



UnB

**CIC0203 - Computação Experimental -
TA - 2022.2 - Tarefa T4 - Análise
Bibliométrica**

URL Read-only Overleaf: <https://www.overleaf.com/read/brhprxqxfqyx>

Remova ou comente todas as linhas que não sejam a que tem o seu nome e
username

Marcelo Aiache Postiglione (marcelo3101)

Brasília, 2022-12-14 19:39:56Z

Lista de tarefas pendentes

Sumário

I	Pesquisa Bibliométrica	3
1	Análise Bibliográfica sobre Simulação Multiagente para incêndios florestais, por Marcelo Aiache Postiglione	5
1.1	Planejamento do estudo	5
1.1.1	O que já existe de pesquisa bibliométrica sobre esse tema?	6
1.1.2	Uso do Bibliometrix e Biblioshiny	6
1.1.3	Limitações	6
1.2	Coleta de dados	6
1.2.1	Query de Busca	6
1.2.1.1	Explicação para os termos de busca usados	7
1.2.2	Registros recuperados	7
1.3	Análise dos dados	9
1.3.1	Filtragem de registros	9
1.3.2	Análise descritiva do <i>dataset</i> FF@marcelo3101	10
1.3.3	Evolução da Produção Científica	11
1.3.4	Interpretação do Crescimento	11
1.3.5	Evolução das Citações	14
1.3.6	Interpretação das Citações	14
1.3.7	<i>Three-Field Plots (Sankey diagram)</i>	14
1.3.8	Interpretação da figura 1.3	14
1.3.8.1	Autores mais relevantes	14
1.3.9	Citações globais aos artigos no <i>dataset</i>	16
1.3.10	Espectroscopia das referências	16
1.3.11	Uso de palavras dentro dos artigos no <i>dataset</i>	17
1.3.12	Autores mais produtivos no <i>dataset</i>	20
1.3.13	Autores mais relevantes localmente citados	20
1.3.13.1	Variação da produtividade dos autores ao longo do tempo	22
1.3.14	Lei de Lotka	22
1.3.15	Medidas de Impacto dos Autores	22
1.3.16	Filiações dos autores às instituições de P&D	26
1.3.17	Filiações dos autores aos Países	26

1.3.18	Países dos autores principais dos artigos	29
1.3.19	Fontes mais relevantes, conforme número de artigos publicados sobre o tema	29
1.3.20	Fontes mais relevantes, conforme o número de citações na lista de refe- rências locais	32
1.3.21	Lei de Bradford	32
1.3.22	Medidas de Impacto das fontes	32
1.3.22.1	Índice H	33
1.3.22.2	Índice G	33
1.3.22.3	Índice M	33
1.3.23	Dinâmica de publicação nas fontes	33
1.3.24	Estrutura Conceitual do Conhecimento	35
1.3.24.1	Métricas aplicadas a grafos (redes)	35
1.3.24.1.1	Redes de Coocorrências	35
1.3.24.1.2	Mapas Temáticos	37
1.3.24.1.3	Evolução Temática	38
1.3.24.2	Métricas de redução da dimensionalidade (Análise Fatorial)	38
1.3.25	Estrutura Intelectual do Conhecimento	38
1.3.25.1	Redes de Co-Citação	38
1.3.25.2	Historiografia	39
1.3.26	Estrutura Social do Conhecimento	39
1.3.26.1	Rede de Colaboração	39
1.4	Análises	46
1.5	Conclusões	46
1.5.1	Base de conhecimentos	46
1.5.2	Fenômenos	46
1.5.3	Termos e conceitos centrais	46
1.5.4	Estrutura Social da Comunidade	46
Bibliografia		47

Lista de Figuras

1.1	Evolução da produção científica no <i>dataset</i> FF@marcelo3101.	12
1.2	Evolução das citações ao <i>dataset</i> FF@marcelo3101.	13
1.3	Plotagem “Três Campos” (Sankey plot) do <i>dataset</i> FF@marcelo3101: 20 Autores, Citações e Palavras-Chave mais proeminentes.	15
1.4	Espectroscopia (RPYS) completa das referências do <i>dataset</i> FF@marcelo3101.	17
1.5	10 palavras (termos) mais frequentes no <i>dataset</i> FF@marcelo3101.	18
1.6	Nuvem dos 50 termos mais frequentes do <i>dataset</i> FF@marcelo3101.	19
1.7	<i>Tree Map</i> dos 50 termos mais frequentes do <i>dataset</i> FF@marcelo3101.	19
1.8	Dinâmica de uso ao longo do tempo, dos 10 termos mais frequentes do <i>dataset</i> FF@marcelo3101.	20
1.9	<i>Trending Topics</i> do <i>dataset</i> FF@marcelo3101, WF = 15, WPY=7.	21
1.10	10 autores com mais artigos no <i>dataset</i> FF@marcelo3101.	22
1.11	10 autores com mais artigos citados por outros artigos no <i>dataset</i> FF@marcelo3101.	23
1.12	Variação da produção dos autores de maior impacto, do <i>dataset</i> FF@marcelo3101.	24
1.13	Comparação do <i>dataset</i> FF@marcelo3101 com a formulação geral da Lei de Lotka.	25
1.14	10 Instituições mais produtivas no tema do <i>dataset</i> FF@marcelo3101, conforme a quantidade de artigos publicados por pessoas a elas filiadas.	28
1.15	20 principais países que possuem autores responsáveis por receber encomendas por artigos do <i>dataset</i> FF@marcelo3101.	30
1.16	Revistas mais relevantes no <i>dataset</i> FF@marcelo3101.	31
1.17	Revistas mais relevantes no <i>dataset</i> FF@marcelo3101, conforme a soma de citações aos artigos no <i>dataset</i>	32
1.18	Revistas mais relevantes no <i>dataset</i> FF@marcelo3101, conforme a Lei de Bradford.	33
1.19	Revistas de maior impacto no <i>dataset</i> FF@marcelo3101, conforme o índice H.	34
1.20	Revistas de maior impacto no <i>dataset</i> FF@marcelo3101, conforme o índice G.	34
1.21	Revistas de maior impacto no <i>dataset</i> FF@marcelo3101, conforme o índice M.	35
1.22	Revistas com maior volume de publicações no tema no <i>dataset</i> FF@marcelo3101, ao longo do tempo.	36

LISTA DE FIGURAS

1.23	50 palavras-chave mais evidentes, clusterizadas pela coocorrência em documentos, no <i>dataset</i> FF@marcelo3101.	37
1.24	Mapa temático do <i>dataset</i> FF@marcelo3101.	38
1.25	Evolução temática do <i>dataset</i> FF@marcelo3101.	39
1.26	Dimensões de variabilidade mais relevantes, nas palavras-chave do <i>dataset</i> FF@marcelo3101.	40
1.27	Rede de co-citação entre as 50 referências mais presentes no <i>dataset</i> FF@marcelo3101.	41
1.28	Mapa histórico das citações diretas entre os documentos mais evidentes no <i>dataset</i> FF@marcelo3101.	42
1.29	Rede de colaboração entre as 50 instituições mais evidentes, no <i>dataset</i> FF@marcelo3101.	43
1.30	Rede de colaboração entre os 50 autores mais evidentes, no <i>dataset</i> FF@marcelo3101.	44
1.31	Rede de colaboração entre os 50 países mais evidentes, no <i>dataset</i> FF@marcelo3101.	45

Lista de Tabelas

1.1	Tabela com os 10 artigos mais citados globalmente no <i>dataset</i> FF@marcelo3101	16
1.2	Os 10 autores de maior impacto no <i>dataset</i> FF@marcelo3101, pelo índice H . .	26
1.3	Os 10 autores de maior impacto no <i>dataset</i> FF@marcelo3101, pelo índice G . .	27
1.4	10 autores de maior impacto no <i>dataset</i> FF@marcelo3101, pelo índice M . . .	27
1.5	10 autores de maior impacto no <i>dataset</i> FF@marcelo3101, conforme número de citações globais	28
1.6	10 países com maior impacto de citações no tema do <i>dataset</i> FF@marcelo3101	29

Resumo

Este documento contém o produto da tarefa especificada no título deste documento, conforme as orientações em <https://www.overleaf.com/read/cytswcjsxxqh>.

Parte I

Pesquisa Bibliométrica

Capítulo 1

Análise Bibliográfica sobre Simulação Multiagente para incêndios florestais, por Marcelo Aiache Postiglione

1.1 Planejamento do estudo

O planejamento o desenho do estudo deve descrever as motivações, questões de interesse, escopo, limitações e objetivos do trabalho. O planejamento do estudo deve motivar o tema escolhido e o interesse do autor.

Incêndios florestais se tornaram um objeto de estudo muito relevante. É possível perceber que florestas ao redor do mundo sofrem bastante com casos de incêndios. Um recente exemplo foi o caso da Austrália (<https://g1.globo.com/natureza/noticia/2020/07/28/incendios-na-australia-afetaram-3-bilhoes-de-animais-afirma-estudo.ghtml>) onde a vegetação e vários animais foram afetados pelas grandes queimas que ocorreram em 2020. Levando em consideração a importância dos diversos biomas a principal motivação para se realizar tais simulações seria para entender como a ignição ocorre e como o fogo se espalha nessas regiões de floresta.

No caso do meu trabalho, as perguntas que o nortearam foram:

- O que pode se dizer sobre a produção científica global acerca desse assunto específico?
- Como a simulação multiagente tem sido usada para compreender os fenômenos de ignição e espalhamento do fogo envolvidos nesses incêndios?
- Quais são os principais conceitos ligados ao tema de pesquisa sobre incêndios florestais?
- Quais países que se destacam na pesquisa sobre simulações de incêndios florestais?

1.1.1 O que já existe de pesquisa bibliométrica sobre esse tema?

([FOREST-FIRE...](#), 2019) oferece uma boa explicação sobre o modelo matemático utilizado por esses estudos. É possível encontrar diversas pesquisas bibliométricas que realizam a análise sistemática sobre os modelos utilizados para simulações. ([noauthor_systematic_2022](#)) é um exemplo de estudo que visa explorar os avanços realizados sobre o entendimento dos comportamentos dos incêndios florestais.

1.1.2 Uso do Bibliometrix e Biblioshiny

Serão usadas a ferramenta e o *workflow* proposto pelos autores do pacote Bibliometrix, conforme indica a figura ??.

1.1.3 Limitações

O exercício relatado foi feito em uma semana, envolvendo entre 5 a 10 horas de trabalho de cada autor.

Outros aspectos a reforçar:

- Deve-se fazer buscas na base de dados WoS ou SCOPUS;
- é obrigatório declarar um conjunto de perguntas de pesquisa.
- é preciso declarar o objetivo da pesquisa, que no caso da aqui relatada foi exercitar inicialmente, e relatar, o uso da técnica de análise bibliométrica, para fins didáticos.

1.2 Coleta de dados

A coleta de dados feita usando o Web of Science (WoS) no dia 04 de dezembro de 2022, acessado por meio do Portal de Periódicos da CAPES.

1.2.1 Query de Busca

Foi usada a *query* de busca ilustrada nas linhas 1 a 9 da listagem [1.1](#).

Listagem de Código 1.1: *query* de busca sobre simulação multiagente de incêndios florestais, juntamente com processos de ignição e espalhamento do fogo.

```
1 simul*
2 AND
3 (agent OR multiagent)
4 AND
5 (forest OR jungle* OR wood* OR vegetation* OR wild*)
6 AND
```

```
7 (fire OR spread* OR burn* OR ignition)
8 NOT
9 (firefight* OR extinguish* OR decision)
```

1.2.1.1 Explicação para os termos de busca usados

A busca consistiu de quatro cláusulas disjuntivas, unidas por uma conjunção *and*, aplicadas à busca em *all fields* (O termo de busca pode aparecer em qualquer área do artigo).

O termo **simul*** (linha 1 da query) foi utilizado para se obter artigos que realizem uso de simulações.

Os termos **agent** e **multiagent**, (linha 3 da query) foram usados na segunda cláusula da query para identificar os tipos de simulação desejados. Sendo esses baseados em agentes.

Os termos **forest**, **jungle***, **wood***, **vegetation*** e **wild***, na linha 5, foram usados em conjunção para recuperar apenas trabalhos que realizem simulações em regiões de florestas.

A cláusula na linha 7 faz união entre o uso dos termos **fire**, **spread***, **burn*** e **ignition**, para complementar a linha 5 e obter simulações sobre fogo, espalhamento do fogo e ignição em áreas florestais.

A cláusula localizada na linha 9, antecedida pelo operador NOT, possui os termos **firefight***, **extinguish*** e **decision** associados por disjunção e tem o objetivo de filtrar os resultados para retirar artigos que visam a simulação do combate ao fogo.

1.2.2 Registros recuperados

Os registros obtidos como resultado da busca encontram-se em <https://github.com/jhcf/Comput-Experim-20212-Overleaf2/exploratory-data-analysis/marcelo3101/PesqBibliogr/ForestFire/WoS-20221204/wos366recs.txt>.

Foram utilizadas as opções *Exportar registros para arquivo de texto sem formatação* e *export full record plus citations / exportar todas as informações, inclusive citações que realizam* no WoS, para que as citações também pudessem ser analisadas. Os 366 registros foram recuperados em uma única exportação, todos no mesmo arquivo de texto.

A listagem 1.2 apresenta 93 linhas de um registro no formato RIS, referentes a um artigo recuperado da Web of Science. Cada um dos campos de um registro é marcado por um código de dois caracteres, nas colunas 1 e 2 de cada linha. Se a coluna está em branco repete-se o mesmo campo da linha anterior. O significado de cada campo pode ser visto em (WIKIPEDIA, 2017).

Alguns campos específicos serão comentados a seguir:

PT - Publication Type indica o tipo da publicação, no caso específico um artigo de *journal* (J);

AU - Author Nome de um autor;

AF - Author Full Name Nome completo de um autor;

TI - Title Título da publicação;

SO - Source Nome da revista;

DE - Descriptor Palavras-chave;

AB - Abstract Resumo;

CR - Cited Referente Cada uma das referências citadas no artigo;

TC - Times Cited Quantidade de vezes que esse artigo foi globalmente citado;

PY - Publication Year Ano de publicação;

VL - Volume, IS - Issue Volume e número onde o artigo foi publicado, na revista;

BP - Begin page, EP - End page Páginas inicial e final do artigo dentro do volume e número da revista;

DI - Digital Object Identifier Identificador único do artigo no sistema <http://doi.org>;

DA - Date of Acquisition Data em que o registro foi obtido da WoS;

ER - End of Record Fim do registro.

