

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS  
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA FÍSICA**

**ALEXANDRE VASTELLA FERREIRA DE MELO**

**Produção científica internacional em artigos sobre sistemas de informação  
geográfica: uma análise bibliométrica entre 2006 e 2015**

**Exemplar Corrigido**

**São Paulo**

**Outubro / 2016**

**ALEXANDRE VASTELLA FERREIRA DE MELO**

**Produção científica internacional em artigos sobre sistemas de informação geográfica: uma análise bibliométrica entre 2006 e 2015**

Dissertação apresentada ao Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo como requisito para a obtenção do título de Mestre em Geografia.

Área de concentração: Geografia Física

Orientador: Prof. Dr. Alfredo Pereira de Queiroz Filho

**Exemplar Corrigido**

**São Paulo**

**Outubro / 2016**

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

**Catálogo da publicação**  
**Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo**

Catálogo na Publicação  
Serviço de Biblioteca e Documentação  
Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo

Mp	<p>MELO, ALEXANDRE VASTELLA FERREIRA DE</p> <p>Produção científica internacional em artigos sobre sistemas de informação geográfica: uma análise bibliométrica entre 2006 e 2015 / ALEXANDRE VASTELLA FERREIRA DE MELO; orientador ALFREDO PEREIRA DE QUEIROZ FILHO. - São Paulo, 2016. 165 f.</p> <p>Dissertação (Mestrado)- Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo. Departamento de Geografia. Área de concentração: Geografia Física.</p> <p>1. Bibliometria. 2. Mapeamento Bibliométrico. 3. Artigos Internacionais. 4. Sistemas de Informação Geográfica. 5. SIG. I. QUEIROZ FILHO, ALFREDO PEREIRA DE QUEIROZ FILHO, orient. II. Título.</p>
----	--

Nome: Alexandre Vastella Ferreira de Melo

Título: Produção científica internacional sobre sistemas de informação geográfica:  
uma análise bibliométrica entre 2005 e 2015

Dissertação apresentada ao Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo como requisito para a obtenção do título de Mestre em Geografia.

### **Errata**

Nome: Alexandre Vastella Ferreira de Melo

Título: Produção científica internacional sobre sistemas de informação geográfica:  
uma análise bibliométrica entre 2005 e 2015

Dissertação apresentada ao Departamento de Geografia  
da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da  
Universidade de São Paulo como requisito para a  
obtenção do título de Mestre em Geografia.

Aprovado em:

**Banca examinadora**

Prof. Dr.: \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_

Julgamento \_\_\_\_\_

Assinatura \_\_\_\_\_

Prof. Dr.: \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_

Julgamento \_\_\_\_\_

Assinatura \_\_\_\_\_

Prof. Dr.: \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_

Julgamento \_\_\_\_\_

Assinatura \_\_\_\_\_

Prof. Dr.: \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_

Julgamento \_\_\_\_\_

Assinatura \_\_\_\_\_

***Dedico este trabalho a meus pais:  
Celi e Milton.***

## **Agradecimentos**

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Alfredo Pereira de Queiroz Filho, pelo imensurável apoio prestado durante a execução deste trabalho.

Aos professores, amigos e colegas do curso de Geografia da UNICSUL, local este, onde com muita estima, iniciei meus estudos em Geografia.

Aos amigos e colegas da Novo Ambiente, onde além de fazer grandes amizades, também tive a oportunidade de entrar em contato com o SIG e fazer meus primeiros mapeamentos.

Aos meus pais, Celi e Milton, pelo grande amor e compreensão nas horas difíceis; e à família “Vastella” pelo grande carinho – tios e primos queridos, em especial em memória à minha avó Niobel.

À Ana Patrícia, pelo amor, carinho e paciência.

Aos alunos, amigos, e colegas da E.E. Matilde Maria Cremm, em Itapecerica da Serra, escola onde lecionei e estudei.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo fornecimento da Bolsa de Estudos entre 09/2015 e 06/2016.

À Universidade de São Paulo e a seus professores da Geografia, por me acolherem no Programa de Mestrado; e ao Laboratório de Aerofotogeografia da USP, onde realizei grande parte deste trabalho.

À banca de avaliação, pela leitura e análise da dissertação.

E principalmente, a Deus e aos espíritos de luz que me auxiliaram nos momentos difíceis durante esta longa jornada.

*“Enquanto estiver absorvendo uma ideia antagônica, você estará em conflito consigo mesmo. A vida intelectual é feita desse conflito: não é possível tê-la com todos os problemas resolvidos de antemão, sem dúvidas, sem angústias e sem sofrimentos.” Olavo de Carvalho*

## Resumo

Esta pesquisa tem como objetivo analisar artigos relacionados a sistemas de informação geográfica (SIG) em periódicos internacionais em um período de dez anos (2006-2015), evidenciando os principais autores, fontes/periódicos, palavras-chave, temas correlatos, países e universidades. Os SIGs atendem a um grande leque de finalidades cartográficas e espaciais, tendo uma série de aplicações em ciências humanas, exatas, e biológicas; sendo necessário assim, o entendimento do seu contexto científico em contexto internacional. A bibliometria foi utilizada como ferramenta para a análise quantitativa e qualitativa deste cenário: com base em dados do Web of Science Core Collection, e através de procedimentos bibliométricos, foi possível representar e compreender os principais elementos da ciência em/sobre SIG do período. Constatou-se a importância do SIG para a geografia: os principais autores ou são geógrafos, ou possuem pós-graduações em geografia, ou trabalham em departamentos de geografia; entretanto, apesar da maior parte das publicações pertencerem à esta área, os principais periódicos são multidisciplinares, envolvendo temas e palavras-chave relacionados à análise espacial. No âmbito territorial, Estados Unidos, China e Europa Ocidental lideram as pesquisas globais em/sobre SIG; sendo o Brasil relevante no cenário sulamericano, porém periférico no cenário global. Evidenciou-se, no geral, uma significativa desigualdade na produção científica para parâmetros pesquisados: embora haja uma grande quantidade de publicações, o estado-da-arte da informação geográfica corresponde à apenas uma pequena elite de autores, periódicos, e instituições; ocorrendo também, uma concentração de temas correlatos e palavras-chave.

**Palavras Chave:** Bibliometria, Mapeamento Bibliométrico, Artigos Internacionais, SIG

## **Abstract**

This research aims to analyze articles related to geographic information systems (GIS) in international journals in a period of ten years (2006-2015), showing the main authors, sources / journals, keywords, related topics, countries and universities . The SIGs meet a wide range of cartographic and space purposes and a number of applications in the humanities, exact and biological; therefore necessary, the understanding of its scientific context in the international context. Bibliometry was used as a tool for quantitative and qualitative analysis of this scenario: based on the Web of Science Core Collection data, and through bibliometric procedures, it was possible to represent and understand the main elements of science in / on GIS period. It was noted the importance of GIS to geography: the main authors are geographers, or have postgraduate degrees in geography, or work in geography department; however, despite the majority of publications belong to this area, the main journals are multidisciplinaries involving topics and keywords related to spatial analysis. At territorial level, the United States, China and Western Europe leading the global research in / on GIS; and the relevant Brazil in the South American scene, but peripheral in the global scenario. Is evidenced in general, a significant inequality in scientific production surveyed parameters: although there is a lot of a publication, state-of-the-art geographic information corresponds to only small elite of authors, journals, and institutions; occurring also a concentration of related topics and keywords.

**Keywords:** Bibliometrics, Bibliometric Mapping, International Articles, GIS

## Lista de figuras

Figura 01 – Representação Visual da Lei de Bradford.....	p. 18
Figura 02 – Diferença entre Acoplamento Bibliográfico e Co-citação.....	p.29
Figura 03 – Resumo das abordagens de mapeamento bibliométrico.....	p.30
Figura 04 – Comparação entre representação em matrix e representação gráfica.....	p.32
Figura 05 – Caracterização dos dois conjuntos de dados e sua intersecção.....	p.48
Figura 06 – Combinação entre os resultados de pesquisa.....	p.54

## Lista de gráficos

Gráfico 01 – Porcentagem de Publicações em SIG entre 2006 e 2015 por área do conhecimento: primeiro conjunto de dados.....	p.49
Gráfico 02 – Porcentagem de Publicações em SIG entre 2006 e 2015 por área do conhecimento: segundo conjunto de dados.....	p.52
Gráfico 03 – Porcentagem de Publicações em SIG entre 2006 e 2015 por área do conhecimento: conjunto de dados final.....	p.63
Gráfico 04 – Publicações em SIG por ano e por área do conhecimento entre 2006 e 2015.....	p.64
Gráfico 05 – Artigos produzidos em Departamentos de Geografia (% do total)..	p.66
Gráfico 06 – Publicações em SIG por ano entre 2006 e 2015.....	p.66
Gráfico 07 – Tipo de Material Publicado em SIG entre 2006 e 2015.....	p.67
Gráfico 08 – Palavras-chave - Número de palavras em relação ao percentual do conteúdo.....	p.83
Gráfico 09 – 50 termos com maior frequência de ocorrência.....	p.89
Gráfico 10 – 50 termos com maior pontuação de relevância.....	p.90
Gráfico 11 – Distribuição da produção por continente.....	p.94
Gráfico 12 – Número de publicações financiadas por país.....	p.96

## Lista de quadros

Quadro 01 – Informações obtidas de um documento científico no <i>Web of Science</i> .....	p.44
Quadro 02 – Metadados de “Geographical Information Science”, de Goodchild (1992).....	p.45
Quadro 03 – Periódicos mais relevantes em SIG - Caron et al. (2008) e Scarletto (2014).	p.51
Quadro 04 – Características dos três universos de dados.....	p.54
Quadro 05 – Publicações em SIG no Brasil entre 2006 e 2015.....	p.111

## Lista de tabelas

Tabela 01 – Classificação e descrição dos principais periódicos internacionais atuais em SIG.....	p.40
Tabela 02 – Número de publicações por periódico da amostra.....	p.52
Tabela 03 – Percentual de aproveitamento de artigos em relação à seleção inicial de periódicos.....	p.55
Tabela 05 – Principais periódicos citados entre 2006 e 2015.....	p.73
Tabela 06 – Principais documentos (livros e artigos) citados entre 2006 e 2015.....	p.77
Tabela 07 – Frequência de Palavras-Chave em artigos sobre SIG entre 2006 e 2015.....	p.83
Tabela 08 – Principais países produtores entre 2006 e 2015.....	p.92
Tabela 09 – Agências financiadoras com três ou mais artigos entre 2006 e 2015.....	p.95
Tabela 10 – Citações por autor(es): Comparação dos resultados em relação à Lei de Lotkapp.....	p.119
Tabela 11 – Citações por periódico(s): Comparação dos resultados em relação à Lei de Bradford.....	p.120

## Lista de mapas

Mapa 01 – Bibliométrico dos principais autores em SIG entre 2006 e 2015.....	p.71
Mapa 02 – Bibliométrico dos principais periódicos em SIG entre 2006 e 2015.....	p.76
Mapa 03 – Bibliométrico das principais referências citadas em SIG entre 2006 e 2015.....	p.81
Mapa 04 – Bibliométrico dos principais termos correlatos a SIG entre 2006 e 2015.....	p.87
Mapa 05 – Publicações em SIG por país entre 2006 e 2015.....	p.93
Mapa 06 – Centros de Pesquisa com maior produtividade em SIG no mundo - Densidade Kernel.....	p.99
Mapa 07 – Principais centros de pesquisa em SIG - América do Norte.....	p.101/ p.103/ p.104
Mapa 08 – Principais centros de pesquisa em SIG – Europa.....	p.104/ p.105
Mapa 09 – Principais centros de pesquisa em SIG – Ásia.....	p.106/ p.107
Mapa 10 – Principais centros de pesquisa em SIG - África, Oceania e América do Sul..	p.108
Mapa 11 – Centros de pesquisa em SIG no Brasil.....	p.110

## Lista de equações

Equação 01 – Lei de Lotka.....	p.16
Equação 02 – Lei de Bradford.....	p.19
Equação 03 – Lei de Bradford – Número de áreas core.....	p.19
Equação 04 – Lei de Bradford – Zonas de Bradford.....	p.19
Equação 05 – Primeira Lei de Zipf.....	p.20
Equação 06 – Segunda Lei de Zipf.....	p.21
Equação 07 – Ponto T de Goffman.....	p.21
Equação 08 – Cálculo do Fator de Impacto.....	p.23
Equação 09 – Matriz de representação MDS e VOS.....	p.32
Equação 10 – Cálculo de Similaridade VOS.....	p.34
Equação 11 – Cálculo de localização dos elementos VOS.....	p.34
Equação 12 – Cálculo da Visualização de Similaridades (VOS).....	p.34

## Sumário

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>p.01</b>
<b>2.</b>	<b>OBJETIVO.....</b>	<b>p.03</b>
2.1.	Objetivo Geral.....	p.03
2.2.	Objetivos Específicos.....	p.03
<b>3.</b>	<b>BIBLIOMETRIA.....</b>	<b>p.04</b>
3.1.	Contexto Histórico e Definições.....	p.04
3.2.	Leis Bibliométricas.....	p.14
3.2.1.	<i>Produtividade De Autores - Lei De Lotka.....</i>	<i>p.15</i>
3.2.2.	<i>Produtividade de Periódicos - Lei de Bradford.....</i>	<i>p.17</i>
3.2.3.	<i>Frequência e Distribuição de Palavras - Lei de Zipf.....</i>	<i>p.20</i>
3.2.4.	<i>Distribuição de Citações.....</i>	<i>p.22</i>
.		
<b>4.</b>	<b>METODOLOGIAS E PROCEDIMENTOS.....</b>	<b>p.24</b>
4.1.	Procedimentos Metodológicos.....	p.24
4.2.	Mapeamento Bibliométrico.....	p.25
4.2.1.	<i>Definições e Aplicações.....</i>	<i>p.25</i>
4.2.2.	<i>Tipos de Procedimentos.....</i>	<i>p.27</i>
4.2.3.	Procedimentos do software VOSViewer.....	p.35
4.3.	Sobre a Amostra de Dados.....	p.37
4.3.1.	<i>Principais Periódicos Internacionais.....</i>	<i>p.37</i>
4.3.2.	<i>Características dos Dados do Web of Science.....</i>	<i>p.44</i>
4.4.	Recorte de Dados do Web of Science.....	p.47
4.4.1.	<i>Escolha da base de dados.....</i>	<i>p.47</i>
4.4.2.	<i>Primeiro conjunto de dados.....</i>	<i>p.48</i>
4.4.3.	<i>Segundo conjunto de dados.....</i>	<i>p.50</i>
4.4.4.	<i>Terceiro conjunto de dados (conjunto final).....</i>	<i>p.54</i>

<b>5.</b>	<b>OBJETO DE ESTUDO: SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS...</b>	<b>p.57</b>
5.1.	Desenvolvimento Histórico.....	p.57
5.2.	Definições e Características.....	p.59
<b>6.</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>p.63</b>
6.1.	Contextualização Geral.....	p.63
6.2.	Principais Autores.....	p.68
6.3.	Principais Fontes/Periódicos.....	p.73
6.4.	Principais Palavras-Chave e Temas Correlatos.....	p.82
6.5.	Principais Países Produtores.....	p.91
6.6.	Principais Universidades.....	p.97
6.7.	Breve Panorama do Brasil.....	p.109
6.8.	Síntese dos Resultados.....	p.114
<b>7.</b>	<b>DISCUSSÃO.....</b>	<b>p.118</b>
7.1.	Validação dos Resultados face às Leis Bibliométricas.....	p.118
7.2.	Comparação entre Resultados e Estudos Anteriores.....	p.122
7.3.	Limitações dos Resultados da Pesquisa.....	p.124
<b>8.</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>p.127</b>
<b>9.</b>	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>p.129</b>
<b>10.</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>p.148</b>



## 1. INTRODUÇÃO

Sistemas de Informação Geográfica são sistemas computacionais responsáveis pela coleta, armazenamento, tratamento e exibição de informações georreferenciadas. Contudo, apesar de mapeamentos existirem há muito tempo, desde que o ser humano se apropriou dos recursos naturais e protagonizou os primeiros conflitos pela terra (BURROUGH, 1998), foi somente nas últimas três décadas que houve um crescimento significativo dos SIGs; devido principalmente à evolução da tecnologia, da informática, e da interconectividade entre dados (PENG; TSOU, 2003; GOODCHILD, 2007). Neste interim, para as sociedades humanas, conhecer o território é fundamental.

Os SIGs atendem a um grande leque de finalidades cartográficas, tendo uma série de aplicações em ciências humanas, exatas, biológicas (BURROUGH,1998; GOODCHILD, 1991; KOCH, DENIKE, 2004). Assim, o vasto leque de utilizações e o crescimento ocorrido nas últimas décadas demanda o entendimento da sua evolução científica em seu contexto internacional. Assim, o método bibliométrico, as metodologias de mapeamento bibliométrico, e as plataformas de dados online – mais especificamente o *Web of Science Core Collection*, permitem que haja uma análise quantitativa e qualitativa deste cenário.

Neste contexto acadêmico e tecnológico, algumas indagações podem ser feitas em relação aos sistemas de informação geográfica. Mais especificamente, quais são os principais autores que estão discorrendo sobre SIG? Quais os periódicos mais relevantes nesta área? Quais as palavras-chave e temas correlatos à produção acadêmica sobre SIG? Quais os países centrais na produção deste conhecimento? Quais as universidades que abrigam seus principais pólos de pesquisa? De forma geral, esta pesquisa procura responder como se dão as discussões a respeito de sistemas de informações geográficas no cenário científico internacional. Nesse contexto, a aplicação de metodologias e mapeamentos bibliométricos pode produzir resultados concretos para o conhecimento das abrangências e potencialidades dessa área do conhecimento.

Excetuando-se os elementos pré e pós-textuais, esta pesquisa está

estruturada em quatro capítulos, que versam respectivamente sobre: Bibliometria (método de estudo), metodologias e procedimentos (metodologias de estudo), Sistemas de Informações Geográficas (objeto de estudo), Resultados (resultados do estudo), e Discussão (discussão sobre os resultados do estudo).

Primeiramente, visando melhor compreender a natureza do método bibliométrico, foi realizada uma pesquisa bibliográfica abordando seus aspectos históricos, suas aplicações, e principalmente, suas leis e métodos qualitativos e quantitativos que pudessem ser utilizados (Capítulo 3. Bibliometria). Após esta etapa, foram desenvolvidas reflexões acerca das metodologias e procedimentos de mapeamento bibliométrico, ou seja, referente à espacialização dos resultados obtidos com o método bibliométrico explicado anteriormente (Capítulo 4. Metodologias e Procedimentos). Doravante, no Capítulo 5, foi feita uma pesquisa bibliográfica visando compreender o objeto de estudo da dissertação, os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), visando sobre seu quadro histórico, suas aplicações, além de seus conceitos e definições. Finalmente, fundindo método, metodologia, e objeto de estudo, foi possível obter os devidos resultados da pesquisa; compreendendo finalmente, os principais autores, fontes/periódicos, palavras-chave, temas correlatos, países e universidades em/sobre SIG (Capítulo 6. Resultados). Estes resultados foram discutidos na seção Discussão (Capítulo 7), onde, por um processo de reflexão, foram analisados, estudados, e comparados com as leis bibliométricas.

## **2. OBJETIVO**

### **2.1. Objetivo Geral**

Analisar a produção científica em artigos internacionais relacionados a sistemas de informação geográfica (SIG) da última década (2006-2015) utilizando dados do *Web of Science* com base na bibliometria e no mapeamento bibliométrico; evidenciando assim, os principais autores, fontes/periódicos, palavras-chave, temas correlatos, e países e universidades em âmbito internacional.

### **2.2. Objetivos Específicos**

Fazer revisão bibliográfica sobre bibliometria e sobre SIG; coletar dados do *Web of Science Core Collection*; editar os dados coletados em softwares especializados para processamento posterior; elaborar mapas bibliométricos em softwares especializados com base nos dados previamente coletados; elaborar outros produtos bibliométricos para compor o o corpo do trabalho como gráficos, tabelas, quadros, etc.; mostrar e analisar os resultados da produção científica internacional em SIG; discutir os resultados apresentados.

### 3. BIBLIOMETRIA

#### 3.1. Contexto Histórico e Definições

Etimologicamente, a palavra “bibliometria” é uma fusão do prefixo “biblio” e do sufixo “metria”. O termo “metria” foi originado a partir da palavra latina “metricus” e da palavra francesa “métrique”, o que possui o significado de “medida de algo” ou de qualquer meio de derivação de medição ou aproximação quantitativa (DUTTA, 2014). De forma geral, bibliometria diz respeito à medida (*metria*) do conhecimento científico ou do discurso gravado (*biblio*) (PRITCHARD, 1969; FAIRTHORNE, 1969; GAUTHIER, 1998; HOOD; WILSON, 2001; ANDRES, 2009).

Pesquisas bibliométricas têm sido feitas desde o início do século XX. O primeiro estudo conhecido nesta área foi realizado em 1917, por Cole e Eales, para compreender a literatura de anatomia entre 1550 e 1860. Através da elaboração de gráficos, Cole e Eales analisaram as flutuações temporais desta área do conhecimento, por localização geográfica e divisões do reino animal (HAISIG, 1962).

Neste período, a bibliometria era conhecida pela denominação “bibliografia estatística”. O termo foi cunhado por Wyndham Hulme em uma série de palestras proferidas na Universidade de Cambridge, Inglaterra, em 1922. Hulme utilizou este termo para designar o “entendimento dos processos de ciência e tecnologia por meio de contagem de documentos” (PRITCHARD, 1969; p.1). A “bibliografia estatística” consistia na análise quantitativa da informação, caracterizada pela aplicação de técnicas estatísticas e matemáticas para descrever aspectos da literatura e de outros meios de comunicação (HAISIG, 1952; ARAUJO, 2006); sendo utilizadas durante a primeira metade do século XX para estudar movimentos históricos e determinar a utilização de livros e periódicos de investigação em nível local, nacional ou universal (HAISIG, 1962).

A utilização do termo “bibliometria” ocorreu somente em 1934, por Paul Otlet, no livro “*Traité de Documentation*”, sem, todavia, repercutir em popularidade significativa. Inclusive, nesta época os termos “bibliometria” e “bibliografia estatística”

foram ignorados no cenário acadêmico internacional, sendo utilizadas novamente em um artigo de Charles Gosnell sobre obsolescência da literatura científica, somente no ano 1944, mais de dez anos depois (BELLIS, 2009; PRICHARD, 1969; ARAUJO, 2006; GUEDES, 2012).

Novamente, um novo período de esquecimento se passou até que L. M. Raisig utilizasse o termo “bibliografia estatística” em 1962, para um ensaio crítico de publicações na área de saúde (PRICHARD, 1969), apresentando neste, uma das primeiras e mais conhecidas definições sobre este termo (ARAUJO, 2006; GUEDES, 2012; PRITCHARD, 1969): “bibliografia estatística pode ser definida como a montagem e interpretação de estatísticas relativas a livros e periódicos, podendo ser utilizada numa variedade de situações para um número quase ilimitado de propósitos” (HAISIG, 1962; p.1.), afirmou o autor.

Paradoxalmente, foi justamente neste período que surgiram algumas das principais leis e princípios que norteiam a pesquisa bibliométrica nos dias atuais, como o método de medição de produtividade acadêmica de cientistas, elaborado por Lotka (1926), Lei de Lotka; a lei de dispersão do conhecimento científico elaborado por Bradford (1934), Lei de Bradford; e o modelo de distribuição e frequência de palavras num texto elaborado por Zipf (1949), Lei de Zipf (BROOKES, 1977; ARAÚJO, 2006).

Se a primeira metade do século XX foi marcada pela utilização pontual e dispersa das técnicas bibliométricas (HAISIG, 1952; PRITCHARD, 1969; FAIRTHORNE, 1969), os anos 60 ficaram marcados pelo início do crescimento da bibliometria em âmbito internacional. Neste período, ao contrário do que ocorrera nas épocas de Einstein, Copérnico ou Da Vinci – no qual a pesquisa era relativamente individualizada (BELLIS, 2009), pela primeira vez na história, a ciência estava se transformando em uma verdadeira rede de colaborações, tornando-se cada vez mais cumulativa e interligada (PRICE, 1965); intensificando, portanto, a busca por técnicas bibliométricas que avaliassem o comportamento destas mudanças (FAIRTHORNE, 1969).

Neste cenário de alta produtividade, Alan Pritchard definiu o termo “bibliometria”, em seu artigo *Statistical Bibliography or Bibliometrics*, de 1969, como sendo a “aplicação da matemática e métodos estatísticos para livros e outros meios de comunicação” (PRITCHARD, 1969; p.2). Tanto Fairthorne (1969), quanto Broadus (1987) e Guedes e Borschiver (2012) apontam Alan Pritchard como uma das principais referências literárias na área em questão; conseguindo este, prever com sucesso a difusão das técnicas bibliométricas que iria ocorrer nas próximas décadas: “É de se esperar que esta bibliometria seja utilizada explicitamente em todos os estudos que buscam quantificar os processos de comunicação escrita e ganhe rapidamente aceitação no campo da ciência da informação” (PRITCHARD, 1969; p.2)

Para Fairthorne (1969), o termo “bibliometria” – ressuscitado por Pritchard (1969), se refere ao “tratamento quantitativo das propriedades do discurso gravado e do comportamento referente a este” (FAIRTHORNE, 1969; p.1). Indo ao encontro a estas definições, Schrader (1981) também conceitua bibliometria como sendo “estudo científico do discurso gravado” (SCHRADER, 1981; p.1). Já de acordo com Bellis (2009), a visão de Pritchard (1969) sobre o termo “bibliometria” versa sobre os aspectos materiais da ciência da informação. correspondendo à “contagem de livros, artigos, publicações e citações; sendo em geral, qualquer manifestação estatisticamente significativa de informação registrada, independentemente de limites disciplinares” (BELLIS, 2009; p.9).

Neste contexto, a bibliometria se refere simplesmente à “descrição estatística ou quantitativa de literatura” envolvendo “possíveis métodos pelos quais as características significativas de um tipo de literatura podem ser descritas e sua evolução monitorada.” (NICHOLAS, RICHIE; 1978; p.9). Desta forma, para Weingart (2005), uma das funções da bibliometria é ajudar a descobrir ligações insuspeitas entre campos de pesquisa que ainda não são institucionalmente conectados (WEINGART 2005). Devido a esta importância, pode-se dizer que a “bibliometria é um conjunto de leis e princípios empíricos que contribuem para estabelecer os fundamentos teóricos da Ciência da Informação” (GUEDES, BORSCHIVER; 2012, p.2).

Conforme Pritchard (1969) previu, a bibliometria evoluiu bastante nas décadas seguintes. No final dos anos 1970, Nicholas e Richie (1978) afirmaram: “A literatura está crescendo e mudando a um ritmo com o qual nenhum bibliotecário ou cientista da informação poderia acompanhar estando equipado com métodos e habilidades bibliográficas tradicionais” (NICHOLAS, RICHIE; 1978; p.9).

A principal razão para este desenvolvimento foi a disponibilidade de grandes bases de dados bibliográficas, cujo acesso estava sendo cada vez mais facilitado pelos avanços tecnológicos (GLANZEL, 2003). Estas bases de dados incluíam a multidisciplinar *Science Citation Index* (SCI), comercialmente concebida em 1964 e disponibilizada online em 1972; e o *Journal Citation Reports* (JCR), criado em 1975, ambas concebidas pelo *Institute for Scientific Information* (ISI) (GARFIELD, 1999; THOMSON REUTERS, 2015); além do *Social Science Citation Index* (SSCI) e do *Art and Humanities Citation Index* (A&HCI), este último criado em 1978 (HJERPPE, 1980). De acordo com o cenário internacional, também proliferaram na década de 70 os estudos bibliométricos no Brasil, sobretudo devido à criação do Instituto Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, ligado à Secretaria do Planejamento e à Presidência da República, reorganizando as atividades de ciência e tecnologia no país (ARAÚJO, 2006).

Além da nova tecnologia disponível, um dos fatores mais importantes ocorridos na história da ciência da informação, neste período da década de 1970, foi a popularização do termo “cientometria”, utilizado principalmente para o estudo de todos os aspectos da literatura da ciência e da tecnologia. O termo “cientometria” foi primeiramente definido pelos russos V. Nalimov e Z.M. Mulchenko, que cunharam o seu equivalente no idioma russo “naukometriya” em 1969 (HOOD; WILSON, 2001). Dez anos mais tarde, em 1979, surgiu o primeiro periódico internacional especializado em ciência da informação, o *Scientometrics* ajudando a popularizar o recém-criado termo “cientometria” (GLANZEL, 2003).

De acordo com Gauthier (1998), a “cientometria pode ser definida como medição da atividade de investigação técnica e científica” (GAUTHIER, 1998; p.9),

Em sentido mais amplo possível, a cientometria engloba todos os aspectos quantitativos relacionados com a produção e difusão de conhecimento científico e tecnológico, tanto em relação à sociedade quanto às questões políticas; através da avaliação quantitativa e comparativa da contribuição de cientistas, grupos, e países que contribuem para o avanço do conhecimento (BELLIS, 2009; VAN RAAN, 1997). Para Van Raan (1997), a cientometria deve atender a quatro interesses principais:

- “(1) desenvolvimento de métodos e técnicas para a concepção, construção e aplicação de indicadores quantitativos sobre os aspectos importantes da ciência e tecnologia;
- (2) desenvolvimento de sistemas de informação em ciência e tecnologia;
- (3) estudo da interação entre ciência e tecnologia;
- (4) estudo das estruturas cognitivas e sócio-organizacionais de domínios científicos e processos de desenvolvimento, em relação a fatores sociais (VAN RAAN, 1997; p.206)

Observa-se que a cientometria é bastante ampla, abrangendo tópicos relacionados à sociologia da ciência e atividades relacionadas à publicação (MARICATO, 2010). Esta constitui uma disciplina própria, com metodologias específicas, responsáveis pelo estudo dos aspectos quantitativos da ciência. A bibliometria, portanto, faz parte da cientometria (GAUTHIER, 1998). A grande amplitude da cientometria é evidenciada por Van Raan (1997). Para o autor, a pesquisa cientométrica é interdisciplinar. Utilizando métodos das ciências naturais e exatas, bem como das ciências sociais e comportamentais, também diz respeito a procedimentos que envolvam cálculos matemáticos e estatísticos, modelos sociológicos de rede, avaliação psicológica, métodos de entrevista, e variados métodos da ciência da computação e áreas afins (VAN RAAN, 1997).

Depois dos termos “bibliometria” e “cientometria” atingirem notoriedade nos anos 70, a década seguinte foi protagonizada pela popularização do termo “infometria”, ou “informetria”. Introduzido por L. Blackert and K. Siegel e Otto Nacke, no ano de 1979, o termo “infometria” ganhou popularidade no final da década de 80, com a *First International Conference on Bibliometrics and Theoretical Aspects of Information Retrieval* (Primeira Conferência Internacional em Bibliometria e Aspectos Teóricos da Recuperação da Informação) (EGGHE, 2005; HOOD; WILSON, 2001). A “infometria” atingiu ainda maior destaque na terceira conferência mundial sobre o

tema, a *Third International Conference on Informetrics (Terceira Conferência Internacional em Infometria)*, realizada no início dos anos 1990: nesta ocasião, foi fundada a *International Society for Scientometrics and Informetrics (ISSI)*; Sociedade Internacional para Cientometria e Informetria; (MACÍAS-CHAPULA, 1999). “Em resumo, no início da década de 1990, o termo infometria claramente passou por um reconhecimento generalizado” (HOOD; WILSON, 2001; p.295) resume o autor:

Conforme aponta Andres (2009), na década de 1990 o termo “infometria” era utilizado para designar um sub-campo da ciência da informação responsável pela análise de estatísticas da comunicação. A infometria também lidava com dados eletrônicos, incluindo análises realizadas em bibliotecas eletrônicas (ANDRES, 2009). De acordo com Hood e Wilson (2001), um dos papéis da infometria era lidar com a medição de fenômenos de informação e a aplicação de métodos matemáticos para a resolução de problemas da ciência da informação (HOOD, WILSON; 2001).

De acordo com Maricato (2010), o que diferencia a infometria da bibliometria é que, ao contrário desta, que versa sobre o “discurso gravado” (FAIRTHORNE, 1969; SCHRADER, 1981), a “infometria” considera todo o tipo de informação registrada, independentemente de seu formato ou de como é gerada, levando em conta aspectos da informação formal e informal; sendo, portanto, mais abrangente que a bibliometria (MARICATO, 2010).

A partir dos anos 1990, a tecnologia novamente possibilitou que a bibliometria passasse por um novo período de crescimento, desta vez alavancado pela popularização da informática, da internet e da *World Wide Web*, fazendo com que aumentasse significativamente a colaboração acadêmica formal e informal (INGWERSEN, 1997; VAN RAAN, 1997; THELWALL, WILKINSON; 2003). E, se antigamente “a bibliometria online permaneceu um sonho” (GLANZEL, 2003), nos dias atuais há uma forte tendência para o aumento da disponibilidade e partilha de dados da pesquisa, cada vez mais acessíveis por plataformas digitais (INGWERSEN, 1997).

Neste contexto, com o advento da internet, os termos sinônimos “webometria” e “cybermetria” também foram introduzidos no meio acadêmico para designar

estudos da literatura científica de recursos eletrônicos (ANDRES, 2009). A “webometria” surgiu a partir da constatação de que os métodos projetados originalmente para análise bibliométrica dos padrões de citação de artigos de periódicos científicos poderiam ser também aplicados para o ambiente *Web*, com motores de busca comerciais que fornecessem os dados brutos (THELWALL, HOUSTON, BJORNEBORN, 2006)

O termo “webometria” foi introduzido por Tomas Almind e Peter Ingwersen, em 1997. De acordo com os autores, “enquanto infometria é a pesquisa em informação em sentido lato e não se limita apenas a comunicação científica[...] a ‘webometria’ abrange a investigação de toda a comunicação em redes usando infometria ou qualquer outra medida quantitativa” (ALMIND, INGWERSEN; 1997; p.1). Trata-se, portanto, do ramo da infometria que estuda especificamente o contexto científico em ambiente virtual, necessariamente conectado em páginas *World Wide Web* (WWW) através de hyperlinks atuando como citações. “A utilização de métodos infométricos na WWW [...] permite que as análises sejam realizadas quase da mesma maneira como é tradicionalmente feita numa bases de dados de citação.” (ALMIND, INGWERSEN; 1997; p.1) concluem os criadores do termo.

De acordo com Mann, Mimno e McCallum (2013), bibliotecas digitais aumentam a acessibilidade dos documentos, fornecendo suporte a ferramentas automatizadas que analisam coleções bibliográficas, como softwares bibliométricos específicos. O resultado deste processamento possibilita o que leitores não familiarizados com um determinado assunto entendam quais são seus documentos significantes. Devido a estas facilidades tecnológicas, os autores concordam que a internet revolucionou a técnica empregada para a bibliometria através do acesso aos bancos de dados online e citações em ambiente virtual (ALMIND, INGWERSEN; 1997; ANDRES, 2009; HOOD; WILSON, 2001).

Uma das principais bases de dados online chama-se *Science Direct*, um portal de internet multidisciplinar que, segundo informações do próprio site, possibilita o acesso imediato a mais de 12 milhões de artigos. Entre os similares

destacam-se o portal *Proquest Dissertations & Theses*, com mais de 3 milhões de teses e dissertações desde 1861, segundo informações oficiais.

Contudo, embora o *Science Direct* e o *Proquest* possuam uma grande quantidade de artigos, a principal plataforma de digital de dados científicos da atualidade chama-se *Web of Science* (WOS). De acordo com o site da mesma, este possui um acervo de 90 milhões de estudos no mundo todo, contando com 20.606 periódicos, 60.000 livros acadêmicos, 23.6 milhões de invenções e 51.8 milhões de patentes; distribuídos entre ciências naturais (69% do total), ciências sociais (21% do total), além de artes e humanidades (10% do total).

O *Web Science Core Collection* possibilita o acesso a publicações desde o ano 1900, abrangendo todo o século XX, sendo a única plataforma com mais de um bilhão de referências citadas, cobrindo mais de 12.000 periódicos de alto impacto, e apresentando mais de 8.2 milhões de resultados em 160.000 conferências ao redor do mundo (WEB OF SCIENCE, 2015). Contudo, Apesar de fornecer um gigantesco acesso a dados acadêmicos, o *Web of Science* não é uma editora, mas um agregador imparcial de conteúdo científico que incentiva todos os modelos de publicação Trata-se, portanto, de uma plataforma de alcance global, provida de um imenso volume de publicações das mais diversas áreas do conhecimento (HUGGETT, 2013).

Além do *Web of Science* e das bibliotecas digitais citadas, existem inúmeras outras bases de dados que fornecem acesso à milhões de documentos científicos em diversas áreas do conhecimento, tais como: *Computer Abstracts International Database*; *Conference Proceedings Citation Index*; *IEEE Xplore*; *LOCUS*; *ProQuest Dissertations & Theses*; *American Institute of Physics (AIP)*; *EMBASE*; *Faculty of 1000 Biology*; *Institute of Physics*; *JSTOR*; *Science Direct*; *MathsciNet*; *Mathematical Reviews Database*; *Zentralblatt Math*; *Analytical Abstracts*; *Abstracts in New Technology in Engineering*; *Common Chemistry*; *Drug Information Fulltext*; *International Tables for Crystallography*; *Knovel Library*; *KnowIt All U*; *Materials Research Database*; *Reaxys*; *Oceanic Abstracts*; *Solid State and Superconductivity Abstracts*; *ASTM*; *CAB Abstracts*; *Current Contents Connect*; *Derwent Innovations Index*; e *SCOPUS* (UFSCAR, 2012).

Com esta imensa quantidade de informações, protagonizada pela tecnologia digital, a ciência passa pelo que autores chamam de “sobrecarga de informação” ou “fracasso de filtragem” (HUGGETT, 2013). Isto significa que conforme profetizava Price (1976), à medida que a quantidade de publicações científicas fosse aumentando, ficaria cada vez mais difícil escolher, no universo de pesquisa, quais seriam os periódicos e artigos mais relevantes. Neste contexto, a bibliometria tornar-se-ia cada vez mais útil (PRICE, 1976; HUGGETT, 2013).

Desta forma, a “bibliometria contemporânea” está focada em três nichos de pesquisa principais. O primeiro deles, “bibliometria para bibliométricos”, engloba os pesquisadores interessados em investigação básica em bibliometria, incluindo questões teóricas e metodológicas. Neste caso, a bibliometria designa o objeto principal de estudo. O segundo, “bibliometria para disciplinas científicas” designa o nicho de pesquisa responsável pela informação científica, correspondendo ao grupo de interesse mais diversificado em bibliometria. Neste domínio encontram-se os pesquisadores que utilizam a bibliometria como ferramenta para compreender as suas especialidades – que é onde a presente dissertação/pesquisa se inclui. O último grupo, “bibliometria para a política e gestão de ciência” (GLANZEL, 2003; p.9), é caracterizado por apresentar pesquisas em domínios de avaliação de pesquisa, responsáveis por estudar as estruturas científicas nacionais, regionais e institucionais. É, propriamente dizendo, o estudo da ciência em si. Devido a esta responsabilidade, atualmente a metodologia bibliométrica é interdisciplinar e abrangente, englobando componentes da matemática, das ciências sociais, das ciências naturais, das engenharias e até mesmo das ciências da vida, sendo um dos raros campos de pesquisa interdisciplinares que se estendem a quase todos os domínios científicos (*Idem*, 2003).

Outra característica da bibliometria contemporânea é a existência de uma grande variedade de conceitos para a sua utilização, conforme evidenciado anteriormente. Apesar de terem sido cunhados em momentos diferentes da história, salvo algumas diferenças pontuais, os termos “bibliometria”, “cientometria”, “infometria”, e “webometria”, apresentam definições bastante semelhantes. Maricato

(2010) fez uma comparação das principais definições que norteiam a pesquisa atual em bibliometria:

“A **bibliometria** engloba o estudo dos aspectos quantitativos da produção, disseminação e uso da informação registrada, desenvolvendo modelos e medidas matemáticas, com a função para elaborar previsões e apoiar tomadas de decisão. Alguns autores limitam o seu alcance ao estudo quantitativo da literatura ou com estudos relacionados à atividade bibliotecária

A **cientometria** é o estudo dos aspectos quantitativos da ciência enquanto disciplina ou atividade econômica. A cientometria faz parte da sociologia da ciência, com aplicações voltadas ao desenvolvimento de políticas científicas. Inclui atividades relacionadas à publicação, portanto, sobrepondo-se à Bibliometria.

A **informetria** abrange o estudo dos aspectos quantitativos da informação registrada independentemente do formato ou modo como é gerada. Considera tanto os aspectos quantitativos da comunicação informal quanto da informação registrada. Considera as necessidades e usos da informação para qualquer atividade, seja proveniente de atividade intelectual ou não. A informetria pode incorporar utilizar e aplicar os muitos meios de medição da informação, que estão fora dos limites da Bibliometria e da Cientometria.” (MARICATO, 2010; p.67, grifo nosso)

A pesquisa de Maricato (2010) condiz com as definições apresentadas anteriormente nesta pesquisa. Conforme apontam Fairthorne (1969), Pritchard (1969), e Schrader (1981), a bibliometria se ocupa de estudar apenas a informação registrada. Ao contrário desta, a infometria (ou informetria), para Hood e Wilson (2001), Macias e Chapula (1999) e Andres (2009), versa tanto sobre a informação registrada quanto para a não registrada, tendo fins acadêmicos ou não. Em relação à cientometria, Egghe (2005), Van Raan (1997), Bellis (2009) e Hood e Wilson (2001) afirmam que esta constitui uma disciplina do conhecimento científico, englobando tanto a informetria e bibliometria, e tendo portanto, caráter bastante abrangente.

Contudo, os autores concordam que apesar de apresentarem diferenças entre si, os termos “infometria”, “cientometria”, e “bibliometria”, são muitas vezes indistinguíveis, sendo utilizados como sinônimos em muitos estudos. Apesar de a cientometria ser mais ampla que a bibliometria (GAUTHIER, 1988), e apesar da infometria ser mais generalista (HOOD; WILSON, 2001), nos dias atuais estes termos são usados como sinônimos; havendo na prática, uma grande sobreposição

(ANDRES, 2009; GLANZEL, 2003; HOOD; WILSON, 2001; MARICATO, 2010).  
Conforme afirma Bellis (2009):

"Bibliometria", "cientometria", "infometria", "webometria", "netometria", e "cybermetria": a metrologia da comunicação científica é rica em termos que insinuam diversas e muitas vezes domínios de investigação indistinguíveis. Uma tentação óbvia seria estabelecer uma relação genealógica direta, da bibliometria levando a cybermetria, passando através da cientometria e da infometria. Na verdade, a questão é mais complicada. O objetivo de cada área de pesquisa é analisar, quantificar e medir os fenômenos de comunicação para construir representações formais precisas de seu comportamento para fins explicativos e avaliativos. As diferenças encontram-se na ordem dos fatores e os limites do objeto a ser medido (BELLIS, 2009; p.3)

Nota-se que conforme evidenciado anteriormente, os termos "bibliografia estática", "Bibliometria", "cientometria", "infometria", e "webometria" (ou cybermetria e netmetria) surgiram em diversos momentos distintos do século XX. Todavia, com a evolução da técnica empregada nos estudos, estes termos tenderam a se fundir ou a gerar ambiguidades. Analisando a ocorrência de termos da revista *Scientometrics*, Peritz e Ilan (2002) evidenciaram que os termos "cientometria", "bibliometria", e "ciência da informação" aparecem juntos em 47,3% dos trabalhos em 1990 e 56,9% dos trabalhos em 2000, mostrando uma forte correlação entre os três termos. De fato, de forma geral, independente da definição, o foco da bibliometria tem sido o estudo da literatura científica, (HOOD, WILSON; 2001). Neste estudo, portanto, optou-se pela utilização do termo "bibliometria".

### **3.2. Leis Bibliométricas**

Para que a bibliometria cumpra a sua função, que é a de medir a ciência ou o discurso gravado (PRITCHARD, 1969; FAIRTHORNE, 1969), é necessário que haja um conjunto de métodos e leis que subsidiem este propósito. Desta forma, pode-se dizer que as principais leis bibliométricas utilizadas no meio científico são:

- A medição de produtividade acadêmica de cientistas elaborado por Lotka (1926); (Lei de Lotka); HUBER, 1998; EGGHE, 1986; CHEN, 1989; COILE, 1978; URBIZAGASTEGUI, 2008; PAO, 1989).

- A lei de dispersão do conhecimento científico elaborado por Bradford 1934 (Lei de Bradford) (LEIMKUHNER, 1967; ANDRES, 2009; VUKOVIC, 1997; BROOKES, 1977; ANDRES, 2009; PINHEIRO, 1983; VINKLER, 1997).
- O modelo de distribuição e frequência de palavras num texto elaborado por Zipf (1949) (*Primeira Lei de Zipf e Segunda Lei de Zipf*) acompanhadas do Ponto de Transição de Goffman (1967) (DIODATO E GELLATLY, 1994; TOPSOE, HARREMOES, 2005; GUEDES, BORSCHIEVER, 2005; WYLLIS, 2004; LAPA; CORREA, 2011).
- O método de medição de produtividade acadêmica com base em citações e quantidade de publicações, elaborado por Eugene Garfield (1972) ( ) (GARFIELD, 1999; THOMSON REUTERS, 2015; WEB OF SCIENCE, 2015).
- A lei do elitismo acadêmico proposta por Price (1963) (Lei de Price) (PRICE, 1963, 1965, 1976, 1978).

Esta seção apresenta – ainda que de forma resumida e generalista – a fundamentação histórica e matemática destas leis, muitas das quais serão utilizadas nesta dissertação.<sup>1</sup>

### 3.2.1. Produtividade De Autores - Lei De Lotka

A Lei de Lotka (*Lotka's Law*), ou Lei do Quadrado Inverso, foi elaborada em 1926 pelo matemático e estatístico Alfred Lotka, sendo uma das principais fórmulas bibliométricas para medir a produtividade de autores e sua respectiva contribuição para o campo do conhecimento a qual pertence (HUBER, 1998; EGGHE, 1986; CHEN, 1989).

---

<sup>1</sup> No capítulo “6. Discussão”, são feitas comparações entre as leis bibliométricas aqui apresentadas (Bradford, Lotka, Zipf, e Fator de Impacto) com os resultados da presente dissertação.

Ao longo de quase todo o século XX, a Lei de Lotka tem sido empregada com sucesso na avaliação de produtividade de autores em diversos campos do conhecimento, tais como: química; história; musicologia; economia; psicologia; patentes; e ciência da informação (COILE, 1978). Urbizagastegui (2008) aponta que pelo menos até o ano de 2003, mais de 390 trabalhos foram escritos criticando, replicando e/ou reformulando a Lei de Lotka, entre artigos, capítulos de livros, comunicações em congressos, e literatura cinza<sup>2</sup> (URBIZAGASTEGUI, 2008).

Após estudar a distribuição da publicação científica de físicos e químicos no periódico *Chemical Abstracts* entre 1907 e 1916, Lotka descobriu que a produtividade dos autores seguia uma relação matemática. Para Lotka, quanto mais produtivo fosse um autor, maior seria a tendência do mesmo publicar novamente. Contudo, quanto menos produtivo fosse, menores seriam as chances de novas publicações (COILE, 1978; EGGHE, 1986). Lotka evidenciou, por exemplo, que a maior parte dos autores – cerca de 60%, publicava apenas uma vez (PAO, 1989).

Desta forma, a Lei de Lotka pode ser expressa na Equação 01, onde a letra *a* corresponde à quantidade de autores e a letra *n* à quantidade de trabalhos publicados por este autor.

**Equação 01 – Lei de Lotka:**

$$a_n = \frac{a}{n^2}$$

Logo, a quantidade de autores (*a*) publicando certa quantidade de trabalhos (*n*; *a<sub>n</sub>*), é igual à divisão do número de autores (*a*) pela quantidade de trabalhos (*n*) ao quadrado (*a/n<sup>2</sup>*) (CHEN, 1989; COILE, 1978).

Através de um exemplo hipotético, Andres (2009) ilustra, de forma didática, a utilização prática da Lei de Lotka expressa pela Equação 01. Em um universo hipotético de 1.225 autores, 1.005 publicariam apenas um artigo (portanto, a grande maioria), 130 publicariam dois, 32 publicariam três, 15 publicariam quatro, sete publicariam cinco, seis publicariam seis, quatro publicariam sete, três publicariam

---

<sup>2</sup> Literatura cinza: “material científico que não tem sido arbitrado na forma habitual” (LAUFER, 2015; p.1)

oito, um publicaria nove, e apenas dois publicariam mais de dez artigos (ANDRES, 2009). Nota-se, portanto, que conforme evidenciado por Pao (1989), por Egghe (1986) e por Coile (1978) para a Lei de Lotka, a distribuição da frequência de publicação de autores é bastante desigual.

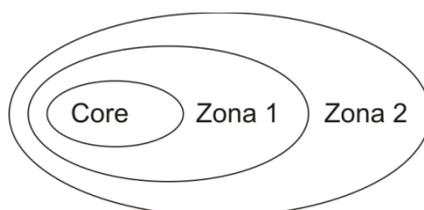
Contudo, de acordo com Andres (2009), o resultado da fórmula de Lotka pode variar de acordo com a metodologia empregada. Esta lei pode ser aplicada de três maneiras principais: através da “contagem completa”, da “contagem direta”, e da “contagem fracionada”. Através da “contagem completa”, cada ocorrência de um autor é reconhecida e recebe tratamento igual, independentemente do número de autores associado com o artigo em questão. Já na “contagem direta”, com base no pressuposto de que o primeiro autor é o principal contribuinte para uma publicação, só este é contado. Por fim, na “contagem ajustada”, cada autor recebe um determinado peso: se, por exemplo, numa situação hipotética dois autores contribuísem cada um receberia peso de 0,5. Se cinco autores contribuísem, cada um receberia peso de 0,2, e assim sucessivamente (ANDRES, 2009).

### *3.2.2. Produtividade de Periódicos - Lei de Bradford*

A Lei de Bradford (*Bradford's Law*) foi formulada pelo matemático e bibliotecário Samuel Clement Bradford em 1934, servindo principalmente para medir a produtividade e a distribuição de periódicos científicos. Para tal, Bradford compilou artigos na área de Geofísica entre 1931 e 1933, descobrindo então, uma regularidade matemática entre as publicações. Bradford evidenciou uma relação inversa entre a quantidade de artigos publicados em uma área do conhecimento e o número de periódicos nos quais os mesmos aparecem. Logo, para Bradford, em uma área específica, um pequeno número de periódicos é responsável por uma fração considerável do total de publicações, exercendo bastante influência acadêmica. Por outro lado, a maior parte dos periódicos é pouco influente, publicando menos artigos nesta mesma área (LEIMKUHNER, 1967; ANDRES, 2009; VUKOVIC, 1997).

