

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

PEDRO HENRIQUE BARRERA DE MOURA GOMES

**ABORDAGEM BIBLIOMÉTRICA DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA SOBRE  
SENSORIAMENTO REMOTO PARA FLORESTAS**

CURITIBA  
2020

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

**ABORDAGEM BIBLIOMÉTRICA DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA DO  
SENSORIAMENTO REMOTO PARA FLORESTAS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Especialização em Manejo Florestal de Precisão, do Programa de Educação Continuada em Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, como pré-requisito para obtenção do título de especialista.

Orientadora: Prof. Msc. Verônica Satomi Kazama

CURITIBA  
2020

## RESUMO

Este estudo propõe-se a fornecer um panorama geral dos estudos de sensoriamento remoto para florestas por meio de análise bibliométrica. Posteriormente à compilação da literatura disponível na base selecionada, a Scopus, foi realizada uma análise bibliométrica. Nesta etapa, utilizou-se os pacotes bibliometrix e biblioshiny desenvolvidos para o software R, possibilitando a filtragem de documentos e representação dos dados em gráficos e Tabelas. Para este trabalho, optou-se pelos seguintes parâmetros: relevância e participação dos autores, número de citações, número de participações em artigos de cada país e instituições, índice-H, rede de cooperação entre países e coocorrência de palavras-chave. As instituições que mais participam nos artigos se concentram nos Estados Unidos das Américas, China, Alemanha e, conseqüentemente, a participação desses países também é maior. Houve um crescimento anual de 6,46% na quantidade de publicações, subindo de 571 artigos em 2009 para 1006 artigos no ano de 2018. Existem três grandes clusters de palavras-chave, indicando quais temas os pesquisadores estudam: o primeiro aborda como tema central a Ecologia; o segundo aborda estudos de carbono, biomassa e inventário florestal associados ao uso de sensores espectrais e à laser especialmente em florestas tropicais; o terceiro grupo estuda por meio das imagens orbitais, as mudanças de fragmentos florestais, uso e ocupação de terra. Conclui-se que os pesquisadores estão se aprofundando em trabalhos envolvendo sensoriamento remoto, para estudos de florestas, da mesma forma que os periódicos passaram a ganhar mais relevância. A maior quantidade de artigos produzidos se concentra em poucos países, o que acaba sugerindo maior facilidade de cooperação e investimento desses países. Por fim, recomenda-se uma investigação aprofundada sobre artigos publicados por instituições brasileiras e o impacto desses artigos.

Palavras-Chave: Bibliometria. Geotecnologias. Bibliometrix.

## **ABSTRACT**

This study aims to provide an overview of the general statistics of remote sensing studies through bibliometric analysis. After compiling the literature available in the selected database, Scopus, a bibliometric analysis was performed. In this step, we used the bibliometrix and biblioshiny package developed for the R software, enabling the filtering of documents and representation of the results in graphs and tables. For this work, we chose to work with the relevance and participation of the authors, number of citations, number of participations in articles from each country and institutions, H-index, cooperation network between countries, and co-occurrence of keywords. The institutions that participate most in the articles are concentrated in the United States of America, China, Germany, and consequently, the participation of these countries is also higher. There was an annual growth of 6.46% in the number of publications, rising from 571 articles in 2009 to 1006 articles in 2018. There are three significant clusters of keywords, indicating which themes the researcher's study. The cluster first addresses issues of monitoring the evapotranspiration, changes in land use and occupation, climates, fires and forest phenology; the second deals with carbon, biomass, and forest inventory studies associated with the use of laser and spectral sensors especially in tropical forests; The third group studies, through orbital images, changes in forest fragments, land use, and occupation. Our conclusion is that the researchers are deepening in works involving remote sensing, the journals have started to gain more relevance, the most significant number of articles produced is concentrated in a few countries, which ends up suggesting more natural cooperation and investment from these countries. Finally, an in-depth investigation into articles published by Brazilian institutions, and the impact of these articles is recommended.

Keywords: Bibliometry. Geotechnology. Bibliometrix.

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO .....	1
2.	OBJETIVOS GERAIS .....	3
2.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	3
3.	MATERIAIS E MÉTODOS .....	4
4.	RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	5
5.	CONCLUSÕES .....	13
	REFERÊNCIAS .....	14
	APÊNDICE 1. LINHA DE COMANDO SIMPLES DA INTERFACE BIBLIOSHINY NO PACOTE BIBLIOMETRIX .....	17
	APÊNDICE 2. CÓDIGO FONTE EXPANDIDO DO PACOTE BIBLIOMETRIX.....	18

## 1. INTRODUÇÃO

As pesquisas científicas são comunicadas por meio de livros, resumos e artigos em periódicos, sendo os resultados de pesquisas produzidas pelos cientistas. Segundo Merton (1957) os cientistas precisam usar um aparato de citações e referências para estabelecer sua prioridade na descoberta ou para demonstrar a originalidade de sua contribuição. Citações e referências têm muitas funções, permitindo reconhecer antecessores, rastrear as origens de uma nova ideia, diferenciar as novas descobertas e gerar perspectivas para o futuro (BORNMANN et al., 2008). Para Todeschini e Baccini (2016), as citações representam os aspectos observáveis ou os fatos brutos, nos quais, os indicadores bibliométricos são construídos.

Os indicadores bibliométricos foram originalmente desenvolvidos para o estudo quantitativo da revista *Science* (History and Evolution of (Biblio) Metrics, 2014). Segundo Todeschini e Baccini (2016), a evolução dos computadores, a possibilidade de realizar bancos de dados bibliográficos e de citações complexas, fomentou o desenvolvimento da nova disciplina chamada bibliometria.

O estudo do comportamento da produtividade científica tem sido um tópico frequente nos estudos de bibliometria. Ao considerar documentos publicados em uma área de pesquisa, é possível determinar como eles são distribuídos de acordo com diferentes variáveis, importância desses documentos e impacto para a ciência (ANDRÉS, 2009). O mesmo autor corrobora que embora um estudo bibliométrico possa ser aplicado para definir produtividade em uma determinada área, também, pode ser usado para avaliar a produtividade de pesquisadores individuais, periódicos, instituições, países ou quaisquer outros níveis de desempenho.