Listagem de Código 1.2: Exemplo do registro recuperado no formato RIS, sobre o tema simulação multiagente de incêndios florestais.

```

1  FN Clarivate Analytics Web of Science
2  VR 1.0
3  PT C
4  AU Hu, XL
5     Ge, M
6  AF Hu, Xiaolin
7     Ge, Mu
8  BE Martin, CR
9     Blas, MJ
10    Psijas, AI
11  TI MODELING AND SIMULATING PRESCRIBED FIRE IGNITION TECHNIQUES
12  SO PROCEEDINGS OF THE 2021 ANNUAL MODELING AND SIMULATION CONFERENCE
13    (ANNSIM'21)
14  LA English
15  DT Proceedings Paper
16  CT Annual Modeling and Simulation Conference (ANNSIM)
17  CY JUL 19-22, 2021
18  CL ELECTR NETWORK
19  SP Soc Modeling & Simulat Int, Assoc Comp Machinery, Inst Elect & Elect Engineers
20  DE Prescribed fire; Ignition techniques; Modeling and simulation; Ignition
21    plan specification; DEVS
22  ID WILDFIRE SPREAD; DEVS-FIRE; SYSTEMS
23  AB Prescribed fire ignition techniques have significant impact on prescribed fires' growth behavior. This paper presents a systematic way
24  C1 [Hu, Xiaolin; Ge, Mu] Georgia State Univ, Dept Comp Sci, 25 Pk Pl, Atlanta, GA 30303 USA.
25  C3 University System of Georgia; Georgia State University
26  RP Hu, XL (corresponding author), Georgia State Univ, Dept Comp Sci, 25 Pk Pl, Atlanta, GA 30303 USA.
27  EM xhu@gsu.edu; mge3@student.gsu.edu
28  FU US Department of Agriculture (USDA) National Institute of Food and
29    Agriculture (NIFA) [2019-67021-29011]
30  FX This work is supported in part by the US Department of Agriculture
31    (USDA) National Institute of Food and Agriculture (NIFA) under grant
32    number 2019-67021-29011.
33  CR Anderson H.E., 1982, INT122 USDA FOR SERV
34    Andrews P. L., 2005, RMRS GTR106 DEP AGR F
35    Beachly E. M., 2017, THESIS U NEBRASKA LI
36    Boer MM, 2009, FOREST ECOL MANAG, V259, P132, DOI 10.1016/j.foreco.2009.10.005
37    Bugwood, 2021, FIR TECHN GUID PRESS

```

```

38 Carvalho EO, 2011, INT J WILDLAND FIRE, V20, P474, DOI 10.1071/WF10061
39 EFire, 2021, FIR TECHN
40 Fernandes PM, 2003, INT J WILDLAND FIRE, V12, P117, DOI 10.1071/WF02042
41 Finney MA, 1998, USDA FOR SERV RM RES, P1
42 Finney MA, 2011, J COMBUST, V2011, DOI 10.1155/2011/548328
43 Hiers J. K., 2020, FIRE ECOL, V16
44 Hu XL, 2007, PROCEEDINGS OF THE 2007 WINTER SIMULATION CONFERENCE, VOLS 1-5, P1254
45 Hu XL, 2012, SIMUL-T SOC MOD SIM, V88, P259, DOI 10.1177/0037549711414592
46 Hu XL, 2009, ACM T MODEL COMPUT S, V19, DOI 10.1145/1596519.1596524
47 Hu XL, 2005, SIMUL-T SOC MOD SIM, V81, P91, DOI 10.1177/0037549705052227
48 Johansen R. W., 1987, IGNITION PATTERNS PR
49 Linn RR, 2020, ENVIRON MODELL SOFTW, V125, DOI 10.1016/j.envsoft.2019.104616
50 Martin R. E., 1978, GTR76 PAC NW FOR RAN
51 Ntaimo L, 2008, SIMUL-T SOC MOD SIM, V84, P137, DOI 10.1177/0037549708094047
52 Papadopoulos GD, 2011, IEEE SYST J, V5, P233, DOI 10.1109/JSYST.2011.2125230
53 Pastor E, 2003, PROG ENERG COMBUST, V29, P139, DOI 10.1016/S0360-1285(03)00017-0
54 Randall J, 2012, CONSIDERATONS PRESCR
55 Rothermel R. C., 1972, USDA Forests Service Research Paper, Intermountain Forest and Range Experiment Station
56 Twidwell D, 2016, FRONT ECOL ENVIRON, V14, P333, DOI 10.1002/fee.1299
57 USDA, 2021, PRESCR FIR
58 Waldrop T. A., 2012, SRS054 USDA FOR SERV
59 WEBER RO, 1991, PROG ENERG COMBUST, V17, P67, DOI 10.1016/0360-1285(91)90003-6
60 Zeigler BP, 2000, THEORY MODELLING SIM
61 NR 28
62 TC 0
63 Z9 0
64 U1 0
65 U2 0
66 PU IEEE
67 PI NEW YORK
68 PA 345 E 47TH ST, NEW YORK, NY 10017 USA
69 BN 978-1-56555-375-0
70 PY 2020
71 PG 12
72 WC Computer Science, Software Engineering; Computer Science, Theory &
73 Methods; Engineering, Multidisciplinary; Mathematics, Applied
74 WE Conference Proceedings Citation Index - Science (CPCI-S)
75 SC Computer Science; Engineering; Mathematics
76 GA BT7BK
77 UT WOS:000847030800057
78 DA 2022-12-05
79 ER
80
81 PT J
82 AU Widyastuti, K
83 Imron, MA
84 Pradopo, ST
85 Suryatmojo, H
86 Sopha, BM
87 Spessa, A
88 Berger, U
89 AF Widyastuti, Kirana
90 Imron, Muhammad Ali
91 Pradopo, Subyantoro Tri
92 Suryatmojo, Hatma
93 Sopha, Bertha Maya
94 ...

```

1.3 Análise dos dados

1.3.1 Filtragem de registros

Antes da análise, é possível aplicar filtros sobre os registros obtidos.

Foi aplicado um filtro ao *dataset* inicial, com 366 registros, que continham diversos tipos de registros. Foram mantidos apenas os registros de artigos publicados em revistas científicas¹. Após a aplicação desse filtro, 359 registros foram mantidos no *dataset*. Para esse capítulo, iremos chamá-lo de marcelo3101/ForestFire ou FF@marcelo3101

¹A suposição é que que o conhecimento de maior qualidade sobre o tema está nas publicações em revistas.

1.3.2 Análise descritiva do *dataset* FF@marcelo3101

A análise bibliométrica descritiva faz uma descrição inicial do *dataset*. Para explicação detalhada de como são calculadas as diversas taxas geradas pelo Bibliometrix veja a documentação do *package* a partir da página <https://cran.r-project.org/web/packages/bibliometrix/index.html>. A análise bibliométrica descritiva é gerada pela função `biblioAnalysis`.

As informações mais gerais sobre o *dataset* FF@marcelo3101 são as seguintes:

Timespan Os artigos que atenderam aos critérios de busca e filtragem foram publicados a partir de 1993, até 2022. Ou seja, não foram encontrados registros entre 1945 e 1992.

Sources (Journals, Books, etc) São 269 fontes de informação que publicaram os documentos que estão presentes no *dataset* FF@marcelo3101. Ou seja, cada fonte publicou, em média, $359/269 = 1,33$ artigo.²

Average years from publication A média do tempo de publicação dos artigos no *dataset* FF@marcelo3101 é de 7,58 anos.

Average citations per documents Cada artigo no *dataset* FF@marcelo3101 foi citado, em média 30,69 vezes³.

Average citations per year per doc Após publicado, cada um dos 359 artigos do *dataset* FF@marcelo3101 foi citado 2,5 vezes por ano, em média.

References O *dataset* FF@marcelo3101 contém 19240 referências citadas (tags CR).

Keywords Plus (ID) 1755 distintas palavras-chave do tipo Keywords Plus (ID)⁴ foram encontradas no *dataset* FF@marcelo3101.

Author's Keywords (DE) 1473 distintas palavras-chave indicadas pelos autores foram encontradas no *dataset*.

Authors 1641 distintos nomes de autores foram encontrados no *dataset*⁵.

²Note que a média, enquanto medida de tendência central, pode não ser a que melhor reflete a tendência a quantidade de artigos publicados por revista.

³Note que a média, enquanto medida de tendência central, pode não ser a que melhor reflete a tendência de citações a artigos.

⁴*KeyWords Plus* são “termos de índice gerados automaticamente a partir dos títulos de artigos citados. Os termos do KeyWords Plus devem aparecer mais de uma vez na bibliografia e são ordenados de frases com várias palavras a termos únicos. O KeyWords Plus aumenta o número de resultados tradicional de palavras-chave ou títulos.” Fonte: https://images.webofknowledge.com/WOKRS410B4/help/pt_BR/WOS/hp_full_record.html

⁵Um mesmo autor pode ter uma ou mais diferentes grafias no *dataset*, e serão reconhecidos dois ou mais autores diferentes, embora de fato sejam apenas um. Isso significa que a quantidade de **nomes de autores** equivale à quantidade de **autores**. Adicionalmente, é possível que distintos autores sejam reconhecidos com o mesmo nome, isso é, que sejam homônimos. Ou seja, o *dataset* em geral conterá erros de contagem na quantidade de autores reais.

Author Appearances Os 1641 distintos (nomes de) autores foram encontrados 1755 vezes, como autores de artigos.

Authors of single-authored documents Dentre os 1641 distintos (nomes de) autores encontrados, 22 deles editaram artigos individualmente, isso é, sem co-autores.

Authors of multi-authored documents Dentre os 1641 distintos (nomes de) autores encontrados, 1619 deles editaram artigos com um ou mais co-autores"

Single-authored documents Dentre os 359 documentos presentes no *dataset* FF@marcelo3101, 22 foram escritos por um único autor, e os 337 restantes foram elaborados em co-autoria.

Documents per Author Dentre os 1641 distintos (nomes de) autores, cada um publicou em média 0,218 artigos.

Authors per Document Cada um dos 359 documentos presentes no *dataset* FF@marcelo3101 foi autorado com 4,57 autores em média ($1641/359 = 4,57$).

Co-Authors per Documents Temos uma média de 4,89 co-autores por registro para os 359 documentos do *dataset* FF@marcelo3101.

Collaboration Index Os 1619 (nomes de) autores que editaram artigos com um ou mais co-autores, colaboraram em media 4,50 vezes para editar os 359 artigos elaborados em co-autoria, gerando, assim, um índice de colaboração 4,50.

1.3.3 Evolução da Produção Científica

A figura 1.1 apresenta a evolução da produção científica mundial no tema de interesse, segundo o *dataset* FF@marcelo3101. A curva mostra uma tendência de crescimento aproximadamente exponencial da quantidade de publicações, desde a primeira identificada em 1990.

O *Annual Growth Rate* do *dataset* é de 12,69%, bem maior que a taxa média de crescimento da publicação científica mundial, de cerca de 3,3% anuais, em 2016, como ilustra o estudo em https://www.researchgate.net/publication/333972683_Dynamics_of_scientific_production_in_the_world_in_Europe_and_in_France_2000-2016, página 23.

1.3.4 Interpretação do Crescimento

A elevada taxa de crescimento do *dataset* FF@marcelo3101, indica que o tema é um grande foco de estudo. Um dos fatores que pode colaborar para isso é o fato de grandes incêndios terem acontecido recentemente, vide caso da Austrália que em 2020 sofreu com enormes queimadas. Além dos danos causados à flora e à fauna de regiões afetadas por queimadas o que torna a análise e simulação desses incêndios bem relevante.

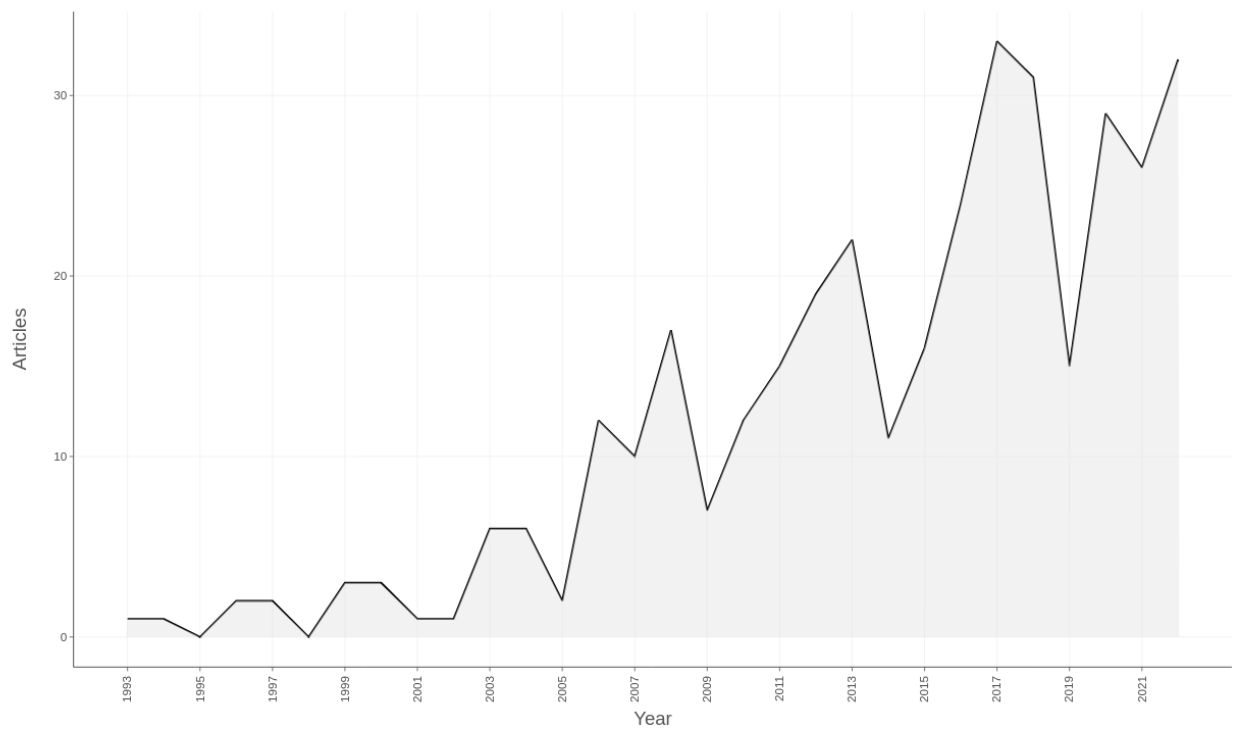


Figura 1.1: Evolução da produção científica no *dataset* FF@marcelo3101.

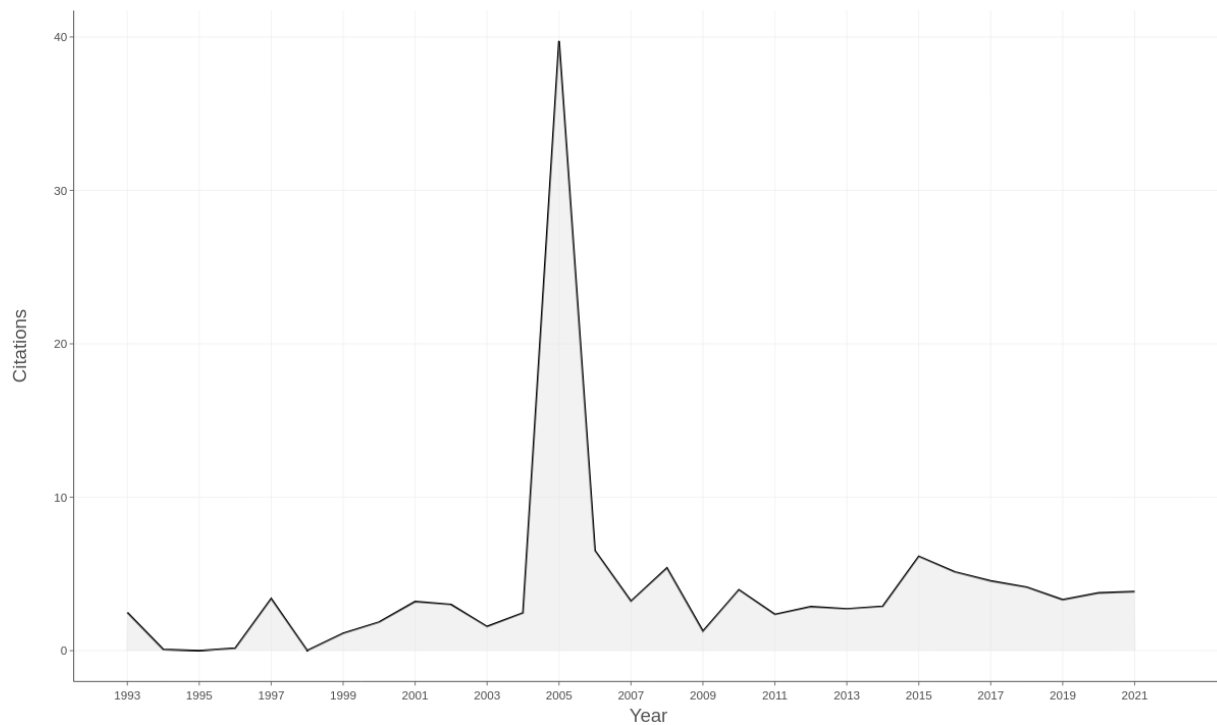


Figura 1.2: Evolução das citações ao *dataset* FF@marcelo3101.