Conforme apontam Brookes (1977), Pinheiro (1983), Andres (2009) e Vinkler (1997), a Lei de Bradford ranqueia os periódicos de um determinado campo do conhecimento em três áreas distintas, as Zonas de Bradford, ou *Bradford Zones*, cuja representação gráfica possui a seguinte feição:

**Figura 01 – Representação Visual da Lei de Bradford**



Nesta representação (Figura 01), cada zona possui o mesmo número de artigos, contudo, o tamanho da elipse varia de acordo com a quantidade de revistas. No polígono central (core), ou “área concentrada” (PINHEIRO, 1983), há uma grande quantidade de artigos por periódico. Nesta área localizam-se as principais e mais produtivas revistas de uma determinada disciplina. Já na Zona 1, ou Zona B encontram-se os periódicos de média produtividade, e na Zona 2, ou Zona C, os periódicos de baixa produtividade. Nesta última zona situa-se a maior parte das revistas (BROOKES, 1977; ANDRES, 2009; PINHEIRO, 1983; VINKLER, 1997).

Primeiramente, para compreender como o número de periódicos aumenta de uma zona para a outra, existe a *constante de Bradford*, expressa pela letra  $k$ . Este número é um fator multiplicador que determina a proporção de revistas em cada zona (EGGHE, 1986; EGGHE, 1990). Se por exemplo, num universo hipotético de 65 periódicos, existam 5 na primeira zona, 15 na segunda, e 45 na terceira, isto significa que a quantidade de periódicos aumenta três vezes de uma zona para a outra. Logo,  $k = 3$  (ANDRES, 2009).

Os trabalhos de Egghe (1986 e 1990) mostram como calcular a constante de Bradford ( $k$ ) através dos seguintes parâmetros: número de Euler ( $e^y$ ) expresso pelo valor fixo 0,5772; produtividade máxima de artigos de um jornal que está em primeiro no ranking ( $Y_m$ ); e número de zonas de Bradford ( $p$ ), conforme a Equação:

#### **Equação 02 – Lei de Bradford**

$$k = (e^y \cdot Y_m)^{1/p}$$

Logo, a constante de Bradford (Equação 02) é igual ao número de artigos do periódico principal ( $Y_m$ ) multiplicado por 0,5772 elevado a 1 dividido pelo número de zonas de Bradford ( $p$ ) que se deseja obter (EGGHE, 1986; EGGHE, 1990)

Já para calcular o número de periódicos da área core, ou da Zona 0, expresso pela simbologia  $r_0$ , utiliza-se a seguinte fórmula utilizando os parâmetros: número total de periódicos que publicam artigos em uma determinada disciplina ( $T$ ); constante de Bradford ( $k$ ); e número de zonas de Bradford ( $p$ ) (ANDRES, 2009), conforme a Equação 03:

#### **Equação 03 – Lei de Bradford – Número de áreas core**

$$r_0 = \frac{T(k-1)}{(k^p-1)}$$

Logo, o número de periódicos da área core ( $r_0$ ) é igual a constante de Bradford ( $k$ ) menos 1 multiplicado pelo número total de periódicos ( $T$ ), sendo o resultado dividido pela constante de Bradford ( $k$ ) elevado ao número de zonas de Bradford ( $p$ ) menos 1 (ANDRES, 2009).

Finalmente, tendo o valor da constante de Bradford ( $k$ ) e o número de periódicos da área core ( $r_0$ ) é possível calcular a quantidade de periódicos nas outras zonas de Bradford ( $r_1, r_2, r_3$ .) através da seguinte relação:

#### **Equação 04 – Lei de Bradford – Zonas de Bradford**

$$\begin{aligned}r_0 &= r_0 \cdot 1 \\r_1 &= r_0 \cdot k \\r_2 &= r_0 \cdot k^2 \\r_3 &= r_0 \cdot k^3\end{aligned}$$

Logo, de acordo com a Equação 04, a quantidade de periódicos nas zonas de Bradford subsequentes ( $r_1, r_2, r_3$ .) é igual ao produto da quantidade de periódicos na

área core ( $r_0$ ) pela constante de Bradford ( $k$ ) elevado ao respectivo número da zona (1, 2, 3) (ANDRES, 2009).

### 3.2.3. *Frequência e Distribuição de Palavras - Lei de Zipf*

A Lei de Zipf (*Zipf's Law*) foi elaborada pelo linguista estadunidense George Kingsley Zipf, foi originalmente publicada em seu livro *Human Behavior and the Principle of Least Effort* (Comportamento Humano e Princípio do Menor Esforço), de 1949 (CEBI, 2004). Neste livro, Zipf considerou que a linguagem tende a ser utilizada com base no menor esforço, isto é, economizando palavras. Sendo assim, as palavras mais utilizadas tendem a possuir maior relação com o assunto do documento (TOPSOE, HARREMOES, 2005; GUEDES, BORSCHIEVER, 2005).

Proposta para ser aplicada ao discurso gravado, a Lei de Zipf possui duas variáveis: o número de palavras em um texto e sua frequência de ocorrência (ANDRES, 2009) Para chegar a esta lei, Zipf contou as palavras da obra *Ulisses*, escrita por James Joyce, descobrindo que a mesma possuía 260,430 palavras, apresentando 29,899 termos diferentes (TOPSOE, HARREMOES, 2005). Zipf evidenciou que a palavra mais utilizada ocorria 2653 vezes; a centésima mais utilizada aparecia 256 vezes; e a duocentésima, 133 vezes. Havendo, portanto, uma relação proporcional matemática entre estas (GUEDES, BORSCHIEVER, 2005). Desta forma, esta relação pode ser expressa na Equação 05:

#### **Equação 05 – Primeira Lei de Zipf**

$$r \cdot Fr = C$$

Zipf evidenciou, portanto, que ao multiplicar a ordem de ranking de uma palavra ( $r$ ) pela sua frequência de ocorrência ( $Fr$ ), obtinha-se um resultado constante ( $C$ ). (Equação 05). Esta fórmula ficou conhecida como *Primeira Lei de Zipf*, ou Lei do Menor Esforço (FAIRTHORNE, 1969; GUEDES E BORSCHIEVER, 2005; WYLLIS, 2004; TOPSOE, HARREMOES, 2005).

Contudo, conforme apontam Diodato e Gellatly (1994) e Guedes e Borschiever (2005), embora a Primeira Lei de Zipf funcionasse corretamente a

palavras de alta frequência, nem sempre era eficaz para palavras de baixa frequência. Para estas últimas, Zipf elaborou a *Segunda Lei de Zipf*, a qual foi posteriormente revisada por Andrew D. Booth, em 1967 (DIODATO E GELLATLY, 1994; GUEDES E BORSCHIEVER, 2005).

Deste modo, a *Segunda Lei de Zipf*, ou *Lei de Zipf-Booth*, é regida pela Equação 06:

**Equação 06 – Segunda Lei de Zipf**

$$\frac{I_1}{I_n} = \frac{n(n + 1)}{2}$$

Esta possui os seguintes parâmetros: número de palavras que possuem frequência 1 ( $I_1$ ); e número de palavras com dada frequência  $n$  ( $I_n$ ). A constante “2” refere-se ao padrão da língua inglesa. Nesta equação, a divisão do número de palavras que possuem frequência 1 ( $I_1$ ) pelo número de palavras com dada frequência  $N$  ( $I_n$ ) é igual à esta frequência ( $n$ ) somado à “1”, multiplicado pela mesma frequência ( $n$ ) e dividido por “2” (DIODATO E GELLATLY, 1994; GUEDES E BORSCHIEVER, 2005).

Entretanto, Goffman (1966) aponta que entre as palavras mais utilizadas (Primeira Lei de Zipf), e as palavras menos utilizadas (Segunda Lei de Zipf), haveria uma região de transição composta por palavras de média ocorrência (GOFFMAN, 1966; GUEDES E BORSCHIEVER, 2005). Para Goffman (1966), as palavras mais importantes do documento estariam justamente nesta faixa.

Desta forma, Goffman (1966) fez uma pequena alteração na fórmula da segunda Lei de Zipf, substituindo o número de palavras com dada frequência  $n$  ( $I_n$ ) pelo número 1, como segue na Equação 07:

**Equação 07 – Ponto T de Goffman:**

$$\frac{I_1}{1} = \frac{n(n + 1)}{2}$$

Esta teoria ficou conhecida como *Ponto de Transição de Goffman*, ou *Ponto T* de Goffman, enriquecendo assim as Leis de Zipf<sup>3</sup>(LAPA; CORREA, 2011).

#### 3.2.4. Distribuição de Citações

A dinâmica de citações segue o que Merton (1968) definiu como *Efeito Mateus na Ciência*. Isso significa que em um determinado assunto, os autores *mais* citados tendem a ser *ainda mais* citados. Já os *pouco* citados, tendem a ser *ainda menos* citados (MERTON, 1968). Price (1963) evidencia, portanto, que aproximadamente 75% daqueles que escrevem um só artigo nunca mais voltam a escrever. Para este, esta desigualdade gera um “elitismo acadêmico”, caracterizado pela concentração da maior parte do conhecimento científico em poucos autores e poucos periódicos, o que direcionaria as citações (PRICE, 1963).

Neste contexto, em seu livro “*Little Science, Big Science*”, Price formula a *Teoria da Raiz Quadrada*, ou *Lei de Elitismo*, ou simplesmente *Lei de Price*. Esta consiste na premissa de que o número dos autores mais produtivos – que escrevem mais de vinte artigos em sua trajetória e que correspondem à metade da produção científica mundial – corresponda à aproximadamente a raiz quadrada do total de autores existentes (PRICE, 1963). Outros trabalhos de Price (1965, 1976, 1978) versam justamente sobre esta desigualdade acadêmica: muitos autores produzem pouco, e poucos autores produzem muito, refletindo na distribuição das citações.

Além da *Lei de Price*, uma das formas mais conhecidas de medir produtividade de autores e periódicos é o *Fator de Impacto (FI)*, elaborado por Eugene Garfield em 1972. Calculado pelo *Institute for Scientific Information (ISI)* e pela corporação *Thomson Reuters*, os resultados do Fator de Impacto são publicados bianualmente pelo *Journal of Citation Reports (JCR)*; levando em consideração o número de citações e de quantidade de artigos (GARFIELD, 1999; THOMSON REUTERS, 2015).

---

<sup>3</sup> Os resultados desta dissertação foram comparados somente com a Primeira Lei de Zipf. Não foram considerados os Pontos de Transição de Goffman.

As informações que fornecem subsídio ao cálculo do fator de impacto – citações e quantidade de publicações, são obtidas através da plataforma *Web of Science*, ou *Web of Knowledge*, igualmente pertencente à *Thomson Reuters*, que fornece mais de 90 milhões de publicações multidisciplinares em vários idiomas e localidades geográficas (WEB OF SCIENCE, 2015).

Deste modo, o Fator de Impacto (FI) é calculado com base no período de dois anos anteriores à publicação do índice na *Journal of Citation Reports*, levando duas variáveis numéricas em consideração: a quantidade de citações (C) e a quantidade de publicações (P), conforme a Equação 08:

**Equação 08 – Cálculo do Fator de Impacto**

$$FI = \frac{C}{P}$$

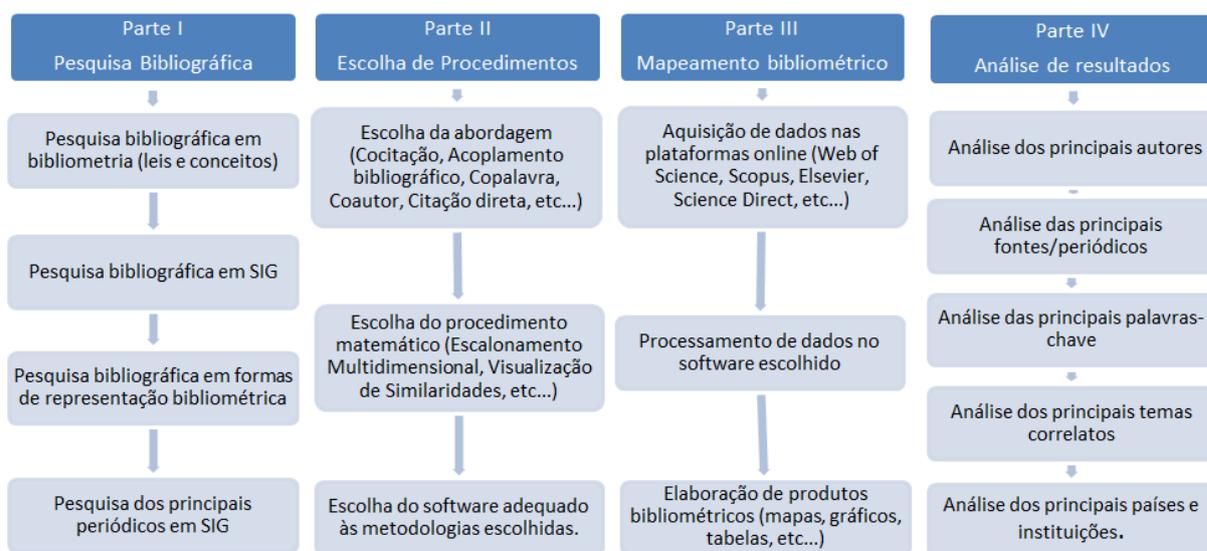
O fator de impacto, portanto, consiste na divisão da quantidade de citações (C) pela quantidade de publicações (P) em dois anos de produção acadêmica (GARFIELD, 1999; THOMSON REUTERS, 2015). Assim, para a versão mais atualizada do fator de impacto, de 2013, foi dividido o total de citações nos artigos de 2012 e 2011 feitas no ano de 2013 pelo número de artigos publicados em 2011 e 2012 (*Idem*, 2015)

## 4. METODOLOGIAS E PROCEDIMENTOS

### 4.1. Procedimentos Metodológicos

De acordo com Eck et al. (2010), independentemente da área de conhecimento a ser estudada, a metodologia de trabalho para elaboração de estudos bibliométricos deve seguir os seguintes passos: a) seleção da base de dados científica; b) seleção dos termos mais importantes em um determinado universo e processamento de dados; c) elaboração de mapas bibliométricos e, finalmente, d) análise de resultados. (ECK et al, 2010). Esta metodologia é bastante semelhante ao que está sendo adotada nesta dissertação, conforme o Fluxograma 01 a seguir:

**Fluxograma 01 – Procedimentos Metodológicos da Dissertação**



*Organizado pelo autor.*

Conforme evidenciado, a pesquisa está sendo feita em quatro etapas complementares: I - pesquisa bibliográfica; II - escolha de procedimentos; III - mapeamento bibliométrico; e IV - análise de resultados; uma adaptação da metodologia de pesquisa bibliométrica de Eck et all (2010).

A primeira etapa refere-se à revisão bibliográfica pertinente aos temas centrais da dissertação, que engloba sistemas de informação geográfica (SIG) e periódicos internacionais nesta área do conhecimento, além de bibliometria e

representação bibliométrica. Para esta etapa estão sendo utilizadas principalmente referências internacionais como livros e artigos de periódicos.

Após a revisão bibliográfica inicial, a etapa II consiste na escolha de metodologias e abordagens mais adequadas para a concretização do objetivo central da pesquisa. Isto engloba uma série de escolhas: desde a abordagem bibliométrica, passando pelo procedimento matemático, até a decisão dos softwares a serem trabalhados.

Depois, será necessário realizar o mapeamento bibliométrico em si, o que se refere à etapa III. Para tal, serão adquiridos dados de plataformas online como *Web of Science*, *Science Direct*, *Scopus*, *Elsevier*, entre outras. Este material será processado em softwares específicos e transformado em produtos de visualização bibliométrica, tendo o mapa como elemento central, que será auxiliado por gráficos e tabelas.

Finalmente, após a produção dos materiais de representação bibliométrica (etapa III), será possível atingir o objetivo da pesquisa, que gira em torno da compreensão do cenário internacional em sistemas de informação geográfica, ou seja, a etapa IV. Para tal, serão realizadas análises quantitativas e qualitativas do material produzido, visando evidenciar: as principais redes de citações, principais autores, principais temas, principais países e instituições, e evolução temporal do quadro científico em SIG.

## **4.2. Mapeamento Bibliométrico**

### *4.2.1. Definições e Aplicações*

Se a bibliometria é “o campo científico que estuda quantitativamente todos os tipos de dados bibliográficos, como os títulos, palavras-chave, autores, citações, e referências de artigos e livros” (ECK et al., 2010; p.1); o mapeamento bibliométrico da ciência diz respeito à “métodos quantitativos para representar visualmente a literatura científica baseada em dados bibliográficos” (*Idem*, 2010; p.1). O mapeamento da ciência visa encontrar representações das conexões dentro dos

sistemas dinâmicos que envolvam o conhecimento científico (SMALL, 1997). Assim, mapas bibliométricos, ou “bibliometria descritiva”, podem ser definidos como o “mapeamento das estruturas sociais e de conhecimento em ciência” (MORRIS; MARTENS, 2008; p.215) Mapas bibliométricos consistem, portanto, na representação visual da bibliometria, cujo objetivo é “fornecer uma visão geral da estrutura da literatura científica em um determinado domínio ou em um determinado tópico” (ECK et al., 2010; p.1).

Sob esta perspectiva, o termo “mapa” utilizado na bibliometria difere da concepção original utilizada na cartografia e na geografia, a qual tradicionalmente corresponde à representação de fenômenos da superfície terrestre (ANDREWS, 1996). Para a ciência da informação, um mapa pode ser definido como a “representação da estrutura e da interligação de elementos de um sistema conhecido” (MORRIS; MARTENS, 2008). Um “sistema conhecido” pode incluir elementos geográficos como estradas, rios, lagos, cidades, vilas e as fronteiras políticas; mas também pode ser contido por elementos não geográficos como, por exemplo, circuitos eletrônicos (resistências, transístores e condensadores) ou redes bibliométricas (citações, autores, áreas do conhecimento, etc). Desta forma, portanto, vários autores tratam mapas bibliométricos como representações de redes científicas (ECK et al., 2010; COBO et al., 2011; SMALL, 1997; ECK, WALTMAN, NOYONS, 2010; JANSSENS et al., 2006; ECK, WALTMAN, 2007; NOYONS, MEDINA; 2009; VAN RAAN, 2014).

Apesar de não possuir escala cartográfica e correspondência com a superfície terrestre, mapas bibliométricos possuem relações proporcionais de visualização, possibilitando evidenciar centralidades e descentralidades em um determinado universo representado (ECK, 2011; ECK, WALTMAN, 2007). Independentemente da representação analisada (autores, citações, palavras-chave, temas correlatos, ou periódicos) mapas bibliométricos são dotados de dois atributos fundamentais que lhe conferem certo grau de espacialidade, sem os quais a sua visualização seria inviável, que são *distância* e *dimensão* dos elementos a serem representados. A *distância* é inversamente proporcional à conexão entre os objetos e serve para indicar o grau de proximidade que dois ou mais elementos possuem entre si: quanto

mais próximos estiverem representados, por exemplo, dois autores, maior será o grau de conexão que estes possuem no meio científico. Já a *dimensão* do elemento – normalmente representado por uma esfera – indica seu nível de relevância em comparação ao universo representado. Neste caso, o tamanho da esfera indica a importância do elemento: autores mais relevantes, por exemplo, serão representados com esferas maiores; e autores menos relevantes, com esferas menores. Por fim, as distâncias e as dimensões dos elementos produzem diferentes grupos dispostos no mapa. Agrupamentos ou *clusters* são regiões dotadas de similaridade ou critérios específicos. Temas ou autores bastante próximos, por exemplo, tendem a ficar concentrados em uma determinada porção do mapa. Para esta concentração, portanto, dá-se o nome de *cluster* (VAN RAAN, 2014; ECK, WALTMAN; 2007; ECK, 2011; ECK, WALTMAN, NOYONS, 2010; SMALL, 1997; NOYONS, 2012; NOYONS, MEDINA; 2008; VAN RAAN, TJISEEN; 1993).

Como se podem observar, mapas bibliométricos, ou mapas da ciência, permitem um amplo leque de aplicações. Primeiramente, pesquisadores podem utilizá-los para obter uma visão geral de suas respectivas áreas de atuação, ou explorar um determinado tópico de acordo descobrindo a literatura de alto nível, incluindo o papel dos jornais de referência internacionais. Já no contexto da política científica, mapas bibliométricos podem ser utilizados para apoiar tomada de decisões por parte dos governos, agências de financiamento e universidades (ECK et al., 2010; VAN RAAN, 2014).

#### 4.2.2. Tipos de Procedimentos

Partindo-se do pressuposto de que há diferentes maneiras de se representar visualmente o conhecimento científico, esta seção apresentará as principais técnicas e abordagens para elaboração de mapas bibliométricos, tais como:

- *Cocitação (co-citation analysis)* (GARFIELD, 2011; SMALL, 1997; ECK et al., 2010);
- *Acoplamento bibliográfico (bibliographic coupling)* (GARFIELD, 2011; SMALL, 1997; ECK et al., 2010);

- Citação direta (*direct citation*) (BELTER, 2012; ECK, 2011);
- Coautoria (*coauthorship*) (ECK, 2011; YAN, DING, 2012);
- Copalavra (*coword*) (ECK, 2011; YAN, DING, 2012);
- Tema (*topic*) (ECK, 2011; YAN, DING, 2012).

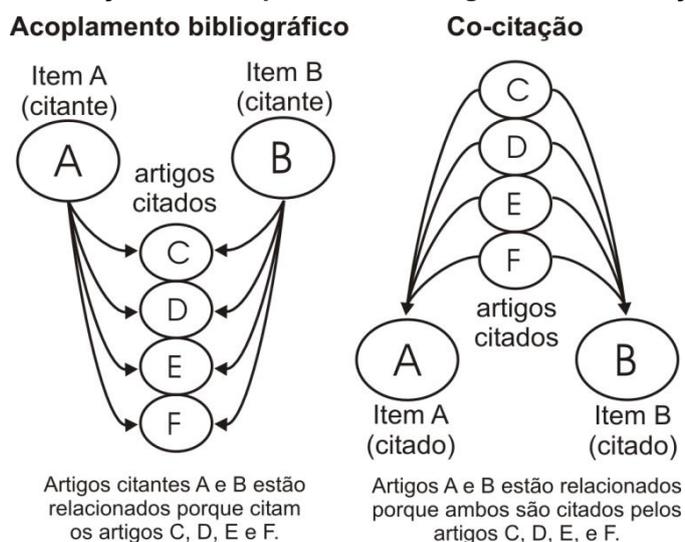
Bem como as duas técnicas matemáticas amplamente utilizadas para tal:

- Escalonamento Multidimensional (MDS) (KRUSKAL, WISH; 1978; JAWORSKA, ANASTASOVA; 2009; WILKINSON, 2003);
- Visualização de Similaridades (VOS) (NOYONS, 2012; ECK, WALTMAN; 2007; ECK et al., 2010).

Para o mapeamento bibliométrico desta pesquisa, foi utilizada uma combinação entre a análise de cocitações (*co-citation analysis*) e a Visualização de Similaridades (VOS). A justificativa para tais escolhas é discutida nos parágrafos seguintes.

De acordo com Van Raan (2014) e Tahai e Meyer (1999), o princípio básico do mapa bibliométrico é a rede de citações, na qual existe o pressuposto de que referências mais citadas são mais relevantes. Deste modo, quanto mais citações e mais referências em comum, mais forte é conexão entre dois ou mais documentos científicos (VAN RAAN, 2014; TAHAI, MEYER; 1999). Nesta perspectiva, Garfield (2011), Eck et al (2010), Morris e Martens (2008), Small (1997), Belter (2012), e Guedes (2012) concordam que as duas abordagens mais utilizadas para a contagem de citações são a *análise de cocitações* e o *acoplamento bibliográfico*. A Figura 02 adaptada de Garfield (2011) explica e diferencia ambas:

**Figura 02 – Diferença entre Acoplamento Bibliográfico e Co-citação**



*Adaptado de Garfield, 2011.*

De acordo com Garfield (2011), o acoplamento bibliográfico ocorre quando dois ou mais artigos *citantes* se relacionam através dos mesmos artigos retrospectivamente *citados*. Neste caso, “A” e “B” estariam conectados porque ambos citam os artigos “C”, “D”, “E” e “F”. Por outro lado, cocitação ocorre quando dois ou mais trabalhos são citados pelas mesmas fontes. No exemplo hipotético de Garfield (2011), “A” possuiria relação com “B” porque ambos seriam citados por “C”, “D”, “E”, e “F”. Pode-se dizer, portanto, que enquanto o acoplamento bibliográfico mapeia os artigos *citantes*, a cocitação mapeia os artigos *citados*.

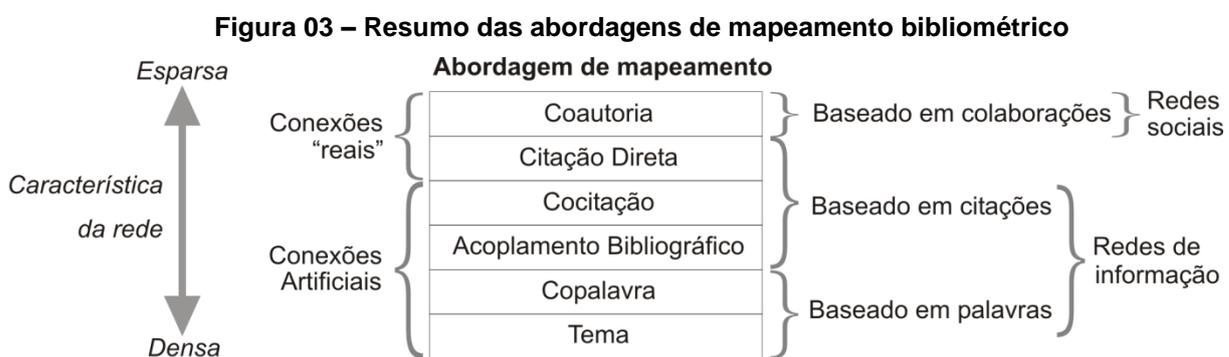
Ao comparar ambas as metodologias, os autores afirmam que a cocitação é o indicador mais utilizado para mapeamento bibliométrico. Ao contrário do acoplamento bibliográfico, esta permite que se observem os principais trabalhos citados, iluminando os principais artigos e evidenciando assim as principais tendências científicas de uma determinada área (ECK et al., 2010; GARFIELD, 2011). Nesta perspectiva, parte-se do princípio de que documentos *citados* são mais relevantes do que documentos *citantes*.

A citação direta (*direct citation*) é outra abordagem possível para o mapeamento de redes científicas. Ao contrário do acoplamento bibliográfico e da cocitação – que mapeiam documentos indiretamente conectados, a citação direta se baseia na relação direta e explícita entre dois ou mais trabalhos. Ocorre quando, por

exemplo, o documento “A” cita o documento “B”. Entretanto, por ser demasiado simples, a citação direta constitui uma “medida assimétrica de parentesco” (ECK, 2011), sendo pouco popular para mapeamentos bibliométricos. De acordo com Eck (2011), Belter (2012) e Garfield (2011), o acoplamento bibliográfico e a cocitação apresentam maior eficiência para representar a realidade científica, e por isto, são mais utilizados (ECK, 2011; BELTER, 2012; GARFIELD, 2011). Devido a estas constatações, a citação direta não foi utilizada nesta dissertação.

É possível ainda, utilizar as técnicas de coautoria (*co-authorship*), copalavra (*coword*) e tema (*topic*); que apesar de serem menos utilizadas, também possuem as suas funções específicas no contexto bibliométrico (YAN, DING, 2012). O mapeamento de coautoria serve para definir os documentos de autoria compartilhada, evidenciando as redes sociais existentes entre as distintas colaborações científicas. Por sua vez, os mapeamentos de copalavra e tema têm como função, respectivamente, descobrir quais são as principais palavras e temas relacionados a um determinado domínio científico (YAN, DING, 2012; ECK, 2011). Entretanto, por motivos metodológicos, estas técnicas também não foram aqui utilizadas.

A figura 03, adaptada de Yan e Ding (2012) sintetiza as diferenças e semelhanças entre as formas mais utilizadas para mapeamento bibliométrico:



*Adaptado de Yan e Ding, 2012.*

A figura 03 adaptada, fornece um interessante resumo das características e aplicações das principais abordagens utilizadas para o mapeamento das redes científicas. A coautoria (colaboração existente entre autores) e a citação direta

(citações de um documento para outro) consistem em conexões reais, sendo a primeira representando uma rede social (pessoas), e a segunda, citações reais existentes. Já as demais formas de abordagem constituem conexões artificiais, isto é, que existem de forma indireta, sendo necessário o processamento bibliométrico para evidenciá-las (YAN, DING; 2012).

Em suma, as diferentes técnicas de mapeamento bibliométrico (coautoria, cocitação, acoplamento bibliográfico, copalavra e tema) servem para diferentes propósitos e contextos, sendo difícil estabelecer uma hierarquia entre as mesmas. Especificamente nesta dissertação, serão basicamente utilizadas: “cocitação” para evidenciar os principais autores, periódicos, e fontes; e “tema” para compreender os temas correlatos à SIG. A contagem de palavras-chave, países, e instituições, será realizada de forma manual, independente das técnicas bibliométricas aqui descritas.

Interessante notar que quanto mais abstrata for uma abordagem, mais denso será o mapa bibliométrico. Como coautorias e citações diretas ocorrem de forma pontual, apenas entre dois elementos, os mapas possuem aspecto esparsos ou até mesmo circular. Já determinados temas ou palavras – que são estudados por centenas de cientistas ao redor do mundo, costumam resultar em representações mais densas (YAN, DING; 2012).

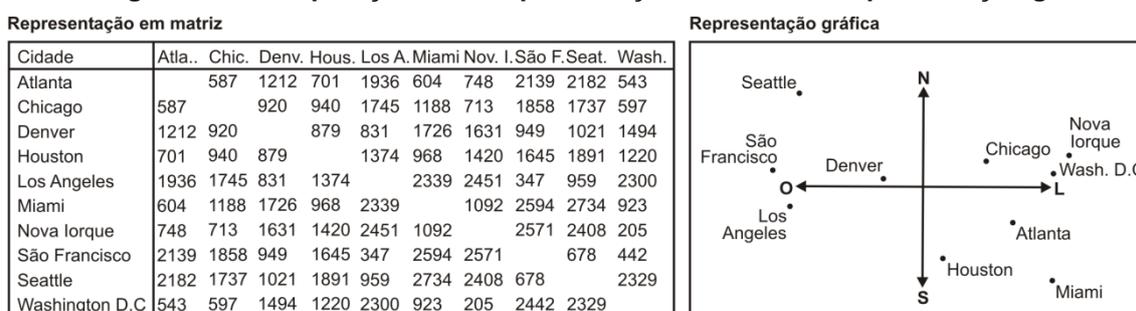
Independentemente da abordagem escolhida – coautoria, citação direta, cocitação, acoplamento bibliográfico, copalavra ou tema – é necessário que haja um conjunto de procedimentos matemáticos para processar, interpretar e transformar as matrizes obtidas em visualizações reais, ou seja, no mapa bibliométrico em si. Desta forma, as duas técnicas mais utilizadas pela literatura científica internacional constituem no Escalonamento Multidimensional (*Multidimensional Scalling*; MDS) e na Visualização de Similaridades (*Visualization of Similarities*) (VOS; ECK et al., 2010; JAWORSKA, ANASTASOVA; 2009; WILKINSON, 2003; KRUSKAL, WISH; 1978; ECK, WALTMAN; 2007).

Apesar de um grande número de técnicas diferentes estarem disponíveis para a construção de mapas bibliométricos, “sem dúvida, a mais popular é a técnica de

escalonamento multidimensional (MDS)" (ECK et al.; 2010; p.1). Esta permite que um grande conjunto de dados seja condensado em mapas simples (JAWORSKA, ANASTASOVA; 2009), fornecendo ao usuário uma representação visual das relações entre objetos (WILKINSON, 2003).

Escalonamento Multidimensional, do inglês *Multidimensional Scalling* (MDS) consiste em um conjunto de técnicas matemáticas que permitem a um investigador descobrir a estrutura oculta de bases de dados complexos (KRUSKAL, WISH; 1978). Estes autores utilizam as distâncias entre algumas cidades dos Estados Unidos para comparar a representação em matriz e a representação gráfica utilizando técnicas MDS. Conforme a Figura 04::

**Figura 04 – Comparação entre representação em matrix e representação gráfica**



*Adaptado de Kruskal e Wish (1978)*

A representação numérica, à esquerda, evidencia as distâncias, em milhas, entre algumas cidades estadunidenses. Trata-se de uma matriz composta de números naturais inteiros. Com base na matriz apresentada, é possível utilizar técnicas MDS para extrair informações espaciais dispostas em eixos X e Y, à direita, facilitando significativamente a assimilação de informação pelo usuário (KRUSKAL, WISH; 1978). Uma matriz pode ser representada através da seguinte maneira, de acordo com a Equação 09:

**Equação 09 – Matriz de representação MDS e VOS**

$$\Delta = \begin{bmatrix} \delta_{11} & \delta_{12} & \delta_{13} & \delta_{14} \\ \delta_{21} & \delta_{22} & \delta_{23} & \delta_{24} \\ \delta_{31} & \delta_{32} & \delta_{33} & \delta_{34} \\ \delta_{41} & \delta_{42} & \delta_{43} & \delta_{44} \end{bmatrix}$$

Em linguagem matemática, a matriz MDS ( $\Delta$ ) é composta pela relação entre dois elementos ( $\delta_{ij}$ ), levando em consideração a distância entre os objetos  $i$  e  $j$ . É possível notar, portanto, que cada elemento possui uma posição específica dentro do conjunto (KRUSKAL, WISH; 1978).

Este exemplo apresentado por Kruskal e Wish (1978) pode ser aplicado à realidade bibliométrica simplesmente substituindo as distâncias entre as cidades pelo número de citações de um documento para outro, produzindo neste caso, um mapa bibliométrico (ECK, WALTMAN; 2007).

A técnica Visualização de Similaridades (VOS; do inglês, *Visualization of Similarities*) foi proposta por Eck e Waltman (2007) e por Eck, Waltman, Dekker e Berg (2010), sendo bastante semelhante à supracitada metodologia de Escalonamento Multidimensional (MDS).

O objectivo da VOS é proporcionar uma visualização “na qual os objetos são localizados de tal forma que a distância entre qualquer par de objetos reflita a sua semelhança com a maior precisão possível” (ECK, WALTMAN; 2007, p.1). Assim, por esta metodologia, objetos de alta semelhança devem ser localizados próximos uns dos outros, enquanto objetos de baixa semelhança devem ser localizados em grande distância. Por esta perspectiva, a abordagem VOS é a mesma da MDS. O que as difere é o caminho matemático para atingir este objetivo (ECK, WALTMAN; 2007; ECK, et al. 2010; NOYONS, 2012).

Para cada par de itens representados pelas letras  $i$  e  $j$ , há um grau de similaridade ( $S$ ) no qual ( $S_{ij} \geq 0$ ; similaridade deve ser maior que zero, logo, devem ser elementos diferentes). De acordo com a metodologia VOS, esta similaridade ( $S_{ij}$ ) pode ser calculada levando em consideração: o número de co-ocorrências ( $C$ ) dos elementos  $i$  e  $j$  ( $C_{ij}$ ); o número de co-ocorrências de  $i$  ( $C_i$ ); e o número de co-ocorrências de  $j$  ( $C_j$ ):

**Equação 10 – Cálculo de Similaridade VOS**

$$S_{ij} = \frac{C_{ij}}{C_i C_j}$$

Nesta fórmula (Equação 10), divide-se o número de co-ocorrências ( $C$ ) dos elementos  $i$  e  $j$  ( $C_{ij}$ ) pelo produto entre as co-ocorrências de  $i$  ( $C_i$ ) e as co-ocorrências de  $j$  ( $C_j$ ). Uma vez calculado o grau de similaridade ( $S_{ij}$ ), é possível extrair as localizações dos elementos  $i$  e  $j$  no mapa bibliométrico a partir da seguinte fórmula:

**Equação 11 – Cálculo de localização dos elementos VOS**

$$V(x_1, \dots, x_n) = \sum_{i < j} s_{ij} = || x_i - x_j ||^2$$

Logo, na Equação 11, a variação entre a localização do primeiro elemento ( $x_1$ ), e do último elemento ( $x_n$ ), é igual à soma ponderada da localização de  $i$  menos a localização de  $j$  ao quadrado (ECK, WALTMAN; 2007; ECK, WALTMAN, DEKKER, BERG; 2010). Por fim, para evitar que todos os elementos possuam a mesma localização, impõe-se a restrição de que a distância média entre dois pontos deva ser igual a 1, conforme Equação 12:

**Equação 12 – Cálculo da Visualização de Similaridades (VOS)**

$$\frac{2}{n(n-1)} \sum_{i < j} || x_i - x_j || = 1$$

O fato de igualar a distância relativa média do conjunto ao número um faz com que a metodologia VOS apresente resultados visuais bastante distintos do MDS, chegando próximo de sua “coordenada ideal” (ECK, WALTMAN; 2007).

O ANEXO A, elaborado por Eck e Waltman (2007), apresenta a comparação entre mapas produzidos pela abordagem MDS (MDS-AS e MDS-COS, que diferem entre si através de uma pequena variação matemática) e pela abordagem VOS. Conforme apontam os autores, mapas bibliométricos que utilizem a abordagem MDS

tendem a ser mais circulares, com distribuição quase uniforme dos elementos dentro da esfera. Uma propriedade notável dos mapas MDS é que elementos importantes, isto é, que apresentem grande número de coocorrências, tendem a ser localizados em direção ao centro, enquanto que elementos de baixa ocorrência acabam ficando situados nas bordas periféricas. Já os mapas produzidos pela abordagem VOS apresentam várias centralidades e várias porções periféricas distintas, raramente apresentando forma circular, facilitando assim, a visualização de dinâmicas científicas complexas (ECK E WALTMAN; 2007).

#### 4.2.3. Procedimentos do software VOSViewer

Conforme supracitado, o software *VOSViewer*, elaborado pelo Centro de Estudos em Ciência e Tecnologia da Universidade de Leiden, Países Baixos, está disponível gratuitamente para download em seu site oficial<sup>4</sup>, e serviu para a elaboração de todos os mapas bibliométricos presentes neste estudo. Trata-se de um software destinado à elaboração de Mapas Bibliométricos com base na Metodologia VOS, utilizando dados de plataformas digitais<sup>5</sup>.

Como mapas baseados em rede (*map based on a network*) são destinados a arquivos próprios do *VOSviewer*, para esta pesquisa foram utilizadas as duas funções subsequentes: mapas baseados em dados bibliográficos (*map based on a bibliographic data*) e mapas baseados em corpos de texto (*map based on a text corpus*). Mapas de “dados bibliográficos” abrangem metodologias da bibliometria como acoplamento bibliográfico, co-citação e co-autoria. Isto foi particularmente útil para a elaboração dos mapas bibliométricos de autores e periódicos mais relevantes em SIG. Já os mapas de “corpos de texto”, analisam as ocorrências e co-ocorrências de palavras ou termos em um determinado corpo de texto. Este tipo foi útil para a construção de mapa bibliométrico com os termos correlatos mais relevantes em SIG. (VOSVIEWER, 2016)

---

<sup>4</sup> <http://www.vosviewer.com/>

<sup>5</sup> O software VOS Viewer, assim como a maioria dos softwares bibliométricos, analisa o conjunto de dados de plataformas digitais, se restringindo ao universo das mesmas. Não analisa, portanto, as Leis Bibliométricas em si, mas fornece subsídios para a sua compreensão.

Reconhecidos os dados do *WOS Core Collection (Reading Web of Science files)*, foram selecionados os tipos de análises e métodos de contagem (*Choose type of analysis and counting method*). Primeiramente, para o tipo de análise (*type of analysis*) foi escolhida a cocitação (*co-citation*). Isto significa que foram consideradas as citações *feitas* pelos artigos obtidos, mais especificamente: *quem* os autores citaram entre 2006 e 2015<sup>6</sup> (GARFIELD, 2011).

Num segundo momento, foi escolhido o método de contagem (*counting method*). Na contagem completa (*full counting*), todas as co-citações possuem o mesmo peso, já na contagem fracional (*fractional counting*), o peso do link é relativo, fracionado de acordo com o conjunto de citações (VOS VIEWER, 2016). Para grandes quantidades de citações, a ajuda do próprio software recomenda a contagem fracional (Idem, 2016), visão corroborada pelos criadores Waltman e Eck (2015) Visto que a contagem completa poderia poluir ou inviabilizar o(s) mapa(s) bibliométrico(s), a escolha, portanto, deu-se para a contagem fracional.

Após escolher os campos do *Web of Science (choose Web of Science Fields)*, foi escolhido o método de contagem – válido, lembrando, somente para o mapa de corpo de texto. De acordo com o próprio VOSViewer (2016), a contagem completa (*full counting*) significa que todas as ocorrências de um termo são consideradas. Já a contagem binária (*binary counting*) dá um peso maior à presença ou ausência de um termo em um documento, neste caso, o número de ocorrências de um termo possuiria um peso menor. A recomendação do software para grande volume de dados é utilizar a contagem binária, e por isso esta metodologia foi utilizada (VOSVIEWER, 2016).

No caso de mapas de palavras ou termos correlatos (mapas de corpos de texto), o software também calcula uma pontuação de relevância. Isto é, termos muito frequentes na língua inglesa como, por exemplo, “*and*” “*the*” “*or*” ou “*of*”, são considerados de baixa relevância e ganham menos peso no mapa bibliométrico de termos. Já termos técnicos e pouco frequentes neste idioma como, por exemplo,

---

<sup>6</sup> O item “4.2.2.Tipos de Metodologia” discorre sobre as diferentes análises bibliométricas (co-citação, acoplamento bibliográfico, e citação direta), ficando evidente que para o caso aqui analisado, a co-citação é a mais indicada.

“soil” (solo), “landscape” (paisagem) ou “geography” (geografia), são considerados de maior relevância e ganham maior destaque.

### **4.3. Sobre a Amostra de Dados**

#### *4.3.1. Principais Periódicos Internacionais*

Este capítulo apresenta os principais periódicos em sistemas de informação geográfica da atualidade em escala global, evidenciando as características das publicações mais relevantes desta área do conhecimento, tais como: fator de impacto; quantidade de citações; país de origem; editora/publicadora; período de disponibilidade; e quantidade de edições. Para tal, foram realizadas consultas individuais às editoras e às plataformas online (ENVPLAN, 2015; TAYLOR & FRANCIS; 2015a, 2015b, 2015c; WILEY ONLINE LIBRARY; 2015a, 2015b, 2015c; SPRINGER; 2015a, 2015b; ELSEVIER; 2015a, 2015b, 2015c) e a estudos específicos sobre publicações em SIG (CARON et al., 2008; SCARLETTO, 2014; SAINT MARY’S UNIVERSITY, 2014).

Por conseguinte, com base nas informações fornecidas pelo *Web of Science*, pelo *Journal of Citation Reports (JCR)* e análises qualitativas, foi possível descobrir, classificar e ranquear os principais periódicos em sistemas de informação geográfica em âmbito internacional. Este processo já foi realizado por dois estudos, primeiramente por Caron et al (2008) no artigo “*GIScience Journals Ranking and Evaluation: An International Delphi Study*” (Ranqueamento e avaliação de Revistas de Geoinformação: Um estudo internacional por metodologia Delphi), que também utilizou processos qualitativos que serão retomados adiante; e posteriormente, por Scarletto (2014) em “*Mapping the Literature of GIS*” (Mapeamento da literatura em SIG). Por fim, através do documento “*Geographic Information Science Journal Rankings*” (Rankings de Periódicos em Sistemas de Informação Geográfica), a *Twin Cities Campus Library* da *Saint Mary's University of Minnesota* (EUA) validou os estudos de Caron et al (2008) e de Scarletto (2014) como métodos eficientes para

classificar os periódicos em SIG, também acrescentando a disponibilidade dos mesmos através dos bancos de dados online.

O estudo conduzido por Caron et. al (2008) consistiu na elaboração de um ranking de relevância das revistas científicas internacionais na área de geoinformação, a fim de evidenciar os principais periódicos em SIG (CARON et al., 2008). Os autores realizaram, em primeiro lugar, estudos qualitativos com os principais especialistas na área em questão, utilizando o método Delphi. Este método qualitativo, proposto por Loo (2002), consiste no seguinte procedimento: questionários sucessivos são enviados a um grupo alvo de excelência em um determinado tema, até que um consenso sobre as questões colocadas seja atingido. Este consenso possibilita que pesquisadores prevejam, desenvolvam e explorem as atitudes de um grupo científico (CARON et al., 2008).

Após realizarem levantamentos qualitativos, Caron et al (2008) cruzaram informações referentes ao *Journal of Citation Reports* (JCR), que mede o fator de impacto dos periódicos através da quantidade de citações e de artigos publicados (THOMSON REUTERS, 2015; CARON et al., 2008). Desta forma, o ranking elaborado por Caron et al (2008) foi amplamente referendado por 40 especialistas na área de SIG (qualitativo), e por números da plataforma *Web of Science* (quantitativo), relevando assim, os principais periódicos internacionais em SIG.

Assim como Caron et al (2008), um estudo conduzido por Scarletto (2014) também ranqueou os periódicos em sistemas de informação geográfica. Apesar de utilizar metodologia distinta, obteve um resultado semelhante, apresentando várias publicações em comum. Ao contrário de Caron et al (2008) – que utilizaram um misto de metodologia Delphi e informações do JCR – o ranking de Scarletto (2014) leva em consideração a quantidade de citações de cada periódico analisado, tratando-se portanto, de uma metodologia de caráter quantitativo. Ao contrário do estudo de Caron et al (2008), elaborado em âmbito internacional, Scarletto (2014) se ateve somente às publicações de língua inglesa. Entretanto, como os principais

periódicos em SIG estão justamente neste idioma<sup>7</sup>, o resultado prático foi bastante semelhante ao apresentado por Caron et al (2008).

Caron et al (2008) Scarletto (2014) identificaram respectivamente, 46 e 53 periódicos de alta relevância em SIG, sendo que deste total, 20 publicações aparecem em ambos os estudos, resultado este, que foi considerado nesta pesquisa. Portanto, parte-se do pressuposto de que o fato de um determinado periódico ter sido qualificado positivamente em dois estudos distintos sobre a literatura em SIG, isto necessariamente garantiria uma amostra com elevado grau de confiabilidade e representatividade. Deste modo, a Tabela 01 apresenta a classificação e a descrição dos principais periódicos em SIG, de acordo com Caron et al (2008), Scarletto (2014), e *Web of Science* (2015):

---

<sup>7</sup> Mesmo trabalhos de outros idiomas, quando anexados ao Web of Science, têm seus resumos, títulos, e palavras-chave obrigatoriamente inclusos em língua inglesa. Portanto, neste caso, o idioma não é uma limitação.

Tabela 01 - Classificação e descrição dos principais periódicos internacionais atuais em SIG

Nome do Periódico	Posição no Ranking		Informações da base de dados do <i>Web of Science</i> (2015)						
	Caron et al (2008)	Scarletto (2014)	Citações	Fator de Impacto	Ano de Referência	Editora	País de Origem	Período Disponível	Edições Anuais
International Journal of Geographic Information Science	1º	1º	2.653	1.479	2013	Taylor & Francis Ltd	Inglaterra	1997-2015	12
International Journal of Remote Sensing	2º	17º	14.301	1.359	2013	Taylor & Francis Ltd	Inglaterra	1997-2015	24
Photogrammetric Engineering & Remote Sensing (PE&RS)	3º	6º	5.414	2.071	2013	Amer Society of Photogrammetry	Estados Unidos	1997-2015	12
Computers and Geosciences	4º	14º	76	1.562	1999	Pergamon-Elsevier Science Ltd	Inglaterra	1997-1999	10
Transactions in GIS	5º	9º	604	1.000	2013	Wiley-Blackwell	Inglaterra	2011-2015	6
Geoinformatica	6º	19º	343	1.288	2013	Springer	Holanda	2003-2015	4
Cartography and Geographic Information Sciences	8º	3º	418	0.500	2013	Taylor & Francis Ltd	Estados Unidos	2011-2015	4
Environment and Planning A	9º	13º	5.215	1.694	2013	Pion Ltd	Inglaterra	1997-2015	12
Remote Sensing of Environment	11º	29º	26.597	4.769	2013	Elsevier Science Inc	Estados Unidos	1997-2015	12
Computers, Environments and Urban Systems	12º	5º	835	1.520	2013	Elsevier Science Inc	Estados Unidos	2008-2015	6
Annals of the Association of American Geographers	13º	2º	3.412	2.088	2013	Routledge Journals, Taylor & Francis Ltd	Estados Unidos	1997-2015	6
URISA Journal	14º	37º	2.169	1.625	2013	Wiley-blackwell	Inglaterra	1997-2015	6
Environment and Planning B	15º	4º	1.798	0.883	2013	Pion Ltd	Inglaterra	1997-2015	6
Landscape Ecology	16º	33º	5.832	3.574	2013	Springer	Holanda	1997-2015	10
Cartographica	17º	8º	-	-	-	-	-	-	-
Professional Geographer	22º	11º	1.237	1.413	2013	Routledge Journals, Taylor & Francis Ltd	Estados Unidos	1997-2015	4
Transactions of the Institute of British Geographers	23º	20º	2.372	4.011	2013	Wiley-Blackwell	Inglaterra	1997-2015	4
Progress in Human Geography	25º	10º	3.273	4.394	2013	Sage publications Ltd	Inglaterra	1997-2015	6
Cartographic Journal	29º	18º	245	0.230	2013	Maney Publishing	Inglaterra	1997-2015	4
Geographical Analysis	43º	7º	1.578	1.250	2013	Wiley-Blackwell	Estados Unidos	1997-2015	4

Nota-se que a distribuição das citações ocorre de forma desigual entre os periódicos analisados por Caron et al (2008) e Scarletto (2014). De acordo com o *Web of Science* (2015), juntas, as revistas de Sensoriamento Remoto de caráter interdisciplinar *Remote Sensing of Environment* e *International Journal of Remote Sensing* somam respectivamente 26.597 e 14.301 citações, mais que todo o restante somado. O "*International Journal of Geographic Information Science*" – principal revista da área de SIG (CARON et al, 2008; SCARLETTO, 2014), apresenta apenas 2.653 citações e fator de impacto 1.479, valor não tão elevado para o padrão do ranking. Esta incongruência é explicada pela própria Thomson Reuters (2015), empresa responsável pelos valores. De acordo com esta, o fator de impacto e a quantidade de citações só podem servir de comparação para revistas da *mesma área*, e não para campos do conhecimento distintos. Como revistas de Sensoriamento Remoto e Geografia apresentam leque maior de temas, recebem naturalmente maior quantidade de citações, e conseqüentemente, apresentam maior fator de impacto. Por esta razão, outros periódicos interdisciplinares como *Environment and Planning A*, *Annals of the Association of American Geographers*, e *Progress in Human Geography* – embora estejam em posições inferiores nos rankings, também apresentam quantidade de citações e fator de impacto superiores a *International Journal of Geographic Information Science* (*Web of Science*, 2015), que é a principal revista na área de SIG. Deste modo, como as revistas de Sistemas de Informação Geográfica englobam diversas áreas distintas, como Geografia, Sensoriamento Remoto, e Cartografia, não é coerente avalia-las somente com o fator de impacto e a quantidade de citações, sendo necessárias outras formas de análise, como a realizada por Caron et al (2008).

