,36	9,39	-6,01	14,61	1,20	-7,87	4,27	18,85	9,31	-
	Contribuição para a Química brasileira (%)	4,71	4,55	5,10	4,44	4,39	4,46	4,09	4,09	4,43	4,51	4,45
Físico-Química	Total	669	685	659	693	789	769	769	882	870	930	7715
	% do total	8,67	8,88	8,54	8,98	10,23	9,97	9,97	11,43	11,28	12,05	100,00
	Taxa de crescimento anual (%)	-	2,39	-3,80	5,16	13,85	-2,53	0,00	14,69	-1,36	6,90	-
	Contribuição para a Química brasileira (%)	16,34	14,63	14,43	14,04	13,79	13,50	13,45	14,78	13,30	13,24	14,04
Engenharia Metalúrgica e Metalurgia	Total	175	255	132	226	229	264	252	214	208	191	2146
	% do total	8,15	11,88	6,15	10,53	10,67	12,30	11,74	9,97	9,69	8,90	100,00
	Taxa de crescimento anual (%)	-	45,71	-48,24	71,21	1,33	15,28	-4,55	-15,08	-2,80	-8,17	-
	Contribuição para a Química brasileira (%)	4,27	5,45	2,89	4,58	4,00	4,63	4,41	3,59	3,18	2,72	3,91
Espectroscopia	Total	117	152	122	229	143	138	159	194	155	230	1639
	% do total	7,14	9,27	7,44	13,97	8,72	8,42	9,70	11,84	9,46	14,03	100,00
	Taxa de crescimento anual (%)	-	29,91	-19,74	87,70	-37,55	-3,50	15,22	22,01	-20,10	48,39	-
	Contribuição para a Química brasileira (%)	2,86	3,25	2,67	4,64	2,50	2,42	2,78	3,25	2,37	3,27	2,98

Continua...

Continuação

Subárea/Categoria	Medidas	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Total (2004-2013)
Engenharia Química	<i>Total</i>	275	385	348	393	444	456	490	546	600	686	4623
	<i>% do total</i>	5,95	8,33	7,53	8,50	9,60	9,86	10,60	11,81	12,98	14,84	100,00
	<i>Taxa de crescimento anual (%)</i>	-	40,00	-9,61	12,93	12,98	2,70	7,46	11,43	9,89	14,33	-
	<i>Contribuição para a Química brasileira (%)</i>	6,72	8,22	7,62	7,96	7,76	8,00	8,57	9,15	9,17	9,77	8,41
Termodinâmica	<i>Total</i>	62	58	66	63	67	120	106	121	138	179	980
	<i>% do total</i>	6,33	5,92	6,73	6,43	6,84	12,24	10,82	12,35	14,08	18,27	100,00
	<i>Taxa de crescimento anual (%)</i>	-	-6,45	13,79	-4,55	6,35	79,10	-11,67	14,15	14,05	29,71	-
	<i>Contribuição para a Química brasileira (%)</i>	1,51	1,24	1,44	1,28	1,17	2,11	1,85	2,03	2,11	2,55	1,78
Eletroquímica	<i>Total</i>	125	101	168	160	160	161	176	199	214	273	1737
	<i>% do total</i>	7,20	5,81	9,67	9,21	9,21	9,27	10,13	11,46	12,32	15,72	100,00
	<i>Taxa de crescimento anual (%)</i>	-	-19,20	66,34	-4,76	0,00	0,63	9,32	13,07	7,54	27,57	-
	<i>Contribuição para a Química brasileira (%)</i>	3,05	2,16	3,68	3,24	2,80	2,83	3,08	3,33	3,27	3,89	3,16
Ciência dos Polímeros	<i>Total</i>	192	210	218	269	282	282	323	289	342	387	2794
	<i>% do total</i>	6,87	7,52	7,80	9,63	10,09	10,09	11,56	10,34	12,24	13,85	100,00
	<i>Taxa de crescimento anual (%)</i>	-	9,38	3,81	23,39	4,83	0,00	14,54	-10,53	18,34	13,16	-
	<i>Contribuição para a Química brasileira (%)</i>	4,69	4,49	4,77	5,45	4,93	4,95	5,65	4,84	5,23	5,51	5,08
Ciência dos Materiais, Papel e Madeira	<i>Total</i>	9	12	11	16	26	23	23	39	41	57	257
	<i>% do total</i>	3,50	4,67	4,28	6,23	10,12	8,95	8,95	15,18	15,95	22,18	100,00
	<i>Taxa de crescimento anual (%)</i>	-	33,33	-8,33	45,45	62,50	-11,54	0,00	69,57	5,13	39,02	-
	<i>Contribuição para a Química brasileira (%)</i>	0,22	0,26	0,24	0,32	0,45	0,40	0,40	0,65	0,63	0,81	0,47

Continua...