1.3.5 Evolução das Citações

A figura 1.2 apresenta a evolução da média de citações aos 359 artigos no *dataset* FF@marcelo3101. No geral, temos uma grande estabilidade. O pico que aparece nos anos de 2005 e 2006 deve-se, possivelmente, ao grande número de incêndios florestais ocorridos na Califórnia (Fonte: https://en.wikipedia.org/wiki/2005_California_wildfires e https://en.wikipedia.org/wiki/2006_California_wildfires). Um fato intrigante é que apesar dos grandes incêndios que ocorreram na Austrália em 2019 e em 2020, o *dataset* manteve um comportamento considerado típico.⁶

1.3.6 Interpretação das Citações

Apesar do grande pico, podemos perceber um comportamento mais estável para as citações globais dos artigos presentes no *dataset*.

1.3.7 *Three-Field Plots (Sankey diagram)*

A figura 1.3 apresenta a plotagem do tipo "Três Campos" do *dataset* FF@marcelo3101, vinculando, ao centro, os 20 Autores mais proeminentes (AU), à esquerda, as 20 Citações mais frequentes (CR - Cited Records), e à direita, as 20 Palavras-Chave mais frequentes empregadas pelos autores.

1.3.8 Interpretação da figura 1.3

Dos vinte autores mais relevantes, citados pelos artigos do *dataset* FF@marcelo3101, e das palavras-chave mais relevantes, temos um domínio norte-americano e europeu. Esse padrão também se mantém para as citações.

Possuímos alguns termos dentre as palavras-chave (DE) que não estão diretamente relacionados ao interesse central da busca realizada. Esses termos são **Invasive species** e **Biological invasions**.

Pela interpretação da plotagem da figura 1.3, observa-se que a maioria dos artigos mais citados encontram-se publicados entre os anos 2000 e 2010. Indicando que, na década seguinte, nenhum trabalho obteve o mesmo impacto, exceto por um registro de 2020.

1.3.8.1 Autores mais relevantes

Algumas considerações sobre os trabalhos mais citados.

⁶Note que o cálculo do número médio de citações, nesse caso, utiliza os valores computados no tag "TC (Times Cited)", já presentes no *dataset* obtido. Ou seja, o gráfico baseia-se no número de citações globais (externas ao *dataset* FF@marcelo3101), e não no número de citações locais (citações a um artigo do *dataset* feitas por alguns dos outros artigos dentro do próprio *dataset*).

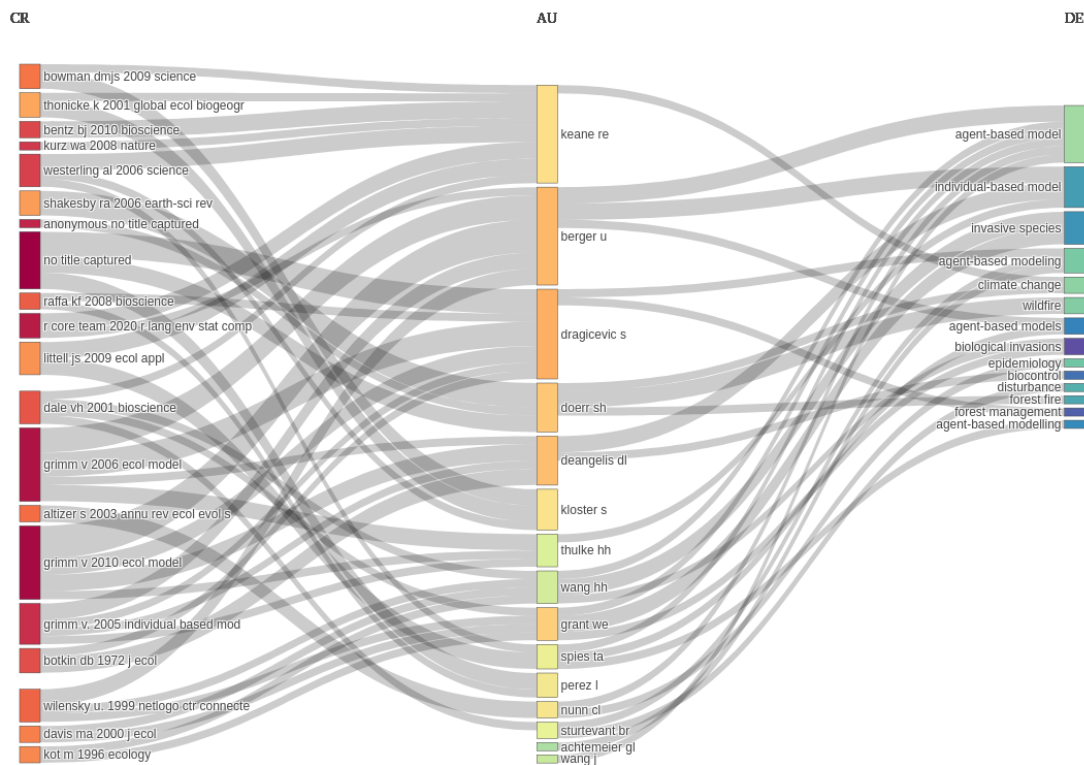


Figura 1.3: Plotagem “Três Campos” (Sankey plot) do *dataset* FF@marcelo3101: 20 Autores, Citações e Palavras-Chave mais proeminentes.

- (bowman, fire, 2009) Discute os maiores problemas envolvidos sobre o processo de entendimento do papel do fogo no globo terrestre. Abordando desde os primeiros contatos feitos pelos homens e registrados até grandes incêncios e acidentes;
- O artigo de Thonicke; KVenovsky, S; Sitch, S e Cramer, W; Explora a simulação da influência do fogo no equilíbrio dinâmico de vegetações em escala global;

O Segundo artigo citado está presente no dataset.

1.3.9 Citações globais aos artigos no *dataset*

A tabela 1.1 apresenta a lista dos 10 artigos do *dataset*, que foram mais citados, ordenados de forma decrescente pelo número global de citações do artigo, nos índices da WoS. Para cada artigo é apresentada a referencia abreviada, o DOI e a quantidade de vezes que ele foi citado globalmente (no índice do WoS).

Paper	DOI	Total Citations	TC per Year	Normalized TC
GRIMM V, 2005, SCIENCE	10.1126/science.1116681	1339	74.39	1.98
LAIRD DA, 2008, AGRON J	10.2134/agronj2007.0161	599	39.93	7.94
THOM D, 2016, BIOL REV	10.1111/brv.12193	344	49.14	11.17
ALONGI J, 2015, PROG POLYM SCI	10.1016/j.progpolymsci.2015.04.010	323	40.38	7.51
BEARD RW, 2006, P IEEE	10.1109/JPROC.2006.876930	303	17.82	2.91
SZWAJA S, 2010, FUEL	10.1016/j.fuel.2009.08.043	283	21.77	5.95
OGDEN NH, 2006, INT J PARASITOL	10.1016/j.ijpara.2005.08.016	256	15.06	2.46
CERDA A, 2008, CATENA	10.1016/j.catena.2008.03.010	247	16.47	3.27
SHI DS, 2006, J PHARMACOL EXP THER	10.1124/jpet.106.111807	214	12.59	2.05
TINAUT FV, 2008, FUEL PROCESS TECHNOL	10.1016/j.fuproc.2008.04.010	162	10.80	2.15

Tabela 1.1: Tabela com os 10 artigos mais citados globalmente no *dataset* FF@marcelo3101

Os artigos estão relacionados ao tema e são usados para a elaboração dos artigos que realizam as simulações.

1.3.10 Espectroscopia das referências

A técnica de espectroscopia das referências bibliográficas (“reference publication year spectroscopy” (RPYS)) de um *dataset* (MARX et al., 2014) possibilita identificar as raízes históricas de um campo de conhecimento.

A figura 1.4 apresenta, distribuída ao longo do tempo, a quantidade de referências citadas no *dataset* para cada ano, bem como os desvios dessa quantidade em relação à média (em vermelho).

A mais antiga das referências usadas é do ano de 1732, e segue com certa estabilidade. O comportamento se altera bruscamente e o comportamento da linha vermelha entre os anos de 2005 e 2011 indica um grande aumento. Esse pico na média de citações, possivelmente ocorreu devido aos incêndios ocorridos na califórnia que aumentaram a produção e interesse científico sobre o assunto.

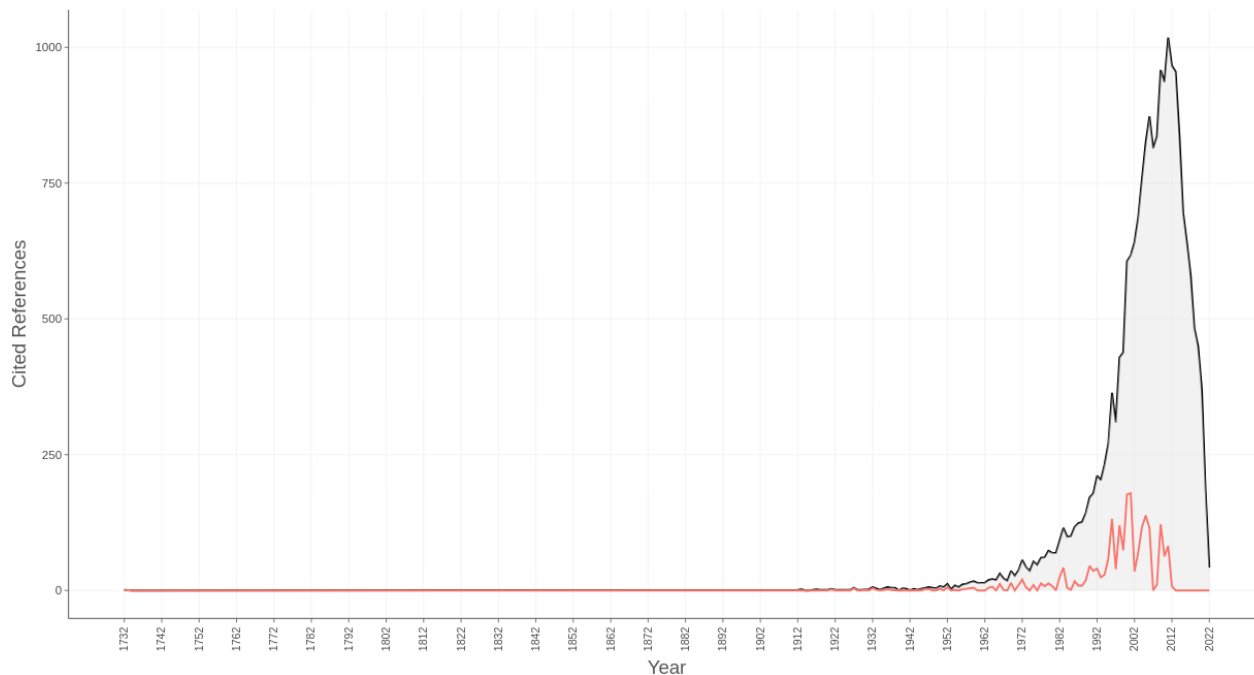


Figura 1.4: Espectroscopia (RPYS) completa das referências do *dataset* FF@marcelo3101.

1.3.11 Uso de palavras dentro dos artigos no *dataset*

As últimas das métricas aplicadas a documentos, disponíveis para aplicação no Bibliometrix é baseada na ocorrência de termos no texto dos documentos. A mais comum delas é baseada na simples contagem de frequência das palavras, como ilustra a figura 1.5, com os 10 termos mais frequentes em uso.

Outras formas de apresentação alternativas são apresentadas nas duas figuras a seguir, que ilustram de forma diferente a mesma informação, como em:

Word Cloud Uma nuvem de palavras, na figura 1.6, com evidências para as 50 palavras mais frequentes;

Tree Map Um mapa em árvore, na figura 1.7, com evidências para as 50 palavras mais frequentes;

Por fim, o Bibliometrix permite apresentar o uso dos termos ordenado temporalmente, como nas duas figuras a seguir:

Word Growth / Word Dynamics que mostra o crescimento de uso das palavras mais frequentes, como na figura 1.8;

Trending topics que mostra as tendências para uso de determinadas palavras em determinadas faixas de tempo, como em 1.9. Para obtenção do gráfico foram determinados os

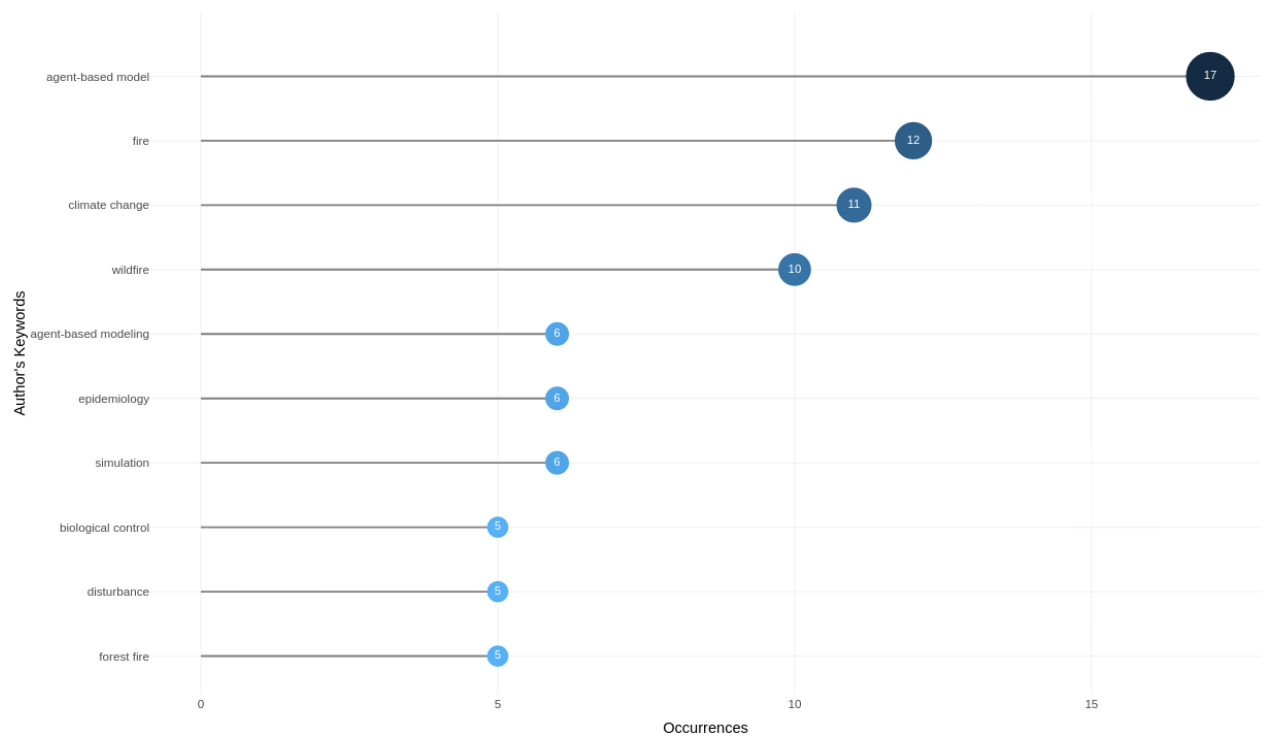
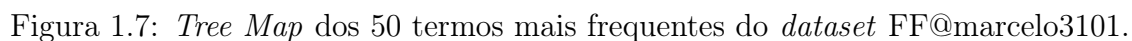
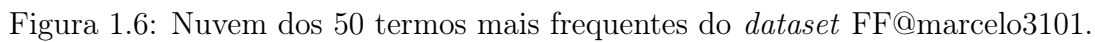


Figura 1.5: 10 palavras (termos) mais frequentes no *dataset* FF@marcelo3101.