Existe uma área de conhecimento dentro das geotecnologias que alguns autores (ZHUANG et al., 2013; LI E ZHAO, 2015; PELICIONI et al., 2018; WANG, L. et al., 2019; WANG, LIJUAN et al., 2019; ZHANG et al., 2019) estão buscando entender melhor por meio da bibliometria. O Sensoriamento remoto é uma área importante para a ciência, já que é possível extrair diversos dados e transformá-los em informações valiosas para tomadores de decisão, por auxiliar no planejamento e podendo ser meio para referendar

diretrizes políticas em diversos segmentos como meio ambiente, infraestrutura, saúde, economia e segurança pública.

No sensoriamento remoto, a energia que emana da superfície da Terra é medida usando um sensor montado em uma aeronave ou plataforma de espaçonave. Ainda de acordo com esses autores, essa medida é usada para construir uma imagem da paisagem abaixo da plataforma. A energia pode ser refletida pela luz solar, de modo que a imagem gravada é, de muitas maneiras, semelhante à visão que teríamos da superfície da Terra a partir de um avião, embora os comprimentos de onda usados no sensoriamento remoto estejam frequentemente fora do alcance da visão humana. Como alternativa, a energia de ressurgência pode ser da própria terra, agindo como um radiador por causa de sua própria temperatura. Finalmente, a energia detectada pode ser espalhada da terra como resultado de alguma iluminação por uma fonte de energia artificial, como um laser ou radar carregado na plataforma (RICHARDS e JIA, 2006).

Dada a característica de como funciona o sensoriamento remoto, ramifica-se o conhecimento em várias descobertas. Essas descobertas abrangem novos sensores, suas aplicações (MARTIN e ABER, 1997; POTAPOV et al., 2008) e desenvolvimento (YACOBI et al., 1995; GITELSON E MERZLYAK, 1996; BASTIAANSEN et al., 1998; RUDDICK et al., 2001) ou comparação entre algoritmos ou banco de dados (HYPPA et al., 2000) para processar ou extrair dados de imagens obtidas por sensoriamento remoto. Por ser um extenso ramo de conhecimento, esse trabalho foi criado pensando em sintetizar o que foi pesquisado nos últimos 10 anos e o que está sendo pesquisado e procurado, visando traçar e identificar qual é o cenário recente e atual para o sensoriamento remoto nas ciências florestais entre pesquisadores, países e instituições por meio de uma análise bibliométrica.

## **2. OBJETIVOS GERAIS**

Este trabalho tem como objetivo fornecer uma visão estatística geral dos estudos de sensoriamento remoto para ciência florestal por meio de análise bibliométrica, para revelar os padrões subjacentes nos resultados científicos, distribuição geográfica, relações entre instituições ou países bem como as questões importantes da pesquisa em sensoriamento remoto durante o período 2009-2018.

### **2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Como objetivos específicos, esse trabalho visa:

- 1) Identificar tendências de pesquisas por meio de palavras-chave;
- 2) Identificar os autores de maior relevância, trabalhos publicados e citações;
- 3) Analisar as relações de cooperações entre países e entre instituições;
- 4) Comparar a produção científica das instituições e países;
- 5) Compreender quais os principais temas de pesquisas por meio de coocorrência entre palavras-chave.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

A base de dados Scopus é a maior ferramenta de citação pesquisável e fonte de literatura de pesquisa que é continuamente expandida e atualizada. Os dados foram obtidos por meio do banco de dados SCOPUS, compreendendo um período de 10 anos de publicações entre os anos 2009 e 2018. O termo de busca “*KEY ( ( "Remot\* sens\*" OR "satellite imag\*" OR "aerial photograph\*" ) AND ( "forest\*" ) AND NOT ( "random forest\*" ) ) AND PUBYEAR > 2008 AND PUBYEAR < 2019*” foi utilizado nesse trabalho com intuito de abranger variações de palavras-chave dos termos sensoriamento remoto, imagens de satélites, aerofotogrametria voltados para o uso em florestas e a exclusão de “florestas aleatórias”, cujo termo é confundido e usado na área de conhecimento da tecnologia de informação.

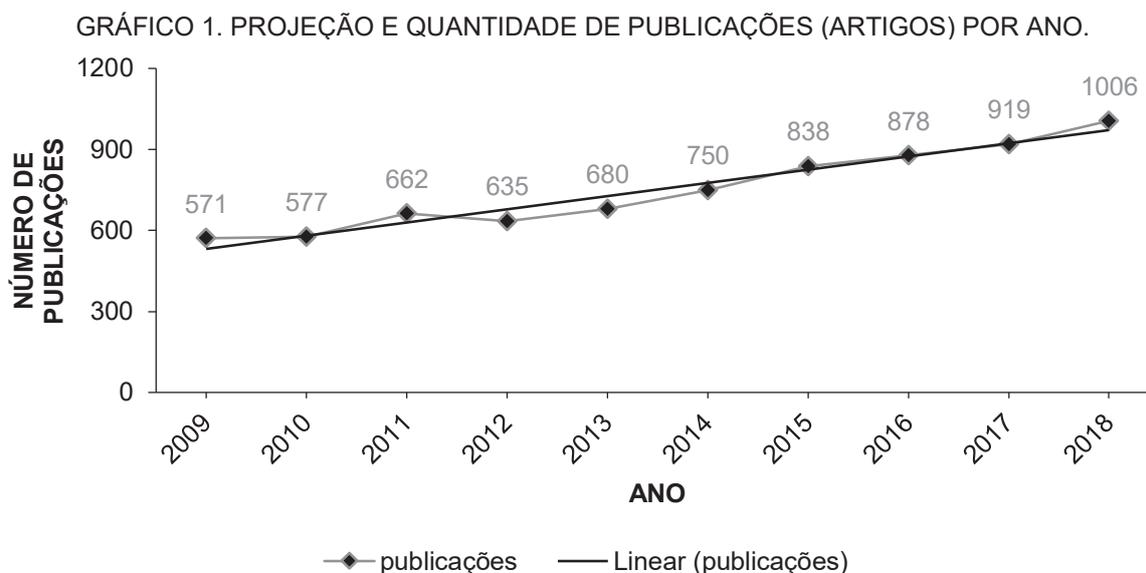
Os tipos de colaboração foram determinados pelo endereço de cada autor. Documentos foram analisados de acordo com o tipo de documento, fontes, palavras chave, publicações por autores, frequência de autores, documentos por autores únicos e múltiplos autores e documentos por autores.