Continuação

Subárea/Categoria	Medidas	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Total (2004-2013)
Ciência dos Materiais Cerâmicos	<i>Total</i>	152	221	155	77	124	84	104	72	93	94	1176
	<i>% do total</i>	12,93	18,79	13,18	6,55	10,54	7,14	8,84	6,12	7,91	7,99	100,00
	<i>Taxa de crescimento anual (%)</i>	-	45,39	-29,86	-50,32	61,04	-32,26	23,81	-30,77	29,17	1,08	-
	<i>Contribuição para a Química brasileira (%)</i>	3,71	4,72	3,39	1,56	2,17	1,47	1,82	1,21	1,42	1,34	2,14
Ciência dos Materiais Multidisciplinar	<i>Total</i>	708	685	645	643	934	841	838	817	935	974	8020
	<i>% do total</i>	8,83	8,54	8,04	8,02	11,65	10,49	10,45	10,19	11,66	12,14	100,00
	<i>Taxa de crescimento anual (%)</i>	-	-3,25	-5,84	-0,31	45,26	-9,96	-0,36	-2,51	14,44	4,17	-
	<i>Contribuição para a Química brasileira (%)</i>	17,29	14,63	14,12	13,02	16,32	14,76	14,66	13,69	14,30	13,87	14,59
Ciência dos Materiais Caracterização e Teste	<i>Total</i>	37	70	38	52	70	58	31	31	34	65	486
	<i>% do total</i>	7,61	14,40	7,82	10,70	14,40	11,93	6,38	6,38	7,00	13,37	100,00
	<i>Taxa de crescimento anual (%)</i>	-	89,19	-45,71	36,84	34,62	-17,14	-46,55	0,00	9,68	91,18	-
	<i>Contribuição para a Química brasileira (%)</i>	0,90	1,50	0,83	1,05	1,22	1,02	0,54	0,52	0,52	0,93	0,88
Ciência dos Materiais Revestimento e Películas	<i>Total</i>	79	75	120	90	101	73	76	58	70	87	829
	<i>% do total</i>	9,53	9,05	14,48	10,86	12,18	8,81	9,17	7,00	8,44	10,49	100,00
	<i>Taxa de crescimento anual (%)</i>	-	-5,06	60,00	-25,00	12,22	-27,72	4,11	-23,68	20,69	24,29	-
	<i>Contribuição para a Química brasileira (%)</i>	1,93	1,60	2,63	1,82	1,76	1,28	1,33	0,97	1,07	1,24	1,51
Ciência dos Materiais Compostos	<i>Total</i>	40	31	39	27	32	35	39	36	46	42	367
	<i>% do total</i>	10,90	8,45	10,63	7,36	8,72	9,54	10,63	9,81	12,53	11,44	100,00
	<i>Taxa de crescimento anual (%)</i>	-	-22,50	25,81	-30,77	18,52	9,38	11,43	-7,69	27,78	-8,70	-
	<i>Contribuição para a Química brasileira (%)</i>	0,98	0,66	0,85	0,55	0,56	0,61	0,68	0,60	0,70	0,60	0,67

Continua...

Continuação

Subárea/Categoria	Medidas	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Total (2004-2013)
Ciência dos Materiais Têxteis	<i>Total</i>	0	3	5	13	14	13	12	14	25	25	124
	<i>% do total</i>	0	2,42	4,03	10,48	11,29	10,48	9,68	11,29	20,16	20,16	100
	<i>Taxa de crescimento anual (%)</i>	-	-	66,67	160,00	7,69	-7,14	-7,69	16,67	78,57	0,00	-
	<i>Contribuição para a Química brasileira (%)</i>	0,00	0,06	0,11	0,26	0,24	0,23	0,21	0,23	0,38	0,36	0,23

Fonte: dados da pesquisa.

APÊNDICE B – PERIÓDICOS CIENTÍFICOS QUE PUBLICARAM 100 OU MAIS ARTIGOS BRASILEIROS EM QUÍMICA NO PERÍODO ENTRE 2004 E 2013

Título do periódico	Quantidade artigos	ISSN	País	Idioma	Categoria	Fator de Impacto	Quartil
Química Nova	2470	1678-7064	Brasil	Português	Química Multidisciplinar	0.661	Q4
Journal of the Brazilian Chemical Society	1683	0103-5053	Brasil	Inglês	Química Multidisciplinar	1.129	Q3
Revista Brasileira de Farmacognosia	667	0102-695X	Brasil	Português	Química Medicinal	0.834	Q4
Journal of Thermal Analysis and Calorimetry	598	1388-6150	Hungria	Multilíngue	Química Analítica / Físico-Química	2.042	Q2
Journal of Magnetism and Magnetic Materials	506	0304-8853	Holanda	Inglês	Ciência dos Materiais Multidisciplinar	1.970	Q2
Materials Research-Ibero-American Journal of Materials	488	1516-1439	Brasil	Inglês	Ciência dos Materiais Multidisciplinar	0.793	Q4
Journal of Applied Polymer Science	464	0021-8995	Estados Unidos	Inglês	Ciência dos Polímeros	1.768	Q2
Journal of Ethnopharmacology	458	0378-8741	Irlanda	Inglês	Química Medicinal	2.998	Q2
Talanta	454	0039-9140	Inglaterra	Inglês	Química Analítica	3.545	Q1
Polímeros-Ciência e Tecnologia	452	0104-1428	Brasil	Português	Ciência dos Polímeros	0.474	Q4
Brazilian Journal of Chemical Engineering	430	0104-6632	Brasil	Inglês	Engenharia Química	1.043	Q3
Food Chemistry	408	0308-8146	Inglaterra	Inglês	Química Aplicada	3.391	Q1
Rem-Revista Escola de Minas	384	0370-4467	Brasil	Português	Engenharia Metalúrgica e Metalurgia	0.103	Q4
Journal of Non-Crystalline Solids	360	0022-3093	Holanda	Inglês	Ciência dos Materiais Multidisciplinar, Ciência dos Materiais Cerâmicos	1.766	Q2
Journal of Agricultural and Food Chemistry	352	0021-8561	Estados Unidos	Inglês	Química Aplicada	2.912	Q1