Em relação às revistas apresentadas, nota-se que o *International Journal of Geographical Information Science* (IJGIS; fator de impacto 1.479) foi o único periódico a conseguir o feito de aparecer em primeiro lugar tanto para o ranking de Caron et al (2008) quanto para o de Scarletto (2014), denotando ser a única posição consensual entre estes dois estudos que levantaram as principais literaturas acadêmicas em SIG. Tal posição é reforçada pela *Saint Mary's University*, do *Minnesota*, que reconhece a legitimidade dos rankings e corrobora a liderança da

*International Journal of Geographical Information Science* (SAINT MARY'S UNIVERSITY, 2014).

Tal liderança pode ter explicação na própria origem da revista. O IJGIS foi um dos primeiros periódicos internacionais em sistemas de informação geográfica, iniciando suas publicações em 1987, ainda quando os SIGs não eram tão difundidos. Esta revista é dirigida a pessoas com competências na concepção e utilização de GIS, gerenciamento de banco de dados, computação gráfica e análise de dados espaciais, bem como aqueles no planejamento e na tomada de decisões. Deste modo, atualmente o IJGIS é amplamente reconhecido na atualidade como o principal jornal acadêmico para aqueles preocupados com a forma que computadores são utilizados para manipular informações sobre a superfície da Terra (FISHER, 2007).

De acordo com a Taylor & Francis, as pesquisas publicadas pelo periódico abrangem inovações em Ciências SIG e novas aplicações de geoinformação em recursos naturais, sistemas sociais e do ambiente construído; bem como desenvolvimentos relevantes em ciência da computação, cartografia, topografia, geografia e engenharia em países desenvolvidos e em desenvolvimento ; Existente desde 1987, o até então *International Journal of Geographical Information Systems* teve seu nome alterado em 1997 para *International Journal of Geographical Information Science*, denominação que perdura até os dias atuais.

No universo apresentado pelos rankings de Caron et al (2008) e Scarletto (2014), a editora *Taylor & Francis* consiste na instituição com mais periódicos, coordenando cinco publicações, sendo duas em parceria com a *Routledge Journals* (*Annals of the Association of American Geographers* e *Professional Geographer*, ambas da *Association of American Geographers*), e três como única envolvida. Destas últimas, destacam-se a reconhecida *International Journal of Geographic Information Science* – que ocupa o primeiro lugar em ambos os rankings, e a *International Journal of Remote Sensing*, que ocupa o segundo lugar para Caron et al (2008), bem como a destacada *Cartography and Geographic Information Sciences*.

Outra editora de relevância neste contexto é a *Elsevier Science Inc*, que conta com três revistas no ranking: *Remote Sensing of Environment*; *Computers, Environments and Urban Systems*; e *Computers and Geosciences*. Esta última, em parceria com a Pergamon. As editoras *Springer* e *Pion Ltd* possuem dois periódicos cada: *Landscape Ecology* e *Geoinformatica* para a Springer, e *Environment and Planning A* e *B* para a *Pion Ltd*.

Por fim, é necessário evidenciar, que conforme dito anteriormente, foram considerados somente os periódicos presentes *simultaneamente* nos estudos de Caron et al (2008) e Scarletto (2014). Partiu-se do pressuposto de que se dois estudos diferentes incluíssem o mesmo periódico isso necessariamente garantiria maior grau de confiabilidade a seu grau de sua qualidade e relevância. Assim, várias publicações citadas por Caron et al. não foram incluídas no ranking de Scarletto (2014) e ficaram de fora da presente análise. São estas: *Geomatica*; *IEEE Transactions Geoscience and Remote Sensing*; *Journal of Geographic Information and Decision Analysis*; *Marine Geodesy*; *Revue Internationale de Géomatique*; *Earth Surface Processus and Landforms*; *Spatial Cognition and Computation*; *Mapping Sciences and Remote Sensing*; *Canadian Journal of Remote Sensing*; *Canadian Geographer*; *Geoscience Canada*; *Cybergeo*; *International Journal of Urban and Regional Research*; *Applied Geography*; *Surveying and Land Information Science*; *Earth Observation and Remote Sensing*; *Cartographic Perspectives (Journal North American Cartographic Information Society)*; *Acta Cartographica*; *Remote Sensing Reviews*; *Espace Géographique*; *Geofocus International Review of GI Science and Technology*; *Mappemonde*; *Geocarto International*; *Geomatique Suisse*; e *Géospatial Solutions*.

Da mesma forma, vários periódicos citados por Scarletto (2014) não foram citados por Caron et al (2008), *igualmente desconsiderados*. São estes: *Science*; *Political Geography*; *Nature*; *Antipode*; *Geoforum*; *Water Resources Research*; *Journal of Hydrology*; *Ecological Modeling*; *Economic Geography*; *Geomorphology*; *World Development*; *Urban Studies*; *Journal of Climate*; *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*; *Urban Geography*; *Climate Change*;

*Landscape and Urban Planning; Hydrological Processes; Conservation Biology; Geoderma; Statistics in Medicine; International Journal of Health Geographics; Area; Global Environmental Change; Agriculture Ecosystems and Environment; Human Ecology; Papers in Regional Science; Monthly Weather Review; Social & Cultural Geography; e American Planning Association Journal.*

Deste modo, para o presente estudo, serão utilizados os periódicos já citadas na Tabela 01. São estes: *International Journal of Geographic Information Science; International Journal of Remote Sensing; Photogrammetric Engineering & Remote Sensing (PE&RS); Computers and Geosciences; Transactions in GIS; GeoInformatica; Cartography and Geographic; Information Sciences; Environment and Planning A; Remote Sensing of Environment; Computers, Environments; and Urban Systems; Annals of the Association; of American Geographers; URISA Journal; Environment and Planning B; Landscape Ecology; Cartographica; Professional Geographer; Transactions of the Institute; of British Geographers; Progress in Human Geography; Cartographic Journal; e Geographical Analysis*

#### 4.3.2. Características dos Dados do Web of Science

Para que o mapa bibliométrico seja feito, é necessário que haja um *input* de dados descrevendo os documentos a serem matematicamente processados. Normalmente dispostos em arquivos de texto, como txt, .csv, .xls, entre outros, estes arquivos constituem o alimento do processamento bibliométrico e podem ser obtidos em plataformas online como o *Web of Science* (WOS) (GARFIELD, 2011). O arquivo fornecido por esta base de dados (Quadro 01) é bastante completo, podendo possuir as seguintes informações:

Quadro 01 - Informações ideais obtidas de um documento científico no *Web of Science*

<b>Informações do <i>Web of Science</i></b>	<b>Sigla</b>	<b>Informações do <i>Web of Science</i></b>	<b>Sigla</b>
Nome do arquivo	FN	Contagem de referências citadas	NR
Número da versão	VR	Vezes em que foi citado	TC
Tipo de publicação	PT	Editora	PU
Autores	AU	Cidade da editora	PI
Nome completo do autor	AF	Endereço da editora	PA
Grupo de autores	CA	Categoria de assunto	SC

Título do documento	TI	Issn	SN
Editores	ED	Isbn	BN
Nome da publicação	SO	Data de publicação	PD
Título da série de livros	SE	Ano publicado	PY
Subtítulo da série de livros	BS	Volume	VL
Idioma	LA	Volume	VL
Tipo de documento	DT	Edição	IS
Título da conferência	CT	Parte do número	PN
Data da conferência	CY	Suplemento	SU
Anfitrião da conferência	HO	Edição especial	SI
Local da conferência	CL	Página inicial	BP
Patrocinadores da conferência	SP	Página final	EP
Palavras-chave fornecidas pelo autor	DE	Número do artigo	AR
Keywords plus	ID	Contagem de páginas	PG
Resumo	AB	Identificador digital do objeto	DOI
Endereço do autor	C1	Categoria de assunto	SC
Endereço de reimpressão	RP	Número de entrega do documento	GA
Endereço de email	EM	Identificador único do artigo	UT
Número da agência de financiamento	FU	Final de gravação	ER
Texto de financiamento	FX	Final de arquivo	EF
Referências citadas	CR		

*Adaptado de Web of Science, 2015.*

Deste modo, para exemplificar o formato de dados que serve de base para a construção dos mapas bibliométricos, obteve-se o exemplo no *Web of Science* (Quadro 02). Trata-se do artigo *Geographical Information Science*, de Michael Goodchild, publicado no periódico *International Journal of Geographical Information Systems*, em 1992, um dos mais conhecidos e mais citados trabalhos de SIG:

Quadro 02 – Metadados do artigo “Geographical Information Science”, de Goodchild (1992)

Descrição da Sigla	Sigla	Informações para Goodchild (1992)
– Tipo do documento	<b>PT</b>	J
– Autor(es)	<b>AU</b>	GOODCHILD, MF
– Nome completo do(s) autor(es)	<b>AF</b>	GOODCHILD, MF
– Título do documento	<b>TI</b>	GEOGRAPHICAL INFORMATION-SCIENCE
– Nome da publicação	<b>SO</b>	INTERNATIONAL JOURNAL OF GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS
– Idioma	<b>LA</b>	English
– Tipo de	<b>DT</b>	Editorial Material

documento

– Resumo	<b>AB</b>	Research papers at conferences such as EGIS and the International Symposia on Spatial Data Handling address a set of...[continua]
– Endereço de reimpressão	<b>RP</b>	GOODCHILD, MF (reprint author), UNIV CALIF SANTA BARBARA, NATL CTR GEOG INFORMAT & ANAL, SANTA BARBARA, CA 93106, USA.
– Referências citadas	<b>CR</b>	[Anonymous], 1988, P GIS LIS 88 ACSM AS; ANSELIN L, 1989, 894 NAT CTR GEOGR IN; Berry J. K., 1987, INT J GEOGR INF SYST, V1, P119, DOI 10.1080/02693798708927799....[continua]
– Editora	<b>PU</b>	TAYLOR & FRANCIS LTD
– Cidade da editora	<b>PI</b>	LONDON
– Endereço da editora	<b>PA</b>	ONE GUNPOWDER SQUARE, LONDON, ENGLAND EC4A 3DE
– ISSN	<b>SN</b>	0269-3798
– Abreviação do periódico	<b>J9</b>	INT J GEOGR INF SYST
– Abreviação do periódico	<b>J1</b>	Int. J. Geogr. Inf. Syst.
– Data de publicação	<b>PD</b>	JAN-FEB
– Identificador digital de objeto (DOI)	<b>DI</b>	10.1080/02693799208901893
– Categoria de assunto	<b>SC</b>	Geography; Information Science & Library Science
– Nº de entrega do documento	<b>GA</b>	HU717
– Identificador único do artigo	<b>UT</b>	WOS:A1992HU71700003

---

Fonte: Web of Science, 2015. Adaptado pelo autor.

Nota-se que para o processamento bibliométrico não é necessário o texto integral, mas sim um conjunto de características elementares do documento a ser analisado. Além das informações básicas como autor, periódico, título e data de publicação, o arquivo contém dados de citações e áreas do conhecimento, o que pode enriquecer o processamento bibliométrico permitindo diferentes possibilidades de visualização.

Os dados extraídos a partir das fontes bibliográficas, como o *Web of Science*, normalmente contém erros, sendo frequentes as variações de ortografia relacionadas ao autor, ao título da revista, ou à lista de referências. Devido a este fato, autores recomendam que estes dados brutos passem por um pré-

processamento para melhorar a qualidade das unidades de análise e otimizar os resultados no mapeamento bibliométrico (COBO et al., 2011).

Além da correção ortográfica, é necessário que haja uma redução dos dados obtidos, visando selecionar os mais importantes para aquele contexto. O excesso de nós, conexões e atributos pode poluir o mapa bibliométrico final, impedindo que os autores ou temas mais relevantes sejam plenamente visualizados. O universo de dados pode ser reduzido, por exemplo, utilizando os artigos mais citados, os autores mais produtivos, e as revistas com as melhores métricas de desempenho (*Idem*, 2011).

Para que este processamento seja feito, e para que o mapa bibliométrico seja elaborado, é necessário que haja um programa de computador que possibilite estas técnicas. De acordo com o Portal da Escrita Científica da Universidade de São Carlos (UFSCAR), os principais *softwares* para mapeamento bibliométrico da atualidade são: BibExcel; Citespace; CopalRed; IN-Spire; Leydesdorff Software; Network WorkBench; Publish or Perish; ReVis, SCImago; Sci2 Tool; VisPipeline-Graph; VOS Viewer, e Vantage Point. Com exceção deste último, todos possuem utilização gratuita (UFSCAR, 2012)

#### **4.4. Recorte de Dados do *Web of Science***

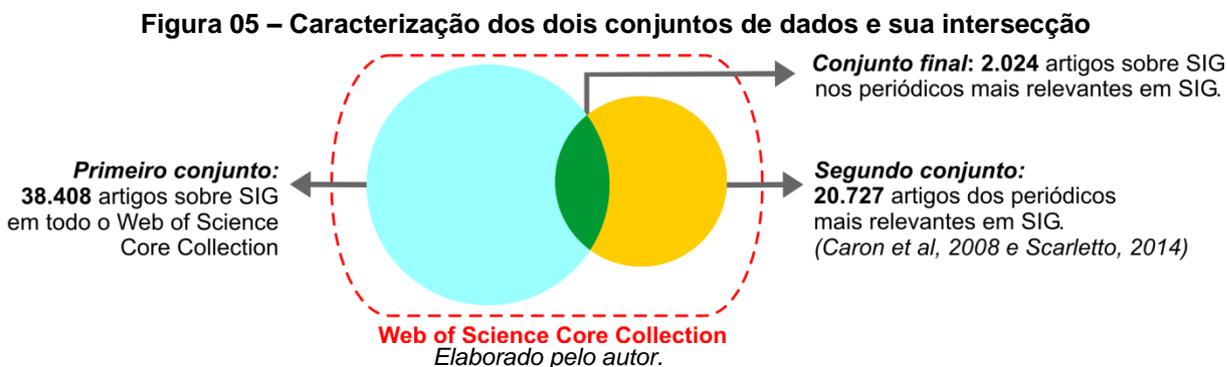
##### **4.4.1. Escolha da base de dados**

Conforme citado nos capítulos anteriores, os dados desta pesquisa foram obtidos na plataforma de dados *Web of Science*, pertencente à Thomson Reuters, mais especificamente, na base *Web of Science Core Collection*. De acordo com o próprio site, esta conta com 12.000 dos periódicos de maior impacto em todo o mundo, incluindo revistas de acesso livre, e mais de 150.000 anais de conferências.<sup>8</sup> Entretanto, como o *Web of Science* não possui uma categoria específica para “Sistemas de Informações Geográficas”, para atingir os objetivos desta pesquisa, e

---

<sup>8</sup> Conforme visto no item “3.1. Contexto Histórico e Definições”, apesar de existirem várias bases de dados, o *Web of Science* é a maior e mais importante. Por isto, foi utilizada na dissertação.

tornar a amostra o mais representativa possível, foi preciso lapidar várias combinações de resultados. Conforme Figura 05 a seguir:



No primeiro momento, foi realizada uma busca no *Web of Science Core Collection* visando retornar todos os documentos que tratassem sobre SIG em seus respectivos resumos, títulos, e palavras-chave (primeiro conjunto de dados, retornando 38.408 resultados). Numa segunda amostragem, foram obtidas todas as publicações dos 19 periódicos mais relevantes na área de SIG, de acordo com Caron et al. (2008) e Scarletto (2014) (segundo conjunto de dados, com 20.727 resultados). Por fim, foi feita a intersecção entre estes dois conjuntos, resultando assim, no conjunto de dados final de 2.024 documentos, sendo utilizado para as análises e discussões desta dissertação. Os itens a seguir versam sobre as justificativas e os procedimentos técnicos para a obtenção deste recorte final.

#### 4.4.2. Primeiro conjunto de dados

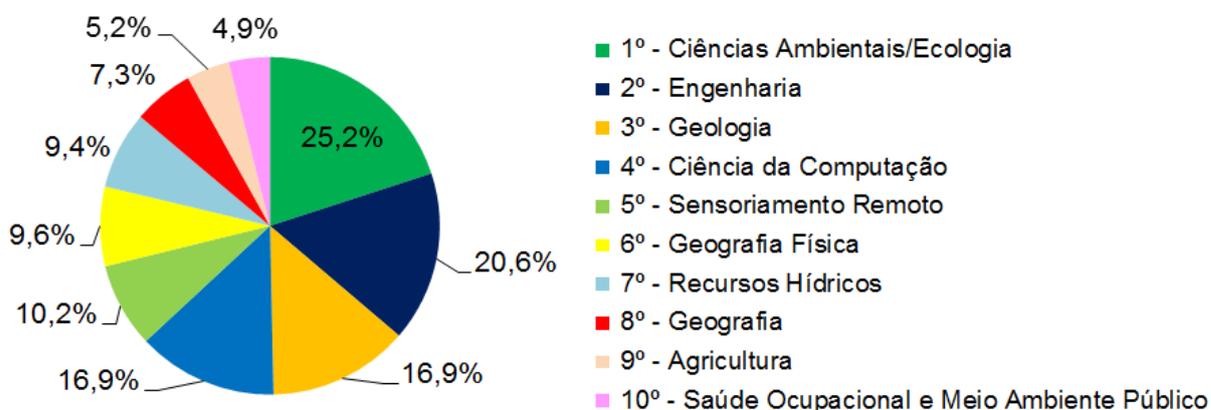
Primeiramente, para uma sondagem generalista (primeiro conjunto de dados), foram pesquisados os termos “geographic\* information system\*” na plataforma *Web of Science* para o período compreendido entre 2006 e 2015. Nesta seleção de busca foram utilizados dois recursos fundamentais: o asterisco (\*) e as aspas (“”). Este primeiro possui a função de ampliar as perspectivas de pesquisa, incluindo caracteres genéricos à seleção. Assim, para o termo “geographic”, também se incluem os sinônimos “geographical” ou palavras próximas como “geographics”. Vale ressaltar que se o termo “geographic” – utilizado nos Estados Unidos - fosse pesquisado isoladamente, deixaria de lado seu sinônimo “geographical”, utilizado no

Canadá. O mesmo vale para o termo “system”, que com a utilização do asterisco, passa a incluir o seu plural “systems”. O segundo recurso linguístico utilizado é a aspa (“”) abrindo e fechando a expressão “geographic\* information system”. Esta restrição é necessária porque de forma isolada, as palavras “geographic”, “information”, e “system” não necessariamente estariam vinculadas à sistemas de informação geográfica”, o que poderia invalidar o resultado final. Além disso, a fim de incluir sinônimos de “geographic information system”, também foram incluídos os termos “GIS” e “GIScience”. O primeiro trata-se da sigla para Sistemas de Informações Geográficas – o equivalente a “SIG” no Brasil; já o segundo, refere-se ao SIG como ciência, a abreviação de Ciência da Informação Geográfica (CIG). Deste modo, considerando os recursos de busca do *Web of Science*, nesta fase foram pesquisados os termos:

- *Geographic Information System*
- *Geographic Information Systems*
- *Geographical Information System*
- *Geographical Information Systems*
- *GIS*
- *GIScience*

Assim, ao pesquisar no *Web of Science Core Collection*, foi possível obter um universo de 38.408 publicações relacionadas a sistemas de informação geográfica nas seguintes áreas do conhecimento, conforme o Gráfico 01:

**Gráfico 01 – Porcentagem de Publicações em SIG entre 2006 e 2015 por área do conhecimento: primeiro conjunto de dados<sup>910</sup>**



Fonte: *Web of Science*, 2016. Elaborado pelo autor.

<sup>9</sup> Um artigo ou publicação pode englobar mais de uma área do conhecimento, por isso, os valores podem estar sobrepostos. Sendo assim, a porcentagem pode ser superior a 100%.

<sup>10</sup> “Geografia” e “Geografia Física” são duas áreas de pesquisa do *Web of Science Core Collection*. Não foi a intenção do autor separá-las, e como estas áreas podem se sobrepor, não foi possível somá-las.

Para todo o banco de dados *Web of Science*, sem distinção de periódico, áreas como Ciências Ambientais (25,2%), Engenharia (20,6%), Ciência da Computação (16,9%) e Geologia (16,9%) são majoritárias, ainda sendo relevantes campos como Agricultura (5,6%) e Saúde Ocupacional (4,9%), além da própria Geografia (6,2%). Estes valores revelaram que, de forma geral, os Sistemas de Informação Geográfica são estudados e/ou aplicados para as diferentes áreas do conhecimento, servindo tanto para as ciências humanas quanto para as ciências exatas ou biológicas.

Entretanto, estes dados são insuficientes para compreender como a ciência internacional encara efetivamente os SIGs. Ora, se a pulverização em distintas áreas do conhecimento amplia os horizontes de utilização, também dificulta a localização de seu estado da arte. E para cumprir os objetivos desta dissertação, é necessário saber, afinal, quai(s) disciplina(s) estão estudando efetivamente o SIG *em sua essência* (estado da arte), e quais disciplinas estão somente utilizando-o de forma superficial, apenas como *acessório metodológico* servindo a propósitos que nada ou pouco têm a ver com o SIG em si. Para otimizar o resultado da(s) busca(s), portanto, é necessário analisar não somente publicações sobre SIG de forma geral, mas sim exclusivamente em periódicos especializados, conforme o próximo item.

#### 4.4.3. Segundo conjunto de dados

A pesquisa em periódicos específicos, ou seja, o segundo conjunto de dados, foi realizada de acordo com a seguinte premissa: como a natureza do SIG é abrangente (BURROUGH, 1998), os artigos mais relevantes desta área do conhecimento estariam concentrados em revistas especializadas em informações geográficas (CARON et al. 2008; SCARLETTO, 2014). Desta forma, foram baixados dados do *Web of Science* de todas as publicações dos 20 periódicos mais relevantes em SIG para o período de 2006 a 2015. A seleção de periódicos foi feita por Caron et. al. (2008) e Scarletto (2014). O quadro 03 elenca estes periódicos:

Quadro 03 - Periódicos mais relevantes em SIG - Caron et al. (2008) e Scarletto (2014)

Annals of the Association of American Geographers  
Cartographic Journal  
Cartographica  
Cartography and Geographic Information Sciences  
Computers and Geosciences  
Computers, Environments and Urban Systems  
Environment and Planning A  
Environment and Planning B  
Geographical Analysis  
Geoinformatica  
International Journal of Geographic Information Science  
International Journal of Remote Sensing  
Landscape Ecology  
Photogrammetric Engineering & Remote Sensing (PE&RS)  
Professional Geographer  
Progress in Human Geography  
Remote Sensing of Environment  
Transactions in GIS  
Transactions of the Institute of British Geographers  
URISA Journal<sup>11</sup>

---

Elaborado pelo Autor

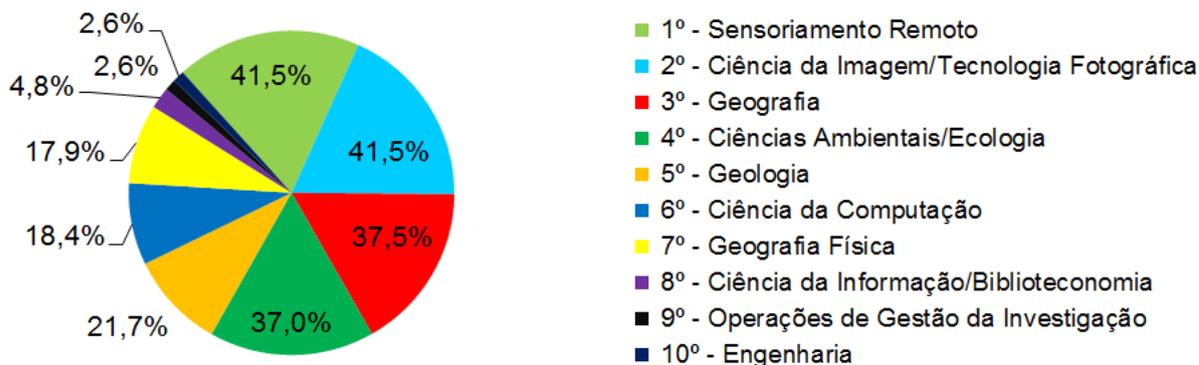
Para buscar publicações somente nestes periódicos, foi necessário combinar os valores das revistas em único conjunto de dados, sendo necessária a utilização do atributo “OR” (ou) na plataforma do WOS. O comando “OR” indica que o resultado final deverá conter dados da “publicação X” *ou* da “publicação Y” *ou* da “publicação Z”, e assim por diante.

Esta pesquisa – também realizada entre 2006 a 2015, retornou todos os artigos destes periódicos no período, independentemente de suas palavras-chave, títulos ou áreas de pesquisa, totalizando 20.727 documentos. As áreas de pesquisa/áreas do conhecimento deste segundo universo estão dispostas Gráfico 2:

---

<sup>11</sup> URISA Journal não está indexada no Web of Science, e portanto, não foi utilizada.

**Gráfico 02 – Porcentagem de Publicações em SIG entre 2006 e 2015 por área do conhecimento: segundo conjunto de dados<sup>1213</sup>**



Fonte: Web of Science, 2016. Elaborado pelo autor.

Ao contrário do Gráfico 01 anterior – que mostrava publicações em SIG para todo o WOS – este Gráfico 02 apresenta um espectro bem mais reduzido de áreas de pesquisa, envolvendo disciplinas estritamente relacionadas à SIG como Sensoriamento Remoto (41,5%), Ciência da Imagem/Tecnologia Fotográfica (41,5%), Geografia (37,5%) ou Geografia Física (17,9%). Analisando os dezenove periódicos selecionados, todas as dez maiores áreas de pesquisa se relacionam, de algum modo, à interação entre imagens de satélite, mapeamento, e meio ambiente, gerando um resultado com maior consistência e coesão.

Entretanto, apesar de apresentar um refinamento maior que o cenário anterior, este novo conjunto de dados também é insuficiente para representar o cenário científico internacional em SIG. É preciso ressaltar que os periódicos selecionados por Caron et al. (2008) e Scarletto (2014), mesmo representando o estado da arte do SIG, possuem artigos com assuntos heterogêneos, nem sempre relacionados à informação geográfica (Tabela 02).

Tabela 02 – Número de publicações por periódico da amostra

Periódico	Todos os artigos
International Journal of Remote Sensing	4.203
Remote Sensing of Environment	3.144
Computers Geosciences	2.045

<sup>12</sup> Um artigo ou publicação pode englobar mais de uma área do conhecimento, por isso, os valores podem estar sobrepostos. Sendo assim, a porcentagem pode ser superior a 100%.

<sup>13</sup> “Geografia” e “Geografia Física” são duas áreas de pesquisa do Web of Science Core Collection. Não foi a intenção do autor separá-las, e como estas áreas podem se sobrepor, não foi possível somá-las.

Environment and Planning A	1.935
Photogrammetric Engineering and Remote Sensing	1.273
Landscape Ecology	1.204
International Journal of Geographical Information Science	1.000
Progress in Human Geography	953
Annals of The Association of American Geographers	949
Environment and Planning B Planning Design	846
Professional Geographer	651
Computers Environment and Urban Systems	541
Transactions of The Institute of British Geographers	437
Cartographic Journal	382
Transactions in Gis	381
Geographical Analysis	264
Cartography and Geographic Information Science	251
Geoinformatica	239
Cartographica	29
TOTAL	20.727

*Fonte: Web of Science, 2016. Elaborado pelo autor.*

Neste conjunto, é possível evidenciar que os periódicos de sensoriamento remoto representam o maior volume de publicações: somente as revistas International Journal of Remote Sensing e Remote Sensing of Environment possuem, juntas, 7.347 artigos, representando mais de 35% do total. Trata-se de periódicos específicos de sensoriamento remoto, e não de SIG. Além disso, periódicos como Progress in Human Geography, Annals of The Association of American Geographers, Geographical Analysis, Professional Geographer, entre outros, são revistas da área de geografia, não específicas à SIG, e, desta forma, possuem artigos dos mais variados temas. Utilizar a totalidade deste conjunto de dados poderia invalidar o resultado final, pois significativa parte do volume de artigos destes periódicos poderia ser de assuntos alheios a SIG.

Foi preciso, portanto, fazer um novo refinamento, filtrando, nestes periódicos, quais artigos se tratavam exclusivamente de SIG. Este processo será explicado no item a seguir.

#### 4.4.4. Terceiro conjunto de dados (conjunto final)

Como o *Web of Science* possibilita que históricos de pesquisa sejam salvos, foi possível interseccionar os resultados do primeiro universo com o do segundo universo, gerando um terceiro universo de dados subsequente. O Quadro 04 evidencia as principais justificativas para esta intersecção:

Quadro 04 - Características dos três universos de dados

Conjunto de dados	Definição	Características
1 - Web of Science Core Collection	Todos os documentos que contenham SIG nos títulos, resumos ou palavras-chave em todo o WOS Core Collection.	A busca retorna artigos de SIG em diversas disciplinas, sendo difícil compreender onde está sendo produzido o estado da arte.
2 - Periódicos mais relevantes em SIG	Todos os artigos de 19 periódicos selecionados, independente do tema, sendo de SIG, ou não.	A maior parte dos artigos destes periódicos não trata especificamente de SIG, mas de temas correlatos como Sensoriamento Remoto ou Meio Ambiente. Também fica difícil separar o SIG dos demais.
3 - Intersecção dos dois universos	Todos os documentos que contenham SIG nos títulos, resumos ou palavras-chave publicados nos 19 periódicos selecionados	Unindo os dois conjuntos, os problemas acima são solucionados: a amostra torna-se representativa.

*Elaborado pelo autor.*

De acordo com o quadro, e conforme discorrido nos itens anteriores, dadas as suas razões particulares, ambos os conjuntos de dados são incompletos para analisar o real panorama científico em SIG, sendo necessária assim, uma combinação do primeiro e do segundo conjunto para tornar a amostra representativa. A Figura 06 ilustra este procedimento no *Web of Science*:

Figura 06 – Combinação entre os resultados de pesquisa

The screenshot shows the 'Histórico de pesquisa' (Search History) section of the Web of Science interface. It displays three search results:

- Result #3:** 2.024 results. Query: #2 AND #1. Indices: SCI-EXPANDED, SSCI, A&HCI, CPCI-S, CPCI-SSH, ESCI. Tempo estipulado=2006-2015.
- Result #2:** 20.727 results. Query: Nome da publicação: (annals of the association of american geographers) OR Nome da publicação: (cartographic journal) OR Nome da publicação: (cartographic) OR Nome da publicação: (cartography and geographic information science) OR Nome da publicação: (computers geosciences) OR Nome da publicação: (computers environment and urban systems) OR Nome da publicação: (environment and planning a) OR Nome da publicação: (environment and planning b planning design) OR Nome da publicação: (geographical analysis) OR Nome da publicação: (geoinformatica) OR Nome da publicação: (international journal of geographical information science) OR Nome da publicação: (international journal of remote sensing) OR Nome da publicação: (landscape ecology) OR Nome da publicação: (photogrammetric engineering and remote sensing) OR Nome da publicação: (professional geographer) OR Nome da publicação: (progress in human geography) OR Nome da publicação: (remote sensing of environment) OR Nome da publicação: (transactions in gis) OR Nome da publicação: (transactions of the institute of british geographers). Indices: SCI-EXPANDED, SSCI, A&HCI, CPCI-S, CPCI-SSH, ESCI. Tempo estipulado=2006-2015.
- Result #1:** 38.408 results. Query: Tópico: ("geographic" information s\*\*). OR Tópico: (GIS) OR Tópico: (GIScience). Indices: SCI-EXPANDED, SSCI, A&HCI, CPCI-S, CPCI-SSH, ESCI. Tempo estipulado=2006-2015.

The interface also shows options to 'Editar resultados', 'Combinar resultados' (AND/OR), and 'Excluir resultados' for each entry.

Fonte: *Web of Science*, 2016. Elaborado pelo autor.

Assim, utilizando a função “combinar resultados”, o primeiro conjunto de dados, representado por **#1**, foi unido ao segundo conjunto, representado por **#2**. O parâmetro AND possibilitou que apenas artigos em fossem selecionados. Assim, **#3** é igual a **#1 AND #2**.

A intersecção (representada anteriormente por **#3**) retornou 2.024 artigos, que além de estarem presentes nos principais periódicos levantados por Caron et. al. (2008) e Scarletto (2014), também deveriam conter sistemas de informações geográficas em seu(s) respectivos títulos, resumos ou palavras-chave. A distribuição de publicações e o grau de aproveitamento de cada periódico podem ser observados na Tabela 03.

Tabela 03 – Percentual de aproveitamento de artigos em relação à seleção inicial de periódicos

Periódico	Todos os artigos	Artigos sobre SIG	%
International Journal of Geographical Information Science	1.000	424	42,4%
Transactions in Gis	381	160	42,0%
Computers Environment and Urban Systems	541	181	33,5%
Geoinformatica	239	64	26,8%
Cartography and Geographic Information Science	251	60	23,9%
Computers Geosciences	2.045	295	14,4%
Environment and Planning B Planning Design	846	115	13,6%
Annals of The Association of American Geographers	949	104	11,0%
Professional Geographer	651	70	10,8%
Cartographic Journal	382	41	10,7%
Cartographica	29	3	10,3%
Geographical Analysis	264	27	10,2%
Landscape Ecology	1.204	85	7,1%
Photogrammetric Engineering and Remote Sensing	1.273	66	5,2%
International Journal of Remote Sensing	4.203	208	4,9%
Progress in Human Geography	953	24	2,5%
Transactions of The Institute of British Geographers	437	10	2,3%
Environment and Planning A	1.935	44	2,3%
Remote Sensing of Environment	3.144	43	1,4%
<b>TOTAL</b>	<b>20.727</b>	<b>2.024</b>	<b>9,77%</b>

Fonte: Web of Science, 2016. Elaborado pelo autor.

Através da tabela, é possível observar que os periódicos possuem significativa variação em seu percentual de artigos sobre sistemas de informação geográfica.

Revistas específicas da área como International Journal of Geographical Information Science (42%), Transactions in GIS (42%), Geoinformatica (26,8%) ou Cartography and Geographic Information Science (23,9%) possuem aproveitamento mais elevado; entretanto, revistas de Geografia também se destacam como: Annals of The Association of American Geographers (11%), Geographical Analysis (10,2%), ou Professional Geographer (10,8%).

Interessante notar que os periódicos com os maiores volumes de artigos foram os que menos apresentaram trabalhos sobre SIG entre 2006 e 2015. Dos 3.144 artigos da Remote Sensing of Environment, por exemplo, somente 1,4% eram da área; e das 4.203 publicações da International Journal of Remote Sensing, apenas 4,9% se tratavam especificamente de informações geográficas. Este fato ajuda a justificar intersecção dos dois universos de pesquisa citados anteriormente: simplesmente, alguns periódicos com grande volume de artigos continham numericamente poucos artigos sobre SIG que atendiam aos critérios de seleção.

Vale ressaltar, portanto, que este terceiro universo de dados – a intersecção entre os dois conjuntos anteriores, foi utilizado para todas as análises posteriores contidas neste capítulo: áreas de pesquisa e palavras-chave, autores, periódicos, citações, e outros parâmetros. Assim, nos próximos itens serão adotadas como referência as 2.024 publicações contidas nesta intersecção, servindo para mapas, tabelas, gráficos, quadros e outros materiais gráficos/estatísticos. Visto que o “conjunto final”, ou o “terceiro conjunto”, ou o “terceiro universo de dados” é o universo de dados final desta dissertação, estes termos não serão mais mencionados.

## 5. OBJETO DE ESTUDO: SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS

### 5.1. Desenvolvimento Histórico

Os primeiros Sistemas de Informação Geográfica começaram a ser desenvolvidos somente na década de 60, período pelo qual Coppock e Rhind (1991) chamam de “era pioneira do SIG” (COPPOCK; RHIND, 1991). Um dos primeiros SIGs conhecidos, o Canada Geographic Information System (CGIS), elaborado na década de 60 através de um programa governamental, tinha como objetivo criar um banco de dados de recursos naturais, contendo informações georreferenciadas de agricultura, silvicultura, vida selvagem, uso da terra e possibilidades de recreação (; ANTENUCCI et al., 1991). No mesmo período, a indústria de petróleo dos Estados Unidos tentou desenvolver sistemas de computador capazes de mapear dados geológicos e geofísicos. Também nos Estados Unidos, ainda na década de 60, a companhia de gás e eletricidade *Public Service Company* do estado do Colorado (EUA) desenvolveu um sistema para a manipulação de dados geográficos. Estas tentativas foram estimuladas pelo ímpeto de acelerar a produção e a visualização cartográfica, a fim de economizar custos e melhorar o poder de tomada de decisões (ANTENUCCI et al., 1991).

Dada à precariedade tecnológica da época, a operação dos primeiros sistemas de informação geográfica era precária: “não existiam monitores gráficos de alta resolução, os computadores necessários eram excessivamente caros, e a mão de obra tinha que ser altamente especializada e caríssima” Além disso, “Não existiam soluções comerciais prontas para uso, e cada interessado precisava desenvolver seus próprios programas, o que demandava muito tempo e, naturalmente, muito dinheiro.” (CÂMARA; DAVIS; MONTEIRO, 2001; p.2). Como demandava “alto desempenho”, os primeiros sistemas frequentemente sofriam com problemas técnicos, inviabilizando suas operações (PEUQUET, MARBLE, 1990).

Já a década de 70 foi protagonizada por um avanço tecnológico considerável em relação à anterior, tanto em equipamentos (*hardwares*) quanto em programas (*softwares*), caracterizando a “segunda fase” da história do SIG, que perdurou até o

início dos anos 80 (COPPOCK; RHIND, 1991). Este período foi caracterizado por consideráveis investimentos no desenvolvimento de tecnologias para cartografia assistida por computador, sobretudo nos Estados Unidos, e em menor escala, na Austrália e nos países da Europa Ocidental (BURROUGH, 1998). O elevado custo de aquisição e operação de um SIG, portanto, fazia com que possíveis usuários criassem resistência em sua utilização, desconfiando de seus reais benefícios (Idem, 1998).

Caracterizada por Coppock e Rhind (1991) como “terceira fase do SIG” os anos 80 foram caracterizados pela popularização comercial e a pela ampla difusão do SIG (COPPOCK; RHIND, 1991; CÂMARA; DAVIS; MONTEIRO, 2001; PEUQUET, MARBLE, 1990). Além da experiência prática aprendida nas décadas anteriores, um dos principais fatores que possibilitaram esta difusão foi o barateamento dos equipamentos e o surgimento e a evolução dos computadores pessoais. Neste período foram realizados intensos esforços de pesquisa dentro das universidades, do governo e do setor privado, acarretando no aumento da produção e da disponibilidade de dados para alimentar os SIGs (PEUQUET, MARBLE, 1990; MARTIN, 1996). Em contraste à precariedade das décadas anteriores, a facilidade tecnológica dos anos 80 fez com que somente nos Estados Unidos, existissem mais de 1.000 sistemas de informação geográfica operando neste período (COPPOCK; RHIND, 1991).

Se para Coppock e Rhind (1991), os anos oitenta foram considerados a fase da “dominância comercial” do SIG, os anos 90 foram caracterizados pela “dominância do usuário”: a evolução dos computadores pessoais – tanto em *hardware* quanto em *software*, possibilitou, finalmente, que indivíduos comuns operassem SIGs, criando seus próprios mapas e bancos de dados. Uma das consequências dessa “dominância do usuário” foi uma revolução no modo de fazer mapas (WOOD, 1994): a criação de ferramentas gráficas e computacionais cada vez mais poderosas, fez com que a cartografia tradicional – feita de forma analógica, fosse sendo cada vez menos utilizada, abrindo de vez o mercado aos SIGs (Idem, 1994).

Desta forma, as facilidades computacionais com que os sistemas de

informação geográfica entrassem em uma fase de crescimento que perdura até os dias de hoje (KORTE, 1997; CÂMARA; DAVIS, E MONTEIRO, 2001). Atualmente, o exponencial desenvolvimento da informática e da internet abriu novas possibilidades de utilização para o SIG. Ao contrário do evidenciado nas décadas anteriores, atualmente existe uma tendência de integração de mapas e bancos de dados georreferenciados (PENG; TSOU, 2003). Pouco a pouco, parte-se de um "SIG Desktop" – feito apenas em um computador, para um "SIG Internet" – feito para o compartilhamento em redes (GOODCHILD, 2007).

Analisando a história dos sistemas de informações geográficas, é possível evidenciar uma forte tendência de aumento de tecnologia cartográfica, acarretando em profundas alterações no que tange à interatividade com o usuário e a facilidade de produção e manutenção de mapas digitais e bancos de dados geográficos. Portanto, na medida em que se tornam cada vez mais indispensáveis à tomada de decisões, os SIGs vêm se consolidando como uma poderosa ferramenta indispensável para empresas, órgãos públicos e usuários individuais.

## **5.2. Definições e Características**

De forma geral, diversos autores concordam que Sistemas de Informação Geográfica são sistemas computadorizados para o processamento de dados georreferenciados (GOODCHILD, 1992; ARONOFF, 1995; BERRY, 1993; BURROUGH, 1998; DEMERS, 2000; ESTES; STAR, 1990; LAURINI; THOMPSON, 1992; LONGLEY et al., 2007; MAGUIRE; GOODCHILD; RHIND, 1991a; PEUQUET; MARBLE, 1990).

Entretanto, conforme apontam os autores, apesar de apresentar características em comum, a definição de SIG não é consensual, sobretudo devido à sua larga utilização em diferentes campos do conhecimento (MAGUIRE, 1991; DEMERS, 2000; CAMARA ET AL, 2001), incluindo ciências exatas, biológicas, humanas e aplicações tecnológicas. “Também é difícil de definir SIG porque há muitas maneiras diferentes de classificar objetos e temas. Não surpreendentemente, dada à diversidade do SIG, muitos métodos diferentes têm sido aplicados”

(MAGUIRE, 1991; p.9). Nota-se que além dos distintos profissionais envolvidos em seu contexto, há uma ampla gama de métodos de utilização diferentes para as ferramentas de SIG, o que dificulta o consenso a respeito de sua definição.

Além da questão das diferentes definições, um dos fatores que dificultam a correta conceituação do SIG é a existência de sinônimos para o termo. Um levantamento feito por Demers (2000) aponta que o termo norte-americano “*Geographic information system*” (Sistema de informação geográfica) que é utilizado com maior frequência, pode corresponder à “*Geographic information system*” (Sistema de informação geográfica) nos países europeus e também à “*Geomatique*” (junção das palavras “geografia” e “informática”) na porção francesa do Canadá. Além disso, termos como “*Georelational information system*” (Sistema de informação georrelacional), “*Spacial information system*” (Sistema de informação espacial), “*Natural resources information system*” (Sistema de informação de recursos naturais), “*Geoscience information system*” (Sistema de informação de geociências), e “*Spatial data information system*” (Sistema de informação de dados espaciais), embora menos frequentes, também constituem sinônimos de SIG.

Uma das abordagens iniciais para a compreensão do conceito de sistema de informação geográfica é reconhecer seu forte poder de resposta a questões pertinentes à localização. Conforme afirma Longley et. al. (2007), a superfície terrestre é palco para quase todas as atividades humanas, incluindo também áreas abaixo do solo e as camadas inferiores da atmosfera. Todas estas atividades inerentes à vida humana possuem, portanto, consequências geográficas. “Nós cavamos valas e enterramos oleodutos e cabos, construímos minas para chegar a depósitos minerais, e perfuramos poços para acessar petróleo e gás. Manter o controle de toda essa atividade é importante, e saber onde ela ocorre pode ser a base mais conveniente para o seu rastreamento” (LONGLEY et al., 2007; p.4). Na mesma linha de raciocínio, Câmara et al (2001) afirma que “sempre que o ‘onde’ aparecer dentre as questões e problemas que precisam ser resolvidos por um sistema informatizado, haverá uma oportunidade para considerar a adoção de um SIG” (CÂMARA et al., 2001; p. 1). Desta forma, “Sistemas de informações geográficas são uma classe especial de sistemas de informação que controlam não

só eventos, atividades e coisas, mas também *onde* esses eventos, atividades, e coisas acontecem ou existem" (LONGLEY et al., 2007; p.4)

Entretanto, para Maguire (1991), as funções do SIG extrapolam as noções de localização geográfica. Para o autor, sistemas de informações geográficas também resolvem indagações mais complexas, como: condições "O que é?"; tendências "O que mudou?"; roteirizações "Qual é o melhor caminho?"; padrões "Qual é o padrão?"; e modelagens "E se...?" Por conseguinte, nota-se que embora os SIGs estejam necessariamente atrelados à localização, esta constatação é insuficiente para a sua plena definição. Conforme evidenciam Estes e Star (1990) e Laurini e Thompson (1992), sistemas de informação geográfica englobam pelo menos dois campos do conhecimento distintos, como "geografia" e "sistemas de informação". A função principal de um sistema de informação é melhorar a capacidade de tomada de decisões pelo usuário (ESTES; STAR, 1990). Um sistema de informação, portanto, refere-se à cadeia de operações consistida por: planejamento; observação; coleta de dados; armazenamento de dados; e análise de dados - ou, para Laurini e Thomson (1992), "um conjunto de dados e ferramentas" (LAURINI; THOMPSON, 1992; p. 4), que auxiliem a tomada de decisões.

Neste contexto, para Goodchild (1992), o que distingue o SIG dos outros sistemas de informação é o seu caráter dual: enquanto o dado comum pode ser acessado somente pelo seu *atributo*, o dado em SIG pode ser acessado tanto pelo seu *atributo* quanto pela sua *localização*. Os sistemas de informação geográfica, em relação aos sistemas convencionais, apresentam maior grau de complexidade, fornecendo maiores subsídios à tomada de decisões. Em termos mais amplos, SIGs constituem ferramentas que permitem o processamento de dados espaciais em informações espaciais, e finalmente, em explicações espaciais para entender o mundo real (DEMERS, 2000). Para Burrough (1998), "SIG é um conjunto poderoso de ferramentas para coleta, armazenamento, recuperação à vontade, transformação e exibição de dados espaciais do mundo real para um determinado conjunto de propósitos" (BURROUGH, 1998; p 12)". Ainda de acordo com o autor, para que um sistema de informação geográfica seja caracterizado como tal, representando fenômenos do mundo real, deve respeitar três princípios: A) sua posição deve

respeitar um determinado sistema de coordenadas; B) seus atributos devem estar relacionados com a posição e: C) suas inter-relações espaciais dos objetos devem estar ligadas entre si, sendo isto é conhecido como topologia. De acordo com esta perspectiva, portanto, a função principal do SIG é manipular dados, necessariamente georreferenciados com a superfície terrestre e interconectados entre si, para um determinado propósito ou fim.

Goodchild (1992) também explica as principais características que definem um SIG. Em primeiro lugar, este deve ser *interativo*, isto é, possibilitar a interação entre indivíduos e sistemas computacionais. Para que vários usuários sejam capazes de acessar os bancos de dados geográficos de forma simultânea, O SIG também deve ser *multiuso*, possuindo características *gráficas* que transformem o dado geográfico em atributos visuais. Devido a sua natureza complexa, um banco de dados geográficos exige *volume e velocidade* de processamento superior aos bancos convencionais, o que necessariamente requer maior *memória virtual* e *softwares* específicos, este último, chamado pelo autor de *sistemas de gerenciamento de bancos de dados*. E finalmente, deve possuir um *custo acessível*.

Nota-se, portanto que, ao contrário dos mapas convencionais, os sistemas e informação geográfica são essencialmente dependentes da tecnologia computacional, dinamizando as abordagens tradicionais da cartografia com novas ferramentas e possibilidades. Deste modo, SIGs permitem realizar análises complexas, integrando dados de diversas fontes e criando bancos de dados georreferenciados, sendo ainda possível automatizar a produção de documentos cartográficos (CÂMARA et al., 2001; GOODCHILD, 1992).

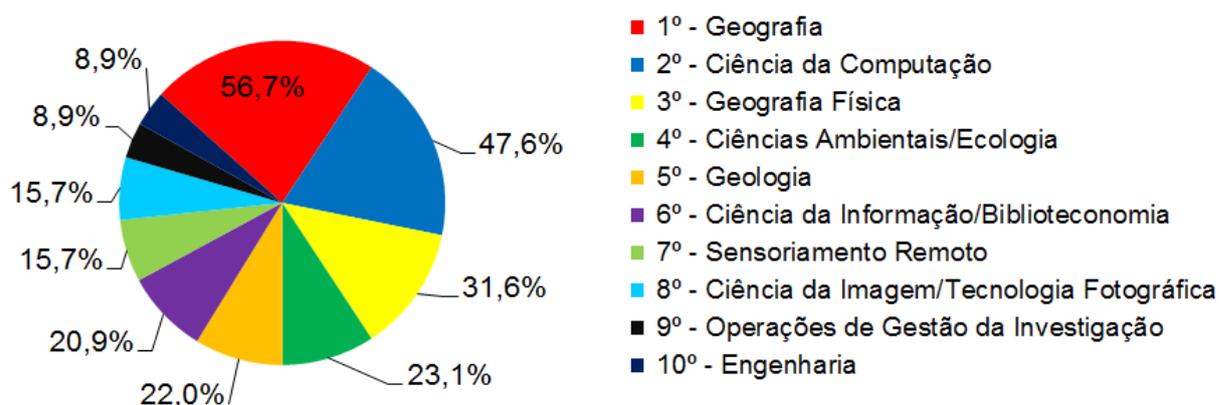
## 6. RESULTADOS

Este capítulo apresenta os resultados da análise bibliométrica de artigos em/sobre SIG entre 2006 e 2015 coletados na plataforma *Web of Science*. Após a contextualização geral, serão apresentados os principais autores, principais fontes/periódicos, principais palavras-chave e temas correlatos, principais países produtores, principais centros de pesquisa, além de um breve panorama do SIG no Brasil.

### 6.1. Contextualização Geral

De acordo com o gráfico 03, que utiliza o conjunto de dados final de 2.024 publicações, as principais áreas de pesquisa em SIG são:

**Gráfico 03 – Porcentagem de Publicações em SIG entre 2006 e 2015 por área do conhecimento: conjunto de dados final<sup>1415</sup>**



Fonte: *Web of Science*, 2016. Elaborado pelo autor.

