

## TRATAMENTO DE LIXIVIADO DE ATERRO SANITÁRIO: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA

Manoela Paiva de Amorim Santos\*, Alexandre Lioi Nascentes<sup>2</sup>, Armando Borges de Castilhos Junior<sup>3</sup>, Rafael de Freitas Taves<sup>4</sup>

\*Universidade Federal de Santa Catarina - e-mail: manoelapdas@gmail.com.

### RESUMO

O objetivo deste estudo é realizar uma análise bibliométrica da produção científica nacional e internacional sobre o tema tratamento de lixiviado de aterro sanitário. Para o tratamento dos dados e a elaboração dos mapas foram utilizadas planilhas eletrônicas e o software VOSviewer v1.6.7. Foi utilizada a base de dados do *Web of Science*, acessada por meio do Portal de Periódicos da Capes. Foi realizada uma busca pelas palavras-chave “leachate” AND “landfill” AND “treatment” para identificação das publicações internacionais e nacionais relacionadas ao tema proposto. O número de publicações internacionais, entre 1977 e 2017, foi de 3.345, no Brasil foram 136 publicações. Os seguintes parâmetros foram analisados para elaboração dos mapas e gráficos: ‘categorias do *Web of Science*’, ‘ano de publicação’, ‘universidades/instituições de pesquisa’, ‘autores’ e ‘país de publicação’. A maioria das publicações ocorreram na área das Ciências Ambientais, tanto no panorama internacional quanto no nacional. O número de artigos publicados mundialmente sobre o tema se tornou expressivo no início do Século XXI e praticamente dobrou nos últimos 7 anos. Assim como no âmbito mundial, o número de publicações nacionais também aumentou significativamente no Século XXI. China, EUA e Malásia se destacam na produção científica sobre o tema, respectivamente. Das 3.345 publicações, 24% são chinesas, 10% norte-americanas e 4% são brasileiras. Em resumo, nota-se uma elevada diversidade de categorias que aparecem artigos sobre o tratamento de lixiviado de aterro sanitário, sendo a China o país que mais publicou, com quase um quarto de toda produção científica mundial sobre o tema. Ao notar devida ascensão de pesquisa referente a um tema, torna-se interessante avaliar a produção científica referente ao mesmo. Essa Análise Bibliométrica permite uma melhor compreensão das tendências de pesquisas em uma escala global, servindo como orientação para pesquisadores e, até mesmo, como indicativo de “esgotamento de novos conhecimentos” referentes a um determinado tema.

**PALAVRAS-CHAVE:** Análise Bibliométrica, Tratamento, Lixiviado, Aterro Sanitário.

### ABSTRACT

The objective of this study is to make a bibliometric analysis of the national and international scientific production about the subject treatment of landfill leachate. For the treatment of the database and the elaboration of the maps it was used spreadsheets and the software VOSviewer v1.6.7. The Web of Science database used was accessed through the Capes Portal. A search was made for the keywords "leachate" AND "landfill" AND "treatment" to identify the international and national publications related to the proposed theme. The number of international publications, between 1977 and 2017, was 3.345, in Brazil there were 136 publications. The analyzed parameters for the elaboration of the maps and graphs were: 'categories of the Web of Science', 'year of publication', 'universities/research institutions', 'authors' and 'country of publication'. The majority of the publications were made in the area of Environmental Sciences, both internationally and nationally. The number of articles published worldwide about the subject became expressive at the beginning of the 21st Century and has practically doubled in the last 7 years. As well as worldwide, the number of national publications has also increased significantly in the 21st Century. China, USA and Malaysia stand out in the scientific production about the subject, respectively. In relation to the 3,345 publications, 24% are Chinese, 10% are North American, and 4% are Brazilian. Summarizing, there is a high diversity of categories that appear articles about treatment of landfill leachate, being China the country that publishes the most, with almost a quarter of all world scientific production about the subject. When noticing the rise of a research theme, it is interesting to evaluate the scientific production related to it. This Bibliometric Analysis allows a better understanding of research trends on a global scale, serving as a guide for researchers and even as indicative of "depletion of new knowledge" of a particular topic.