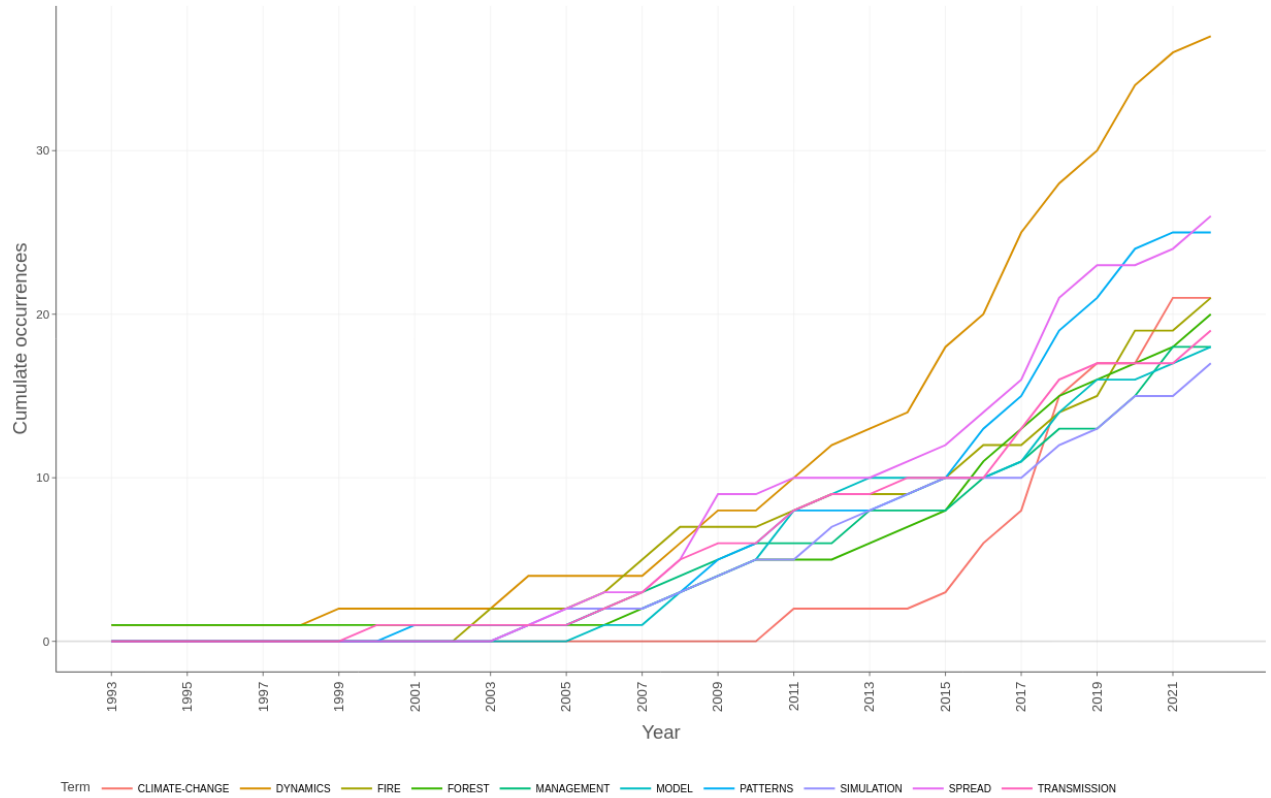


Figura 1.8: Dinâmica de uso ao longo do tempo, dos 10 termos mais frequentes do *dataset* FF@marcelo3101.

seguintes valores para os parâmetros: frequência mínima de ocorrência para que um termo seja considerado = 15, quantidade máxima de tópicos por ano = 7.

1.3.12 Autores mais produtivos no *dataset*

A figura 1.10 apresenta a lista ordenada e decrescente dos autores com maior número de artigos no *dataset*.

1.3.13 Autores mais relevantes localmente citados

A figura 1.11 apresenta a lista ordenada e decrescente dos autores com maior número de artigos citados por outros artigos no *dataset*. Provavelmente são os autores mais impactantes para a atual forma do *dataset* FF@marcelo3101.

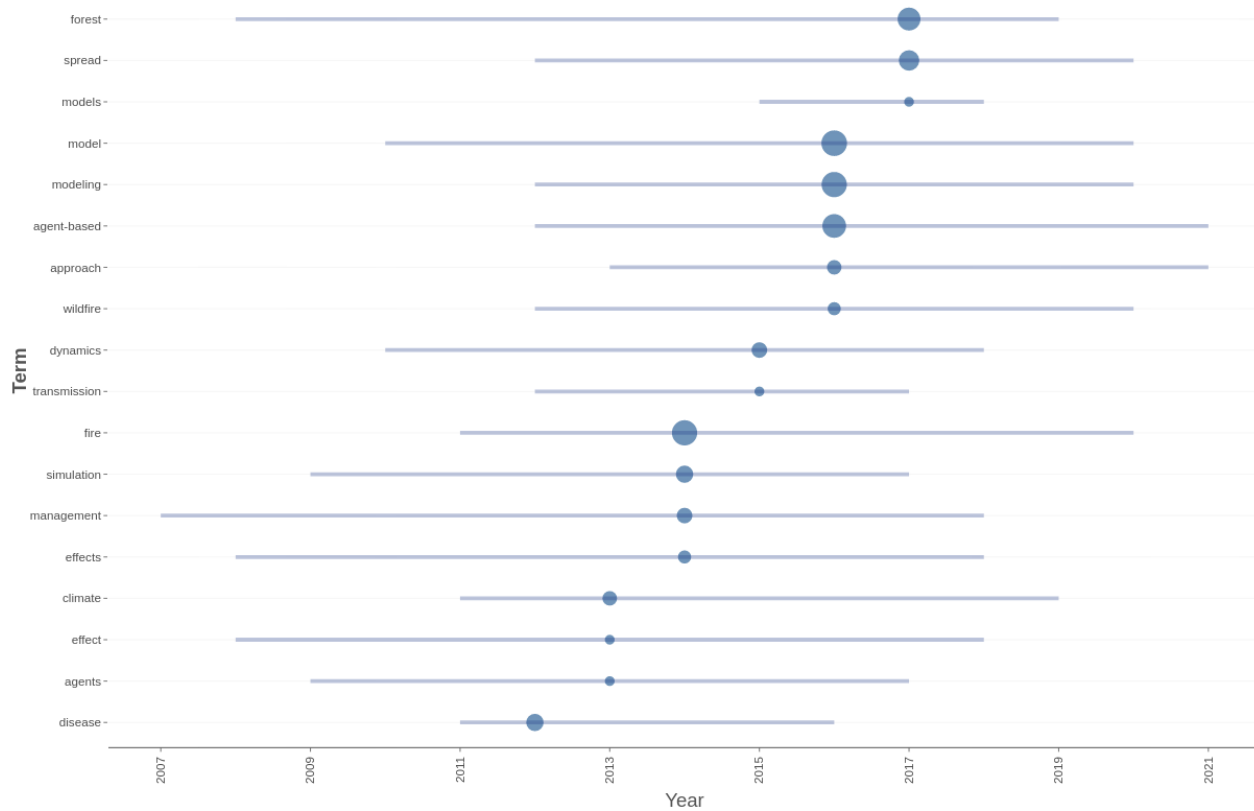


Figura 1.9: *Trending Topics* do dataset FF@marcelo3101, WF = 15, WPY=7.

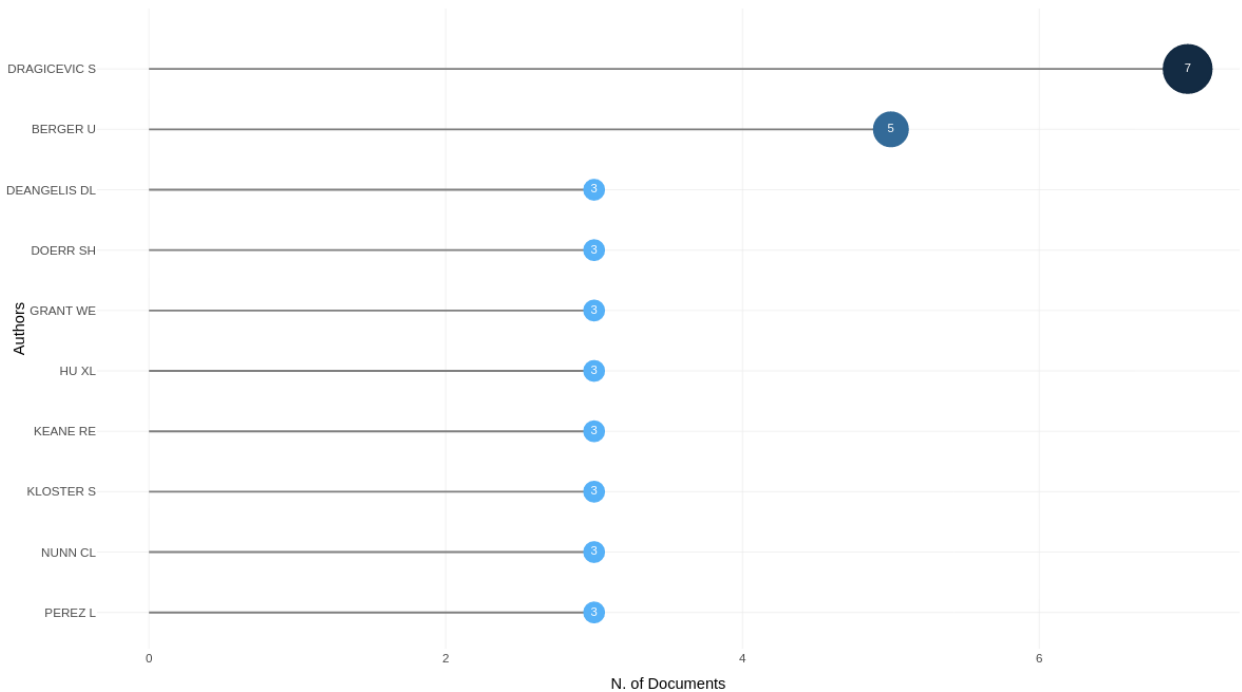


Figura 1.10: 10 autores com mais artigos no *dataset* FF@marcelo3101.

1.3.13.1 Variação da produtividade dos autores ao longo do tempo

Os cientistas passam por períodos mais ou menos produtivos. Diagramas como o da figura 1.12 apresentam essas fases, em relação ao *dataset* FF@marcelo3101.

1.3.14 Lei de Lotka

A Lei de Lotka (ver https://en.wikipedia.org/wiki/Lotka%27s_law) estabelece uma distribuição de frequência aproximadamente inversamente quadrática ou cúbica, para o número de artigos publicados pelos autores de qualquer área do conhecimento. Isso é, se 1000 pessoas publicam ao longo de sua contribuição para o campo de conhecimento apenas um documento, então entre $1000/x^2$ a $1000/x^3$ publicam x documentos. Ou seja, entre $1000/2^2$ a $1000/2^3$ pessoas publicam dois documentos, $1000/3^2$ a $1000/3^3$ pessoas publicam três documentos etc.

Se os dados empíricos do *dataset* são alinhados à essas curvas, então é correto supor que o *dataset* é bem formado. Podemos verificar que há uma aproximação satisfatória na figura 1.13.

1.3.15 Medidas de Impacto dos Autores

A partir da medida básica de citações (TC) podem ser criados vários índices, sendo os mais conhecidos os índices H (Ver <https://en.wikipedia.org/wiki/H-index>), G (Ver <https://en.wikipedia.org/wiki/G-index>),

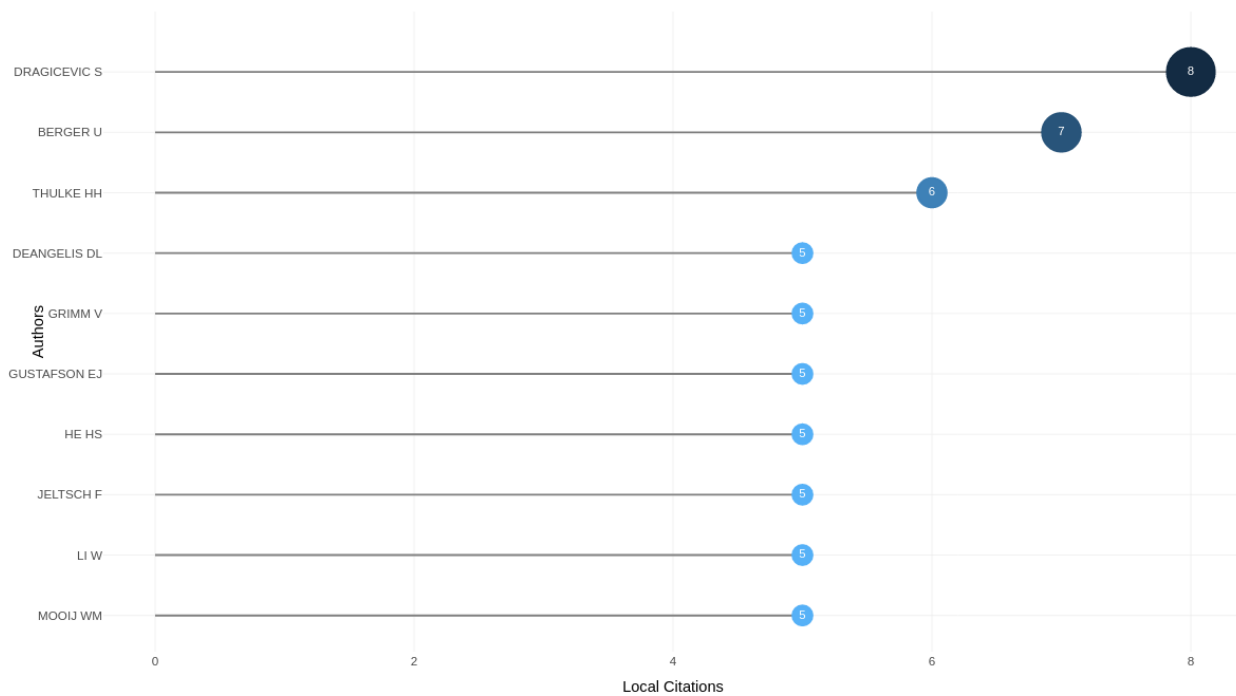


Figura 1.11: 10 autores com mais artigos citados por outros artigos no *dataset* FF@marcelo3101.

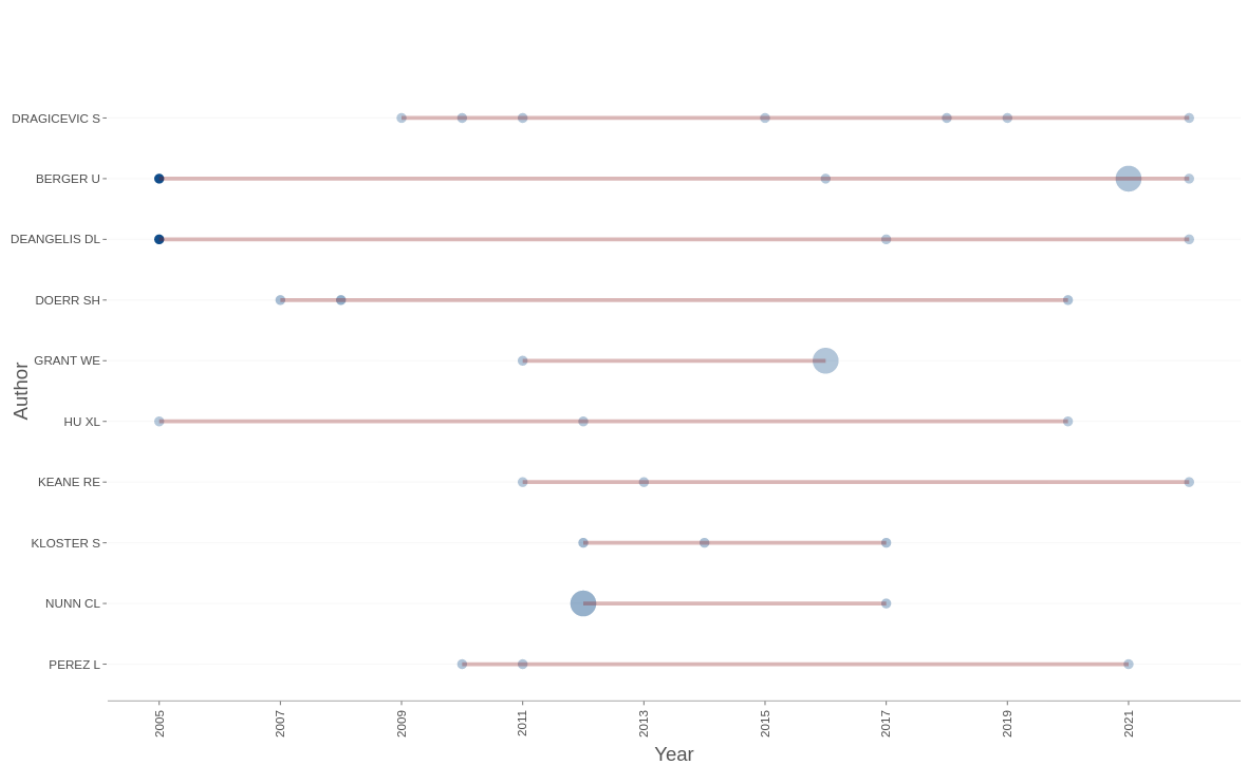


Figura 1.12: Variação da produção dos autores de maior impacto, do *dataset* FF@marcelo3101.

