UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE BIBLIOTECONOMIA E COMUNICAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DA INFORMAÇÃO
CURSO DE BIBLIOTECONOMIA

Bruna Loregian

Produção e colaboração científica brasileira em Toxicologia nos anos de 2006-2012 representada na *Web of Science*

Porto Alegre
2014

Bruna Loregian

Produção e colaboração científica brasileira em Toxicologia nos anos de 2006-2012 representada na *Web of Science*

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Biblioteconomia no Departamento de Ciências da Informação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Orientadora: Prof. Dra. Samile Andréa de Souza Vanz
Coorientadora: Me. Rosely de Andrade Vargas

Porto Alegre
2014

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: Prof. Dra. Ana Maria Mielniczuk de Moura
Vice-Diretor: Prof. Dr. André Iribure Rodrigues

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DA INFORMAÇÃO
Chefe: Prof. Dra. Maria do Rocio Fontoura Teixeira
Chefe-Substituto: Prof. Dr. Valdir Jose Morigi

COMISSÃO DE GRADUAÇÃO DO CURSO DE BIBLIOTECONOMIA
Coordenadora: Prof. Me. Glória Isabel Sattamini Ferreira
Coordenadora Substituta: Prof. Dra. Samile Andréa de Souza Vanz

CIP - Catalogação na Publicação

L868 Loregian, Bruna

Produção e colaboração científica brasileira em Toxicologia nos anos de 2006-2012 representada na Web of Science / Bruna Loregian. -- 2014.
87f.

Orientadora: Samile Andréa de Souza Vanz.
Coorientadora: Rosely de Andrade Vargas.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Biblioteconomia e Comunicação, Curso de Biblioteconomia, Porto Alegre, BR-RS, 2014.

1. Bibliometria. 2. Toxicologia . 3. Produtividade científica. 4. Colaboração científica. I. Vanz, Samile Andréa de Souza, orient. II. Vargas, Rosely de Andrade, coorient. III. Título.

Faculdade de Biblioteconomia e Comunicação
Rua Ramiro Barcelos, 2705, Bairro Santana – Porto Alegre/RS
CEP: 90035-007
Telefone: (51) 3316-5567
E-mail: fabico@ufrgs.br

Bruna Loregian

Produção e colaboração científica brasileira em Toxicologia nos anos de 2006-2012 representada na *Web of Science*

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Biblioteconomia no Departamento de Ciências da Informação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Data da aprovação: __ de _____ de 2014.

BANCA EXAMINADORA

_____
Profa. Dra. Samile Andréa de Souza Vanz (Orientadora)

_____
Me. Rosely de Andrade Vargas (Coorientadora)

_____
Profa. Dra. Ida Regina Chitto Stumpf
Departamento de Ciências da Informação UFRGS

_____
Me. Dirce Maria Santin
Instituto de Ciências Básicas da Saúde da UFRGS

AGRADECIMENTOS

À professora Samile Andréa de Souza Vanz pela orientação nesta monografia, e por apresentar-me a área da Bibliometria.

À coorientadora Rosely de Andrade Vargas pela grande ajuda e dedicação.

À Camila Caetano de Moura pela limpeza dos dados, sem essa ajuda a realização do trabalho seria impossível.

À minha grande família por tudo.

Aos meus amigos, que tornam a vida mais bonita.

À Letícia pelos inúmeros socorros nas diferentes esferas da vida.

E à Thaynah pela revisão ortográfica.

RESUMO

Este estudo apresenta uma análise bibliométrica da produção e colaboração científica brasileira em Toxicologia indexada na base de dados Web of Science (WoS) entre os anos de 2006-2012. A pesquisa foi composta por 3.217 documentos. Para a organização e análise dos dados foram utilizados os *softwares* Bibexcel, Excel 2007 e Pajek. Os resultados da pesquisa mostraram que o número de publicações brasileiras em Toxicologia aumentou em 70,9% na base de dados, em 2006 foram contabilizados 331 documentos e no ano de 2012 foram 566 publicações. Do total de trabalhos, 77,2% são artigos científicos, na maioria, escritos em inglês (99%) e publicados em revistas internacionais. As instituições mais produtivas na área são universidades e institutos de pesquisa públicos das regiões Sul e Sudeste do Brasil, assim como os autores mais produtivos são vinculados a estas instituições. A coautoria científica foi constatada em 97,1% dos trabalhos, com média total de 6,1 autores por publicação. Os documentos escritos em colaboração interinstitucional representam 62,4% do total. Quanto à colaboração internacional, foram 660 trabalhos publicados com colaboração de um ou mais países estrangeiros (20,5%). Os países que mais colaboram com o Brasil foram Estados Unidos, Alemanha e França. O estudo concluiu que a Toxicologia no Brasil apresenta aspectos interessantes de publicação, diferentes da ciência brasileira, o que faz da Toxicologia importante área para aplicação de estudos bibliométricos.

Palavras-chave: Bibliometria. Produção científica. Colaboração científica. Toxicologia. Ciência brasileira.

ABSTRACT

This study presents a bibliometric analysis of the Brazilian scientific production and collaboration on Toxicology, indexed in the database Web of Science (WoS), within the period 2006-2012. The research was composed by 3.217 documents and, in order to organize and analyze the data, three softwares were used: Bibexcel, Excel 2007 and Pajek. The research results showed that the number of scientific Brazilian publications on Toxicology has a 70,9% increase in the database; in 2006 there were 331 documents and by 2012, 566 publications. Out of the total of papers, 77,2% were classified as scientific articles, the most of them were written in English (99%) and published in international journals. The most productive institutions in this field are represented by universities and public research institutes from Southern and Southeastern Brazil, as well as the most productive authors, who are bounded to these institutions. The scientific co-authoring was found in 97,1% of the papers, reaching an average of 6,1 authors by publication. The documents written under interinstitutional collaboration represent 62,4% of the total number. Regarding to international collaboration, there were 660 published papers with collaboration from one or more foreign countries. (20,5%) The United States of America, Germany and France are the countries which have collaborated more with Brazil. The study concluded that Toxicology in Brazil presents interesting aspects regarding to publications and some of them are different from brazilian science, what makes Toxicology an important area for bibliometric studies.

Key-words: Bibliometrics. Scientific production. Scientific collaboration. Toxicology. Brazilian science.

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1 - Cursos de Pós-Graduação na área de Toxicologia, instituição vinculada, ano de homologação do curso, categoria e nota..... 37
Quadro 2 - Definição e operacionalização dos campos de pesquisa..... 44
Quadro 3 - Relação das 30 revistas que mais publicaram documentos brasileiros na área da Toxicologia (2006-2012/WoS)... 55

Tabela 1 - Número anual de documentos brasileiros publicados na WoS de 2006-2012 na área de Toxicologia..... 47
Tabela 2 - Tipologia dos documentos de Toxicologia indexados na WoS entre 2006-2012..... 49
Tabela 3 - Idioma dos documentos brasileiros em Toxicologia representados na WoS (2006-2012)..... 52
Tabela 4 - Instituições mais produtivas na área da Toxicologia brasileira representada nos WoS (2006-2012)..... 58
Tabela 5 – Autores mais produtivos da Toxicologia brasileira representada na WoS (2006-2012)..... 63
Tabela 6 - Distribuição anual de autores por documentos publicados em Toxicologia (WoS/2006-2012)..... 67
Tabela 7 - Número de autores vinculados aos documentos brasileiros na área de Toxicologia representada na WoS (2006-2012)..... 68
Tabela 8 - Número de documentos brasileiros com e sem colaboração institucional na área de Toxicologia representada na WoS (2006-2012)..... 71
Tabela 9 - Perfil dos documentos segundo número de instituições autoras em Toxicologia brasileira representada na WoS (2006-2012)..... 72
Tabela 10 - Número de documentos em coautoria institucional das 20 instituições brasileiras mais produtivas na área de Toxicologia representada na WoS (2006-2012)..... 74
Tabela 11 - Publicações brasileiras em Toxicologia com e sem colaboração internacional representada na WoS (2006-2012)..... 76
Tabela 12 - Perfil das publicações brasileiras em coautoria internacional em Toxicologia representada na WoS (2006-2012).... 76

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Percentual anual de crescimento de publicações na WoS entre 2006-2012..... 48

Figura 2 – Idioma dos documentos brasileiros de Toxicologia representados na WoS nos anos de 2006-2012..... 51

Figura 3 - Distribuição por número de documentos da área de Toxicologia (WoS, 2006/2012) segundo países editores das revistas de publicação..... 53

Figura 4 – Distribuição percentual dos quartis das 30 revistas preferidas para publicação dos trabalhos brasileiros em Toxicologia nos anos de 2006-2012, representados na WoS..... 57

Figura 5 – Percentual de produção científica em Toxicologia distribuída por regiões brasileiras..... 61

Figura 6 – Percentual de autores com participação na autoria de um ou dois ou mais documentos brasileiros em Toxicologia representados na WoS (2006-2012)..... 63

Figura 7 – Estratificação anual dos documentos brasileiros com coautoria e de autoria individual em Toxicologia entre os anos de 2006-2012 na WoS..... 69

Figura 8 – Mapa de coautoria individual dos 31 autores mais produtivos em Toxicologia brasileira na WoS, 2006-2012..... 69

Figura 9 – Mapa de colaboração institucional da Toxicologia brasileira representada na WoS (2006-2012)..... 73

Figura 10 – Percentuais anuais de publicações brasileiras em Toxicologia com colaboração internacional nos anos de 2006-2012 representadas na WoS..... 74

Figura 11 - Número de documentos dos principais países colaboradores com o Brasil entre 2006-2012 em Toxicologia na WoS..... 77

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AHCI	Arts & Humanities Citation Index
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CT&I	Ciência, Tecnologia e Inovação
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAPESP	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
FIOCRUZ	Fundação Oswaldo Cruz
FUNED	Fundação Ezequiel Dias
FURG	Fundação Universidade Federal de Rio Grande
IB	Instituto Butantan
ISI	Institute for Scientific Information
JCR	Journal Citation Report
PUCRS	Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande Sul
SCIE	Science Citation Index Expanded
SSCI	Social Sciences Citation Index
UEL	Universidade Estadual de Londrina
UEM	Universidade Estadual de Maringá
UERJ	Universidade do Estado do Rio de Janeiro
UFBA	Universidade Federal da Bahia
UFC	Universidade Federal do Ceará
UFCSPA	Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre
UFF	Universidade Federal Fluminense
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UFPA	Universidade Federal do Pará
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
UFPR	Universidade Federal do Paraná
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande Sul
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UFRN	Universidade Federal do Rio Grande do Norte
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UFSCAR	Universidade Federal de São Carlos
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria
UFU	Universidade Federal de Uberlândia
ULBRA	Universidade Luterana do Brasil
UNB	Universidade de Brasília
UNESP	Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
UNIFESP	Universidade Federal de São Paulo
UNIPAMPA	Universidade Federal do Pampa
USP	Universidade de São Paulo
WoS	Web of Science

SUMÁRIO

1	**INTRODUÇÃO**	**11**
1.1	JUSTIFICATIVA E PROBLEMA DE PESQUISA	14
1.2	OBJETIVO GERAL	16
1.3	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
2	**REFERENCIAL TEÓRICO**	**17**
2.1	COMUNICAÇÃO CIENTÍFICA	17
2.2	BIBLIOMETRIA	24
2.3	TOXICOLOGIA	31
2.3.1	**Toxicologia no Brasil**	**34**
3	**METODOLOGIA**	**39**
3.1	DELIMITAÇÃO DO ESTUDO	39
3.2	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	39
3.3	FONTES DE INFORMAÇÃO	40
3.4	ESTRATÉGIA DE BUSCA	40
3.5	ORGANIZAÇÃO E LIMPEZA DOS DADOS	42
3.6	VARIÁVEIS DA PESQUISA E ANÁLISE DOS DADOS	44
4	**ANÁLISE DOS RESULTADOS**	**46**
4.1	INDICADORES DE PRODUTIVIDADE CIENTÍFICA	46
4.1.1	**Tipo de documentos**	**49**
4.1.2	**Idioma dos documentos**	**50**
4.1.3	**Revistas de publicação**	**52**
4.1.4	**Instituições mais produtivas**	**58**
4.1.5	**Autores mais produtivos**	**62**
4.2	INDICADORES DE COLABORAÇÃO CIENTÍFICA	66
4.2.1	**Colaboração entre autores**	**66**
4.2.2	**Colaboração entre instituições**	**70**
4.2.3	**Colaboração internacional**	**74**
5	**CONSIDERAÇÕES FINAIS**	**78**
	REFERÊNCIAS	81

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de uma sociedade está relacionado a inúmeros fatores de ordem social, política e econômica, e também ao incremento e ao aperfeiçoamento da Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I), que podem ser mensurados através da produção científica, entre outros aspectos.

A produção científica se dá em várias etapas, desde a ideia de estudo do pesquisador até a publicação dos seus resultados e desdobramentos. A disseminação da informação e do conhecimento, bem como a apresentação dos resultados de pesquisa à comunidade científica e geral são duas funções da atividade científica. Deste modo, para que aconteça a Ciência, a comunicação é um instrumento vital, que se concretiza com a publicação das pesquisas em anais de eventos, revistas e livros científicos, etc.

A comunicação científica pode então ser caracterizada, por exemplo, pelo periódico científico ou revista científica, que atualmente é o principal canal formal de comunicação científica na maioria das áreas de conhecimento (MEADOWS, 1999). Antes de serem publicados, os artigos de periódicos são submetidos à avaliação pelos pares, que certificam ou não o estudo para a publicação, configurando-se este procedimento como uma avaliação qualitativa da Ciência. Após a publicação do artigo científico, vem sendo convencionado o uso do método quantitativo de avaliação da Ciência através de métricas de indicadores de produtividade científica.

A atividade científica de um país revela características sobre seu nível de desenvolvimento. Essa atividade pode ser medida através de métricas estatísticas que analisam as publicações científicas dos seus estados, instituições, áreas e subáreas do conhecimento, etc. A avaliação quantitativa da Ciência utiliza indicadores estatísticos para a avaliação de sua produtividade, podendo oferecer um panorama geral de suas características de desenvolvimento, evolução ou declínio; a identificação dos autores, instituições e áreas mais produtivas; o alcance da sua produtividade; o “uso” dos seus estudos, medido através das citações; os níveis e redes de colaboração; entre outras características (ARAÚJO, 2006).

As análises métricas podem demonstrar a produção científica das instituições de ensino e pesquisa e servem para justificar investimentos e incentivos através de dados numéricos. Sua utilização já se mostra consolidada em países desenvolvidos que, através do monitoramento constante da sua Ciência, podem direcionar ações, projetos, investimentos e políticas públicas, otimizando e qualificando a prática científica.

No Brasil, sabe-se que a atividade científica é praticada tradicionalmente na academia e também nos institutos de pesquisa com o apoio de agências públicas (CRUZ; CHAIMOVICH, 2010). Também aqui, os estudos métricos vêm sendo amplamente utilizados como parâmetro para a tomada de decisões. Pesquisas recentes na área mostram que, mesmo com o desenvolvimento tardio do ensino e da pesquisa, a produção científica brasileira, medida em números de publicações indexadas em bases de dados, tem apresentado, nos últimos anos, índices de crescimento mais elevados (GLÄNZEL; LETA; THJIS, 2006; VANZ, 2009; FAPESP, 2011; LETA, 2011; LETA; THJIS; GLÄNZEL, 2013).

Esse avanço se deve principalmente à expansão de programas de pós-graduação, ao fomento das atividades de pesquisa e à inserção de revistas nacionais em bases de dados regionais e internacionais. Inúmeros estudos quantitativos da produção científica nacional apontam seu crescimento em relação à parcela da produção científica mundial.

Em 2006, o Brasil ocupava a 17ª posição no *ranking* mundial de produtividade, sendo responsável por 1,5% dessa produção segundo dados obtidos da WoS entre os anos 1991-2003 (GLÄNZEL; LETA; THJIS, 2006). Já no ano de 2011 e com dados da WoS, a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) nos apresenta um índice de 1,9% de participação brasileira na atividade científica mundial. Em estudo recente, Leta, Thjis e Glänzel (2013) apresentam um panorama brasileiro bastante favorável, estando o país ranqueado na 13ª posição de produtividade, respondendo pelo percentual de mais de 2,5% em relação à produção científica mundial, segundo dados da WoS..

O conhecimento científico se divide em áreas e subáreas. Cada área ou subárea tem suas características próprias. As particularidades das áreas e

subáreas do conhecimento podem ser observadas no processo de pesquisa científica e, inclusive, na publicação dos resultados. Por este motivo, estudos métricos comparativos entre áreas do conhecimento são considerados de alta complexidade. As análises aplicadas às áreas ou subáreas específicas apresentam e caracterizam toda a sua atividade científica e se mostram de grande valia, pois, sendo mais direcionadas, identificam meandros específicos daquela área.

A produção científica nacional, conforme demonstrado acima, apresentou significativo aumento em números de artigos publicados, apontando algumas áreas proeminentes que revelaram expressivos índices de crescimento. Com o avanço da CT&I, da industrialização e dos índices populacionais mundiais, a utilização de compostos químicos é cada vez mais empregada, sendo a Toxicologia importante área para o bem-estar e sobrevivência da humanidade, além de apresentar resultados interessantes de publicação. Em estudo recente da FAPESP (2011) a Toxicologia foi apontada como uma das áreas com maior crescimento no período de 2002-2006, configurando-se como campo de importante colaboração para os presentes índices brasileiros. Vargas (2013) confirma o destaque da área de Toxicologia em estudo que revelou o índice de 194% de crescimento da área nos anos de 2002-2011 na *Web of Science* (WoS).

A produção científica nacional em Toxicologia ainda não foi analisada com exaustividade sob a ótica de indicadores bibliométricos, sendo interessante a pesquisa a fim de caracterizar uma área marcante para o desenvolvimento científico brasileiro e também de grande importância para a sociedade. Como destaca Oga (2008, p.8), “a Toxicologia é uma ciência proeminentemente aplicada e que objetiva melhorar a qualidade de vida e a saúde do ambiente, sendo uma ciência de inegável importância social no mundo contemporâneo”.

Nesta monografia, a produção e colaboração científica brasileiras em Toxicologia são analisadas e caracterizadas por meio da aplicação de técnicas bibliométricas. Os registros para análise foram recuperados da base de dados bibliográfica multidisciplinar *Web of Science*. A pesquisa abrange o período 2006-2012. São apresentados dados gerais representativos da produção na

área, como número de documentos publicados; tipos; idiomas; autores e instituições mais produtivas; periódicos de publicação; e redes de colaboração científica. Além dos resultados, nas seções que seguem são apresentados a justificativa e os objetivos para a pesquisa, a revisão bibliográfica sobre Comunicação Científica, Bibliometria e Toxicologia, a metodologia empregada e as considerações finais do estudo.

1.1 JUSTIFICATIVA E PROBLEMA DE PESQUISA

A justificativa para esta monografia pode ser dividida em duas etapas: a primeira envolve a opção pela realização de um estudo bibliométrico e segunda, a escolha da área da Toxicologia como área de aplicação do estudo. O interesse pela área de bibliometria surgiu devido à participação da aluna na disciplina de Bibliometria ofertada pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) para o curso de Biblioteconomia.

A bibliometria é uma prática recente e se apresenta como um novo campo de atuação para o profissional bibliotecário. Neste sentido, a realização deste trabalho configura uma forma de prática e aplicação desta metodologia, bem como a preparação para uma eventual demanda nesta área ao longo da vida profissional. O ensino da bibliometria é, nesta Universidade, e mais precisamente nesta Faculdade, uma prática corrente guiada por profissionais qualificados na área, além de ser objeto de estudo em uma das linhas de pesquisa do Programa de Pós-graduação, o que torna este trabalho um encorajamento e treino para uma possível futura pós-graduação neste campo.

Além disso, a bibliometria, assim como as demais práticas biblioteconômicas, tem um papel a desempenhar junto à sociedade. Ela pode contribuir com estudos que subsidiem decisões sobre o ensino e a pesquisa, além de levantar questões que aprimorem e qualifiquem a educação em nosso país.

A escolha da Toxicologia como área de aplicação do estudo foi definida por meio da participação da aluna em uma reunião de projeto de pesquisa de sua orientadora, na qual a coorientadora Rosely Vargas apresentou a área de Toxicologia, destacando a pertinência de um estudo bibliométrico detalhado na

área. Vargas (2013), em trabalho inicial sobre a produtividade da área de Toxicologia no Brasil, constatou elevado crescimento da atividade científica em número de artigos indexados na WoS, fundamentando assim a escolha desta área.

Acompanhando a tendência da produtividade brasileira, estudos apontam que a Toxicologia vem se destacando como área de elevado crescimento no cenário nacional e internacional. Em trabalho produzido pela Thomson Reuters que apresenta panorama global da produção do conhecimento científico, Adams e King (2009) revelam a produtividade brasileira em Toxicologia e Farmacologia como uma das dez áreas que mais contribuíram para a produção científica mundial, sendo ranqueada como a terceira área que obteve maiores índices de crescimento no estudo demonstrado.

Ainda sobre a aproximação da autora desta monografia com a matéria Toxicologia, surge outro motivo que torna interessante o estudo acerca de tal disciplina: o fato de o conhecimento toxicológico ser essencial para a nossa sobrevivência e bem estar, visto que agentes tóxicos estão em todo lugar, e que a supervisão, prevenção e tratamento de intoxicações depende de ensino e pesquisa em Toxicologia e de plenas condições para o seu exercício. Em tempos modernos, de grandes avanços científicos e de grandes índices populacionais, a Toxicologia se destaca como área de proteção à saúde humana e ao meio ambiente, assegurando condições seguras de exposição a componentes químicos aos quais somos submetidos diariamente no ar que respiramos, nos alimentos que ingerimos, na água que bebemos e no ambiente em que vivemos.

O problema que orienta o trabalho pode ser especificado a partir das questões relacionadas à produtividade e colaboração científica brasileira na área de Toxicologia, representada na *Web of Science*, no período de 2006 a 2012. São questões deste estudo: **Quantos documentos foram publicados nesse período? Em que idioma eles foram publicados? Quais os principais periódicos que publicaram os documentos? Quais são os autores mais produtivos na área? A que instituição eles são filiados?**

Quais são as instituições mais produtivas? Quais são as características de colaboração científica nesta área?