Continua...

Continuação

Título do periódico	Quantidade artigos	ISSN	País	Idioma	Categoria	Fator de Impacto	Quartil
Journal of Alloys and Compounds	351	0925-8388	Suíça	Multilíngue	Físico-Química / Ciência dos Materiais Multidisciplinar / Engenharia Metalúrgica e Metalurgia	2.999	Q2
Tetrahedron Letters	348	0040-4039	Inglaterra	Multilíngue	Química Orgânica	2.379	Q2
Chemical Physics Letters	341	0009-2614	Holanda	Inglês	Físico-Química	1.897	Q3
Electrochimica Acta	323	0013-4686	Inglaterra	Multilíngue	Eletroquímica	4.504	Q1
Journal of Materials Science	297	0022-2461	Estados Unidos	Inglês	Ciência dos Materiais Multidisciplinar	2.371	Q1
Journal of Physical Chemistry B	293	1520-6106	Estados Unidos	Inglês	Físico-Química	3.302	Q2
Applied Catalysis A-General	282	0926-860X	Holanda	Inglês	Físico-Química	3.942	Q2
Carbohydrate Polymers	277	0144-8617	Inglaterra	Inglês	Química Aplicada / Química Orgânica / Ciência dos Polímeros	4.074	Q1
Journal of Physical Chemistry C	269	1932-7447	Estados Unidos	Inglês	Físico-Química / Ciência dos Materiais Multidisciplinar	4.772	Q1
Materials Science and Engineering A-Structural Materials Properties Microstructure and Processing	267	0921-5093	Suíça	Inglês	Ciência dos Materiais Multidisciplinar / Engenharia Metalúrgica e Metalurgia	2.567	Q1
International Journal of Quantum Chemistry	252	0020-7608	Estados Unidos	Multilíngue	Físico-Química	1.432	Q3
Journal of Physical Chemistry A	250	1089-5639	Estados Unidos	Inglês	Físico-Química	2.693	Q2
Materia-Rio de Janeiro	247	1517-7076	Brasil	Português	Ciência dos Materiais Multidisciplinar	0.074	Q4

Continua...

Continuação

Título do periódico	Quantidade artigos	ISSN	País	Idioma	Categoria	Fator de Impacto	Quartil
Surface & Coatings Technology	246	0257-8972	Suíça	Multilíngue	Ciência dos Materiais Filmes e Revestimentos	1.998	Q2
Journal of Colloid and Interface Science	242	0021-9797	Estados Unidos	Inglês	Físico-Química	3.368	Q2
Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry	242	0236-5731	Hungria	Inglês	Química Analítica / Química Inorgânica e Nuclear	1.034	Q4
Molecules	240	1420-3049	Suíça	Inglês	Química Orgânica	2.416	Q2
Journal of Food Engineering	238	0260-8774	Inglaterra	Multilíngue	Engenharia Química	2.771	Q1
Applied Surface Science	237	0169-4332	Holanda	Inglês	Físico-Química / Ciência dos Materiais Filmes e Revestimentos	2.711	Q2
Microchemical Journal	233	0026-265X	Holanda	Inglês	Química Analítica	2.746	Q2
Analytica Chimica Acta	232	0003-2670	Holanda	Multilíngue	Química Analítica	4.513	Q1
Fuel	229	0016-2361	Inglaterra	Inglês	Engenharia Química	0.814	Q1
Journal of Molecular Structure	225	0022-2860	Holanda	Multilíngue	Físico-Química	1.602	Q3
Applied Radiation and Isotopes	219	0969-8043	Estados Unidos	Multilíngue	Química Inorgânica e Nuclear	1.231	Q3
Langmuir	215	0743-7463	Estados Unidos	Inglês	Química Multidisciplinar / Físico-Química / Ciência dos Materiais Multidisciplinar	4.457	Q1
Spectrochimica Acta Part A-Molecular and Biomolecular Spectroscopy	215	1386-1425	Inglaterra	Multilíngue	Espectroscopia	2.353	Q2
Industrial & Engineering Chemistry Research	206	0888-5885	Estados Unidos	Inglês	Engenharia Química	2.587	Q1
Journal of Chromatography A	203	0021-9673	Holanda	Inglês	Química Analítica	4.169	Q1
Soldagem & Inspeção	203	0104-9224	Brasil	Português	Engenharia Metalúrgica e Metalurgia	0.148	Q4

Continua...