A análise foi realizada utilizando o Software R (R CORE TEAM, 2019) com os respectivos pacotes Bibliometrix (Aria e Cuccurullo, 2017) e Biblioshiny, cujos códigos estão disponíveis nos Anexo 1. e Anexo 2. Esse pacote possibilitou a análise, manipulação e visualização gráfica dos dados. Além disso, usou-se o programa Gephi para desenvolver grafos e redes com os dados analisados posterior às análises no Software R. Como produto objetivou-se realizar uma análise descritiva e de conteúdo com as seguintes variáveis: produção científica anual, média de citações por anos, periódicos mais relevantes, fator de impacto/H, autores mais relevantes, rede de cooperação - por países e por instituições, rede de coocorrência por palavras-chave.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao todo foram encontrados 11.513 documentos, sendo 7.516 artigos, 3.565 artigos de congressos, 228 revisões de literatura, 108 capítulos de livro, 28 pequenos questionários, 20 notas, 19 cartas, 10 livros, 6 editoriais e 1 data paper (publicação de bancos de dados). Esses artigos estão distribuídos em 841 periódicos diferentes, com um total de 14.906 palavras-chave.

O crescimento anual da produção científica nessa área foi de 6,49% ao ano, sendo o ano de 2009 o menor ano de publicação com apenas 571 publicações em contraste de 2018, cujo número aumentou para 1006 artigos, quase o dobro do período de 2009 Conforme o Gráfico 1.



FONTE: O autor (2020)

Em relação à publicação por países (Tabela 1), os Estados Unidos da América (EUA) é o país que mais publica artigos. São 1.317 artigos, um montante que representa cerca de 24% das publicações. Esse país apresenta como característica maiores quantidades de publicações com autores e instituições do próprio país, sendo 962 publicações só de instituições dos EUA e 355 publicações com outros países. Em proporções, é um dos países que embora tenha um número alto de publicações com

outros países, apresentou apenas 26% das publicações com outros países. A China atingiu 12% das publicações, entre todos os países com total de 696 artigos, sendo divididos entre 486 artigos feitos por apenas instituições da China e 210 artigos com colaborações com outros países, cerca de 30%, número superior ao dos EUA. A Alemanha por outro lado, mesmo com 282 artigos, 5% das contribuições, é composta por 138 artigos em colaboração com outros países. Desse modo, a Alemanha com 48% de publicações com outros países, demonstra que tende a cooperar mais com os outros países. O Brasil produziu 174 publicações, cerca de 3% das publicações totais e 30% de publicações foram em cooperação com outros países. É importante ressaltar que os EUA apresenta o maior número de publicações com a participação apenas desse país, com 962 publicações, enquanto apresenta 355 publicações com outros países, sendo uma proporção de 27 de artigos para cada artigo sem participação dos outros países. Já países de menor tamanho e número de artigos como o caso dos países baixos, Bélgica, França, Japão, Coreia do sul apresentam uma maior proporção de artigos que são publicados em conjunto com outros países. Esse fato sugere que esses países estão abertos à cooperação.

TABELA 1. PAÍSES COM AS RESPECTIVAS QUANTIDADES DE ARTIGOS PUBLICADOS, SEGUIDO DA FREQUÊNCIA EM PORCENTAGEM. SCP: PUBLICAÇÕES DE UM ÚNICO PAÍS, MCP: PUBLICAÇÕES DE MÚLTIPLOS PAÍSES, MCP-RATIO: PROPORÇÃO DE PUBLICAÇÕES DE MÚLTIPLOS PAÍSES.

PAÍSES	ARTIGOS	FREQUÊNCIA (%)	SCP	MCP	MCP_RATIO
EUA	1317	24,0066	962	355	0,2696
CHINA	696	12,6868	486	210	0,3017
CANADÁ	409	7,4553	289	120	0,2934
ALEMANHA	282	5,1404	144	138	0,4894
FINLÂNDIA	188	3,4269	127	61	0,3245
ITÁLIA	185	3,3722	107	78	0,4216
BRASIL	174	3,1717	123	51	0,2931
ÍNDIA	164	2,9894	141	23	0,1402
ESPANHA	160	2,9165	88	72	0,4500
REINO UNIDO	160	2,9165	68	92	0,5750
AUSTRÁLIA	157	2,8618	107	50	0,3185
JAPÃO	148	2,6978	88	60	0,4054
FRANÇA	136	2,479	64	72	0,5294
PAÍSES BAIXOS	90	1,6405	22	68	0,7556
CORÉIA DO SUL	67	1,2213	39	28	0,4179

FONTE: o autor (2020)

Ao tratarmos de citações por países, segundo a Tabela 2, ainda temos os EUA, China, Canadá e Alemanha na liderança, sendo o total de citações dos EUA de 40.895. Esse número além de ser expressivo, é superior à soma de citações da China, Canadá e Alemanha juntos. Ambos esses países permanecem no topo igual à Tabela 1, entretanto, ao compararmos os valores do total de citações da Tabela 2 e número de artigos por país, Tabela 1., observa-se que países como Brasil e Finlândia caíram de posição, especialmente pelo total de citações. Em contrapartida, países como Japão, Espanha e, Austrália, embora tenham menores números de publicações segundo a Tabela 1., o total de citações desses países os colocaram entre os países com mais citações na Tabela 2, demonstrando que mesmo em menor quantidade de publicações, esses trabalhos são mais relevantes para a comunidade científica. Para explicar essas observações, sugere-se estudos referentes à qualidade das produções, especialmente focado em fatores de impacto.

TABELA 2. PAÍSES COM O TOTAL DE CITAÇÕES E MÉDIA DE CITAÇÕES POR ARTIGOS.

<b>PAÍSES</b>	<b>TOTAL DE CITAÇÕES</b>	<b>MÉDIA DE CITAÇÕES POR ARTIGO</b>
EUA	40895	31,052
CHINA	10129	14,553
CANADÁ	9352	22,866
ALEMANHA	7817	27,720
AUSTRÁLIA	5108	32,535
ESPAÑA	4772	29,825
ITÁLIA	4604	24,886
REINO UNIDO	4553	28,456
FINLÂNDIA	4409	23,452
PAÍSES		
BAIXOS	3087	34,300
FRANÇA	2707	19,904
JAPÃO	2588	17,486
BRASIL	2266	13,023
ÍNDIA	2173	13,250
PANAMÁ	1779	74,125
BÉLGICA	1670	25,303
SUÉCIA	1586	25,175

FONTE: o autor (2020)

Sobre as publicações por instituição, a Tabela 3., mostra que o ranking do Top 20 de instituições que mais publicam artigos, é composta por uma maioria de instituições

localizadas nos EUA. As demais instituições abrangem a China, Finlândia, Suécia e Canadá. Uma menção especial foi feita ao Brasil, mostrando a única instituição brasileira na lista, Universidade de São Paulo, que ocupa a posição de número 133 com 24 artigos.