1.2 OBJETIVO GERAL

A partir das análises métricas, o objetivo geral deste trabalho é:

Caracterizar a produção e colaboração científica do Brasil na área de Toxicologia representada na *Web of Science* no período de 2006-2012.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos são:

a) analisar a produção científica brasileira em Toxicologia;
b) verificar o idioma e o tipo de documento das publicações;
c) identificar os autores mais produtivos;
d) identificar as instituições mais produtivas;
e) identificar e caracterizar os periódicos científicos com maior número de publicações do Brasil na área;
f) caracterizar a colaboração científica entre autores, instituições e países.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção serão abordados três grandes temas que formam a base deste trabalho. São eles: Comunicação Científica, Bibliometria e Toxicologia. Os dois primeiros são indissociáveis nesse contexto, tendo em vista que o produto da Comunicação Científica é o objeto de estudo da Bibliometria. Em relação à Toxicologia, será apresentado um panorama geral da área para contextualização e subsídio para as análises.

2.1 COMUNICAÇÃO CIENTÍFICA

Há muito tempo se faz Ciência, desde a Grécia Antiga, homens engajados pelo saber realizavam seus experimentos e discutiam esses feitos com outros homens interessados na questão. Desde cedo, então, sabe-se que de nada adiantava monopolizar ou interiorizar o conhecimento, mas sim que ele deveria ser difundido. Desta prática podemos supor que nascia a chamada Comunicação Científica. Sobre a incerteza do seu surgimento, Meadows (1999, p. 3) comenta:

> Ninguém pode afirmar quando foi que se começou a fazer pesquisa científica e, por conseguinte quando, pela primeira vez, houve comunicação científica. A resposta a isso depende principalmente da definição que se tenha do que seja 'pesquisa'. Mas as atividades mais remotas que tiveram impacto na comunicação científica foram inquestionavelmente as dos gregos antigos.

Para que todo o processo de atividade científica aconteça é indispensável que ocorra a troca de informações entre os pesquisadores. Este intercâmbio gera um ciclo de aproveitamento e avanço nas pesquisas, visto que conhecimentos já lançados aos pares servem de apoio para a elaboração de novos que, por sua vez, também servirão de base para outros e assim sucessivamente. Desta forma, pode-se dizer que a comunicação científica é indispensável para a atividade e produção científica. O progresso da CT&I depende da publicação dos resultados de pesquisa, que podem conferir credibilidade ao autor e à sua pesquisa, evidenciando o aceite pela

comunidade científica. Sobre a publicação e a sua prática (comunicação científica), ela acompanha certo padrão conforme grupo de interesse, que pode diferir das tendências mundiais da comunidade científica. Entretanto, sendo na grande comunidade ou nos seus grupos mais específicos, a publicação dos resultados de pesquisa é o que move a comunicação científica, que por sua vez, move a Ciência (TARGINO, 2000).

A comunicação científica divide-se basicamente em dois formatos: comunicação formal e informal. Nos tempos antigos citados anteriormente, nota-se que a comunicação era do tipo informal, pois se constituía principalmente da fala humana, pelo contato interpessoal entre os pesquisadores através de conversas, cartas, visitas, debates. Dada à efemeridade deste canal de comunicação, sem registro oficial, de curta vida, de baixa plateia e ainda sujeita a interpretações e acréscimos, não havia como comprovar com veracidade uma descoberta científica (STUMPF, 2000).

Pela dificuldade e pelo descrédito da comunicação oral propriamente dita, convencionou-se a utilização de cartas entre os pesquisadores. As correspondências eram diretamente enviadas a grupos de colegas pesquisadores que as avaliavam e discutiam sobre seu conteúdo científico.

> As cartas e atas eram veículos de divulgação utilizados pelos participantes dos colégios invisíveis (*invisible college*). Estes grupos – assim chamados para se diferenciarem dos colégios universitários oficiais (*oficial university college*) – serviriam de base para a criação das sociedades e academias científicas. Seus membros participavam regularmente de encontros (alguns secretos), nos quais realizavam experimentos de pesquisa, avaliavam os resultados e discutiam sobre temas filosóficos e científicos. (STUMPF, 1996, p. 383).

A *Royal Society*, pioneira sociedade científica londrina, surgida no século XV, se valia das correspondências de membros internacionais para conhecer e se atualizar sobre os movimentos científicos da época. O volume de cartas se fez tão grande que a Sociedade resolveu selecionar as mais relevantes e distribuí-las para seus membros (MEADOWS, 1999, p.5). Nesta época, era utilizada a correspondência como principal meio de comunicação científica.

O periódico científico segue na cadeia evolutiva do processo de comunicação da Ciência, substituindo gradativamente as correspondências. O primeiro periódico, *Journal des Sçavants*, começou a ser editado por Denis de Sallo, no ano de 1665, em Paris. Continha notícias e assuntos gerais da época, como decisões jurídicas, necrológios de personalidades, experimentos em diversas áreas, resumos de livros e outros; em tese, notícias gerais para os letrados (MEADOWS, 1999).

Estimulada pelo *Journal des Sçavants,* dois meses mais tarde, surge em Londres a revista *Philosophical Transactions*, editada mensalmente pela *Royal Society*. O conteúdo da revista, entretanto, era pautado exclusivamente em experimentos científicos, por isso é considerada hoje a precursora dos periódicos científicos (MEADOWS, 1999; STUMPF, 1996).

Inicia-se então a era em que o periódico científico se constitui no principal meio de comunicação da ciência. Esse canal de informação é classificado como formal, pois, conforme explica Meadows (1999, p. 7):

> Uma comunição formal encontra-se disponível por longos períodos de tempo para um público amplo. Os periódicos e os livros são publicados (isto é, tornados públicos) e em seguida armazenados por longos períodos em bibliotecas de modo que são exemplos arquetípicos de comunicações formais.

Então, da necessidade de troca de informações e experiências científicas, alicerçado em um canal de comunicação formal e confiável, foi que o periódico científico tornou-se o principal marco de constituição da estrutura da comunicação científica. No entanto, em algumas áreas, como as ciências sociais e humanas, o livro ainda é um importante meio no processo de difusão e divulgação científica (WEITZEL, 2006).

As revistas ou periódicos científicos, termos sinônimos, são o canal formal da comunicação científica, e como cita Meadows (1999, p.7), são caracterizados como “[...] uma coletânea de artigos científicos escritos por diferentes autores. O conjunto desses artigos é reunido a intervalos, impressos, encadernados e distribuídos sob um título único”.

Desde sempre, a função primordial dos periódicos foi e é “[...] o registro e a difusão do conhecimento científico existente, favorecendo a comunicação

entre pesquisadores e comunidades científicas e, consequentemente, contribuindo para o desenvolvimento, atualização e avanços científicos" (GONÇALVES; RAMOS; CASTRO, 2006, p. 171). Além da contribuição acima exposta, Cortêz (2006) consulta diversos autores e elenca alguns outros benefícios trazidos pelos periódicos científicos. São eles: facilidade de reprodução do texto original; redução dos custos de difusão; alta possibilidade de retenção e documentação por parte do receptor; facilidade na comparação de ideias e da evolução do conhecimento; eliminação quase total da ocorrência de distorções e acréscimos pessoais; maior difusão do conhecimento, alcançando um público maior; aumento na velocidade da informação; fomento a debates e consequentemente novos conhecimentos.

A evolução da sociedade e da ciência depende da comunicação científica, da interação entre os sujeitos que são responsáveis por ela, gerando um fluxo de informação entre eles. Como afirma Ziman (1979, p. 25):

> Não se trata – na frase incomparável de Newton – de subir aos ombros dos gigantes para poder enxergar mais longe. Todo cientista vê com seus próprios olhos e com os de seus predecessores e colegas. Nunca se trata de um único indivíduo que passa sozinho por todas as etapas da cadeia lógico-indutiva, e sim de um grupo de indivíduos que partilham entre si o trabalho, mas fiscalizam permanente e zelosamente as contribuições de cada um.

O caráter coletivo da ciência fica em evidência na citação acima, sendo a coletividade formada pelos pesquisadores que são, consequentemente, os responsáveis pela comunicação científica. Esta, conforme explica Stumpf (2002), é formada por três elementos básicos: o emissor, o canal e o receptor. Emissores e receptores compartilham primariamente do mesmo público, os pesquisadores, cientistas e comunidade acadêmica que se valem do canal como meio para transferência de informações científicas. Os emissores alimentam o ciclo publicando seus conhecimentos que, por sua vez, serão vistos por colegas pesquisadores. Assim, a partir desses trabalhos, os colegas receptores poderão também se tornar emissores. Ou seja, a comunicação científica forma um ciclo onde as funções de emissores e receptores são

alternadas pelos pesquisadores. O canal que transmite a mensagem é constituído pelos periódicos científicos que veiculam informações científicas.

Ainda sobre a comunicação científica e sua característica de ciclo, Targino (2000, p. 51) ressalta,

> Só a comunicação científica permite somar esforços, intercambiar experiências, evitar duplicação de tarefas. O pesquisador, sistematicamente, permuta informações com seus pares. Como um computador, recebe (*input*), processa/apreende (*processing*) e repassa informações (*output*), consolidando um ciclo contínuo de recepção e transmissão de dados.

Conceituada comunicação científica e referenciada sua importância para o desenvolvimento da ciência e da sociedade em geral, Targino (2000) nos apresenta alguns termos que merecem atenção, *input* e *output*. Para Noronha e Maricato (2008) estes são indicadores que representam duas importantes vertentes no processo de avaliação do conhecimento cientifico, *input* caracterizado aqui como insumos, e *output* como os resultados.

No processo de realização da pesquisa científica, em qualquer área do conhecimento, são necessários instrumentos para a sua efetivação. A título didático, dividiremos a pesquisa científica em duas etapas: a etapa da produção científica e a etapa dos resultados/produto da produção científica. As etapas são indissociáveis, visto que não há motivos para realizar uma pesquisa científica e não publicá-la, situação expressa na famosa frase "*publish or perish*".

Para a realização de pesquisas científicas são necessários elementos primordiais, elementos *input*, que estão relacionados ao "[...] fortalecimento da comunidade científica de pesquisadores e as condições encontradas para a efetivação de suas investigações" (NORONHA; MARICATO, 2008, p. 119). Indicadores de *input* são correspondentes à primeira etapa da pesquisa científica, ou seja, sua produção é a condição mínima necessária para o desenvolvimento da pesquisa.

Segundo Población e Oliveira (2006) são considerados indicadores de *input:* políticas nacionais, linhas de pesquisas, recursos humanos, financiamento, logística, metodologia, execução; e, ainda, procedimentos de

output, planejamento da difusão dos resultados para a comunidade alvo. Acrescentam-se ainda aos indicadores de *input* os investimentos de fomento em universidades federais, programas de pós-graduação, bolsas de estudos nacionais e internacionais.

Na segunda etapa da pesquisa científica temos, portanto, a publicação dos resultados da pesquisa, os chamados indicadores de *output*, que segundo Noronha e Maricato (2008, p. 121):

> Como indicadores de output são considerados todas as fases pelas quais o produto gerado passa até ser consumido por um novo produtor: a disseminação, divulgação, visibilidade e acessibilidade dos produtos gerados. A disseminação e divulgação da produção gerada por uma comunidade científica, para os pares e a sociedade, podem ser feitas nos processos formal e informal da comunicação.

Segundo Población e Oliveira (2006) esta fase é a mais penosa da comunicação científica e onde se encontra o maior desafio para os pesquisadores, pois para que ela seja bem-sucedida são necessárias estratégias para a sua publicação e veiculação em revistas científicas importantes na área. Além disso, aspectos como indexação da revista em bases de dados, questões de visibilidade e acesso à pesquisa também devem ser consideradas pelos autores.

Integram os indicadores de *output:* a disseminação, divulgação, visibilidade e acessibilidade. A disseminação pode compreender tanto métodos informais quanto formais de comunicação. Como canal informal pode-se citar contatos pessoais, participação em eventos e colégios virtuais. Para o canal formal de disseminação temos como exemplo a publicação de artigos científicos e os livros impressos ou eletrônicos. Tornar o conhecimento mais visível e acessível e facilitar seu acesso são as metas finais no processo de comunicação dos resultados da pesquisa. Integram estas fases os serviços de informação, como bases bibliográficas especializadas, iniciativas de acesso aberto que propiciam o acesso irrestrito à informação (NORONHA; MARICATO, 2008).

Facilitadores para a estruturação da atividade científica, *inputs* e *outputs* são fatores essenciais para a prática científica que se refletem no

desenvolvimento de uma sociedade. A atividade científica depende de estruturas e sistemas que sustentem essa prática, como reforçam Población e Oliveira (2006, p. 59):

> O trabalho científico exige grupos de pessoas dedicadas profissionalmente a ele; uma ética que valorize o conhecimento e prestigie aqueles que o busquem; um sistema de incentivos para o trabalho científico que lhe permita atrair os melhores talentos, e uma cultura que dê lugar ao surgimento de novos conhecimentos pela observação e a análise racional.

Input e *output* estão em uma relação de proporcionalidade e de influência mútua, como exemplificam Noronha e Maricato (2008, p. 120) “os *inputs* estão intimamente relacionados aos *outputs*, podendo influenciar a qualidade e a quantidade dos produtos resultantes da atividade científica”. Com essa afirmação, podemos destacar o equilíbrio que ambos os indicadores devem ter, equilíbrio este também expresso em investimentos e fomentos, ações e políticas devem ser equiparadas para o desenvolvimento e aperfeiçoamento de indicadores de *input* e *output*.

Atualmente, estimulados pelo elevado crescimento da ciência científica, inúmeros estudos que “medem” a ciência têm sido realizados. Essas pesquisas podem quantificar tanto os insumos para a produção científica (*inputs*), quanto os resultados da produção científica (*outputs*). Os estudos quânticos de medição dos indicadores de *outputs* da pesquisa científica caracterizam estudos bibliométricos, cujo objetivo, segundo Okubo (1997, p. 10) é: “[...] medir a produção (“*output*”) da pesquisa científica e tecnológica através de dados fornecidos pela literatura científica e também pelas patentes”. Desta forma, facilitado pelos recursos disponíveis na *web,* como as bases de dados bibliográficas, possibilidade de acesso a dados para pesquisa, softwares específicos, a bibliometria tem se apresentado como uma importante ferramenta de avaliação de indicadores da ciência, neste caso, tendo como instrumento, os indicadores de *outputs*.

2.2 BIBLIOMETRIA

A bibliometria surge nos anos 1930 de uma necessidade crescente de "[...] estudo e avaliação das atividades de produção e comunicação científica" (ARAÚJO, 2006, p. 16). É uma prática de pesquisa quantitativa recente que utiliza indicadores bibliométricos com o objetivo primordial de medição da produção científica.

Os estudos quantitativos, há séculos, são utilizados para identificar a produção científica. Em levantamento histórico, Vargas (2014) aponta que, já em 1743, análises de citações eram usadas em âmbito jurídico. Em 1790 o alemão Karl Heinrich Frömmichen publica estudo com levantamento de produção e comércio de livros; em 1828, Adrian Balbi publica estudo bibliométrico sobre os jornais; em 1873, o francês Alphonse Pierre de Candolle, sobre os métodos matemáticos. A pesquisa bibliométrica mais característica e mais citada pelos estudiosos da área é o estudo de Cole e Eagles de 1917, que quantificou a anatomia comparada, no período de 1543–1860, categorizando essa produção por país e campo.

Consensualmente, é creditada a Hulme a primeira conceituação do que venha a ser a prática bibliométrica. No ano de 1923, ele conceitua o termo "bibliografia estatística" como "[...] a aplicação de técnicas estatísticas e matemáticas para descrever aspectos da literatura e outros meios de comunicação" (MARICATO; NORONHA, 2012, p. 25). Anos mais tarde, Paul Otlet, em sua famosa obra *Traité de Documentation,* de 1934, apresenta o termo bibliometria relacionado com os livros. Entretanto, será apenas com um artigo publicado por Pritchard, em 1969, que o termo passará a ser amplamente conhecido. Pritchard, na ocasião, definiu a matéria como a aplicação de métodos matemáticos e estatísticos a livros e outros meios de comunicação (ARAÚJO, 2006; BUFREM; PRATES, 2005; MARICATO; NORONHA, 2012).

A conceituação proposta por Pritchard é plenamente aceita, visto que definições mais atuais pouco diferem da sua formulada em 1969. Café e Brascher (2008, p. 54) conceituam Bibliometria como: "[...] conjunto de leis e princípios aplicados a métodos estatísticos e matemáticos que visam o

mapeamento da produtividade científica de periódicos, autores e representação da informação". Para Santos (2003), a finalidade da Bibliometria é o estudo quantitativo das publicações científicas.

As três leis clássicas da Bibliometria foram inegáveis contribuições para o desenvolvimento da área. As leis tentavam identificar comportamentos da literatura, que seguiam a máxima de: "poucos para muito e muitos para pouco". A Lei de Lotka (1926) refere-se à produtividade de autores e fundamenta-se na premissa de que um pequeno grupo de pesquisadores publica muito e muitos pesquisadores publicam pouco. A segunda Lei é a de Bradford (1934), que estuda a dispersão dos periódicos com o intuito de destacar o núcleo de periódicos mais produtivos em determinado assunto. E, sobre a frequência de palavras num texto, surge a Lei de Zipf (1949), que demonstra a baixa variabilidade das palavras utilizadas nos textos (ARAÚJO, 2006; CAFÉ; BRASCHER, 2008).

A bibliometria e suas leis podem ser aplicadas também às práticas biblioteconômicas. Embora haja pouca literatura a respeito deste uso, elas podem contribuir para decisões de desenvolvimento de coleções, seleção e descarte, por exemplo, bem como colaborar na indexação dos materiais ou ainda na elaboração de vocabulário controlado ou tesauro. Como destaca Araújo (2006, p. 13) "a bibliometria, desde sua origem, é marcada por uma dupla preocupação: a análise da produção científica e a busca de benefícios práticos para bibliotecas (desenvolvimento de coleções, gestão de serviços bibliotecários)".

As análises bibliométricas, ou seja, as medidas quantitativas de produtividade científica registram grande crescimento nos últimos anos devido à sua importância para a sociedade e são incentivadas pelos avanços em tecnologia, como o advento da Internet e a criação de bases de dados bibliográficas. Atualmente, se observa a aplicação de outros tipos de métricas, como a cientometria, informetria, webometria, patentometria, entre outras. Autores como Macias-Chapula (1998), Spinak (1998) e Vanti (2002) tem se dedicado à explanação desses novos conceitos. No presente trabalho, será dada atenção especial à cientometria, que é muito confundida com bibliometria.

A cientometria é chamada a “ciência das ciências”. Seus objetivos são mais amplos do que os da bibliometria, pois analisa o comportamento da ciência como um todo, tanto sua produção (*input*) quanto publicação (*output*), enquanto a bibliometria restringe-se apenas ao segundo indicador, o *output* ou publicação cientifica. A cientometria mede a quantitificação do esforço, através do impacto e do comportamento da ciência na sociedade. Acredita-se que boa parte da confusão entre os termos resida no fato de que a cientometria é uma derivação da bibliometria e no fato dessa primeira se valer dos mesmos instrumentos de análise da bibliometria, os indicadores bibliométricos. (MARICATO; NORONHA, 2012; SPINAK, 1998; VANTI, 2002; STUMPF et. al., 2006). Sobre isto, Mugnaini; Carvalho e Campanatti-Ortiz (2006, p. 316) afirmam:

> A ciência que mede a ciência denomina-se Cientometria e, apoiada em indicadores bibliométricos, fornece mecanismos que permitem traçar a perspectiva de uma área específica, grupos ou país, além de apontar suas tendências e servir de referencial para políticas públicas ou institucionais.

Leta e Meis (1996) reforçam que a cientometria objetiva compreender a pesquisa científica como atividade social a partir de aspectos quantitativos. Pelo seu aspecto mais amplo, muitos autores consideram a cientometria como um campo de estudo maior do que a bibliometria, inclusive abrangendo-a. Como explica Macias-Chapula (1998, p. 134):

> [...] a cienciometria é um segmento da sociologia da ciência, sendo aplicada no desenvolvimento de políticas científicas. Envolve estudos quantitativos das atividades científicas, incluindo a publicação e, portanto, sobrepondo-se à Bibliometria.

Na citação de Macias-Chapula, percebe-se o termo cienciometria com uma grafia diferente daquela citada anteriormente (cientometria). Isto acontece porque autores do Brasil e da América Latina têm utilizado esses dois termos para designar a mesma prática métrica. A partir da observação deste fato e dada a necessidade de estabelecer um padrão, Ida Stumpf, juntamente com seu grupo de pesquisa, realizou estudo que afirma que o termo cientometria,

sendo derivação lexical da palavra ciência, deve-se grafar com a letra “t” (STUMPF et al., 2006).

A cientometria com características sociólogicas também foi tema de estudo de Spinak (1998), que ressalta que a cientometria vai além da aplicação de técnicas bibliométricas, podendo analisar políticas de investigações através de seus aspectos econômicos e sociais. São interesses da cientometria, segundo este mesmo autor:

> O crescimento quantitativo da ciência, o desenvolvimento das disciplinas e subdisciplinas, a relação entre ciência e tecnologia, a obsolescência dos paradigmas científicos, a estrutura de comunicação entre os cientistas, a produtividade e criatividade dos pesquisadores, as relações entre o desenvolvimento científico e o crescimento econômico, etc. (SPINAK, 1998, p. 142, tradução nossa).

Para finalizar a discussão de conceitos das duas disciplinas, bibliometria e cientometria, apresenta-se uma síntese sobre o tema, de Spinak. Nela, o autor dá destaque às diferenças existentes entre ambas:

> A bibliometria estuda a organização das áreas científicas e tecnológicas a partir de fontes bibliográficas e patentes para identificar seus atores, suas relações e suas tendências. Pelo contrário, a cientometria se encarrega da avaliação da produção científica por indicadores numéricos de publicações, patentes etc. A bibliometria trata com várias medições da literatura, de documentos e outros meios de comunicação, enquanto que a cientometria tem a ver com o produtividade e utilidade científica. (SPINAK, 1998, p. 143, tradução nossa).

Entre os demais estudos métricos, merecem destaque a informetria e a webometria. Em uma breve explanação, a principal diferença entre eles é o elemento de estudo, ou seja, os dados para elaboração dos indicadores, lembrando que todos se valem de aplicações estatísticas e matemáticas para a avaliação. A informetria estuda a informação em qualquer formato e em qualquer grupo social (MACIAS-CHAPULA, 1998). A webometria, técnica recente, consiste na “[...] aplicação de métodos informétricos à World Wide Web [...]” (VANTI, 2002, p. 156).