Continuação

Título do periódico	Quantidade artigos	ISSN	País	Idioma	Categoria	Fator de Impacto	Quartil
Bioorganic & Medicinal Chemistry	200	0968-0896	Inglaterra	Inglês	Química Medicinal / Química Orgânica	2.793	Q1
Journal of Power Sources	197	0378-7753	Holanda	Inglês	Eletroquímica	6.217	Q1
Journal of Nanoscience and Nanotechnology	197	1533-4880	Estados Unidos	Inglês	Química Multidisciplinar / Ciência dos Materiais Multidisciplinar	1.556	Q2
Nuclear Instruments & Methods in Physics Research Section A-Accelerators Spectrometers Detectors and Associated Equipment	189	0168-9002	Holanda	Multilíngue	Espectroscopia	1.216	Q3
Process Biochemistry	183	1359-5113	Inglaterra	Inglês	Engenharia Química	2.516	Q1
European Journal of Medicinal Chemistry	180	0223-5234	França	Multilíngue	Química Medicinal	3.447	Q1
Journal of Essential Oil Research	177	1041-2905	Estados Unidos	Inglês	Química Aplicada	0.787	Q4
Polyhedron	172	0277-5387	Inglaterra	Inglês	Química Inorgânica e Nuclear	2.011	Q2
Journal of Materials Processing Technology	171	0924-0136	Suíça	Inglês	Ciência dos Materiais Multidisciplinar	2.236	Q2
Electroanalysis	171	1040-0397	Alemanha	Inglês	Química Analítica / Eletroquímica	2.138	Q2
Materials Chemistry and Physics	170	0254-0584	Suíça	Inglês	Ciência dos Materiais Multidisciplinar	2.259	Q2
Thin Solid Films	170	0040-6090	Holanda	Multilíngue	Ciência dos Materiais Multidisciplinar / Ciência dos Materiais Filmes e Revestimentos	1.759	Q2
Ceramics International	168	0272-8842	Inglaterra	Inglês	Ciência dos Materiais Cerâmicos	2.605	Q1

Continua...

Continuação

Título do periódico	Quantidade artigos	ISSN	País	Idioma	Categoria	Fator de Impacto	Quartil
Analytical Letters	164	0003-2719	Estados Unidos	Inglês	Química Analítica	1.030	Q4
Chemical Engineering Journal	164	1385-8947	Suíça	Multilíngue	Engenharia Química	4.321	Q1
Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis	163	0731-7085	Holanda	Inglês	Química Analítica	2.979	Q1
Communications in Soil Science and Plant Analysis	159	0010-3624	Estados Unidos	Inglês	Química Analítica	0.390	Q4
Spectrochimica Acta Part B-Atomic Spectroscopy	156	0584-8547	Inglaterra	Multilíngue	Espectroscopia	3.176	Q1
Sensors and Actuators B-Chemical	153	0925-4005	Suíça	Inglês	Química Analítica / Eletroquímica	4.097	Q1
Energy & Fuels	153	0887-0624	Estados Unidos	Inglês	Engenharia Química	2.790	Q1
Polymer Testing	152	0142-9418	Inglaterra	Multilíngue	Ciência dos Materiais Caracterização e Teste / Ciência dos Polímeros	2.240	Q1
Journal of Chemical and Engineering Data	148	0021-9568	Estados Unidos	Inglês	Química Multidisciplinar / Engenharia Química	2.037	Q2
Thermochimica Acta	147	0040-6031	Holanda	Multilíngue	Química Analítica / Físico-Química	2.184	Q2
Catalysis Today	146	0920-5861	Holanda	Inglês	Química Aplicada / Físico-Química / Engenharia Química	3.893	Q1
Drying Technology	145	0737-3937	Estados Unidos	Inglês	Engenharia Química	1.518	Q2
Natural Product Communications	142	1934-578X	Estados Unidos	Inglês	Química Medicinal	0.906	Q4
Physical Chemistry Chemical Physics	141	1463-9076	Inglaterra	Inglês	Físico-Química	4.493	Q1

Continua...