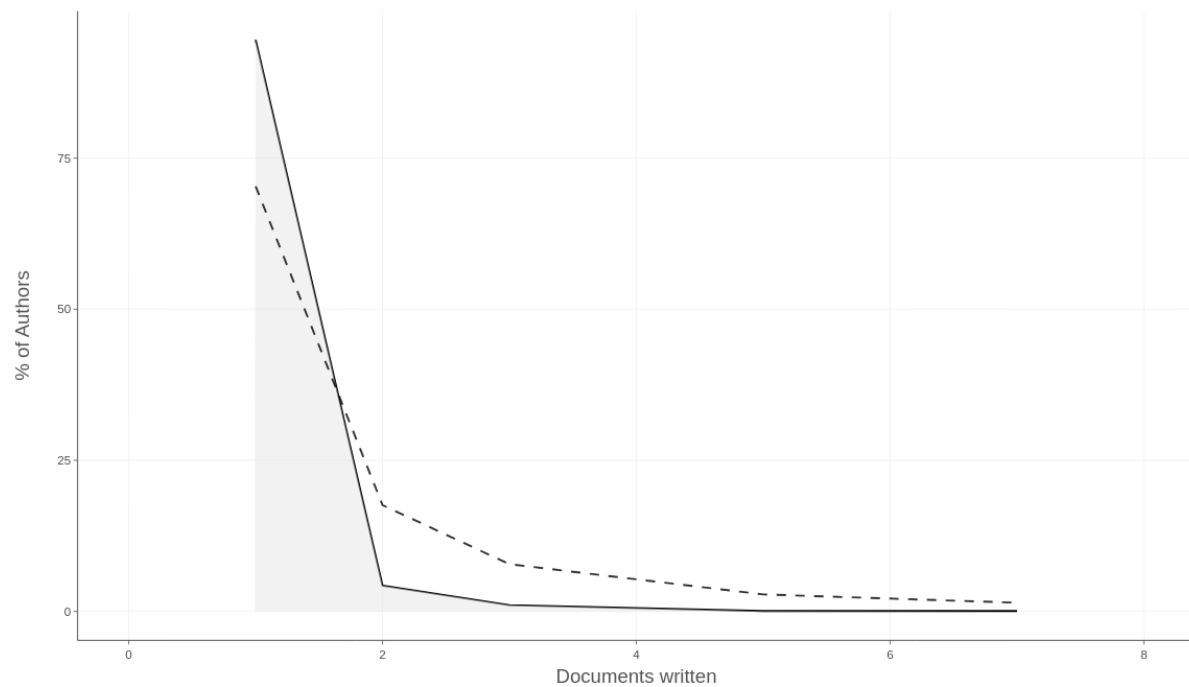


Figura 1.13: Comparação do *dataset* FF@marcelo3101 com a formulação geral da Lei de Lotka.

en.wikipedia.org/wiki/G-index) e M (ver https://en.wikipedia.org/wiki/Author-level_metrics#m-index).

As tabelas 1.2, 1.3, 1.4 e 1.5 mostram os autores mais proeminentes do *dataset* ordenados com base em um desses índices ou com o simples volume total de publicação, em comparação aos demais índices.

Além dos índices e da quantidade total de citações (coluna TC), apresenta-se o volume de publicações (NP) e o ano de primeira publicação do autor (PY Start).

Observe que os índices H e G tendem a valorizar os autores mais estabilizados, enquanto que o índice M mostra os autores mais recentes, que tem menos anos de publicação.

Observe, adicionalmente, que a base para cálculo desses índices é o número total de citações, que tem alcance global, enquanto que o número de artigos publicados é o valor local.

Element	h_index	g_index	m_index	TC	NP	PY_start
DRAGICEVIC S	4	7	0.286	86	7	2009
BERGER U	3	5	0.167	1363	5	2005
DOERR SH	3	3	0.188	372	3	2007
GRANT WE	3	3	0.250	47	3	2011
KLOSTER S	3	3	0.273	186	3	2012
NUNN CL	3	3	0.273	186	3	2012
RICE E	3	3	0.500	61	3	2017
SPIES TA	3	3	0.500	53	3	2017
STURTEVANT BR	3	3	0.158	123	3	2004
TAMBE M	3	3	0.500	61	3	2017

Tabela 1.2: Os 10 autores de maior impacto no *dataset* FF@marcelo3101, pelo índice H

1.3.16 Filiações dos autores às instituições de P&D

Os autores de documentos científicos são filiados como estudantes ou empregados em universidades e centros de pesquisa, e quando os publicam colocam o nome de suas filiações, criando a possibilidade de produção de *rankings* para essas instituições. A figura 1.14 apresenta as 10 instituições com maior produtividade, conforme o volume de artigos publicados presentes no *dataset*. Ou seja, é nas instituições listadas na tabela onde possivelmente está mais avançado o conhecimento nesse tema.

1.3.17 Filiações dos autores aos Países

As instituições às quais são filiados os autores são sediadas em países, o que permite estimar a produtividade e (ou) impacto dos países em um tema de conhecimento específico, como

Element	h_index	g_index	m_index	TC	NP	PY_start
DRAGICEVIC S	4	7	0.286	86	7	2009
BERGER U	3	5	0.167	1363	5	2005
DOERR SH	3	3	0.188	372	3	2007
GRANT WE	3	3	0.250	47	3	2011
KLOSTER S	3	3	0.273	186	3	2012
NUNN CL	3	3	0.273	186	3	2012
RICE E	3	3	0.500	61	3	2017
SPIES TA	3	3	0.500	53	3	2017
STURTEVANT BR	3	3	0.158	123	3	2004
TAMBE M	3	3	0.500	61	3	2017

Tabela 1.3: Os 10 autores de maior impacto no *dataset* FF@marcelo3101, pelo índice G

Element	h_index	g_index	m_index	TC	NP	PY_start
AL-MNASER A	1	1	1.000	2	1	2022
ALKANDARI F	1	1	1.000	2	1	2022
ARAI T	1	1	1.000	5	1	2022
BARRON-RODRIGUEZ J	1	1	1.000	7	1	2022
BECKER I	1	1	1.000	7	1	2022
BENTZ B	1	1	1.000	1	1	2022
BONELL C	1	1	1.000	2	1	2022
BUTTS DJ	1	1	1.000	1	1	2022
CAI XM	1	1	1.000	1	1	2022
CAMPBELL W	1	1	1.000	5	1	2022

Tabela 1.4: 10 autores de maior impacto no *dataset* FF@marcelo3101, pelo índice M

Element	h_index	g_index	m_index	TC	NP	PY_start
THULKE HH	3	3	0.167	1381	3	2005
BERGER U	3	5	0.167	1363	5	2005
DEANGELIS DL	2	3	0.111	1345	3	2005
GRIMM V	1	1	0.056	1339	1	2005
JELTSCH F	1	1	0.056	1339	1	2005
MOOIJ WM	1	1	0.056	1339	1	2005
RAILSBACK SF	1	1	0.056	1339	1	2005
REVILLA E	1	1	0.056	1339	1	2005
WEINER J	1	1	0.056	1339	1	2005
WIEGAND T	1	1	0.056	1339	1	2005

Tabela 1.5: 10 autores de maior impacto no *dataset* FF@marcelo3101, conforme número de citações globais

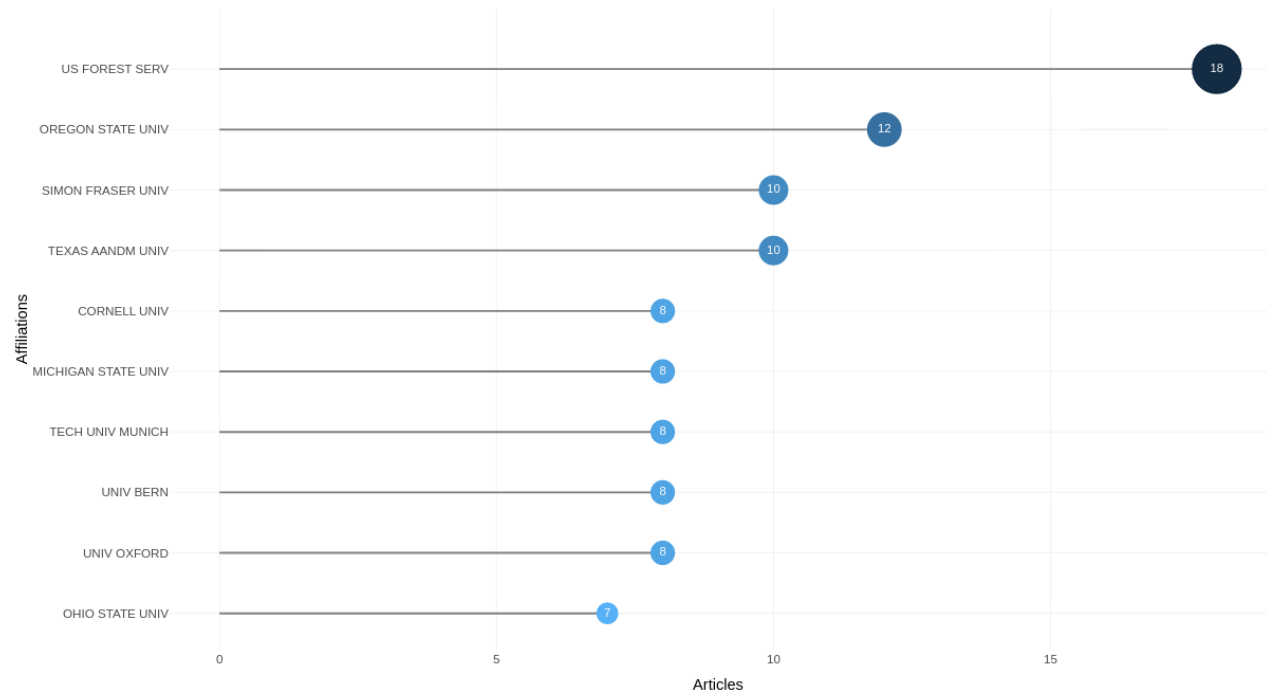


Figura 1.14: 10 Instituições mais produtivas no tema do *dataset* FF@marcelo3101, conforme a quantidade de artigos publicados por pessoas a elas filiadas.

ilustra a tabela 1.6, que mostra a quantidade de citações obtidas pelos artigos das instituições sediadas nesses países.

Country	TC	Average Article Citations
USA	3780	29.30
GERMANY	1812	86.29
CANADA	1060	31.18
SPAIN	453	56.63
AUSTRALIA	452	32.29
ITALY	447	74.50
AUSTRIA	411	137.00
UNITED KINGDOM	407	23.94
POLAND	288	96.00
CHINA	249	10.83

Tabela 1.6: 10 países com maior impacto de citações no tema do *dataset* FF@marcelo3101

1.3.18 Países dos autores principais dos artigos

Cada artigo escrito por mais de um autor tem um autor responsável por receber as correspondências relativas ao artigo. Esse é o *wordauthor*. A figura 1.15 apresenta, em ordem do maior para o menor volume de correspondentes por artigo, o volume publicado por cada país. SCP são as publicações cujos autores são todos do mesmo país. MCP envolve autores de mais de um país.

1.3.19 Fontes mais relevantes, conforme número de artigos publicados sobre o tema

Conforme podemos visualizar na figura 1.16, a fonte mais relevante nesse tema é a revista científica mensal *Ecological Modelling*, se utilizarmos como critério o número de artigos publicados.

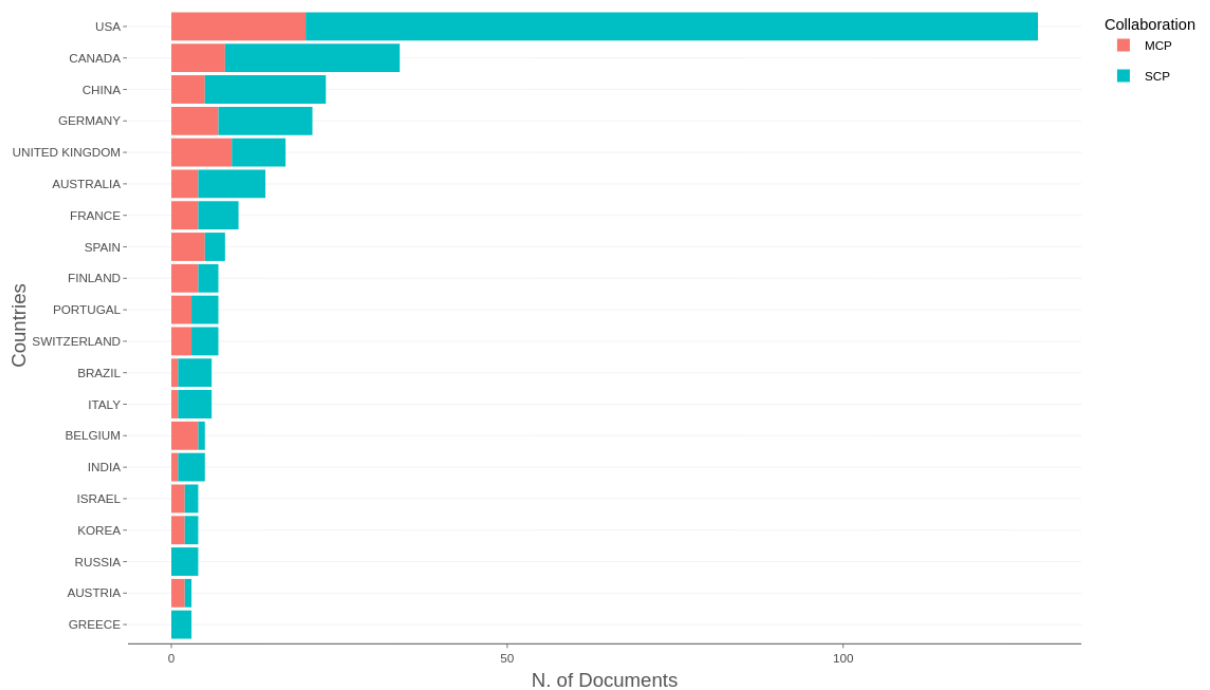
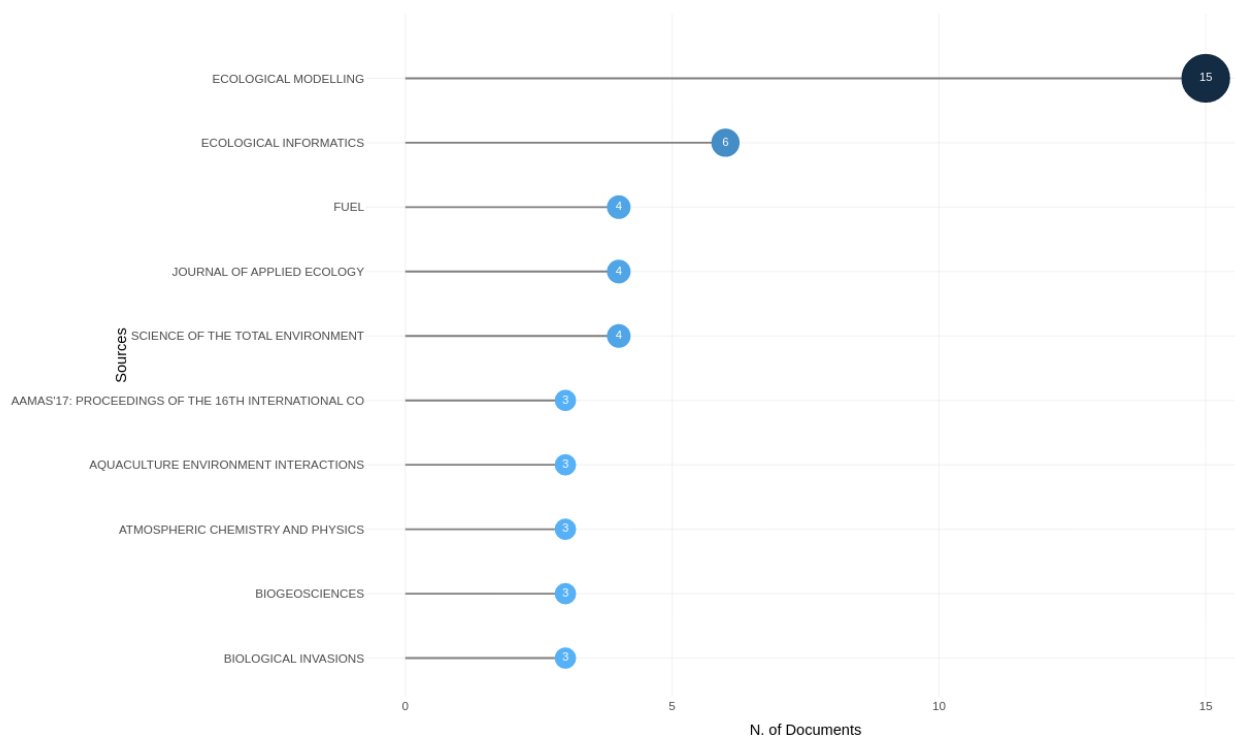


Figura 1.15: 20 principais países que possuem autores responsáveis por receber encomendas por artigos do *dataset* FF@marcelo3101.