As aplicações da bibliometria são muitas e variadas, além das já citadas, de apoio à decisão, de quantificação da produtividade científica, apoio às práticas biblioteconômicas, autores citam outros objetivos e aplicações da bibliometria (SPINAK, 1998; STUMPF et al, 2006). Cabe lembrar que as aplicações práticas não são únicas e exclusivas da bibliometria, visto que as demais disciplinas métricas (cientometria, informetria, webometria) se valem de análises estatísticas quantitativas para análise de indicadores. São aplicações da bibliometria (SPINAK, 1998; STUMPF et al, 2006):

a) estudo das características da utilização e criação dos documentos;
b) estudo da utilização que se faz do livro e de outros canais de informação;
c) identificação de relações entre disciplinas;
d) identificação da estrutura dos assuntos/disciplinas;
e) previsão de produtividade de autores individuais, organizações e países;
f) medição e características de colaboração entre os pesquisadores;
g) análise de cocitação e coocorrência de palavras;
h) parâmetro de direcionamento de recursos de fomento para a pesquisa e políticas para o desenvolvimento em CT&I;
i) observação de crescimento do conhecimento nas áreas;
j) análise das tendências de publicação.

É interessante notar que, nos estudos métricos, as análises não são fixas e permanentes. A ciência não é estática, está sempre em pleno e constante desenvolvimento. Sendo assim, estudos que a quantifiquem não podem ser válidos infinitamente. Neste sentido, não há intenção de desqualificar os estudos métricos mais antigos, que são registros importantíssimos e que também servem para comparativos. Entretanto, para que as aplicações acima se revertam em ações e projetos de fomento, é fundamental a realização de estudos recentes, compatíveis com a realidade. O acompanhamento da ciência e da produtividade científica ainda é prática recente em âmbito nacional, bem como o exame da sua própria produção científica, que foi estudada em trabalhos de Carvalho (1980), Lancaster (1982),

Meis (1996), Meneghini (1996), Leta (2002), e mais recentemente, Glänzel (2006); Vanz (2009); FAPESP (2011) e Leta; Thjis; Glänzel (2013), todos observando aspectos da produção brasileira (LETA; CRUZ, 2003).

Os estudos bibliométricos são medidos e apresentados através de indicadores que variam conforme a natureza do trabalho, Maricato e Noronha (2012, p. 30, grifo do autor) os classificam em quatro grandes categorias principais:

> 1- Indicadores que buscam medir **a produtividade científica e tecnológica**, sendo os principais, o número de artigos e livros publicados e patentes registradas;
> 2- Indicadores que buscam fazer aproximações quanto ao **uso e qualidade dos documentos** publicados, baseados, principalmente, nos estudos de citações;
> 3- Indicadores de colaboração que buscam analisar, sobretudo, **redes sociais colaborativas** estabelecidas entre pesquisadores, instituições ou países. Os indicadores de colaboração utilizam principalmente técnicas de análise de coautoria (no caso de artigos), coinvenção e copropriedade (no caso de patentes);
> 4- Indicadores de coocorrência, que visam investigar, especialmente, **relações entre temas**, palavras-chave, assuntos, documentos. As técnicas utilizadas são comumente denominadas coclassificação e copalavras.

Os indicadores bibliométricos em geral são os citados acima, podendo haver pequenas divergências entre as classificações. Spinak (2003), por exemplo, divide os indicadores em três grupos: de produtividade, de citação e de colaboração. Para análises bibliométricas, os indicadores devem ser estudados visando atender os objetivos da pesquisa, ainda que os indicadores acima listados sejam mais representativos.

Os indicadores de produtividade são aqueles fazem a contagem de produção, realizados através do número de registros bibliográficos correspondentes ao indicador desejado. Englobam análises de quantidade de documentos publicados, sua observação temporal (tendências, crescimento/declínio), *rankings* de produtividade de autores, instituições e revistas publicadoras.

Os indicadores de colaboração científica referem-se à coautoria e podem ser analisados em diferentes níveis, através da colaboração entre autores, entre instituições e entre países. Katz e Martin (1997, p. 7, tradução nossa)

definem colaboração científica: “[...] como o trabalho conjunto de pesquisadores para atingir um objetivo comum de produzir novos conhecimentos científicos”. A cooperação entre dois ou mais pesquisadores é a unidade básica da colaboração científica, que pode ser motivada por inúmeros fatores. Entre esses fatores, pode-se citar: o desejo de aumentar a visibilidade, popularidade e reconhecimento científico; racionalização de tempo e mão de obra; especialização da Ciência; divisão dos custos da pesquisa; redução da possibilidade de erro; partilhar e trocar conhecimentos e habilidades; possibilitar maior divulgação através das redes de contatos, entre outros (VANZ, 2009).

De acordo com autores como Sancho (1990), Okubo (1997), Bordons e Zulueta (1999), os indicadores bibliométricos podem ser empregados para analisar o tamanho, o crescimento e a distribuição da bibliografia científica (livros, revistas, patentes, etc.) ou para melhorar as atividades de informação e documentação em bibliotecas. Podem, ainda, ser úteis na análise de processos de geração, propagação e uso da produção científica de determinada área de conhecimento ou para conhecer os mecanismos da pesquisa, da estrutura e da dinâmica dos grupos de investigadores de um campo científico.

Apesar do atual e constante uso de indicadores bibliométricos, é necessário lembrar que eles não representam a verdade absoluta, e apresentam algumas limitações. O crescimento de documentos publicados, por exemplo, não significa crescimento da qualidade nas publicações. Sobre esta dificuldade de inferência, Spinak (2003)[1] afirma:

> Quando usamos métodos numéricos estamos supondo que os números medem a qualidade. Digo suposição porque ninguém até hoje demonstrou que eles revelam ou não a qualidade. Porém, fatores como o mercado e a visibilidade da revista que fez a citação, assim como sua força econômica, interferem no impacto que o trabalho científico causa na sociedade.

Outro fator que pode ser limitante refere-se às fontes dos dados utilizadas para as análises, as bases de dados bibliográficas internacionais. Tais bases,

[1] Documento eletrônico não paginado.

que abarcam apenas uma parcela do conhecimento registrado, às vezes são alvos de críticas porque indexam majoritariamente publicações de excelência em inglês e de periódicos de alta representatividade (LIMA; VELHO; FARIA, 2007).

2.3 TOXICOLOGIA

De maneira elementar, a Toxicologia é o estudo dos tóxicos. Segundo FukushiMa e Azevedo (2008, p. 3), tóxico deriva do grego *toxikon*, "produto intencionalmente obtido para lambuzar as lanças e flechas para a caça, pesca e guerra". Apesar do seu significado etimológico antiquado, é uma Ciência que acompanha desde sempre o homem e hoje se faz de suma importância para o bem-estar e sobrevivência da sociedade, visto que somos diariamente expostos a uma grande quantidade de tóxicos. A conceituação da ciência Toxicologia nos é dada por Moares, Sznelwar e Fernicola (2008, p.3): "[...] é a ciência que trata do efeito nocivo das substâncias químicas que interagem com o organismo".

Sobre seu estudo: "é a ciência que investiga experimentalmente a ocorrência, a natureza, a incidência, os mecanismos e os fatores de risco de efeitos deletérios de agentes químicos" (OGA; SIQUEIRA, 2008, p. 5). Dentre seus objetivos podemos citar a prevenção, o diagnóstico e tratamento de organismos afetados por esses agentes.

A história da Toxicologia se confunde com a da própria existência do homem visto que é praticada desde os primórdios da humanidade, tornando-se uma ciência vital para nossa sobrevivência. Para Oga e Siqueira (2008, p. 3) "a Toxicologia é uma das ciências práticas mais antigas". Autores afirmam que a Toxicologia precede a fase da escrita, remonta ao período quando eram utilizados venenos de animais e extratos de plantas para a caça e pesca e para envenenamento em guerras. A noção dos alimentos comestíveis, animais venenosos e uso de venenos inauguram a prática toxicológica (FUKUSHIMA; AZEVEDO, 2008; OGA; SIQUEIRA, 2008).

Sobre a evolução da Toxicologia, Alves (2005) apresenta um histórico dividido em três grandes fases. A primeira, caracterizada pelas primeiras

descobertas do homem com plantas tóxicas e animais peçonhentos; a segunda fase, compreendida no período da Idade Média, sendo os venenos constantemente utilizados para fins punitivos e homicidas; e a terceira, denominada fase da Toxicologia Moderna, que impera até os dias atuais e se caracteriza pelo estudo dos complexos compostos químicos e pelo controle destes componentes.

Os fatos do desenvolvimento da Toxicologia estão associados, ao longo da história, a personagens lendários, como estudiosos, feiticeiros, justiceiros e sedutoras. Na Antiguidade, o veneno era bastante utilizado para fins políticos e como sentença de morte, como no clássico exemplo da morte do filósofo Sócrates ao ingerir sicuta (OGA; SIQUEIRA, 2008; PEREIRA, 2014).

O registro toxicológico mais antigo preservado até hoje é o Papiro de *Ebers,* documento médico egípicio datado de 1.500 a.C., que contém dados sobre o organismo humano e seu funcionamento com a prescrição de elementos curativos para envenenamentos por agentes tóxicos de origem animal e vegetal (FUKUSHIMA; AZEVEDO, 2008; PEREIRA, 2014).

Posteriormente, ainda conforme os autores, inúmeros estudiosos seguiram contribuindo para a Toxicologia. Alguns de forma científica, com observações racionalistas, outros de forma criminosa e empírica, com testes em escravos e prisioneiros de guerra ou envenenamentos indiscriminados na população. Interessante notar o aspecto prático da Toxicologia, uma ciência que nasceu já do seu exercício, e que, com certeza, da sua experimentação pode-se contabilizar a morte de inúmeras pessoas.

Os séculos XIX e XX foram os de maior crescimento da área. Já em 1834, na Faculdade de Farmácia de Paris, inicia-se o ensino autônomo da ciência com a *“Chaire de Toxicologie*” (Cátedra de Toxicologia), passando a integrar o currículo farmacêutico com a descrição dos envenenamentos ocasionados pela ingestão de produtos naturais. A partir daí, a Toxicologia reveste-se de cunho científico e experimental, saindo da feitiçaria e amadorismo a que era associada (MORAES; SZNELWAR; FERNICOLA, 1991).

No período pós Segunda Guerra Mundial, inaugura-se a terceira fase, a Toxicologia Moderna, em que, através da observação dos benefícios dos

primeiros antibióticos, é que se tomam de importância o estudo dos fármacos e sua toxicidade (ALVES, 2005). Sobre o amadurecimento científico da toxicologia, Pereira (2014)[2] escreve:

> Finalmente a Toxicologia Moderna saiu das trevas e do mundo de fantásticos antídotos para um tempo de desenvolvimento científico baseado em evidências. Técnicas e instrumentos modernos permitem, atualmente, identificar venenos através de amostras de sangue e urina, por exemplo, para obtermos diagnósticos cada vez mais precisos.

Para o desenvolvimento toxicológico alicerçado na metodologia científica foi fundamental a assimilação de conhecimentos e técnicas de outras disciplinas, como Química, Biologia, Matemática e Física. Segundo Oga e Siqueira (2008), o século XX foi marcado pelo avanço tecnológico da síntese química com fins farmacêuticos, alimentares e agrícolas. Os agentes desta síntese química em contato com os homens têm causado grandes casos de intoxicação. Com estes acontecimentos, a Toxicologia deixa de estar envolvida apenas com o aspecto forense (de detecção e identificação de agentes tóxicos para fins médico-legais) e passa a se preocupar com a prevenção, avaliação de segurança e riscos. Sobre isso, Moraes, Sznelwar e Fernicola comentam:

> Seu campo de aplicação tornou-se demasiadamente alargado, uma vez que não há como deixar de conviver com os contaminantes químicos, cuja presença cresce no ambiente, à medida que avançam a ciência e a tecnologia. Para contrapor-se aos efeitos nocivos da poluição do ar, das águas, dos alimentos, e para diminuir o risco provocado pelo exagerado aumento do arsenal terapêutico e disponibilidade crescente das drogas de abuso, os toxicologistas precisam estar preparados e atentos. Por isso cabe à Toxicologia muito mais que apenas pensar no homem. Cabe-lhe, hoje, preocupar-se com a sobrevivência da humanidade, ensinando que o progresso não descarta, em momento algum, a necessidade de assegurar o equilíbrio químico do ambiente, condição indispensável e urgente para preservar a vida na Terra. (MORAES; SZNELWAR; FERNICOLA, 1991, p. 2).

[2] Documento eletrônico não paginado.

A Toxicologia é uma ciência multidisciplinar e “multiprofissional” (MORAES, SZNELWAR; FERNICOLA, 1991, p. 2). Para alcançar seus objetivos, necessita de métodos e conhecimentos de áreas distintas, entre elas: Química, Bioquímica, Patologia, Fisiologia, Epidemiologia, Imunologia, Ecologia, Biofísica e, recentemente, da Biologia Molecular. Suas contribuições também extrapolam limites de disciplinas, sendo importante para o desenvolvimento de áreas como, Medicina Forense, Farmacologia, Saúde Pública, Higiene Industrial, Medicina Veterinária, Ciências Agrárias e Ambientais (OGA; SIQUEIRA, 2008).

A Farmacologia e Toxicologia mantêm estreita relação de colaboração mútua, sendo muitas vezes classificadas como um mesmo campo. Em alguns estudos métricos quantitativos da ciência, são analisadas juntas, como uma área só, como em estudos de Biglu e Omidi (2010); FAPESP (2011) e Fink et al. (2014). Muitos dos campos de atuação das duas áreas são comuns a ambas: a análise dos agentes e lesões causadas em seres vivos (método toxicológico) dá subsídios para a Farmacologia, que em contrapartida, explica mecanismos de ação dos agentes tóxicos (OGA; SIQUEIRA, 2008). Assim, comprova-se a relação entre as áreas e justifica-se o fato de a disciplina de Toxicologia ter sido pioneiramente implementada para o curso de Farmácia da Faculdade de Paris no ano de 1834.

Devido ao seu caráter multidisciplinar, profissionais de diferentes áreas atuam em diversos campos da Toxicologia. Entre outras áreas de atuação Alves (2005); Moraes; Sznelwar; Fernicola (1991) e Oga; Siqueira, (2008) destacam a Toxicologia Ambiental, Toxicologia Ocupacional, Toxicologia dos Alimentos, Toxicologia dos Medicamentos e Cosméticos, Toxicologia Social, Toxicologia Clínica, Toxicologia Analítica, Toxicologia Regulatória e Toxicologia Forense.

2.3.1 Toxicologia no Brasil

Registros sobre os primórdios da Toxicologia no Brasil ainda são escassos. Segundo Fukushima e Azevedo (2008), a prática sempre esteve presente em solo brasileiro. Primeiramente, representada pelos índios e seus

inegáveis conhecimentos sobre as plantas e animais, uso de ervas e chás para cura de enfermidades. Posteriormente, a esses conhecimentos foram agregadas contribuições provenientes da Europa e da África, com a vinda de portugueses, espanhóis, franceses, holandeses, alemães e também dos escravos.

Assim como na História geral da área, a Toxicologia no Brasil, inicialmente, foi associada à prática e experimentação cotidiana e popular, sem estruturação científica. Conforme Fukushima e Azevedo (2008), a Toxicologia como ciência, com ensino e pesquisa, surge no país nos anos 50. Os autores consideram que é provável, no entanto, que em época anterior à data citada já houvesse alguma atividade de ensino e pesquisa de Toxicologia, talvez não de maneira específica e exclusiva, mas “camuflada”, integrada no ensino de áreas que a integram, como a Química, Biologia, Farmacologia etc, visto seu caráter multidisciplinar.

A classificação por áreas do conhecimento elaborada pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) é adotada por órgãos de CT&I com o intuito de organizar informações, orientando seus usuários. Segundo essa classificação, a Toxicologia encontra-se como subárea, englobada em três grandes áreas: Ciências Biológicas, Ciências da Saúde e Ciências Agrárias. Na primeira, localiza-se mais especificamente na subárea Farmacologia. Na segunda, em Farmácia. Na grande área de Ciências Agrárias, aparece como especialidade em três subáreas: Zootecnia (Toxicologia e Plantas Tóxicas); Medicina Veterinária (Toxicologia Animal); Ciência e Tecnologia dos Alimentos (Toxicidade e Resíduos de Pesticidas em Alimentos). Mais uma vez, torna-se evidente a multidisciplinariedade da Toxicologia.

No Brasil, em 1976, na cidade de Manaus, ocorreu o I Congresso de Toxicologia Tropical, primeiro evento técnico-científico da área no país. Dois anos mais tarde, teve início o ciclo dos Congressos Brasileiros de Toxicologia, organizados pela Sociedade Brasileira de Toxicologia (SBTOX) (FUKUSHIMA; AZEVEDO, 2008). Os eventos acontecem a cada dois anos. A 18ª edição do CBTOX foi realizada em Porto Alegre em 2013 (SBTOX, 2013).

Sobre a produtividade brasileira em Toxicologia nos congressos acima citados, Fukushima e Azevedo (2008) apresentam estatística dos trabalhos produzidos nos eventos desde o I Congresso de Toxicologia Tropical, em 1976, até a sua 15ª edição em 2008. O número de trabalhos produzidos teve um aumento substancial; em 1976 foram registrados 37 trabalhos, enquanto que no ano de 2008, o total foi de 557 trabalhos. Observou-se crescimento constante no número de trabalhos no período. Entretanto, o ápice ocorreu entre a 12° e a 13° edições do congresso, quando o total de apresentações elevou-se de 295 trabalhos para 458 trabalhos. Na pesquisa, Fukushima e Azevedo (2008) também fornecem dados relativos à média de autores por trabalho, que era de 1,7 em 1976 e foi para 2,7 autores por trabalho em 2008. Sobre este último indicador, seu maior registro foi em 2002, no 12° congresso, com média de 3,7 autores.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) coordena a avaliação de todo o sistema de Pós-Graduação no país, avaliando a certificação, qualidade e permanência dos cursos através de critérios estabelecidos para que se mantenha a qualidade do ensino de Pós-Graduação no país. Em consulta ao seu *site*, e na lista de cursos recomendados, foram pesquisados cursos na área de Toxicologia e encontrados sete cursos em funcionamento no Brasil, credenciados pelo Ministério da Educação.

O quadro 1 apresenta os cursos, com a sua devida instituição, ano de homologação, categoria e nota (conforme avaliação trienal de 2013). Nota-se pelas datas expostas que o curso de Pós-Graduação mais antigo na área data do ano de 2010, (Toxinologia no Instituto Butantan) o que corrobora com a assertiva do aparecimento tardio da Toxicologia no cenário brasileiro, enquanto área de pesquisa. Ressalta-se que este número de sete cursos de Pós-Graduação não representa os únicos produtores de publicações na área, pois conforme mencionado anteriormente, a Toxicologia é aplicação de outras áreas do conhecimento.

Quadro 1 – Cursos de Pós-Graduação na área de Toxicologia, instituição vinculada, ano de homologação do curso, categoria e nota

Curso	Instituição	Ano	Categoria	Nota
Toxicologia	USP/RP	2012	Mestrado, Doutorado	6
Ciências Biológicas (Bioquímica Toxicológica)	UFSM	2012	Mestrado, Doutorado	5
Toxicologia e Análises Toxicológicas	USP	2012	Mestrado, Doutorado	5
Toxinologia[3]	IB	2010	Mestrado, Doutorado	5
Análises clínicas e toxicológicas	UFMG	2013	Mestrado, Doutorado	4
Genética e Toxicologia Aplicada	ULBRA	2012	Mestrado Profissional	3
Toxicologia Aplicada à Vigilância Sanitária	UEL	2012	Mestrado Profissional	3

Fonte: CAPES. Elaboração própria

A Toxicologia, como área de estudo para a aplicação de métricas quantitativas, ainda não foi estudada com exaustividade em âmbito brasileiro. Estudos recentes sobre a produtividade brasileira demonstram que ela vem se destacando como uma das principais áreas de constante crescimento no cenário nacional. Vargas (2013) apresenta estudo introdutório sobre a matéria no Brasil, revelando resultados interessantes. O estudo de Vargas compreendeu a produção indexada na Web of Science (WoS) nos anos de 2002-2011, período no qual se verificou o crescimento de 194% em número de publicações indexadas. A distribuição científica dos periódicos também foi medida, resultando que as revistas inglesas e americanas foram responsáveis pela publicação de 78% dos artigos brasileiros, que foram na sua maioria produzidos em universidades públicas do Sudeste e Sul do Brasil (VARGAS, 2013).

Outro estudo métrico aponta o crescimento da Toxicologia em números absolutos de publicações. A pesquisa realizada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) em 2011 quantificou o crescimento da produtividade brasileira em áreas do conhecimento, estando a Toxicologia, mais uma vez, unida à Farmacologia nas análises métricas e demonstrando índice de crescimento entre os períodos analisados. Entre 1998-2002 o índice de publicações de Farmacologia e Toxicologia representavam

[3]Toxinologia é, segundo BARRAVIEIRA (1997), uma subárea da Toxicologia que estuda a toxina das plantas, microorganismos (fungos e bactérias) e animais peçonhentos (serpentes, sapos, aranhas, etc.).

1,7% da produção científica brasileira indexada na WoS. Já nos anos 2002-2006, o índice de contribuição dessas áreas foi de 2,4%, o que a elevou como uma das áreas de destaque para a contribuição no crescimento da produção científica brasileira (FAPESP, 2011).

Em estudo internacional de Biglu e Omidi (2010), que analisa o perfil científico das produções em Farmacologia, Toxicologia e Farmacêutica dos cientistas iranianos, o Brasil está no *ranking* dos 20 países mais produtivos nestes temas, ocupando a 14ª posição, com 6.307 publicações. Ressalta-se que o estudo não é exclusivo da Toxicologia, abrange outras duas áreas relacionadas. Entretanto, devido à escassez de pesquisas bibliométricas na área, qualquer informação torna-se valiosa para que se possa traçar um panorama da área e comparar resultados. Os resultados são correspondentes ao período 1996-2007 e os dados foram coletados da base Scopus.

Um estudo bibliométrico recente que compara a produção científica em C&T do Brasil e da Coréia do Sul, com base nas publicações indexadas na WoS, no período 2000-2009, demonstra que mais uma vez a área da Toxicologia tem se destacado como importante área de crescimento científico no Brasil. O estudo faz uma comparação entre dois períodos, 2000-2004 e 2005-2009. Para o primeiro período, temos 1.430 publicações na área de Farmacologia e Toxicologia. Já no segundo período, o número de publicações é de 3.145, com a taxa de crescimento em 17%. O campo de Farmacologia e Toxicologia ficou entre as cinco primeiras áreas com maiores índices de crescimento no Brasil no período analisado (Fink et al., 2014).

3 METODOLOGIA

As análises bibliométricas de produtividade e colaboração científicas se configuram como estudos quantitativos que subsidiam a tomada de decisões em importantes setores da sociedade e com impactos significativos para o desenvolvimento da mesma. Diante da importância dessas pesquisas, a verdadeira exposição da metodologia empregada no estudo é útil para validar e qualificar este trabalho.