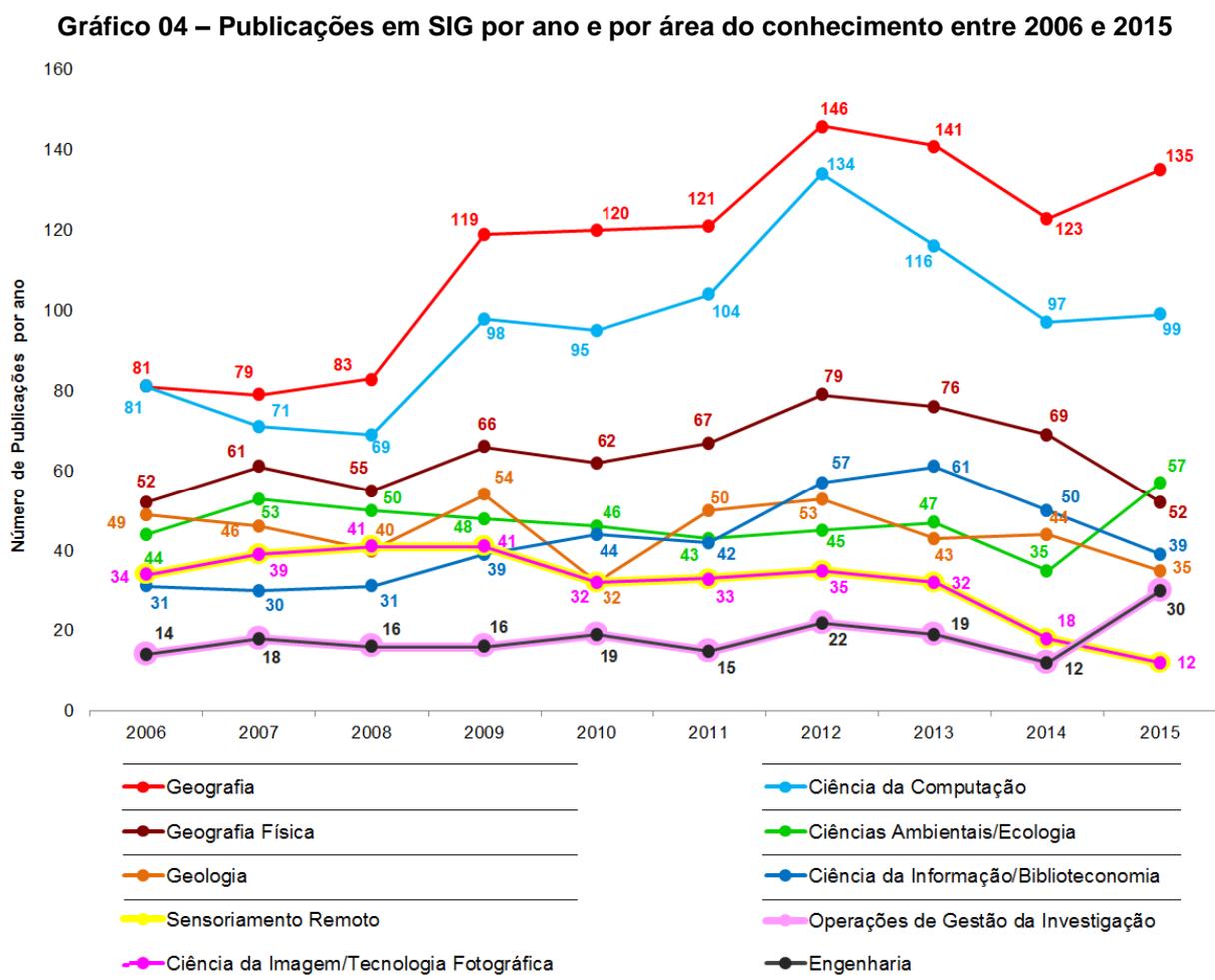
É possível observar que apesar do caráter multi e interdisciplinar do SIG, há uma clara liderança da ciência geográfica – Geografia (56,7%) e Geografia Física (31,6%) – na vanguarda do pensamento em sistemas de informação geográfica em âmbito mundial. Além das supracitadas Geografia e Geografia Física, destacam-se outras áreas de cunho ambiental como as Ciências Ambientais e Ecologia (23,1%), e Geologia (22%). Como os SIGs são protagonizados em sistemas computacionais,

<sup>14</sup> Um artigo ou publicação pode englobar mais de uma área do conhecimento, por isso, os valores podem estar sobrepostos. Sendo assim, a porcentagem pode ser superior a 100%.

<sup>15</sup> “Geografia” e “Geografia Física” são duas áreas de pesquisa do *Web of Science Core Collection*. Não foi a intenção do autor separá-las, e como estas áreas podem se sobrepor, não foi possível somá-las.

também se destacam as Ciências da Computação (47,6%), a Engenharia (8,9%), e as irmãs Sensoriamento Remoto (15,7%) e Ciência da Imagem (15,7%).

Através do fatiamento da análise por ano (Gráfico 04), também é possível evidenciar a preponderância das áreas de Geografia (também Geografia Física) e Ciência da Computação. Conforme esta:



Fonte: Web of Science, 2016. Elaborado pelo autor.

Nota-se que a produção acadêmica em SIG sofreu pequenas oscilações nos últimos dez anos: a liderança das áreas de Geografia, Ciência da Computação e Geografia Física permaneceu praticamente inalterada, com exceção a um ligeiro crescimento da categoria Ciências Ambientais/Ecologia entre 2014 e 2015, ultrapassando esta última em volume de artigos. As Ciências Ambientais, inclusive,

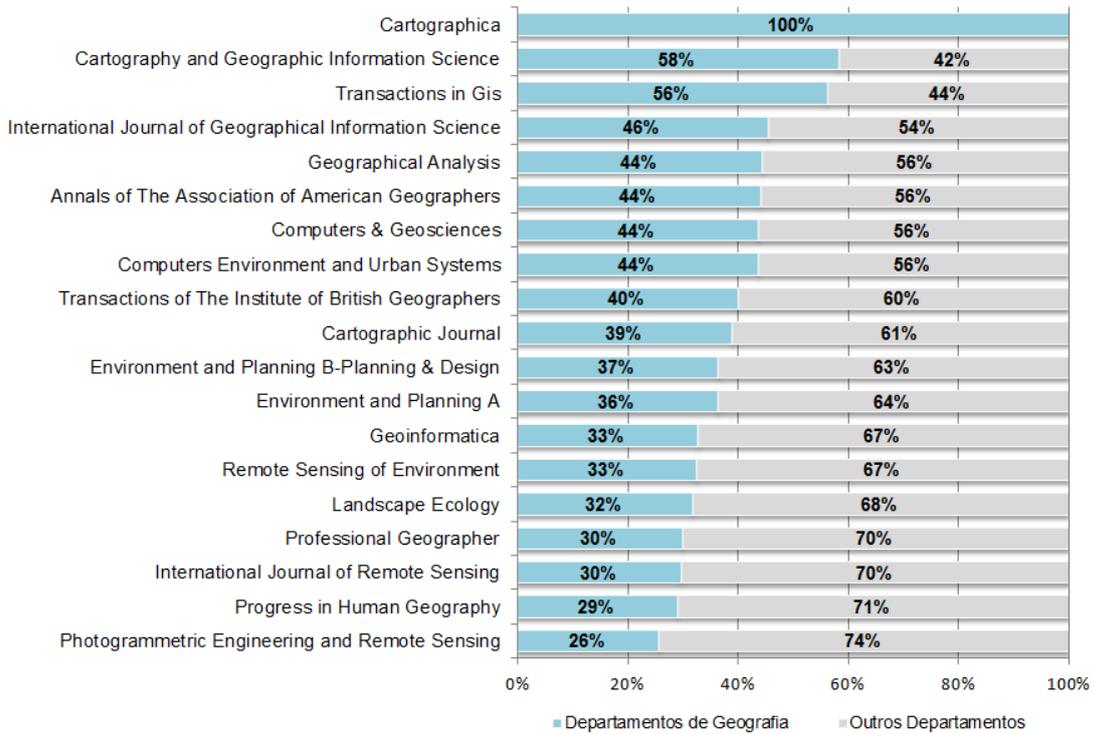
rivalizam com a Geologia, e a Ciência da Informação: as três possuem, em média, entre 30 e 50 publicações anuais.

As áreas de Sensoriamento Remoto e Ciência da Imagem/Tecnologia Fotográfica apresentam a mesma quantidade de publicações e se igualam visualmente no gráfico, e o mesmo ocorre com Engenharia e Operações de Gestão da Investigação. Como ambos os pares correspondem a nichos semelhantes de pesquisa, e partindo-se do pressuposto de que um artigo pode estar englobado em mais de uma área do conhecimento do *Web of Science*, é possível induzir que tratam-se dos mesmos trabalhos, porém inclusos em duas categorias simultâneas.

A fim de averiguar a importância da Geografia para o SIG – ou vice-versa, a importância do SIG para a Geografia, foi feita uma análise individual e manual dos 2.204 artigos buscados no *Web of Science Core Collection*. Foram selecionadas as publicações nas quais pelo menos um autor fosse vinculado a um Departamento de Geografia. Os resultados demonstram que significativa parcela dos SIGs está sendo estudada nestes departamentos, possivelmente estando vinculadas às suas metodologias.

Neste contexto, o Gráfico 05 apresenta o percentual de artigos produzidos em Departamentos de Geografia (pelo menos um autor) por cada periódico analisado nesta pesquisa:

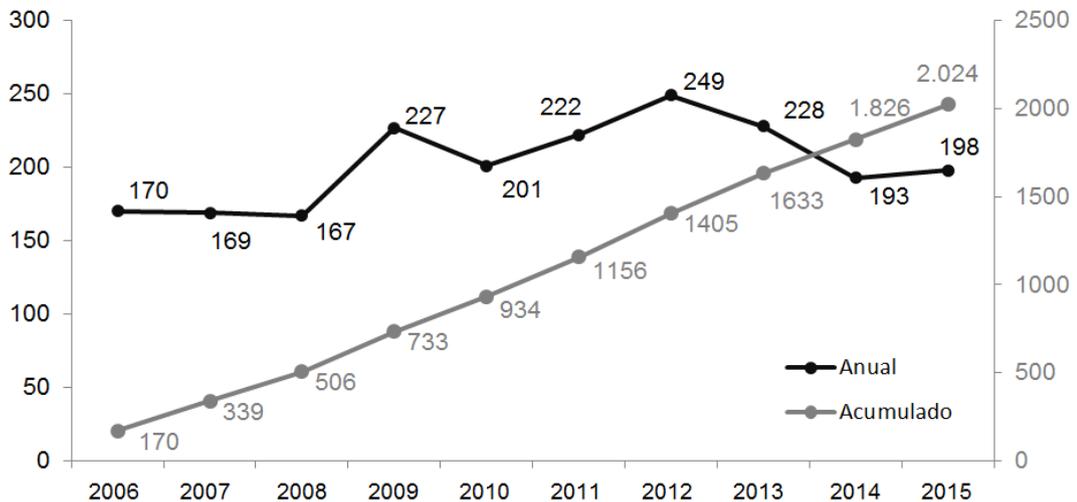
**Gráfico 05 – Artigos produzidos em Departamentos de Geografia (% do total)**



Fonte: Web of Science, 2016. Elaborado pelo autor.

Em relação ao número de publicações, nota-se que para quase todas as áreas de pesquisa o período mais produtivo ocorreu entre 2012 e 2013, havendo um pico de produção entre 2009. Este cenário também pode observado no Gráfico 06, a seguir, que mostra a quantidade de artigos por ano:

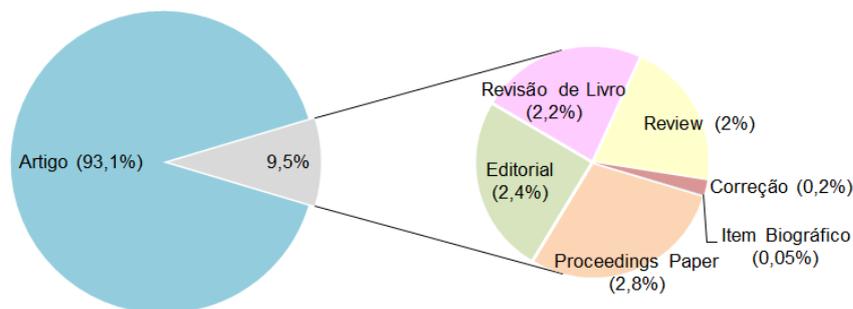
**Gráfico 06 – Publicações em SIG por ano entre 2006 e 2015**



Fonte: Web of Science, 2016. Elaborado pelo autor.

Embora o crescimento seja pouco variável – incluindo pequenas quedas, sobretudo após 2013 – o acumulado de artigos manteve-se estável, ocorrendo uma tendência contínua no aumento das publicações. O Gráfico 07 analisa o tipo de material publicado:

**Gráfico 07 – Tipo de Material Publicado em SIG entre 2006 e 2015**



Fonte: Web of Science, 2016. Elaborado pelo autor.

Primeiramente, é possível notar que a quase totalidade das 2.024 publicações são artigos científicos, pouco mais de 93%. Artigo (*Article*) são relatórios de pesquisa sobre obras originais, incluindo artigos de pesquisa, recursos, comunicações resumidas, relatórios de caso, observações técnicas, cronologia e artigos completos publicados em periódicos ou apresentados em um simpósio ou conferência (WEB OF SCIENCE, 2016). O restante das tipologias dos documentos corresponde a minoritários 9,5%.

Destes 9,5% destacam-se os Materiais Editoriais (2,4%). Estes consistem em artigos que emitem opiniões sobre uma pessoa, grupo ou organização. Também se destacam os artigos de Conferências (2,8%), referindo-se a literaturas publicadas de conferências, simpósios, seminários, colóquios, oficinas e convenções em uma ampla gama de disciplinas, sendo geralmente encontrados em anais de conferência (Idem, 2016). Já os Materiais de Revisão (2,2% de revisões de livros e 2% de outras revisões), englobam apreciações críticas de bases de dados, que geralmente refletem a opinião pessoal ou recomendação do crítico. Com menor frequência, o conjunto de dados ainda tem Itens Bibliográficos (0,05%) e Correções (0,2%).

## 6.2. Principais Autores

Neste item são destacados os principais autores internacionais em Sistemas de Informação Geográfica referente aos artigos entre 2006 e 2015. Para tal, serão apresentados dois materiais distintos: uma tabela e um mapa bibliométrico.

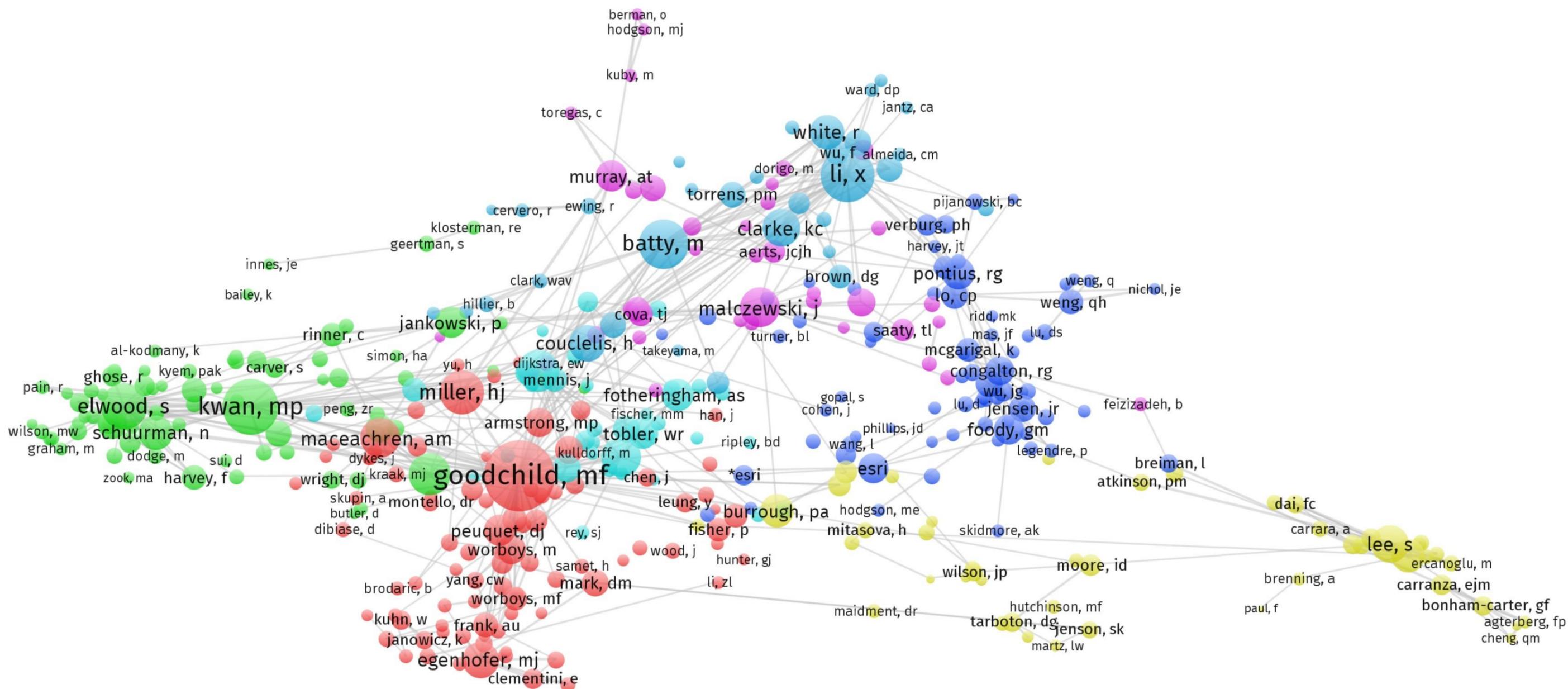
A tabela 04 a seguir foi produzida de acordo com dados de co-citação disponíveis no *Web of Science Core Collection* e manipuladas pelo software VOSViewer. Em seguida, foram feitas buscas individualizadas para cada autor, identificando sua formação acadêmica, suas linhas de pesquisa e a sua afiliação institucional principal. Tais informações foram obtidas em sites oficiais de universidades e plataformas de pesquisa ao redor do mundo, sendo possível assim, obter um resumo acadêmico – uma espécie de ficha – para cada autor pesquisado, ajudando a compreender *quem* está pesquisando sobre SIG. Em seguida, o Mapa Bibliométrico 01, também disponível nas próximas páginas, foi produzido nos softwares *VOSViewer* e *CorelDraw*, igualmente com base nos mesmos dados que alimentaram a tabela.

Tabela 04 – Principais autores citados nos trabalhos em SIG entre 2006 e 2015

Nº	Ccit.	Autor	Formação	Área de pesquisa	Afiliação principal
1	617,97	Michael Frank <b>Goodchild</b>	<b>Físico</b> pela Universidade de Cambridge (Inglaterra) e Ph.D em Geografia pela Universidade McMaster (Canadá)	SIG, ciências humanas e sociais.	Centro de Estudos Espaciais da Universidade da Califórnia (EUA)
2	292,97	Mei-Po <b>Kwan</b>	<b>Geógrafa</b> pela Universidade Chinesa de Hong Kong. Ph.D em Geografia e Mestre em Planejamento Urbano pela Universidade da Califórnia;	SIG, questões urbanas e sociais.	Departamento de Geografia e Sistemas de Informação Geográfica da Universidade de Illinois (EUA);
3	268,98	Xingong <b>Li</b>	<b>Geólogo</b> e Mestre em Geografia pela Universidade de Nanjing (China), e Ph.D em Geografia pela Universidade da Carolina do Sul (EUA)	SIG, recursos naturais, hidrografia, meio físico	Departamento de Geografia e Ciências Atmosféricas da Faculdade de Ciências e Artes Liberais da Universidade do Kansas (EUA)
4	237,26	Michael <b>Batty</b>	<b>Bacharel em Artes</b> pela Universidade de Manchester (Inglaterra) e Ph.D pelo Instituto de Ciência e Tecnologia da Universidade do País de Gales	modelos computacionais para cidades e regiões	Centro de Análises Espaciais da Universidade College London (Inglaterra)
5	211,57	Sarah <b>Elwood</b>	<b>Geógrafa</b> pela Macalester College (EUA), Mestre e Ph.D em Geografia pela Universidade de Minnesota (EUA)	SIG, geografia urbana, geografia política.	Departamento de Geografia da Universidade de Washington (EUA)
6	191,43	Harvey J. <b>Miller</b>	<b>Geógrafo</b> pela Universidade de Kent (EUA), Mestre e Ph.D em Geografia pela Universidade do Estado de Ohio (EUA)	SIG, transportes, mobilidade urbana.	Departamento de Geografia da Universidade do Estado de Ohio (EUA)
7	174,19	Stan <b>Openshaw</b>	<b>Geógrafo</b> e Ph.D em Geografia pela Universidade de Newcastle (Inglaterra)	Geografia quantitativa, Geografia computacional	Centro de Geografia Computacional da Universidade de Leeds (Inglaterra)
8	162,11	Luc <b>Anselin</b>	<b>Economista</b> pela Vrije Universiteit Brussel (Bélgica), Mestre e Ph.D em Ciências Regionais pela Universidade de Cornell (EUA)	SIG, economia, questões sociais	Escola de Ciências Geográficas e Planejamento Urbano da Arizona State University (EUA)
9	161,5	Jacek <b>Malczewski</b>	<b>Geógrafo</b> e Mestre em Geografia pela Universidade de Jagiellonian (Polônia) e Ph.D em Geografia pela Academia Polonesa de Ciências.	Métodos quantitativos e análise multicritério em SIG.	Departamento de Geografia da Universidade Western (Canadá)
10	159,48	Alan M. <b>MacEachren</b>	<b>Geógrafo</b> pela Universidade de Ohio (EUA), Mestre e Ph.D pela Universidade do Kansas (EUA)	SIG, cartografia	Departamento de Geografia da Universidade Estadual da Pensilvânia (EUA)
11	149,37	Keith C. <b>Clarke</b>	<b>Bacharel em Artes</b> pela Universidade Politécnica de Middlesex (Londres), Mestre e Doutor em Cartografia pela Universidade de Michigan (EUA)	Cartografia, modelos ambientais, autômatos celulares	Departamento de Geografia da Universidade da Califórnia (EUA)
12	143,28	Saro <b>Lee</b>	<b>Geólogo</b> , Mestre e Doutor em Geociências pela Universidade de Yonsei (Coréia do Sul)	SIG, geologia, suscetibilidades do meio físico.	Departamento de Geociências da Universidade de Yonsei (Coréia do Sul)
13	139,54	Helen <b>Couclelis</b>	(não encontrado)	SIG, planejamento e modelagem urbana e regional, modelagem urbano-ambiental	Departamento de Geografia da Universidade da Califórnia (EUA)

14	136,83	Max J. Egenhofer	<b>Engenheiro Agrimensor</b> pela Universidade de Stuttgart (Alemanha) e Ph.D em Agrimensura pela Universidade de Maine (EUA)	SIG, representação espacial para dispositivos móveis	Departamento de Geografia da Universidade de Maine (EUA)
15	127,59	Nadine Schuurman	Mestre e Ph.D em <b>Geografia</b> pela Universidade de British Columbia (Canadá)	Geografia da saúde, meio ambiente, SIG	Departamento de Geografia da Universidade de Simon Fraser (Canadá)
16	127,18	Roger White	Bacharel em <b>Economia e Filosofia</b> pela Universidade do Oeste de Ontário, e Ph.D em Geografia Teorética pela Universidade da Carolina do Norte	sistemas urbanos e regionais, modelagem de dados geográficos, modelagem de sistemas econômicos	Departamento de Geografia da Universidade Memorial de Newfoundland (Canadá)
17	119,1	Peter Burrough	<b>Químico</b> pela Universidade de Sussex (Reino Unido) e Ph.D pela Universidade de Oxford (Canadá)	Princípios em SIG	Instituto Geográfico da Universidade de Utrecht (Holanda)
18	118,83	Dola Pradhan	<b>Filósofo</b> e Mestre em Filosofia pela Universidade de Utkal (Índia), Mestre em Ciências pela Asian Institute of Technology (Tailândia) e Ph.D em Ciências pela Universidade de Victoria (Canadá)	Meio ambiente, recursos naturais, desenvolvimento sustentável	Faculdade de Geografia da Universidade Politécnica de Kwantlen (Canadá)
19	113,68	Robert Gilmore Pontius Jr	Bacharel em <b>Matemática</b> pela Universidade de Pittsburgh (EUA), Mestre em Estatística Aplicada pela Ohio State University (EUA), e ph.D em Filosofia pela Universidade Estadual de Nova York (EUA)	SIG, sistemas humanos e naturais, modelagem ecológica,	Escola de Geografia da Universidade de Clark (EUA)
20	112,11	Alexander Stewart Fotheringham	<b>Geógrafo</b> pela Universidade de Aberdeen (Escócia), Mestre e ph.D em Geografia pela Universidade McMaster (Canadá)	SIG, análise espacial, modelagem espacial	Escola de Ciências Geográficas e Planejamento Urbano da Universidade Estadual do Arizona (EUA)
21	106,11	Piotr Jankowski	Mestre em <b>Economia</b> pela Universidade de Ponzan e Ph.D em Geografia pela Universidade de Washington.	Meio ambiente, geografia humana, geociências.	Faculdade de Geografia e Ciências Geológicas da Univesidade Adam Mickiewicz in Poznań (Polónia)
22	105,52	Alan T. Murray	Bacharel em <b>Matemática</b> , Mestre em Estatística Aplicada e Ph.D em Geografia pela Universidade da Califórnia (EUA)	Utilização de SIG para estudos urbanos, planejamento ambiental e transportes	Departamento de Geografia da Universidade da Califórnia (EUA)
23	103,72	Waldo Tobler	ph.D em <b>Geografia</b> pela Universidade de Seattle (EUA) e doutor honoris causa pela Universidade de Zurich (Suíça)	Cartografia (diversas)	Departamento de Geografia da Universidade da Califórnia (EUA)
24	102,73	Donna Jean Pequet	<b>Geógrafa</b> e Ph.d em Geografia pela Universidade Estadual de Nova York em Buffalo (EUA), Mestre em Geografia pela Universidade de Cincinnati (EUA)	Cognição ambiental, cartografia, modelos de dados espaciais	Departamento de Geografia da Universidade Estadual da Pensilvânia (EUA)
25	100,89	Richard Church	<b>Químico e Matemático</b> pela Faculdade Lewis and Clark, Ph.D em Engenharia Ambiental pela Universidade Johns Hopkins	Transporte/logística, recursos naturais, gestão territorial, SIG	Departamento de Geografia da Universidade da Califórnia (EUA)

Fontes: Web of Science, 2016; UCSB Geography, 2016; British Academy for the Humanities and Social Sciences, 2016; Meipokwan, 2016; University Of Illinois, 2016; KU, 2016; UCL IRIS, 2016; NCGIA, 2016; OSU, 2016; CCG, 2016; ASU, 2016; Western, 2016; Pennstate, 2016a; CSISS, 2016; Scientific Research Publishing, 2016; Sage Publications, 2016; University Of Maine, 2016; Simon Fraser University, 2016; MUN, 2016 AAG, 2016; UCSB, 2016; Kwantlen Polytechnic University, 2016; Clark University, 2016; ASU, 2016; San Diego State University, 2016; UCSB Geography(b), 2016; UCSB Geography(c), 2016; Pennstate, 2016b; UCSB Geography(a), 2016.



Nº Autor	Cit.	Cocit.	Nº Autor	Cit.	Cocit.	Nº Autor	Cit.	Cocit.	Nº Autor	Cit.	Cocit.
1 Goodchild, M.F	623	617,97	6 Miller, H.J	190	191,43	11 Clarke, K.C	147	149,37	16 White, R	128	127,18
2 Kwan, M.P	306	292,97	7 Openshaw, S	176	174,19	12 Lee, S	155	143,28	17 Burrough, P.A	121	119,10
3 Li, X	280	268,98	8 Anselin, L	170	162,11	13 Couclelis, H	138	139,54	18 Pradhan, B	136	118,83
4 Batty, M	246	237,26	9 Malczewski, J	165	161,50	14 Egenhofer, M.J	140	136,83	19 Pontius, R.G	119	113,68
5 Elwood, S	219	211,57	10 Maceachren, A.M	165	159,48	15 Schuurman, N	127	127,59	20 Fotheringham, A.S	114	112,11

Informações Técnicas:

Mapa de co-citação com contagem fracional  
 Número mínimo de citações de um autor = 20.  
 De 38.967 autores, 393 atendem ao critério.

Varição de tamanho: 0,57

Elaboração:

Alexandre Vastella  
 Ferreira de Melo, 2016.

Softwares VOS Viewer  
 e Corel Draw.

**MAPA 01 - PRINCIPAIS  
 AUTORES EM SIG  
 ENTRE 2006 E 2015**

O professor emérito e pesquisador de Geografia da Universidade de Santa Bárbara (Califórnia, EUA), Dr. Michael Frank Goodchild, ocupa posição de destaque no cenário internacional de SIG da última década: o autor lidera o ranking de produtividade com aproximadamente 618 co-citações distribuídas entre o período de 2006 a 2015. Físico pela Universidade de Cambridge (Inglaterra) (1965) e Ph.D em Geografia pela Universidade McMaster (Canadá) (1969), Goodchild é autor de mais de 15 livros e 400 artigos sobre Sistemas de Informação Geográfica, sendo reconhecido como o maior especialista mundial em SIG (UCGIS, 2016). Como fundador e diretor do Centro de Estudos Espaciais da Universidade da Califórnia (EUA) (UCSB Center for Spatial Studies), Goodchild pesquisa principalmente a integração entre Sistemas de Informação Geográfica com as ciências humanas e sociais (UCSB GEOGRAPHY, 2016; UCSGIS, 2016; BRITISH ACADEMY FOR THE HUMANITIES AND SOCIAL SCIENCES, 2016).

O segundo lugar nas co-citações (aproximadamente 293, bem abaixo da primeira posição de Goodchild) é ocupado por Mei-Po Kwan, Geógrafa (1985) e Ph.D em Geografia (1994) pela Universidade Chinesa de Hong Kong e Mestre em Planejamento Urbano pela Universidade da Califórnia (1989). Como professora e pesquisadora do Departamento de Geografia e Sistemas de Informação Geográfica da Universidade de Illinois (EUA), Kwan estuda principalmente a aplicação de métodos de SIG na pesquisa geográfica, incluindo saúde ambiental, mobilidade humana, e uso do ambiente urbano, além de questões de gênero, raça, etnia e religião. (MEI-PO KWAN, 2016; UNIVERSITY OF ILLINOIS, 2016).

É importante ressaltar que a geografia ocupa um papel central na formação e/ou na contribuição acadêmica destes autores, sendo a maior parte deles, geógrafos de formação, como Sarah Elwood, Harvey Miller, Stan Openshaw, Alan MacEacharen, Nadine Schuurman, Alexander Fotheringham, Waldo Tobler, e Donna Peuquet; ou com mestrado e/ou Ph.D na área de geografia, como: o físico Michael Goodchild, o geólogo Xingong Li, o Bacharel em Economia e Filosofia Roger White, o matemático Alan T. Murray, e o mestre em economia Piotr Jankowski, que apesar de suas formações distintas, fizeram pós graduações em geografia.

Ainda neste ranking, existem autores que não são geógrafos e tampouco possuem pós-graduações em geografia, porém, estão contribuindo diretamente com Departamentos de Geografia ou departamentos específicos de estudos espaciais. São estes: o Bacharel em Artes Michael Batty; o economista e Ph.D em Ciências Regionais Luc Anselin; o Bacharel em Artes e Ph.D em Cartografia Keith Clarke; e o químico, matemático e Ph.D em Engenharia Ambiental Richard Church. Entre os 25 autores mais cocitados entre 2006 e 2015, somente um não possui vínculo com a geografia – isto é, que não possui graduação, nem pós graduação, e nem exerce atividade de pesquisa em departamentos desta área do conhecimento. Trata-se do geólogo mestre/Ph.D em geociências Saro Lee, do Departamento de Geociências da Universidade de Yonsei, Coréia do Sul.

### 6.3. Principais Fontes/Periódicos

Neste item são apresentados os principais periódicos e os principais documentos citados sobre informações geográficas entre 2006 e 2015, utilizando o conjunto de 2.024 artigos do *Web of Science Core Collection*. A Tabela 05 descreve os principais periódicos citados nos trabalhos sobre SIG no período. A coluna a esquerda representa o ranking de co-citações, cuja numeração ranqueou somente as revistas que *não* fizeram parte do conjunto de dados originais do *Web of Science Core Collection* coletados para a presente dissertação. Conforme esta

Tabela 05 - Principais periódicos citados entre 2006 e 2015

Nº	Nomeclatura do <i>Web of Science</i>	Nome completo	VOSViewer		Journal Cit. Reports	
			Cit.	Cocit.	FI	Ano
-	int j geogr inf sci	International Journal of Geographical Information Science	2668	2545,11	1479	2013
-	int j remote sens	International Journal of Remote Sensing	1607	1510,96	1359	2013
-	remote sens environ	Remote Sensing of Environment	1371	1320,17	4769	2013
-	photogramm eng rem s	Photogrammetric Engineering and Remote Sensing	1254	1237,25	2071	2013
-	ann assoc am geogr	Annals of the Association of American Geographers	1110	1051,95	2088	2013
-	comput geosci-uk	Computers & Geosciences	1050	1041,48	1562	1999
-	environ plann b	Environment and Planning B: Planning and Design	999	965,37	0.883	2013
-	environ plann a	Environment and Planning A	857	860,15	1694	2013
-	t gis	Transactions in GIS	680	687,08	1000	2013
1	int j geogr inf syst	International Journal of Geographical Information Systems	618	624,83	1250	2013

-	geogr anal	Geographical Analysis	698	623,98	1250	2013
<b>2</b>	lect notes comput sc	Lecture Notes in Computer Science	627	609,67	0.402	2005
-	landscape ecol	Landscape Ecology	605	586,33	3574	2013
<b>3</b>	landscape urban plan	Landscape and Urban Planning	567	559,89	2606	2013
-	comput environ urban	Computers, Environment and Urban Systems	551	558,48	1520	2013
-	cartogr geogr inf sc	Cartography and Geographic Information Science	532	528,32	0.500	2013
-	prof geogr.	Professional Geographer	438	474,2	1413	2013
<b>4</b>	ecol model	Ecological Modelling	471	472,77	2326	2013
<b>5</b>	Science	Science	434	433,54	31477	2013
<b>6</b>	Geomorphology	Geomorphology	438	423,34	2577	2013
<b>7</b>	Computers	Computers	413	421,39	-	-
<b>8</b>	ieee t geosci remote	IEEE Xplore: IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters	402	402,21	1809	2013
-	Cartográfica	Cartographica	389	388,26	-	-
-	prog hum geog	Progress in Human Geography	346	346,81	4394	2013
<b>9</b>	isprs j photogramm	ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing	328	334,93	2902	2013
-	Geoinformatica	Geoinformatica	322	325,1	1288	2013
<b>10</b>	Nature	Nature	281	291,44	42351	2013
<b>11</b>	j hydrol	Journal of Hydrology	289	283,31	2693	2013
<b>12</b>	environ modell softw	Environmental Modelling & Software	277	280,18	4538	2013
<b>13</b>	j environ manage	Journal of Environmental Management	268	276,72	3188	2013
<b>14</b>	Ecology	Ecology	269	268,94	5000	2013
<b>15</b>	water resour res	Water Resources Research	272	268,16	3709	2013
<b>16</b>	eng geol	Engineering Geology	252	248,71	1757	2013
<b>17</b>	Geojournal	GeoJournal	249	248,15	-	-
<b>18</b>	eur j oper res	European Journal of Operational Research	232	227,57	1843	2013
<b>19</b>	ecol appl	Ecological Applications	219	222,01	4011	2013
<b>20</b>	transport res rec	Transportation Research Record	220	210,2	0.312	2013

Fonte: Web of Science, 2016. Elaborado pelo autor.

Primeiramente, é possível observar que na maioria dos casos, os periódicos mais citados fazem parte justamente do conjunto de dados analisado nesta dissertação. Isto poderia indicar – embora de forma não conclusiva – que artigos publicados em uma determinada revista estariam citando artigos da própria revista a que submeteram. A International Journal of Geographical Information Science, principal revista em SIG para Caron et al (2008) e para Scarletto (2014), aparece em primeiro lugar também entre as mais citadas. As revistas International Journal of Remote Sensing, Remote Sensing of Environment, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Annals of the Association of American Geographers, Computers & Geosciences, e o grupo das Environment and Planning – também utilizadas no conjunto de dados aqui analisados – lideram as citações entre 2006 e 2015.

A International Journal of Geographical Information Systems, antiga versão da atual e consagrada Journal of Geographical Information Science – tendo vigorado com o nome “Systems” até 1997 – aparece em primeiro lugar entre as mais citadas que ficaram de fora do rol de dados analisados; seguida da Lecture Notes in Computer Science e da Landscape and Urban Planning.

Em seguida no ranking das mais citadas, predominam revistas das áreas ambientais e computacionais, ramos estes, com grande interface à SIG. Destaca-se, inclusive, periódicos multidisciplinares com elevados fatores de impacto e grande conhecidas no cenário científico como a Nature (fator de impacto 42.351) e a Science (31.477).

O Mapa Bibliométrico 02 espacializa os dados e informações presentes na tabela anterior, sendo possível observar as relações de proximidade entre os periódicos citados. Conforme este:



Primeiramente, é possível notar a centralidade exercida pela *International Journal of Geographic Information Science* no mapa bibliométrico, o que corrobora para esta ser a principal revista em SIG da atualidade. Em seu mesmo cluster (em azul), encontram-se outros periódicos como *Transactions in GIS*, *International Journal of Digital Earth*, e outros referentes à informações geográficas.

À direita, na cor verde, notam-se as revistas voltadas para as áreas de sensoriamento remoto, como a *International Journal of Remote Sensing*, a *Remote Sensing of Environment*, ou a *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*; além de periódicos multidisciplinares que podem utilizar sensoriamento remoto como *Geomorphology*, *Hidrological Process*, ou *Environmental Geology*.

À esquerda, em rosa, aparecem os periódicos vinculados às ciências geográficas como *Annals of the Association of American Geographers*, *Cartography and Geographic Information Science*, *Progress in Human Geography*, *Geoforum*, *Political Geography*, entre outros. Com grande interface a este, o cluster acima, em vermelho, releva as revistas voltadas ao planejamento urbano e ambiental, como as *Environment and Planning A e B*, a *Transportation Research Record*, ou a *Urban Studies*; ainda aparecendo algumas revistas médicas nas bordas extremas como *Journal of Epidemiology and Community Health*, ou a *Social Science and Medicine*. Por fim, as áreas em amarelo indicam principalmente periódicos vinculados à ecologia, à biologia, e às ciências do meio biológico em geral, como *Landscape Ecology* ou *Ecology Modelling*.

Para complementar o mapa bibliométrico anterior, a Tabela 06 evidencia os principais documentos, tanto livros quanto artigos, citados entre 2006 e 2015:

Tabela 06 - Principais documentos (livros e artigos) citados entre 2006 e 2015

Nº	Cocit.	Autor	Título da Publicação	Periódico	Ano, volume e página
1	65	Goodchild, M.F.	Citizens as sensors: the world of volunteered geography	GeoJournal	2007, v.69, p.211
2	56	Clarke, K.C.	Loose Coupling A Cellular Automaton Model and GIS: Long-Term Growth Prediction for San Francisco and Washington/Baltimore	Int. Journal of Geograp. Inform. Science	1998, v.12, p.699
3	51	Li, X.	Neural-network-based cellular automata for simulating multiple land use changes using GIS	Int. Journal of Geograp. Inform. Science	2002, v.16, p.323

4	50	Sieber, R.	Public Participation Geographic Information Systems: A Literature Review and Framework	Annals of the Ass.of Amer. Geographers	2006, v.96, p.491
5	49	Clarke, K.C.	A Self-Modifying Cellular Automaton Model of Historical Urbanization in the San Francisco Bay Area	Environment and Planning B	1997, v.24, p.247
6	49	Li, X.	Modelling sustainable urban development by the integration of constrained cellular automata and GIS	Int. Journal of Geograp. Inform. Science	2000, v.14, p.131
7	43	Kwan, M.P.	Feminist Visualization: Re-envisioning GIS as a Method in Feminist Geographic Research	Annals of the Ass.of Amer. Geographers	2002, v.92, p.645
8	42	Wu, F.	Simulation of Land Development through the Integration of Cellular Automata and Multicriteria Evaluation	Environment and Planning B	1998, v.25, p.103
9	41	Tobler, W.R.	A Computer Movie Simulating Urban Growth in the Detroit Region	Economic Geography	1970, v.46, p.234
10	40	Malczewski, J.	GIS and Multicriteria Decision Analysis	( <i>Livro próprio</i> )	1999
11	39	Wu, F.L.	Calibration of stochastic cellular automata: the application to rural-urban land conversions	Int. Journal of Geograp. Inform. Science	2002, v.16, p.795
12	39	Goodchild, M.F.	Towards a general theory of geographic representation in GIS	Int. Journal of Geograp. Inform. Science	2007, v.21, p.239
13	37	Malczewski, J.	GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature	Int. Journal of Geograp. Inform. Science	2006, v.20, p.703
14	37	Burrough, P. A.	Principles of Geographical Information Systems	( <i>Livro próprio</i> )	1998
15	34	White, R.	The Use of Constrained Cellular Automata for High-Resolution Modelling of Urban Land-Use Dynamics	Environment and Planning B	1997, v.24, p.323
16	32	Anselin, L.	Geographical Analysis	( <i>Livro próprio</i> )	1995, v.27, p.93
17	31	Goodchild, M.F.	Geographical information science	Int. Journal of Geograp. Inform. Systems	1992, v.6, p.31
18	31	Pickles, J.	Ground Truth: The Social Implications of Geographic Information Systems	( <i>Livro próprio</i> )	1995
19	30	Carver, S.J.	Integrating multi-criteria evaluation with geographical information systems	Int. Journal of Geograp. Inform. Systems	1991, v.5, p.321
20	30	Parker, D.C.	Multi-Agent Systems for the Simulation of Land Use and Land Cover Change	Annals of the Ass.of Amer. Geographers	2003, v.93, p.314
21	29	Foody, G.M.	Status of land cover classification accuracy assessment	Remote Sensing of Environment	2002, v.80, p.185
22	29	Kwan, M.P.	Geographical Analysis	( <i>Livro próprio</i> )	1998, v.30, p.191
23	29	Turner, A. J.	Introduction to Neogeography	( <i>Livro próprio</i> )	2006
24	28	Congalton, R.G.	A review of assessing the accuracy of classification of remotely sensed data	Remote Sensing of Environment	1991, v.37, p.35
25	28	Weiner, D.	Community Participation and Geographic Information Systems	( <i>Livro próprio</i> )	2002

Fonte: Web of Science, 2016. Elaborado pelo autor.

A tabela 06 fornece uma grande quantidade de informações. Primeiramente, é possível notar que a maior parte dos documentos citados antecede o período de pesquisa (2006-2015). Um dos documentos mais antigos pertence a Waldo Tobler: seu artigo “*A Computer Movie Simulating Urban Growth in the Detroit Region*”, de 1970, que estabeleceu a Primeira Lei da Geografia (Lei de Tobler), continua sendo citado até os dias de hoje.

Nos anos 1990, foram publicados vários artigos sobre autômatos celulares; que para Clarke (1998), “são modelos simples para a simulação de sistemas complexos, atuando em um espaço de ação (geralmente uma grade), através de um conjunto de condições e regras de comportamento e condições iniciais (CLARKE, 1998). O próprio Clarke K.C, publicou dois artigos relevantes sobre o tema: “*A Cellular Automaton Model and GIS: Long-Term Growth Prediction for San Francisco and Washington/Baltimore*” (1998) e “*Self-Modifying Cellular Automaton Model of Historical Urbanization in the San*” (1997). Ainda em 1997, White, R publicou “*The Use of Constrained Cellular Automata for High-Resolution Modelling of Urban Land-Use Dynamics*”, e no ano seguinte, Wu,F. escreveu “*Simulation of Land Development through the Integration of Cellular Automata and Multicriteria Evaluation*”; ambos publicados na Environment and Planning B. Além disso, os autômatos celulares continuam sendo bastante citados hoje. Os trabalhos “*Neural-network-based cellular automata for simulating multiple land use changes using GIS*” (2002) e “*Modelling sustainable urban development by the integration of constrained cellular automata and GIS*” (2000) de Li X, também estão entre os mais citados; além do artigo “*Calibration of stochastic cellular automata: the application to rural-urban land conversions*” (2002) do Wu.F.L.

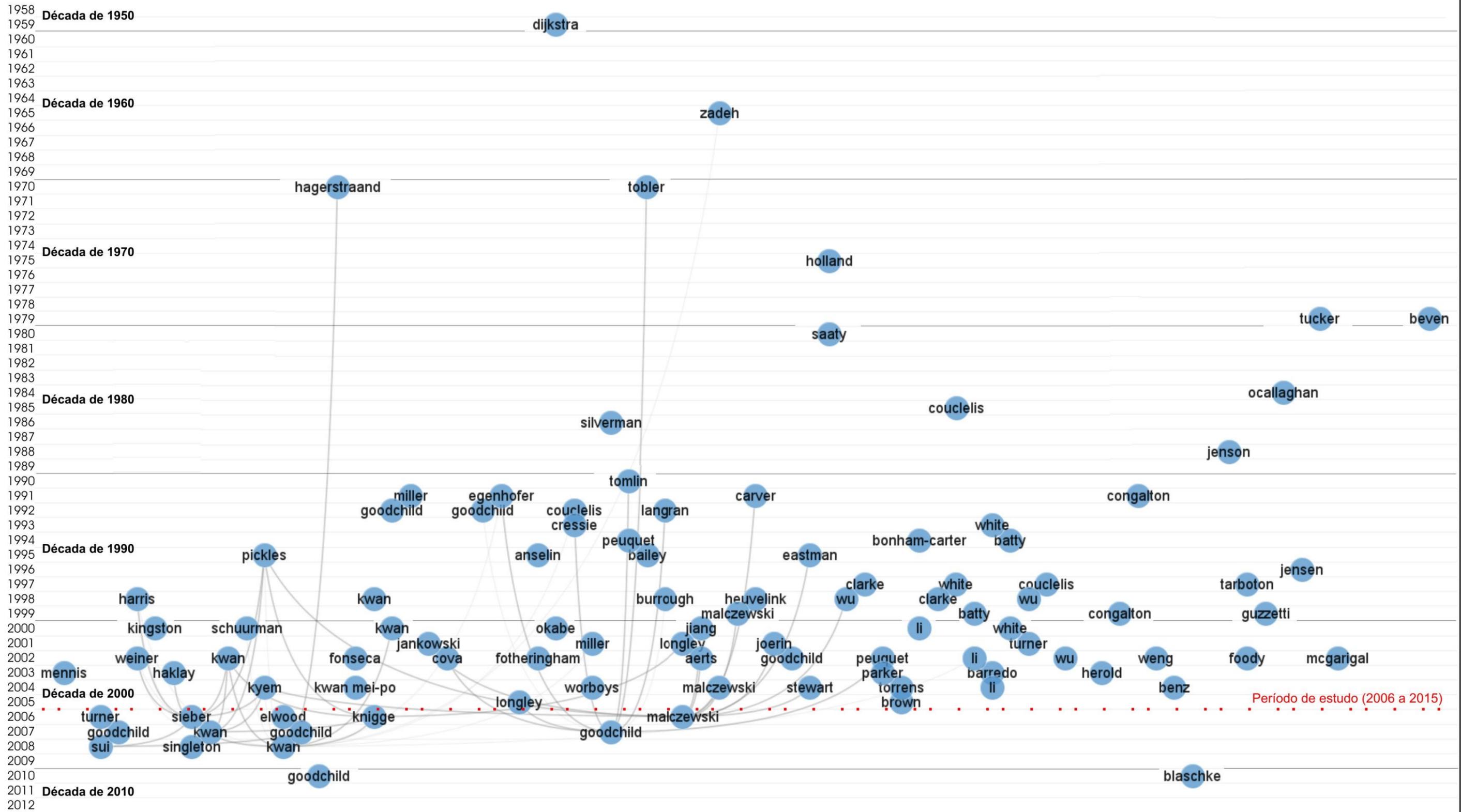
Entre os documentos mais citados, estão alguns clássicos dos anos 1990, como o artigo “*Geographical information science*”, documento mais citado do autor Goodchild, M. em todo o *Web of Science*; e artigos importantes como “*Integrating multi-criteria evaluation with geographical information systems*” (1991) de Carver, S.J. Nesta década também foram publicados diversos livros com destaque na área de SIG, como: “*Principles of Geographical Information Systems*” (1998), de Burrough, P.A.; “*Geographical Analysis*”, (1995) e Anselin, L.; “*Ground Truth: The*

*Social Implications of Geographic Information System*“ (1995), de Pickles, J.; e “*GIS and Multicriteria Decision Analysis*” (1999) de Malczewski, J.

Já no contexto atual, um dos assuntos mais debatidos é a melhoria da integração entre SIG e o usuário. A “Geografia Voluntária” (GOODCHILD, 2007) foca principalmente na utilização de informações geográficas por cidadãos comuns, em bases como, por exemplo, *Google Earth* ou *OpenStreetMap*. Neste contexto, foram produzidas pesquisas foram bastante citadas como o artigo “*Citizens as sensors: the world of volunteered geography*” (2007), de Goodchild, M.F – documento mais citado entre 2006 e 2015 em SIG, ou o artigo “*Public Participation Geographic Information Systems: A Literature Review and Framework*” (2006) de Sieber, R.; além dos livros “*Introduction to Neogeography*” (2006) de Turner, A.J., e “*Community Participation and Geographic Information Systems*” (2002) de Weiner, D.

Outra linha de pesquisa bastante popular é a integração entre SIG e sensoriamento remoto, sobretudo aplicado para as diferentes metodologias de classificação de usos do solo. Artigos como “*Multi-Agent Systems for the Simulation of Land Use and Land Cover Change*” (2003) de Parker, D.C, “*Status of land cover classification accuracy assessment*” (2002), de Foody, G.M., e “*A review of assessing the accuracy of classification of remotely sensed data*” (1991), de Congalton, R.G., aparecem entre os mais citados entre 2005 e 2016. Por fim, observa-se o uso político do SIG, principalmente através da autora Mei-Po Kwan. Seu artigo “*Feminist Visualization: Re-envisioning GIS as a Method in Feminist Geographic Research*” (2002), visa integrar feminismo, geografia e sistemas de informação geográfica.

Ainda neste contexto, o Mapa Bibliométrico 03 – elaborado nos softwares CitNetExplorer e Corel Draw – evidencia os principais documentos citados pelos artigos sobre SIG publicados entre 2006 e 2015, sendo possível visualizar a rede de citações através dos anos.



Informações Técnicas:

Mapa de Citações:  
 - 50 documentos mais citados entre 2006 e 2015  
 - Último nome do primeiro autor.  
 - Cada esfera corresponde a um documento citado.  
 - Duas ou mais esferas de mesmo nome significam dois ou mais documentos do mesmo autor.

Elaboração:

Alexandre Vastella  
 Ferreira de Melo, 2016.  
 Softwares CitNetExplorer  
 e Corel Draw.

**MAPA 03 - PRINCIPAIS  
 REFERÊNCIAS CITADAS  
 EM SIG ENTRE  
 2006 E 2015**

Com base no mapa, é possível notar que a maior concentração de documentos ocorre num intervalo de quinze anos entre 1990 e 2005, período este, que antecede o recorte temporal desta dissertação (2006-2015). Observa-se, nos anos 1990, a presença de autores consagrados no SIG como Michael Goodchild, Helen Couclelis, Donna Peuquet, Peter Burrough, Michael Batty, e John Jensen; e nos anos 2000, Michael Goodchild (novamente), Mei-Po Kwan, Paul Longley, Michael Worboys, ou Sarah Elwood.