Figura 1.16: Revistas mais relevantes no *dataset* FF@marcelo3101.

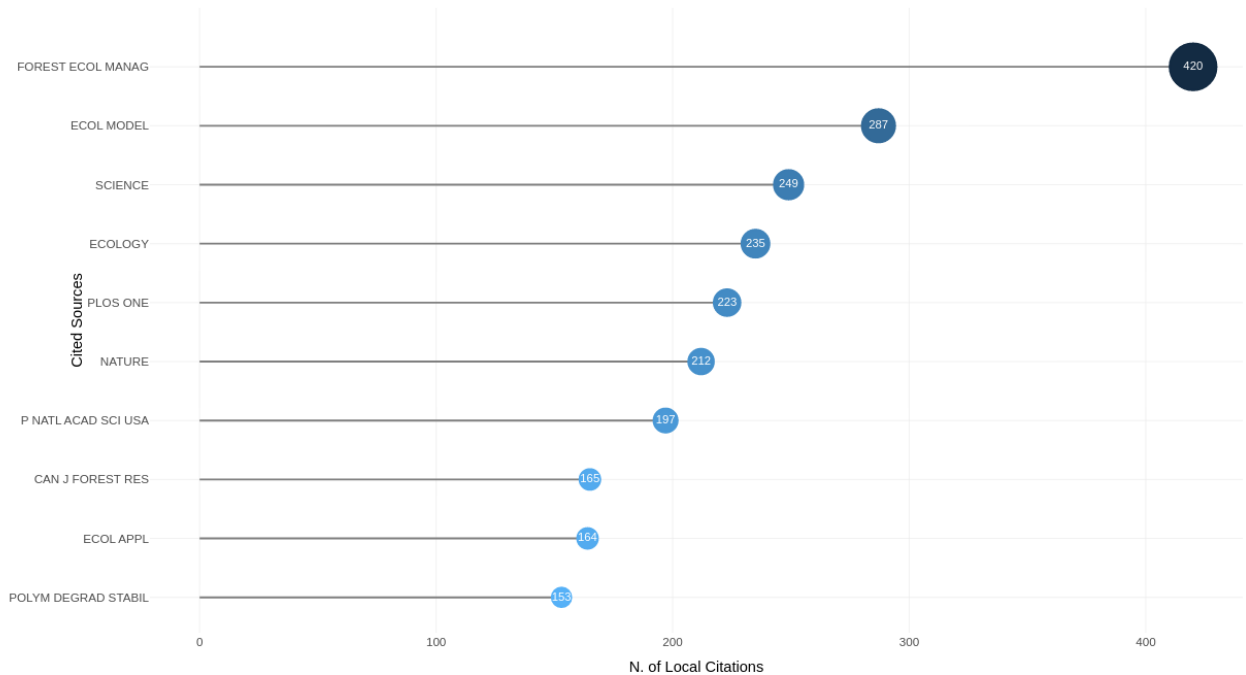


Figura 1.17: Revistas mais relevantes no *dataset* FF@marcelo3101, conforme a soma de citações aos artigos no *dataset*.

1.3.20 Fontes mais relevantes, conforme o número de citações na lista de referências locais

Conforme podemos visualizar na figura 1.17, a fonte mais relevante nesse tema é a revista semestral *Forest Ecology and Management*, se utilizarmos como critério o número de citações na lista de referências locais.

1.3.21 Lei de Bradford

Conforme podemos visualizar na figura 1.18, a fonte mais relevante nesse tema é a revista *Ecological Modelling*, se utilizarmos como critério a Lei de Bradford.

1.3.22 Medidas de Impacto das fontes

Os já apresentados índices H, G e M também podem ser utilizados para medir a relevância das fontes:

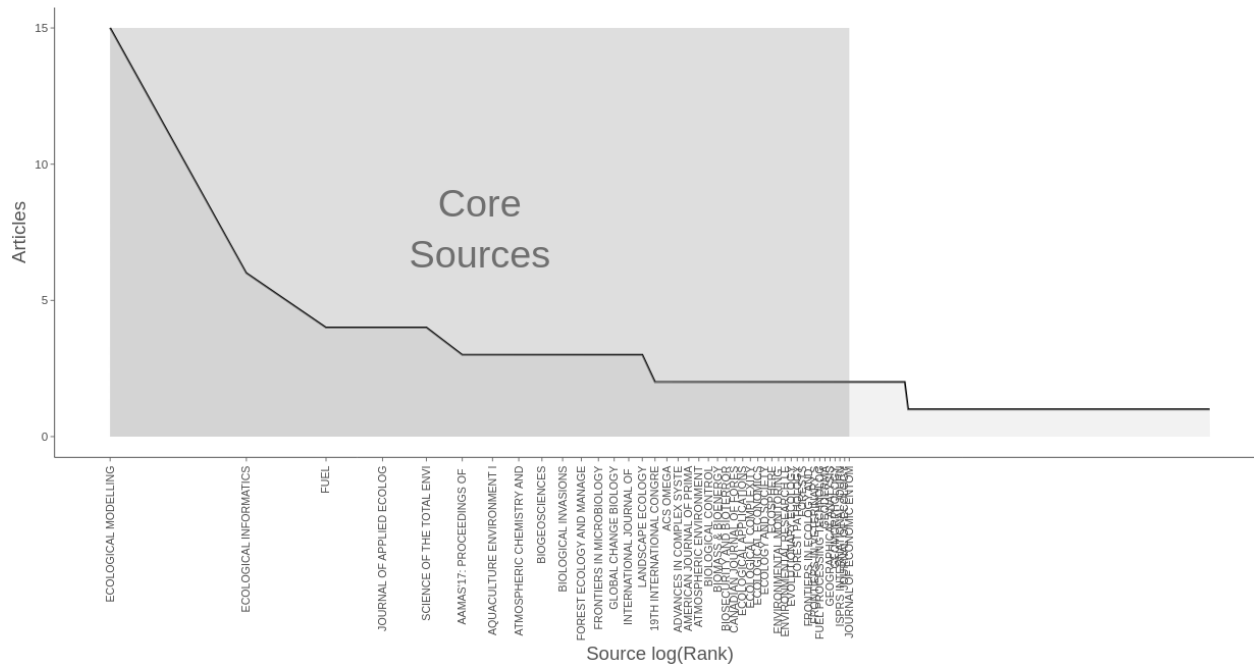


Figura 1.18: Revistas mais relevantes no *dataset* FF@marcelo3101, conforme a Lei de Bradford.

1.3.22.1 Índice H

O índice H indica que a revista de maior impacto é a *Ecological Modelling*, conforme mostra a figura 1.19.

1.3.22.2 Índice G

O índice G indica que a revista de maior impacto também é a *Ecological Modelling*, conforme mostra a figura 1.20.

1.3.22.3 Índice M

O índice M indica fontes empatadas, conforme mostra a figura 1.21.

1.3.23 Dinâmica de publicação nas fontes

E à partir da figura 1.22, podemos visualizar quais revistas tiveram o maior volume de publicações no tema ao longo do tempo.

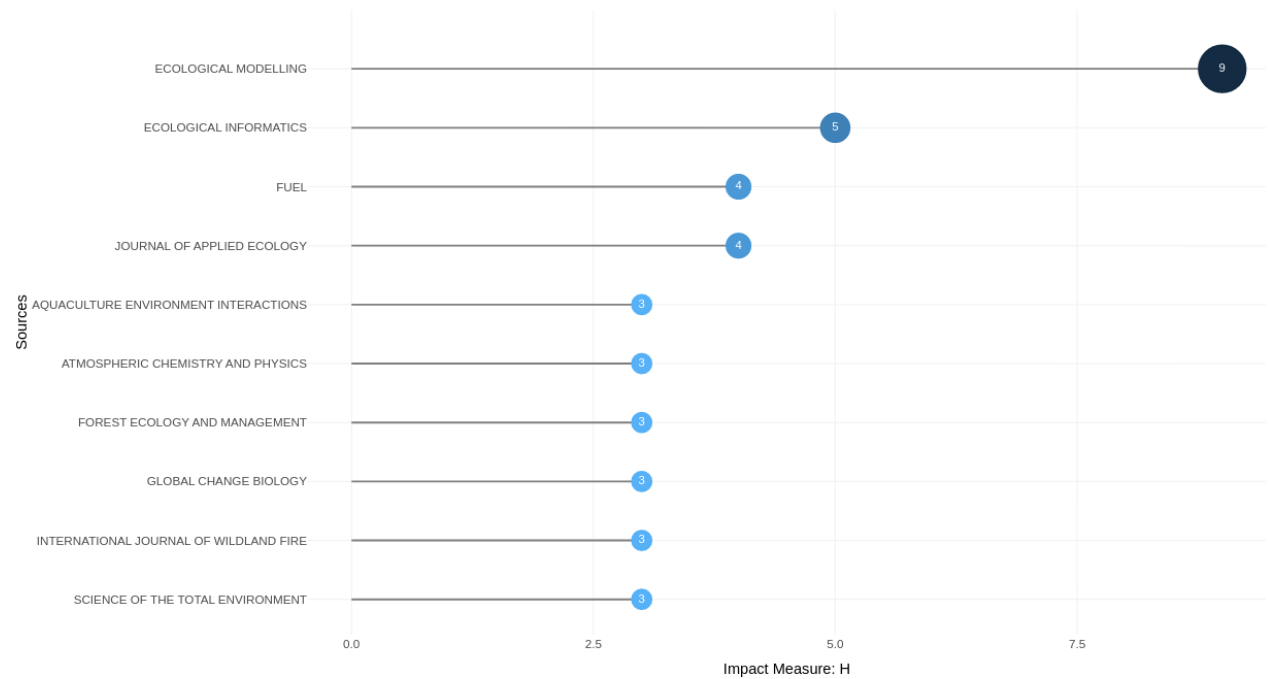


Figura 1.19: Revistas de maior impacto no *dataset* FF@marcelo3101, conforme o índice H.

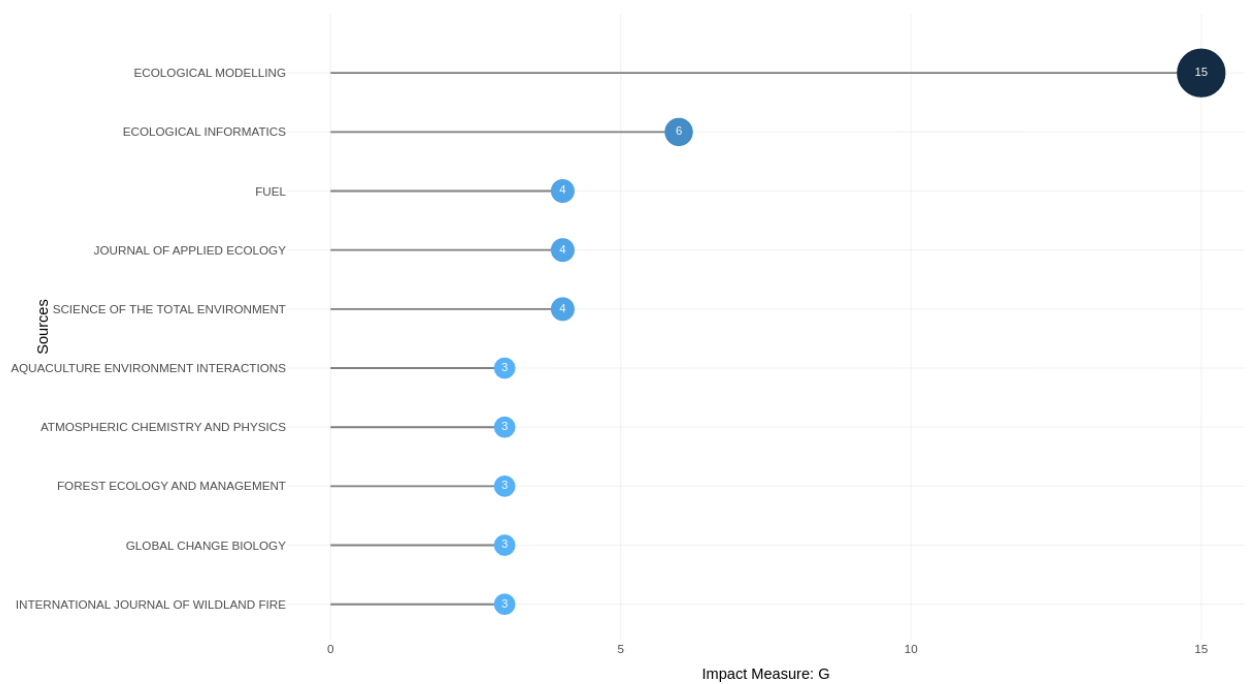


Figura 1.20: Revistas de maior impacto no *dataset* FF@marcelo3101, conforme o índice G.