Nesta seção, são apresentados os procedimentos metodológicos adotados para a realização do trabalho.

3.1 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO

O estudo proposto é uma análise bibliométrica, razão pela qual os dados quantitativos de produtividade e colaboração científica, os chamados indicadores, serão observados para caracterizar comportamentos da área analisada pelo estudo.

Para esta monografia e para que se cumpram os objetivos propostos, a análise bibliométrica foi limitada ao seguinte *corpus* de estudo: produção e colaboração científica brasileira em Toxicologia publicada entre 2006-2012 e representada na Wos Trata-se de um período de sete anos em que poderá ser detectado crescimento, variações ou mesmo estabilidade na produção brasileira em Toxicologia na WoS. Além disso, o período está alinhado com o intervalo de tempo do projeto de pesquisa sobre a produção científica nacional da orientadora deste trabalho, Profª Drª Samile Vanz.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

O presente estudo caracteriza-se por utilizar abordagem quantitativa, pois utiliza dados numéricos para realizar as métricas e consequentes análises dos resultados. Como observam Diehl e Tatim (2004, p. 51): “pesquisa quantitativa caracteriza-se pelo uso da quantificação tanto na coleta de dados quanto no tratamento das informações por meio de técnicas estatísticas [...]”

Quanto à abordagem do problema, ela também se caracteriza como uma pesquisa quantitativa, devido ao tratamento estatístico dos dados. Quanto ao seu objetivo, visa obter maior familiaridade com o problema proposto a fim de explicitá-lo, o que caracteriza essa pesquisa como exploratória. Neste tipo de pesquisa, é fundamental a imersão total do pesquisador no tema visando o aprimoramento de ideias e de descoberta de intuições (GIL, 2002).

3.3 FONTES DE INFORMAÇÃO

No decorrer das análises bibliométricas foram necessários alguns dados para a contextualização e entendimento dos resultados, por isso foram utilizadas diversas fontes de informação para conferir credibilidade aos resultados obtidos. A principal fonte de informação de onde foram coletados os dados para as análises deste estudo é a WoS, base de dados bibliográfica. Fontes de informação como Plataforma Lattes e Journal Citation Report (JCR) foram empregadas para informações complementares.

Para a normalização dos nomes de autores e contextualização dos mesmos usou-se a Plataforma Lattes, que é uma base de dados de acesso livre a currículos profissionais de docentes e pesquisadores que atuam no Brasil. Na Plataforma, é possível também obter informações sobre Grupos de Pesquisa e Instituições.

Para a análise dos periódicos, foi utilizado o Journal Citation Report (JCR) que informa o Fator de Impacto aferido às revistas indexadas pela WoS. O Fator de Impacto é uma medida calculada pela Thomson Reuters e publicado anualmente pelo JCR.

3.4 ESTRATÉGIA DE BUSCA

A realização das análises bibliométricas é feita a partir dos dados bibliográficos recuperados em bases de dados bibliográficas. Para esta monografia os dados foram pesquisados e extraídos da WoS.

A base de dados é multidisciplinar e foi criada pelo extinto Institute for Scientific Information (ISI), e atualmente gerenciada pela Thomson Reuters. A

WoS oferece acesso a três índices de citação: Science Citation Index Expanded (SCIE), Social Sciences Citation Index (SSCI) e Arts & Humanities Citation Index (AHCI). Sua cobertura atinge aproximadamente 12 mil títulos de periódicos, dentre outros documentos como, anais de conferências e eventos, livros, bibliografias, cartas e outros.

Entre os anos de 2005 a 2010, a base iniciou um processo de expansão para a inclusão de revistas de diversos países. Nesse período foram inseridos na base 1.600 novos títulos de periódicos. O Brasil foi o segundo país com maior número de revistas inseridas nesta iniciativa, com acréscimo de 105 novos títulos na sua coleção (TESTA, 2011). Cabe ressaltar a credibilidade do processo seletivo da WoS, que garante e sustenta todo seu mérito e reconhecimento mundial (BORDONS; ZULUETA, 1999).

A justificativa para a escolha da WoS como principal fonte desta pesquisa reside no fato de ela se caracterizar como uma das principais e mais completa base de dados bibliográficas no cenário científico atual. É também uma base muito utilizada pelos pesquisadores da área da cientomentria/bibliometria para a realização das análises métricas quantitativas relacionadas à produção científica, o que torna possível realizar comparações entre os estudos. Além da ampla cobertura científica mundial, a WoS apresenta e disponibiliza dados elementares das publicações que indexa, como por exemplo, a nomeação e filiação de todos os autores do artigo, o que permite a análise de produtividade e de colaboração científica (FAPESP, 2011).

A coleta dos dados bibliográficos ocorreu no dia 09 de dezembro de 2013. A apresentação deste dado se faz necessária visto que a inclusão de documentos na base ocorre de maneira ininterrupta podendo este número variar em pesquisa posterior à data.

Em estudos bibliométricos onde o item a ser pesquisado é temático, ou seja, pertencente a uma área ou subárea do conhecimento, a tarefa de coleta de dados se faz mais complexa devido à falta de padronização dos metadados identificadores, categorias do conhecimento e a subjetividade intrínseca no processo de indexação. Em levantamento bibliográfico na área, não foram encontrados estudos bibliométricos aplicados à Toxicologia no Brasil, apenas o

estudo inicial de Vargas (2013), que serviu como base para a construção de estratégia de busca na WoS.

A estratégia de busca durante a coleta dos dados foi guiada basicamente pela delimitação do estudo. A coleta dos dados foi feita no modo de busca avançada, com a demarcação de período selecionada (2006-2012), nos seguintes índices: Science Citation Index Expanded (SCIE), Social Sciences Citation Index (SSCI) e Arts & Humanities Citation Index (AHCI), em todos os idiomas e abarcando todos os tipos de documentos. A realização da pesquisa nos três índices, em todos os tipos de documentos e idiomas, justifica-se pela carência de estudos aplicados à Toxicologia brasileira, servindo este estudo para caracterizar a área no todo.

Foram utilizadas duas estratégias de busca com expressões diferentes. Na primeira estratégia, a expressão de busca utilizada foi: **WC=(toxicology) AND CU=(Brazil)**. No campo WC (Web of Science Category) consta a classificação dada ao periódico pela base, “limita a pesquisa a campos de estudos específicos” (WoS, 2013). Para designar endereço utilizamos o campo CU (Country) que se refere ao país de origem dos autores. Nesta estratégia foi recuperado um total de 3.057 registros.

Na segunda estratégia foi utilizado o campo TS (Topic) da pesquisa avançada. Este campo, denominado Tópico, recupera termos nos seguintes campos de registro: título, resumo, palavras-chave de autor e *Keywords Plus* (WOS, 2013). Foi construída a seguinte expressão de busca: **TS=(toxicology) AND CU=(Brazil)**. Com isto, tentou-se garantir a coleta do maior número possível de registros referentes à Toxicologia. A segunda estratégia resultou na recuperação de 230 registros. Da soma das duas buscas realizadas obteve-se um primeiro total de 3.287 registros bibliográficos.

3.5 ORGANIZAÇÃO E LIMPEZA DOS DADOS

Para que as análises bibliométricas sejam validadas é imprescindível o processo de organização e limpeza dos dados. Os registros recuperados na WoS foram baixados em oito arquivos de texto (*.txt*) que continham até 500

registros cada. Os oito arquivos foram unificados em um só, constituindo o primeiro arquivo geral dos registros para as análises.

A coleta de dados foi realizada através de duas estratégias de busca, o que pode ter gerado a coleta de registros idênticos. Com recursos do *software* Bibexcel (que será apresentado nas próximas seções) foi possível remover os registros duplicados, 70 registros, restando assim um total de 3.217 registros, que forma o conjunto de dados para a análise dos indicadores bibliométricos.

Com os dados organizados e unificados, procedeu-se à limpeza dos registros. Em bases de dados bibliográficas sabe-se que há um alto grau de inconsistência na grafia de nomes, tanto nos nomes pessoais de autores quanto nos nomes das instituições, gerando assim entradas redundantes para o mesmo autor e instituição. O processo de padronização e limpeza de nomes deve ser realizado após o *download* dos registros (VANZ; STUMPF, 2010).

A padronização e limpeza dos dados é um processo minucioso que acaba sendo muito trabalhoso e demorado. Em função disto, alguns pesquisadores dispensam esse processo, alegando que as entradas duplicatas não interferem significativamente nos resultados finais. Entretanto, a técnica da padronização vem sendo difundida e utilizada, conferindo assim maior fidedignidade ao estudo bibliométrico (VANZ; STUMPF, 2010, p. 69).

Para este estudo foram limpas e padronizadas as entradas de nomes de autor e de instituição de filiação, tendo em vista a importância desses dois dados para as análises de produtividade e de colaboração científica. Numa primeira etapa, foi utilizado o *software* Texto Compara*,* desenvolvido a partir das teses de Vanz (2009) e Moura (2009) que padroniza entradas em uma lista autorizada de nomes, elaborada pelas duas autoras.

Após a primeira limpeza, restaram ainda entradas sinônimas de instituições e autores, que necessitavam ser padronizadas. No caso das instituições, o procedimento foi realizado pela autora deste estudo. A padronização das entradas de autor foi feita pela colega Camila Caetano de Moura, graduanda de Biblioteconomia da UFRGS, que possui vasta experiência na limpeza e padronização de dados bibliográficos para análises bibliométricas.

3.6 VARIÁVEIS DE PESQUISA E ANÁLISE DOS DADOS

O quadro 2 apresenta as variáveis da pesquisa, com seus respectivos campos, breve definição e operacionalização. Sua elaboração foi baseada nos trabalhos de Brambilla (2011); Moura (2009); Vanz (2009) e Vargas (2014).

Quadro 2 – Definição e operacionalização dos campos de pesquisa

Variável	Campo	Definição/operacionalização
Autor	AU (*Authors*)	Responsável intelectual pela publicação. Os dados foram importados e limpos para medição de autores mais produtivos.
Autoria	AU (*Authors*)	Número de autores por trabalho. Utilizado para verificar se há coautoria.
Periódico	SO (*Publication Name*)	Título dos periódicos indexados na WoS. Importado para identificar os periódicos onde mais se publicou.
Idioma	LA (*Language*)	Língua do trabalho. Usado para verificar os idiomas das publicações.
Tipo de documento	DT (*Document Type*)	Tipo de documento. Extraído para análise dos tipos mais utilizados para as publicações.
Instituição	C1 (*Author Address*)	Instituição de filiação dos autores. Importado e padronizado para verificar a filiação dos autores.
País	C1 (*Author Address*)	País de filiação dos autores. Campo importado para definir redes de colaboração informacionais.
Ano de publicação	PY (*Publication Year*)	Ano de publicação do trabalho. O campo foi utilizado no formato importado para contagem de publicações no período 2006-2012.

Fonte: adaptada pela autora com base em Brambilla (2011); Moura (2009); Vanz (2009) e Vargas (2014).

Para a execução das métricas quantitativas de produtividade e colaboração científica, os dados coletados e padronizados foram exportados para *softwares* desenvolvidos exclusivamente para fins de análises bibliométricas. O *software* Bibexcel, criado pelo pesquisador sueco Olle Persson, é de uso livre e gratuito, com muitas funcionalidades para a prática bibliométrica, como a organização dos dados, produção de indicadores, entre outros. Vanz e Stumpf (2010, p.69) citam suas funcionalidades:

> O Bibexcel apresenta-se como um software flexível para o usuário, bastando, para isso entender a estrutura básica dos arquivos e os procedimentos e comandos para as análises. Entre as suas funcionalidades está a organização de dados em arquivos de texto ou planilha, o que possibilita ao pesquisador a utilização de outros softwares para as análises e também a

> importação de diferentes tipos de dados, além dos bibliográficos importados da Web of Science ou Scopus.

A escolha da utilização do Bibexcel recai sobre sua facilidade de uso, sua gratuidade, conhecimento da autora e pelo fato de ser um *software* amplamente utilizado em pesquisas bibliométricas. A partir de suas ferramentas foi possível a análise de frequência de tipo e idioma dos documentos, autores e instituições mais produtivas, periódicos de publicação e coautoria científica.

Para aprofundar as análises de colaboração científica utilizou-se o Pajek, *software* de domínio público desenvolvido na Universidade de Ljubljana por Batagelj e Mrvar. A partir de dados exportados do Bibexcel foi possível a elaboração de mapas de colaboração de autores e instituições. O nome do software faz menção à palavra eslovena *pajek*, que significa aranha em português (VARGAS, 2014).

Além do Bibexcel, se fez necessário o uso de *software* de planilha eletrônica, o Excel (Microsoft Office Excel 2007) que permite criar tabelas, calcular e analisar dados, além da confecção de gráficos ilustrativos.

As análises institucionais, de autoria individual e países foram realizadas através do método de contagem completa. Para cada instituição, autor ou país foi atribuído o valor de um trabalho, independente do número desses elementos no trabalho.

A análise e apresentação dos resultados da pesquisa são demonstradas na próxima seção, “Análise dos resultados”, onde através de dados e da elaboração de gráficos e tabelas, foi caracterizada a área de estudo.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nesta seção são apresentados os resultados sobre a produção científica brasileira em Toxicologia representada na WoS no período 2006-2012. Os indicadores analisados servem para caracterizar a produção e colaboração científica da área, gerando um panorama de tendências.

O capítulo está dividido em duas grandes seções. A primeira tem como foco as análises referentes aos indicadores de produtividade. São apresentados indicadores tais como: número de documentos e análise temporal da produção, tipo de documento publicado, idiomas e periódicos científicos mais utilizados nas publicações, bem como, os autores e instituições mais produtivas na área.

A segunda parte do capítulo trata de indicadores de colaboração científica. Nela, são apresentadas análises sobre os números de documentos escritos em colaboração, as redes de colaboração estabelecidas entre pesquisadores e instituições e os países colabodores.

As análises são comparadas com outros estudos bibliométricos a fim de confrontar resultados e discutir possíveis variáveis influentes, principalmente com a produção científica brasileira.

4.1 INDICADORES DE PRODUTIVIDADE CIENTÍFICA

O total de publicações brasileiras em Toxicologia indexado na WoS entre 2006-2012 foi de 3.217 documentos. Durante o período estudado, pode-se observar aumento quase constante das publicações nacionais na área. Entre 2006-2012 o índice de crescimento foi de 70,8%. O maior crescimento, de 36,4%, foi registrado entre os anos de 2007-2008. (Tabela 1).

Tabela 1 – Número anual de documentos brasileiros publicados na WoS de 2006-2012 na área de Toxicologia

Ano	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Total
Documentos	331	368	502	447	490	513	566	3.217
Taxa de crescimento %	-	11,1	36,4	-10,9	9,6	4,7	10,3	70,8

Fonte: WoS. Dados do autor
Nota: o traço representa inexistência de indicativo de crescimento, por representar o ano inicial da pesquisa.

Pode-se atribuir parte do crescimento à iniciativa de regionalização da WoS, ocorrida entre os anos de 2005-2010, quando foram selecionados novos títulos de periódicos para inclusão na base. O Brasil foi o segundo país com maior número de periódicos indexados, com um total de 105 novas revistas inseridas (TESTA, 2011). A inclusão desses títulos contribuiu para o crescimento da produção científica brasileira, em números absolutos de documentos na base, fazendo com que sua visibilidade aumentasse no cenário científico. Como ressalta Leta (2011, p. 71): “[...] é o crescimento da produção científica brasileira nas bases bibliográficas internacionais que tem levado a ciência brasileira à mídia”.

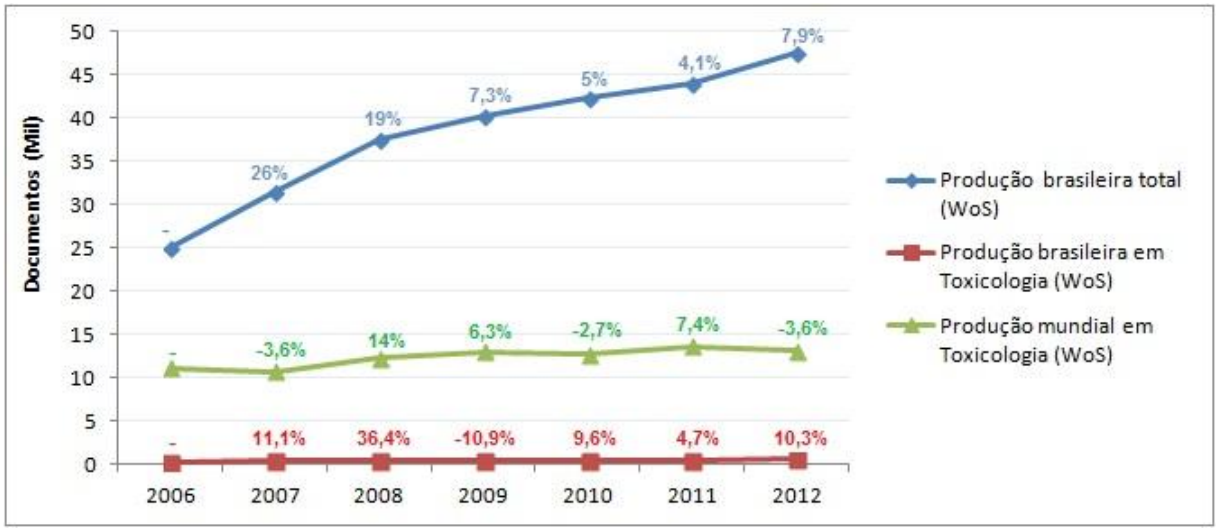
Aliado ao fator anterior pode-se acrescentar outro, relacionado ao sistema de avaliação dos pesquisadores e docentes ligados a Programas de Pós-Graduação (PPG) estabelecido pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) nos últimos anos. Tal sistema, que busca a qualificação dos pesquisadores, vem estimulando o ritmo de publicação em periódicos de alta visibilidade internacional, que evidentemente estão indexados nas bases bibliográficas internacionais, como a WoS (LETA, 2011).

O índice de crescimento da produção científica do Brasil, em número de publicações, foi medido na análise da FAPESP (2011) entre 2002-2006 e encontrado o percentual de 43,5% de crescimento no período. Deste modo, o crescimento da área da Toxicologia (70,9%) superou o crescimento nacional, creditando mérito enquanto área de contribuição para o avanço da Ciência no país. Relevante destacar que os períodos desta última comparação são diferentes. Entretanto, não foi encontrado na literatura cálculo de crescimento da produção científica brasileira em período mais próximo. Ainda no estudo da FAPESP (2011), o índice de crescimento das áreas de Farmacologia e

Toxicologia foi medido em mais de 50% em 2002-2006, comprovando que a área da Toxicologia mantém padrão constante de crescimento.

Para complementar a análise de produtividade temporal em Toxicologia brasileira fez-se uma comparação para o mesmo período de tempo das publicações científicas totais do Brasil e em Toxicologia mundial (excluindo-se o Brasil). Os dados referentes a essas duas produções foram extraídas da WoS em 13 de maio de 2014 e objetivam a realização de análises comparativas generalizadas entre suas produções. O gráfico é formado por três linhas que representam a produção brasileira total, a produção brasileira em Toxicologia e produção mundial em Toxicologia, todos medidos através do total de documentos publicados e indexados na base de dados. Os dados percentuais se referem ao crescimento anual (Figura 1).

Figura 1 – Percentual anual de crescimento de publicações na WoS entre 2006-2012



Fonte: WoS. Dados do autor
Nota: os dados percentuais se referem ao crescimento em relação ao ano anterior.

Na análise geral pode-se observar que o crescimento da ciência brasileira é constante no período, variando apenas em percentuais. Os maiores índices de crescimento foram identificados nos anos de 2007 e 2008, bem como os da produção brasileira em Toxicologia. Esse fenômeno pode ser explicado pela inclusão de novos títulos de periódicos brasileiros na WoS, que elevaram o número de documentos brasileiros indexados na base. Nos últimos três anos do período, a Toxicologia brasileira superou os índices de

crescimento da produção científica brasileira total, o que reitera a importância desta área no cenário nacional.

Quanto à análise da produção mundial em Toxicologia (excluindo-se o Brasil), é possível perceber que sua produção é bastante variável no período, alternando-se anos de considerável crescimento com anos de queda dos percentuais. Destaca-se também que, comparando a produção em Toxicologia mundial e brasileira, observa-se que elas ocorreram com proporções bastante divergentes entre si, mesmo pertencendo à mesma área do conhecimento.

4.1.1 Tipo de documentos

A quantificação do total de trabalhos de autores brasileiros por tipo de documento foi analisada para identificar prováveis tendências de publicação. Artigo de periódico foi o principal tipo de documento utilizado pelos autores para a publicação dos resultados de pesquisa da área de Toxicologia. Em segundo lugar, temos resumo de eventos, com 13,2% das publicações, seguido por revisões e artigos de congresso, com respectivamente 4,2% e 2,1% do total de publicações (Tabela 2).

Tabela 2 – Tipologia dos documentos de Toxicologia indexados na WoS entre 2006-2012

Tipos de documento	**Frequência**	**%**
Artigo	2484	77,1
Resumo de evento	425	13,1
Artigo de revisão	135	4,1
Artigo de congresso	67	2,0
Material editorial	39	1,2
Carta	34	1,0
Capítulo de livro	11	0,2
Correção	11	0,2
Artigo de congresso	8	0,1
Revisão/Capítulo de livro	2	0,0
Material editorial/Capítulo de livro	1	0,0
Total	3217	100,0

Fonte: WoS. Dados do autor

A grande maioria dos documentos (77,2%) foi publicada em formato de artigo, o que confirma padrão alinhado com a publicação nacional e internacional. Em análise da produtividade brasileira nas bases de dados WoS e Scopus, Leta (2011, p. 72-73) observa que, embora os canais de publicação tenham variado ao longo do tempo, o artigo de periódico, se destaca como o tipo de documento mais utilizado: “Nos anos mais recentes, os artigos representam cerca de 80% do total de publicação brasileira”.

O segundo tipo de documento mais utilizado foi resumo de evento, com percentual significativo, de 13,2%. A partir deste dado, podemos supor que a área tende a realizar muitos eventos científicos, e que uma parcela da literatura científica é gerada para apresentação nestes eventos. Nos últimos anos, a WoS vem indexando muitos resumos de eventos, o que pode ter colaborado para o índice desse tipo de documento[4]. Os resumos de eventos são, segundo a WoS (2013), todos os trabalhos concluídos que foram ou serão apresentados em um simpósio ou conferência. Juntos, os artigos e resumos de eventos representam cerca de 90% dos documentos.

4.1.2 Idioma dos documentos

A produção científica brasileira em Toxicologia representada na WoS entre 2006-2012 e analisada sobre o indicador idioma das publicações apresentou os seguintes resultados: dos 3.217 documentos, 3.185 foram publicados em inglês (99%), 30 na língua portuguesa (0,9%) e 2 documentos na língua espanhola (0,1%).