Continuação

Título do periódico	Quantidade artigos	ISSN	País	Idioma	Categoria	Fator de Impacto	Quartil
Journal of Supercritical Fluids	140	0896-8446	Holanda	Inglês	Físico-Química / Engenharia Química	2.371	Q2
Radiation Physics and Chemistry	138	0969-806X	Inglaterra	Inglês	Físico-Química	1.380	Q3
Journal of Electroanalytical Chemistry	138	1572-6657	Suíça	Inglês	Química Analítica / Físico-Química	2.729	Q2
Journal of Molecular Catalysis A-Chemical	137	1381-1169	Holanda	Inglês	Físico-Química	3.615	Q2
Journal of Molecular Structure-Theochem	133	0166-1280	Holanda	Multilíngue	Físico-Química	1.371	Q3
Materials Letters	130	0167-577X	Holanda	Inglês	Ciência dos Materiais Multidisciplinar	2.489	Q1
Phytotherapy Research	129	0951-418X	Inglaterra	Inglês	Química Medicinal	2.068	Q2
Applied Thermal Engineering	128	1359-4311	Inglaterra	Multilíngue	Termodinâmica	2.739	
Journal of the European Ceramic Society	127	0955-2219	Inglaterra	Inglês	Ciência dos Materiais Cerâmicos	2.947	Q1
International Journal of Hydrogen Energy	126	0360-3199	Inglaterra	Inglês	Físico-Química / Eletroquímica	3.313	Q2
Colloids and Surfaces A-Physicochemical and Engineering Aspects	124	0927-7757	Holanda	Inglês	Físico-Química	2.752	Q2
Planta Medica	124	0032-0943	Alemanha	Inglês	Química Medicinal	2.152	Q3
Analytical and Bioanalytical Chemistry	123	1618-2642	Alemanha	Inglês	Química Analítica	3.436	Q1
Phytomedicine	123	0944-7113	Alemanha	Alemão	Química Medicinal	3.126	Q1
Journal of Natural Products	121	0163-3864	Estados Unidos	Inglês	Química Medicinal	3.798	Q1
Natural Product Research	121	1478-6419	Inglaterra	Inglês	Química Aplicada / Química Medicinal	0.919	Q3
Optical Materials	120	0925-3467	Holanda	Inglês	Ciência dos Materiais Multidisciplinar	1.981	Q2

Continua...

Continuação

Título do periódico	Quantidade artigos	ISSN	País	Idioma	Categoria	Fator de Impacto	Quartil
Journal of Medicinal Food	119	1096-620X	Coreia do Sul	Inglês	Química Medicinal	1.626	Q3
Colloids and Surfaces B-Biointerfaces	118	0927-7765	Holanda	Inglês	Físico-Química	4.152	Q1
Inorganica Chimica Acta	118	0020-1693	Suíça	Inglês	Química Inorgânica e Nuclear	2.046	Q2
Nanotechnology	116	0957-4484	Inglaterra	Inglês	Ciência dos Materiais Multidisciplinar	3.821	Q1
Journal of Chromatography B-Analytical Technologies in the Biomedical and Life Sciences	116	1570-0232	Holanda	Inglês	Química Analítica	2.729	Q2
International Journal of Heat and Mass Transfer	116	0017-9310	Inglaterra	Multilíngue	Termodinâmica	2.383	
Minerals Engineering	115	0892-6875	Inglaterra	Inglês	Engenharia Química	1.597	Q2
Advanced Powder Technology IV	115	0921-8831	Japão	Inglês	Engenharia Química	2.638	Q1
Synthetic Metals	113	0379-6779	Suíça	Inglês	Ciência dos Materiais Multidisciplinar / Ciência dos Polímeros	2.252	Q2
Journal of Molecular Catalysis B-Enzymatic	111	1381-1177	Holanda	Inglês	Físico-Química	2.128	Q3
Materials Science & Engineering C-Biomimetic and Supramolecular Systems	108	0928-4931	Holanda	Inglês	Ciência dos Materiais Multidisciplinar	1.842	Q2
Construction and Building Materials	108	0950-0618	Inglaterra	Inglês	Ciência dos Materiais Multidisciplinar	2.296	Q2
Latin American Applied Research	106	0327-0793	Argentina	Inglês	Engenharia Química	0.148	Q4
Journal of Organic Chemistry	104	0022-3263	Estados Unidos	Inglês	Química Orgânica	4.721	Q1
Journal of Photochemistry and Photobiology A-Chemistry	104	1010-6030	Suíça	Inglês	Físico-Química	2.495	Q2
Fluid Phase Equilibria	103	0378-3812	Holanda	Multilíngue	Termodinâmica / Físico-Química / Engenharia Química	2.200	Q2

Continua...

Continuação

Título do periódico	Quantidade artigos	ISSN	País	Idioma	Categoria	Fator de Impacto	Quartil
Analytical Methods	103	1759-9660	Inglaterra	Inglês	Química Analítica / Espectroscopia	1.821	Q3
Journal of Chemical Technology and Biotechnology	102	0268-2575	Inglaterra	Inglês	Química Multidisciplinar / Engenharia Química	2.349	Q2
Magnetic Resonance in Chemistry	101	0749-1581	Inglaterra	Inglês	Química Multidisciplinar / Físico-Química / Espectroscopia	1.179	Q3
Polymer	100	0032-3861	Inglaterra	Inglês	Ciência dos Polímeros	3.562	Q1
Tetrahedron	100	0040-4020	Inglaterra	Multilíngue	Química Orgânica	2.641	Q2

Fonte: dados da pesquisa.