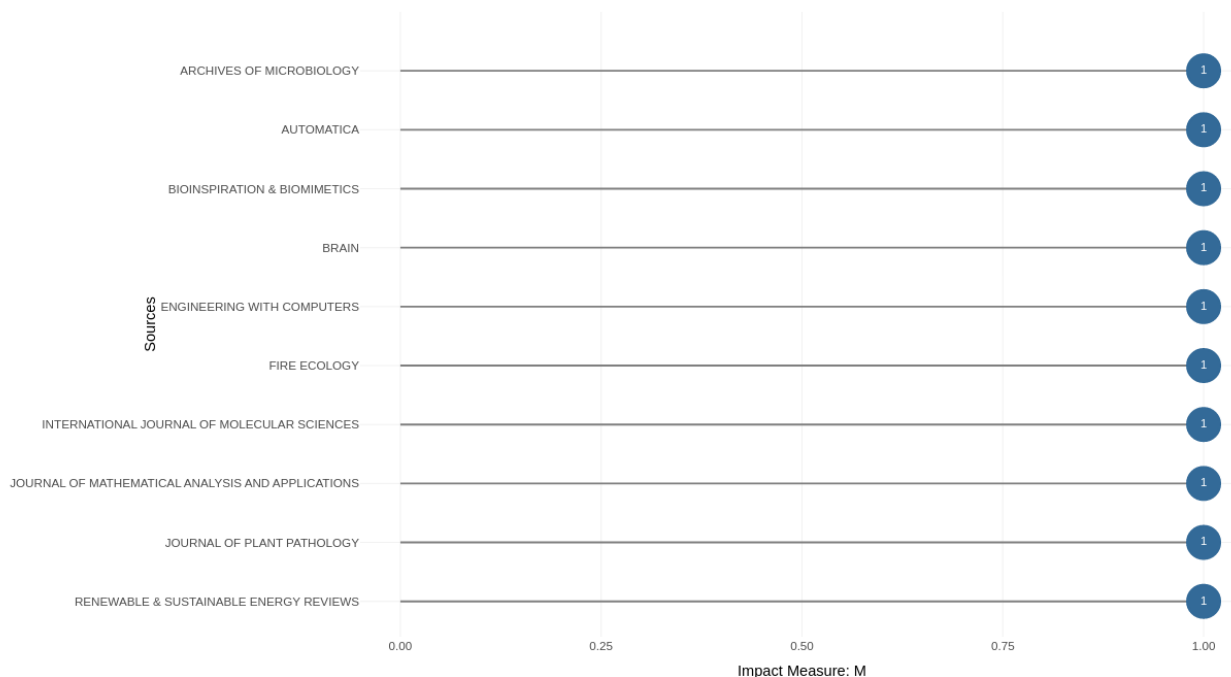


Figura 1.21: Revistas de maior impacto no *dataset* FF@marcelo3101, conforme o índice M.

1.3.24 Estrutura Conceitual do Conhecimento

O Conhecimento científico é um fenômeno complexo que emerge a partir da agregação memética de termos e palavras, que representam conceitos e ideias, que se organizam em tópicos, temas, e que evoluem ao longo do tempo (ver <https://en.wikipedia.org/wiki/Memetics>).

A estrutura conceitual do conhecimento pode ser produzida pela análise de relacionamento estabelecidos entre esses termos. O bibliometrix apresenta um conjunto de técnicas para evidenciar essa estrutura conceitual, e que se organizam em dois grupos:

Métricas em rede que usam grafos para representar relacionamentos entre termos, evidenciando, por meio de métricas de análise de redes sociais, como o conhecimento conceitualmente se organiza.

Análise Fatorial Que emprega métricas de redução da dimensionalidade, para explorar, usualmente em mapas bidimensionais, como os termos e palavras se relacionam.

1.3.24.1 Métricas aplicadas a grafos (redes)

1.3.24.1.1 Redes de Coocorrências As redes de coocorrências apresentam importantes padrões que se formam nas publicações, e podem revelar a estrutura conceitual de uma área do conhecimento.

No Biblioshiny três tipos de redes podem ser geradas baseadas em coocorrência:

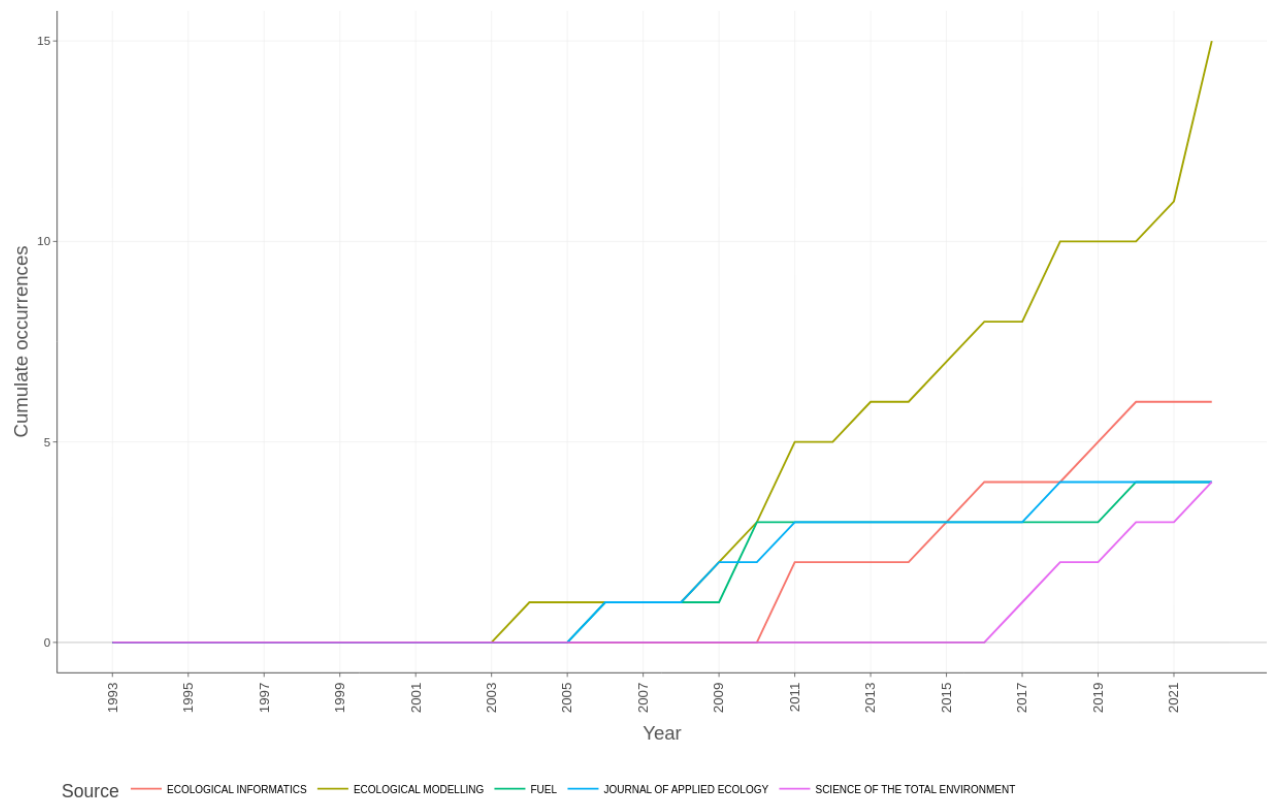


Figura 1.22: Revistas com maior volume de publicações no tema no *dataset* FF@marcelo3101, ao longo do tempo.

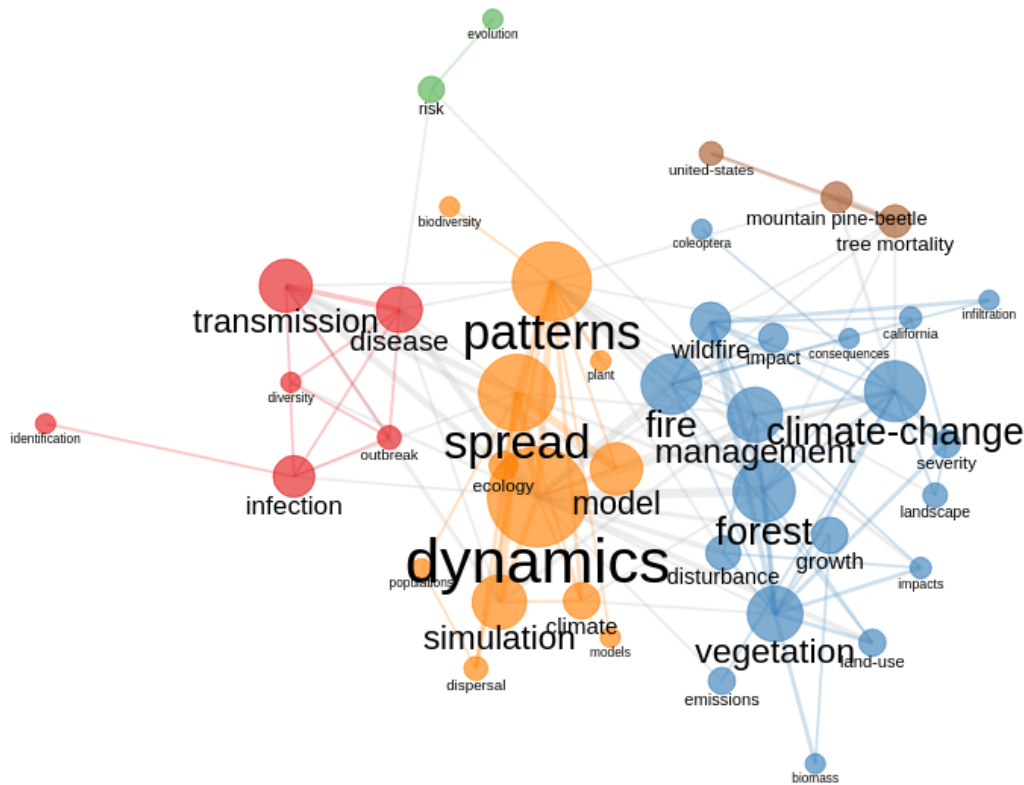


Figura 1.23: 50 palavras-chave mais evidentes, clusterizadas pela coocorrência em documentos, no *dataset* FF@marcelo3101.

- Rede de palavras-chave, revelando quais são as palavras-chave mais comumente usadas simultaneamente em um documento, revelando os grupos de conceitos-chave. As palavras-chave podem ser as originalmente usadas pelos autores (mais variáveis) ou as usadas durante a indexação (mais padronizadas);
- Redes de palavras (ngramas) usadas de forma simultânea nos títulos dos artigos;
- Redes de palavras (ngramas) usadas de forma simultânea nos resumos dos artigos.

A figura 1.23 apresenta as 50 palavras-chave padronizadas (Keyword Plus) mais evidentes, clusterizadas pela coocorrência em documentos, no *dataset* FF@marcelo3101.

1.3.24.1.2 Mapas Temáticos O mapa temático pode ser visualizado na figura 1.24. Podemos observar que há temas relacionados a nossa pesquisa como o cluster em azul que envolve dinâmicas de incêndios e o cluster em rosa sobre modelos de *forest-fire*.

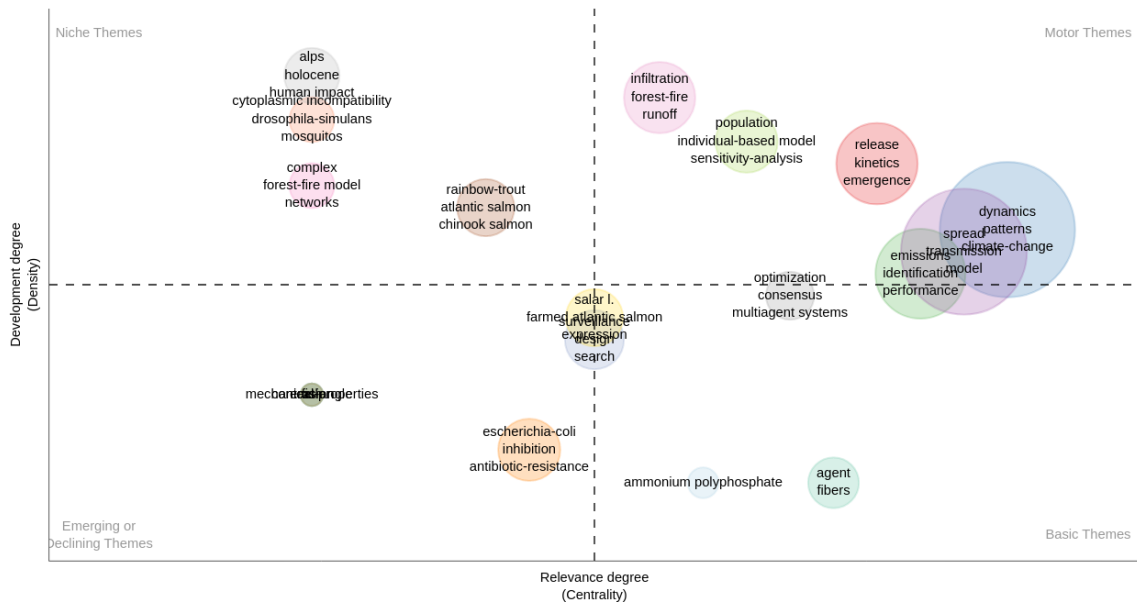


Figura 1.24: Mapa temático do *dataset* FF@marcelo3101.

1.3.24.1.3 Evolução Temática A evolução temática pode ser visualizada na figura 1.25. Podemos observar que grande parte do foco temático se voltou para a estudo de dinâmicas.

1.3.24.2 Métricas de redução da dimensionalidade (Análise Fatorial)

No mapa fatorial da figura 1.26, podemos observar as duas dimensões de temas de estudo.

1.3.25 Estrutura Intelectual do Conhecimento

Conhecimento científico é produzido por processos intelectuais onde autores de trabalho escolhem deliberadamente referenciar trabalhos de outros, por meio de documentos publicados, que são encaminhados para publicações em fontes de informação de sua escolha, e que evoluem ao longo do tempo.

O Bibliometrix permite exploração da estrutura intelectual do conhecimento, usando basicamente duas abordagens:

- Redes de Co-Citação, abordagem bastante comum;
- Historiografia, abordagem pouco usual.

1.3.25.1 Redes de Co-Citação

As redes de co-citação entre as referências mais presentes podem ser vistas na figura 1.27.

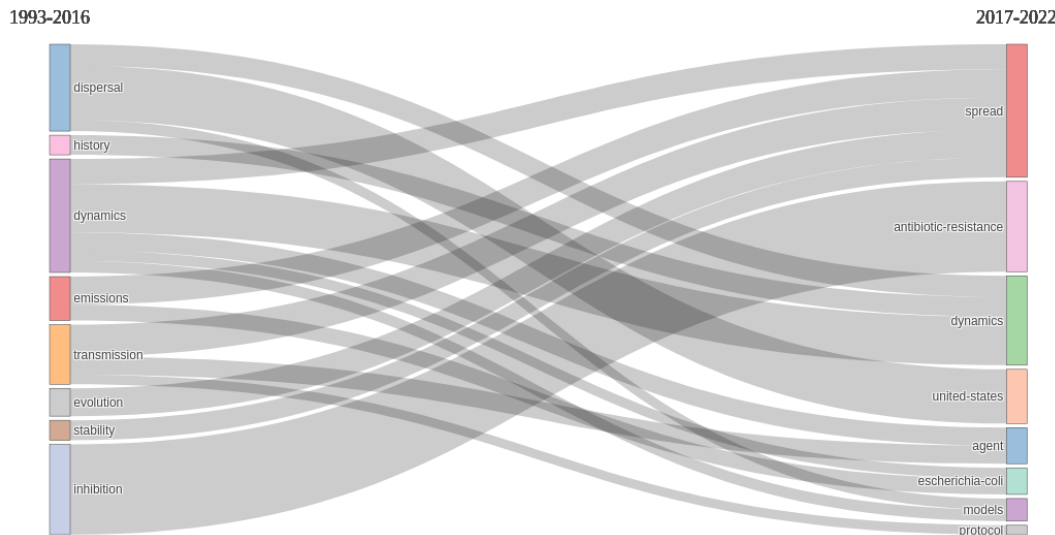


Figura 1.25: Evolução temática do *dataset* FF@marcelo3101.

1.3.25.2 Historiografia

O mapa histórico das citações diretas entre os documentos mais evidentes pode ser visto na figura 1.28.

1.3.26 Estrutura Social do Conhecimento

Conhecimento científico é produzido socialmente, por meio de autores trabalhando em conjunto, e uma estrutura de filiações a organizações permanentes ou periódicas, que realizam ou promovem pesquisas, nelas incluídos os centros de pesquisa, universidades, departamentos, institutos, faculdades, eventos, revistas, conferências, e que evoluem ao longo do tempo. A análise da estrutura social do conhecimento evidencia esses relacionamentos, que iniciam no plano pessoal, e evoluem para outros escopos.