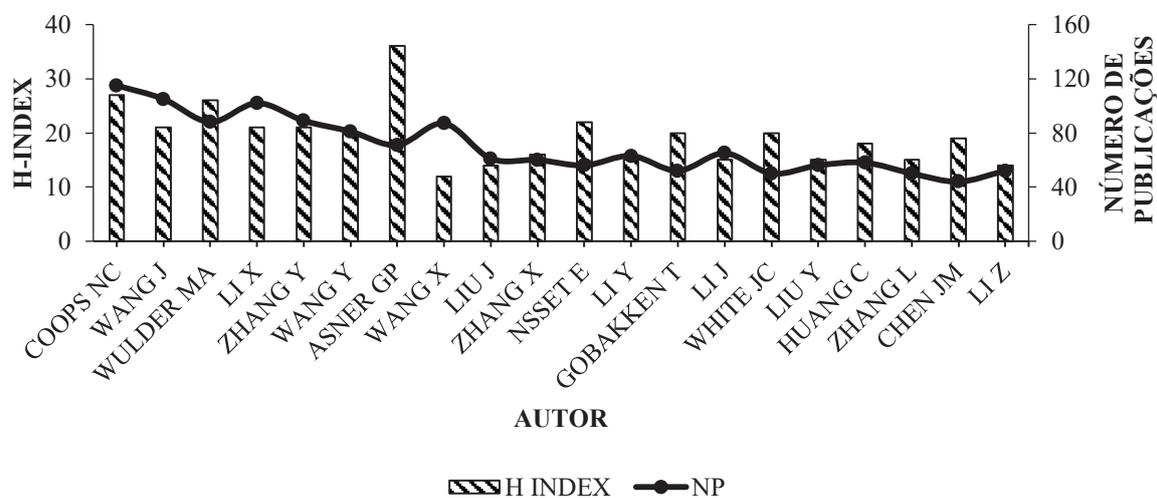
TABELA 3. RANKING DE POSIÇÃO DAS INSTITUIÇÕES POR NÚMERO DE ARTIGOS PUBLICADOS

<b>RANK.</b>	<b>AFILIAÇÃO</b>	<b>ARTIGOS</b>
1	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	233
2	UNIVERSITY OF MARYLAND	222
3	BEIJING NORMAL UNIVERSITY	212
4	UNIVERSITY OF BRITISH COLUMBIA	192
5	UNIVERSITY OF HELSINKI	148
6	OREGON STATE UNIVERSITY	137
7	UNIVERSITY OF CHINESE ACADEMY OF SCIENCES	133
8	INSTITUTE OF REMOTE SENSING AND DIGITAL EARTH	123
9	USDA FOREST SERVICE	122
10	WAGENINGEN UNIVERSITY	112
11	CALIFORNIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY	92
12	NANJING UNIVERSITY	89
13	UNIVERSITY OF NEW HAMPSHIRE	89
14	INSTITUTE OF GEOGRAPHIC SCIENCES AND NATURAL RESOURCES RESEARCH	86
15	CHINESE ACADEMY OF SCIENCES	84
16	UNIVERSITY OF TORONTO	83
17	BEIJING FORESTRY UNIVERSITY	80
18	BOSTON UNIVERSITY	80
19	UNIVERSITY OF TWENTE	78
20	SWEDISH UNIVERSITY OF AGRICULTURAL SCIENCES	77
<b>133</b>	<b>UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO</b>	<b>24</b>

FONTE: O autor (2020)

A respeito dos índice-H e número de publicações por autores, os 20 principais autores que mais contribuíram às pesquisas com sensoriamento remoto na área florestal, constam-se no Gráfico 2. O líder de publicações é o autor Coops NC, com cerca de 115 artigos, sendo 27 artigos citados pelo menos 27 vezes segundo o índice-H. Em seguida aparece o autor Wang J com 105 artigos, sendo 21 artigos citados pelo menos 21 vezes. Um fato interessante é o o número de publições do autor Asner GP ser de 71 publicações e 36 artigos citados 36 vezes, o líder da lista.

GRÁFICO 2. ÍNDICE-H E NÚMERO DE PUBLICAÇÕES POR AUTORES. H-INDEX: ÍNDICE-H, NP: NÚMERO DE PUBLICAÇÕES

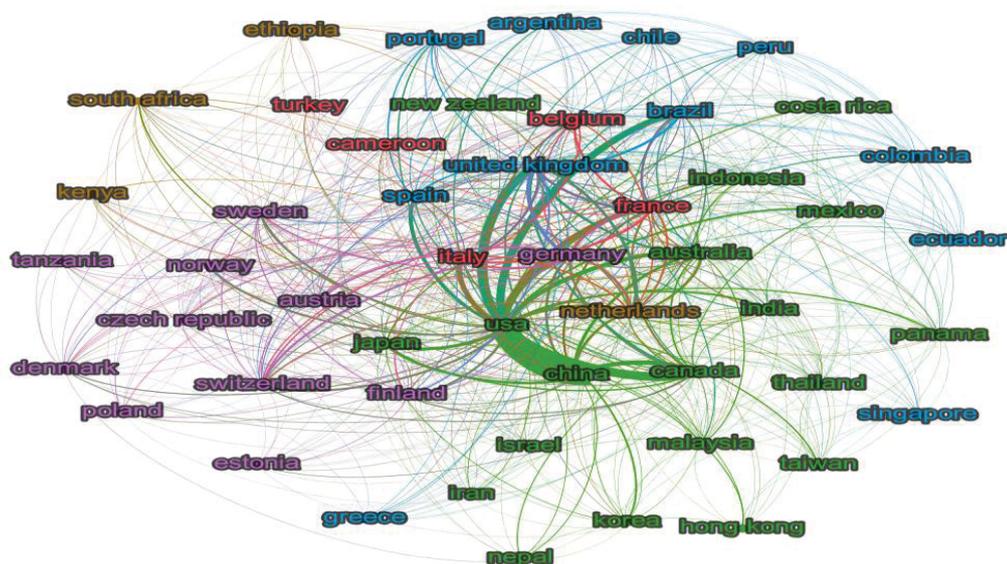


FONTE: O autor (2020)

Como forma de entender as relações de cooperações entre países que publicam, uma rede de coocorrência foi feita, como demonstrado na Figura 1., sendo uma rede formada pela ligação entre módulos representados por cores. Países localizados no centro dos módulos e entre os módulos sugerem centralidade de cooperações. Os EUA é o país central das cooperações, basicamente todos os países cooperam com esse país.