APÊNDICE C - QUANTIDADE DE ARTIGOS DA QUÍMICA BRASILEIRA POR NÚMERO DE CITAÇÕES RECEBIDAS

		Ano de publicação										Total	%	Acumulado
		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	--	--	--
Número de citações recebidas	0	158	212	183	287	391	401	476	507	845	1.437	4.897	11,40	11,40
	1	163	168	187	228	314	319	395	486	746	1.057	4.063	9,46	20,86
	2	165	200	212	237	286	345	425	462	623	789	3.744	8,72	29,58
	3	153	207	198	208	288	310	336	429	547	596	3.272	7,62	37,19
	4	154	158	197	223	257	287	335	382	404	415	2.812	6,55	43,74
	5	178	164	186	196	277	255	261	315	355	303	2.490	5,80	49,54
	6	143	170	164	203	217	216	270	281	324	220	2.208	5,14	54,68
	7	126	129	123	144	199	189	222	297	220	165	1.814	4,22	58,90
	8	123	119	128	153	205	182	196	186	190	112	1.594	3,71	62,61
	9	114	118	146	143	171	174	156	193	178	76	1.469	3,42	66,03
	10	108	115	117	122	171	174	135	141	128	67	1.278	2,98	69,01
	11	112	98	118	127	133	134	128	113	95	57	1.115	2,60	71,60
	12	79	113	110	134	117	104	112	124	87	34	1.014	2,36	73,96
	13	91	86	98	89	115	101	87	108	64	28	867	2,02	75,98
	14	65	84	109	97	109	95	94	92	55	18	818	1,90	77,89
	15	80	80	80	81	95	87	85	70	55	20	733	1,71	79,59
	16	61	61	77	85	92	90	84	62	40	19	671	1,56	81,15
	17	62	77	65	81	78	69	64	59	34	13	602	1,40	82,56
	18	65	67	67	85	56	74	75	42	30	3	564	1,31	83,87
	19	51	65	68	65	61	52	63	30	24	11	490	1,14	85,01
	20	52	73	55	65	51	71	44	30	20	6	467	1,09	86,10
	Acima de 20	864	936	868	848	790	724	466	306	131	39	5.972	13,90	100,00
	Total	3.167	3.500	3.556	3.901	4.473	4.453	4.509	4.715	5.195	5.485	42.954	100,00	--

**APÊNDICE D - QUANTIDADE DE COAUTORIAS DOS ARTIGOS DA QUÍMICA BRASILEIRA
POR NÚMERO DE CITAÇÕES RECEBIDAS**

		Coautoria												Total	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 a 100	101 a 816		
Citações Recebidas	0	Contagem	108	708	1059	999	750	589	314	176	85	47	62	0	4897
		% citações	2,21	14,46	21,63	20,40	15,32	12,03	6,41	3,59	1,74	0,96	1,27	0,00	100,00
		% coautoria	19,08	15,19	13,83	11,51	10,12	10,45	9,15	8,33	7,10	6,61	7,09	0,00	11,40
		% total	0,25	1,65	2,47	2,33	1,75	1,37	0,73	0,41	0,20	0,11	0,14	0,00	11,40
	1	Contagem	82	472	792	824	719	489	295	175	88	58	69	0	4063
		% citações	2,02	11,62	19,49	20,28	17,70	12,04	7,26	4,31	2,17	1,43	1,70	0,00	100,00
		% coautoria	14,49	10,12	10,34	9,50	9,70	8,68	8,60	8,28	7,35	8,16	7,89	0,00	9,46
		% total	0,19	1,10	1,84	1,92	1,67	1,14	0,69	0,41	0,20	0,14	0,16	0,00	9,46
	2	Contagem	60	447	686	761	628	444	294	187	93	69	75	0	3744
		% citações	1,60	11,94	18,32	20,33	16,77	11,86	7,85	4,99	2,48	1,84	2,00	0,00	100
		% coautoria	10,60	9,59	8,96	8,77	8,47	7,88	8,57	8,85	7,76	9,70	8,57	0,00	8,72
		% total	0,14	1,04	1,60	1,77	1,46	1,03	0,68	0,44	0,22	0,16	0,17	0,00	8,72
	3	Contagem	42	327	579	673	576	439	284	158	87	54	53	0	3272
		% citações	1,28	9,99	17,70	20,57	17,60	13,42	8,68	4,83	2,66	1,65	1,62	0,00	100,00
		% coautoria	7,42	7,01	7,56	7,76	7,77	7,79	8,28	7,48	7,26	7,59	6,06	0,00	7,62
		% total	0,10	0,76	1,35	1,57	1,34	1,02	0,66	0,37	0,20	0,13	0,12	0,00	7,62
4	Contagem	38	307	482	571	498	378	233	124	74	50	56	1	2812	
	% citações	1,35	10,92	17,14	20,31	17,71	13,44	8,29	4,41	2,63	1,78	1,99	0,04	100,00	
	% coautoria	6,71	6,59	6,29	6,58	6,72	6,71	6,79	5,87	6,18	7,03	6,40	6,67	6,55	
	% total	0,09	0,71	1,12	1,33	1,16	0,88	0,54	0,29	0,17	0,12	0,13	0,00	6,55	

Continua...