Já nos anos 1950, 1960, e 1970 predominam os documentos que apresentaram ou popularizaram teorias já consagradas no meio acadêmico, como as publicações de Torsten Hägerstrand (Geografia Temporal), Dijkstra (Algoritmo de Dijkstra - Teoria dos Grafos), Wando Tobler (Lei de Tobler), Lotfali Askar-Zadeh (Lógica Difusa), John Henry Holland (Algoritmos Genéticos), Thomas Lorie Saaty (*Analytic Hierarchy Process*), ou Compton Tucker (*Normalized Difference Vegetation Index NDVI*). São teorias que sobreviveram ao tempo e continuam sendo utilizadas até os dias de hoje.

#### **6.4. Principais Palavras-Chave e Temas Correlatos**

Este item apresenta os principais temas correlatos a Sistemas de Informação Geográfica no âmbito acadêmico internacional entre 2006 e 2015. Para tal, serão apresentadas as principais palavras-chave relacionadas a esta área do conhecimento e os principais termos correlatos em títulos e resumos de publicações.

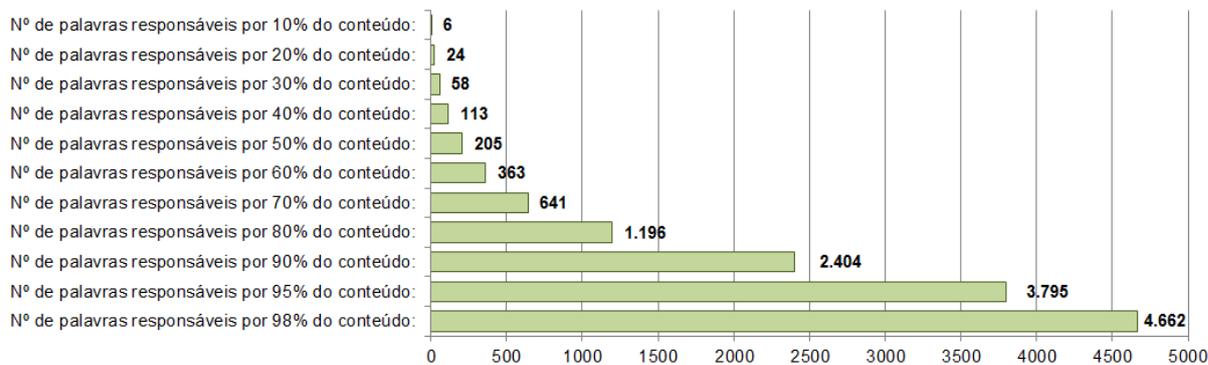
Primeiramente, para a relação às palavras-chave correlatas a SIG, foi utilizado o Contador de Palavras e Processador Linguístico de Corpos, o analisador estatístico de textos elaborado pelo Grupo de Linguística da INSITE, uma empresa de soluções em internet (INSITE, 2016). Disponível gratuitamente online<sup>16</sup>, o analisador fornece “um relatório estatístico detalhado sobre o vocabulário do texto, quantidade de ocorrências de cada palavra, tamanho das palavras, frequência de letras, listagem das palavras por ocorrência e em ordem alfabética e outras informações” (Idem, 2016; p.1).

---

<sup>16</sup> <http://linguistica.insite.com.br/corpus.php>

Desta forma, após inserir todas as 28.915 palavras-chave das 2.024 publicações analisadas, o seguinte resultado pode ser visualizado no Gráfico 08:

**Gráfico 08 – Palavras-chave - Número de palavras em relação ao percentual do conteúdo**



Fonte: Web of Science, 2016. Elaborado pelo autor.

O gráfico evidencia uma frequência de palavras visivelmente desigual: seis palavras-chave correspondem a 10% do total; 24 palavras-chave a 20%, e assim por diante. Este padrão é condizente com a Lei de Zipf (*Zipf's Law*), ou Lei do Menor Esforço<sup>17</sup>. Para Zipf, a tende a ser utilizada com base no menor esforço, isto é, economizando palavras. Sendo assim, os termos mais utilizados possuem maior relação com o documento (GUEDES, BORSCHIEVER, 2005). Desta forma, a Tabela 07 evidencia as principais palavras-chave em artigos sobre SIG na última década:

Tabela 07 - Frequência de Palavras-Chave em artigos sobre SIG entre 2006 e 2015

Nº	Palavra	Oc.	Nº	Palavra	Oc.	Nº	Palavra	Oc.	Nº	Palavra	Oc.
1	gis	1193	26	accuracy	104	51	environment	75	76	evaluation	55
2	spatial	443	27	algorithm	102	52	geography	74	77	index	55
3	data	407	28	cover	95	53	regression	73	78	objects	55
4	model	346	29	network	95	54	space	73	79	growth	54
5	information	335	30	vegetation	94	55	algorithms	72	80	location	54
6	analysis	289	31	forest	92	56	satellite	72	81	decision	53
7	geographic	263	32	visualization	92	57	planning	68	82	fragmentation	53
8	models	227	33	area	91	58	ecology	67	83	geospatial	53
9	systems	222	34	imagery	91	59	interpolation	67	84	sensing	53
10	landscape	181	35	networks	90	60	accessibility	65	85	genetic	51
11	urban	178	36	d	89	61	areas	65	86	land-cover	51
12	system	177	37	optimization	89	62	china	64	87	multicriteria	51

<sup>17</sup> A Lei de Zipf é melhor explicada no item “3.2.3. Frequência e Distribuição de Palavras – Lei de Zipf”.

13	classification	167	38	elevation	88	63	habitat	63	88	remote	51
14	management	138	39	uncertainty	87	64	fuzzy	62	89	hazard	50
15	land-use	134	40	design	84	65	knowledge	62	90	service	50
16	land	126	41	science	83	66	error	61	91	services	50
17	simulation	126	42	assessment	82	67	population	61	92	behavior	49
18	modeling	125	43	use	82	68	terrain	60	93	framework	49
19	dynamics	120	44	and	80	69	health	59	94	region	49
20	change	117	45	mapping	80	70	support	59	95	city	48
21	web	116	46	modelling	79	71	time	58	96	social	48
22	maps	114	47	scale	79	72	of	56	97	pattern	47
23	patterns	114	48	integration	78	73	prediction	56	98	soil	47
24	geographical	110	49	map	77	74	conservation	55	99	automata	46
25	digital	109	50	representation	76	75	environmental	55	100	cellular	46

Fonte: *Web of Science*, 2016; *Grupo de Linguística da INSITE*, 2016. Elaborado pelo autor.

Primeiramente, é possível notar que a palavra-chave mais utilizada é “GIS”. Entretanto, uma vez que a busca inicial no *Web of Science* tenha considerado artigos que contivessem “GIS” em suas palavras-chave, este resultado pode ser plenamente justificado sem grandes explicações. Em seguida a “GIS”, as palavras-chave que mais se repetem são “*spatial*” (espacial) “*data*” (dado) “*model*” (modelo) “*information*” (informação) “*analysis*” (análise) “*geographic*” (geográfico) “*models*” (modelos) e “*systems*” (sistemas). Apesar dos termos “*information*”, “*geographic*” e “*systems*” serem intrinsecamente ligados a “*geographic information systems*”, ou a sistemas de informações geográficas, termos como “dado”, “modelo(s)”, “análise”, também estão diretamente relacionados à manipulação de dados num ambiente SIG.

É interessante notar a grande quantidade de termos relacionados à ciência geográfica, tais como: “*landscape*” (paisagem), “*urban*” (urbano), “*land*” (terra), “*land-use*” (uso da terra), “*geographical*” (geográfico), “*vegetation*” (vegetação), “*network*” (rede), “*forest*” (floresta), “*geography*” (geografia), “*environment*” (meio ambiente), “*espaço*” (space), “*áreas*” (áreas), “*population*” (população), “*terrain*” (terreno), “*conservation*” (conservação), “*geospatial*” (geoespacial), “*land-cover*” (cobertura da terra), “*region*” (região), “*city*” (cidade), ou “*soil*” (solo). A significativa presença destes termos relacionados à geografia – incluindo categorias de análise como “espaço”, “paisagem”, ou “área” – pode ser uma evidência da importância dos SIGs para esta ciência.

Já termos como “*modeling*” (modelagem), “*patterns*” (padrões), “*accuracy*” (precisão), “*algorithm*” (algoritmo), “*interpolation*” (interpolação), e “*fuzzy*” (fuzzy), revelam a interface do SIG com as ciências exatas, sobretudo a matemática. Por sua vez, palavras como “*mapping*” (mapeamento), “*imagery*” (imageamento), “*classification*” (classificação), “*satellite*” (satélite) dizem respeito à relação entre sensoriamento remoto e informações geográficas.

Ainda em relação aos temas correlatos em SIG, é possível observar, de forma especializada, os termos mais frequentes em títulos, resumos, e palavras-chave em artigos sobre SIG entre 2006 e 2015, através da produção de um Mapa Bibliométrico (Mapa 04) contendo os 2.024 artigos da última década. Para tal, foi utilizada a metodologia de Densidade Kernel, proposta por Parzen (1962) Trata-se de uma interpolação matemática de dados nas quais são designadas áreas quentes ou frias (PARZEN, 1962), isto é, localidades que, neste caso, representam respectivamente as manchas com maior e menor produção científica.

Ressalta-se que para a elaboração deste mapa de Densidade Kernel, foram desconsiderados termos demasiado genéricos que pudessem ofuscar a real relação entre os temas correlatos à SIG. Supõe-se que palavras como “*study*” (estudo), “*paper*” (artigo), ou “*article*” (artigo), sejam recorrentes em resumos de publicações científicas de todas as áreas do conhecimento, pois fazem parte da própria língua inglesa, sem especificar relações com SIG. Deste modo, os termos excluídos para a representação no mapa foram: “*approach*” (abordagem); “*paper*” (papel); “*study*” (estude); “*right*” (certo); “*elsevier ltd*” (Elsevier ltd); “*article*” (artigo); “*research*” (pesquisa); “*pattern*” (padrão); “*type*” (digital); “*relationship*” (relação); “*issue*” (questão); “*context*” (contexto); “*case*” (caso); “*need*” (necessidade); “*knowledge*” (conhecimento); “*challenge*” (desafio); “*objective*” (objetivo); “*aspect*” (aspecto); “*scenario*” (cenário); “*importance*” (importância); “*purpose*” (propósito); “*effort*” (esforço); “*uncertainly*” (incerteza); “*goal*” (objetivo); “*mean*” (significar); “*rule*” (regra); “*implication*” (implicação); “*direction*” (direção); “*observation*” (observação); “*limitation*” (limitação); “*interpretation*” (interpretação); “*dimension*” (dimensão); “*identification*” (identificação); “*attention*” (atenção); “*researcher*” (pesquisador); “*amount*” (quantidade); “*increase*” (aumentar); “*demand*” (exigem); “*availability*” (disponibilidade); “*question*” (questão); “*consideration*” (consideração); “*definition*”

(definição); "*correlation*" (correlação); "*ocurrence*" (ocorrência); "*aim*" (alvo); "*gap*" (lacuna); "*respect*" (respeito); "*kind*" (tipo); "*assumption*" (suposição); "*elsevier inc*" (Elsevier inc); "*magnitude*" (magnitude); "*search*" (pesquisa); "*attempt*" (tentativa); "*difficulty*" (dificuldade); "*fact*" (fato); "*author*" (autor); e "*previous study*" (estudo prévio). As palavras "Elsevier Inc" e "Elsevier Ltd" referem-se à Editora Elsevier, cujos resumos publicados, contêm o nome da instituição.

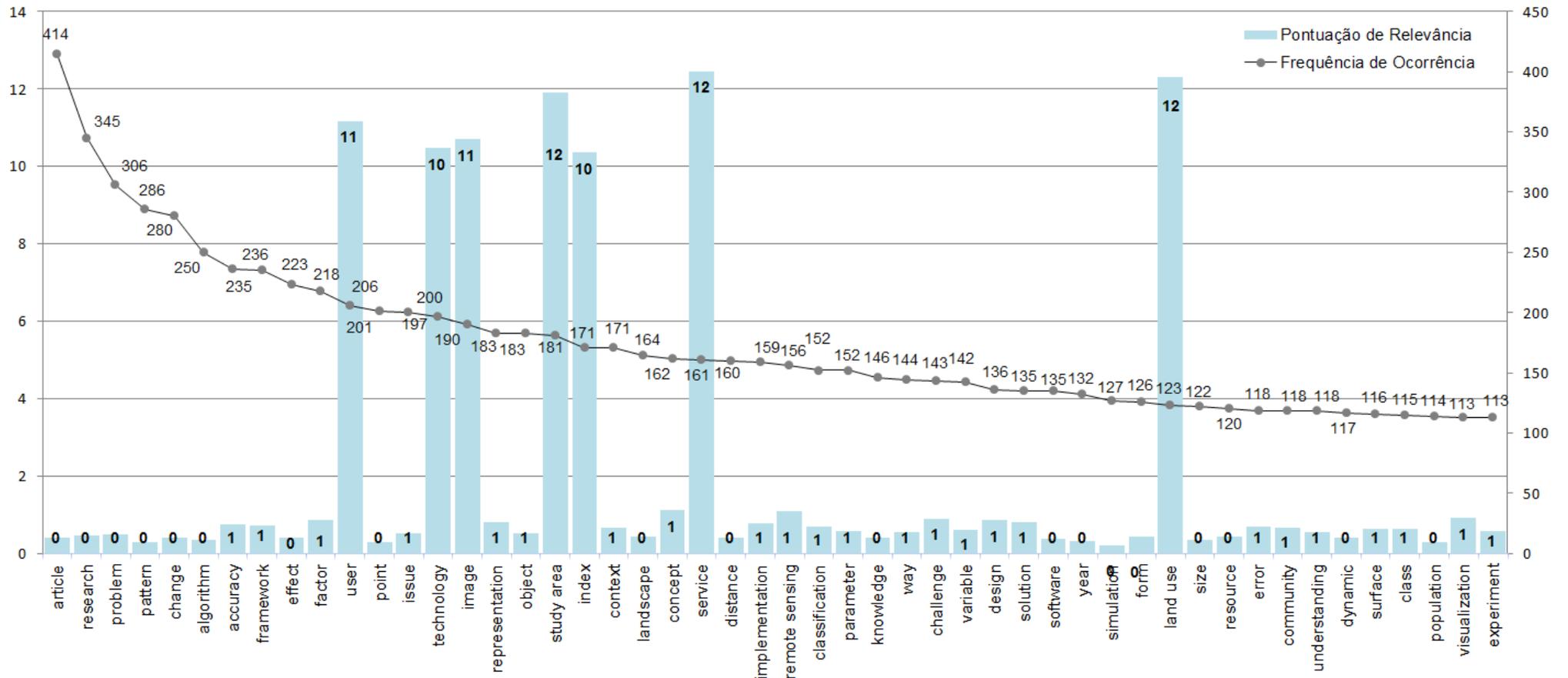


Ao centro do mapa, em cores quentes, é possível visualizar, além do próprio "GIS", termos predominantes como "*data*" (dados), "*analysis*" (análise), "*technique*" (técnica), "*result*" (resultado), "*area*" (área), "*system*" (sistema), "*application*" (aplicação), ou "*method*" (método). Enquanto isso, nas áreas "frias", localizadas nas extremidades do mapa, evidencia-se termos pouco usuais ou demasiado específicos.

Na legenda, foram inseridos os termos mais frequentes em publicações sobre SIG. Nesta, aparecem duas variáveis: a *ocorrência* e a *pontuação de relevância*. A primeira corresponde ao número de vezes que o termo aparece em títulos, resumos, e palavras-chave. Já a segunda, é calculada pelo próprio software *VOS Viewer*, tem como objetivo distinguir termos generalistas da língua inglesa – que ocorrem na maior parte das publicações – dos termos específicos das áreas estudadas. Deste modo, quanto maior a pontuação de relevância, mais significativo é um termo para a pesquisa em questão (ECK, WALTMAN; 2014). Além disso, o próprio *VOSViewer* faz uma "mineração de texto" (*Idem*, 2014) para impedir que termos gramaticais (*part-of-speech tagging*) sejam incluídos da análise do software. Assim, classes como verbos, substantivos, ou adjetivos não são processadas, gerando melhores resultados. (*Idem*, 2014)

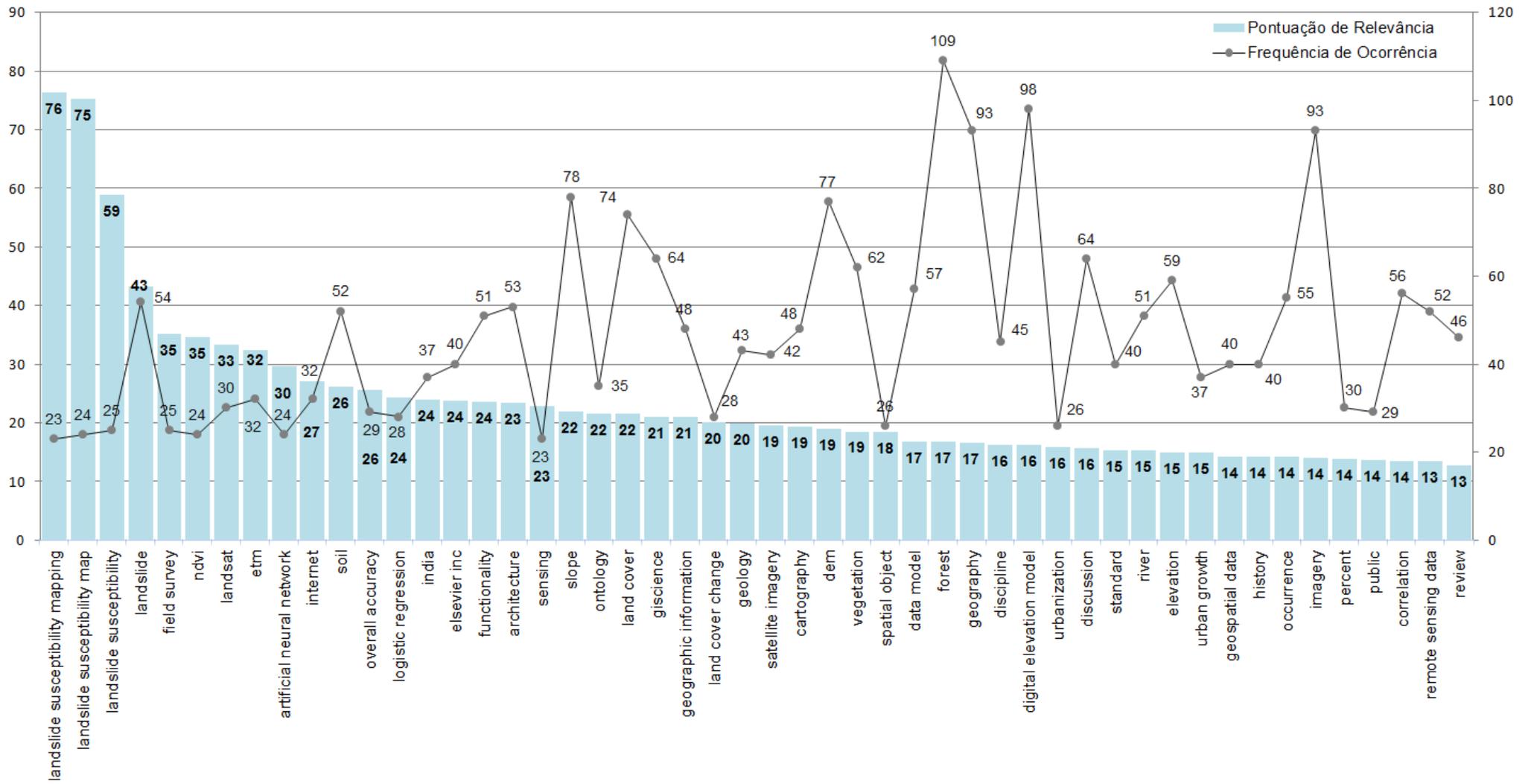
Neste contexto, o Gráfico 09 e o Gráfico 10 mostram, respectivamente, os termos mais frequentes (ocorrência) e os mais relevantes (segundo a pontuação de relevância). Lembrando que, ao contrário do mapa bibliométrico anterior, todos os termos foram considerados. Em ambos os casos, as duas variáveis são comparadas para o mesmo termo. Conforme estes:

Gráfico 09 – 50 termos com maior frequência de ocorrência



Fonte: Web of Science, 2016. Elaborado pelo autor.

Gráfico 10 – 50 termos com maior pontuação de relevância



Fonte: Web of Science, 2016. Elaborado pelo autor.

De acordo com os gráficos, há uma grande variação entre os valores de ocorrência e de pontuação de relevância dos termos. Termos muito frequentes normalmente possuem caráter genérico como "article" (artigo), "research" (pesquisa), "problem" (problema), "pattern" (padrão), "algorithm" (algoritmo), "accuracy" (precisão), ou "framework" (estrutura)<sup>18</sup>. Desta forma, somente a ocorrência é insuficiente para caracterizar o cenário das publicações em SIG, sendo necessário também, recorrer à pontuação de relevância.

Ao contrário da variável anterior, a maior parte dos termos de alta relevância é caracterizado por alta interface às informações geográficas, tais como, por exemplo: "landslide susceptibility mapping" (mapeamento de susceptibilidade de deslizamentos), "soil" (solo), e "landslide" (desmoronamento), consistindo na utilização de SIG para a geomorfologia; "field survey" (pesquisa de campo) para eventual validação de dados mapeados ou para eventual mapeamento de dados verificados em campo; "NDVI", técnica esta, de mapeamento de vegetação; "landsat" (LANDSAT), e "etm" (ETM); sendo, respectivamente, o nome da série de satélites de origem norte-americana e de um de seus sensores; "artificial neural network" (rede neural artificial) e "internet" (Internet), se referindo a modelos computacionais; etc. Além disso, pode-se dizer que a alta relevância de termos como "geography" (geografia), "cartography" (cartografia), ou "geology" (geologia) indicam as áreas de pesquisa mais pesquisadas sobre/em SIG.

## 6.5. Principais Países Produtores

Os 2.024 documentos coletados no *Web of Science Core Collection* são originários de vários países e regiões do mundo. Por isto, para uma correta compreensão do panorama acadêmico em SIG, além dos principais autores e dos principais temas relacionados, foi necessário entender a sua distribuição ao redor do mundo, conhecendo os locais com as maiores e menores concentrações de produção científica; questões estas, abordadas a seguir. Para tal, foram elaborados quadros, tabelas, gráficos e mapas. Estes últimos, utilizando o ferramental técnico dos próprios sistemas de informações geográficas, mais especificamente, oriundos do software ArcGIS. Seguem a seguir, portanto, Tabela 08 e Mapa 05 com os principais países em produção científica sobre SIG entre 2006 e 2015:

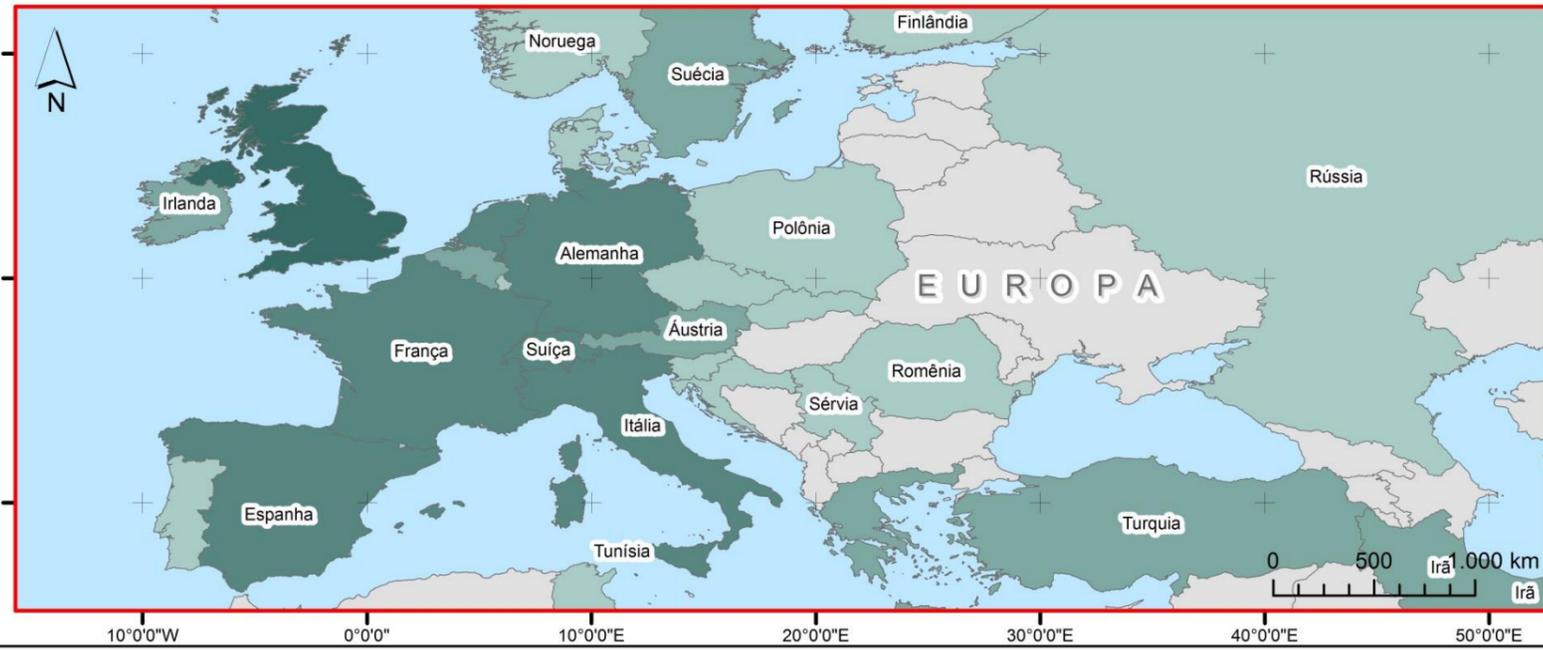
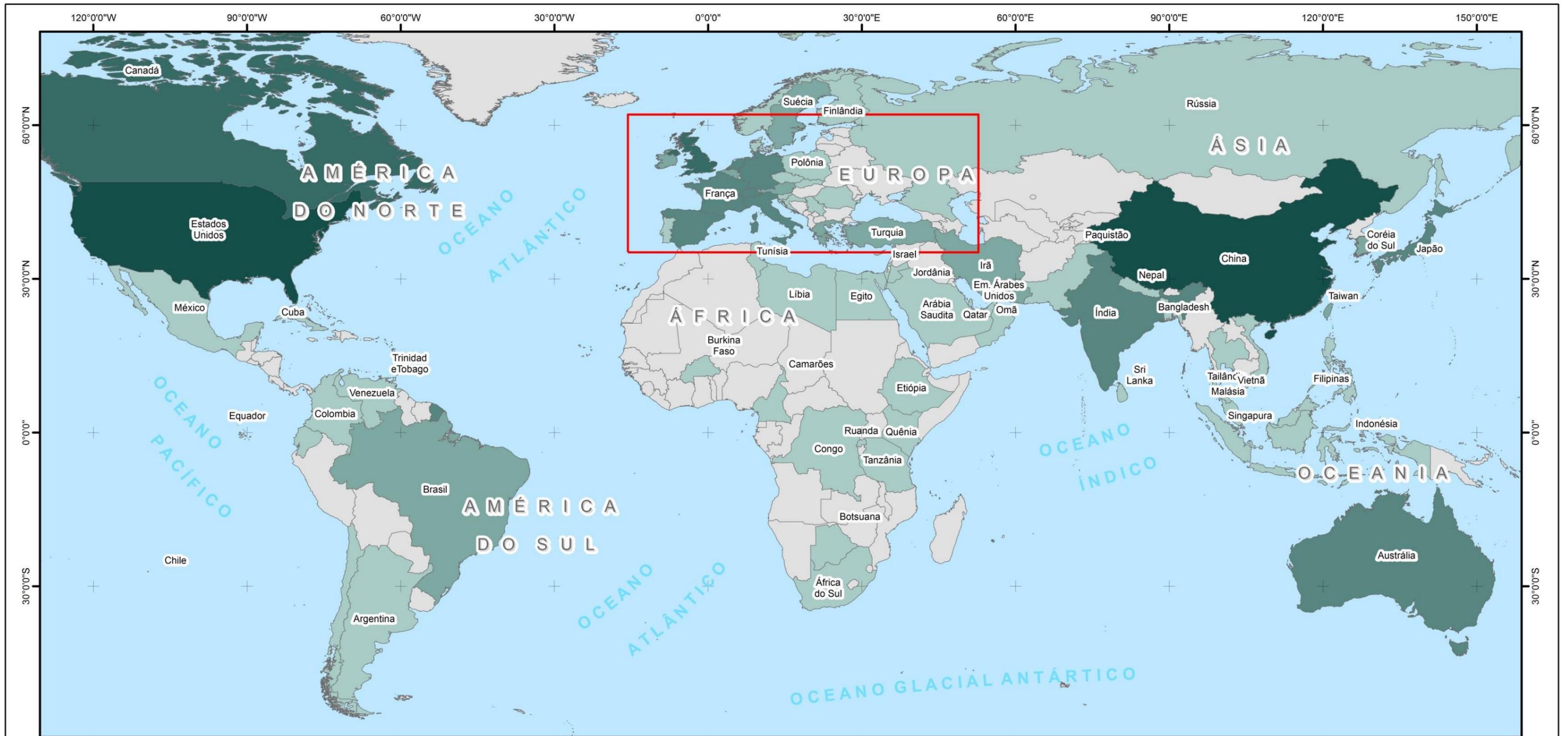
---

<sup>18</sup> Muitos destes termos, exatamente por serem generalistas demais, foram excluídos manualmente do mapa bibliométrico.

Tabela 08 – Principais países produtores entre 2006 e 2015

Unidade Geográfica		Public.	Unidade Geográfica		Public.
Continente	País		Continente	País	
América do Norte	Estados Unidos	797	Ásia	Rússia	4
	Canadá	144		Emirados Árabes Unidos	4
	México	7		Jordânia	3
	<b>Total da América do Norte</b>	<b>948</b>		Sri Lanka	3
Europa	Reino Unido	225		Arábia Saudita	2
	Alemanha	89		Tailândia	2
	Países Baixos	85		Vietnã	2
	Itália	78		Omã	2
	Espanha	73		Bangladesh	1
	França	47		Paquistão	1
	Suíça	41		Qatar	1
	Áustria	37		Nepal	1
	Bélgica	29		Filipinas	1
	Grécia	26		<b>Total da Ásia</b>	<b>580</b>
	Irlanda	21	Oceania	Austrália	76
	Suécia	21		Nova Zelândia	21
	Finlândia	20		Nova Caledônia	1
	Portugal	19	<b>Total da Oceania</b>	<b>98</b>	
	Polônia	14	América do Sul	Brasil	24
	Noruega	12		Argentina	7
	Dinamarca	8		Chile	5
	Eslovênia	7		Colômbia	2
	República Checa	6		Equador	2
	República Checa	6		Venezuela	2
	Chipre	3	<b>Total da América do Sul</b>	<b>42</b>	
	Luxemburgo	2	África	Egito	8
	Croácia	2		África do Sul	8
	Romênia	2		Tunísia	3
	Andorra	1		Nigéria	2
	Eslováquia	1		Quênia	2
	Sérvia	1		Botsuana	1
<b>Total da Europa</b>	<b>871</b>	Etiópia		1	
Ásia	China	294		Líbia	1
	Índia	46		Ruanda	1
	Japão	42		Tanzânia	1
	Coréia do Sul	40		Burkina Faso	1
	Turquia	30	Camarões	1	
	Irã	26	República Democrática do Congo	1	
	Taiwan	23	<b>Total da África</b>	<b>31</b>	
	Israel	20	América Central	Cuba	2
	Malásia	18		Trinidad e Tobago	1
	Singapura	10	<b>Total da América Central</b>	<b>3</b>	
	Indonésia	4	<b>TOTAL</b>	<b>2573</b>	

Fonte: Web of Science, 2016. Elaborado pelo autor.



**Publicações por País**  
**Porcentagem**

- Zero
- Menor ou igual a 1%
- >1% até 2%
- >2% até 7%
- >7% até 10%
- Acima de 10%

ESCALA GRÁFICA - QUILOMETROS

0 500 1.000 2.000 3.000 km

**Informações Técnicas:**

Sistema de Coordenadas Geográficas WGS 84

Fonte: Web of Science, 2016.  
 Elaboração: Alexandre Vastella Ferreira de Melo, 2016

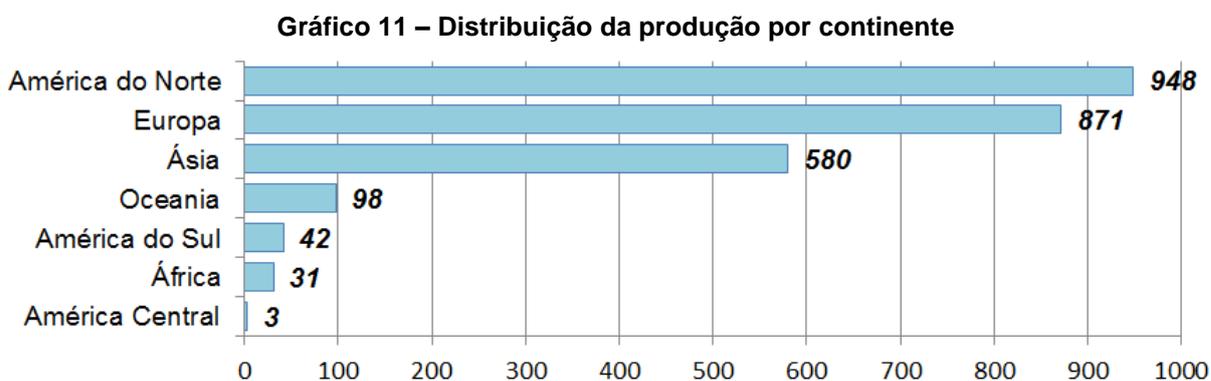
Nota: A localização se refere a instituição de publicação, não a nacionalidade dos autores.

Produção científica internacional em SIG entre 2006 e 2015

**MAPA 05 - PUBLICAÇÕES EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA POR PAÍS ENTRE 2006 E 2015**

Escala:	Folha:	Data:
1:85.000.000	Única	Junho/2016

De acordo com o mapa, um dos fatores que mais chamam atenção é a desigualdade regional de produção de conhecimento: enquanto alguns países e continentes centralizam a pesquisa de forma significativa, outros sequer aparecem. O Gráfico 11 ilustra melhor esta concentração geográfica:



*Fonte: Web of Science, 2016. Elaborado pelo autor.*

É visivelmente evidente que os grandes centros de pesquisa em SIG se concentram no hemisfério norte, sendo os Estados Unidos da América um país de referência mundial com 797 publicações, ao lado do vizinho Canadá, com 144; que juntamente com o México totalizam 948 artigos, quase metade dos 2.024 coletados no *Web of Science Core Collection*.

Com 871 publicações, o continente europeu também se destaca no cenário internacional, com destaque para o Reino Unido (225 trabalhos publicados), incluindo nesta delimitação, Inglaterra, País de Gales, Escócia e Irlanda do Norte. Independentemente deste Reino, a Europa é um centro de pesquisa de destaque: países como Alemanha (89), Países Baixos (85), Itália (78), Espanha (73), França (47), Suíça (41), Áustria (37), Bélgica (29), Grécia (26), Irlanda (21), Suécia (21), Finlândia (20) apresentaram mais de 20 trabalhos entre 2006 e 2015, podendo assim, serem caracterizados como relevantes no âmbito científico internacional. Apesar de países como Polônia, Eslováquia, Eslovênia, Sérvia e Romênia terem sido produtivos no período, cientistas da Europa Oriental publicaram bem menos artigos.

Encabeçada pela China (294), a porção oriental da Ásia é um significativo de produção científica mundial, também havendo destaque para países como Índia

(46), Japão (42) e Coréia do Sul (40). E embora não seja tão expressiva, também há uma concentração de publicações no Oriente Médio, em países como Irã, Turquia e na Península Arábica. A Oceania, por sua vez, é liderada pela Austrália com 76 publicações.

Na América do Sul, a vanguarda da produção acadêmica em SIG é liderada pelo Brasil: das 42 publicações no continente, metade (24) foi escrita em território brasileiro – ainda que com parceria de instituições estrangeiras. Ainda no hemisfério sul, com exceção de países como Egito e África do Sul que publicaram oito artigos cada um entre 2006 e 2015, a África corresponde ao continente com menor produção científica em informação geográfica.

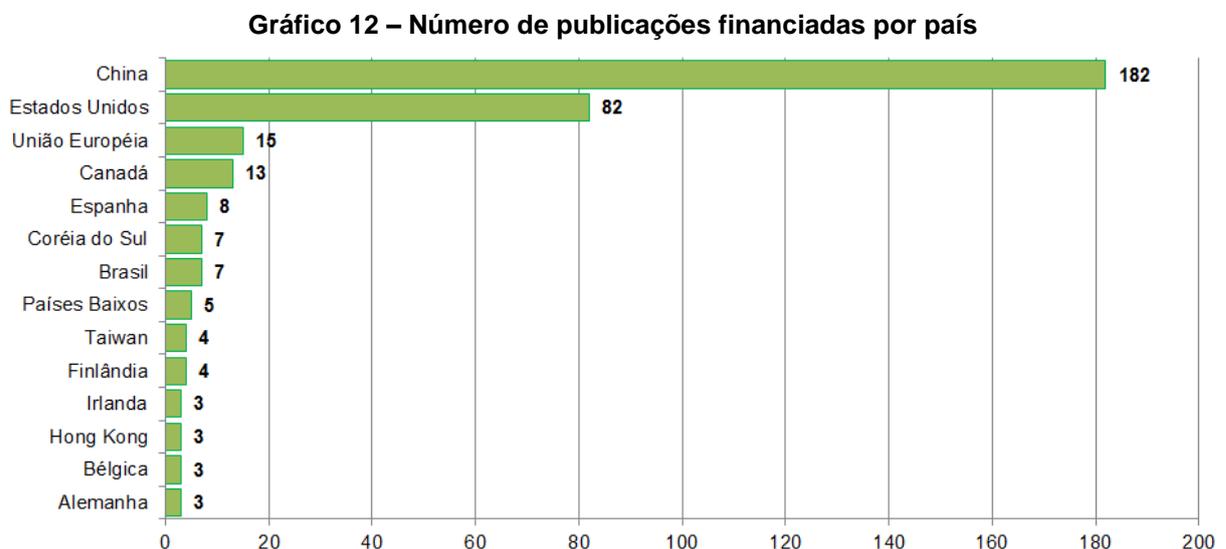
O Gráfico 12 e a Tabela 09 evidenciam os países que mais financiaram pesquisa com SIG nos últimos dez anos. Foram consideradas apenas as agências financiadoras com três ou mais artigos no escopo, somando 339 publicações – uma pequena fração, portanto, do total de 2.024. Além disso, os números expressos nesta tabela correspondem à quantidade de trabalhos financiados, não possuindo relação com a quantia em dinheiro empregada nestas pesquisas. Conforme estes:

Tabela 09 - Agências financiadoras com três ou mais artigos entre 2006 e 2015

Nº	Agência Financiadora	País de Origem	Publicações
1	National Natural Science Foundation of China	China	110
2	National Science Foundation	Estados Unidos	58
3	Fundamental Research Funds for the Central Universities	China	15
4	Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada (NSERC)	Canadá	13
5	National Basic Research Program of China	China	9
6	European Union Science Founding	União Européia	8
7	National Basic Research Program of China 973 Program	China	7
8	National Outstanding Youth Foundation of China	China	7
9	Chinese Academy of Sciences	China	6
10	Ministry of Science and Technology of China State Key Laboratory of Resources and Environmental Information Systems	China	6
11	Cas of China	China	6
12	National Aeronautics and Space Administration (NASA)	Estados Unidos	6
13	Spanish Ministry of Education and Science	Espanha	5
14	Ministry of Economic Affairs	Países Baixos	5
15	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) Laboratory for Information Engineering in Surveying, Mapping and Remote	Brasil	4
16	Sensing (LIESMARS)	China	4
17	Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources (KIGAM)	Coreia do Sul	4

18	Academy of Finland	Finlândia	4
19	National Science Council of Taiwan	Taiwan	4
20	European Commission	União Européia	4
21	German Federal Ministry of Education and Research	Alemanha	3
22	Research Foundation Flanders (FWO)	Bélgica	3
23	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) Foundation for the Author of National Excellent Doctoral Dissertation of	Brasil	3
24	China	China	3
25	High Tech Research and Development Program of China	China	3
26	National High Technology Development 863 Program of China	China	3
27	National High Technology Research and Development Program of China Priority Academic Program Development of Jiangsu Higher Education	China	3
28	Institutions	Coréia do Sul	3
29	Spanish Ministerio de Ciencia e Innovacion	Espanha	3
30	Environmental Systems Research Institute (ESRI)	Estados Unidos	3
31	Federal Research Division	Estados Unidos	3
32	Gordon and Betty Moore Foundation	Estados Unidos	3
33	Microsoft Research	Estados Unidos	3
34	National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)	Estados Unidos	3
35	National Science Foundation Information Technology Research Program	Estados Unidos	3
36	Hong Kong Research Grants Council (RGC)	Hong Kong	3
37	Science Foundation Ireland	Irlanda	3
38	Esa Science & Technology	União Européia	3

Fonte: Web of Science, 2016. Elaborado pelo autor



Fonte: Web of Science, 2016. Elaborado pelo autor.

Através dos dados visualizados na tabela e no gráfico, é possível notar que a China é o principal país financiador do mundo, com 182 trabalhos sobre SIG publicados. Somente a Fundação Nacional de Ciências Naturais da China (*National Natural Science Foundation of China*) possui 110 pesquisas financiadas, mais do

que a totalidade de qualquer outro país no período. Instituições como Fundação Nacional de Jovens Excepcionais da China (*National Outstanding Youth Foundation of China* – 7 publicações), Academia Chinesa de Ciências (*Chinese Academy of Sciences* – 6 publicações), Ministério de Ciência e Tecnologia da China (Ministry of Science and Technology of China – 6 publicações), Laboratório Estadual de Recursos e Sistemas de Informação Ambientais da China (*State Key Laboratory of Resources and Environmental Information Systems of China* - 6 publicações) também colaboram para tornar a China o maior financiador global.

Do outro lado do hemisfério norte, os Estados Unidos ocupam a segunda posição – ainda que bem distante da China – de trabalhos financiados entre 2006 e 2015. São 82 artigos, distribuídos entre as mais diversas instituições como Fundação Científica Nacional (*National Science Foundation* – 58 publicações), NASA (*National Aeronautics and Space Administration* – 6 publicações), ou NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration* – 3 publicações), contando ainda com empresas privadas como Gordon and Betty Moore Foundation (3 publicações) ou Microsoft (3 publicações). Interessante ressaltar que apesar dos Estados Unidos ocuparem o primeiro lugar dos países com maior produção em SIG, este não é o líder em financiamentos, ficando numa distante segunda posição.

Dentre as principais agências financiadoras internacionais em informações geográficas estão duas brasileiras: o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), respectivamente contando com quatro e três publicações financiadas.

## **6.6. Principais Universidades**

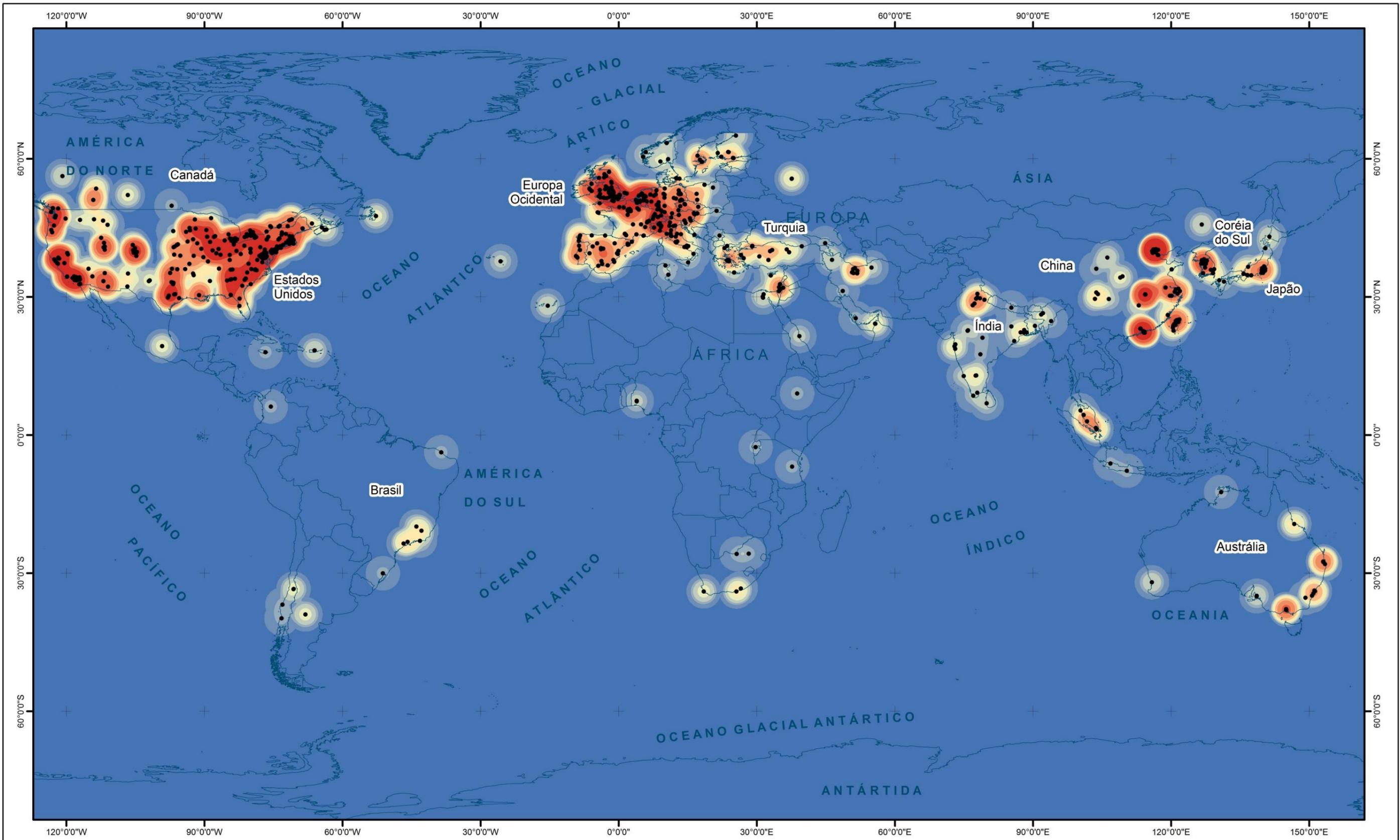
Este item apresenta os principais centros de pesquisa em SIG – em sua maioria, universidades – em âmbito mundial entre 2006 e 2015. Utilizando técnicas dos próprios sistemas de informações geográficas, além de quadros e tabelas, foram elaborados mapas em escala mundial utilizando o software ArcGIS,

Primeiramente, foi necessário georreferenciar e mapear manualmente as 783 instituições de pesquisa listadas nos dados do *Web of Science Core Collection*. Para tal, foi utilizado o software Google Earth, que operando sob um banco de dados geocodificado, forneceu a localização de grande parte dos centros de pesquisa coletados. As instituições ausentes no Google – ou impossíveis de serem localizadas neste software, foram obtidas através dos seus próprios endereços eletrônicos na internet. No total, 742 instituições de pesquisa foram mapeadas, 95% do total de 783.

Uma vez construída a base de instituições, foram elaborados os mapas. Primeiramente utilizando a metodologia de Densidade Kernel (PARZEN, 1962), o Mapa 06 apresenta as “áreas quentes” e “áreas frias” da produção científica mundial em SIG: assim como cores próximas do vermelho indicam áreas globais com alta expertise científica, cores próximas do azul correspondem a áreas globais com baixa ou nula presença neste cenário acadêmico. A extensão e a intensidade da(s) mancha(s) considerou a localização das 742 instituições de pesquisa e o volume de publicações referentes a cada uma.

Além do Mapa de Densidade Kernel, também foram elaborados mapas individualizados para cada região global, considerando os maiores pólos de pesquisa em SIG: Um para a América do Norte; um para a Europa Ocidental; um para a Ásia; e outro para o Hemisfério Sul, este último relevando informações sobre a América do Sul, sobre a África, e sobre a Oceania. Este conjunto de mapas teve como objetivo mostrar a localização específica da produção dos 2.024 artigos coletados anteriormente no *Web of Science Core Collection*.

Segue, portanto, o mapa de Densidade Kernel (Mapa 06) para os principais centros de pesquisa em SIG entre 2006 e 2015:



**Referências Locacionais**

□ Limites Internacionais

**Instituições de Pesquisa em SIG**

• Localização

**Produtividade das Instituições de Pesquisa em SIG**

*De acordo com a Metodologia Kernel*

Áreas Quentes

Áreas Frias

0 500 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000 km

ESCALA GRÁFICA - QUILOMETROS

**Informações Técnicas:**

Sistema de Coordenadas Geográficas WGS 84

Fonte: Web of Science, 2016.  
Elaboração: Alexandre Vastella Ferreira de Melo, 2016.