Nota-se que a maior cooperação, pelo fato da espessura da ligação ser maior, é entre os EUA, China e Canadá. O Reino Unido, Espanha, Brasil e Austrália cooperam fortemente com os EUA. Observa-se também por cores dos módulos um comportamento da cooperação entre países do mesmo continente ou região de um continente, como o caso da Etiópia, África do Sul e Quênia. Observa-se também com os países como Suécia, Noruega, Austria, Alemanha, Finlândia, Suíça, Polônia, Dinamarca, Estônia e República Tcheca. O Brasil coopera com os Estados Unidos, França, Peru, Chile, Austrália, Argentina, Costa Rica, Bélgica, Espanha e Alemanha.

FIGURA 1. REDE DE COOPERAÇÃO ENTRE PAÍSES, POR MÓDULOS (CLUSTERS) SEPARADOS POR CORES.



FONTE: O autor (2020)

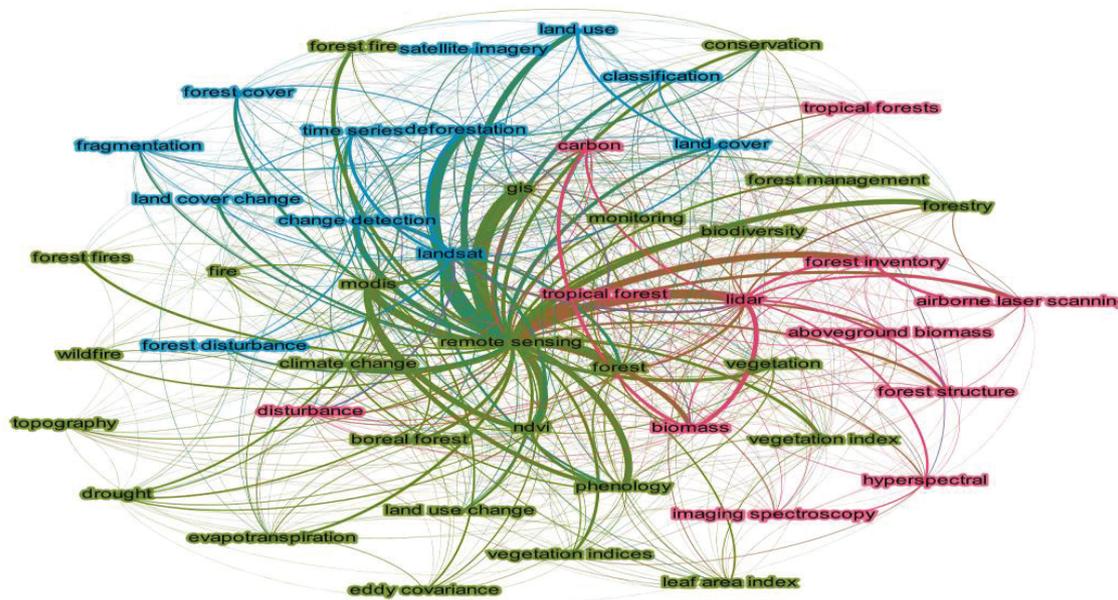
Ao analisarmos o impacto dos periódicos de Sensoriamento Remoto, observamos pela Tabela 4., que o periódico *Remote Sensing of Environment* é o líder em Total de Citações, com 32.414 citações, 677 publicações e 92 artigos citados pelo menos 92 vezes. Em seguida, a revista *Remote Sensing* apresentou 502 artigos, 5.492 citações e 39 artigos citados pelo menos 39 vezes. Uma observação importante é que existem periódicos que não são especializados em Sensoriamento Remoto, mas que atuam com esse tema, e que estão em boas colocações. É o caso das revistas *Forest Ecology and Management*, *Forests* e *Plos One*.

Uma forma de entender quais são as tendências de pesquisas, é a análise da rede de coocorrência entre palavras-chave. Segundo a Figura 2., podemos identificar três principais módulos temáticos de pesquisas. O principal módulo é de cor verde, cujo o termo Sensoriamento Remoto está no centro da rede, e portanto é o tema principal, em volta conseguimos identificar a associação entre monitoramento, biodiversidade, manejo de florestas, conservação, incêndios florestais, seca, sensor Modis, NDVI,

fenologia, evapotranspiração, índices de vegetações e covariância de vórtices. Em seguida, também podemos identificar o módulo azul, que se envolve pesquisas com classificação, cobertura florestal, uso e ocupação de solo, análise multitemporal, desmatamento, detecção de mudanças, distúrbios em florestas e o satélite Landsat. Dessa forma, entende-se que existe um forte interesse em pesquisar mudanças e ocupação de solo em florestas, utilizando imagens Landsat para compor análises multitemporais.

O terceiro módulo é composto pelas seguintes palavras-chave: florestas tropicais, carbono, LiDAR, inventário florestal, estrutura e composição florestal, biomassa, hiperspectral, distúrbio, biomassa acima do solo e varredura em laser. Esse módulo sugere que existe uma forte tendência de pesquisas voltadas para a compreensão de distúrbios ou análises de biomassa e carbono em florestas tropicais por meio de inventário florestal e tecnologias a laser como LiDAR.

FIGURA 2. REDE DE COCORRÊNCIA ENTRE PALAVRAS-CHAVE POR MÓDULOS SEPARADOS POR CORES.



FONTE: O autor (2020)

Como exemplo desses módulos, podemos citar vários artigos que trabalharam essas palavras-chave. A começar pelo trabalho de Giri et al. (2011), cujo autor identificou por meio de sensoriamento Remoto que a área restante de floresta de mangue no mundo é menor do que se pensava anteriormente. A estimativa do autor é 12,3% menor que a estimativa mais recente da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO). Esse autor conseguiu apresentar um banco de dados de mangue global mais abrangente, consistente em termos globais e com a maior resolução (30 m) já criada.