Continuação

s Re ce		Coautoria											Total	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 a 100		101 a 816
5	Contagem	28	285	437	468	433	313	207	148	81	42	48	0	2490
	% citações	1,12	11,45	17,55	18,80	17,39	12,57	8,31	5,94	3,25	1,69	1,93	0,00	100,00
	% coautoria	4,95	6,11	5,70	5,39	5,84	5,55	6,03	7,00	6,76	5,91	5,49	0,00	5,80
	% total	0,07	0,66	1,02	1,09	1,01	0,73	0,48	0,34	0,19	0,10	0,11	0,00	5,80
6	Contagem	24	224	402	443	367	298	167	126	67	44	46	0	2208
	% citações	1,09	10,14	18,21	20,06	16,62	13,50	7,56	5,71	3,03	1,99	2,08	0,00	100,00
	% coautoria	4,24	4,80	5,25	5,11	4,95	5,29	4,87	5,96	5,59	6,19	5,26	0,00	5,14
	% total	0,06	0,52	0,94	1,03	0,85	0,69	0,39	0,29	0,16	0,10	0,11	0,00	5,14
7	Contagem	21	158	300	376	319	248	134	116	56	34	52	0	1814
	% citações	1,16	8,71	16,54	20,73	17,59	13,67	7,39	6,39	3,09	1,87	2,87	0,00	100,00
	% coautoria	3,71	3,39	3,92	4,33	4,30	4,40	3,91	5,49	4,67	4,78	5,94	0,00	4,22
	% total	0,05	0,37	0,70	0,88	0,74	0,58	0,31	0,27	0,13	0,08	0,12	0,00	4,22
8	Contagem	16	118	273	339	307	212	129	83	49	33	35	0	1594
	% citações	1,00	7,40	17,13	21,27	19,26	13,30	8,09	5,21	3,07	2,07	2,20	0,00	100,00
	% coautoria	2,83	2,53	3,56	3,91	4,14	3,76	3,76	3,93	4,09	4,64	4,00	0,00	3,71
	% total	0,04	0,27	0,64	0,79	0,71	0,49	0,30	0,19	0,11	0,08	0,08	0,00	3,71
9	Contagem	17	168	249	287	278	202	101	76	39	23	28	1	1469
	% citações	1,16	11,44	16,95	19,54	18,92	13,75	6,88	5,17	2,65	1,57	1,91	0,07	100,00
	% coautoria	3,00	3,60	3,25	3,31	3,75	3,58	2,94	3,60	3,26	3,23	3,20	6,67	3,42
	% total	0,04	0,39	0,58	0,67	0,65	0,47	0,24	0,18	0,09	0,05	0,07	0,00	3,42
10	Contagem	19	136	232	261	209	194	91	52	42	16	25	1	1278
	% citações	1,49	10,64	18,15	20,42	16,35	15,18	7,12	4,07	3,29	1,25	1,96	0,08	100,00

Continua...

Continuação

s Re ce		Coautoria												Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 a 100	101 a 816	
	% coautoria	3,36	2,92	3,03	3,01	2,82	3,44	2,65	2,46	3,51	2,25	2,86	6,67	2,98
	% total	0,04	0,32	0,54	0,61	0,49	0,45	0,21	0,12	0,10	0,04	0,06	0,00	2,98
	Contagem	109	1299	2146	2651	2297	1808	1171	686	431	234	316	9	13157
	% citações	0,83	9,87	16,31	20,15	17,46	13,74	8,90	5,21	3,28	1,78	2,40	0,07	100,00
11 a 100	% coautoria	19,26	27,86	28,02	30,56	30,99	32,09	34,13	32,47	35,98	32,91	36,11	60,00	30,63
	% total	0,25	3,02	5,00	6,17	5,35	4,21	2,73	1,60	1,00	0,54	0,74	0,02	30,63
	Contagem	2	13	23	23	31	21	11	6	6	7	10	3	156
	% citações	1,28	8,33	14,74	14,74	19,87	13,46	7,05	3,85	3,85	4,49	6,41	1,92	100,00
101 a 1061	% coautoria	0,35	0,28	0,30	0,27	0,42	0,37	0,32	0,28	0,50	0,98	1,14	20,00	0,36
	% total	0,00	0,03	0,05	0,05	0,07	0,05	0,03	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,36
	Contagem	566	4662	7660	8676	7412	5635	3431	2113	1198	711	875	15	42954
	% citações	1,32	10,85	17,83	20,20	17,26	13,12	7,99	4,92	2,79	1,66	2,04	0,03	100,00
Total	% coautoria	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	% total	1,32	10,85	17,83	20,20	17,26	13,12	7,99	4,92	2,79	1,66	2,04	0,03	100,00

Fonte: dados da pesquisa.