Com o alto índice de publicações em inglês, a Toxicologia se distingue do padrão geral científico brasileiro. Leta (2011, p. 73) em seu estudo constatou que a atividade brasileira escrita em inglês e indexada nas bases representa 80% do total, índice considerado relativamente alto. Comparando-se o índice total brasileiro, 80%, e o da Toxicologia, 99%, podemos perceber

[4] Informação oral obtida pela orientadora desta monografia, Profª Dra. Samile Andréa de Souza Vanz, na Conferência Scielo 15 anos, realizada em São Paulo no ano de 2013.

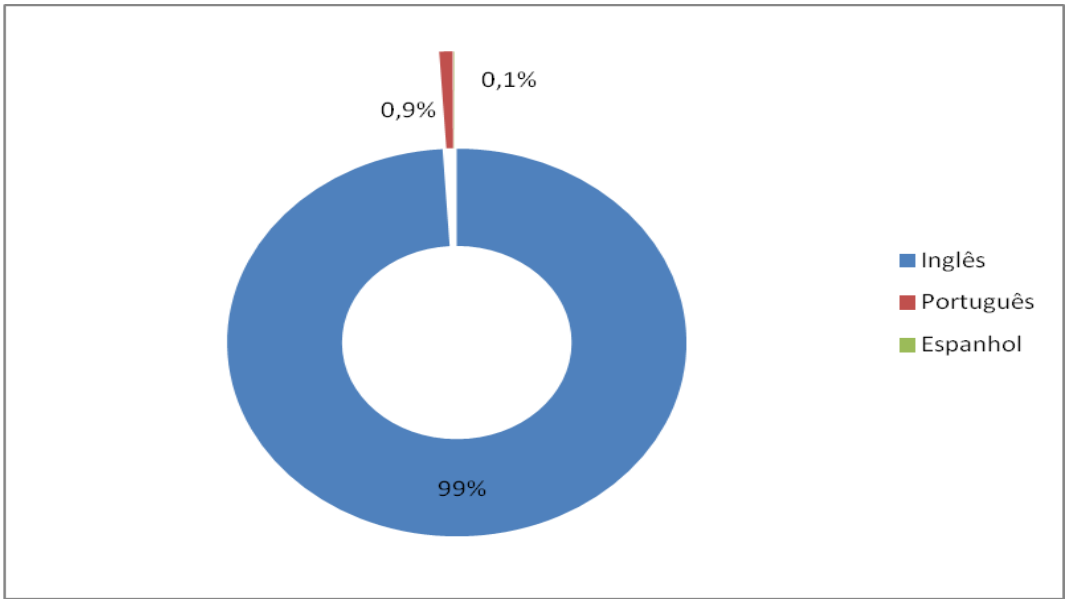
que a área da Toxicologia publica muito mais na língua inglesa do que os pesquisadores brasileiros em geral.

O elevado índice do idioma inglês pode estar associado, entre outros fatores, à hegemonia de periódicos de língua inglesa indexados na base, à colaboração internacional e ao esforço dos pesquisadores brasileiros para aumentar a visibilidade de seus trabalhos. (VANZ, 2009).

A prática de publicação na língua inglesa em Toxicologia foi observada também por Nogué et al. (2009) em estudo sobre a produção científica espanhola na área. O estudo foi realizado a partir dos dados da WoS, abrangendo os anos de 1991-2005. Como resultado, os autores obtiveram um percentual de 95,5% do total das publicações em língua inglesa. A preferência pela publicação no idioma inglês não reflete, portanto, um comportamento exclusivamente brasileiro, mas também é observada em outros países como, no caso, a Espanha.

O volume de documentos em português pode estar relacionado com a inclusão das revistas científicas na base WoS. Nos últimos anos, novos títulos de periódicos brasileiros foram indexados na base, muitos deles com trabalhos publicados em português. Com participação inexpressiva, temos o idioma espanhol, com apenas dois documentos (Figura 2).

Figura 2 – Idioma dos documentos brasileiros de Toxicologia representados na WoS nos anos de 2006-2012



Fonte: WoS. Dados do autor

Na análise conjunta dos indicadores de ano de publicação e idioma foi possível observar que o maior número de documentos escritos em português ocorreu nos anos de 2009 e 2010 (Tabela 3). Os documentos em português foram publicados em dez revistas brasileiras, sendo que seis delas foram incluídas na base entre os anos de 2007-2009. O maior número de publicações em português, portanto, ocorreu devido à iniciativa da WoS que inseriu 105 novos títulos brasileiros na base entre 2005-2010 (TESTA, 2011).

Entre os 30 documentos em português identificados, 26 são artigos, três são artigos de revisão e um é artigo de congresso. Os dois documentos no idioma espanhol são artigos de periódicos publicados em 2008 e 2010.

Tabela 3 – Idioma dos documentos brasileiros em Toxicologia representados na WoS (2006-2012)

	Português	**Espanhol**	**Inglês**	**Total**
2006	3	-	328	**331**
2007	4	-	364	**368**
2008	3	1	443	**447**
2009	8	-	482	**490**
2010	7	-	495	**502**
2011	2	1	510	**513**
2012	3	-	563	**566**
Total	**30**	**2**	**3.185**	**3.217**

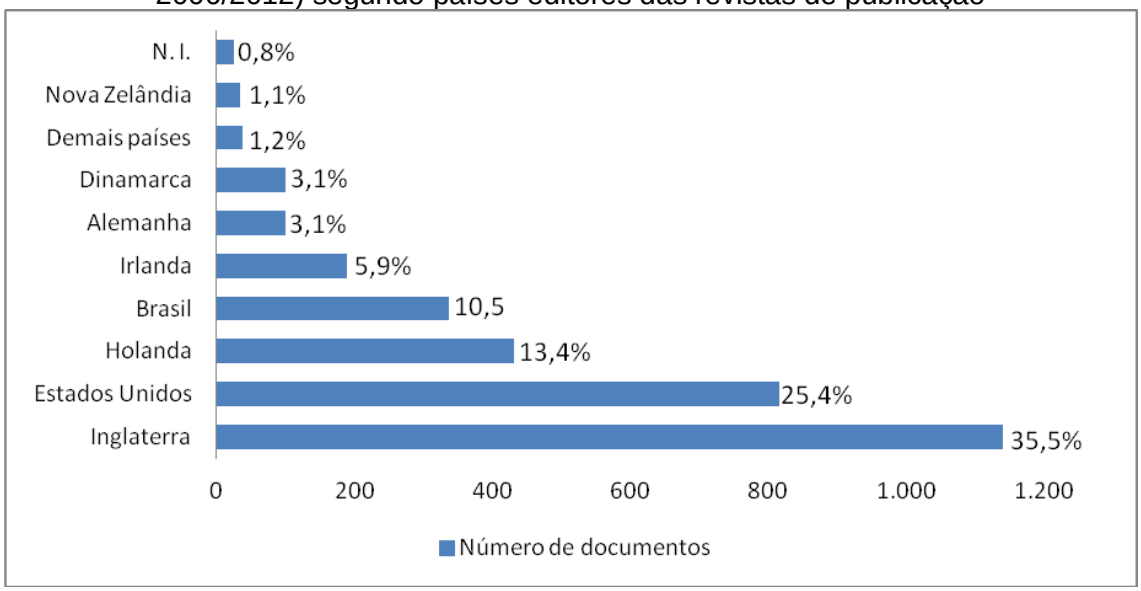
Fonte: WoS. Dados do autor
Nota: o traço indica inexistência de publicação.

4.1.3 Revistas de publicação

Na análise das fontes mais utilizadas para publicação pelos pesquisadores brasileiros de Toxicologia, no período de 2006-2012, foram identificadas 195 revistas, editadas em 21 países diferentes. A distribuição do número de documentos publicados conforme os países editores das revistas pode ser observada na figura 3. O país editor com maior número de publicações de autores do Brasil foi a Inglaterra, com 1.141 documentos publicados em 36 periódicos, representando 35,5% do total. Os Estados Unidos aparece como segundo colocado, com a publicação de 816 documentos em 60 revistas, representando 25,4% do total. O terceiro lugar é ocupado pela Holanda, responsável por 13,4% das publicações.

Entre as fontes mais utilizadas pelos pesquisadores foram identificadas 21 revistas do Brasil. Juntas elas foram responsáveis pela publicação de 338 dcumentos, o equivalente a 10,5% dos documentos.

Figura 3 - Distribuição por número de documentos da área de Toxicologia (WoS, 2006/2012) segundo países editores das revistas de publicação



Fonte: WoS. Dados do autor

Nota: a sigla N.I. indica que não foi encontrado país responsável pela edição do periódico

Os trabalhos foram majoritariamente publicados em revistas estrangeiras, responsáveis por 89,5% do total de publicações. Este fato pode estar associado também ao idioma dos documentos, que foram escritos na grande maioria em inglês, já que as revistas mais utilizadas para publicação tem como idioma de publicação o inglês.

O estudo sobre a produtividade científica brasileira de Leta (2012) apresenta tendência diferente dos resultados obtidos. A autora constatou que, tanto na Scopus como na WoS, entre os anos 2001-2010, houve um aumento das publicações brasileiras em periódicos nacionais, fato também justificado pela inclusão recente de novos periódicos nacionais nas bases. Segundo Leta (2012), pesquisadores de áreas experimentais como Biologia, Engenharias, etc., tendem a publicar mais em periódicos internacionais e no idioma inglês, do que os pesquisadores de Ciências Sociais, da Saúde e Agrárias. Em confirmação, no estudo de Vargas, Stumpf e Vanz (2014) sobre produtividade

brasileira em Ciências Agrárias, uma das principais áreas científicas do país, foi constatado alto percentual de publicações em periódicos nacionais: 53,5% do total da produção representada na WoS no período 2000-2011.

Para análise das revistas mais utilizadas para publicação foi elaborado um quadro com as 30 principais revistas. Neste quadro é apresentado o título do periódico, o número de documentos brasileiros publicados no período, percentual sobre o total das publicações, país de origem, idioma, fator de impacto (F.I.) e Quartil (Quadro 3).

FI e quartil são indicadores medidos pela Thomson Reuters a partir dos dados da WoS. O FI de um periódico é medido através do número de citações recebidas no corrente ano para os fascículos de dois anos atrás, pelo número de publicações deste mesmo periódico nestes dois anos (STREHL, 2005). Deste cálculo é gerado um número que então corresponde ao FI do periódico, que desde a sua criação e sua publicação anual pelo *Journal Citation Reports* (JCR) passa a ser utilizado como importante parâmetro de avaliação e comparação dos periódicos, tanto para os pesquisadores, como instituições e editores do conhecimento científico (STREHL, 2005). Quanto maior o FI de certo periódico, proporcionalmente, mais citado ele foi, o que o eleva a uma categoria de alto nível e visibilidade. O FI dos periódicos analisados foi extraído da edição de 2012 do JCR.

O quartil das revistas é medido conforme o FI. Com ele é possível comparar periódicos indexados na mesma área temática na base. A classificação por quartis apresenta a distribuição dos periódicos de áreas temáticas conforme o seu FI (JOURNAL CITATION REPORTS, 2012). Cada área do periódico pode estar classificada em um quartil, sendo no total, quatro (Q1>Q2>Q3>Q4). O quartil apresentado corresponde à área da Toxicologia, e também foi retirado da edição 2012 do JCR.

Quadro 3 – Relação das 30 revistas que mais publicaram documentos brasileiros na área da Toxicologia (2006-2012/WoS)

Título	N° Docs.	%	País	Idioma	F.I.	Quartil
Toxicon	465	14,4	Inglaterra	Multilingue	2,924	Q2
Journal of Venemous Animals and Toxins including Tropical Diseases	288	8,9	Brasil	Inglês	0,545	Q4
Toxicology Letters	179	5,6	Irlanda	Inglês	3,145	Q2
Food and Chemical Toxicology	149	4,6	Inglaterra	Multilingue	3,010	Q2
Ecotoxicology and Environmrntal Safety	121	3,7	Inglaterra	Inglês	2,203	Q3
Comparative Biochemistry and Physiology C-Toxicology & Pharmacology	98	3,0	Estados Unidos	Inglês	2,707	Q2
Mutation Research-Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis	97	3,0	Holanda	Inglês	2,220	Q3
Basic & Clinical Pharmacology & Toxicology	97	3,0	Dinamarca	Inglês	2,124	Q3
Marine Environmental Research	93	2,8	Inglaterra	Inglês	2,337	Q2
Chemico-Biological Interactions	93	2,8	Holanda	Inglês	2,967	Q2
Toxicology In Vitro	90	2,8	Inglaterra	Inglês	2,650	Q2
Bulletin of Environmental Contaminatios and Toxicology	72	2,2	Estados Unidos	Inglês	1,105	Q4
Environmental and Molecular Mutagenesis	63	1,9	Estados Unidos	Inglês	3,708	Q1
Ecotoxicology	48	1,4	Holanda	Inglês	2,773	Q2
Experimental and Toxicology Pathology	47	1,4	Alemanha	Inglês	2,622	Q2
Food Additives and Contaminants Part A-Chemistry Analysis Control Exposure & Risk Assessment	46	1,4	Inglaterra	Inglês	2,220	Q3
Archives of Toxicology	44	1,3	Alemanha	Inglês	5,215	Q1
Neurotoxicology	42	1,3	Holanda	Inglês	2,652	Q2
Archives of Environmental Contamination and Toxicology	42	1,3	Estados Unidos	Inglês	2,012	Q3
Journal of Applied Toxicology	42	1,3	Inglaterra	Inglês	2,597	Q2
Clinical Toxicology	40	1,2	Estados Unidos	Inglês	2,592	Q2
Journal of Toxicology and Eenvironmental Health-Part A-Current Issues	40	1,2	Estados Unidos	Inglês	1,733	Q3
Aquatic Toxicology	37	1,1	Holanda	Inglês	3,730	Q1
Human & Experimental Toxicology	37	1,1	Inglaterra	Inglês	1,453	Q4
Toxicology	36	1,1	Holanda	Inglês	4,017	Q1
Environmental Toxicology and Pharmacology	36	1,1	Holanda	Inglês	2,005	Q3
Reproductive Toxicology	34	1,0	Estados Unidos	Inglês	3,141	Q2
Toxicology Pathology	33	1,0	Estados Unidos	Inglês	2,063	Q3
Birth Defects Research Part A-Clinical and Molecular Teratology	33	1,0	Estados Unidos	Inglês	3,146	Q2
Environmental Toxicology and Chemistry	32	0,9	Estados Unidos	Inglês	2,618	Q2

Fonte: Wos. Dados do autor

O conjunto das 30 revistas foi responsável por 80% dos documentos publicados, com 2.574 documentos. Entre elas, apenas duas são multilíngues, o restante tem como idioma o inglês. As revistas norte-americanas representam a maioria, tanto no conjunto de análise (demonstrado no quadro 3) quanto no total geral. Das 30 revistas mais utilizadas para publicação, dez são dos Estados Unidos, oito da Inglaterra, sete da Holanda, duas da Alemanha. Brasil, Irlanda e Dinamarca constam na listagem dos títulos mais usados pelos pesquisadores para publicação com apenas uma revista, como mostra o Quadro 3.

Dos 30 periódicos analisados, a revista inglesa *Toxicon* foi a que mais publicou trabalhos brasileiros, 465 trabalhos, representando 14,4% do total. A revista é uma publicação oficial da Sociedade Internacional de Toxinologia, foi criada em 1963 e atualmente é editada pela Elsevier. É indexada pela base desde 1966. Em 2012, alcançou um FI de 2,924, relativamente alto se comparado ao FI da segunda revista da lista.

A revista *Journal of Venemous Animals and Toxins including Tropical Diseases* é publicada pelo Centro de Estudos de Venenos e Animais Peçonhentos (CEVAP) da Universidade Estadual Paulista (UNESP). Foi criada em 1995 e é indexada na WoS desde 2008. O total de documentos publicados nesta revista é de 288 documentos. Do grupo analisado, a revista apresenta o mais baixo FI (0,545), estando no quartil Q4 da área da Toxicologia.

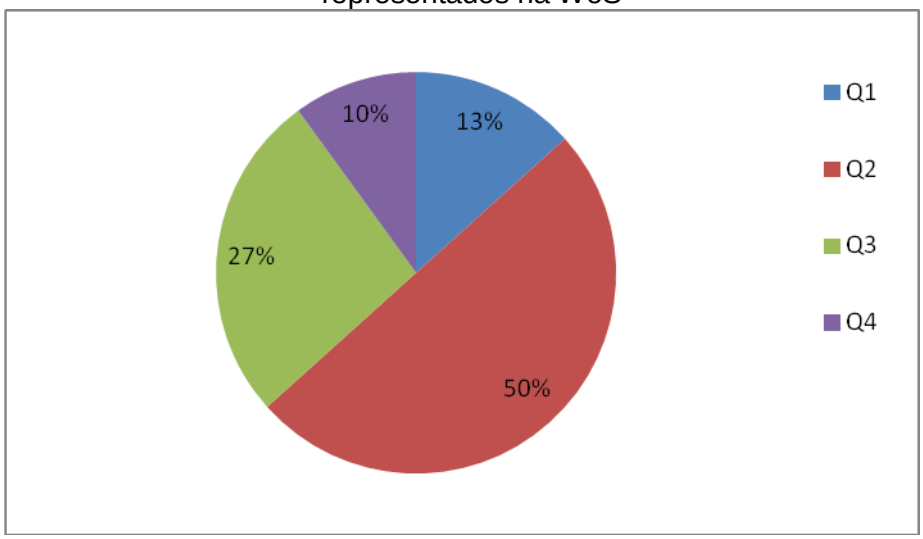
Na terceira posição está a revista científica irlandesa *Toxicoloy Letters*, editada pela Elsevier, que constitui publicação oficial do EUROTOX (Sociedades Europeias de Toxicologia). É responsável pela publicação de 179 trabalhos brasileiros, e já está incluída na base desde 1977. Com 149 documentos publicados, a revista, *Food and Chemical Toxicology,* da Elsevier é indexada desde 1982 pela WoS. A quinta colocada, a publicação inglesa *Ecotoxicology and Environmrntal Safety* indexada desde 1977, também editada pela Elsevier, publicou 121 trabalhos do Brasil.

As cinco primeiras revistas mais utilizadas pelos autores brasileiros para publicação apresentam características interessantes. Das cinco citadas, quatro são editadas pelo mesmo *publisher,* a importante editora Elsevier. E, excluindo-se a revista brasileira, *Journal of Venemous Animals and Toxins including Tropical Diseases,* recentemente incluída na base, todas as quatro são indexadas na ISI/WoS há pelo 30 anos, o que demonstra que são revistas tradicionais na área. Mérito reconhecido à

revista brasileira que sendo criada em 1995 e indexada em 2008 já apresenta número significativo de publicações.

Da análise geral pode-se destacar que as revistas mais utilizadas pelos autores brasileiros para publicação na área tem boa visibilidade, com altos fatores de impacto, como demonstra a análise relacionada aos quartis, representada na figura abaixo (Figura 4). É interessante destacar que os 30 periódicos estão bem qualificados na área. Em sua maioria, estão classificados em quartis mais elevados, de nível Q1 e Q2, representando 63% do total. O quartil com maior número de revistas é o Q2, com 15 revistas, e o menor número com Q4, com apenas três revistas, o que representa boa classificação das revistas utilizadas pelos pesquisadores brasileiros para publicação na área da Toxicologia.

Figura 4 – Distribuição percentual dos quartis das 30 revistas preferidas para publicação dos trabalhos brasileiros em Toxicologia nos anos de 2006-2012, representados na WoS



Fonte: WoS. Dados do autor

Comparando-se com os resultados da produção científica brasileira nas diversas áreas, que utiliza muitos periódicos nacionais para suas publicações e que por sua vez, possuem baixos fatores de impacto (LETA, 2011), as publicações brasileiras em Toxicologia são divulgadas em periódicos de maior visibilidade, que possuem melhores fatores de impacto.

4.1.4 Instituições mais produtivas

A produção científica brasileira em Toxicologia representada no WoS no período de 2006-2012 pode ser caracterizada também pela contagem das instituições mais produtivas na área. Para essa análise foi utilizado o método da contagem completa, que confere para cada instituição autora o valor de um documento, independente do número de instituições que participaram da autoria. Ou seja, se cinco instituições foram autoras de um trabalho, é contado um documento para cada instituição, de modo que a contagem seja distribuída igualmente entre todas.

Foram encontradas 1.152 instituições autoras para o total de 3.217 documentos da pesquisa. Foram analisadas mais detalhadamente as 29 primeiras instituições, autoras em 1.866 trabalhos. O grupo foi responsável por 58% do total e foi escolhido para análise, pois reúne as instituições mais produtivas e com até 30 documentos contabilizados (Tabela 4).

Tabela 4 – Instituições mais produtivas na área da Toxicologia brasileira representada nos WoS (2006-2012)

Instituição	N° docs.	%
Universidade de São Paulo (USP)	768	11,0
Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho (UNESP)	499	7,2
Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)	246	3,5
Universidade Federal do Rio Grande Sul (UFRGS)	239	3,4
Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)	238	3,4
Instituto Butantan (IB)	204	2,9
Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)	170	2,4
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)	155	2,2
Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)	136	2,0
Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP)	136	2,0
Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ)	130	1,9
Fundação Universidade Federal de Rio Grande (FURG)	107	1,5
Universidade Federal do Ceará (UFC)	97	1,4
Universidade Federal do Paraná (UFPR)	85	1,2
Universidade de Brasília (UNB)	85	1,2
Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR)	85	1,2
Universidade Estadual de Londrina (UEL)	78	1,1
Universidade Luterana do Brasil (ULBRA)	77	1,1
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)	63	0,9

Continua

Continuação

Instituição	N° docs.	%
Universidade Federal Fluminense (UFF)	57	0,8
Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)	54	0,8
Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande Sul (PUCRS)	51	0,7
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)	50	0,7
Universidade Federal do Pará (UFPA)	49	0,7
Fundação Ezequiel Dias (FUNED)	45	0,6
Universidade Federal de Uberlândia (UFU)	37	0,5
Universidade Federal da Bahia (UFBA)	34	0,5
Universidade Estadual de Maringá (UEM)	33	0,5
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)	30	0,4
Total	**6959**	**58,0**

Fonte: WoS. Dados do autor

As instituições mais produtivas, como se pode observar no Tabela 4, são, em maioria, instituições públicas, principalmente universidades federais ou estaduais. A grande concentração da pesquisa brasileira em instituições do setor público é apontada em vários estudos sobre a produtividade científica nacional, como os de Leta; Glänzel; Thijs (2006), FAPESP (2011) e Leta (2012). Segundo os trabalhos citados, o conhecimento científico brasileiro é principalmente desenvolvido em instituições públicas, universidades ou institutos de pesquisa governamentais, concentrados nas regiões Sudeste e Sul do Brasil.