1.3.26.1 Rede de Colaboração

As redes de colaboração entre instituições, autores e países podem ser visualizadas nas figuras 1.29, 1.30 e 1.31, respectivamente. Podemos notar grande colaboração entre instituições norte americanas. E contribuições entre Estados Unidos, Canada, China e países europeus. Alguns países se isolam e se relacionam diretamente com apenas um outro.

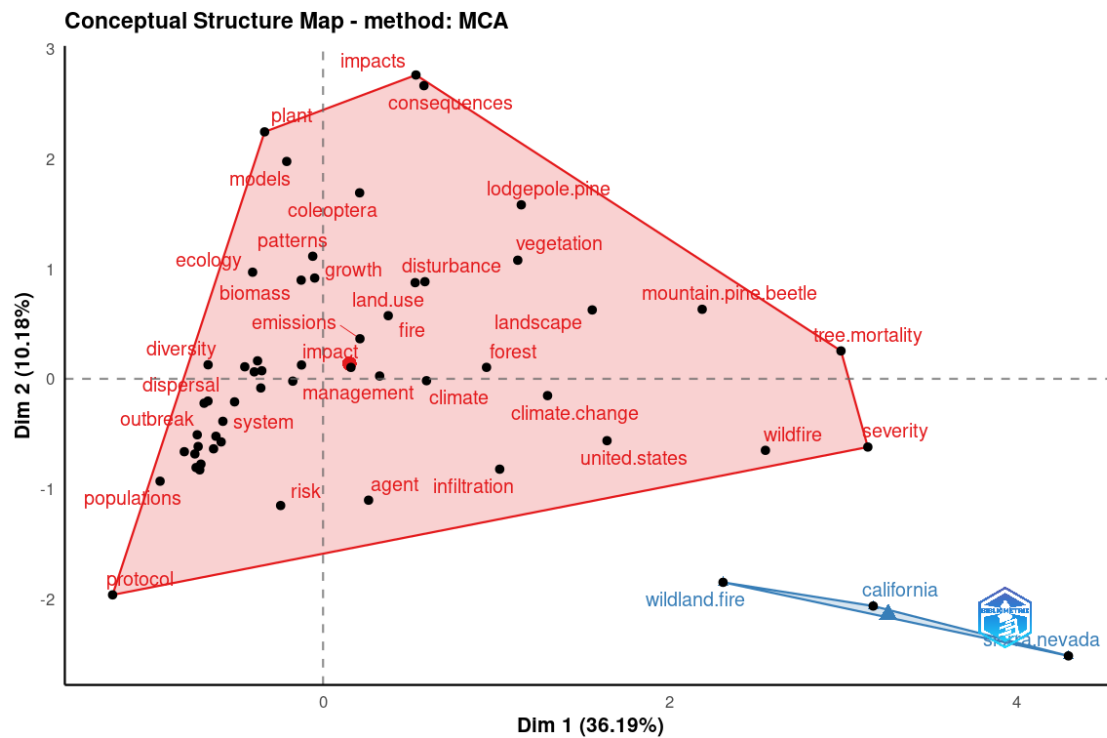


Figura 1.26: Dimensões de variabilidade mais relevantes, nas palavras-chave do *dataset* FF@marcelo3101.

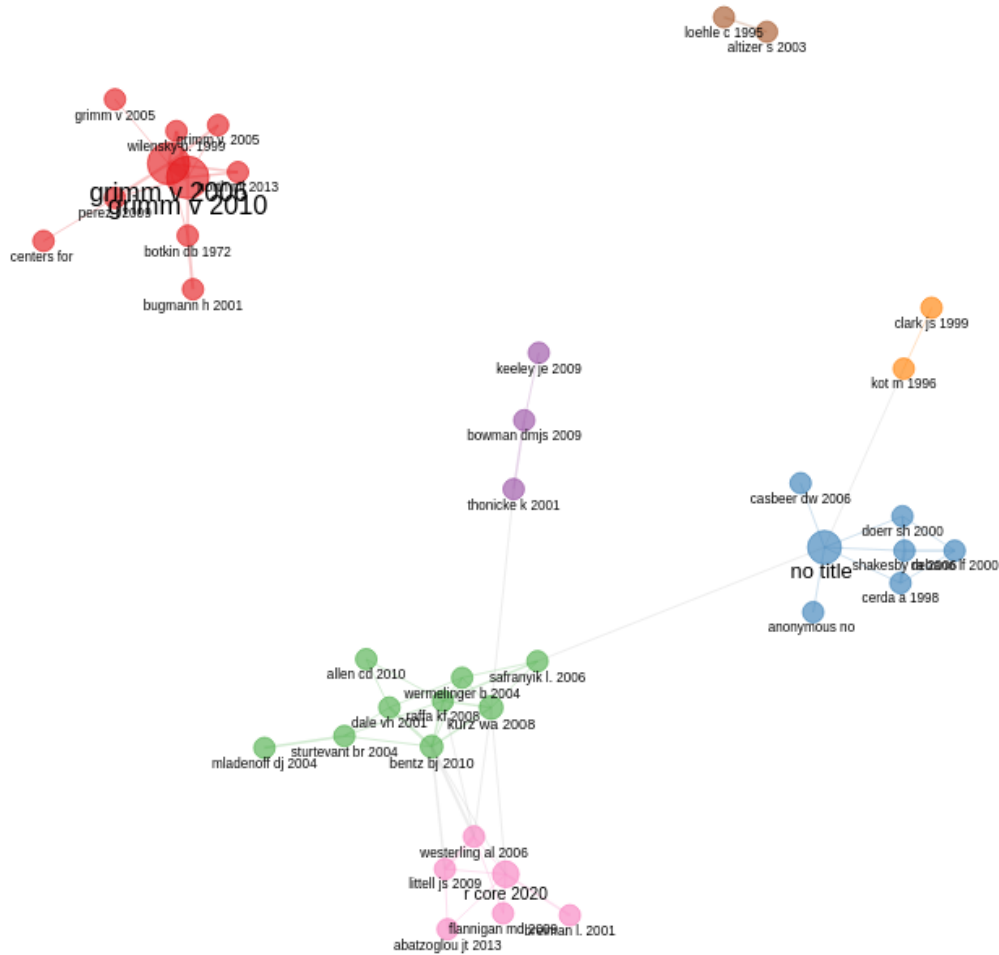


Figura 1.27: Rede de co-citação entre as 50 referências mais presentes no *dataset* FF@marcelo3101.

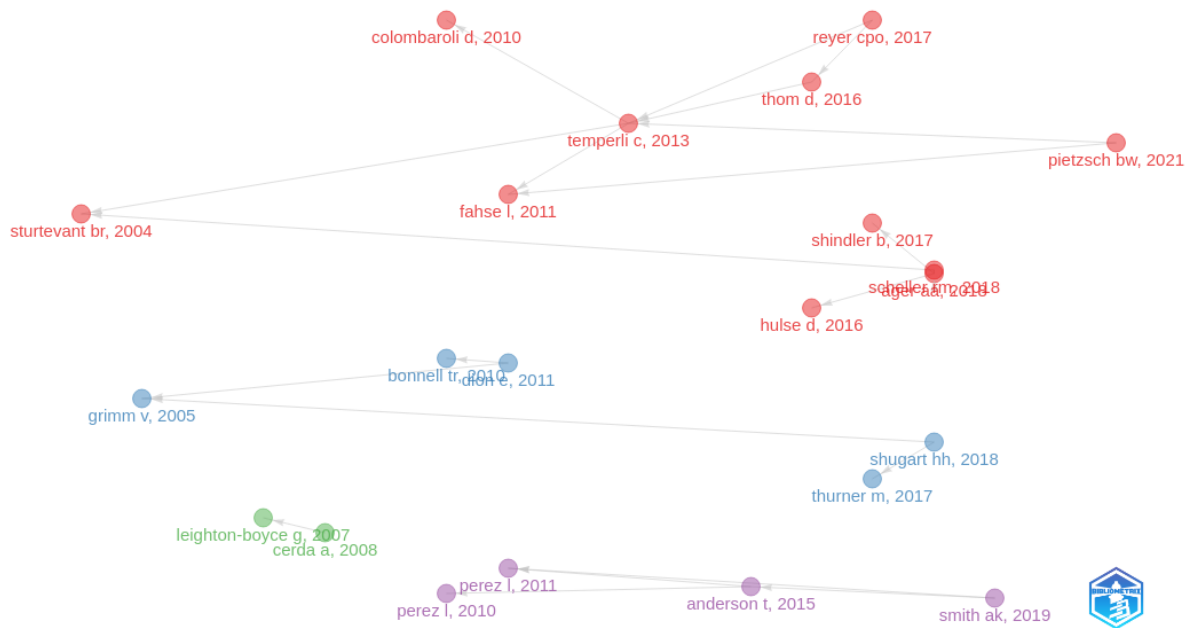


Figura 1.28: Mapa histórico das citações diretas entre os documentos mais evidentes no *dataset* FF@marcelo3101.

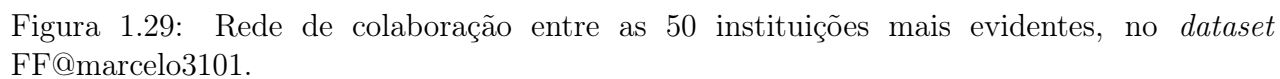




Figura 1.30: Rede de colaboração entre os 50 autores mais evidentes, no *dataset* FF@marcelo3101.

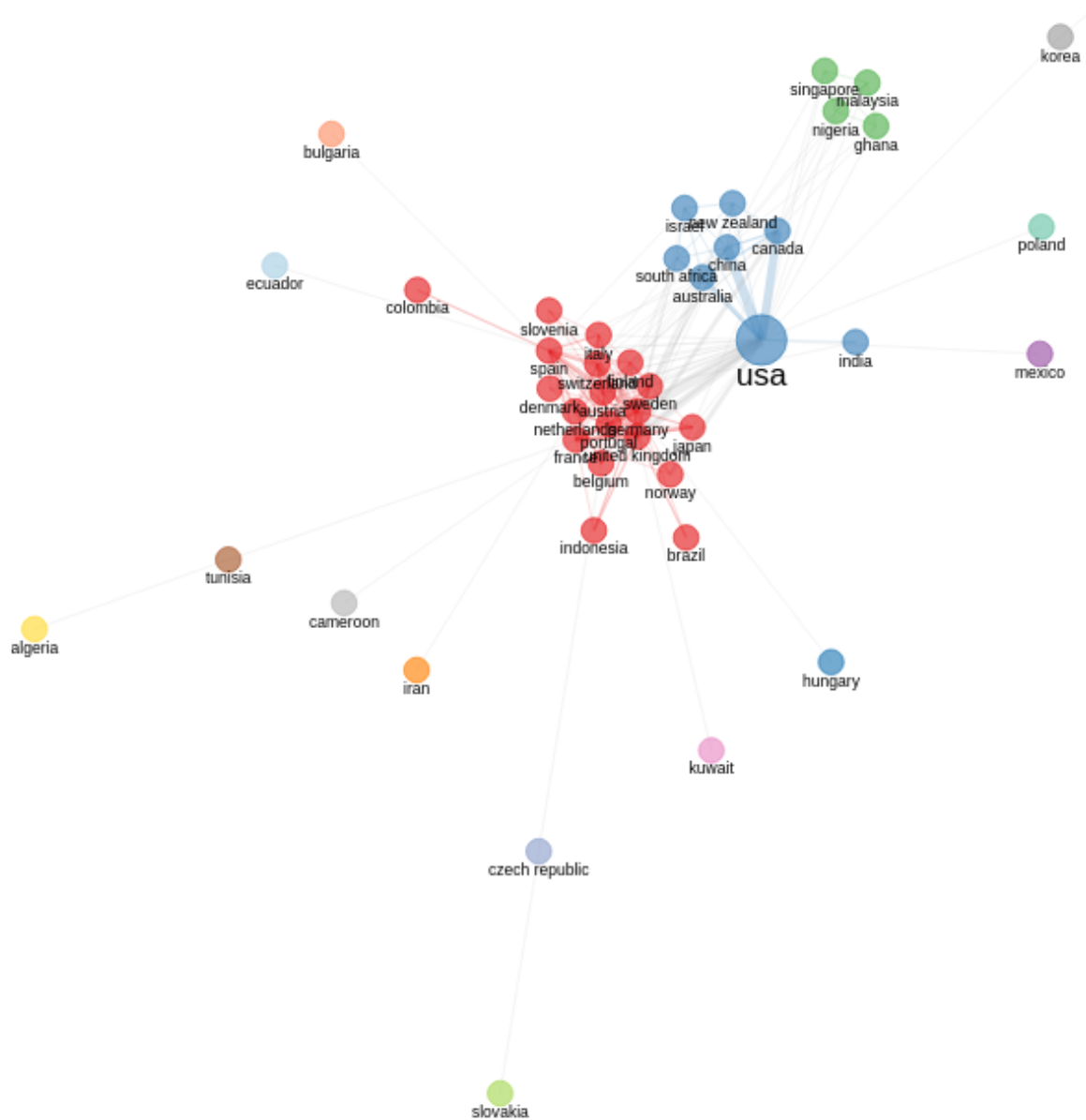


Figura 1.31: Rede de colaboração entre os 50 países mais evidentes, no *dataset* FF@marcelo3101.

1.4 Análises

Julgando pela figura 1.26, na página 40, ver que vários temas são estudados, separados em duas dimensões. No entanto, ao analisarmos de perto quais são os termos que definem essas áreas, podemos observar que as pesquisas na área representada pelo polígono azul possuem foco em casos de incêndios reais.

A área de pesquisa ilustrada pelo polígono vermelho estuda muitos outros fenômenos relacionados ao tema, como os impactos causados, consequências, mudança climática, risco e modelos de forest-fire.

Com relação ao uso de simulações, podemos observar que elas são utilizadas para descrever e entender os possíveis padrões de comportamento da ignição e dispersão do fogo nessas regiões. Além de avaliar o risco e mortalidade de árvores. As simulações atingem esses objetivos ao usarem modelos de simulação *forest-fire*.

1.5 Conclusões

Este trabalho está apresenta o arcabouço geral de informações que possibilitam responder às questões formuladas no início da pesquisa, em 1.1:

1.5.1 Base de conhecimentos

O que pode se dizer sobre a produção científica global acerca desse assunto específico??

Resposta: Ver, em 1.1 que o número de artigos tem uma taxa de crescimento alta, que indica uma produção contínua sobre o tema abordado.

1.5.2 Fenômenos

Como a simulação multiagente tem sido usada para compreender os fenômenos de ignição e espalhamento do fogo envolvidos nesses incêndios?

Resposta: Ver 1.4.

1.5.3 Termos e conceitos centrais

Quais são os principais conceitos ligados ao tema de pesquisa sobre incêndios florestais?

Resposta: Ver e explorar os mapas das figuras 1.23, 1.24, entre outros.

1.5.4 Estrutura Social da Comunidade

Quais países que se destacam na pesquisa sobre simulações de incêndios florestais?

Resposta: Ver e analisar os mapas das figuras 1.30, 1.29 e 1.31, a tabela 1.6. Além da figura 1.15.

Bibliografia

FOREST-FIRE model. en. Set. 2019. Page Version ID: 917318578. Disponível em: <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Forest-fire_model&oldid=917318578>. Acesso em: 28 jun. 2022. Citado na p. 6.

MARX, Werner et al. Detecting the historical roots of research fields by reference publication year spectroscopy (RPYS). *Journal of the Association for Information Science and Technology*, v. 65, n. 4, p. 751–764, abr. 2014. Publisher: John Wiley & Sons, Ltd. ISSN 2330-1635. DOI: [10.1002/asi.23089](https://doi.org/10.1002/asi.23089). Disponível em: <<https://doi.org/10.1002/asi.23089>>. Acesso em: 9 fev. 2022. Citado na p. 16.

WIKIPEDIA. *RIS (file_format)*. English. Nov. 2017. Disponível em: <[https://en.wikipedia.org/wiki/RIS_\(file_format\)](https://en.wikipedia.org/wiki/RIS_(file_format))>. Acesso em: 23 nov. 2017. Citado na p. 7.