APÊNDICE E - QUANTIDADE DE DOCUMENTOS CITANTES POR PAÍS

País	Documentos Citantes	%
Brasil	77.473	21,66
China	52.767	14,76
Estados Unidos	27.355	7,65
Índia	17.873	5,00
Espanha	13.656	3,82
França	12.139	3,39
Alemanha	11.889	3,32
Reino Unido	9.103	2,55
Irã	9.014	2,52
Itália	8.586	2,40
Japão	8.190	2,29
Coreia do Sul	7.715	2,16
Canadá	6.219	1,74
Portugal	6.120	1,71
Polônia	5.503	1,54
Turquia	5.396	1,51
Austrália	4.614	1,29
Malásia	4.446	1,24
Argentina	4.164	1,16
Rússia	4.043	1,13
México	3.663	1,02
República Tcheca	2.973	0,83

País	Documentos Citantes	%
Egito	2.752	0,77
Romênia	2.597	0,73
Holanda	2.557	0,72
Bélgica	2.473	0,69
Suécia	2.454	0,69
Suíça	2.393	0,67
Tailândia	2.316	0,65
Arábia Saudita	2.213	0,62
Singapura	1.857	0,00
Grécia	1.742	0,49
África do Sul	1.693	0,47
Chile	1.683	0,47
Colômbia	1.657	0,46
Paquistão	1.571	0,44
Áustria	1.505	0,42
Sérvia	1.424	0,40
Finlândia	1.355	0,38
Irlanda	1.321	0,37
Dinamarca	1.281	0,36
Hungria	1.051	0,29
Eslovênia	885	0,25
Tunísia	882	0,25
Israel	871	0,24

Continua...

Continuação

País	Documentos Citantes	%
Argélia	839	0,23
Eslováquia	814	0,23
Ucrânia	809	0,23
Noruega	743	0,21
Bulgária	727	0,20
Nova Zelândia	668	0,19
Croácia	619	0,17
Cuba	568	0,16
Nigéria	531	0,15
Uruguai	525	0,15
Marrocos	500	0,14
Lituânia	425	0,12
Vietnã	422	0,12
Indonésia	418	0,12
Venezuela	384	0,11
Equador	336	0,09
Bangladesh	283	0,08
Estônia	263	0,07
Jordânia	223	0,06
Emirados Árabes Unidos	220	0,06
Camarões	203	0,06
Peru	202	0,06
Iraque	188	0,05
Bielorrússia	164	0,05
Omã	162	0,05

País	Documentos Citantes	%
Letônia	162	0,05
Chipre	132	0,04
Catar	125	0,03
Líbano	114	0,03
Luxemburgo	111	0,03
Costa Rica	109	0,03
Kuwait	105	0,03
Filipinas	101	0,03
Quênia	87	0,02
Macedônia	81	0,02
Sri Lanka	75	0,02
Azerbaijão	73	0,02
Gana	68	0,02
Síria	66	0,02
Armênia	65	0,02
Bolívia	64	0,02
Maurícia	61	0,02
Etiópia	61	0,02
Islândia	56	0,02
Burkina Faso	54	0,02
Iêmen	53	0,01
Moldávia	53	0,01
Bósnia e Herzegovina	49	0,01
Líbia	48	0,01
Geórgia	47	0,01

Continua...

Continuação

País	Documentos Citantes	%
Sudão	46	0,01
Cazaquistão	46	0,01
Costa do Marfim	44	0,01
Madagascar	42	0,01
Tanzânia	41	0,01
Panamá	39	0,01
Uzbequistão	36	0,01
Nepal	34	0,01
Botswana	33	0,01
Bahrein	33	0,01
Paraguai	31	0,01
Jamaica	27	0,01
Senegal	26	0,01
Moçambique	26	0,01
Congo	26	0,01
Uganda	24	0,01
Brunei Darussalam	23	0,01
Benin	22	0,01
Trindade e Tobago	20	0,01
Fiji	20	0,01
Quirguistão	18	0,01
Mali	17	0,00
Mônaco	15	0,00
Montenegro	15	0,00
Malta	11	0,00

País	Documentos Citantes	%
Zimbabwe	10	0,00
Nova Caledônia	10	0,00
Malawi	9	0,00
Togo	9	0,00
Guatemala	9	0,00
Barbados	9	0,00
Ruanda	8	0,00
República Dominicana	8	0,00
Mongólia	8	0,00
Tajiquistão	8	0,00
Namíbia	7	0,00
Camboja	7	0,00
Albânia	7	0,00
Suazilândia	6	0,00
El Salvador	6	0,00
Angola	5	0,00
Gabão	5	0,00
Níger	5	0,00
Zâmbia	5	0,00
Laos	5	0,00
Liechtenstein	5	0,00
Papua Nova Guiné	5	0,00
Nicarágua	4	0,00
República Centro-Africana	3	0,00
Comores	3	0,00

Continua...

Continuação

País	Documentos Citantes	%
Eritreia	3	0,00
Guiné	3	0,00
Lesoto	3	0,00
Mauritânia	3	0,00
Honduras	3	0,00
Coreia do Norte	3	0,00
Cabo Verde	2	0,00
Djibouti	2	0,00
Belize	2	0,00
Butão	2	0,00

Fonte: dados da pesquisa.

País	Documentos Citantes	%
Burundi	1	0,00
Chade	1	0,00
Gâmbia	1	0,00
Serra Leoa	1	0,00
Bahamas	1	0,00
Guiana	1	0,00
Haiti	1	0,00
Tuvalu	1	0,00
Vanuatu	1	0,00