O setor público absorve grande parte dos pesquisadores, em especial as universidades que além de formarem os pesquisadores, com os Programas de Pós-Graduação (PPGs), também os empregam, sendo reduzido o número de cientistas admitidos no setor privado. Cruz e Chaimovich (2010, p. 111), em estudo sobre a ciência brasileira, afirmam que: “A grande maioria dos pesquisadores brasileiros é composta por acadêmicos”. O percentual de pesquisadores em cargos universitários de tempo integral é de 57% do total.

A concentração da produção científica brasileira em poucas instituições é uma característica apontada por Cruz (2007, p. 78), sendo que um pequeno número de instituições brasileiras é responsável por uma parcela significativa da produção. O autor cita estudo de 1999, quando foi constatado que apenas 16 universidades brasileiras eram responsáveis por 80% de toda produtividade científica do país. Completa a análise com o destaque da constante soberania de produção científica do

estado de São Paulo sobre os demais estados brasileiros, justificada, principalmente, pela estabilidade de financiamento do estado e pela presença de instituições como a USP e UNESP.

A instituição mais produtiva na área de Toxicologia é a USP, universidade mantida pelo estado de São Paulo. Em percentuais, ela responde por 11,0% do total da produção. Na área de Toxicologia, a USP mantém dois programas de pós-graduação, Toxicologia e Análises Clínicas, com conceito 5 na última avaliação da CAPES, e no campus de Ribeirão Preto, o programa Toxicologia, com conceito 6.

A UNESP ocupa a segunda posição entre as instituições mais produtivas, com 499 documentos, representado 7,2% do total. A universidade paulista também é mantida pelo governo estadual. Na área da Toxicologia não possui PPG, entretanto, no campus de Botucatu, mantém o Centro de Assistência Toxicológica (CEATOX), que oferece curso Latu Sensu em Toxicologia, além de prestar assistência toxicológica, desenvolver a pesquisa e participar na formação de profissionais na área da Toxicologia (CEATOX, 2013)[5].

A terceira colocada é a UFSM, universidade federal, instalada na cidade gaúcha de Santa Maria, que mantém PPG na área de Ciências Biológicas (Bioquímica Toxicológica) em nível de mestrado e doutorado com nota 5 na avaliação trienal da CAPES em 2013. A quarta instituição mais produtiva na área é a UFRGS, com 239 documentos.

De volta ao sudeste brasileiro, a UNICAMP, universidade estadual paulista, ocupa o quinto lugar na lista de instituições mais produtivas. Mantém um Centro de Controle de Intoxicações de Campinas (CCI) desde 1982, atuando no combate e na prevenção de intoxicações.

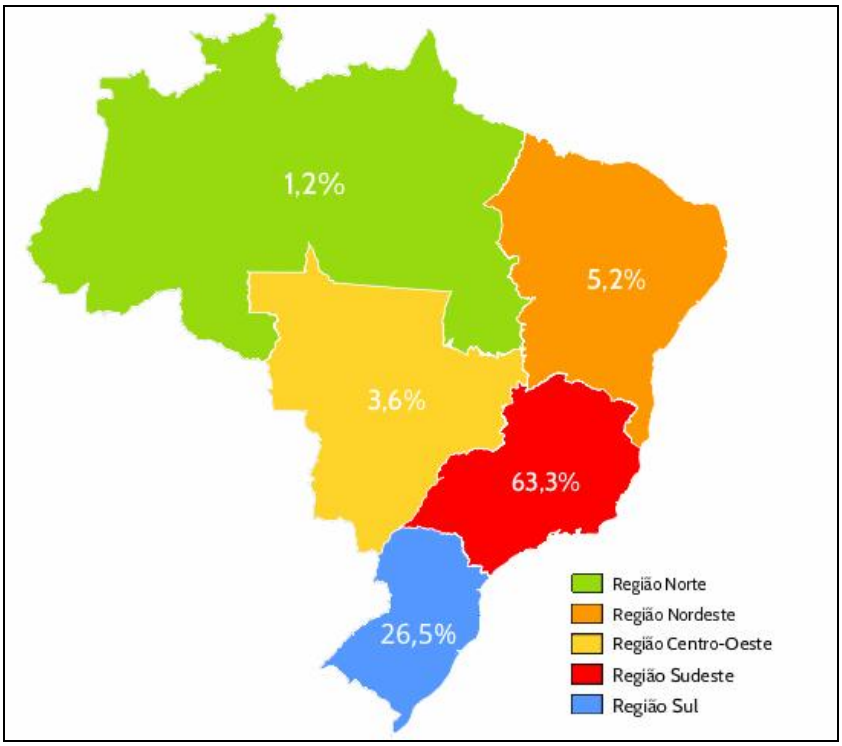
O Instituto Butantan, vinculado à Secretaria da Saúde do Estado de São Paulo foi responsável por 204 documentos. A instituição é considerada um dos mais importantes centros de pesquisa biomédica do mundo. Oferece PPG, em nível de mestrado e doutorado, na área da Toxinologia, avaliado com nota 5 pela CAPES.

A pesquisa e produção científica na Toxicologia brasileira, é realizada principalmente nas universidades e institutos públicos e está concentrada geograficamente nas regiões Sudeste e Sul do Brasil. A produção em Toxicologia

[5] Documento eletrônico. Site institucional. Disponível em: <http://www.ibb.unesp.br/>. Acesso em 16 maio 2014.

nestas duas regiões soma 89,8% em relação ao total, com destaque para a região Sudeste que é responsável por 63,3% da produção (Figura 5).

Figura 5 – Percentual de produção científica em Toxicologia distribuída por regiões brasileiras



Fonte: WoS. Dados do autor

Entre as 29 instituições mais produtivas analisadas, somente duas são privadas, a ULBRA e a PUCRS. A produção da ULBRA é de 77 documentos, responsável pela autoria de 1,1% dos trabalhos. A universidade mantém PPG na área de Genética e Toxicologia Aplicada, em nível de mestrado e doutorado com nota 3 em avaliação da CAPES. A PUCRS aparece como instituição autora em 51 documentos, representando um percentual de 0,7% em relação ao total. A universidade oferece um curso de especialização na área de Farmacologia e Toxicologia. O destaque desses dados é interessante, pois além de serem instituições de ensino privado, se localizam no Estado do Rio Grande do Sul, que tem importante parcela na produção científica na área da Toxicologia.

Os institutos de pesquisa apresentados na lista merecem comentário, pois são importantes produtores, tanto na área estudada, como também na produção científica brasileira (LETA; GLÄNZEL; THIJS, 2006). O instituto de pesquisa mais produtivo é o IB que foi anteriormente apresentado. A FIOCRUZ é uma instituição pública federal,

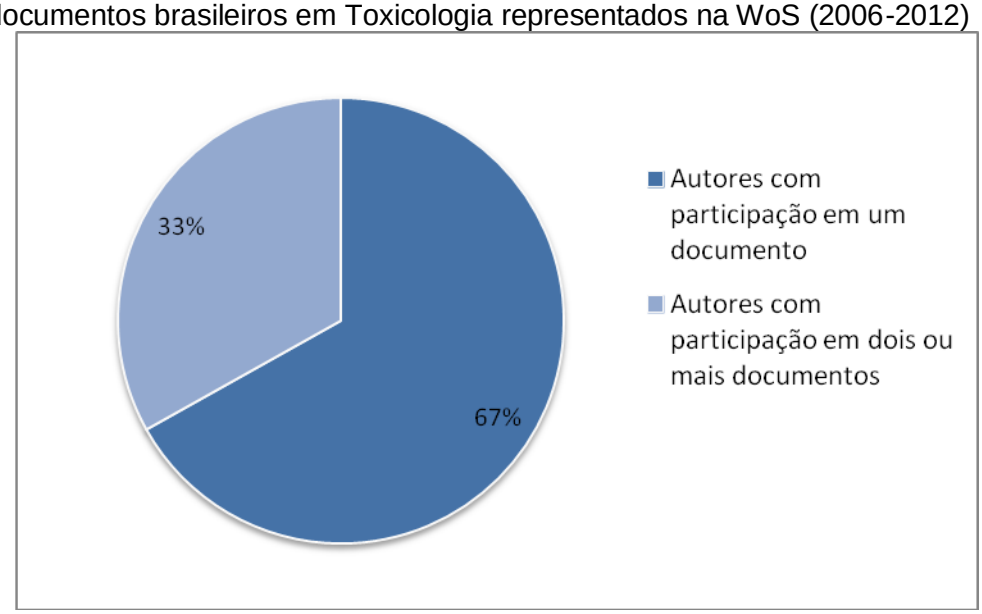
vinculada ao Ministério da Saúde que atua na área da pesquisa em saúde pública. A EMBRAPA, também subordinada ao governo federal, vinculada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, coordena o sistema de pesquisa agrícola nacional. E como importante centro de pesquisa mineiro, temos a FUNED que também atua na área de saúde pública e fabricação de soros.

4.1.5 Autores mais produtivos

Na produção total de 3.217 documentos foram identificados 9.864 autores. Na análise deste conjunto de documentos, foi possível observar que há um grande número de autores com uma baixa produtividade e, em contrapartida, poucos autores com altos índices de produção científica. Com apenas um documento aferido são 6.597 autores, representando 66,9% do total de autores; com dois documentos, são 1.598 autores (16,2%).

Com estes resultados, seria possível a aplicação da lei de Lotka (lei do quadrado inverso), pois, conforme constatado, temos um pequeno grupo de autores altamente produtivos e um grande grupo com baixa produtividade (ARAÚJO, 2006). Um provável motivo para esta ocorrência pode ser o fato de a área de Toxicologia possuir caráter multidisciplinar e experimental. Assim, um pesquisador de certa área pode ter contribuído com parcela específica e pontual para um estudo, contabilizando um trabalho. Entretanto, sua participação pode ter ocorrido devido à demanda específica. A figura 6 ilustra o percentual de autores com participação em um documento, representando 6.597 autores.

Figura 6 – Percentual de autores com participação na autoria de um ou dois ou mais documentos brasileiros em Toxicologia representados na WoS (2006-2012)



Fonte: WoS. Dados do autor

Para análise detalhada de autoria, foram organizados, na tabela 5, os primeiros 46 autores mais produtivos conforme número de documentos (no mínimo 20 documentos). O conjunto de autores participou da autoria de 1.491 trabalhos, ou seja, 46,3% da produção científica brasileira em Toxicologia representada na WoS nos anos de 2006-2012.

Tabela 5 – Autores mais produtivos da Toxicologia brasileira representada na WoS (2006-2012)

Autor	Docs.	Instituição	Nível CNPq
João Batista da Teixeira da Rocha	113	UFSM	1A
Cristina Wayne Nogueira	90	UFSM	1A
Marcelo Farina	47	UFSC	1C
Manoel Odorico de Moraes Filho	45	UFC	1A
Fernando Barbosa Júnior	44	USP	1D
Daisy Maria Favero Salvadori	44	UNESP	1A
José María Monserrat	42	FURG	2
Adalto Bianchini	39	FURG	1A
Afonso Celso Dias Bainy	38	UFSC	1B
Joao Antonio Pegas Henriques	38	UFRGS	1A
Sergio Marangoni	37	UNICAMP	1A
Paulo Hilário Nascimeno Saldiva	37	USP	1A
Claudio do Ó Pessoa	34	UFC	1B
Lusânia Maria Greggi Antunes	33	USP	1D

Continua

Continuação

Autor	Docs.	Instituição	Nível CNPq
Alcir Luiz Dafre	31	UFSC	2
Gilson Rogério Zeni	31	UFSM	1A
Benedito Barraviera	31	UNESP	-
Silvana Lima Gorniak	30	USP	1C
Stephen Hyslop	30	UNICAMP	1C
Andreimar Martins Soares	29	FIOCRUZ	-
José Claudio Fonseca Moreira	29	UFRGS	1A
Marcos Hikari Toyama	29	UNESP	1D
Leticia Veras Costa Lotufo	29	UFC	1C
Eduardo Mello de Capitani	29	UNICAMP	-
Fabio Bucaretchi	29	UNICAMP	-
José Gaforre Dórea	27	UNB	1A
José Eduardo Tanus dos Santos	26	USP	1A
Daniel Araki Ribeiro	26	UNIFESP	2
Jeferson Luis Franco	25	UNIPAMPA	2
Luís Fernando Barbisan	25	UNESP	2
Jenifer Saffi	25	UFCSPA	1C
Monica Valdyrce dos Anjos Lopes Ferreira	24	IBU	1D
Maria de Lourdes Pires Bianchi	23	USP	2
Antonio Cardozo dos Santos	23	USP	2
Mário Sérgio Mantovani	23	UEL	1C
Roger Stacke Ferreira	23	FURG	-
Michael Aschner*	23	-	-
Vania Lucia Loro	22	UFSM	1D
Francisco José Roma Paumgartten	22	FIOCRUZ	1D
Mauricio Reis Bogo	22	PUCRS	1D
Carla Denise Bonan	22	PUCRS	1C
Helena Serra Azul Monteiro	21	UFC	1C
Carlos Delfin Chávez Olórtegui	21	UFMG	1C
João Lauro Viana de Camargo	20	UNESP	2
Wilma de Grava Kempinas	20	UNESP	1D
Sandra Helena Poliselli Farsky	20	USP	1D
Total (46 autores)	**1491**		

Fonte: WoS. Dados do autor
*Autor estrangeiro

Entre os autores mais produtivos, oito são vinculados à USP e seis à UNESP. Nota-se que tanto em análise de produtividade institucional quanto na autoral, as duas instituições paulistas são as primeiras colocadas em ambas listagens. Em seguida,

estão autores vinculados as seguintes universidades: UNICAMP, UFSM, FURG, etc. Atenta-se ao fato de que os autores mais produtivos atuam em instituições das regiões Sul e Sudeste do país.

O pesquisador com o maior número de trabalhos foi João Batista da Teixeira da Rocha, com participação em 113 documentos. O pesquisador, doutor em Ciências Biológicas, colaborou para a produção de 3,5% de toda a produção brasileira em Toxicologia nos anos de 2006-2012. Atualmente é professor na UFSM com dedicação exclusiva, atuando no Centro de Ciências Naturais e Exatas. O autor é bolsista pesquisador nível 1A do CNPq, membro do conselho editorial de sete revistas científicas e revisor de inúmeras outras, nacionais e internacionais. Suas áreas de pesquisa são a Farmacologia, Toxicologia, Bioquímica e Educação em Ciências.

Também da UFSM, a professora Cristina Wayne Nogueira é a segunda colocada em produtividade, com 90 documentos. Pesquisadora nível 1A do CNPq é doutora em Ciências Biológicas, sua área de atuação é a Bioquímica com ênfase em Bioquímica Toxicológica. Em 2010, foi agraciada pela Elsevier com o Prêmio Scopus Brasil, que reconhece talento e dedicação de pesquisadores ao redor do mundo, sendo um dos critérios utilizados a publicação na Scopus e as citações recebidas (ELSEVIER, 2014).[6]

O terceiro autor mais produtivo identificado foi Marcelo Farina, professor da UFSC. Sua contribuição foi de 47 trabalhos, o pesquisador é doutor em Ciências Biológicas, bolsista CNPq nível 1C. Sua área de atuação é a Toxicologia e integra o corpo editorial de três periódicos internacionais.

A quarta maior contribuição é a do médico e professor da UFC, Manoel Odorico de Moraes Filho. Doutor em Oncologia pela Universidade de Oxford, atua na área da Farmacologia com ênfase na Oncologia. O pesquisador é professor orientador em dois PPG, bolsista nível 1A do CNPq, membro de inúmeras sociedade e conselhos da área. Foi responsável pela implementação do Laboratório de Oncologia Experimental e do Núcleo de Pesquisa e Desenvolvimento de Medicamentos, ambos na UFC, seu último prêmio foi Menção Honrosa, concedido pela Sociedade Brasileira de Farmacologia e Terapêutica Experimental, em 2012 e produziu 45 trabalhos no período.

[6] Documento eletrônico. Site Elsevier. Disponível em: <http://www.americalatina.elsevier.com/sul/pt-br/eventos/premio_scopus.php>. Acesso em 18 maio 2014.

Com participação em 44 documentos, o pesquisador Fernando Barbosa Júnior da USP é doutor em Química, e professor da Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto. É pesquisador bolsista nível 1D do CNPq e atua na área da Toxicologia. Com o mesmo número de trabalhos, a pesquisadora Daisy Maria Favero Salvadori é bolsista nível 1A e atua na área da Genética. É pesquisadora da UNESP, assessora da Vice-Reitoria dessa universidade e Vice-Presidente da Sociedade Brasileira de Mutagênese, Carcinogênese e Teratogênese Ambiental.

Entre os autores listados, a maioria atua em universidades e institutos de pesquisa, recebem bolsa de pesquisa do CNPq e são doutores e pós-doutores. Os pesquisadores atuam em diferentes frentes de pesquisas, em subáreas com alto nível de especialização, entretanto a maioria deles na grande área das Ciências Biológicas. Os autores com maiores contribuições para a área da Toxicologia estão vinculados às instituições mais produtivas nessa área, o que reitera os dados apresentados.

4.2 INDICADORES DE COLABORAÇÃO CIENTÍFICA

A seção é destinada à apresentação dos resultados relativos à colaboração científica, baseada na coautoria dos trabalhos brasileiros em Toxicologia dos anos de 2006-2012 representados na WoS. As análises compreendem autores, instituições e países colaboradores.

4.2.1 Colaboração entre autores

Entre os 3.217 trabalhos analisados nesta pesquisa foram identificados 9.892 autores diferentes. A média foi de 6,1 autores por trabalho no período de 2006-2012. Em exame mais aprofundado dos dados, pôde-se constatar a média de autores por documento segundo o ano de publicação. A maior média de autores ocorreu no ano de 2011, com 6,7 autores por trabalho. No ano de 2008, observou-se a menor média, de 5,6 autores. Comparando o ano inicial da pesquisa (2006) com o final (2012) houve aumento na média de autores por documento, em percentual de 15,9% (Tabela 6).

Tabela 6 – Distribuição anual de autores por documentos publicados em Toxicologia (WoS/2006-2012)

Ano	Documentos	Autores	Média anual de autores	% de crescimento
2006	331	1.895	5,7	-
2007	368	2.146	5,8	0,2%
2008	502	2.851	5,6	-2,8%
2009	447	2.670	5,9	5,2%
2010	490	3.023	6,1	3,1%
2011	513	3.460	6,7	9,4%
2012	566	3.753	6,6	-1,7%
Total	**3.217**	**19.789**	**6,1**	15,9%

Fonte: WoS. Dados do autor
Nota: o traço representa inexistência de indicativo de crescimento, por ser o ano inicial da pesquisa

Em trabalho de Fukushima e Azevedo (2008), foi apresentada estatística sobre os congressos brasileiros de Toxicologia. No estudo foi identificada a média de autores por trabalho nestes congressos, que foi de 2,7 autores por trabalho. As médias de autores deste estudo referem-se somente a um tipo de documento e a um evento específico, motivos que justificam a diferença entre os valores das médias encontradas.

Na análise descritiva dos dados, pôde-se verificar que o número máximo de autores por artigo encontrado foi 40 autores. O artigo, em inglês, foi publicado na revista *Environmental Health Perspectives* no ano de 2006, e se intitula: *Workgroup report: public health strategies for reducing aflatoxin exposure in developing countries.* O artigo foi escrito por um grupo de trabalho composto por especialistas e pesquisadores das áreas biomédicas. Apresenta as discussões do grupo na matéria de contanimação pela aflatoxina nos países em desenvolvimento e os resultados da pesquisa. Os autores são filiados a 26 instituições diferentes, de 15 países, com participação brasileira do Instituto Adolfo Lutz.

Quanto à tendência de publicação em coautoria, constatou-se que os documentos com seis autores foram os de maior frequência (14,7%), sendo este valor compatível com a da média acima demonstrada. Os trabalhos com cinco e quatro autores seguem na lista com respectivamente 13,9% e 13,6% no total da produção (Tabela 7).

Tabela 7 – Número de autores vinculados aos documentos brasileiros na área de Toxicologia representada na WoS (2006-2012)

Número de autores	Número de documentos	%
Um autor	93	2,9
Dois autores	171	5,3
Três autores	309	9,6
Quatro autores	439	13,6
Cinco autores	448	13,9
Seis autores	473	14,7
Sete autores	381	11,8
Oito autores	307	9,5
Nove autores	205	6,4
Dez autores	157	4,9
Onze ou mais autores	234	7,3
Total	**3.217**	**100,0**

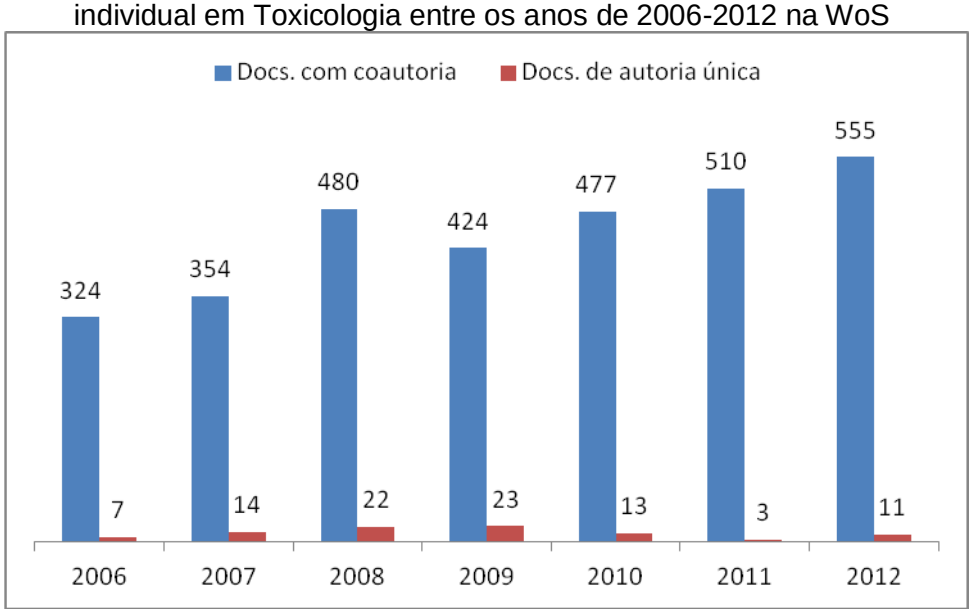
Fonte: Wos. Dados do autor

Entre 3.217 documentos desta análise bibliométrica, 3.124 foram publicados em coautoria, com dois ou mais autores. Em percentuais, os documentos em coautoria representam 97,1% em relação ao número total dos trabalhos, com autoria única são 93 documentos (2,9%).