Produção científica internacional em SIG entre 2006 e 2015

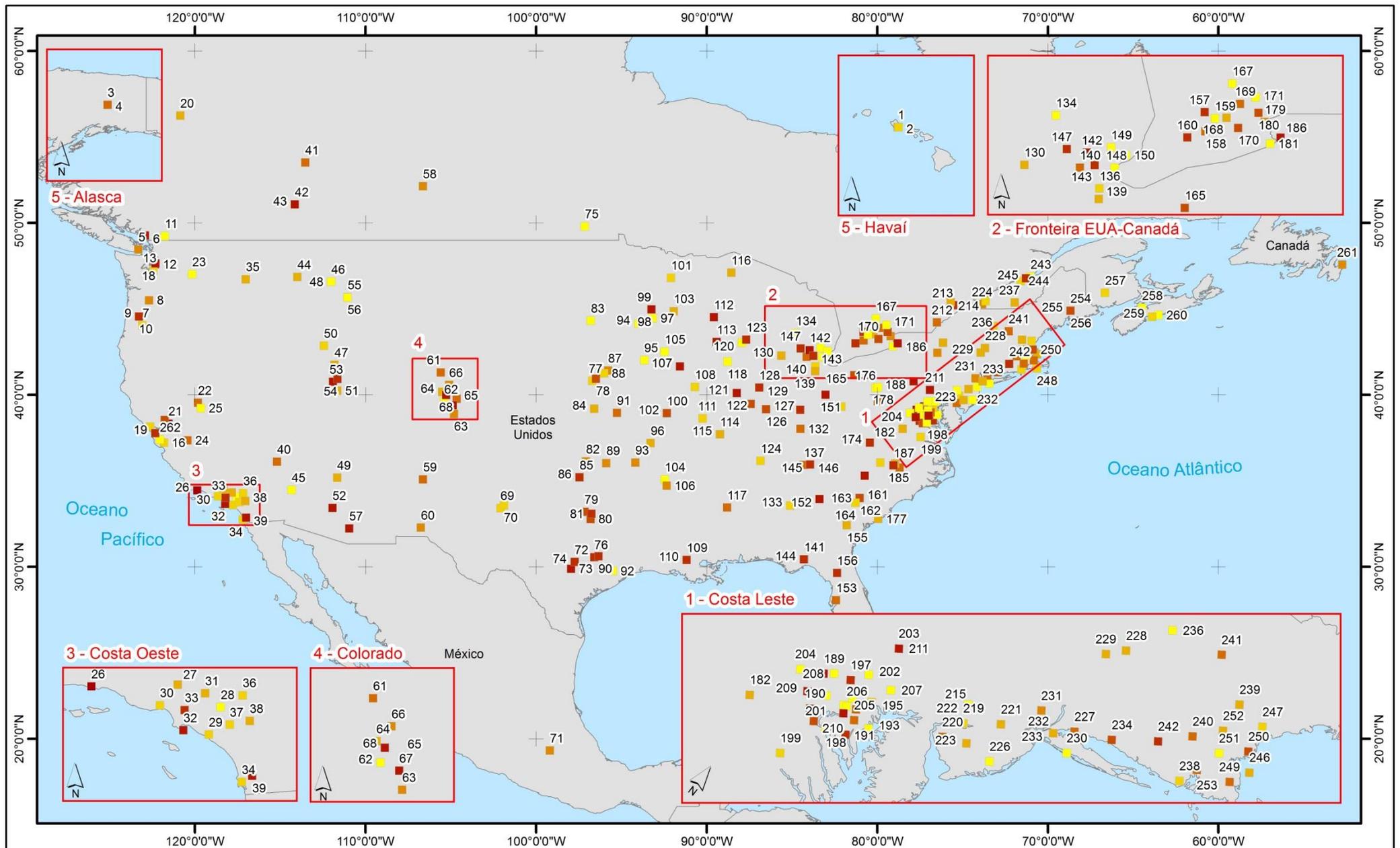
**MAPA 06 - CENTROS DE PESQUISA COM MAIOR PRODUTIVIDADE EM SIG NO MUNDO - DENSIDADE KERNEL**

Escala:	Folha:	Data:
1:85.000.000	Única	Junho/2016

Pela densidade kernel é possível observar que há uma visível predominância nos Estados Unidos e na Europa – e, em menor quantidade, na China e seus arredores. Com exceção de alguns estados do interior central como Nevada, Montana, Wyoming, Dakotas do Sul e do Norte, praticamente todo o território estadunidense é coberto por universidades e centros que estão pensando em SIG. Tal concentração fica ainda mais nítida nos litorais: na Costa Oeste, nos estados da Califórnia e de Washington, e na Costa Leste, em estados como Nova York, Maryland, Nova Jersey, Virgínia, e Carolinas do Norte e do Sul. Já na Europa, observa-se que a distribuição dos polos de pesquisa é aparentemente homogênea por toda parte ocidental do continente – sobretudo nos países da União Européia, porém, mesmo assim é possível observar uma concentração na Inglaterra, na França, na Holanda/Bélgica e na Alemanha.

Na Ásia, as “áreas quentes” ocorrem de forma pontual. Na China, além da capital Pequim, destacam-se as cidades de Shangai e Wuhan – a primeira no litoral, e a última no interior. Hong Kong, Taiwan, Coréia do Sul e Japão também são grandes centros produtores de informações geográficas, sendo representados por círculos vermelhos no mapa. Além destes supracitados centros de pesquisa em SIG, há importantes polos em áreas pontuais ao redor do globo. Na Ásia, além dos já citados, há importantes universidades em Jerusalém, Israel; em Teerã, Ira; e em Istambul, Turquia; além do norte do território indiano. Na (ou próximo a) Oceania, destacam-se além da Malásia, o estado australiano de Queensland e a cidade de Sydney. Na América do Sul, ressaltam-se os estados brasileiros de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais – região sudeste do país; além das porções centrais do Chile da Argentina. Na África, o destaque fica por conta das universidades sul-africanas como as presentes na Cidade do Cabo.

Os mapas a seguir (mapas de 07 a 10) detalham o nome, a localização e a quantidade de publicações sobre SIG das 742 instituições de pesquisa descritas entre 2006 e 2015.



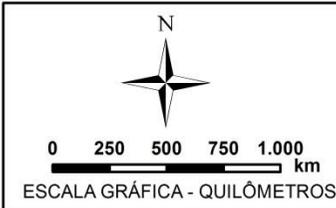
**Publicações em SIG por Universidade (2006-2015)**

- Uma
- Duas
- Três

- Quatro
- De 5 a 6
- De 7 a 8
- De 9 a 15
- De 16 a 45
- De 45 a 79

**Referências Locacionais**

- Territórios dos países



**Informações Técnicas:**  
 Sistema de Coordenadas Geográficas WGS 84  
 Fonte: Web of Science, 2016.  
 Elaboração: Alexandre Vastella Ferreira de Melo, 2016  
 Escalas: Quadros 1 e 3: 1:10.000; Quadros 2 e 4: 1:15.000; Quadro 5: 1:30.000; Quadro 6: 1:100.000

Produção científica internacional em SIG entre 2006 e 2015

**MAPA 07 - PRINCIPAIS CENTROS DE PESQUISA EM SIG: AMÉRICA DO NORTE**

Escala: 1:33.000.000 | Folha: 1/3 | jun/2016

**Centros de Pesquisa em SIG**

001 - Sistema Universitário do Havaí  
 002 - Universidade do Havaí Manoa  
 003 - Universidade de Alaska System  
 004 - Universidade de Alaska Fairbanks  
 005 - Universidade de Victoria  
 006 - Universidade de Simon Fraser  
 007 - Universidade de Oregon  
 008 - Universidade Estadual de Portland  
 009 - Sistema Universitário de Oregon  
 010 - Universidade Estadual de Oregon  
 011 - Centro de Pesquisa de Agroalimentos do Pacífico  
 012 - Universidade de Washington Seattle  
 013 - Universidade de Washington Tacoma  
 014 - Universidade da Califórnia Davis  
 015 - Universidade Estadual de São Francisco  
 016 - Universidade de Stanford  
 018 - Universidade de Washington  
 019 - Universidade de California Berkeley  
 020 - Ministério de Minas e Energia de British Columbia  
 021 - Sistema Universitário da Califórnia  
 022 - Universidade de Nevada Reno  
 023 - Departamento Estadual de Transporte de Washington  
 024 - Universidade da Califórnia Merced  
 025 - Departamento de Transportes Estaduais de Nevada  
 026 - Universidade da Califórnia Santa Bárbara  
 027 - Universidade Estadual de Los Angeles Califórnia  
 028 - Towill Inc  
 029 - Universidade da Califórnia Irvine  
 030 - Universidade da Califórnia Los Angeles  
 031 - Laboratório de Propulsão a Jato  
 032 - Sistema Universitário Estadual da Califórnia  
 033 - Universidade do Sul da Califórnia  
 034 - Universidade da Califórnia San Diego  
 035 - Universidade de Idaho  
 036 - Universidade de Redlands  
 037 - Universidade da Califórnia Riverside  
 038 - Instituto de Pesquisas Ambientais  
 039 - Universidade Estadual de San Diego  
 040 - Sistema de Educação Superior do Nevada  
 041 - Universidade de Alberta  
 042 - Serviço Geológico do Canadá  
 043 - Universidade de Calgary  
 044 - Universidade de Montana  
 045 - Arquitetos de Selberg  
 046 - Sistema Universitário de Montana  
 047 - Universidade Estadual de Utah  
 048 - Sistema Universitário Estadual de Montana  
 049 - Universidade do Norte do Arizona  
 050 - Universidade Estadual de Idaho  
 051 - Universidade de Young Brigham  
 052 - Universidade Estadual do Arizona  
 053 - Sistema de Educação Superior de Utah  
 054 - Universidade de Utah  
 055 - Universidade Estadual de Montana Bozeman

056 - Universidade Estadual de Montana  
 057 - Universidade do Arizona  
 058 - Universidade de Saskatchewan  
 059 - Universidade do Novo México  
 060 - Universidade Estadual do Novo México  
 061 - Universidade de Wyoming  
 062 - Grupo Dhi  
 063 - Universidade de Colorado em Colorado Springs  
 064 - Universidade de Colorado Denver  
 065 - Universidade de Denver  
 066 - Universidade Estadual do Colorado  
 067 - Sistema Universitário de Colorado  
 068 - Universidade de Colorado Boulder  
 069 - Sistema Universitário Tecnológico do Texas  
 070 - Universidade Tecnológica do Texas  
 071 - Universidade Nacional Autônoma de Mexico  
 072 - Sistema Universitário Estadual do Texas  
 073 - Universidade Estadual do Texas São Marcos  
 074 - Universidade do Texas Austin  
 075 - Universidade de Manitoba  
 076 - Sistema Universitário de Texas A&M  
 077 - Universidade de Nebraska Lincoln  
 078 - Sistema Universitário da Nebraska  
 079 - Universidade do Norte do Texas  
 080 - Sistema Universitário do Norte do Texas  
 081 - Universidade de Texas Dallas  
 082 - Universidade Estadual de Oklahoma Stillwater  
 083 - Universidade Estadual da Dakota do Sul  
 084 - Universidade Estadual do Kansas  
 085 - Sistema Universitário de Oklahoma  
 086 - Universidade de Oklahoma Norman  
 087 - Centro Médico da Universidade de Nebraska  
 088 - Universidade de Nebraska Omaha  
 089 - Sistema Universitário de Oklahoma  
 090 - Universidade A&M do Texas  
 091 - Universidade do Kansas  
 092 - Ned Levine Associates  
 093 - Universidade de Arkansas Fayetteville  
 094 - Universidade Estadual do Minnesota  
 095 - Universidade Estadual do Iowa  
 096 - Universidade Estadual do Missouri  
 097 - Faculdade Carleton  
 098 - Universidade de Minnesota Twin Cities  
 099 - Sistema Universitário de Minnesota  
 100 - Universidade de Missouri System  
 101 - Universidade de Minnesota Duluth  
 102 - Universidade de Missouri Columbia  
 103 - Universidade de Wisconsin Stout  
 104 - Universidade do Cent Arkansas  
 105 - Universidade de Iowa  
 106 - Universidade de Arkansas System  
 107 - Universidade de Iowa  
 108 - Universidade do Oeste de Illinois  
 109 - Sistema Universitário Estadual da Louisiana  
 110 - Universidade Estadual da Louisiana

111 - Universidade de Saint Louis  
 112 - Universidade de Wisconsin System  
 113 - Universidade Estadual de Wisconsin  
 114 - Universidade do Sul de Illinois  
 115 - Sistema Universitário do Sul de Illinois  
 116 - Universidade Tecnológica de Michigan  
 117 - Universidade Estadual do Mississippi  
 118 - Universidade do Norte do Illinois  
 119 - Universidade de Wisconsin Madison  
 120 - Universidade de Marquette  
 121 - Universidade de Illinois Urbana Champaign  
 122 - Sistema Universitário de Illinois  
 123 - Universidade de Wisconsin Milwaukee  
 124 - Universidade Estadual do Tennessee  
 125 - Universidade Estadual da Indiana  
 126 - Universidade de Indiana Bloomington  
 127 - Sistema Universitário da Indiana  
 128 - Sistema Universitário de Purdue  
 129 - Universidade de Purdue  
 130 - Universidade do Oeste de Michigan  
 131 - Universidade de Cincinnati  
 132 - Universidade de Kentucky  
 133 - Universidade de West Georgia  
 134 - Universidade Central de Michigan  
 135 - Sistema Universitário da Geórgia  
 136 - Universidade de Toledo  
 137 - Laboratório Nacional de Oak Ridge  
 138 - Universidade Estadual da Geórgia  
 139 - Universidade Estadual de Bowling Green  
 140 - Universidade do Leste de Michigan  
 141 - Sistema Universitário Estadual da Flórida  
 142 - Universidade de Michigan System  
 143 - Universidade de Michigan  
 144 - Universidade Estadual da Flórida  
 145 - Universidade do Tennessee System  
 146 - Universidade do Tennessee Knoxville  
 147 - Universidade Estadual de Michigan  
 148 - Universidade de Windsor  
 149 - Universidade de Detroit Mercy  
 150 - Universidade Tecnológica de Lawrence  
 151 - Universidade Estadual de Ohio  
 152 - Universidade de Georgia  
 153 - Universidade de South Florida  
 154 - Universidade de Ohio  
 155 - Universidade do Sul da Geórgia  
 156 - Universidade de Connecticut

157 - Universidade de Waterloo  
 158 - Universidade de Wilfrid Laurier  
 159 - Lakes Environmental  
 160 - Universidade de Ontario Ocidental  
 161 - Universidade de South Carolina  
 162 - Universidade de South Carolina Columbia  
 163 - Universidade de South Carolina System  
 164 - Div. de Gerenc. de Emerg. Carolina do Sul  
 165 - Universidade Estadual do Kent  
 166 - Universidade da Carolina do Norte Charlotte  
 167 - Secretaria de Recursos Naturais de Ontário  
 168 - Universidade de Guelph  
 169 - Universidade de York Canadá  
 170 - Universidade de McMaster  
 171 - Michael Thomas Grp Inc  
 172 - Univ. da Carolina do Norte Greensboro  
 173 - Universidade de Pittsburgh  
 174 - Inst. Politécnico Univ. Estadual da Virgínia  
 175 - Universidade do Oeste da Virgínia  
 176 - Plews Consulting  
 177 - Faculdade Charleston  
 178 - Departamento de Geologia Planetária  
 179 - Universidade de Toronto  
 180 - Universidade de Ryerson  
 181 - Wendel Company  
 182 - Universidade de Virginia  
 183 - Universidade Estadual da Carolina do Norte  
 184 - Universidade de Duke  
 185 - Universidade da Carolina do Norte  
 186 - Univ. Estadual de Nova York em Buffalo  
 187 - Universidade de North Carolina Chapel Hill  
 188 - Universidade Estadual de Penn State  
 189 - Serviço Geológico dos Estados Unidos  
 190 - Depto. de Agricultura dos Estados Unidos  
 191 - Administração Oceânica e Atmosférica NOAA  
 192 - Adm. Nac. Aeronáutica Espacial NASA  
 193 - Exército dos Estados Unidos  
 194 - Depto. de Energia dos Estados Unidos  
 195 - Universidade de Maryland Baltimore  
 196 - Universidade de Maryland College Park  
 197 - Sistema Universitário de Maryland  
 198 - Serviço de Pesca e Vida Selvagem dos EUA  
 199 - Universidade Comum da Virgínia  
 200 - Lab. de Pesq. Exército dos Estados Unidos  
 201 - Instituto Woodrow Wilson  
 202 - Programa Ambiental das Nações Unidas

**Informações Técnicas:**

Fonte: Web of Science, 2016.  
 Elaboração: Alexandre Vastella  
 Ferreira de Melo, 2016

Produção científica internacional  
 em SIG entre 2006 e 2015

**MAPA 07 - PRINCIPAIS CENTROS  
 DE PESQUISA EM SIG:  
 AMÉRICA DO NORTE**

Escala: Folha: 2/3 jun/2016

203 - Sistema de Educação Estadual da Pensilvânia  
204 - Corporação Internacional de Aplicações Científicas  
205 - Universidade de Georgetown  
206 - Universidade de Howard  
207 - Associação dos Geógrafos Americanos  
208 - Escritório de Energia Oceânica de Bur  
209 - Universidade de George Mason  
210 - Sistema Universitário Estadual de Nova York  
211 - Sistema de Educação Superior da Pensilvânia  
212 - Universidade do Queens Canada  
213 - Recursos Naturais do Canadá  
214 - Universidade Carleton  
215 - Universidade da Pensilvânia West Chester  
216 - Faculdade de Ciências Florestais da Universidade Estadual de Nova York  
217 - Universidade de Syracuse  
218 - Universidade de Cornell  
219 - Universidade de Pennsylvania  
220 - Universidade de Temple  
221 - Universidade de Princeton  
222 - Robson Robson Ltd.  
223 - Universidade Estadual de Rutgers  
224 - Universidade de McGill  
225 - Universidade de Concórdia Canadá  
226 - Departamento de Defesa dos Estados Unidos  
227 - Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos  
228 - Universidade Politécnica de Renssealaer  
229 - Universidade Estadual de Nova York Albânia  
230 - Universidade de Hdestra  
231 - Faculdade Hunter Cuny  
232 - Pesquisa em Defesa, Organização, e Desenvolvimento  
233 - Universidade de Columbia  
234 - Serviço Florestal dos Estados Unidos  
235 - Faculdade Middlebury  
236 - Faculdade Green Mt  
237 - Universidade de Sherbrooke  
238 - Universidade de Rhode Island  
239 - Sistema Universitário de Nova Hampshire  
240 - Universidade Clark  
241 - Faculdade Dartmouth  
242 - Universidade de British Columbia  
243 - Agricultura e Comida Agroalimentar do Canadá  
244 - Universidade de Quebec  
245 - Universidade de Laval  
246 - Sistema de Educação Superior de Massachusetts  
247 - Universidade de Nova Hampshire  
248 - Centro de Pesquisa Woods Hole  
249 - Instituto Tecnológico de Massachusetts MIT  
250 - Universidade de Harvard  
251 - Faculdade Babson  
252 - Universidade de Boston  
253 - Universidade Brown  
254 - Universidade do Maine  
255 - Universidade de Maine Orono  
256 - Sistema Universitário do Maine  
257 - Universidade de Nova Brunswick

258 - Centro de Horticultura e Pesquisa Atlantic Food  
259 - Universidade Dalhousie  
260 - Faculdade da Comunidade de Nova Scotia  
261 - Universidade Memorial Newfoundland  
262 - MICROSOFT

**Informações Técnicas:**

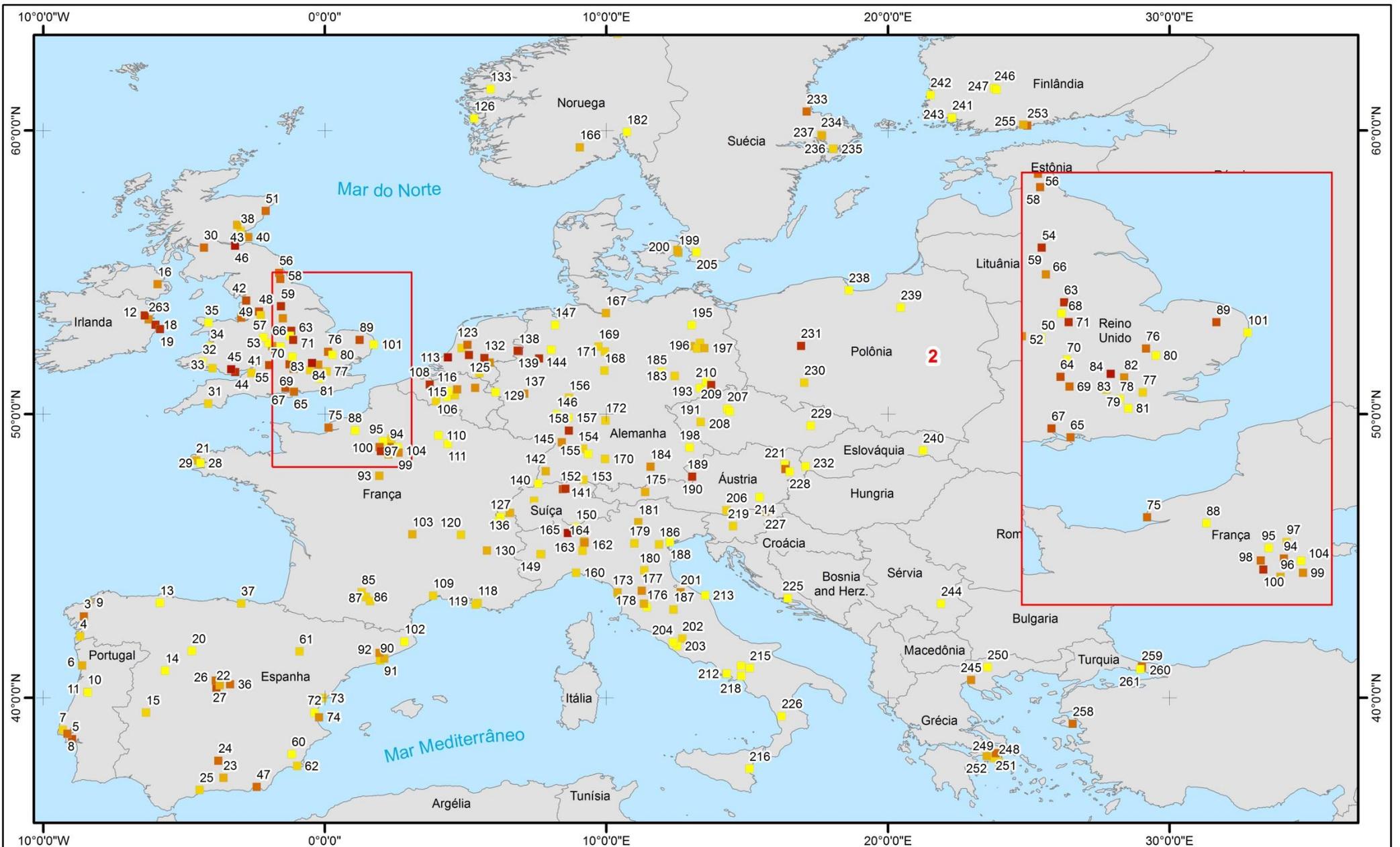
Fonte: Web of Science, 2016.  
Elaboração: Alexandre Vastella  
Ferreira de Melo, 2016

Produção científica internacional  
em SIG entre 2006 e 2015

**MAPA 07 - PRINCIPAIS CENTROS  
DE PESQUISA EM SIG:  
AMÉRICA DO NORTE**

Escala:

Folha: 3/3 jun/2016



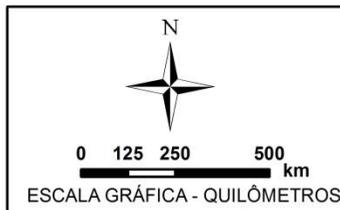
**Publicações em SIG por Universidade (2006-2015)**

- Uma
- Duas
- Três
- Quatro

- De 5 a 6
- De 7 a 8
- De 9 a 15
- De 16 a 45
- De 45 a 79

**Referências Locacionais**

- Territórios dos Países



**Informações Técnicas:**

Sistema de Coordenadas Geográficas WGS 84

Fonte: Web of Science, 2016.  
Elaboração: Alexandre Vastella Ferreira de Melo, 2016

Produção científica internacional em SIG entre 2006 e 2015

**MAPA 08 - PRINCIPAIS CENTROS DE PESQUISA EM SIG: EUROPA**

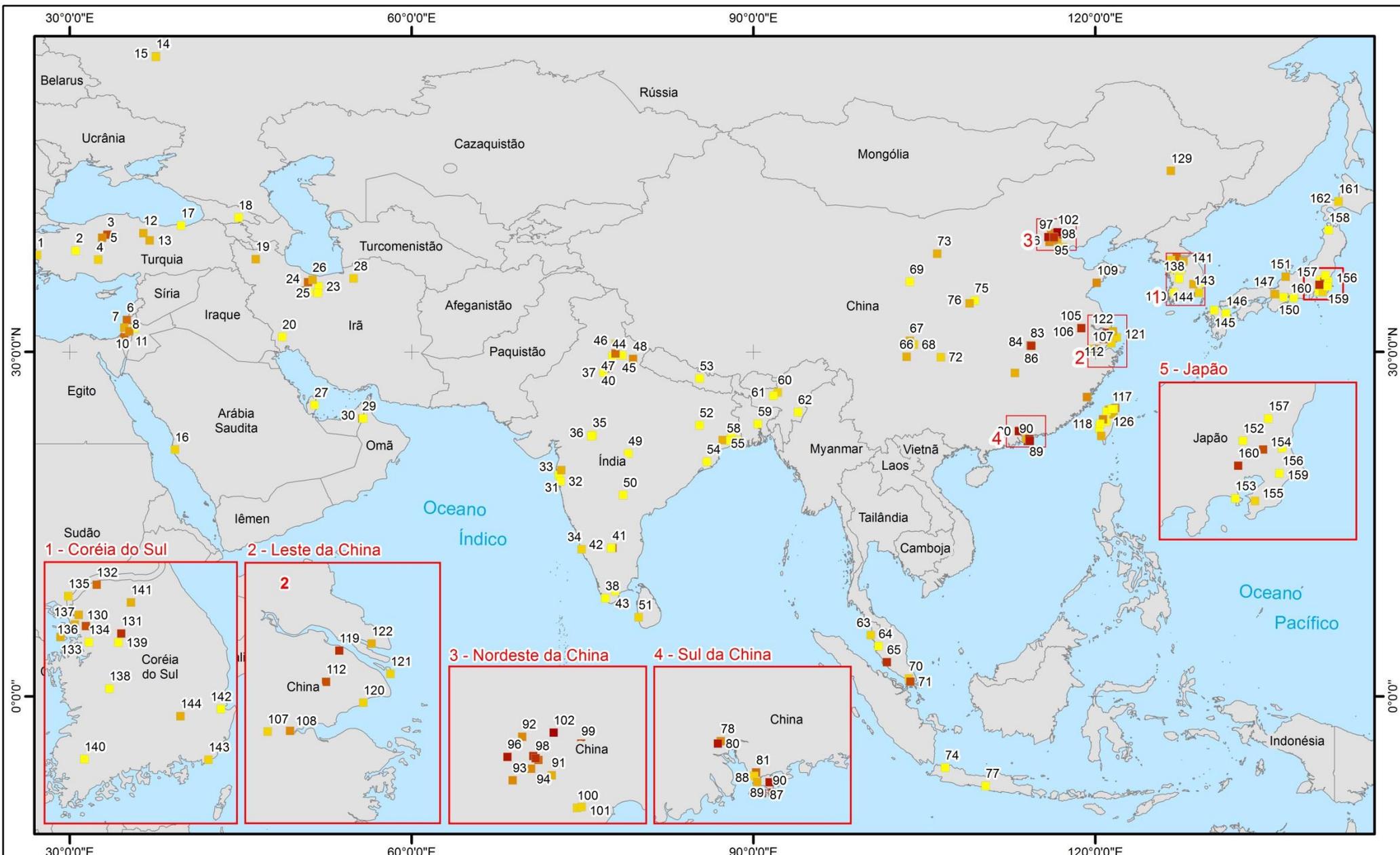
Escala: 1:20.000.000 | Folha: 1/2 | jun/2016

**Centros de Pesquisa em SIG**

001 - Universidade dos Açores	056 - Universidade de Newcastle	111 - I.U.T. Reims Chalons Charleville	166 - Universidade de Telemark	220 - Universidade de Vienna
002 - Univ. L. Pal. Gran Canaria	057 - Universidade ASTON	112 - Inst.Educação e Água da UNESCO	167 - Universidade de Hamburgo	221 - Universidade Tecnológica de Viena
003 - Univ.de Sant. Compostela	058 - Universidade de Durham	113 - Universidade Delft de Tecnologia	168 - Universidade de Gottingen	222 - Univ. Recursos Nat. Ciênc. Vida Viena
004 - Universidade de Vigo	059 - Universidade de Leeds	114 - Universidade de Louvain	169 - Universidade de Hannover	222 - Univ. Recursos Nat. Ciências da Vida
005 - Universidade de Lisboa	060 - Universidade de Murcia	115 - Universidade Católica de Louvain	170 - Universidade de Ulm	224 - Inst. nternac.e Análise Sist. Aplicados
006 - Universidade do Porto	061 - Universidade de Zaragoza	116 - Universidade Católica de Leuven	171 - Univ. Med. Vet. Fund. Hannover	225 - Universidade de Split
007 - Univ. Nova de Lisboa	062 - Univ. Polit. de Cartagena	117 - Universidade de Hasselt	172 - Universidade de Wurzburg	226 - Universidade de Calabria
008 - Instituto Superior Técnico	063 - Universidade de Nottingham	118 - Univ.Provence Aix Marseille I	173 - Universidade de Pisa	227 - Universidade de Maribor
009 - Universidade de Coruna	064 - Universidade de Oxford	119 - Universidade de Aix Marseille	174 - Univ.Nórdica de Ciência e Tecnol.	228 - Centro Austríaco de Pesquisa
010 - Universidade de Coimbra	065 - Universidade de Portsmouth	120 - Universidade de Lyon	175 - Universidade de Innsbruck	229 - Universidade de Palacky Olomouc
011 - ARSC	066 - Universidade de Sheffield	121 - Universidade de Amsterdam	176 - Museu Nacional da Antártida	230 - Universidade de Wroclaw
012 - Universidade de Maynooth	067 - Universidade de Southampton	122 - Universidade Livre de Amsterdã	177 - Universidade de Florença	231 - Universidade Adam Mickiewicz
013 - Esc. Téc. Sup. Int. Inform.	068 - Univ.de Loughborough	123 - Universidade de Amsterdam	178 - Universidade de Siena	232 - Pesquisa Geológica de Dianyz Stur
014 - Universidade de Salamanca	069 - Centro de Ecol. e Hidrologia	124 - Univ. Tecnológica e Eindhoven	179 - Universidade de Verona	233 - Universidade de Gavle
015 - Univ. de Extremadura	070 - Global Mapping Ltd	125 - Universidade de Utrecht	180 - Universidade de Bologna	234 - Universidade de Uppsala
016 - Unive.do Queens Belfast	071 - Universidade de Leicester	126 - Escola Nórdica de Economia	181 - Fundação Edmund Mach	235 - Instituto Royal de Tecnologia
018 - Universidade College Dublin	072 - Universidade de Valência	127 - ESRI Suíça	182 - Univ.Nórdica de Geotecnologias	236 - Universidade de Estocolmo
019 - Departamento de Agricultura	073 - Universidade de Jaume I	128 - Universidade de Geneva	183 - Centro Helmholtz de Pesq. Ambiental	237 - Univ. Sueca de Ciências Agrícolas
020 - Universidade de Valladolid	074 - Univ. Politecnica de Valencia	129 - Universidade de Rwth Aachen	184 - Universidade Técnica de Munique	238 - Universidade Tecnológica de Gdansk
021 - Univ. Européia da Bretanha	075 - Inst. Pesq. Desenvolv. Irlanda	130 - Universidade de Grenoble Alpes Uga	185 - Univ. Halle Wittenberg Martin Luther	239 - Universidade de Warmia Mazury
022 - Cons. Sup. Inv. Científicas	076 - Universidade de Cambridge	131 - Universidade Radboud Nijmegen	186 - Universidade de Padua	240 - Univ.de Pavol Jozef Safarik Kosice
023 - Universidade de Granada	077 - Univ. do Leste de Londres	132 - Centro Univ. de Pesq. Wageningen	187 - Universidade de Perugia	241 - Universidade de Turku
024 - Universidade de Jaen	078 - Universidade de Kingstom	133 - Universidade de Sogn Og Fjordane	188 - Universidade de luav Venice	242 - Posiva Oy
025 - Universidade de Malaga	079 - Univ. Metrop. de Londres	134 - Universidade de Lausanne	189 - Universidade de Salzburg	243 - Universidade Abo Akademi
026 - Univ. Politécnica de Madrid	080 - Grupo Geoinformat	135 - Universidade de Bern	190 - Universidade de Salzburg	244 - Universidade de Nis
027 - Univ. Complutense de Madrid	081 - Escola de Gramática	136 - Escola Politéc. Federal de Lausanne	191 - Universidade de West Bohemia Pilsen	245 - Univ.Aristotélica de Tessalônica
028 - Academia Naval de Pesquisa	082 - Faculdade Imperial de Londres	137 - Universidade de Bonn	192 - Universidade de Potsdam	246 - Universidade de Tampere
029 - Academia Naval Francesa	083 - Universidade de Londres	138 - Instituto Internac. de Geoinformação	193 - Universidade de Freiberg	247 - Univ.Tecnológica de Tampere
030 - Universidade de Glasgow	084 - Universidade College London	139 - Universidade de Twente	194 - Universidade Técnica de Berlim	248 - Cent. Grego de Pesquisa Marinha
031 - Universidade de Plymouth	085 - Universidade de Toulouse	140 - Universidade de Basel	195 - Instituto de Ecologia, Pescadores em Terra, e Água Fresca de Leibniz	249 - Centro de Pesq. Inovação de Atenas
032 - Univ. P. Gales Trinity St David	086 - Univ. Toulouse Paul Sabatier	141 - Inst.Fed.Suíço Pesq.Florestas e Neve	196 - Universidade Livre de Berlim	250 - Ins. Tecnológico-Educ. de Serres
033 - Universidade de Swansea	087 - Universidade de Toulouse	142 - Universidade de Freiburg	197 - Universidade Humbolt de Berlim	251 - Univ. Nacional Técnica de Atenas
034 - Dept. Rec.Nat. Sul P. Gales	088 - Inst. Nac.de Ciências Apl. Rouen	143 - Universidade de Munster	198 - Instituto Tecnológico de Deggendorf	252 - Universidade Agrícola de Atenas
035 - Universidade Bangor	089 - Universidade do Leste de Anglia	144 - Universidade de Osnabruck	199 - Universidade de Copenhagen	253 - Universidade de Helsinki
036 - Universidade de Alcalá	090 - Universidade de Barcelona	145 - Instituto Karlsruhe de Tecnologia	200 - Universidade Técnica da Dinamarca	254 - Universidade de Oulu
037 - Univ. Basque Country	091 - Univ.Politécnica de Catalònia	146 - Univ. Johannes Gutenberg de Mainz	201 - Universidade de Urbino	255 - Universidade Aberystwyth
038 - Universidade de Dundee	092 - Univ.utônoma de Barcelona	147 - Univ. Carl Von Ossietzky Oldenburg	202 - Universidade de Sapienza Roma	256 - Fund. de Pesquisa e Tecnologia
039 - Universidade de Liverpool	093 - Escrit. Pesq. Mineração e Geologia	148 - Universidade de Turin	203 - Inst. Nac. e Geodésia e Vulcanologia	257 - Hellas Forth
040 - Universidade de St Andrews	094 - Inst. Nac. de Pesq.em Ciênc.Tecn.	149 - Universidade Politécnica de Turin	204 - Conselho Nacional Italiano de Pesquisa	258 - Universidade de Aegean
041 - Universidade de Bristol	095 - Universidade de Cergy Pontoise	150 - Instituto Ciências da Terra	205 - Universidade de Lund	259 - Universidade de Yildiz Teknik
042 - Universidade de Lancaster	096 - Universidade de Paris Dauphine	151 - Universidade de Zurich	206 - Universidade de Klagenfurt	260 - Universidade Técnica de Istambul
043 - Instituto James Hutton	097 - Univ.de Pantheon Sorbonne Paris I	152 - Inst. Suíço Federal de Tecnologia	207 - Academia Tcheca de Ciências	261 - Universidade de Istambul
044 - Universidade Cardiff	098 - Universidade de Pesquisa Paris	153 - Universidade de Konstanz	208 - Univ. Tcheca Ciênc. da Vida em Praga	262 - Universidade Tecnológica do Chipre
045 - Universidade de Glamorgan	099 - Instituto Nac. de Pesq. Agrônômica	154 - Universidade de Stuttgart	209 - Ins. Ecologia Urbana e Reg. de Leibniz	263 - Faculdade Trinity de Dublin
046 - Universidade de Edinburgh	100 - Centro Nac.de Pesquisa Científica	155 - Universidade de Hohenheim	210 - Universidade Tecnológica de Dresden	
047 - Universidade de Almeria	101 - Centro Ciênc.Pesca Aquacultura	156 - Univ. de Justus Liebig Giessen	211 - Universidade de Nápoles Federico Ii	
048 - Universidade de Manchester	102 - Universidade de Girona	157 - Univ. Tecnológica de Darmstadt	212 - Universidade de Nápoles Parthenope	
049 - Universidade de Salford	103 - Universidade de Clermont Ferrand	158 - Univ.de Karl Ruprecht Heidelberg	213 - Universidade Politécnica de Marche	
050 - Universidade de Warwick	104 - IFSTTAR	159 - Conselho Nacional de Pesquisa	214 - Universidade de Graz	
051 - Universidade de Aberdeen	105 - Universidade de Mons	160 - Universidade de Genoa	215 - Instituto Nacional de Vulcanologia	
052 - Universidade de Birmingham	106 - Universidade Livre de Bruxelas	161 - Universidade de Milan	216 - Universidade de Catania	
053 - Sandwell Primary Care Trust	107 - Universidade Livre de Bruxelas	162 - Universidade de Milano Bicocca	217 - Universidade de Sannio	
054 - Univ. Metropolitana de Leeds	108 - Universidade de Ghent	163 - Universidade de Pavia	218 - Universidade de Salerno	
055 - Cons. Pesq. Meio Ambiente	109 - Universidade de Montpellier	164 - Universidade Politécnica de Milão	219 - TELEKOM Estolônia	
	110 - Univ.de Reims Champagne Ardenne	165 - Centro de Inv. da Comis. Europeia		

Fonte: Web of Science, 2016. Elaboração:  
Alexandre Vastella Ferreira de Melo, 2016

Produção científica internacional em SIG entre 2006 e 2015		
<b>MAPA 08 - PRINCIPAIS CENTROS DE PESQUISA EM SIG: EUROPA</b>		
Escala:	Folha: 2/2	jun/2016



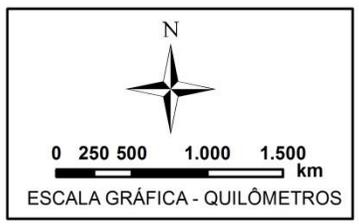
**Publicações em SIG por Universidade (2006-2015)**

- Uma
- Duas
- Três
- Quatro

- De 5 a 6
- De 7 a 8
- De 9 a 15
- De 16 a 45
- De 45 a 79

**Referências Locacionais**

- Territórios dos países



**Informações Técnicas:**  
 Sistema de Coordenadas Geográficas WGS 84  
 Escala dos Quadros: 1:10.000.000  
 Fonte: Web of Science, 2016.  
 Elaboração: Alexandre Vastella Ferreira de Melo, 2016

Produção científica internacional em SIG entre 2006 e 2015

**MAPA 09 - PRINCIPAIS CENTROS DE PESQUISA EM SIG: ÁSIA**

Escala: 1:50.000.000 | Folha: 1/2 | jun/2016

**Centros de Pesquisa em SIG**

001 - Universidade Dokuz Eylul  
002 - Universidade Afyon Kocatepe  
003 - Universidade Técnica de Orta Dogu  
004 - Universidade de Selcuk  
005 - Universidade de Hacettepe  
006 - Universidade de Haifa  
007 - Instituto Técnico-Tecnológico de Israel  
008 - Universidade de Tel Aviv  
009 - Universidade Bem Gurion  
010 - Universidade Hebraica de Jerusalém  
011 - Universidade Aplicada de Al Balqa  
012 - Universidade de Gaziosmanpasa  
013 - Universidade Cumhuriyet  
014 - Academia Russa de Ciências  
015 - Instituto de Oceanografia de Shirshov  
016 - Universidade de King Abdulaziz  
017 - Universidade Técnica de Karadeniz  
018 - Ministério do Meio Ambiente  
019 - Universidade de Tabriz  
020 - Universidade de Shahid Chamran  
021 - Universidade de Tehran  
022 - Universidade de Ciências Médicas de Shahid  
023 - Universidade Tecnológica de Khajen Nasir  
024 - Universidade Tecnológica de Kn Toosi  
025 - Universidade de Ciência e Tecnologia do Irã  
026 - Universidade Islâmica de Azad  
027 - Universidade de Qatar  
028 - Universidade Tecnológica de Shahrood  
029 - Universidade dos Emirados Árabes Unidos  
030 - Universidade das Nações Unidas  
031 - Oil And Natural Gas Corporation Limited  
032 - Instituto de Ciências Sociais de Tata  
033 - Instituto Indiano de Tecnologia Mumbai  
034 - Universidade de Mangalore  
035 - Autoridade de Controle de Narmada  
036 - Centro de Tecnologia Aplicada  
037 - Pesquisa em Defesa, Org. e Desenv.  
038 - Organização Indiana de Pesquisa Espacial  
040 - Instituto Tecnológico da Índia  
041 - Organização Indiana de Pesquisa Espacial  
042 - Centro Regional de Sensoriamento Remoto  
043 - Universidade Agrícola de Tamil Nadu  
044 - Instituto Nacional de Hidrologia  
045 - Universidade Gurukul Kangadi  
046 - Instituto Indiano de Sensoriamento Remoto  
047 - Instituto Indiano de Tecnologia Roorkee  
048 - Universidade de Kumaun  
049 - Centro Nac. Pes. do Solo e Planej. de Uso da Terra  
050 - Instituto Tecnológico de Birla  
051 - Inst. Intern. Ciênc. da Geoinf. e Observação da Terra  
052 - Governo de Jharkhand, Índia  
053 - Universidade de Tribhuvan  
054 - Instituto de Pesquisas do Arroz  
055 - Instituto Indiano de Tecnologia Kharagpur

056 - Serviço Geológico da Índia  
057 - Instituto Indiano de Estatística  
058 - Universidade de Jadavpur  
059 - Universidade de Eng. e Tecn. de Bangladesh  
060 - Universidade de Gauhati  
061 - Faculdade Borooah  
062 - Universidade de Manipur  
063 - Universidade de Sains Malaysia  
064 - Universidade Tecnológica de Petronas  
065 - Universidade da Putra Malaysia  
066 - Universidade do Sudoeste de Jiaotong  
067 - Universidade Regular de Sichuan  
068 - Universidade de Sichuan  
069 - Universidade de Lanzhou Jiaotong  
070 - Universidade Tecnológica da Malaysia  
071 - Universidade Nacional de Singapura  
072 - Terceira Universidade Médico-Militar  
073 - Universidade de Ningxia  
074 - Agência de Avaliação e Aplicação de Tecnologias  
075 - Universidade Regular de Shaanxi  
076 - Universidade Chang  
077 - Universidade de Gadjah Mada  
078 - Universidade Regular do Sul da China  
079 - Universidade Central South  
080 - Universidade de Sun Yat Sen  
081 - Universidade da Cidade de Shenzhen  
082 - Universidade de Shenzhen  
083 - Universidade Chinesa de Geociências Wuhan  
084 - Academia Chinesa de Ciências Agrícolas  
085 - Universidade de Wuhan  
086 - Universidade Chinesa de Geociências  
087 - Universidade de Hong Kong  
088 - Universidade Batista de Hong Kong  
089 - Universidade Chinesa de Hong Kong  
090 - Universidade Polytechnic de Hong Kong  
091 - Instituto de Planejamento Urbano de Pequim  
092 - Inst. Chinês de Rec. Nat. e Pesquisas Hidrelétricas  
093 - Centro de Pesquisa de Ciências Ambientais  
094 - Administração Meteorológica da China  
095 - Universidade Chinesa de Geociências Pequim  
096 - Universidade de Pequim  
097 - Universidade de Tde singhua  
098 - Universidade Regular de Pequim  
099 - Universidade da Academia Chinesa de Ciências  
100 - Instituto de Construção Urbana de Tianjin  
101 - Universidade de Tianjin  
102 - Academia Chinesa de Ciências  
103 - Universidade Regular de Fujian  
104 - Universidade de Fuzhou  
105 - Universidade Regular de Nanjing  
106 - Universidade de Nanjing  
107 - Universidade de Zhejiang A&F  
108 - Universidade de Zhejiang  
109 - Universidade de Ciência e Tecnologia de Shandong  
110 - Universidade de Mingdao

111 - Universidade Nacional de Cheng Kung  
112 - Universidade Regular do Leste da China  
113 - Universidade de Ling Tung  
114 - Universidade Nacional Central  
115 - Universidade Nacional de Chiao Tung  
116 - Universidade Nacional de Chung Hsing  
117 - Instituto Tecnológico de Chihlee  
118 - Universidade Feng Chung  
119 - Universidade de Tongji  
120 - Universidade Regular de Shanghai  
121 - Universidade de Oceanos de Shangai  
122 - Universidade de Fudan  
123 - Ministério da Educação China  
124 - Universidade de Oceanos de Taiwan  
125 - Universidade Regular Nacional de Taiwan  
126 - Universidade Nacional de Ciência e Tecnologia de Taiwan  
127 - Universidade Nacional de Taiwan  
128 - Academia Sinica Taiwan  
129 - Instituto Harbin de Tecnologia  
130 - Instituto Coreano de Tecnologia e Construção  
131 - Instituto Coreano de Geociências e Recursos Minerais  
132 - Universidade de Seul  
133 - Universidade de Yonsei  
134 - SAMSUNG  
135 - Universidade de Sejong  
136 - Universidade Nacional de Seul  
137 - Universidade de Konkuk  
138 - Instituto Coreano Avançado de Ciência e Tecnologia  
139 - Universidade de Hongik  
140 - Universidade Nacional de Chonnam  
141 - Universidade Nacional de Kangwon  
142 - Universidade de Ciência e Tecnologia de Pohang  
143 - Universidade de Sapienza Roma  
144 - Universidade Nacional de Kyungpook  
145 - Universidade de Kyushu  
146 - Universidade da Ásia e do Pacífico Ritsumeikan  
147 - Universidade de Ritsumeikan  
148 - Universidade de Kyoto  
149 - Universidade Tecnológica de Toyohashi  
150 - Universidade de Mie  
151 - Universidade de Kanazawa  
152 - Instituto de Pesquisa do Japão  
153 - Instituto para Estratégias Ambientais Globais  
154 - Universidade de Tsukuba  
155 - Universidade de Keio  
156 - Instituto Nacional de Estudos Ambientais Japão  
157 - Inst. Nac. de Ciências Agroambientais Japão  
158 - Universidade de Hirosaki  
159 - Universidade de Chiba  
160 - Universidade de Tokyo  
161 - Kokusai Kogyo Company Ltd  
162 - Universidade de Hokkaido

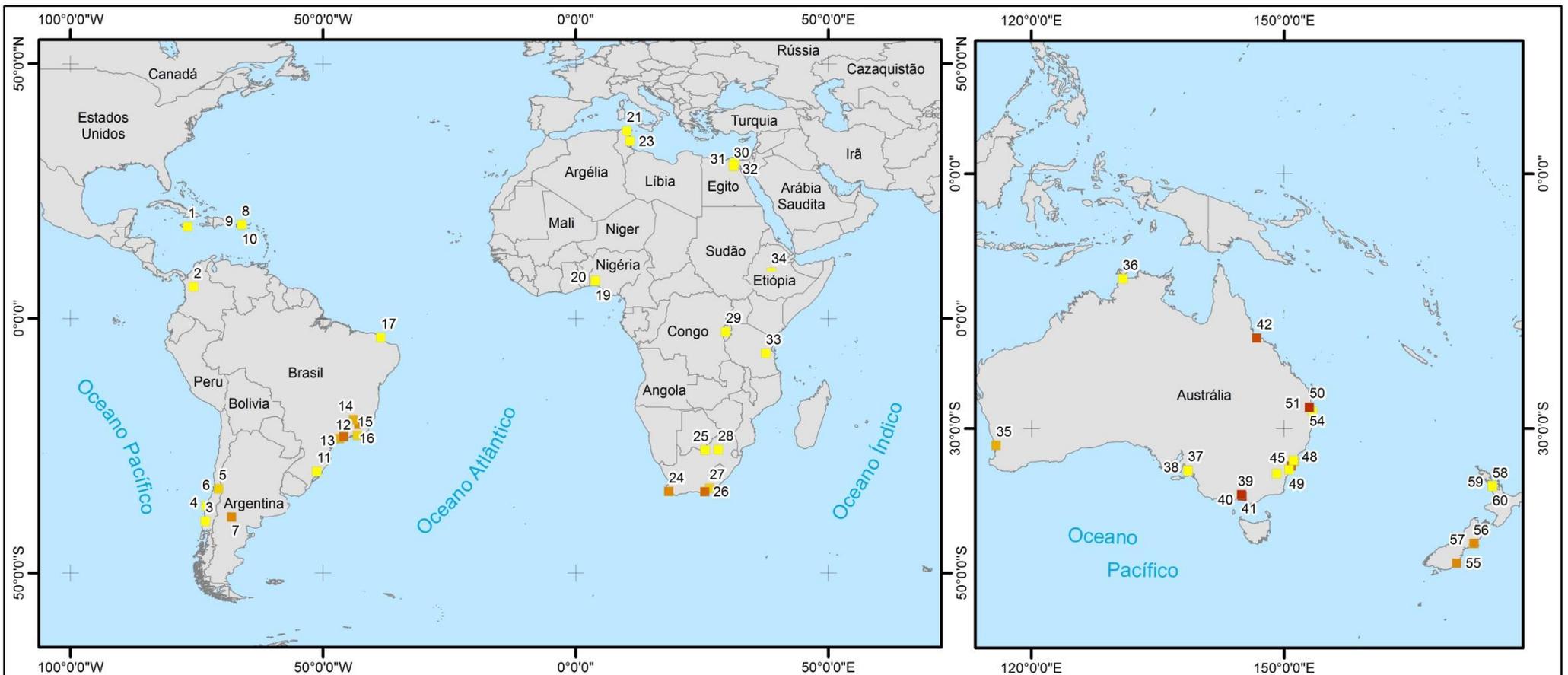
Fonte: Web of Science, 2016. Elaboração:  
Alexandre Vastella Ferreira de Melo, 2016

Produção científica internacional  
em SIG entre 2006 e 2015

**MAPA 09 - PRINCIPAIS CENTROS  
DE PESQUISA EM SIG:  
ÁSIA**

Escala:

Folha: 2/2 jun/2016

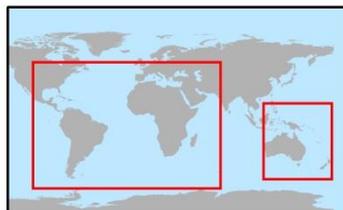


**LEGENDA**

- |  |  |   |   |                                    |
|--|--|---|---|------------------------------------|
| 001 - Univ. de Indies                    | 012 - Univ. de Sao Paulo                   | 026 - Cons. Pesq. e Desenvolvimento Industrial da África do Sul | 037 - Univ. de Adelaide                     | 049 - Depto. de Indústria Primária |
| 002 - Univ. de Eafit                     | 013 - Inst. Nac. Pesquisas Espaciais       | 027 - Univ. de Rhodes   | 038 - Univ. Flinders do Sul da Austrália    | 050 - Property Data Solutions      |
| 003 - Univ. Austral do Chile             | 014 - Univ. Federal de Minas Gerais        | 028 - Univ. de Pretoria   | 039 - Instituto Royal de Tecn. de Melbourne | 051 - Univ. do Queens Canada       |
| 004 - Univ. de Concepcion                | 015 - Univ. Federal do Rio de Janeiro      | 029 - Univ. de Rwanda   | 040 - Comunid. Cient. Pesq. Industrial      | 052 - Conselho de Coast City       |
| 005 - Univ. do Chile                     | 016 - Univ. Federal de Viçosa              | 029 - Univ. de Rwanda   | 041 - Univ. de Melbourne                    | 053 - Univ. de Griffith            |
| 006 - Pont.Univ.Catoli. Chile            | 017 - Univ. Federal do Ceara               | 030 - Inst. de Pesq. Nac. Astron. Geoffs.                       | 042 - Univ. de James Cook                   | 054 - Univ. de Queensland          |
| 007 - Univ. de Nacl Comahue              | 019 - Inst. Internac. Agric. Tropical      | 031 - Univ. de Zagazig  | 043 - Geoscience Australia                  | 055 - Univ. de Otago               |
| 008 - Univ. de Porto Rico                | 020 - Univ. de Ibadan                      | 032 - Univ. Ain Shams   | 044 - Universidade de Nova Gales do Sul     | 056 - Pesq. Landcare N. Zelândia   |
| 009 - Univ. de Porto Rico Ciênc. Médicas | 021 - Univ. de Tunis El Manar              | 033 - Univ. Agrícola de Sokoine                                 | 045 - Univ. de Sydney                       | 057 - Univ. de Canterbury          |
| 010 - Univ. de Porto Rico Rio Piedras    | 023 - Instituto Sup. Inform. Mult. de Sfax | 034 - Univ. Addis Ababa   | 046 - Univ. de Technology Sydney            | 058 - Univ. de Auckland            |
| 011 - Univ. Fed. Rio Gde. do Sul         | 024 - Univ. da Cidade do Cabo              | 035 - Univ. de Western Australia                                | 047 - Univ. de Wollongong                   | 059 - Geosystems                   |
|  | 025 - Univ. do Noroeste da África do Sul   | 036 - Univ. Charles Darwin                                      | 048 - Univ. de Macquarie                    | 060 - Univ. Tecn. de Auckland      |

- Public. SIG por Universidade**
- Uma
  - Duas
  - Três
  - Quatro

- De 5 a 6
- De 7 a 8
- De 9 a 15
- De 16 a 45
- De 45 a 79



**Informações Técnicas:**

Sistema de Coordenadas Geográficas WGS 84

Fonte: Web of Science, 2016.  
Elaboração: Alexandre Vastella Ferreira de Melo, 2016

Produção científica internacional em SIG entre 2006 e 2015

**MAPA 10 - PRINCIPAIS CENTROS DE PESQUISA EM SIG: ÁFRICA, OCEANIA E AMÉRICA DO SUL**

Escala: 1:125.000.000 | 1:75.000.000 | Folha: 1/1 | jun/2016

Após a visualização dos mapas, reforça-se a ideia de concentração acadêmica: enquanto a maior parte dos centros de pesquisa apresenta apenas menos de três publicações – a maioria apenas uma, poucos no mundo são numericamente produtivas. Estes estão principalmente localizadas nos países já citados como Estados Unidos, China e Inglaterra. Observando o mapa, há menos centros de pesquisa s em todo o continente africano e em todo o continente sulamericano do que apenas em uma pequena porção territorial na Costa Leste dos Estados Unidos. Sendo necessário, inclusive, arrastar manualmente alguns pontos – ferindo assim, a sua localização fidedigna, para que os mesmos tornassem visíveis no mapa.