Já o trabalho de Lu et al. (2016) indicou as limitações do uso de dados de sensor único para estimativa de biomassa e a importância da integração de dados de sensoriamento remoto de vários sensores / escalas para produzir estimativas precisas em grandes áreas. De acordo com os autores, são necessárias mais pesquisas para extrair uma estrutura de vegetação vertical (por exemplo, altura do dossel) do radar de abertura sintética interferométrica (InSAR) ou imagens estéreo ópticas para incorporá-lo nas estruturas horizontais (por exemplo, cobertura do dossel) na modelagem de estimativa de biomassa.

O trabalho de Liu et al. (2015) conseguiu identificar que a partir de 2003, as florestas na Rússia e na China se expandiram e o desmatamento tropical diminuiu. Ademais, que o aumento da biomassa e carbono acima do solo associado a condições mais úmidas nas savanas do norte da Austrália e sul da África reverteu a perda global de biomassa e carbono acima do solo, levando a um ganho geral, consistente com as tendências do sumidouro de carbono global relatadas em estudos recentes.

Segundo Morton et al. (2014), a correção dos dados do sensoriamento óptico remoto para artefatos da geometria do sensor solar é essencial para isolar a resposta da vegetação global à variabilidade climática sazonal e interanual.

Para Achard et al. (2014) as perdas de carbono do desmatamento representam cerca de 10% das emissões de carbono da combustão de combustíveis fósseis e da produção de cimento durante a última década (2000-2010). As estimativas de remoções anuais de carbono do rebrotamento florestal a 115 MtC ao ano<sup>-1</sup> (faixa: 61-168) e 97 MtC ao ano<sup>-1</sup> (53-141) para as décadas de 1990 e 2000 são, respectivamente, cinco a quinze vezes menores do que estimativas anteriores.

## 5. CONCLUSÕES

Pontos significativos à pesquisa com sensoriamento remoto foram obtidos por meio de análise bibliométrica. Esse estudo propôs uma perspectiva sobre as tendências globais em estudos de sensoriamento remoto entre 2009 e 2018, um recorte de 10 anos de pesquisas. Sob acesso da base de dados Scopus, constatou-se um crescimento anual de artigos em 6% nesse período de 10 anos.

O fato de o número de publicações ter duplicado de cerca de 500 a 1000 artigos por ano entre 2009 e 2018 demonstra que houve um aumento significativo de publicações, consequência do interesse e novas descobertas e necessidades da comunidade científica. Outro ponto importante é a divisão em três grupos de pesquisa: um grupo focado para análises de biomassa e carbono em florestas tropicais por meio de tecnologias de varredura a laser, o outro grupo focado na compreensão do uso e mudança de ocupação de solos em florestas e o outro grupo voltado para comportamentos de incêndios florestais, secas, evapotranspiração, mudanças climáticas e índices de vegetação.

Os EUA lideram juntamente à China e Alemanha em termos de cooperação, quantidade de artigos, citações e contribuições para a comunidade científica, sugerindo que esses países recebem mais incentivos à pesquisa e maior facilidade para cooperar com outros países. Por outro lado, apesar das publicações no Brasil terem crescido nos últimos anos, as contribuições e presenças das instituições brasileiras são pequenas em relação às instituições desses três países, e por isso, recomenda-se a realização de estudos bibliométricos voltados para entender o impacto e o que está sendo feito pelos pesquisadores brasileiros.

## REFERÊNCIAS

- ACHARD, F.; BEUCHLE, R.; MAYAUX, P.; STIBIG, H. J. et al. Determination of tropical deforestation rates and related carbon losses from 1990 to 2010. **Global Change Biology**, v. 20, n. 8, p. 2540-2554, 2014. ISSN 13541013 (ISSN).
- ANDRÉS, A. **Measuring Academic Research: How to Undertake a Bibliometric Study**. 2009. ISBN 978 1 84334-528-2.
- ARIA, M.; CUCCURULLO, C. bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. **Journal of Informetrics**, v. 11, n. 4, p. 959-975, 2017. ISSN 17511577 (ISSN).
- BASTIAANSEN, W. G. M.; MENENTI, M.; FEDDES, R. A.; HOLTSLAG, A. A. M. A remote sensing surface energy balance algorithm for land (SEBAL) - 1. Formulation. **Journal of Hydrology**, v. 212, n. 1-4, p. 198-212, Dec 1998. ISSN 0022-1694.
- BORNMANN, L.; WALLON, G.; LEDIN, A. Is the h-index related to (standard) measures and to the assessments by peers? An investigation of the h-index by using molecular life sciences data. **Research Evaluation - RES EVALUAT**, v. 17, p. 149-156, 06/01 2008.
- GIRI, C.; OCHIENG, E.; TIESZEN, L. L.; ZHU, Z. et al. Status and distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data. **Global Ecology and Biogeography**, v. 20, n. 1, p. 154-159, 2011. ISSN 1466822X (ISSN).
- GITELSON, A. A.; MERZLYAK, M. N. Signature analysis of leaf reflectance spectra: Algorithm development for remote sensing of chlorophyll. **Journal of Plant Physiology**, v. 148, n. 3-4, p. 494-500, May 1996. ISSN 0176-1617.
- HISTORY AND EVOLUTION OF (BIBLIO)METRICS. In: CRONIN, B. e SUGIMOTO, C. R. (Ed.). **Beyond Bibliometrics: Harnessing Multidimensional Indicators of Scholarly Impact**: The MIT Press, 2014. p.0. ISBN 9780262323284.
- HYYPPA, J.; HYYPPA, H.; INKINEN, M.; ENGDAHL, M. et al. Accuracy comparison of various remote sensing data sources in the retrieval of forest stand attributes. **Forest Ecology and Management**, v. 128, n. 1-2, p. 109-120, Mar 2000. ISSN 0378-1127.
- LI, W.; ZHAO, Y. Bibliometric analysis of global environmental assessment research in a 20-year period. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 50, p. 158-166, 2015. ISSN 01959255 (ISSN).
- LIU, Y. Y.; VAN DIJK, A. I. J. M.; DE JEU, R. A. M.; CANADELL, J. G. et al. Recent reversal in loss of global terrestrial biomass. **Nature Climate Change**, v. 5, n. 5, p. 470-474, 2015. ISSN 1758678X (ISSN).
- LU, D.; CHEN, Q.; WANG, G.; LIU, L. et al. A survey of remote sensing-based aboveground biomass estimation methods in forest ecosystems. **International Journal of Digital Earth**, v. 9, n. 1, p. 63-105, 2016. ISSN 17538947 (ISSN).