Na análise anual da produção com coautoria foi possível perceber que houve, na maioria dos anos, aumento do número de documentos em coautoria. Observou-se que somente ao se comparar os anos de 2008 e 2009 é que houve diminuição no número de documentos, enquanto que em 2008 tivemos um aumento de 35,6% em relação ao ano de 2007(Figura 7).

Em 2006 foram publicados 324 trabalhos em coautoria. Já em 2012, foram identificados 555 trabalhos em coautoria, então neste intervalo houve um crescimento de 231 documentos em coautoria, 71,3% de aumento. Fica evidente que na área da Toxicologia a coautoria é prática nas publicações dos pesquisadores brasileiros e vem, nos últimos anos, aumentando seus índices. Na análise dos documentos de autoria única não se observou tendência constante no decorrer do período analisado, sendo os índices divergentes na estratificação anual.

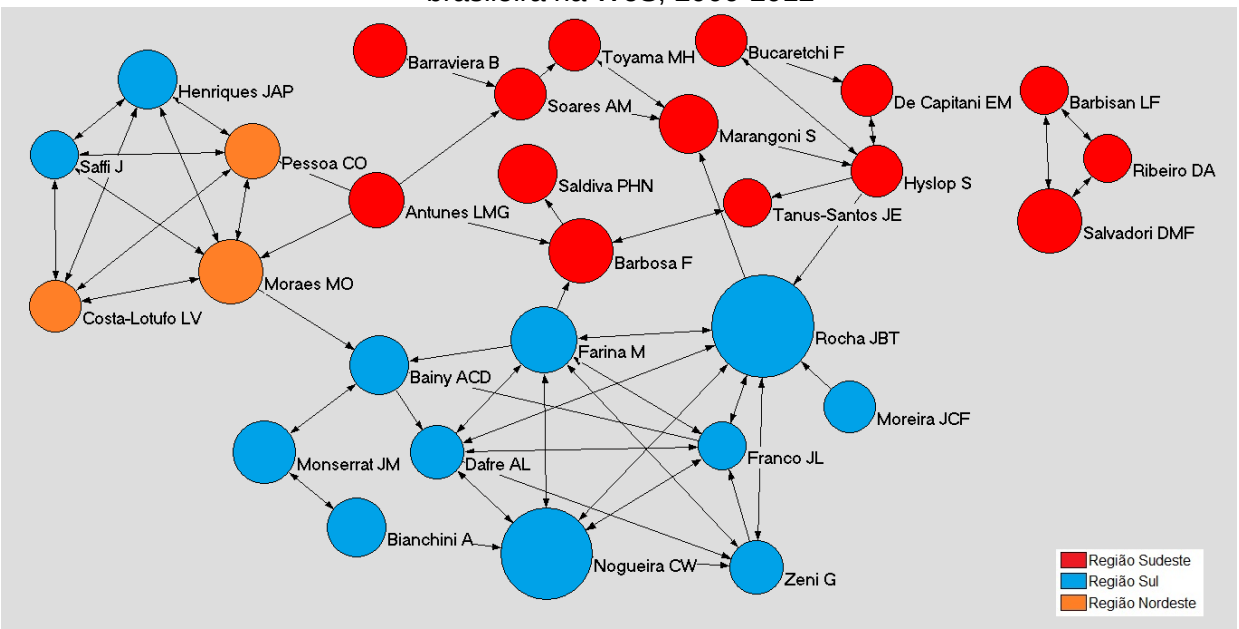
Figura 7 – Estratificação anual dos documentos brasileiros com coautoria e de autoria individual em Toxicologia entre os anos de 2006-2012 na WoS



Fonte: WoS. Dados do autor

Através do *software* Pajek, foi elaborado um mapa de colaboração entre os autores. Para melhor visualização e entendimento das redes de colaboração, foram selecionados os 31 autores mais produtivos (com no mínimo 25 documentos). Os autores são representados pelos círculos, que variam conforme o número de documentos vinculados a cada autor. Os círculos maiores representam autores mais produtivos, as cores identificam a região de atuação profissional do autor (Figura 8).

Figura 8 – Mapa de coautoria individual dos 31 autores mais produtivos em Toxicologia brasileira na WoS, 2006-2012



Fonte: WoS. Dados do autor. Pajek

Na análise do mapa de coautoria é possível perceber claros agrupamentos conforme a região do país. Na área inferior do mapa observamos um agrupamento (*cluster*) com alto índice de autores da cor azul, ou seja, autores da região Sul, pesquisadores das instituições: UFSM, UFSC, UFRGS, FURG e UNIPAMPA. Neste *cluster* nota-se que há colaboração entre os autores desta região, assim como é demonstrado na área superior do lado esquerdo, onde autores da região Nordeste (pesquisadores da UFC) colaboram entre si.

Sobre o mapa de coautoria pode-se identificar ainda que os autores mais produtivos da Toxicologia brasileira, representados graficamente pelos círculos maiores, são aqueles que contêm alto nível de colaboração com os autores do mapa, sendo, portanto além dos autores mais produtivos, os mais colaboradores. Esse comportamento foi identificado por Meadows (1999) que afirma que autores mais produtivos tendem a ser mais colaborativos.

Sobre a localização geográfica dos autores e sua relação com a coautoria, Katz e Martin (1997) afirmam que a colaboração entre autores é encorajada pela proximidade física, dada a possibilidade e facilidade de comunicação entre os colaboradores. Reiterando as afirmações de Katz e Martin (1997), os dados do presente trabalho mostram os autores brasileiros mais produtivos em Toxicologia tendem a colaborar com seus colegas pesquisadores de instituições geograficamente próximas.

No mapa destaca-se ainda a concentração dos pesquisadores do Sudeste do Brasil. É visível o agrupamento no mapa, indicando que a colaboração autoral é mais frequente entre os autores da região. Rocha, JBT (UFSM), autor com maior produtividade nesta pesquisa, é colaborador com no mínimo oito autores das regiões Sul e Sudeste do Brasil.

4.2.2 Colaboração entre instituições

Para a verificação da colaboração interinstitucional (abrangendo instituições nacionais e estrangeiras) foram realizadas as análises apresentadas a seguir. No total de documentos foram encontrados 2.006 trabalhos com coautoria institucional, ou seja, com duas ou mais instituições autoras, o equivalente a 62,4% do total das publicações brasileiras de Toxicologia indexadas na WoS entre 2006-2012. Com

autoria institucional única foram encontrados 1.203 documentos, 37,4% do total. Os trabalhos sem identificação institucional, que não apresentaram campo *Address* preenchido, representaram 0,2% do total, com oito documentos.

Tabela 8 – Número de documentos brasileiros com e sem colaboração institucional na área de Toxicologia representada na WoS (2006-2012)

Ano	N° de docs com autoria institucional única	%	N° de docs com duas ou mais instituições	%	N° de docs. sem identificação	%	Total
2006	139	42,0	191	57,7	1	0,3	331
2007	136	37,0	229	62,2	3	0,8	368
2008	216	43,0	286	57,0	0	0,0	502
2009	173	38,7	273	61,1	1	0,2	447
2010	183	37,3	307	62,7	0	0,0	490
2011	171	33,3	339	66,1	3	0,6	513
2012	185	32,7	381	67,3	0	0,0	566
TOTAL	**1.203**	**37,4**	**2.006**	**62,4**	**8**	**0,2**	**3.217**

Fonte: WoS. Dados do autor

Como mostra a tabela acima, a colaboração entre instituições teve aumento considerável: no ano de 2006, os trabalhos com coautoria institucional somavam 191 documentos, em 2012, 381 documentos. O número de publicações em coautoria interinstitucional aumentou 99,5% no intervalo. O número de documentos com autores de uma única instituição também aumentou no período, foi registrada alta de 37%, de 139 documentos em 2006, para 185 no ano de 2012 (Tabela 8).

A análise dos percentuais anuais de trabalhos com autoria institucional única e múltipla demonstra tendência de crescimento dos documentos com coautoria institucional. Em 2006, o percentual de trabalhos com coautoria institucional sobre o total era de 57,7%, em 2012, 67,3%. Em contrapartida, os percentuais dos documentos com autoria institucional única foram diminuindo ao longo dos anos.

A média geral de instituições por documento foi 2,16 instituições, excluindo-se os registros sem identificação funcional. O número máximo de instituições vinculadas a um único documento foi 32 instituições, identificada na revisão intitulada *The HUman MicroNucleus project on eXfoLiated buccal cells (HUMNXL): The role of life-style, host factors, occupational exposures, health status, and assay protocol*, publicada em

inglês, em 2011, na revista *Mutation Research Reviews.* Nesta revisão foram computadas seis instituições brasileiras diferentes.

Em relação ao perfil das publicações em coautoria, 1.080 documentos (33,6% do total geral) foram escritos por duas instituições; e com três autores de instituições diferentes foram encontrados 570 publicações, 17,7% dos trabalhos totais. A tabela abaixo mostra mais detalhadamente os valores conforme número de instituições vinculadas (Tabela 9).

Tabela 9 – Perfil dos documentos segundo número de instituições autoras em Toxicologia brasileira representada na WoS (2006-2012)

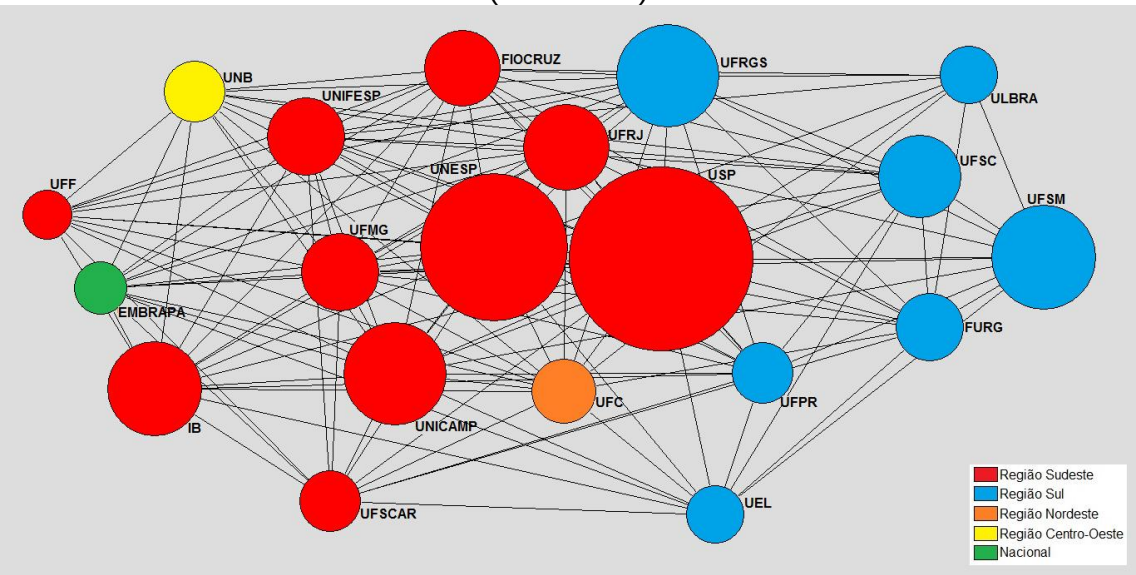
Número de instituições	Número de documentos	%
Autoria institucional única	1.203	37,4
Duas instituições	1.080	33,6
Três instituições	570	17,7
Quatro instituições	216	6,7
Cinco instituições	74	2,3
Seis a dez instituições	53	1,6
Onze ou mais instituições	13	0,4
Sem identificação institucional	8	0,2
Total	**3.217**	**100,0**

Fonte: WoS. Dados do autor

Para complementar as análises de colaboração interinstitucional foi elaborado mapa da rede de colaboração das 20 instituições brasileiras mais produtivas na área de Toxicologia. No mapa, pode-se perceber que a rede de colaboração entre essas instituições é complexa, ou seja, o conjunto dessas vinte instituições são bastante colaborativas entre si.

No mapa é possível identificar ainda a existência de dois agrupamentos (*clusters*) distintos caracterizados principalmente pela região do país. No lado direito do mapa se constata a presença do *cluster* com instituições localizadas ao Sul, como UFSM, UFSC, FURG, UFRGS, ULBRA, UFPR e UEL, que pela sua proximidade geográfica são colaboras entre si. No lado esquerdo, temos o *cluster* do Sudeste do Brasil, representado principalmente por instituições dos estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais.

Figura 9 – Mapa de colaboração institucional da Toxicologia brasileira representada na WoS (2006-2012)



Fonte: WoS. Dados do autor
Nota: a instituição EMBRAPA por conter unidades descentralizadas em todas as regiões do país, foi considerada instituição de nível nacional.

Em análise aprofundada dos dados, foi possível quantificar o número de publicações em coautoria institucional das instituições que foram analisadas no mapa acima. A USP foi a instituição com maior número de trabalhos produzidos em colaboração com outras instituições, 551 documentos. A instituição com o segundo maior número de documentos escritos em coautoria institucional foi a paulista UNESP, com 297 trabalhos. Em terceiro e quarto lugar estão UFSM e UFRJ, com 196 documentos cada, e na quinta posição a UNICAMP com 189 documentos publicados em coautoria institucional (Tabela 10).

Tabela 10 – Número de documentos em coautoria institucional das 20 instituições brasileiras mais produtivas na área de Toxicologia representada na WoS (2006-2012)

Instituição	Nº de docs. com coautoria institucional	%
Universidade de São Paulo	551	20,1
Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho	297	10,8
Universidade Federal de Santa Maria	196	7,2
Universidade Federal do Rio de Janeiro	196	7,2
Universidade Estadual de Campinas	189	6,9
Instituto Butantan	160	5,8
Universidade Federal do Rio Grande Sul	144	5,3
Universidade Federal de Santa Catarina	121	4,4
Universidade Federal de Minas Gerais	109	4,0
Universidade Federal de São Paulo	117	4,3
Fundação Oswaldo Cruz	96	3,5
Universidade Federal do Ceará	79	2,9
Fundação Universidade Federal de Rio Grande	61	2,2
Universidade Federal do Paraná	66	2,4
Universidade Luterana do Brasil	68	2,5
Universidade Federal de São Carlos	62	2,3
Universidade de Brasília	61	2,2
Universidade Estadual de Londrina	59	2,2
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária	58	2,1
Universidade Federal Fluminense	49	1,8
Total	2739	100,0

Fonte: WoS. Dados do autor

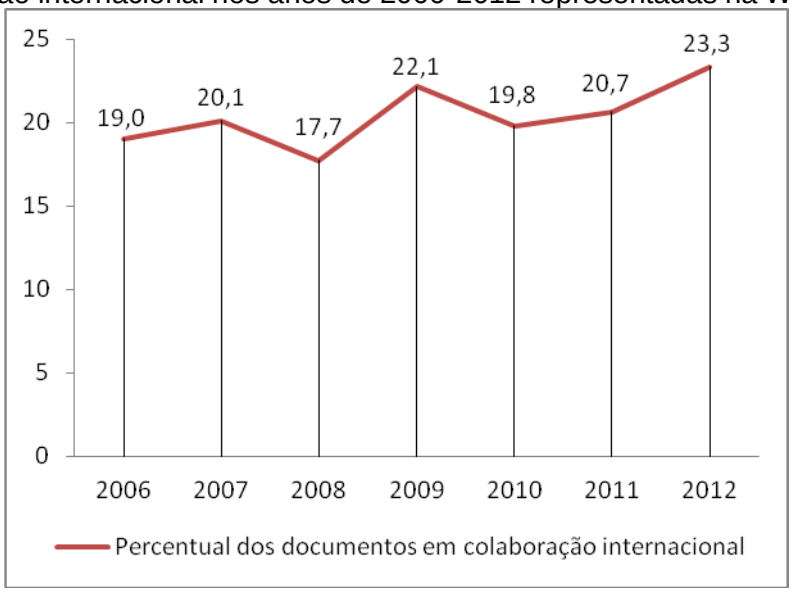
4.2.3 Colaboração internacional

Entre os 3.217 trabalhos que integram esta pesquisa, 660 documentos (20,5%) foram publicados por autores brasileiros em colaboração com pesquisadores de diferentes países. No período analisado, o número de publicações em coautoria internacional aumentou em 109,5% passando de 63 trabalhos em 2006 para 132 em 2012.

Em análise anual dos percentuais de publicações com coautoria internacional observou-se a variância destes valores, que entre os anos de 2006 a 2010 ora aumentava, ora diminuía, conforme ilustra gráfico abaixo (Figura 10). Apesar desta variabilidade, a partir do ano de 2010 o percentual de coautoria internacional mantém crescimento anual de valores de publicações em coautoria internacional.

Em estudo aplicado a Ciências Agrárias, Vargas (2014) identificou comportamento contrário ao da Toxicologia. Em seu estudo, o percentual de colaboração científica internacional apresentou decréscimo no período analisado (2000-2010). Situação semelhante foi demonstrada por Vanz (2009) que evidenciou a tendência de redução da colaboração internacional brasileira nos anos de 2004 a 2006 e também pela FAPESP (2011), que associa este fato ao amadurecimento da pós-graduação e investimento em CT&I.

Figura 10 – Percentuais anuais de publicações brasileiras em Toxicologia com colaboração internacional nos anos de 2006-2012 representadas na WoS



Fonte: WoS. Dados do autor

O maior percentual de colaboração internacional foi registrado no ano de 2012, com 132 trabalhos (23,3%), em comparação com o ano anterior ocorreu um aumento de 24,5% de trabalhos em coautoria internacional. Este dado acentua particularidade da Toxicologia brasileira, que além de contrariar tendência nacional, ainda apresentou significativo aumento da colaboração internacional. A demonstração completa dos dados referentes à colaboração internacional é disposta na Tabela 11.

Tabela 11 – Publicações brasileiras em Toxicologia com e sem colaboração internacional representada na WoS (2006-2012)

Ano	Sem colaboração internacional	%	Com colaboração internacional	%	Total
2006	268	81,0	63	19,0	331
2007	294	79,9	74	20,1	368
2008	413	82,3	89	17,7	502
2009	348	77,9	99	22,1	447
2010	393	80,2	97	19,8	490
2011	407	79,3	106	20,7	513
2012	434	76,7	132	23,3	566
Total	2.557	79,5	660	20,5	3.217

Fonte: WoS. Dados do autor

Entre as publicações em coautoria internacional foi identificado um documento com 17 países colaboradores, trabalho este já caracterizado anteriormente por apresentar também o maior número de instituições vinculadas. A média total de países por trabalho em coautoria internacional é de 1,2 países por documento. Quanto ao perfil das publicações com parceiros internacionais, constatou-se que a maioria (81,2%) foi publicada com dois países, sendo o Brasil (presente em todos os registros) e mais um país estrangeiro. Com mais dois países, os pesquisadores brasileiros em Toxicologia publicaram 80 trabalhos (12,1%) e com mais três, 17 documentos, 2,6% em relação ao total de publicações de coautoria internacional (Tabela 12).

Tabela 12 – Perfil das publicações brasileiras em coautoria internacional em Toxicologia representada na WoS (2006-2012)

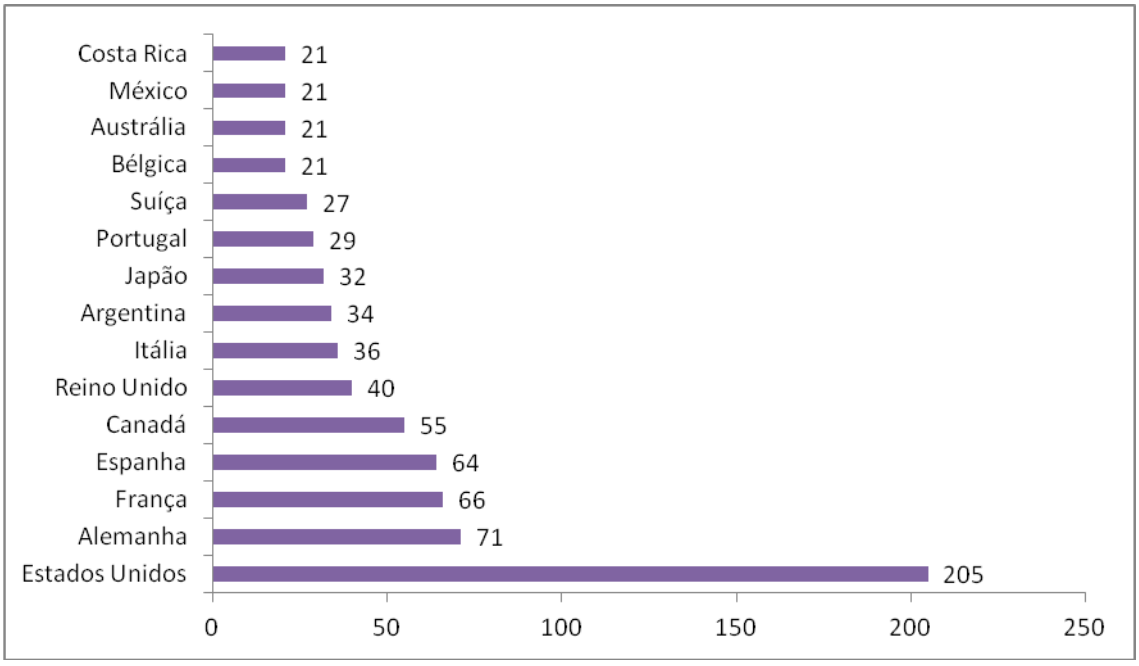
Autoria	N° de docs.	%
Brasil **+ 1 país**	536	81,2
Brasil **+ 2 países**	80	12,1
Brasil **+ 3 países**	17	2,6
Brasil **+ 4 países**	4	0,6
Brasil **+ 5 países**	9	1,4
Brasil **+ 6 países**	1	0,2
Brasil **+ 7 países**	3	0,5
Brasil **+ 8 países**	2	0,3
Brasil **+ 9 países**	1	0,2
Brasil **+ 10 países**	3	0,5
Brasil **+ 14 países**	1	0,2
Brasil **+ 15 países**	2	0,3
Brasil **+ 16 países**	1	0,2
Total	**660**	100,0

Fonte: WoS. Dados do autor

Dentre os 660 trabalhos publicados em coautoria internacional foram encontrados 62 países colaboradores com o Brasil em Toxicologia. Dentre os países parceiros, o com maior número de publicações conjuntas foi o Estados Unidos, com 205 trabalhos, presente em 31% do total de documentos com colaboração internacional. Seguem-se os países europeus, Alemanha (10,8%), França (10%) e Espanha (9,7%).