### **6.7. Breve Panorama do Brasil**

Conforme detalhadamente evidenciado nos mapas anteriores, o Brasil corresponde apenas a uma pequena fração da produção acadêmica internacional em SIG: de 2.024 artigos coletados no *Web of Science Core Collection*, 24 possuem participações de instituições de pesquisa brasileiras, colocando o Brasil na periferia do quadro científico mundial. Entretanto, instituições como Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Universidade de São Paulo (USP), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Universidade Federal de Viçosa (UFV), Universidade Federal do Ceará (UFCE), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), e Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) são polos significativos de informações geográficas, representando assim, o Brasil no cenário internacional dentro do rol de autores principais. No Brasil, ainda destacam-se a Universidade de Brasília (DF), a Universidade Federal da Bahia (BA), a Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), a Universidade Federal do Piauí (PI), a Universidade Federal do Vale do Jequitinhonha e Mucuri (MG), a Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (RJ), o Centro de Referência de Informação Ambiental (SP), a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), o Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (IMAZON), a Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas), e a empresa privada Coffey Ltda (MG). Estas instituições corresponderam a segundos, terceiros, quartos ou demais autores – cuja autoria não fosse a principal – e por isso não apareceram nos



O Quadro 05 detalha as 24 publicações no Brasil, relevando palavras-chave, área de pesquisa, periódico, ano de publicação, nome completo dos autores e instituições envolvidas:

Quadro 05 - Publicações em SIG no Brasil entre 2006 e 2015

**OPTIMIZING DEPTH ESTIMATES FROM MAGNETIC ANOMALIES USING SPATIAL ANALYSIS TOOLS**

**Palavras-Chave:** Tilt; Depth; Magnetic Anomaly; Spatial Analysis; GIS

**Instituição e Autor:** Instituto de Geociências da Universidade de Brasília (DF): Curto, Julia B.; Diniz, Tatiana; Vidotti, Roberta M.; Fuck, Reinhardt A. U.S. Geological Survey, Califórnia (EUA): Blakely, Richard J.

**Periódico:** Computers & Geosciences

**Ano de Publicação:** 2015

**Área(s) de Pesquisa:** Ciência da Computação; Geologia

**Agência(s) Financiadora(s):** Petrobrás e CNPq

**EFFICIENTLY COMPUTING THE DRAINAGE NETWORK ON MASSIVE TERRAINS USING EXTERNAL MEMORY FLOODING PROCESS**

**Palavras-Chave:** Terrain Modeling; Hydrology; External Memory; GIS

**Instituição e Autor:** Dept. de Informática da Universidade Federal de Viçosa (MG): Gomes, Thiago L.; Magalhaes, Salles V. G.; Andrade, Marcus V. A.; Pena, Guilherme C. Dept. de Sistemas Computacionais e Engenharia do Instituto Politécnico de Rensselaer, Nova York (EUA): Franklin, W. Randolph

**Periódico:** Geoinformatica

**Ano de Publicação:** 2015

**Área(s) de Pesquisa:** Ciência da Computação; Geografia Física

**Agência(s) Financiadora(s):** CAPES, FAPEMIG, CNPq, e NSF

**MAPPING AND ASSESSING COASTAL RESILIENCE IN THE CARIBBEAN REGION**

**Palavras-Chave:** Vulnerability; Resilience; Adaptability; Resilience Inference Measurement (Rim) Model; Caribbean

**Instituição e Autor:** Departamento de Ciências Ambientais da Universidade Estadual da Louisiana, Los Angeles (EUA): Lam, Nina S. -N.; Qiang, Yi. Universidade de Borgonha, Dijon, França: Arenas, Helbert. Dept. de Engenharia de Transportes e Geodésia da Universidade Federal da Bahia (BA): Brito, Patricia. Dept. de Oceanografia da Universidade Estadual de Louisiana, Los Angeles (EUA): Liu, Kam-biu

**Periódico:** Cartography and Geographic Information Science

**Ano de Publicação:** 2015

**Área(s) de Pesquisa:** Geografia

**Agência(s) Financiadora(s):** Inter-American Institute for Global Change Research (IAI), e NSF

**EFFECTS OF SPATIAL RESOLUTION ON SLOPE AND ASPECT DERIVATION FOR REGIONAL-SCALE ANALYSIS**

**Palavras-Chave:** Geomorphometry; Digital Elevation Model; Srtm; Resampling; Morphometric Parameters; Grass-Gis

**Instituição e Autor:** Instituto de Energia e Meio Ambiente da Universidade de São Paulo (SP)

**Periódico:** Computers & Geosciences

**Ano de Publicação:** 2015

**Área(s) de Pesquisa:** Ciência da Computação; Geologia

**Agência(s) Financiadora(s):** CNPq, FAPESP

**THE USE OF REMOTE-SENSING TECHNIQUES TO MONITOR DENSE RESERVOIR NETWORKS IN THE BRAZILIAN SEMIARID REGION**

**Palavras-Chave:** Northeastern Brazil; Water Availability; Climate-

Change; Sedimentation; Variability; Yield;

Redistribution; Connectivity; Optimization; Management

**Instituição e Autor:** Dept. de Engenharia Agrônômica da Universidade Federal do Ceará (CE): de Toledo, Cristian Epifanio; de Araujo, Jose Carlos; de Almeida, Cicero Lima

**Periódico:** International Journal of Remote Sensing

**Ano de Publicação:** 2014

**Área(s) de Pesquisa:** Sensoriamento Remoto; Ciências da Imagem e Tecnologia Fotográfica

**Agência(s) Financiadora(s):** CNPq

**AN ALGEBRA FOR SPATIOTEMPORAL DATA: FROM OBSERVATIONS TO EVENTS**

**Palavras-Chave:** Geographical

Data; Objects; Model; Representation+A1:H25; Foundation; Knowledge; Gis

**Instituição e Autor:** Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE): Ferreira, Karine Reis; Camara, Gilberto; Vieira Monteiro, Antonio Miguel

**Periódico:** Transactions in Gis

**Ano de Publicação:** 2014

**Área(s) de Pesquisa:** Geografia

**Agência(s) Financiadora(s):** Não possui

**THE EFFECTS OF THE NUMBER, SIZE AND ISOLATION OF PATCHES ALONG A GRADIENT OF NATIVE VEGETATION COVER: HOW CAN WE INCREMENT HABITAT AVAILABILITY?**

**Palavras-Chave:** Brazilian Atlantic Forest; Connectivity Conservation; GIS; Habitat Fragmentation; Landscape Metrics; Restoration

**Instituição e Autor:** Dept. de Ecologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro: Crouzeilles, Renato; Prevedello, Jayme Augusto; Lima Figueiredo, Marcos de Souza; Lorini, Maria Lucia; Viveiros Grelle, Carlos

Eduardo. Dept. de Ciências Naturais da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (RJ): Lorini, Maria Lucia

**Periódico:** Landscape Ecology

**Ano de Publicação:** 2014

**Área(s) de Pesquisa:** Ciências Ambientais/Ecologia; Geografia Física; Geologia

**Agência(s) Financiadora(s):** CAPES, CNPq, FAPERJ, CAPES/FAPERJ/PNPD, e Conservation International-Brazil

#### **NDVI TIME SERIES FOR MONITORING RUSLE COVER MANAGEMENT FACTOR IN A TROPICAL WATERSHED**

**Palavras-Chave:** Land-Use Change; Vegetation

Cover; Forest; Gis; Delta; Index; World; Area

**Instituição e Autor:** Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (RJ): Durigon, V. L.; Carvalho, D. F.; Antunes, M. A. H. Dept. de Hidráulica e Engenharia Sanitária da Universidade de São Paulo (SP): Oliveira, P.T.S.

Universidade Federal do Piauí (PI): Fernandes, M.M.Periódico: International Journal of Remote Sensing

**Ano de Publicação:**2014

**Área(s) de Pesquisa:** Sensoriamento Remoto; Ciências da Imagem e Tecnologia Fotográfica

**Agência(s) Financiadora(s):** Não possui

#### **A KNOWLEDGE-BASED, TRANSFERABLE APPROACH FOR BLOCK-BASED URBAN LAND-USE CLASSIFICATION**

**Palavras-Chave:** Image Understanding Systems; Cover Classification; Object; Segmentation; Landscape ;Multiresolution; Information; Context; Gis

**Instituição e Autor:** Faculdade de Geografia e Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica de Munique, Alemanha: Novack, Tessio. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE): Novack, Tessio; Kux, Hermann. Dept. de Energia Elétrica da PUC/RJ e Dept. Engenharia da Computação da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (RJ): Feitosa, Raul Q.; Costa, Gilson A. O. P.

**Periódico:** International Journal of Remote Sensing

**Ano de Publicação:** 2014

**Área(s) de Pesquisa:** Sensoriamento Remoto; Ciências da Imagem e Tecnologia Fotográfica

**Agência(s) Financiadora(s):** CAPES e Deutscher Akademischer Austausch Dienst (DAAD - Germany)

#### **GEODMA-GEOGRAPHIC DATA MINING ANALYST**

**Palavras-Chave:** Obia; Image Processing; Data Mining; Image Segmentation; Multitemporal Analysis; Landscape Ecology

**Instituição e Autor:** Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE): Koerting, Thales Sehn; Garcia Fonseca, Leila Maria; Camara, Gilberto Periódico: Computers & Geosciences

**Ano de Publicação:** 2013

**Área(s) de Pesquisa:** Ciência da Computação; Geologia

**Agência(s) Financiadora(s):** CNPq, CAPES, e FAPESP

#### **ESTIMATING FOREST BIOMASS AND IDENTIFYING LOW-INTENSITY LOGGING AREAS USING AIRBORNE SCANNING LIDAR IN ANTIMARY STATE FOREST, ACRE STATE, WESTERN BRAZILIAN AMAZON**

**Palavras-Chave:** Forest Biomass; Airborne Laser Scanning; Selective Logging; Tropical Forest Monitoring; Lidar; Amazon Forest Monitoring

**Instituição e Autor:** Serviço Florestal dos Estados Unidos, Washington (EUA): Reutebuch, Stephen E.; McGaughey, Robert J.; Andersen, Hans-Erik. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) (AC): d'Oliveira, Marcus V. N.Periódico: Remote Sensing of Environment

**Ano de Publicação:** 2012

**Área(s) de Pesquisa:** Ciências Ambientais/Ecologia; Sensoriamento Remoto; Ciências da Imagem e Tecnologia Fotográfica

**Agência(s) Financiadora(s):** Não possui

#### **MAPPING SPACES OF ENVIRONMENTAL DISPUTE: GIS, MINING, AND SURVEILLANCE IN THE AMAZON**

**Palavras-Chave:** Brazilian Amazon; Crime Mapping; Critical GIS; Environmental Monitoring; Geospatial Technologies; Political Ecology; Small-Scale Mining

**Instituição e Autor:** Dept. de Ciências Sociais e Políticas da Universidade de Edimburgo, Escócia: Spiegel, Samuel J. Dept. de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa (MG): Ribeiro, Carlos A. A. S. Univ Fed Vicos. Dept. de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Vale do Jequitinhonha e Mucuri (MG): Sousa, Rodolfo. Universidade de British Columbia, Canadá: Veiga, Marcello M.Periódico: Annals of the Association of American Geographers

**Ano de Publicação:** 2012

**Área(s) de Pesquisa:** Geografia

**Agência(s) Financiadora(s):**

#### **EVALUATION OF THE QUALITY OF AN ONLINE GEOCODING RESOURCE IN THE CONTEXT OF A LARGE BRAZILIAN CITY**

**Palavras-Chave:** Accuracy; Street; Health

**Instituição e Autor:** Dept. de Ciência da Computação da Universidade Federal de Minas Gerais (MG): Davis, Clodoveu A., Jr.; de Alencar, Rafael Odon. Serviço de Processamento da Universidade Federal de Minas Gerais (MG): de Alencar, Rafael Odon

**Periódico:** Transactions in Gis

**Ano de Publicação:** 2011

**Área(s) de Pesquisa:** Geografia

**Agência(s) Financiadora(s):**

#### **EFFICIENT VIEWSHED COMPUTATION ON TERRAIN IN EXTERNAL MEMORY**

**Palavras-Chave:** Gis; External Memory Processing; Viewshed; Visibility Maps

**Instituição e Autor:** Universidade Federal de Viçosa (MG): Andrade, Marcus V. A.; Magalhaes, Salles V. G.; Magalhaes, Mirella A. Instituto Politécnico de Rensselaer, Nova York (EUA): Andrade, Marcus V. A.; Franklin, W. Randolph; Cutler, Barbara M.

**Periódico:** Geoinformatica

**Ano de Publicação:** 2011

**Área(s) de Pesquisa:** Ciência da Computação; Geografia Física

**Agência(s) Financiadora(s):** CNPq, FAPEMIG, NSF, e DARPA/DSO/GeoStar"

#### **OPENMODELLER: A GENERIC APPROACH TO SPECIES' POTENTIAL DISTRIBUTION MODELLING**

**Palavras-Chave:** Potential Distribution Modelling; Ecological Niche Modelling; Predicting Species Distribution; Openmodeller

**Instituição e Autor:** Centro de Referência de Informação Ambiental (SP): de Souza Munoz, Mauro Enrique; de Giovanni, Renato; de Siqueira, Marinez Ferreira; Pereira, Ricardo Scachetti; Lange Canhos, Dora Ann; Canhos, Vanderlei Perez. Universidade de Cornell, Nova York (EUA): Brewer, Peter.

**Periódico:** Geoinformatica

**Ano de Publicação:** 2011

**Área(s) de Pesquisa:** Ciência da Computação; Geografia Física

**Agência(s) Financiadora(s):** FAPESP

**FOREST FIRE ALERT SYSTEM: A GEOWEB GIS PRIORITIZATION MODEL CONSIDERING LAND SUSCEPTIBILITY AND HOTSPOTS - A CASE STUDY IN THE CARAJAS NATIONAL FOREST, BRAZILIAN AMAZON**

**Palavras-Chave:** Hotspots; Susceptibility Maps; Forest Fire; Geographical Information System; Algorithm; Alert System; Carajas National Forest

**Instituição e Autor:** Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio de Janeiro (RJ): Barbosa, Marcelo Roberto; Sicoli Seoane, Jose Carlos. Hiparc Geotecnol Ltda (RJ): Buratto, Mario Guimaraes; Carvalho Ravel, Joao Paulo; Martins, Flavio Lobos. Coffey Ltda (MG): de Oliveira Dias, Leonardo Santana

**Periódico:** International Journal of Geographical Information Science

**Ano de Publicação:** 2010

**Área(s) de Pesquisa:** Ciência da Computação; Geografia; Geografia Física; Ciência da Informação/Biblioteconomia

**Agência(s) Financiadora(s):** Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior do Ministério da Educação

**ON THE USE OF ANCILLARY DATA BY APPLYING THE CONCEPTS OF THE THEORY OF EVIDENCE TO REMOTE SENSING DIGITAL IMAGE CLASSIFICATION**

**Palavras-Chave:** Não possui

**Instituição e Autor:** Centro de Sensoriamento Remoto da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (RS): Lersch, Rodrigo; Haertel, Victor

**Periódico:** International Journal of Remote Sensing

**Ano de Publicação:** 2010

**Área(s) de Pesquisa:** Sensoriamento Remoto; Ciências da Imagem e Tecnologia Fotográfica

**Agência(s) Financiadora(s):**

**COMPARISON OF ROVING-WINDOW AND SEARCH-WINDOW TECHNIQUES FOR CHARACTERISING LANDSCAPE MORPHOMETRY**

**Palavras-Chave:** Neighbourhood Analysis; Roving-Window; Search-Window; Geographical Information System; Digital Elevation Model

**Instituição e Autor:** Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo (USP/SP): Grohmann, Carlos H.; Riccomini, Claudio

**Periódico:** Computers & Geosciences

**Ano de Publicação:** 2009

**Área(s) de Pesquisa:** Ciência da Computação; Geologia

**Agência(s) Financiadora(s):** FAPESP e CNPq

**THE FRAGMENTATION OF SPACE IN THE AMAZON BASIN: EMERGENT ROAD NETWORKS**

**Palavras-Chave:** Land-

Use; Deforestation; Forest; Countries; Prospects; Impacts; Pattern; Models; Images

**Instituição e Autor:** Dept. de Estudos Ambientais da Faculdade Hobart & William Smith, Nova York (EUA): Arima, Eugenio Y. Dept. de Geografia da Universidade Estadual de Michigan: Walker, Robert T. Inst Homem & Meio Ambiente Amazonia IMAZON (PA): Sales, Marcio; Souza, Carlos, Jr. Dept. de Sociologia da Universidade da Flórida: Perz, Stephen G.

**Periódico:** Photogrammetric Engineering and Remote Sensing

**Ano de Publicação:** 2008

**Área(s) de Pesquisa:** Geografia Física; Geologia; Sensoriamento Remoto; Ciências da Imagem e Tecnologia Fotográfica

**Agência(s) Financiadora(s):**

**USING NEURAL NETWORKS AND CELLULAR AUTOMATA FOR MODELLING INTRA-URBAN LAND-USE DYNAMICS**

**Palavras-Chave:** Neural Networks; Cellular Automata; Urban Modelling; Land-Use Dynamics; Fuzzy Similarity Measures; Town Planning

**Instituição e Autor:** Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE): Almeida, C.M.; Castejon, E.F. Dept. de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa (MG): Gleriani, J.M. Centro de Sensoriamento Remoto da Universidade Federal de Minas Gerais (MG): Soares-Filho, B. S.

**Periódico:** International Journal of Geographical Information Science

**Ano de Publicação:** 2008

**Área(s) de Pesquisa:** Ciência da Computação; Geografia; Geografia Física; Ciência da Informação/Biblioteconomia

**Agência(s) Financiadora(s):**

**ASSESSING THE CERTAINTY OF LOCATIONS PRODUCED BY AN ADDRESS GEOCODING SYSTEM**

**Palavras-Chave:** Address Geocoding; Geographic Information Systems; Spatial Databases; Certainty Assessment; Postal Addresses

**Instituição e Autor:** Instituto de Informática da PUC/Minas. Faculdade de Ciência da Computação e Tecnologia da Universidade de Penn State.

**Periódico:** Geoinformatica

**Ano de Publicação:** 2007

**Área(s) de Pesquisa:** Ciência da Computação; Geografia Física

**Agência(s) Financiadora(s):**

**MODELING SMALL WATERSHEDS IN BRAZILIAN AMAZONIA WITH SHUTTLE RADAR TOPOGRAPHIC MISSION-90 M DATA**

**Palavras-Chave:** Remote Sensing; Geoprocessing; Srtm; Watershed; Amazonia

**Instituição e Autor:** Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE): Divisão de Sensoriamento Remoto

**Periódico:** Computers & Geosciences

**Ano de Publicação:** 2006

**Área(s) de Pesquisa:** Ciência da Computação; Geologia

**Agência(s) Financiadora(s):**

**HEURISTICS FOR CARTOGRAPHIC LABEL PLACEMENT PROBLEMS**

**Palavras-Chave:** Label Placement; Modeling; Lagrangean Relaxation; Lagrangean/Surrogate Relaxation; Heuristic  
**Instituição e Autor:** Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE): Laboratório de Computação e Matemática Aplicada

**Periódico:** Computers & Geosciences  
**Ano de Publicação:** 2006  
**Área(s) de Pesquisa:** Ciência da Computação; Geologia  
**Agência(s) Financiadora(s):**

---

*Fonte: Web of Science, 2016. Elaborado pelo autor.*

Nota-se, primeiramente, que das 24 publicações, 10 foram escritas em parcerias com instituições e autores estrangeiros, sendo: oito com os Estados Unidos, um com a França, um com a Alemanha, e um com a Escócia. Este fato ajuda a evidenciar uma característica do próprio cenário científico contemporâneo: a ciência hoje está cada vez mais, sendo internacionalizada, seguindo os padrões da globalização, e sendo produzida em diversas partes articuladas do mundo (HOOD, WILSON, 2004). Mesmo em território nacional, das 14 publicações escritas exclusivamente no Brasil, quatro apresentam coautorias de universidades e centros de pesquisa diferentes.

Analisando os artigos produzidos no Brasil, ainda é possível constatar que, pelo menos neste universo de 24 documentos, os únicos departamentos de Geografia mencionados são estrangeiros: a Faculdade de Geografia e Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica de Munique, (Alemanha), e o Dept. de Geografia da Universidade Estadual de Michigan (EUA). Os departamentos envolvidos aqui no Brasil são: Engenharia Agrônômica, Ecologia, Geociências, Ciências Naturais, Hidráulica e Engenharia Sanitária, Engenharia Florestal, Ciência da Computação e Sensoriamento Remoto; estando ausente a Geografia. Portanto, embora não se possa afirmar de forma conclusiva, é possível supor que, ao contrário do cenário internacional, que os principais pesquisadores de SIG são geógrafos ou colaboram com Departamentos de Geografia, aqui no Brasil, a relação entre SIG e Geografia parece mais frágil.

## **6.8. Síntese dos Resultados**

O principal autor de SIG, segundo os dados, é o físico Michael Goodchild, possuindo mais que o dobro de citações e cocitações da segunda colocada, Mei-Po Kwan. Entretanto, embora Goodchild seja físico (porém doutor em geografia), a

maior parte dos autores em SIG, no período, são geógrafos (Mei-Po Kwan, Sarah Elwood, Harvey J. Miller, Stan Openshaw, Jacek Malczewski, etc). Além disso, mesmo os que não possuem Geografia como formação inicial, como Roger White, Luc Anselin, Michael Batty ou o próprio Goodchild, estão filiados a departamentos de geografia ou departamentos de informação espacial. A ciência geográfica, portanto, possui papel preponderante na formação dos principais autores em SIG. Além disso, é possível observar que apesar dos sistemas de informações geográficas serem multidisciplinares, a maior parte das publicações concentra-se nas áreas de Geografia (56,7%) e Geografia Física (31,6%).

Em relação aos periódicos, destaca-se o *International Journal of Geographical Information Science*, principal revista em SIG de acordo com dados do *Web of Science* e de levantamentos de Caron et al. (2008) e Scarletto (2014), é, possuindo mais que o dobro de citações e cocitações do que a segunda colocada *International Journal of Remote Sensing*. Os dados também revelam que os principais periódicos presentes no universo de dados (em que estão sendo publicados os artigos) coincidem com os periódicos mais citados (*International Journal of Geographical Information Science; International Journal of Remote Sensing; Remote Sensing of Environment; Annals of the Association of American Geographers; Computers & Geosciences; Environment and Planning A e B; Transactions in GIS*, entre outras), relevando um possível cenário de autocitações.

Entre os documentos mais citados, a maioria é constituída de artigos científicos digitais, sendo três do Michael Goodchild (GOODCHILD, 1992; 2007a; 2007b). Entretanto, há diversos livros analógicos, como por exemplo, o “*Principles of Geographical Information Systems*” de Burrough, P., ou o “*Geographical Analysis*”, de Anselin, L. Interessante ressaltar também, que a maior parte dos documentos mais citados entre 2006 e 2015 foi publicada nas décadas de 1990 e 2000. Porém, isto não significa, necessariamente, que os artigos desta época sejam mais relevantes. Conforme evidenciado no texto, artigos de alta importância podem estar sendo escritos na atualidade, porém como são recentes, a quantidade de citações e cocitações ainda podem ser baixas.

Assim como ocorre com os autores e os periódicos, a distribuição dos termos correlatos à SIG também é bastante desigual; cenário este, indo ao encontro da Lei de Zipf. Constatou-se que, nos documentos analisados, apenas seis palavras-chave correspondiam a 10% de um total quase 30 mil, sendo as principais: “*spatial*” (espacial) “*data*” (dado) “*model*” (modelo) “*information*” (informação) “*analysis*” (análise) “*geographic*” (geográfico) “*models*” (modelos) e “*systems*” (sistemas). Já para analisar todos os termos em títulos, resumos e palavras-chave, o software *VOS Viewer* calculou uma Pontuação de Relevância, excluindo palavras comuns na língua inglesa. Assim, os termos “*landslide susceptibility mapping*” (mapeamento de susceptibilidade de deslizamentos), “*soil*” (solo), e “*landslide*” (desmoronamento) foram os mais relevantes para o conjunto de documentos analisados.

A desigualdade geográfica também é um fator relevante na distribuição do conhecimento em SIG. Os resultados mostram que o estado-da-arte da informação geográfica está situado, principalmente, nos países desenvolvidos como Estados Unidos e Europa Ocidental (em destaque a Reino Unido, Alemanha, e Países Baixos), além de Japão e Coréia do Sul. Os emergentes China e Índia também ocupam posições de destaque no cenário internacional em SIG. Inclusive, os resultados indicaram que, no universo de dados analisado, há mais artigos financiados por agências chinesas do que por agências estadunidenses. Por outro lado, regiões historicamente periféricas como África e América do Sul possuem relativamente poucos artigos publicados. Além disso, há uma enorme coincidência entre os principais países produtores e a localização dos principais centros de pesquisa em SIG no mundo, refletindo o cenário evidenciado no parágrafo anterior. É interessante notar que a quase totalidade destes pólos de pesquisa são universidades (academia), havendo poucas empresas publicando ciência em SIG.

Pelo menos em nível regional, o cenário brasileiro é bastante promissor. No conjunto de dados analisado, o Brasil lidera o continente sul-americano, havendo um polo significativo na Região Concentrada (parte das regiões Sul e Sudeste), formado por centros de pesquisa como USP, INPE, UFMG, UFRGS, ou UFRJ. Ainda são poucas as instituições na Região Nordeste (UFCE, UFPI, UFBA) e Centro-Oeste (EMBRAPA e UnB, somente na capital Brasília) e Região Norte (IMAZON). Contudo, mesmo liderando em nível regional, de acordo com os resultados, não há brasileiros

nos 20 principais autores, documentos, e periódicos. Ainda estamos na periferia do cenário científico global.

## 7. DISCUSSÃO

Este item apresenta a discussão dos resultados apresentados na dissertação. Procurou-se, a) validar os resultados da pesquisa comparando-os com as leis bibliométricas; b) comparar os resultados com estudos anteriores; c) apresentar as limitações da pesquisa e propor estudos futuros.

### 7.1. Validação dos Resultados face às Leis Bibliométricas

Primeiramente, procurou-se comparar as quatro principais leis bibliométricas, leis de Lotka, Bradford, Zipf e Fator de Impacto, com o cenário científico internacional sobre SIG. Não foi o intuito, contudo, de aplicar e validar as fórmulas matemáticas propostas por estas, mas sim de validar os resultados da pesquisa.

Os resultados da pesquisa no *Web of Science Core Collection*, de forma geral, foram ao encontro das leis bibliométricas mencionadas no início da dissertação. Primeiramente, a Lei de Lotka – que mede a produtividade de autores, destaca que quanto mais produtivo for o autor, maior seria a tendência do mesmo publicar novamente. Todavia, quanto menos produtivo fosse, menores seriam as chances de novas publicações (COILE, 1978; EGGHE, 1986). Analisando os principais autores citados entre 2006 e 2015, percebe-se que o líder Michael Frank Goodchild possui aproximadamente o triplo de citações de Mei-Po Kwan, a segunda colocada. Goodchild possui vários artigos entre os mais citados, desde sua publicação “*Geographical information science*” de 1992 até as mais recentes como “*Citizens as sensors: the world of volunteered geography*”, de 2007. Desde os anos 1990, Goodchild continua sendo um dos principais autores – talvez o principal – autor de SIG. Enquanto isso, milhares de autores sequer são citados, ou são citados apenas uma vez. A Tabela 10 compara os resultados com a Lei de Lotka:

Tabela 10 - Citações por autor(es): Comparação dos resultados em relação à Lei de Lotka

Nº de citações	Nº de autores	%
maior ou igual a 100	28	0,07%
entre 10 a 99	1051	2,70%
entre 2 a 9	10975	28,16%
apenas uma	26914	69,07%
TODAS	38.968	100,00%

Fonte: Web of Science, 2016. Elaborado pelo autor.

Dos 38.968 autores, somente 28 (0,07%) tiveram 100 citações ou mais. Neste grupo entram os seguintes autores: Michael Frank Goodchild; Mei-Po Kwan; Xingong Li; Michael Batty; Sarah Elwood; Harvey J. Miller; Stan Openshaw; Luc Anselin; Jacek Malczewski; Alan M. MacEachren; Keith C. Clarke; Saro Lee; Helen Couclelis; Max J. Egenhofer; Nadine Schuurman; Roger White; Peter Burrough; Dola Pradhan; Robert Gilmore Pontius Jr; Alexander Stewart Fotheringham; Piotr Jankowski; Alan T. Murray; Waldo Tobler; Donna Jean Peuquet; e Richard Church.

Além de condizer com a Lei de Lotka, estes resultados reafirmam a Lei de Price, ou do Elitismo Acadêmico. Price (1963) evidencia que aproximadamente 75% daqueles que escrevem um só artigo nunca mais voltam a escrever. Interessante notar que o percentual de autores com apenas uma citação é muito próxima à evidenciada por Price: 69,07%. Em suma, Lotka e Price afirmam que produção de autores em um determinado campo do conhecimento é visivelmente desigual, e isto ocorre com as citações de autores em SIG entre 2006 e 2015.

Nota-se, através desta tabela, que a maioria dos autores – praticamente 70% destes – foi citada apenas uma vez. Isto sem considerar que a amostra de dados mediu apenas os autores citados, excluindo aqueles que não possuíam nenhuma citação. Estes últimos, segundo Lotka (1926) *apud* Urbizagastegui (2008), comporiam um número bem maior, contudo, não entraram no presente estudo.

Assim como ocorrido com os autores, também foi possível evidenciar a aplicação do princípio da Lei de Bradford (periódicos) para os resultados da pesquisa. Conforme explicado anteriormente, para Bradford, em uma área específica do conhecimento, um pequeno número de periódicos é responsável por uma fração considerável do total de publicações, exercendo bastante influência

acadêmica. Por outro lado, a maior parte dos periódicos é pouco influente, publicando menos artigos nesta mesma área (LEIMKUHNER, 1967; ANDRES, 2009; VUKOVIC, 1997; BROOKES, 1977; ANDRES, 2009; PINHEIRO, 1983; VINKLER, 1997). A Tabela 11 compara os resultados desta dissertação com a Lei de Bradford:

Tabela 11 - Citações por periódico(s): Comparação dos resultados em relação à Lei de Bradford

Nº de citações	Nº de periódicos	%
2.000 ou mais	1	0,005%
entre 1.000 e 1.999	4	0,02%
entre 500 a 999	11	0,04%
entre 100 a 499	61	0,23%
entre 10 a 100	878	3,31%
entre 2 a 9	5.191	19,58%
apenas 1	20359	76,81%
TODAS	26505	100,00%

Fonte: *Web of Science, 2016. Elaborado pelo autor.*

Nota-se que ao passo que cinco revistas foram citadas mais de 1.000 vezes, quase 97% destas foram citadas menos de 10 vezes, revelando um processo extremamente desigual, conforme afirmado por Bradford. É fácil identificar, de acordo com o gráfico, as revistas mais relevantes em SIG. A única que possui mais de 2.000 citações é a *International Journal of Geographic Information Science*, que também consiste no principal periódico de SIG segundo Caron et. al. (2008) e Scarletto (2014). Em seguida, apenas quatro revistas apresentam entre 1.000 e 1.900 citações, sendo estas: *International Journal of Remote Sensing*; *Remote Sensing of Environment*, *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*; *Remote Sensing of Environment*, e *Annals of Association of American Geographers*; portanto, três de sensoriamento remoto e uma de geografia. As *Environment and Planning A e B*; *Computers and Geosciences*, *Geographical Analysis*, *Transactions in GIS*, *Lecture Notes in Computer Science*, *International Journal of Geographic Information Science* (antigo nome para *International Journal of Geographic Information Science*) e *Landscape Ecology*. Estes periódicos, para Bradford, constituíram a “area core”, ou “área concentrada” onde se localizam as principais e mais produtivas revistas de uma determinada disciplina.

Outra lei bastante relevante para o campo bibliométrico é a de Zipf, elaborada em 1949, sendo denominada, Primeira Lei de Zipf versando sobre a distribuição e frequência de palavras num texto. Para o autor, existe uma tendência de economizar

palavras; sendo que os termos mais utilizados possuem maior relação com o documento (GUEDES, BORSCHIEVER, 2005). Deste modo, conforme evidenciado anteriormente, ao analisar as palavras-chave e Keywords Plus<sup>19</sup> de artigos de SIG entre 2006 e 2015, notou-se que apenas seis termos correspondem a 10% do total, 4.662 termos representam 98% do conteúdo de 28.915 palavras-chave. Isto significa que apenas 16% do total de termos ocupa a massa de 98% de palavras-chave, evidenciando assim, a Primeira Lei de Zipf.

Por último, entre as leis bibliométricas mais utilizadas está o Fator de Impacto (FI). Calculado e publicado bianualmente no Journal of Citation Reports (JCR), este divide a quantidade de citações pela quantidade de publicações (GARFIELD, 1999; THOMSON REUTERS, 2015; WEB OF SCIENCE, 2015), gerando uma espécie de pontuação de relevância para cada periódico. Entretanto, embora seja bastante popular no meio acadêmico (GARFIELD, 2001), preferiu-se nesta dissertação, não utilizá-la para nenhuma análise que exigisse consistência.

Um dos principais motivos para esta decisão foi o fato de que somente é possível comparar valores de FI analisando periódicos de uma mesma área do conhecimento. Assim, para um Fator de Impacto ser considerado “alto” ou “baixo” é necessário que seja comparado a algo; afinal, um número não constitui referência por si só. Entretanto, conforme evidenciaram Caron et. al. (2008) e Scarletto (2014), a maioria dos principais periódicos de SIG está distribuída em vários campos do conhecimento como Geografia, Sensoriamento Remoto, Cartografia, ou Engenharia; existindo poucos exclusivamente dedicados à SIG, inviabilizando assim, o efetivo cálculo do FI. Exemplificando, a principal revista em SIG, International Journal of Geographic Information Science, possui um FI de 1.479. Isto teoricamente significaria que os outros periódicos da mesma área (SIG) deveriam estar necessariamente classificados abaixo deste valor. Entretanto, publicações menos importantes para SIG como Transactions of the Institute of British Geographers, Progress in Human Geography e Remote Sensing of Environment apresentam mais de 4 pontos de Fator de Impacto.

---

<sup>19</sup> KeyWords Plus® são termos que ocorrem com frequência significativa nos títulos das referências citadas pelos artigos. São geradas automaticamente pelo *Web of Science*.

Apesar de sua popularidade, o Fator de Impacto tem sido amplamente criticado em âmbito mundial (NASSI-CALO, 2016). Assinada em 2012 por mais de 150 cientistas e 75 organizações acadêmicas ao redor do globo, a Declaração de São Francisco sobre Avaliação da Pesquisa (San Francisco Declaration on Research Assessment - DORA), iniciativa esta, da Sociedade Americana de Biologia Celular (American Society for Cell Biology) tem por objetivo interromper a utilização do FI para avaliação de pesquisas científicas, recomendando agências de financiamento, instituições, editoras e pesquisadores a sua não utilização (DORA, 2012). Segundo a declaração, o Fator de Impacto privilegiaria áreas como ciências da vida e ciências exatas; além disso, artigos de revisão receberiam mais citações do que artigos originais, ocultando os materiais novos; ademais, periódicos de língua inglesa se sobressairiam em relação a outros idiomas. Além disso, o Fator de Impacto permitiria a criação de valores artificialmente impulsionados pelas autocitações, isto é, se artigos publicados em determinado periódico citassem propositalmente o mesmo periódico, seu fator de impacto se elevaria. (Idem, 2012).

## **7.2. Comparação entre Resultados e Estudos Anteriores**

Assim como ocorrido nesta pesquisa, os chineses Tian, Wen e Hong (2007) utilizaram a bibliometria para analisar a produção científica de SIG ao redor do mundo. Denominado "*Global scientific production on GIS research by bibliometric analysis from 1997 to 2006*", o artigo mapeou as palavras "*GIS*" e "*geographic information system*" em 9849 artigos de diferentes países, entre 1997 e 2006, período exatamente anterior ao desta dissertação.

Embora aparentemente semelhante, o artigo de Tian, Wen e Hong (2007) não é provido de representações gráficas. Isto é, não possui mapas de rede ou mapas bibliométricos. Diferente do ocorrido nesta dissertação, os resultados de Tian, Wen e Hong (2007) foram apresentados apenas de forma tabular e textual. Entende-se que para que a compreensão das redes bibliométricas seja plenamente satisfatória, torna-se necessário que seus resultados sejam representados em mapas de rede, sendo possível visualizá-las dentro de uma plataforma cartográfica.

Em comparação aos dados desta dissertação, foi possível evidenciar que através de ferramentas bibliométricas e plataformas de dados online, os autores notaram um expressivo crescimento nas publicações em SIG: de somente 565 em 1997, este número se elevou para 1499 em 2006. Além disso, somente neste último ano, as palavras "GIS" e "geographic information system" foram citadas 54.361 vezes: em 624 periódicos e em 96 países diferentes (TIAN, WEN; HONG, 2007). É possível compreender, portanto, que o crescimento da informação geográfica vem ocorrendo pelo menos desde os anos 1990; fenômeno este, que prosseguiu o início do século XXI até os dias atuais.

Tian, Wen e Hong (2007) também elucidaram as relações entre sistemas de informação geográfica e as outras áreas do conhecimento. Descobriram assim, que entre 1997 e 2006, o SIG se enquadrava principalmente em quatro categorias principais: ciências ambientais (environmental sciences), geociências (geosciences), multidisciplinaridade (multidisciplinary) e ecologia (ecology) (TIAN, WEN; HONG, 2007). Contudo, de 2006 a 2015, embora as ciências ambientais e a ecologia tenham continuado entre as áreas em destaque, campos como a engenharia e a ciência da computação passaram a figurar entre as principais; provavelmente, reflexo positivo do aumento da tecnologia computacional dos últimos anos.

Em relação à localização, os autores encontraram os cinco países mais produtivos: Estados Unidos, Grã-Bretanha, Canadá, Alemanha e China, sendo que somente as publicações estadunidenses correspondiam a 40% do total de artigos em SIG (TIAN, WEN; HONG, 2007). De 2006 a 2015, contudo, a China passou a ser o segundo país com mais artigos, ganhando assim, notoriedade no cenário científico internacional. Ao longo dos dez anos analisados por Tian, Wen e Hong, palavras-chave como "uso do solo", "conservação", "logística reversa", e "erosão do solo" foram cada vez mais sendo relacionadas à SIG. Ao mesmo tempo, entretanto, temas como "ecologia da paisagem", "mudanças climáticas" e "biodiversidade" ficaram paulatinamente mais distantes aos sistemas de informação geográfica. Entre 2006 e 2015, entretanto, as palavras-chave com maior destaque foram "*spatial*" (espacial), "*data*" (dado), "*model*" (modelo), "*analysis*" (análise), e "*landscape*" (paisagem).

### 7.3. Limitações dos Resultados da Pesquisa

Em relação aos resultados da pesquisa, é necessário ressaltar que estes foram frutos de diferentes escolhas metodológicas complementares. Os resultados, portanto, poderiam ser bastante diferentes caso fossem adotadas metodologias distintas. A começar pela própria escolha da plataforma, o *Web of Science* – por apresentar maior quantidade de dados – pareceu a escolha mais sensata. Outros estudos poderiam ser feitos analisando plataformas alternativas como, por exemplo, o Scopus, o ScienceDirect, o Google Acadêmico, o Scielo Citation Index; ou, aqui no Brasil, o Portal Periódico CAPES. Além disso, dentro da própria vastidão de dados do *Web of Science*, poderiam ter sido utilizadas bases como o Biological Abstracts, o Current Contents Conect, o Derwent Innovations Index, a Base de dados de periódicos coreanos, o Russian Science Citation Index, ou o Zoological Record. Preferiu-se, por apresentar maior quantidade de dados, e por possuir maior compatibilidade de arquivos, selecionar somente o *Web of Science Core Collection*, ou Coleção Principal do *Web of Science*. Diante deste cenário, sugere-se para estudos futuros, incluir ou comparar os dados das diferentes plataformas de dados, para inclusive, compreender em qual delas o SIG é mais expressivo.

Uma das limitações das plataformas de dados é condicionar a análise científica a dados indexados, eliminando assim, documentos impressos e publicados online sem anexação a bibliotecas ou plataformas digitais. Destaca-se assim, que quanto mais antigo for um recorte temporal, mais trabalhosa torna-se a pesquisa bibliométrica, pois as fontes digitais vão se escasseando, diminuindo assim, as facilidades tecnológicas de análise. Embora, de acordo com fontes próprias, o *Web of Science* conte com mais de 90 milhões de publicações, algumas revistas simplesmente não estão indexadas à plataforma, como por exemplo, a *Journal of the Urban and Regional Information Systems Association (URISA Journal)*, que apesar de atender os critérios iniciais, devido a este contratempo, não foi inclusa na pesquisa.

Embora o SIG seja multidisciplinar, os dados relevaram que grande parte das pesquisas em SIG está sendo produzida em Departamentos de Geografia. Contudo, em relação a este fato é preciso se ater a algumas questões: (a) É comum que

Departamentos de Geografia abriguem profissionais de diversas formações, deste modo, nem todos que estão produzindo em Departamentos de Geografia são geógrafos; a profissão de origem, neste caso, não foi levada em consideração. (b) Nem todos os artigos produzidos em Departamentos de Geografia envolvem Geografia, afinal, grande parte das pesquisas era interdisciplinar e envolvia diversos departamentos. (c) Para que o artigo fosse considerado pertencente à Geografia, foi levado em conta que apenas um autor (independente de ser o segundo, terceiro, quarto, etc) fosse filiado a Departamentos de Geografia; deste modo, autores secundários podem exercer menos influência na temática das pesquisas do que autores principais. Em suma, compreendendo estes fatos, apesar de ser evidente que Departamentos de Geografia sejam responsáveis pelo estado-da-arte dos Sistemas de Informação Geografia, não é possível saber o *quão* relevantes são, nem compreender com exatidão a importância da Geografia para os SIGs.

Assim, devido à complexidade das relações científicas mundiais, esta pesquisa poderia ter sido feita analisando todo o *Web of Science*, não necessariamente restringindo a busca somente aos periódicos citados por Caron et. all (2008) e Scarletto (2014). Afinal, o SIG é uma área multi e interdisciplinar, abrangendo temas para além da geografia, como engenharia, ciências da computação e medicina.

A bibliometria também encontra algumas limitações, intrínsecas ao próprio processo de mapeamento. Na cartografia tradicional, para que as características de uma determinada localidade sejam inseridas em um mapa, é necessário que haja uma representação seletiva. Isto é, que se ignorem, através do artifício da escala, a totalidade dos fenômenos evidenciados no espaço geográfico, a fim de ressaltar um conjunto de características deste mesmo espaço. (MUEHRCKE et al, 2001; ANDREWS, 1996). Por esta perspectiva, o mapa, enquanto fruto de representação, sempre é uma redução. O mapeamento bibliométrico adotado nesta dissertação, também é uma representação da realidade, e não a realidade em si. (ECK, WALTMAN, 2007; ECK, 2010). Assim como não é possível mostrar todos os elementos de uma paisagem em um mapa tradicional, não é possível, por exemplo, levando em consideração um grande universo de dados, representar uma rede com todos os autores participantes. Deste modo, elementos como autores, palavras-

chave, temas correlatos e fontes citadas não foram representados em sua totalidade, mas sim reduzidos com base na utilização de artifícios matemáticos possibilitados pelas próprias configurações do software *VOSViewer*.

## 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se dizer, primeiramente, que esta pesquisa estreitou os laços entre a ciência da informação e a ciência geográfica, alinhando as metodologias de mapeamento bibliométrico com a geografia. Sobre o tema dos Sistemas de Informação Geográfica foram desenvolvidas análises bibliométricas pautadas nos mais diversificados produtos, como mapas, gráficos, tabelas, ou quadros; conotando um real esforço em mostrar – nas diferentes linguagens – o quadro dos artigos internacionais relacionados ao SIG.

Embora seja bastante conhecida, a bibliometria está engatinhando em sua espacialização. Conforme demonstrado nesta pesquisa, estudos bibliométricos são realizados desde o início do século XX; entretanto, “mapear a ciência” tem sido uma tarefa nova e desafiadora para os pesquisadores contemporâneos. Não obstante a abundância de textos sobre “bibliometria”, há um número reduzido de publicações sobre “mapeamento bibliométrico”, ou “mapas bibliométricos” no Brasil. Acredita-se que esta pesquisa possa contribuir com a geografia, mesmo que de forma pontual, para a difusão dos mapas bibliométricos, expandindo assim, as formas de representação.

A relevância do SIG pode ser considerada quase onipresente na academia, permeando as múltiplas áreas do conhecimento e extrapolando as fronteiras políticas nacionais. Contando com as tecnologias computacionais típicas do mundo globalizado, “mapear” está se tornando um verbo obrigatório em estudos de cunho espacial, tanto para análise de empreendimentos pontuais até para estudos de escala planetária. Desta forma, analisar o cenário científico internacional desta área do conhecimento possibilitou uma visão integrada dos mapeamentos científicos ao redor do mundo.

Verificou-se, portanto, que dada a complexidade do quadro acadêmico internacional, os Sistemas de Informação Geográfica tendem a ser cada vez mais utilizados; tanto em âmbito científico, quanto político, ou ambiental. Por sua vez, a tecnologia tende a romper barreiras técnicas e criar novas possibilidades para a utilização de SIGs. Cada vez mais, cidadãos leigos tornar-se-ão, usuários e

dependentes destas informações espaciais, ressaltando assim, a importância dos SIG para a comunidade científica.

Os resultados da pesquisa indicaram que a ciência em informação geográfica é notoriamente desigual: enquanto alguns poucos autores são responsáveis pelo estado-da-arte do SIG, ditando as tendências, e recebendo grande quantidade de citações, a maioria publica apenas uma ou duas vezes em aspectos pontuais; ocorrendo o mesmo para periódicos e documentos citados. Esta desigualdade pode ser vista no espaço geográfico: a dissertação demonstrou que a pesquisa em SIG é dominada por centros de pesquisa localizados principalmente em países desenvolvidos – onde já existem universidades de excelência, relegando um papel periférico às áreas subdesenvolvidas do globo. Contudo, vale ressaltar que conforme demonstrado ao longo do texto, a desigualdade é o elemento-chave nas leis de Lotka, Bradford, e Zipf; ocorrendo assim, em todas as áreas do conhecimento, não somente em SIG.

Constatou-se que os principais autores ou são geógrafos, ou possuem pós-graduações em geografia, ou trabalham em departamentos de geografia, incluindo o principal autor Michael Goodchild; e também, a maior parte das publicações em SIG ocorrendo nesta área do conhecimento. Entretanto, os principais periódicos são mult disciplinares, incluindo o líder *International Journal of Geographical Information Science*. Além disso, os principais temas correlatos e as principais palavras-chave envolvem termos relacionados à análise espacial como “espacial”, “dados”, “modelo”, ou “geografia”. No âmbito territorial, Estados Unidos, China e Europa Ocidental lideram as pesquisas globais em SIG. O Brasil, entretanto, neste aspecto, é relevante no cenário sulamericano, porém periférico no cenário global.

## 9. REFERÊNCIAS

AERTS, J.C. In: Web of Science. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

ALMIND, Peter; INGWERSEN, Tomas C. **Informetric analyses on the world wide web**: methodological approaches to webometrics. Journal of Documentation, v. 53, n. 4, p. 404 - 426. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1108/EUM000000007205>> Acesso em: jun, 2015.

AMERICAN SOCIETY FOR PHOTOGRAMMETRY AND REMOTE SENSING (ASPRS). **Publications**. Disponível em: <<http://www.asprs.org/Publications.html>> Acesso em mai,2015.

ANDRES, Ana. **Measuring academic research**: How to undertake a bibliometric study. Oxford, Inglaterra: Chandos Publishing, 2009.

ANDREWS, J. H. **What Was a Map?** The Lexicographers Reply. Chepstow/Wales (UK). Cartographica: vol. 33, 1996.

ANSELIN, L. Geographical Analysis. 1995, v.27, p.93.

ANSELIN, Luc. In: Web of Science. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

ANTENUCCI, John C.; BROWN, Kay; CROSWELL, Peter L.; KEVANY, Michael J. **Geographic Information Systems**: A guide to the technology. Chapman & Hall: Nova Iorque, Estados Unidos, 1991.