MARTIN, M. E.; ABER, J. D. High spectral resolution remote sensing of forest canopy lignin, nitrogen, and ecosystem processes. **Ecological Applications**, v. 7, n. 2, p. 431-443, May 1997. ISSN 1051-0761.

MERTON, R. K. Priorities in scientific discovery: A chapter in the sociology of science. **American Sociological Review**, v. 22, p. 635-659, 1957. ISSN 1939-8271(Electronic),0003-1224(Print).

MORTON, D. C.; NAGOL, J.; CARABAJAL, C. C.; ROSETTE, J. et al. Amazon forests maintain consistent canopy structure and greenness during the dry season. **Nature**, v. 506, n. 7487, p. 221-224, 2014. ISSN 00280836 (ISSN).

PELICIONI, L.; RIBEIRO, J.; DEVEZAS, T.; NEYRA BELDERRAIN, M. et al. Application of a Bibliometric Tool for Studying Space Technology Trends. **Journal of Aerospace Technology and Management**, v. 10, 02/15 2018.

POTAPOV, P.; YAROSHENKO, A.; TURUBANOVA, S.; DUBININ, M. et al. Mapping the World's Intact Forest Landscapes by Remote Sensing. **Ecology and Society**, v. 13, n. 2, p. 16, Dec 2008. ISSN 1708-3087.

RICHARDS, J.; JIA, X. Sources and Characteristics of Remote Sensing Image Data. In: (Ed.), 2006.

RUDDICK, K. G.; GONS, H. J.; RIJKEBOER, M.; TILSTONE, G. Optical remote sensing of chlorophyll a in case 2 waters by use of an adaptive two-band algorithm with optimal error properties. **Applied Optics**, v. 40, n. 21, p. 3575-3585, Jul 2001. ISSN 1559-128X.

TEAM, R. C. R: A Language and Environment for Statistical Computing. 2019.

TODESCHINI, R.; BACCINI, A. **Handbook of Bibliometric Indicators: Quantitative Tools for Studying and Evaluating Research**. 2016. ISBN 9783527681969.

WANG, L.; ZHANG, G.; WANG, Z.; LIU, J. et al. Bibliometric analysis of remote sensing research trend in crop growth monitoring: A case study in China. **Remote Sensing**, v. 11, n. 7, 2019. ISSN 20724292 (ISSN).

WANG, L.; ZHANG, G.; WANG, Z.; LIU, J. et al. Bibliometric Analysis of Remote Sensing Research Trend in Crop Growth Monitoring: A Case Study in China. **Remote Sensing**, v. 11, p. 809, 04/04 2019.

YACOBI, Y. Z.; GITELSON, A.; MAYO, M. REMOTE-SENSING OF CHLOROPHYLL IN LAKE KINNERET USING HIGH-SPECTRAL-RESOLUTION RADIOMETER AND LANDSAT-TM - SPECTRAL FEATURES OF REFLECTANCE AND ALGORITHM DEVELOPMENT. **Journal of Plankton Research**, v. 17, n. 11, p. 2155-2173, Nov 1995. ISSN 0142-7873.

ZHANG, Y.; THENKABAIL, P. S.; WANG, P. A bibliometric profile of the Remote Sensing Open Access Journal published by MDPI between 2009 and 2018. **Remote Sensing**, v. 11, n. 1, 2019. ISSN 20724292 (ISSN).

ZHUANG, Y.; LIU, X.; NGUYEN, T.; HE, Q. et al. Global remote sensing research trends during 1991-2010: A bibliometric analysis. **Scientometrics**, v. 96, n. 1, p. 203-219, 2013. ISSN 01389130 (ISSN).

## APÊNDICE 1. LINHA DE COMANDO SIMPLES DA INTERFACE BIBLIOSHINY NO PACOTE BIBLIOMETRIX

1. #instalar pacote bibliometrix
2. `install.packages("bibliometrix")`
- 3.
4. #ativar pacote bibliometrix
5. `library(bibliometrix)`
- 6.
7. #para ativar a interface biblioshiny, digite o comando a seguir:
8. `biblioshiny()`
- 9.
10. # o comando rodará um programa em uma navegador padrão. Insira os arquivos txt. ou .bib
11. # escolha o formato Scopus ou Web of Sciente.
12. # Caso você tenha separado os arquivos de 2000 em 2000, apenas junte em formato .zip

## APÊNDICE 2. CÓDIGO FONTE EXPANDIDO DO PACOTE BIBLIOMETRIX

```

1. ## ----echo=FALSE-----
2. cat(paste("bibliometrix ",packageVersion("bibliometrix")))
3.
4. ## ----Citação do pacote, eval=FALSE, include=FALSE-----
5. # citation("bibliometrix")
6.
7. ## ----Carregar o pacote bibliometrix -----
8. library(bibliometrix) ### load bibliometrix package
9.
10. ## ----Carrregar os dados do arquivo txt-----
11.
12. D <- readFiles("/INSIRA/AQUI/CAMINHO/PASTA/ARQUIVO.txt")
13.
14. ## ----Convertendo os dados-----
15. M <- convert2df(D, dbsource = "isi", format = "bibtex")
16.
17. ## ----biblioAnalysis-----
18. results <- biblioAnalysis(M, sep = ";")
19.
20. ## ----Função genérica do resumo dos dados-----
21. options(width=100)
22. S <- summary(object = results, k = 10, pause = FALSE)
23.
24. ## ----Função de gráfico, fig.width=7-----
25. plot(x = results, k = 10, pause = FALSE)
26.
27. ## -----
28. # M$CR[1]
29.
30. ## ----Citações de Artigos-----
31. CR <- citations(M, field = "article", sep = ";")
32. cbind(CR$Cited[1:10])
33.
34. ## ----Citações de Autores -----
35. CR <- citations(M, field = "author", sep = ";")
36. cbind(CR$Cited[1:10])
37.
38. ## ---- Citações locais de Autores -----
39. #CR <- localCitations(M, sep = ";")
40. #CR$Authors[1:10,]
41. #CR$Papers[1:10,]
42.
43. ## ----Ranking de Dominância-----
44. DF <- dominance(results, k = 10)
45. DF
46.
47. ## ----h-index-----
48.
49. indices <- Hindex(M, field = "author", elements="BORNMANN L", sep = ";", years = 10)
50.
51. # Índice Bornmann de impacto :
52. indices$H
53.
54. # Citações de Bornmann
55. indices$CitationList
56.
57.