Os principais países colaboradores da Toxicologia são basicamente os mesmos parceiros já identificados da ciência brasileira em geral. Nas análises de Adams e King (2009), Vanz (2009) e FAPESP (2011) sobre os países colaboradores, os Estados Unidos aparecem como maior colaborador, seguido alternadamente por países como: França, Reino Unido, Alemanha, Itália, Canadá e Espanha.

Figura 11 - Número de documentos dos principais países colaboradores com o Brasil entre 2006-2012 em Toxicologia na WoS



Fonte: WoS. Dados do autor

O predomínio das relações de cooperação com os principais parceiros pode ser explicado pelos convênios internacionais de pesquisa colaborativa que são firmados por estes países. Com os Estados Unidos, o Brasil mantém acordo de cooperação desde 1950, com a Alemanha desde 1996, com França desde 1968, Espanha desde o ano 1992 e com o Canadá desde 1975 (FAPESP, 2011).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da análise dos 3.217 documentos brasileiros em Toxicologia indexados na WoS no período 2006-2012 foi possível caracterizar a produção e colaboração científica da área. O estudo demonstrou que a produção científica, medida através do número de publicações, aumentou 70,9% no período, partindo de 331 documentos em 2006 para 566 no ano de 2012. O ano de 2008 apresentou a maior taxa de crescimento, 36,4%, crescimento este atribuído ao aumento do número de periódicos brasileiros indexados na base de dados.

O tipo de documento mais utilizado pelos pesquisadores brasileiros foi o artigo de periódico, que atualmente representa o principal meio de comunicação científica. O artigo de periódico representou 77,2% do total das publicações, seguido por resumo de evento (13,2%) e revisões (4,2%).

Contrariando padrão observado na ciência brasileira nas diversas áreas, a Toxicologia brasileira publicou quase que exclusivamente em inglês: 99% dos trabalhos foram escritos nesse idioma. O português representou 0,9% do total e o espanhol 0,1%. Observou-se ainda que no decorrer do período houve até mesmo aumento do percentual das publicações em inglês, podendo esta característica estar associada ao fato de a pesquisa brasileira em Toxicologia ser publicada principalmente em revistas científicas internacionais.

Como fontes de publicação dos 3.217 trabalhos foram identificados 195 periódicos de 21 países diferentes, sendo que 89,5% dos documentos foram publicados em periódicos estrangeiros e apenas 10,5% do total em revistas nacionais. Também foi possível constatar que as revistas que mais publicam as pesquisas brasileiras em Toxicologia apresentam boa classificação na área. Merece destaque o fato de 50% das revistas analisadas estarem classificadas no quartil Q2. A maioria das publicações em revistas internacionais e de maiores fator de impacto diferencia a área da Toxicologia do comportamento que vêm sendo observado na ciência brasileira nas diversas áreas.

Na análise de autoria institucional, no total de documentos foram identificadas 1.152 instituições brasileiras e estrangeiras. Foram expostas as 29 instituições de maior produtividade, responsáveis por 58% da produção total, e formadas principalmente por universidades e institutos de pesquisa públicos. Destaca-se que a

produção brasileira em Toxicologia está prioritariamente concentrada na região Sudeste e Sul do país, que concentram 63,3% e 26,5% da produção total.

Os resultados referentes à autoria individual revelaram 9.846 autores para a produção dos 3.217 trabalhos. Os autores mais produtivos na área estão vinculados principalmente à universidades e institutos de pesquisa, de esfera pública. Em observação à contagem de documentos por autor foi constatado um pequeno grupo de autores altamente produtivos e um grande grupo de autores com baixa produtividade. Como demonstrado nos resultados, 67% dos autores (6.608) escreveram ou participaram da elaboração de apenas um trabalho. A aplicação da lei de Lotka na área da Toxicologia brasileira pode ser, no futuro, uma possível continuação deste estudo, visto que nesta monografia a aplicação desta lei não estava prevista nos objetivos.

Em relação à colaboração científica entre autores foi observada a média geral de 6,15 autores por trabalho publicado no período analisado. Também foi constatado aumento de 15,9% na média de autores por trabalho. Dentre os 3.217 documentos, 97,1% foram publicados em coautoria, o que indica considerável grau de colaboração entre os pesquisadores brasileiros em Toxicologia.

O mapa da colaboração científica de autores evidenciou a formação de agrupamentos de pesquisadores, concentrados principalmente por regiões, onde se destacam os *clusters* compostos pelos pesquisadores vinculados às instituições do Sudeste e Sul do Brasil. Estes agrupamentos podem ser explicados pela proximidade geográfica, que se configura como aspecto influente para a colaboração entre os autores.

Nas análises de colaboração interinstitucional foi verificado que 62,3% dos documentos foram publicados em coautoria institucional, o que representa 2.006 trabalhos dos 3.217 totais da pesquisa. Observou-se também, na estratificação anual, que ocorreu aumento quase constante dos percentuais de trabalhos em coautoria institucional, em 2006 este percentual era de 57,7% e em 2012, 67,3% sobre o total. A instituição com maior número de trabalhos com relação de colaboração institucional foi a USP, com 551 documentos.

No mapa que representa as redes de colaboração entre instituições foi possível perceber novamente a formação de *clusters* a partir da localização geográfica das instituições. O Sudeste e o Sul novamente destacaram-se como as regiões de maior

concentração de instituições colaboradoras entre si, apresentando fortes laços de colaboração.

A colaboração internacional da área da Toxicologia brasileira esteve identificada em 660 publicações, 20,5% sobre o total geral. Os trabalhos elaborados entre Brasil e, no mínimo, mais um país estrangeiro colaborador tiveram considerável aumento entre os anos analisados. Entre 2006-2012 o número de publicações em coautoria internacional aumentou 109,5%. Este comportamento é distinto do observado em análises que abarcam todas as áreas da ciência brasileira, que revelam uma diminuição dos índices de colaboração internacional. Por isso, o tema se apresenta como mais uma sugestão de estudo futuro, com a análise de período maior de tempo a fim de que se possa verificar a evolução deste indicador.

Foram identificados 62 países colaboradores com o Brasil, com representantes de todos os cinco continentes. O grande parceiro do Brasil em Toxicologia foi os Estados Unidos, com 205 trabalhos. A seguir, destacam-se Alemanha, França e Espanha. As principais relações de colaboração internacional podem ser explicadas pela existência de convênios internacionais de cooperação mútua em pesquisa científica firmados pelo Brasil com esses países parceiros.

A partir dos resultados obtidos nesta pesquisa foi possível identificar algumas peculiaridades da produção e colaboração científica em Toxicologia no Brasil. Tais peculiaridades merecem destaque, pois diferenciam o campo de conhecimento no cenário nacional e internacional. São aspectos a ressaltar, a maioria das publicações no idioma inglês, em revistas internacionais, de alta visibilidade e com classificação elevada na área da Toxicologia e também aumento considerável dos índices de colaboração internacional. Como se demonstrou, dada seu considerável peso no processo de crescimento da ciência brasileira nas bases de dados internacionais, a Toxicologia ainda é pouco explorada em âmbito bibliométrico. Espera-se que este estudo possa contribuir para estimular novas pesquisas na área, com aprofundamento das análises de produção e de colaboração científicas.

REFERÊNCIAS

ADAMS, J.; KING, C. **Global research report:** Brazil - research and collaboration in the new geography of science. Leeds: Thomson Reuters, 2009.

ALVES, S. R. **Toxicologia forense e saúde pública**: desenvolvimento e avaliação de um sistema de informações como ferramenta para a vigilância de agravos decorrentes da utilização de substâncias químicas. 2005. 132 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Fundação Osvaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública, Centros de Estudos da Saúde do Trabalhador e Ecologia Humana, Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: < http://arca.icict.fiocruz.br/handle/icict/4368 >. Acesso em: 01 maio 2014.

ARAÚJO, C. A. Bibliometria: evolução histórica e questões atuais. **Em Questão**, Porto Alegre, v. 12, n. 1, p. 11-32, jan./jun. 2006.

BARRAVIEIRA, B. Sistema de ensino à distância sobre toxinologia: implantando um novo paradigma. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Uberaba, v. 30, n. 5, p. 417-420, out. 1997. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0037-86821997000500014&script=sci_ arttext&tlng=es>. Acesso em: 10 jun. 2014.

BIGLU, M. H; OMIDI, Y. Scientific profile of Pharmacology, Toxicology and Pharmaceutics fields in Middle East Countries: impacts of iranian scientists. **International Journal of Advances in Pharmaceutical Sciences**, [s.l.], v. 1, n. 2, p. 122-127, 2010.

BRAMBILLA, S. D. S. **Produção científica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul representada na Web of Science**: 2000-2099. 2011. 218 f. Tese (Doutorado em Comunicação e Informação) – Programa de Pós-Graduação em Comunicação e Informação, Faculdade de Biblioteconomia e Comunicação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011. Disponível em: < http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/28922>. Acesso em: 10 maio 2014.

BORDONS, M.; ZULUETA, M. A. Evaluación de la actividad científica através de indicadores bibliométricos. **Revista Española de Cardiología**, Madrid, v. 52, n. 10, p. 790-800, out. 1999.

BUFREM, L.; PRATES, Y. O saber científico registrado e as práticas de mensuração da ciência. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 34, n. 2, p. 9-25, maio/ago. 2005.

CAFÉ, L.; BRASCHER, M. Organização da informação e bibliometria. **Encontros Bibli**, Florianópolis, n. esp. p. 54-75, 1° sem. 2008.

CARVALHO, M. B. P.; BARRETO, A. Scientific and technical communication in Brazil: statistical indicators for primary publications. **Proceedings of the American Society for Information Science**, v. 17, p. 211-213, 1980.

CNPQ - CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO. **Áreas do conhecimento**. Disponível em: <http://www.cnpq. br/documents /10157/186158/TabeladeAreasdoConhecimento.pdf>. Acesso em 26 nov. 2013.

CORTÊZ, P. L. Considerações sobre a evolução da ciência e da comunicação científica. In: POBLACIÓN, D. A.; WITTER, G. P.; SILVA, J. F.M. da (Org.). **Comunicação & produção científica.** São Paulo: Angellara, 2006. p. 33-55.

CRUZ, C. H. de B. Ciência e tecnologia no Brasil. **Revista USP**, São Paulo, n. 73, p. 58-90, mar./maio 2007.

_____; CHAIMOVICH, H. Brazil. **Unesco Science Report** 2010. Paris: Unesco Publishing, 2010, p. 103-122. Disponível em: < http://unesdoc.unesco .org /images/0018/001899/189958e.pdf>. Acesso em: 20 maio 2014.

DIEHL, A. A.; TATIM, D, C. **Pesquisa em ciências sociais aplicadas**. São Paulo: Prentice Hall, 2004.

FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquiso do Estado de São Paulo. Análise da produção científica a partir de publicações em periódicos especializados. In: **Indicadores de ciência, tecnologia e inovação em São Paulo 2010**. São Paulo: FAPESP, v.1, 2011. cap. 4.

FINK, D. et al. S&T knowledge production from 2000 to 2009 in two periphery countries: Brazil and South Korea. **Scientometrics**, Amsterdam, v. 99, n. 1, p. 37-54, abr. 2014

FUKUSHIMA, A. R.; AZEVEDO, F. A. de. História da Toxicologia brasileira: parte I – breve panorama brasileiro. **Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 2-32, out. 2008.

FUSARO, K. **Ciência em valores.** 2003. Entrevistado: Ernesto Spinak. Disponível em: <http://agencia.fapesp.br/630>. Acesso em: 12 maio 2014.

GALLO, M. A. History and scope of toxicology. In: **Casarett & Doull's Toxicology**: the basic of the science of poisons. 7. ed. New York: Mcgraw-Hill, 2008. p. 3-10.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa.** Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002

_____. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GLÄNZEL, W. **Bibliometrics as research field**: a course on theory and application of bibliometric indicators. [s. l.]: Courses Handout, 2003.

GLÄNZEL, W.; LETA, J.; THJIS, B. Science in Brazil. Part 1: a macro-level comparative study. **Scientometrics**, Amsterdam, v. 67, n. 1, p. 87-105, abr. 2006.

GONÇALVES, A.; RAMOS, L. M. S. V. C.; CASTRO, R. C. F. Revistas científicas: características, funções e critérios de qualidade. In: POBLACIÓN, D. A.; WITTER, G. P.; SILVA, J. F.M. da (Org.). **Comunicação & produção científica.** São Paulo: Angellara, 2006. p. 163-190.

JOURNAL CITATION REPORTS. **Impact Factor .** 2012. Disponível em: <http://admin-apps.webofknowledge.com.ez45. periodicos.capes.gov.br/JCR /help/h_impfact.htm>. Acesso em: 15 maio 2014.

KATZ, J. S.; MARTIN, B. R. What is research collaboratin? **Research Police**, Amsterdam, n. 26, p. 1-18, 1997. Disponível em: <http://http://www.sussex.ac. uk/Users/sylvank/pubs/Res_col9.pdf>. Acesso em: 01 jun. 2014.

LANCASTER, F. W.; CARVALHO, M. P. B. O cientista brasileiro publica no exterior: em que países, em que revistas, sobre que assuntos? **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 34, n. 5, p. 627-634, 1982.

LETA, J. Brazilian growth in the mainstream science: the role of human resources and nation journals. **Journal of Scientometric Research**, Mumbai, v. 1, n. 1, p. 44-52, set./dez. 2012.

_____. Indicadores de desempenho, ciência brasileira e a cobertura das bases informacionais. **Revista USP**, São Paulo, v. 89, p. 62-65, 2011.

_____; CHAIMOVICH, H. Recognition and international collaboration: the Brazilian case. **Scientometrics**, Amsterdam, v. 53, n. 3, p. 325-335, 2002.

_____; CRUZ, C. H. de B. A produção científica brasileira. In: VIOTTI, E. B.; MACEDO, M. M. **Indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil**. Campinas: Ed. Unicamp, 2003. p. 121-168.

_____; THJIS, B ; GLÄNZEL, W. A macro-level study of science in Brazil: seven years later. **Encontros Bibli**, Florianópolis, v. 18, n. 36, p. 51-66, jan./abr. 2013.

LIMA, R. A. de; VELHO, L. M. L. S.; FARIA, L. I. L. de. Delimitação de uma área multidisciplinar para análise bibliométrica de produção científica: o caso da Biosprospecção. **Transinformação**, Campinas, v. 19, n. 2, p. 153-168, maio/ago. 2007.

MACIAS-CHAPULA, C. A. O papel da informetria e da cienciometria e sua perspectiva nacional e internacional. **Ciência da Informação**, Brasília, DF, v. 27, n. 2, p. 134-140, maio/ago. 1998.

MARICATO, J. M.; NORONHA, D. P. Indicadores bibliométricos e cientométricos em CT&I: apontamentos históricos, metodológicos e tendências de aplicação. In:

HAYASHI, M. C. P. I.; LETA, J. (Org.). **Bibliometria e cientometria**: reflexões teóricas e interfaces. São Paulo: Pedro & João, 2012, p. 21-41.

MEADOWS, A. J. **Comunicação científica.** Brasília, DF: Briquet de Lemos, 1999.

MEIS, L. de; LETA, J. O **perfil da ciência brasileira**. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 1996.

MENEGHINI, R. The key of collaborative work in the growth of Brazilian science in the last 10 years. **Scientometrics**, Amsterdam, v. 35, p, 367-373, 1996.

MORAES, E. de C. F.; SZNELWAR, R. B.; FERNICOLA, N. A. G. G. **Manual de Toxicologia Analítica.** São Paulo: Roca, 1991.

MOURA, A. M. M. de. **A interação entre artigos e patentes**: um estudo cientométrico da comunicação científica e tecnológica em biotecnologia. 2009. 269 f. Tese (Doutorado em Comunicação e Informação) – Programa de Pós-Graduação em Comunicação e Informação, Faculdade de Biblioteconomia e Comunicação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/18561>. Acesso em: 15 nov. 2013

MUGNAINI, R.; CARVALHO, T. de; CAMPANATTI-OSTIZ, H. Indicadores de produção científica: uma discussão conceitual. In: POBLACIÓN, D. A.; WITTER, G. P.; SILVA, J. F.M. da (Org.). **Comunicação & produção científica.** São Paulo: Angellara, 2006. p. 313-340.

NOGUÉ, S. et al. Aportaciones de ta toxicología clínica al conjunto de la investigación toxicológica en España durante 15 años (1991-2005). **Revista de Toxicología**, Valência, v. 26, n. 2-3, p. 104-116, 2009.

NORONHA, D. P.; MARICATO, J. de M. Estudos métricos da informação: primeiras aproximações. **Encontros Bibli**, Florianópolis, n. esp., p. 116-128, 1° sem. 2008.

OGA, S.; SIQUEIRA, M. E. P. B. de. Introdução à toxicologia. In: OGA, S.; CAMARGO, M. M. de A.; BATISTUZZO, J. A. de O. **Fundamentos de Toxicologia**. 3. ed. São Paulo: Atheneu, 2008. p. 3-8.

OKUBO, Y. **Indicators and analysis of research systems**: methods and examples. OECD*:* Paris, 1997. Disponível em: < http://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/bibliometric-indicators-and-analysis-of-research-systems_208277770603>. Acesso em: 16 jun. 2014.

PEREIRA, R. H. B. **História**. Disponível em: < http://ltc.nutes. ufrj.br/toxicologia/ml. hist.htm >. Acesso em: 02 maio 2014.

POBLACIÓN, D. A.; OLIVEIRA, M. de. Input e output: insumos para o desenvolvimento da pesquisa. In: POBLACIÓN, D. A.; WITTER, G. P.; SILVA, J. F.M. da (Org.). **Comunicação & produção científica.** São Paulo: Angellara, 2006. p. 57-75.

SANCHO, R. Indicadores bibliométricos utilizados en la evaluación de la ciencia y la tecnología: revisión bibliográfica. **Revista Española de Documentación Científica**, Madrid, v. 13, n. 3/4, p. 842-865, 1990.

SANTOS, R. N. M. dos. Produção científica: por que medir? o que medir? **Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação**, Campinas, v. 1, n. 1, p. 22-38, jul./dez. 2003.

SPINAK, E. Indicadores cienciométricos. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 27, n. 2, p. 141-148, maio/ago. 1998.

_____. Ciência em valores: entrevista. [29 de set. 2003]. São Paulo: **Agência Fapesp**. Entrevista concedida a Kárin Fusaro.
Disponível em: <http://agencia.fapesp.br/630>. Acesso em: 25 jun. 2014.

STREHL, L. O fator de impacto do ISI e a avaliação da produção científica: aspectos conceituais e metodológicos, **Ciência da Informação**, Brasília, v. 34, n. 1, p. 19-27, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php? script=sci_arttext&pid=S0100-19652005000100003>. Acesso em: 15 maio 2014.

STUMPF, I. R. C. A comunicação da ciência na universidade: o caso da UFRGS. In: MUELLER, S. P. M.; PASSOS, E. J. L. (Org.). **Comunicação científica**. Brasília, DF: Departamento De Ciência da Informação Universidade de Brasília, 2000. (Estudos avançados em Ciência da Informação, 1). p. 107-121.

_____. et al. Uso dos termos: cienciometria e cientometria pela comunidade científica conceitual. In: POBLACIÓN, D. A.; WITTER, G. P.; SILVA, J. F.M. da (Org.). **Comunicação & produção científica.** São Paulo: Angellara, 2006. p. 341-369.

_____. Passado e futuro das revistas científicas. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 25, n. 3, p.383-386, 1996.

TARGINO, M. das G. A região geográfica como fator interveniente na produção de artigos de periódicos científicos. In: MUELLER, S. P. M.; PASSOS, E. J. L. (Org.). **Comunicação científica**. Brasília: Departamento de Ciência da Informação da Universidade de Brasília, 2000. p. 51-72.

_____. Comunicação científica: uma revisão de seus elementos básicos. **Informação & Sociedade**, João Pessoa, v. 10, n. 2, p. 37-85, 2000.

TESTA, J. **The globalization of Web of Science, 2005-2010**. Thomson Reuters: New York, 2011. Disponível em: < http://wokinfo.com/media /pdf/globalwos-essay.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2014

VANTI, N. A. P. Da bibliometria à webometria: uma exploração conceitual dos mecanismos utilizados para medir o registro da informação e a difusão do conhecimento. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 31, n. 2, p. 152-162, maio/ago. 2002.

VANZ, S. A. de S.; STUMPF, I. R. C. Procedimentos e ferramentas aplicados aos estudos bibliométricos. **Informação & Sociedade**, João Pessoa, v. 20, n. 2, p. 67-75, maio/ago. 2010.

VANZ, S. A. de S. **As redes de colaboração científica no Brasil**: 2004-2006. 2009. 204 f. Tese (Doutorado em Comunicação e Informação) – Programa de Pós-Graduação em Comunicação e Informação, Faculdade de Biblioteconomia e Comunicação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/17169>. Acesso em: 15 nov. 2013.

VARGAS, R. de A. **A produção científica brasileira em Ciências Agrárias na Web of Science**: características e redes de colaboração (2000-2011). 2014. 131 f. Dissertação (Mestrado em Comunicação e Informação) – Programa de Pós-Graduação em Comunicação e Informação, Faculdade de Biblioteconomia e Comunicação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

_____. Crescimento e visibilidade das publicações brasileiras em toxicologia indexadas na base de dados Web of Science (2001-2011). In: **Salão da Pós-Graduação da UFRGS**, set. 2013, Porto Alegre.

_____; STUMPF, I. R. C.; VANZ, S. A. de S. Características da produção científica brasileira em ciências agrárias indexadas na Web of Science (2000-2011). In: Encontro Brasileiro de Bibliometria e Cientometria, 4., 2014, Recife. Disponível em: < http://www.brapci.inf.br/article.php?dd0=0000014325 >. Acesso em: 20 maio 2014.

WEITZEL, S. da R. Fluxo da informação científica. In: POBLACIÓN, D. A.; WITTER, G. P.; SILVA, J. F.M. da (Org.). **Comunicação & produção científica.** São Paulo: Angellara, 2006. p. 81-114.

WoS – Web of Science. **Rótulos de campo da pesquisa avançada**. Disponível em: <http://images.webofknowledge.com.ez45.periodicos.capes. gov.br /WOKRS512B4.1/help/pt_BR/WOS/hs_advanced_fieldtags.html>. Acesso em 25 nov. 2013.

WoS – Web of Science. **Searching the document type field**. Thomson Reuters: 2010. Disponível em: < http://images.webofknowledge. com/WOKRS51B6/ help/WOS/hs_document_type.html>. Acesso em: 06 maio 2014.

ZIMAN, J. **Conhecimento público**. Belo Horizonte: Itatiaia; São Paulo: USP, 1979. (Coleção O Homem e a Ciência, v. 8)