ARAUJO, Carlos Alberto. **Bibliometria**: evolução histórica e questões atuais. Em Questão, Porto Alegre, v. 12, n. 1, p. 11-32, jan./jun. 2006. Disponível em <<http://www.revistas.univerciencia.org/index.php/revistaemquestao/article/viewFile/3707/3495>> Acesso em: jun, 2015.

ARIZONA STATE UNIVERSITY (ASU). Disponível em: <[www.asu.edu](http://www.asu.edu)>. Acesso em maio, 2015.

ARONOFF, Stan. **Geographic Information Systems**: A management perspective. WDL Publications: Ottawa, Canada, 1995.

ASSOCIATION OF AMERICAN GEOGRAPHERS (AAG) (b). **Publications**: The Professional Geographer. Disponível em: <[http://www.aag.org/cs/publications/the\\_professional\\_geographer](http://www.aag.org/cs/publications/the_professional_geographer)> Acesso em mai,2015.

ASSOCIATION OF AMERICAN GEOGRAPHERS (AAG)(a). **Publications**: Annals of the Association of American Geographers. Disponível em: <<http://www.aag.org/cs/publications/annals>> Acesso em mai,2015.

ASSOCIATION OF AMERICAN GEOGRAPHERS (AAG). Disponível em: <[www.aag.org/](http://www.aag.org/)>. Acesso em mar, 2016.

BAILEY, T. In: Web of Science. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

BARREDO, J.I. In: Web of Science. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

BATTY, Michael. In: Web of Science. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

BELLIS, Nicola de. **Bibliometrics and citation analysis**. From the Science Citation Index to the cybermetrics. Lanham, Estados Unidos; Toronto, Canadá; Plymouth, Reino Unido: The Scarecrow Press Inc, 2009.

BELTER, Chris. **Visualizing Networks of Scientific Research**. InfoToday, v. 36, n. 3, 2012. Disponível em: <<http://www.infotoday.com/online/may12/Belter-Visualizing-Networks-of-Scientific-Research.shtml>>. Acesso em: jun, 2015.

BENZ, U.C. In: Web of Science. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

BERRY, Joseph K. **Beyond Mapping: Concepts, Algorithms, and Issues in GIS**. GIS World: Colorado, Estados Unidos, 1993.

BEVEN, K.J. In: Web of Science. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

BLASCHKE, T. In: Web of Science. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

BONHAM-CARTER, G. In: Web of Science. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

BRITISH ACADEMY FOR THE HUMANITIES AND SOCIAL SCIENCES. Disponível em: <[www.britac.ac.uk](http://www.britac.ac.uk)>. Acesso em mar, 2016.

BROADUS, R.N. **Toward a definition of "Bibliometrics"**. Scientometrics, v.12, n.5-6, p. 373-379. Carolina do Norte, Estados Unidos: School of Library Science, 1987. Disponível em <<http://link.springer.com/article/10.1007%2FBF02016680>> Acesso em: jun, 2015.

BROOKES. **Theory of the Bradford Law**. Journal of Documentation, v. 33, n. 3 p. 180 - 209, 1977. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1108/eb026641>>. Acesso em: jun, 2015.

BROWN, D.G. In: Web of Science. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

BURROUGH, P. A. **Principles of Geographical Information Systems**. 1998

BURROUGH, P.A. In: Web of Science. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

BURROUGH, P.A.; Mcdonell, R.; **Principles of Geographical Information Systems**. Oxford University Press: Oxford, Inglaterra, 1998.

BURROUGH, P.A. In: Web of Science. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A.M.; D'ALGE, J.C. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. São José dos Campos, INPE, 2001 (on-line, 2a. edição, revista e ampliada). Disponível em <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd>> Acesso em mar, 2015.

CARON, Claude; STÉPHANE, Roche; GOYER, Daniel; JATON, Annick. **GIScience Journals Ranking and Evaluation: An International Delphi Study**. Transactions in GIS, 2008. Disponível em

<<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1467-9671.2008.01106.x/abstract>>. Acesso em maio, 2015.

CARTOGRAPHY AND GEOGRAPHIC INFORMATION SOCIETY (CaGIS).  
**The CaGIS Journal.** Disponível em:  
<<http://www.cartogis.org/publications/journal.php>> Acesso em mai,2015;

CARVER, S. In: Web of Science. Disponível em:  
<<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

CARVER, S.J. **Integrating multi-criteria evaluation with geographical information systems.** Int. Journal of Geograp. Inform. Systems, 1991, v.5, p.321.

CENTER FOR SPATIALLY INTEGRATED SOCIAL SCIENCE (CSISS). Disponível em: <<http://csiss.org/>>. Acesso em mar, 2016.

CENTRE FOR COMPUTACIONAL GEOGRAPHY (CCG). Disponível em: <<http://www.ccg.leeds.ac.uk/>>. Acesso em mar, 2016.

CHEN, Ye-Sho. **Analysis of Lotka's Law:** The Simon-Yule Approach. Informatron Processng & Management, v. 25, n. 5, p. 527-544, 1989. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/030645738990023X>>. Acesso em: jun, 2015

CHURCH, Richard. In: Web of Science. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

CLARK UNIVERSITY. Disponível em: <[www.clarku.edu](http://www.clarku.edu)>. Acesso em mar, 2016.

CLARKE, K.C.A **Self-Modifying Cellular Automaton Model of Historical Urbanization in the San Francisco Bay Area.** Environment and Planning B, 1997, v.24, p.247.

CLARKE, K.C.**Loose Coupling A Cellular Automaton Model and GIS:** Long-Term Growth Prediction for San Francisco and Washington/Baltimore. Int. Journal of Geograp. Inform. Science, 1998, v.12, p.699.

CLARKE, Keith C. In: Web of Science. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

COBO, M.J; HERRERA, Lopez; HERRERA, Viedma; HERRERA, F. **Science Mapping Software Tools:** Review, Analysis, and Cooperative Study Among Tools. Journal Of The American Society For Information Science And Technology, 62(7):1382–1402, 2011. Disponível em <<http://sci2s.ugr.es/publications/ficheros/mjco-bo-softwareReview-2011.pdf>> Acesso em mar, 2015.

COILE, Russell C. **Lotka's Frequency Distribution of Scientific Productivity.** Journal of the American Society for Information Science, n. 216, fev 1978. Disponível em <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/asi.4630280610/abstract>>. Acesso em: jun, 2015

CONGALTON, R. In: Web of Science. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

CONGALTON, R.G.**A review of assessing the accuracy of classification of remotely sensed data.** Remote Sensing of Environment, 1991, v.37, p.35

COPPOCK, J. T; RHIND; D. W. **The History of GIS**. In: MAGUIRE, David J.; GOODCHILD, Michael; RHIND, David W. Geographical Information Systems: Volume 1 Principles. Longman Scientific & Technical e John Wiley & Sons: Nova Iorque, Estados Unidos, 1991a.

COUCLELIS, Helen. In: Web of Science. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

COVA, T.J. In: Web of Science. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

CRESSIE, N. In: Web of Science. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

CRONE, G.R. Maps and their makers: an introduction to the history of cartography. London (UK): Hutchinson University Library, 1953.

DEMERS, Michael N. **Fundamentals of Geographic Information Systems**, 2ª ed. John Wiley & Sons: Nova Iorque, Estados Unidos, 2000.

DIJKSTRA, E. In: Web of Science. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

DIODATO, Pasquale; GELLATLY, Peter. **Dictionary of Bibliometrics**. Estados Unidos: Taylor & Francis, 1994.

DUTTA, Bidyarthi. **The journey from librmetry to altmetrics: a look back**. Golden Jubilee Celebration of Department of Library and Information Science. Kolkata, India: Jadavpur University, 2014. Disponível em: <<http://eprints.rclis.org/23665/>>. Acesso em: jun. 2015.

EASTMEN, J.R. In: Web of Science. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

ECK, Nees Jan Van. **Methodological Advances in Bibliometric Mapping of Science**. Rotterdam, Holanda: Erasmos University, 2011.

ECK, Nees Jan Van. WALTMAN, L. **VOS: a new method for visualizing similarities between objects**. Proceedings of the 30th Annual Conference of the German Classification Society, p. 299-306, 2007. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-70981-7\\_34](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-70981-7_34)>. Acesso em: jun, 2015.

ECK, Nees Jan Van. WALTMAN, L; NOYONS, E.C.M; BUTER, RK. **Automatic term identification for bibliometric mapping**. Scientometrics, 82(3), 581–596. Disponível em < <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11192-010-0173-0>> Acesso em mar, 2015.

ECK, Nees Jan Van. WALTMAN, Ludo; DEKKER, Rommert; BERG, Jan van den. **A Comparison of Two Techniques for Bibliometric Mapping: Multidimensional Scaling and VOS**. 2010. Disponível em <http://arxiv.org/pdf/1003.2551.pdf>> Acesso em mar, 2015.

ECK, Nees Jan Van. WALTMAN, Ludo; NOYONS, Ed. C.M. **A unified approach to mapping and clustering of bibliometric networks**. Journal of Informetrics Volume 4, Issue 4, October 2010, Pages 629–635. Disponível em < <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/asi.21347/epdf>> Acesso em mar, 2015.

ECK, Nees Jan Van. WATMAN, Ludo. **Visualizing bibliometric networks**. In: ROUSSEAU, Ronald; WOLFRAM, Dietmar. *Measuring Scholarly Impact: Methods and Practice*. New York/London: Springer, 2014.

EGENHOFER, Max. In: *Web of Science*. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

EGGHE, L. **A Note on Different Bradford Multipliers**. *Journal of the American Society for Information Science*, v. 41, n. 3, p. 204-209, 1990. Disponível em: <[http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/\(SICI\)1097-4571\(199004\)41:3%3C204::AID-ASI7%3E3.0.CO;2-8/abstract](http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/(SICI)1097-4571(199004)41:3%3C204::AID-ASI7%3E3.0.CO;2-8/abstract)>. Acesso em: jun. 2015.

EGGHE, L. **Consequences of Lotka's Law for the Law of Bradford**. *Journal of Documentation*, v. 41 n. 3 p. 173-189, 1986. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1108/eb026780>>. Acesso em: jun. 2015."

EGGHE, L. **Expansion of the field of Informetrics: Origins and consequences**. *Information Processing and Management*, v. 41, n. 6, p. 1311-1316, 2005. Disponível em: <<https://doclib.uhasselt.be/dspace/bitstream/1942/10249/1/Expansion.pdf>>. Acesso em: jun. 2015.

EGGHE, L. **The dual of Bradford's Law**. *Journal of the American Society for Information Science*, v. 37, n. 4, p.246-255,1990. Disponível em <[http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/\(SICI\)1097-4571\(198607\)37:4%3C246::AID-ASI10%3E3.0.CO;2-D/abstract](http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/(SICI)1097-4571(198607)37:4%3C246::AID-ASI10%3E3.0.CO;2-D/abstract)>. Acesso em: jun, 2015

ELSEVIER(a). **Computers and Geosciences**. Disponível em <<http://www.journals.elsevier.com/computers-and-geosciences/>>. Acesso em maio, 2015.

ELSEVIER(b). **Remote Sensing of Environment**. Disponível em <<http://www.journals.elsevier.com/remote-sensing-of-environment/>>. Acesso em maio, 2015.

ELSEVIER(c). **Computers, Environments and Urban Systems**. Disponível em <<http://www.journals.elsevier.com/computers-environment-and-urban-systems/>>. Acesso em maio, 2015.

ELWOOD, Sarah. In: *Web of Science*. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

ENVIRONMENT AND PLANNING (ENVPLAN). **Environment and Planning**. Disponível em <<http://www.envplan.com/>>. Acesso em maio, 2015.

ESTES, John; STAR, Jeffrey. **Geographic Information Systems: An Introduction**. Prentice Hall: Nova Jersey, Estados Unidos, 1990.

FAIRTHORNE, Robert A. **Progress in Documentation: Empirical Hyperbolic Distributions (Bradford-Zipf-Mandelbrot) for Bibliometric Description and Prediction**. *Journal of Documentation*, v. 25, n. 4, p.319-343. Disponível em <<http://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/eb026481?journalCode=jd>>. Acesso em: jun, 2015

FISHER, Irving. MILLER, O. **World maps and globes**. New York (US): Essencial Books, 1944.

FISHER, Peter F. **Classics from IJGIS: Twenty Years of the International Journal of Geographical Information Science and Systems**. Boca Raton, Londres, Nova Iorque: Taylor & Francis, 2007.

FONSECA, F. In: Web of Science. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

FOODY, G.M. In: Web of Science. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

FOODY, G.M. **Status of land cover classification accuracy assessment**. Remote Sensing of Environment, 2002, v.80, p.185.

FOTHERINGHAM, Alexander Stewart. In: Web of Science. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

GARFIELD, Eugene. **From Bibliographic Coupling to Co-Citation Analysis via Algorithmic Historio-Bibliography: A Citationist's Tribute to Belver C. Griffith**. Disponível em <<http://garfield.library.upenn.edu/papers/drexelbelvergriffith92001.pdf>>. Acesso em: jun, 2015.

GARFIELD, Eugene. **Journal impact factor: a brief review**. Canadian Medical Association or its licensors, v. 161, n. 8, 1999. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1230709>>. Acesso em: jun, 2015.

GARFIELD, Eugene. **The Use of Journal Impact Factors and Citation Analysis for Evaluation of Science**. The Scientist, 1998. Disponível em <[http://www.garfield.library.upenn.edu/papers/eval\\_of\\_science\\_oslo.html](http://www.garfield.library.upenn.edu/papers/eval_of_science_oslo.html)>. Acesso em maio, 2015.

GAUTHIER, Éline. **Bibliometric analysis of scientific and technological research: a user's guide to the methodology**. Canada: Observatoire des Sciences et des Technologies (CIRST), 1998.

GOFFMAN, William. **Mathematical Approach to the spread of scientific ideas - the history of mast cell research**. Nature, v.202. Nature Publishing Group: 2002. Disponível em <<http://www.nature.com/nature/journal/v212/n5061/abs/212449a0.html>>. Acesso em: jun, 2015

GOODCHILD, M. F. In: Web of Science. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

GOODCHILD, M. F., 1991, Keynote address: progress on the GIS research agenda. Proceedings, EGIS 91, Brussels, pp. 342-350.

GOODCHILD, M.F. **Geographical information science**. Geographical Information Systems, 1992, vol.6. no.1, 31-45. Disponível em <<http://www.geog.ucsb.edu/~good/papers/166.pdf>> Acesso em mar, 2015.

GOODCHILD, M.F. **The technological settings of GIS**. In: MAGUIRE, D.J; GOODCHILD, M.F; RHIND; D.W. Geographic Information Systems 1ed. John New Jersey (EUA): Wiley & Sons, 1991. Disponível em <

[http://www.wiley.com/legacy/wileychi/gis/Volume1/BB1v1\\_ch3.pdf](http://www.wiley.com/legacy/wileychi/gis/Volume1/BB1v1_ch3.pdf)> Acesso em mar, 2015.

GOODCHILD, M.F. **Citizens as sensors: the world of volunteered geography.** GeoJournal, 2007, v.69, p.211.

GOODCHILD, M.F. **Geographical information science.** Int. Journal of Geograp. Inform. Systems, 1992, v.6, p.31.

GOODCHILD, M.F. **Towards a general theory of geographic representation in GIS.** Int. Journal of Geograp. Inform. Science, 2007, v.21, p.239.

GUEDES, V. y BORSCHIVER, S. **Bibliometria: uma ferramenta estatística para a gestão da informação e do conhecimento, em sistemas de informação, de comunicação e de avaliação científica e tecnológica.** In: Proceedings CINFORM – VI Encontro Nacional de Ciência da Informação. Salvador, 2005. Disponível em <<http://www.feg.unesp.br/~fmarins/seminarios/Material%20de%20Leitura/Bibliometria/Artigo%20Bibliometria%20-%20Ferramenta%20estat%EDstica%20VaniaLSGuedes.pdf>>. Acesso em: jun, 2015

GUEDES, Vania. **A bibliometria e a gestão da informação e do conhecimento científico e tecnológico: uma revisão da literatura.** Ponto de Acesso, Salvador, v.6, n.2, p. 74-109, 2012

GUZZETTI, F. In: Web of Science. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

GLÄNZEL, W. **Bibliometrics as a research field: a course on theory and application of bibliometric indicators.** Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.97.5311&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: maio, 2015.

HAGERSTRAAND, T. In: Web of Science. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

HAKLAY, M. In: Web of Science. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

HARREMOES, Peter; TOPSOE, Flemming. **Zipf's law, hyperbolic distributions and entropy loss.** Electronic Notes in Discrete Mathematics, v. 21, p. 315–318, 2005.

HAISIG, L. M. **Statistical bibliography in the health sciences.** Bull Medical Library Association, v. 50, n. 3, p. 450–461, 1962. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC197860/pdf/mlab00192-0151.pdf>>. Acesso em: jun. 2015.

HARRIS, T. In: Web of Science. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

HEROLD, M. In: Web of Science. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

HEUVELINK, G. In: Web of Science. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

HJERPPE, Roland. **An outline of bibliometrics and citation analysis.** The Royal Institute of Technology Library. Estocolmo, Suécia: 1980

HOLLAND, J.H. In: Web of Science. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

HOOD, William W.; WILSON, **Concepcion S.** **The literature of bibliometrics, scientometrics, and informetrics.** *Scientometrics*, v.52, n.2, p. 291–314, 2001.

HUBER, J.C. **The underlying process generating Lotka's law and the statistics of exceedances.** *Information Processing and Management*, v. 34, n. 471, 1998. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306457398000132>>. Acesso em: jun, 2015.

HUGGETT, Sarah. **Journal bibliometrics indicators and citation ethics: A discussion of current issues.** Volume 230, Issue 2, October 2013, Pages 275–277. Disponível em <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0021915013004565>> Acesso em mar, 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE INFORMAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA (IBICT). **Histórico.** Disponível em: <<http://www.ibict.br/sobre-o-ibict/historico-1>>. Acesso em: jun. 2015.

INTERNATIONAL CARTOGRAPHY ASSOCIATION. **Modern Cartography: Role and contributions.** New York: Georg Gartner, 2013. Disponível em <[http://unstats.un.org/unsd/geoinfo/RCCdocs/rcca10E%20Conf\\_103\\_8\\_ICA%20newyork\\_unrcca\\_2013.pdf](http://unstats.un.org/unsd/geoinfo/RCCdocs/rcca10E%20Conf_103_8_ICA%20newyork_unrcca_2013.pdf)> Acesso em mar, 2015.

JANKOWSKI, Piotr. In: Web of Science. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

JANSSENS, Frizo; LETTA, Jacqueline; GLANZEL, Wolfgang; MOOR, Bart de. **Towards mapping library and information science.** *Information Processing and Management*, v. 42 p. 1614-1642. Elsevier, 2006. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030645730600046X>>. Acesso em: jun, 2015.

JAWORSKA, Natalia; ANASTASOVA, Angelina Chupetlovska. **Review of Multidimensional Scaling (MDS) and its Utility in Various Psychological Domains.** *Tutorials in Quantitative Methods for Psychology*, v.5, n.1, p.1-10, 2009. Disponível em: <[www.tqmp.org/RegularArticles/vol05-1/.../p001.pdf](http://www.tqmp.org/RegularArticles/vol05-1/.../p001.pdf)>. Acesso em: jun. 2015.

JENSEN, J.R. In: Web of Science. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

JENSON, S.K. In: Web of Science. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

JIANG, B. In: Web of Science. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

JOERIN, F. In: Web of Science. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

KINGSTON, R. In: Web of Science. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

KNIGGE, L. In: Web of Science. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

KOCH, Tom; DENIKE, Ken. **Medical mapping: The revolution in teaching – and using – maps for the analysis of medical issues.** Journal of Cartography 103: 76-85. National Council for Geographic Education, 2004. Disponível em <[http://www.ph.ucla.edu/epi/snow/jgeography103\\_76\\_85\\_2004.pdf](http://www.ph.ucla.edu/epi/snow/jgeography103_76_85_2004.pdf)> Acesso em mar, 2015.

KORTE; George B. **The GIS Book**, 4<sup>a</sup> ed: Understanding the value and implementation of Geographic Information Systems. Onword Press: Santa Fe, Estados Unidos, 1997.

KRUSKAL, Joseph B.; WISH, Myron. **Multidimensional Scalling: Quantitative Applications in the Social Sciences.** Sage Publications, 1978.

KWAN, M.P. **Feminist Visualization: Re-envisioning GIS as a Method in Feminist Geographic Research.** Annals of the Ass.of Amer. Geographers, 2002, v.92, p.645.

KWAN, M.P. **Geographical Analysis.** 1998, v.30, p.191.

KWAN, Mei-Po. In: Web of Science. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

KWANTLEN POLYTECHNIC UNIVERSITY. Disponível em: <[www.kpu.ca/](http://www.kpu.ca/)>. Acesso em mar, 2016.

KYEM, P.A. In: Web of Science. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

LANGRAN, G. In: Web of Science. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

LÄNZEL, W. **Bibliometrics as a research field: a course on theory and application of bibliometric indicators.** Courses Handout, 2003. Disponível em: <[http://yunus.hacettepe.edu.tr/~tonta/courses/spring2011/bby704/bibliometrics-as-a-research-field-Bib\\_Module\\_KUL.pdf](http://yunus.hacettepe.edu.tr/~tonta/courses/spring2011/bby704/bibliometrics-as-a-research-field-Bib_Module_KUL.pdf)>. Acesso em: jun, 2015.

LAPA, Remi Correia; CORRÊA, Renato Fernandes. **Leis bibliométricas aplicadas na indexação automática de teses e dissertações da UFPE.** In: Encontro de Estudos Sobre Tecnologia, Ciência e Gestão da informação – ENEGI, 2., 2011, Recife. Anais... Recife: IFPE, 2011.

LAURINI, Robert; THOMPSON, Derek. **Fundamentals of Spatial Information Systems.** Academic Press: San Diego, Estados Unidos, 1992.

LEE, Saro. In: Web of Science. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

LEIMKUHNER, Ferdinand. **The Bradford Distribution.** Journal of Documentation, v.23, n.3, p.197-207, 1967. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1108/eb026430>>. Acesso em: jun. 2015.

LEYDESDORFF, Loet; HEIMERIKS, Gaston; ROTOLO, Daniele. **Journal Portfolio Analysis for Countries, Cities, and Organizations: Maps and Comparisons.** Journal of the Association for Information Science and Technology, 2015. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/asi.23551/abstract>>. Acesso em: jun, 2015.

LI, X. **Modelling sustainable urban development by the integration of constrained cellular automata and GIS**. Int. Journal of Geograp. Inform. Science, 2000, v.14, p.131.

LI, X. **Neural-network-based cellular automata for simulating multiple land use changes using GIS**. Int. Journal of Geograp. Inform. Science, 2002, v.16, p.323.

LI, Xingong. In: Web of Science. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

LONGLEY, P.A. In: Web of Science. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

LONGLEY, Paul A.; GOODCHILD, Michael; MAGUIRE, David J.; RHIND, David R. **Geographic Information Systems and Science**, 2<sup>ª</sup>ed. John Wiley & Sons: Chinchester, Inglaterra, 2007

LOO, Robert. "The Delphi method: a powerful tool for strategic management", Policing: An International Journal of Police Strategies & Management, Vol. 25 Iss: 4, pp.762 - 769. Disponível em <<http://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/13639510210450677>>. Acesso em maio, 2015.

MACEACHREN, Alan M. In: Web of Science. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

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, 1998. Disponível em: <<http://revista.ibict.br/index.php/ciinf/article/view/342>>. Acesso em: jun, 2015.

MAGUIRE, D.J. An **Overview and definition of GIS**. In: MAGUIRE, D.J.; GOODCHILD, M.F.; RHIND; D.W. Geographic Information Systems 1ed. John New Jersey (EUA): Wiley & Sons, 1991. Disponível em <[http://www.wiley.com/legacy/wileychi/gis/Volume1/BB1v1\\_ch1.pdf](http://www.wiley.com/legacy/wileychi/gis/Volume1/BB1v1_ch1.pdf)> Acesso em mar, 2015.

MAGUIRE, D.J. GOODCHILD, Michael; RHIND, David W. **Geographical Information Systems: Volume 1 Principles**. Longman Scientific & Technical e John Wiley & Sons: Nova Iorque, Estados Unidos, 1991a.

MAGUIRE, D.J. GOODCHILD, Michael; RHIND, David W. **Geographical Information Systems: Volume 2 Applications**. Longman Scientific & Technical e John Wiley & Sons: Nova Iorque, Estados Unidos, 1991b.

MALCZEWSKI, J. **GIS and Multicriteria Decision Analysis**. 1999

MALCZEWSKI, J. **GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature**. Int. Journal of Geograp. Inform. Science, 2006, v.20, p.703.

MALCZEWSKI, Jacek. In: Web of Science. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

MANEY PUBLISHING. **The Cartographic Journal**. Disponível em <<http://www.maneyonline.com/loi/caj>>. Acesso em maio, 2015.

MANN, Gideon S; MIMNO, David; MCCALLUM; Andrew. **Bibliometric impact measures leveraging topic analysis**. Massachusetts (EUA): University of

Massachusetts, Department of Computer Science, 2013. Disponível em <<http://www.vosviewer.com/publications/>>. Acesso em 12 out, 2013.

MARICATO, J.N. **Dinâmica das relações entre Ciência e Tecnologia:** estudo Bibliométrico e Cientométrico de múltiplos indicadores de artigos e patentes em biodiesel. Universidade de São Paulo: São Paulo, 2010. Disponível em <[www.teses.usp.br/teses/disponiveis/27/27151/tde-17112010.../5800676.pdf](http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/27/27151/tde-17112010.../5800676.pdf)>. Acesso em: jun, 2015

MARTIN, David. **Geographic information systems:** socioeconomic applications. 2. ed. Londres (UK) e Nova Iorque (EUA): Routledge, 1996.

MCGARIGAL, K. In: Web of Science. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

MEDINA, Clara Calero; NOYONS, E.C.M. **Combining mapping and citation network analysis for a better understanding of the scientific development:** The case of the absorptive capacity field. Journal of Informetrics, v.2, p.272-279, 2008. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1751157708000497>>. Acesso em: jun, 2015.

MEMORIAL UNIVERSITY (MUN). Disponível em: <[www.mun.ca/](http://www.mun.ca/)>. Acesso em mar, 2016.

MEIPOKWAN HOME PAGE. Disponível em: <[meipokwan.org/](http://meipokwan.org/)>. Acesso em mar, 2016.

MENNIS, J. In: Web of Science. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

MERTON, R. K. **The Mathew effect in science.** Science, v. 159, n. 3810, p. 58, 1968. Disponível em: <<http://www.garfield.library.upenn.edu/merton/matthew1.pdf>>. Acesso em: jun, 2015.

MILLER, Harvey J. In: Web of Science. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

MONKHOUSE, F.J. WILKINSON, H.R. **Maps and diagrams.** Their compilation and construction. London (UK): University Paperbacks, 1952.

MORRIS, Steven A.; MARTENS, Betsy Van der Veer. **Mapping Research Specialties.** Annual Review of Information Science and Technology, v. 42, n.1, 2008. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/aris.2008.1440420113/abstract>>. Acesso em: jun, 2015.

MULLNER, R.M; CHUNG, K; CROKE, KG; MENSAH, EK; **Geographic information systems in public health and medicine.** US National Library of Medicine; National Institutes of Health: 2004. Disponível em <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15446613>> Acesso em mar, 2015.

MURRAY, Alan T. In: Web of Science. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

MUEHRCKE, Phillip C.; MUEHRCKE, Juliana O.; KIMERLING, Jon A. **Map Use:** Reading, Analysis, and Interpretation. 4ed. JP Publications. Madison (WI), 2001.

NATIONAL CENTER FOR GEOGRAPHIC INFORMATION AND ANALYSIS (NCGIA). Disponível em: <<http://www.ncgia.buffalo.edu/>>. Acesso em mar, 2016.

NASSI-CALO, Lilian. **Declaration recommends eliminate the use of Impact factor for research evaluation**. In: Scielo in Perspective. Disponível em: <<http://blog.scielo.org/en/2013/07/16/declaration-recommends-eliminate-the-use-of-impact-factor-for-research-evaluation/#.V27OufkrKM8>>. Acesso em maio, 2016.

NICHOLAS, David; RICHIE, Maureen. **Literature and Bibliometrics**. Londres, Inglaterra: Clive Bingley, 1978.

NOYONS, E.C.M.; VAN RAAN, A.F.J.; **Monitoring Scientific Developments from a Dynamic Perspective: Self-Organized Structuring to Map Neural Network Research**. Journal of the American Society for Information Science, v.49, n.1, p.68-81, 1998. Disponível em: <[http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/\(SICI\)1097-4571\(1998\)49:1%3C68::AID-ASI9%3E3.0.CO;2-1/abstract](http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/(SICI)1097-4571(1998)49:1%3C68::AID-ASI9%3E3.0.CO;2-1/abstract)>. Acesso em: jun, 2015.

NOYONS, E.C.M.; VAN RAAN, A.F.J.; **Using bibliometric maps of science in a science policy context**. Em Questão, Porto Alegre, v. 18, Edição ESPECIAL, p. 15-27, dez. 2012. Disponível em: <<http://seer.ufrgs.br/EmQuestao/article/viewFile/36194/23771>>. Acesso em: jun, 2015.

OCCALLAGHAN, J.F. In: Web of Science. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

OHIO STATE UNIVERSITY (OSU). Disponível em: <<https://geography.osu.edu/>>. Acesso em mar, 2016.

OKABE, A. In: Web of Science. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

OPENSHAW, Stan. In: Web of Science. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

PAO, Miranda Lee. **Lotka's Law: A testing procedure**. Information Processing & Management, v. 21, n. 4, p. 305-320, 1985. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/030645738590055X>>. Acesso em: jun. 2015.

PARKER, D. In: Web of Science. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

PARKER, D.C. **Multi-Agent Systems for the Simulation of Land Use and Land Cover Change**. Annals of the Ass. of Amer. Geographers, 2003, v.93, p.314.

PARZEN, Emmanuel. **On estimation of a probability density function and mode**. Annals of Mathematical Statistics, v.33, setembro/1962

PENG, Zhong-Ren; TSOU, Ming-Hsiang. **Internet GIS: distributed geographic information services for the internet and wireless networks**. Nova Jersey (EUA): John Wiley & Sons Inc, 2003.

PENNSYLVANIA UNIVERSITY , 2016a. Disponível em: <[www.psu.edu/](http://www.psu.edu/)>. Acesso em mar, 2016.

PENNSYLVANIA UNIVERSITY , 2016b. Disponível em: <[www.psu.edu/](http://www.psu.edu/)>. Acesso em mar, 2016.

PERITZ, Bluma C; ILAN, Judit Bar. **The sources used by bibliometrics-scientometrics reflected in references.** Scientometrics. 06-2002, Volume 54, Issue 2, pp 269-284. Disponível em <http://link.springer.com/article/10.1023%2FA%3A1016018013096>> Acesso em mar, 2015.

PEUQUET, Donna J.; MARBLE, Duane F.; **Introductory Readings in Geographic Information Systems.** Taylor & Francis: Londres, Inglaterra; Nova Iorque, Estados Unidos; Filadélfia, Estados Unidos, 1990

PEUQUET, Donna Jean. In: Web of Science. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

PICKLES, J. In: Web of Science. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

PICKLES, J. **Ground Truth: The Social Implications of Geographic Information Systems.** 1995

PINHEIRO, L. V. R. **Lei de Bradford: uma reformulação conceitual.** Ciência da Informação, Brasília, v. 12, n. 2, p. 59-80, 1983. Disponível em: <<http://revista.ibict.br/ciinf/index.php/ciinf/article/download/1498/1116>>. Acesso em: jun, 2015.

PONTIUS JR, Robert, Gilmore. In: Web of Science. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

PORTAL DA ESCRITA CIENTÍFICA DO CAMPUS USP DE SÃO CARLOS (UFSCAR). **Softwares Bibliométricos e de Colaboração Científica,** 2012. Disponível em: <<http://www.escritacientifica.sc.usp.br/gerenciadores-bibliometricos/>>. Acesso em: jun, 2015.

PRADHAN, Dola. In: Web of Science. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

PRICE, Derek de Solla. **A General Theory of Bibliometric and Other Cumulative Advantage Processes.** Journal of the American Society for Information Science, v. 27, n.5, p.292-306, 1976. Disponível em: <<http://garfield.library.upenn.edu/price/pricetheory1976.pdf>>. Acesso em: jun. 2015.

PRICE, Derek de Solla. **Little Science, Big Science.** Nova Iorque, Estados Unidos; Londres, Inglaterra: Columbia University Press, 1963.

PRICE, Derek de Solla. **Networks of scientific papers:** The pattern of bibliographic references indicates the nature of scientific research front. Science, v. 149, p.510-515, 1965. Disponível em: <<http://www.garfield.library.upenn.edu/papers/pricenetworks1965.pdf>>. Acesso em: jun, 2015.

PRICE, Derek de Solla. **Science since Babylon.** New Haven, Estados Unidos; Londres, Inglaterra: Yale University Press, 1978.

PRITCHARD, A. **Statistical bibliography or bibliometrics?** Journal of Documentation, v. 25, n.4, p. 348-349, 1969. Disponível em: <[http://www.academia.edu/598618/Statistical\\_bibliography\\_or\\_bibliometrics](http://www.academia.edu/598618/Statistical_bibliography_or_bibliometrics)>. Acesso em: jun. 2015.

PROQUEST DISSERTATIONS & TESES.. Disponível em <<http://www.proquest.com/en-US/>>. Acesso em 1 nov, 2013.

ROYAL GEOGRAPHICAL SOCIETY WITH THE INSTITUTE OF BRITISH GEOGRAPHERS. Academic journals, books and guides. Disponível em <<http://phg.sagepub.com/>>. Acesso em maio, 2015.

SAATY, T. In: Web of Science. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

SAGE PUBLICATIONS. **Progress In Human Geography (PiHG)**. Disponível em <<http://phg.sagepub.com/>>. Acesso em maio, 2015.

SAGE PUBLICATIONS. Disponível em: <[www.sagepub.com](http://www.sagepub.com)>. Acesso em mar, 2016.

SAIN'T MARY'S UNIVERSITY. **Geographic Information Science Journal Rankings**. Disponível em <[http://www2.smumn.edu/deptpages/tclibrary/search/subjects/gis\\_journals.pdf](http://www2.smumn.edu/deptpages/tclibrary/search/subjects/gis_journals.pdf)>. Acesso em maio, 2015.

SAN FRANCISCO DECLARATION ON RESEARCH ASSESSMENT (DORA). Disponível em: <<http://www.ascb.org/dora>>. Acesso em maio, 2016.

SAN DIEGO STATE UNIVERSITY. Disponível em: <[www.sdsu.edu](http://www.sdsu.edu)>. Acesso em mar, 2016.

SCARLETTO, Edith A. **Mapping the Literature of GIS**. College & Research Libraries, 2014. Disponível em <<http://www.rgs.org/OurWork/Research+and+Higher+Education/Journals+books+and+guides/Academic+journals+books+and+guides.htm>>. Acesso em maio, 2015.

SCHRADER, Alvin. **Teaching Bibliometrics**. Illinois, Estados Unidos: Graduate School of Library and Information Science, University of Illinois at Urbana-Champaign, 1981. Disponível em: <[https://www.ideals.illinois.edu/bitstream/handle/2142/7192/librarytrendsv30i11\\_opt.pdf?sequence=1](https://www.ideals.illinois.edu/bitstream/handle/2142/7192/librarytrendsv30i11_opt.pdf?sequence=1)>. Acesso em: jun, 2015.

SCHUURMAN, Nadine. In: Web of Science. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

SCIENCE DIRECT. Disponível em <<http://www.sciencedirect.com/>>. Acesso em 1 nov, 2013.

SCIENTIFIC RESEARCH PUBLISHING. Disponível em: <[www.scirp.org/](http://www.scirp.org/)>. Acesso em mar, 2016.

SIEBER, R. In: Web of Science. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

SIEBER, R. **Public Participation Geographic Information Systems: A Literature Review and Framework**. Annals of the Ass.of Amer. Geographers, 2006, v.96, p.491.

SILVERMAN, Z. In: Web of Science. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

SIMON FRASER UNIVERSITY. Disponível em: <[www.sfu.ca](http://www.sfu.ca)>. Acesso em mar, 2016.

SINGLETON, A. In: Web of Science. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

SMALL, H. **Update on Science Mapping: Creating Large Document Spaces.** *Scientometrics*, v.38, n.2, p.275-293, 1997. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007%2FBF02457414>>. Acesso em: jun, 2015.

SPRINGER(a). *Geoinformatica*. Disponível em <<http://link.springer.com/journal/10707>>. Acesso em maio, 2015.

SPRINGER(b). *Landscape Ecology*. Disponível em <<http://www.springer.com/life+sciences/ecology/journal/10980>>. Acesso em maio, 2015.

STEWART, T.J. In: Web of Science. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

SUI, D. Z. In: Web of Science. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

TAHAI, Alireza; MEYER, Michael J.; **A Revealed Preference Study of Management Journals Direct Influences.** *Strategic Management Journal*, v.20, p. 279-296, 1999. Disponível em: <[http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/\(SICI\)1097-0266\(199903\)20:3%3C279::AID-SMJ33%3E3.0.CO;2-2/abstract](http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/(SICI)1097-0266(199903)20:3%3C279::AID-SMJ33%3E3.0.CO;2-2/abstract)>. Acesso em: jun, 2015.

TARBOTON, D. In: Web of Science. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

TAYLOR & FRANCIS(a). **International Journal of Geographical Information Systems (IJGIS)**. Disponível em <<http://www.tandfonline.com/toc/tgis20/current>>. Acesso em maio, 2015.

TAYLOR & FRANCIS(b). **International Journal of Remote Sensing (IJRS)**. Disponível em <<http://www.tandfonline.com/toc/tres20/current>>. Acesso em maio, 2015.

TAYLOR & FRANCIS(c). **Geographic Information Systems: The microcomputer and modern cartography.** *Modern Cartography volume one.* Pergamon: Oxford, Inglaterra; Nova Iorque, Estados Unidos; Tóquio, Japão, 1994.

TAYLOR, Fraser. **Education and training in contemporary cartography.** Ottawa (CA): John Wiley and Sons, 1985.

TIAN, Yangge; WEN, Cheng; HONG, Song. Global scientific production on GIS research by bibliometric analysis from 1997 to 2006. *Journal of Infometrics*, 2008. Disponível em <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1751157707000715>>. Acesso em 14 set, 2013.

THELWALL, Mike; Vaughan, Liwen; BJÖRNEBORN, Lennart. **Webometrics.** In: **Annual Review of Information Science And Technology**, v. 39, 2003. Disponível em <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/aris.1440390110/abstract>>. Acesso em: jun, 2015.

THELWALL, Mike; WILKINSON, David. **Three Target Document Range Metrics for University Web Sites.** *Journal of the American Society for Information*

Science and Technology, v.54, n.6, p. 490-497, 2003. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/asi.10222/abstract>>. Acesso em: jun, 2015.

THOMSON REUTERS. Disponível em: <[thomsonreuters.com](http://thomsonreuters.com)>. Acesso em: jun, 2015

THOMSON REUTERS. Journal Citation Reports. Disponível em <[http://wokinfo.com/products\\_tools/analytical/jcr/](http://wokinfo.com/products_tools/analytical/jcr/)>. Acesso em maio, 2015.

TOBLER, W. In: Web of Science. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

TOBLER, W.R.A **Computer Movie Simulating Urban Growth in the Detroit Region**. Economic Geography, 1970, v.46, p.234.

TOBLER, Waldo. In: Web of Science. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

TOMLIN, D. In: Web of Science. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

TORRENS, P. M. In: Web of Science. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

TUCKER, C.J. In: Web of Science. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

TURNER, A. J. **Introduction to Neogeography**. 2006

UCSB Geography(c). Disponível em: <[geog.ucsb.edu/](http://geog.ucsb.edu/)>. Acesso em mar, 2016.

UCSB Geography(a). Disponível em: <[geog.ucsb.edu/](http://geog.ucsb.edu/)>. Acesso em mar, 2016.

UCSB Geography(b). Disponível em: <[geog.ucsb.edu/](http://geog.ucsb.edu/)>. Acesso em mar, 2016.

UNIVERSITY COLLEGE LONGON (UCL) Disponível em: <[iris.ucl.ac.uk/](http://iris.ucl.ac.uk/)>. Acesso em mar, 2016.

UNIVERSITY OF ILLINOIS. Disponível em: <[illinois.edu/](http://illinois.edu/)>. Acesso em mar, 2016.

UNIVERSITY OF KANSAS (KU). Disponível em: <<http://www.ku.edu/>>. Acesso em mar, 2016.

UNIVERSITY OF MAINE. Disponível em: <<https://umaine.edu/>>. Acesso em mar, 2016.

UNIVERSITY OF TEXAS AT DALLAS (UTDALLAS). Journals. Disponível em <<https://www.utdallas.edu/epps/research/journals.html>>. Acesso em maio, 2015.

UNIVERSITY OF TORONTO PRESS. Cartographica. Disponível em <<http://www.utpjournals.com/cartographica.html>>. Acesso em maio, 2015.

URBAN AND REGIONAL INFORMATION SYSTEMS ASSOCIATION (URISA). URISA Journal. Disponível em <<http://www.utpjournals.com/cartographica.html>>. Acesso em maio, 2015.

URBIZAGASTEGUI Alvarado; Ruben A. **A produtividade dos autores sobre a Lei de Lotka**. Ci. Inf., Brasília, v. 37, n. 2, p. 87-102, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ci/v37n2/a07v37n2.pdf>>. Acesso em: jun, 2015.

VAN RAAN, A.F.J. **Advances in bibliometric analysis: research performance assessment and science mapping.** The Authors volume compilation. Portland Press Limited: 2014. Disponível em: <<http://www.portlandpress.com/pp/books/online/wg87/087/0017/0870017.pdf>>.

Acesso em: jun. 2015.

VAN RAAN, A.F.J. **Scientometrics: State of the Art.** *Scientometrics*, v. 38, n. 1, p. 205-218, 1997. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007%2F02461131>>. Acesso em: jun, 2015.

VAN RAAN, A.F.J. TIJSEEN, R.J.M. **The Neural Net of Neural Network Research.** *Scientometrics*, v.26, n.1, p.169-192, 1993. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007%2F02016799>>. Acesso em: jun, 2015.

VINKLER, P. **Relations of relative scientometric impact indicators.** The relative publication strategy index. *Scientometrics*, v.40, n.1, p.163-169, 1997. Disponível em <<http://link.springer.com/article/10.1007%2F02459266>>. Acesso em: jun, 2015

VUKOVIC, Vesna Oluic. **Bradford's Distribution:** From the Classical Bibliometric "Law" to the More General Stochastic Models. *Journal of the American Society for Information Science*, v.48, n.9, p. 833-842, 1997. Disponível em: <[http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/\(SICI\)1097-4571\(199709\)48:9%3C833::AID-ASI7%3E3.0.CO;2-S/abstract](http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/(SICI)1097-4571(199709)48:9%3C833::AID-ASI7%3E3.0.CO;2-S/abstract)>. Acesso em: jun, 2015.

VOSviewer - Visualizing scientific landscapes. Disponível em: <[www.vosviewer.com](http://www.vosviewer.com)>. Acesso em 2013. Acesso em 2014. Acesso em 2015. Acesso em 2016.

WALTMAN, Ludo; ECK, Nees Jan van; NOYONS, Ed. C.M. **A unified approach to mapping and clustering of bibliometric networks.** Leiden (Holanda): Centre for Science and Technology Studies, Leiden University, 2000. Disponível em <<http://www.vosviewer.com/publications/>>. Acesso em 12 out, 2013.

WALTMAN, Ludo; ECK. **Bibliometric mapping of the computational intelligence field.** *International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems*, 15(5):625-645, 2007. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1142/S0218488507004911>> Acesso em 2 nov, 2013.

WEB OF SCIENCE. Disponível em <<http://wokinfo.com/>>. Acesso em 2013. Acesso em 2014. Acesso em 2015. Acesso em 2016.

WEINER, D. In: *Web of Science*. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

WEINER, D. **Community Participation and Geographic Information Systems.** 2002

WEINGART, Peter. **Impact of bibliometrics upon the science system: Inadvertent consequences?** *Scientometrics*, v. 62, n. 1, p. 117-131, 2005. Disponível em: <<http://pub.uni-bielefeld.de/publication/1871777>>. Acesso em: jun, 2015.

WENG, Q. In: *Web of Science*. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

WESTERN UNIVERSITY. Disponível em: <[www.uwo.ca/](http://www.uwo.ca/)>. Acesso em mar, 2016.

WHITE, R. **The Use of Constrained Cellular Automata for High-Resolution Modelling of Urban Land-Use Dynamics**. Environment and Planning B, 1997, v.24, p.323.

WHITE, Roger. In: Web of Science. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

WILEY ONLINE LIBRARY (a). **Transactions in GIS**. Disponível em <[http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/\(ISSN\)1467-9671](http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/(ISSN)1467-9671)>. Acesso em maio, 2015.

WILEY ONLINE LIBRARY (b). **Transactions of the Institute of British Geographers**. Disponível em <<http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/%28ISSN%291475-5661>>. Acesso em maio, 2015.

WILEY ONLINE LIBRARY (c). **Geographical Analysis**. Disponível em <<http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/%28ISSN%291538-4632>>. Acesso em maio, 2015..

WILKINSON, Leland. **Multidimensional Scalling**, 2003. Disponível em: <[http://cda.psych.uiuc.edu/mds\\_509\\_2013/readings/systat\\_scaling\\_manual.pdf](http://cda.psych.uiuc.edu/mds_509_2013/readings/systat_scaling_manual.pdf)>. Acesso em: jun, 2015.

WOOD, Michael. **Visualization in historical context**. In: MACEACHREN, Alan M; TAYLOR; Fraser. Visualization in modern cartography: modern cartography volume II. Pennsylvania (US)/Ottawa (CA): Pergamon, 1994.

WORBOYS, M. F. In: Web of Science. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

WU, F. In: Web of Science. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

WU, F. **L.Calibration of stochastic cellular automata: the application to rural-urban land conversions**. Int. Journal of Geograp. Inform. Science, 2002, v.16, p.795.

WU, F. **Simulation of Land Development through the Integration of Cellular Automata and Multicriteria Evaluation**. Environment and Planning B, 1998, v.25, p.103.

WYLLYS, Ronald E. **Empirical and Theoretical Bases of Zipf's Law**. Library Trends, v. 30, n.1, p. 53-64, 1981. Disponível em: <[https://www.ideals.illinois.edu/bitstream/handle/2142/7182/librarytrendsv30i1g\\_opt.pdf?sequence=1](https://www.ideals.illinois.edu/bitstream/handle/2142/7182/librarytrendsv30i1g_opt.pdf?sequence=1)>. Acesso em: jun, 2015.

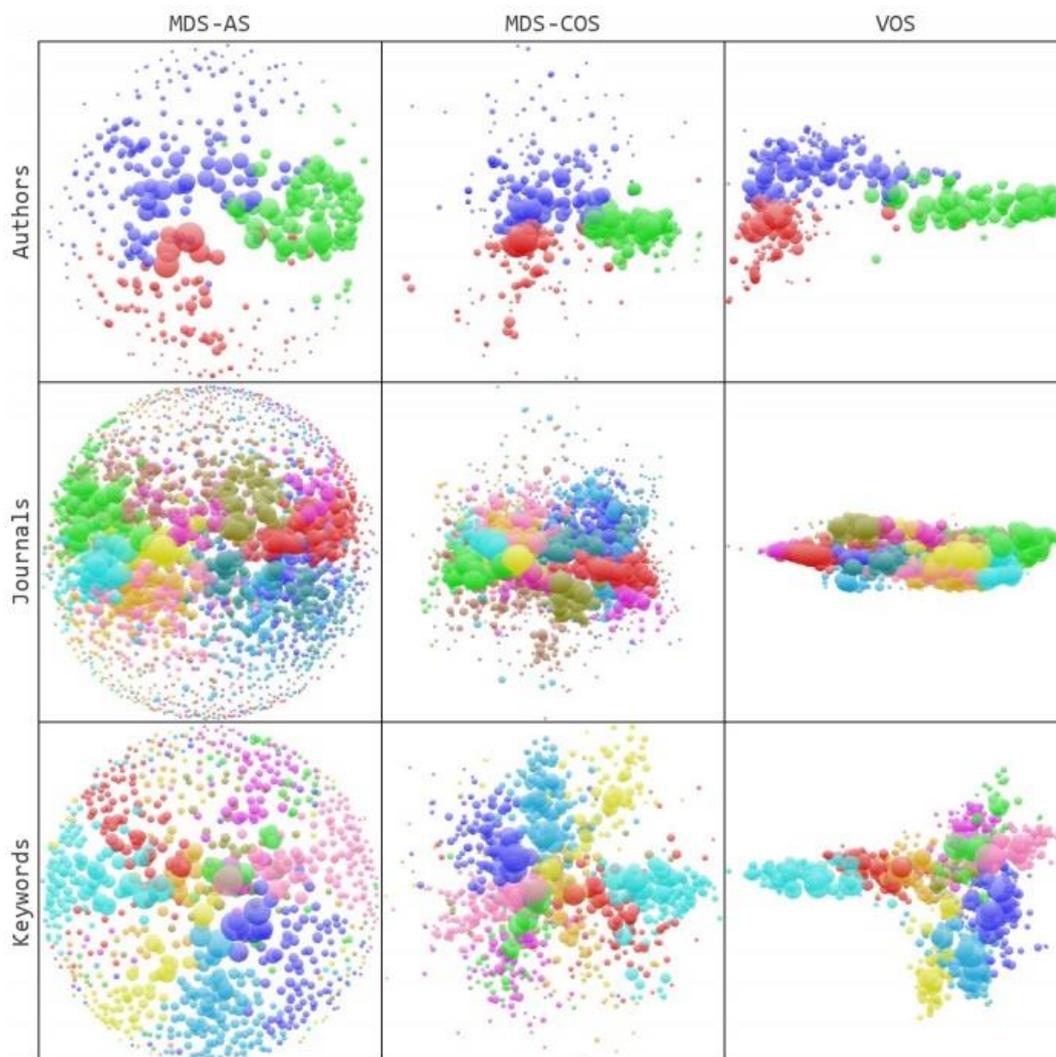
YAN, Erjia. DING, Ying. **Scholarly network similarities: How bibliographic coupling networks, citation networks, co-citation networks, topical networks, coauthorship networks, and co-word networks relate to each other**. Journal of the American Society for Information Science and Technology, v.63, n.7, p.1313–1326, 2012. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/asi.22680/abstract>>. Acesso em: jun, 2015.

YOALI, P. **Methodology of computer-assisted cartography**. In: DAVIS, John C.; McCULLAGH, Michael J.; Display and Analysis of Spatial Data: NATO Advanced Study Institute. John Wiley & Sons: Londres, Inglaterra; Nova Iorque, Estados Unidos; Sidney, Austrália; Toronto, Canadá, 1975.

ZADEH, L. In: Web of Science. Disponível em: <<https://webofknowledge.com/>>. Acesso em fev, 2016.

## 10. ANEXOS

### ANEXO A – Comparação entre visualização MDS e VOS.



Fonte: Eck e Waltman (2007).