```

```

58. ## ----h-index de 10 autores -----
59.
60. authors=gsub(","," ",names(results$Authors)[1:10])
61.
62. indices <- Hindex(M, field = "author", elements=authors, sep = ";", years = 50)
63.
64. indices$H
65.
66. ## ----Produtividade temporal dos autores
67. ##AuthorProdOverTime, fig.height=6, fig.width=8-----
68.
69. topAU <- authorProdOverTime(M, k = 10, graph = TRUE)
70.
71. ## Tabela: Produtividade dos Autores por Ano
72. head(topAU$dfAU)
73.
74. ## Table: Lista de documentos por Autores
75. #head(topAU$dfPapersAU)
76.
77. ## ----Lei Lotka -----
78. L <- lotka(results)
79.
80. # Produtividade autoral. Distribuição Empírica
81. L$AuthorProd
82.
83. # Estimativa do Coeficiente Beta
84. L$Beta
85.
86. # Constante
87. L$C
88.
89. # Qualidade do Ajuste
90. L$R2
91.
92. # P-valor do teste K-S
93. L$p.value
94.
95.
96. ## ----Comparação da lei de Lotka, out.width='300px', dpi=200-----
97. # Observed distribution
98. Observed=L$AuthorProd[,3]
99.
100. # Distribuição teórica de Beta = 2
101. Theoretical=10^(log10(L$C)-2*log10(L$AuthorProd[,1]))
102.
103. plot(L$AuthorProd[,1],Theoretical,type="l",col="red",ylim=c(0, 1), xlab="Articles",ylab="Freq. of Authors",main="Scientific
Productivity")
104. lines(L$AuthorProd[,1],Observed,col="blue")
105. legend(x="topright",c("Theoretical (B=2)","Observed"),ccol=c("red","blue"),lty = c(1,1,1),cex=0.6,bty="n")
106.
107. ## ----Grafo bipartido-----
108. A <- cocMatrix(M, Field = "SO", sep = ";")
109.
110. ## ----Fontes mais relevantes-----
111. sort(Matrix::colSums(A), decreasing = TRUE)[1:5]
112.
113. ## -----
114. # A <- cocMatrix(M, Field = "CR", sep = ". ")
115.
116. ## -----
117. # A <- cocMatrix(M, Field = "AU", sep = ";")

```

```

118.
119. ## -----
120. M <- metaTagExtraction(M, Field = "AU_CO", sep = ";")
121. # A <- cocMatrix(M, Field = "AU_CO", sep = ";")
122.
123. ## -----
124. # A <- cocMatrix(M, Field = "DE", sep = ";")
125.
126. ## -----
127. # A <- cocMatrix(M, Field = "ID", sep = ";")
128.
129. ## -----
130. # NetMatrix <- biblioNetwork(M, analysis = "coupling", network = "references", sep = ". ")
131.
132. ## ----similarity, fig.height=9, fig.width=9, warning=FALSE-----
133. NetMatrix <- biblioNetwork(M, analysis = "coupling", network = "authors", sep = ";")
134.
135. net=networkPlot(NetMatrix, normalize = "salton", weighted=NULL, n = 100, Title = "Authors' Coupling", type = "fruchterman", size=5,size.cex=T,remove.multiple=TRUE,labelsize=0.8,label.n=10,label.cex=F)
136.
137.
138. ## -----
139. # NetMatrix <- biblioNetwork(M, analysis = "co-citation", network = "references", sep = ". ")
140.
141. ## -----
142. # NetMatrix <- biblioNetwork(M, analysis = "collaboration", network = "authors", sep = ";")
143.
144. ## -----
145. # NetMatrix <- biblioNetwork(M, analysis = "collaboration", network = "countries", sep = ";")
146.
147. ## -----
148. # Um exemplo de grafo de co-ocorrência de palavras
149.
150. NetMatrix <- biblioNetwork(M, analysis = "co-occurrences", network = "keywords", sep = ";")
151. netstat <- networkStat(NetMatrix)
152.
153. ## -----
154. names(netstat$network)
155.
156. ## -----
157. names(netstat$vertex)
158.
159. ## -----
160. summary(netstat, k=10)
161.
162. ## ----Colaboração entre países, fig.height=7, fig.width=7, warning=FALSE-----
163. # Cria uma rede de Colaboração entre Países
164.
165. M <- metaTagExtraction(M, Field = "AU_CO", sep = ";")
166. NetMatrix <- biblioNetwork(M, analysis = "collaboration", network = "countries", sep = ";")
167.
168. # Gráfico da rede
169. net=networkPlot(NetMatrix, n = dim(NetMatrix)[1], Title = "Country Collaboration", type = "circle", size=TRUE, remove.multiple=FALSE,labelsize=0.7,cluster="none")
170.
171.
172. ## ----Rede de Co-citação, fig.height=7, fig.width=7, warning=FALSE-----
173. # Create a co-citation network
174.
175. NetMatrix <- biblioNetwork(M, analysis = "co-citation", network = "references", sep = ";")
176.

```

```

177. # Gráfico da Rede de Co-citação
178. net=networkPlot(NetMatrix, n = 30, Title = "Co-
    Citation Network", type = "fruchterman", size=T, remove.multiple=FALSE, labels=0.7, edgesize = 5)
179.
180.
181. ## ----Co-ocorrendia de palavras chave, fig.height=7, fig.width=7, warning=FALSE-----
182. # Create keyword co-occurrences network
183.
184. NetMatrix <- biblioNetwork(M, analysis = "co-occurrences", network = "keywords", sep = ";")
185.
186. # Gráfico da Co-ocorrendia de palavras chave
187. net=networkPlot(NetMatrix, normalize="association", weighted=T, n = 30, Title = "Keyword Co-
    occurrences", type = "fruchterman", size=T, edgesize = 5, labels=0.7)
188.
189.
190. ## ----Análise de Co-ocorrendia de palavras, fig.height=9, fig.width=9, warning=FALSE-----
    -----
191.
192. # Mapa estrutural das palavras- (method="CA")
193.
194. CS <- conceptualStructure(M, field="ID", method="CA", minDegree=4, clust=5, stemming=FALSE, labels=10, documents=10)
195.
196.
197. ## ----Histórico das redes de co-citações, fig.height=7, fig.width=10, warning=FALSE-----
    -
198. # Cria as redes de co-citações
199. options(width=130)
200. histResults <- histNetwork(M, min.citations = 10, sep = ";")
201.
202. # Cria o gráfico do histórico das redes de co-citações
203. net <- histPlot(histResults, n=15, size = 10, labels=5)

```