**KEY WORDS:** Bibliometric Analysis, Treatment, Leachate, Landfill.

## INTRODUÇÃO

A utilização de aterros sanitários tem aumentado no Brasil devido a sua maior viabilidade econômica comparada a outras alternativas, e tende a continuar crescendo em função da política nacional de resíduos sólidos, estabelecida pela Lei 12.305/2010 (BRASIL, 2010), que preconiza a erradicação dos lixões.

O lixiviado proveniente desses aterros sanitários deve ser tratado adequadamente, embora a variabilidade das características do lixiviado e a presença de substâncias tóxicas e recalcitrantes tornem os processos de tratamento tradicionais pouco eficientes, muito onerosos e, de modo geral, apresentem dificuldades no atendimento à legislação ambiental (FERREIRA et al., 2009; MAIA et al., 2015; MANNARINO et al., 2013).

A avaliação das tendências da produção científica pode ajudar os pesquisadores a melhor perceberem o cenário da pesquisa sobre determinado assunto e, assim, nortear seus projetos futuros.

A ferramenta conhecida como análise bibliométrica tem sido utilizada em diversas áreas do conhecimento para se estudar a produção científica e as tendências da pesquisa, permitindo-se o mapeamento de diferentes variáveis de interesse, como número de produções ao longo do tempo, das organizações que mais produziram conteúdo, agências financiadoras que mais contribuíram para a produção científica na área etc. (MESDAGHINIA et al., 2015; HO, 2014; TAN et al., 2014).

Mesdaghinia et al. (2015) realizaram um estudo com a análise bibliométrica da produção científica iraniana entre 1982 e 2013, tendo observado que o crescimento do número de publicações apresentou tendência exponencial com taxa de 45,3% ao ano no período e ainda identificou a distribuição dos artigos em relação aos periódicos, autores, coautorias, universidades, idiomas e principais palavras-chave.

Tendo em vista a importância dos estudos sobre tratamento de lixiviado de aterro sanitário, pretende-se neste trabalho mapear o número de produções ao longo dos anos, as organizações que mais produziram conteúdo na área, as agências financiadoras que mais contribuíram para a produção científica na área, os autores com o maior número de publicações, os países que mais publicaram e em quais categorias do *Web of Science* estas publicações tiveram maior destaque.

## OBJETIVOS

Este trabalho tem por objetivo realizar uma análise bibliométrica da produção científica nacional e internacional sobre tratamento de lixiviado de aterro sanitário.

## METODOLOGIA

Para o tratamento dos dados e a elaboração dos mapas foram utilizadas planilhas eletrônicas e o software VOSviewer v1.6.7. Foi utilizada a base de dados do *Web of Science*, acessada por meio do Portal de Periódicos da Capes. A *Web of Science* é uma base multidisciplinar desenvolvida pela Thomson Scientific – Institute for Science Information (ISI) e foi escolhida como fonte de dados bibliográficos para avaliar a relação entre autores, instituições, estados, áreas do conhecimento e países dos artigos selecionados.

Para este trabalho, foi realizada uma busca pelas palavras-chave “leachate” AND “landfill” AND “treatment” para identificação de todas as publicações e, em seguida, especificamente as publicações nacionais relacionadas ao tema proposto. O número de publicações internacionais encontradas, entre os anos de 1977 e 2017, foi de 3.345, enquanto no Brasil foi de 136 publicações, neste mesmo período.

Foram analisados os seguintes parâmetros: ‘categorias do *Web of Science*’, ‘ano de publicação’, ‘universidades/instituições de pesquisa’, ‘autores’ e ‘país de publicação’. Além da classificação dos resultados por categorias, os resultados dentro das categorias também foram refinados por país, o que permitiu analisar as publicações realizadas no mundo inteiro e, posteriormente, restringindo as buscas apenas para o Brasil.

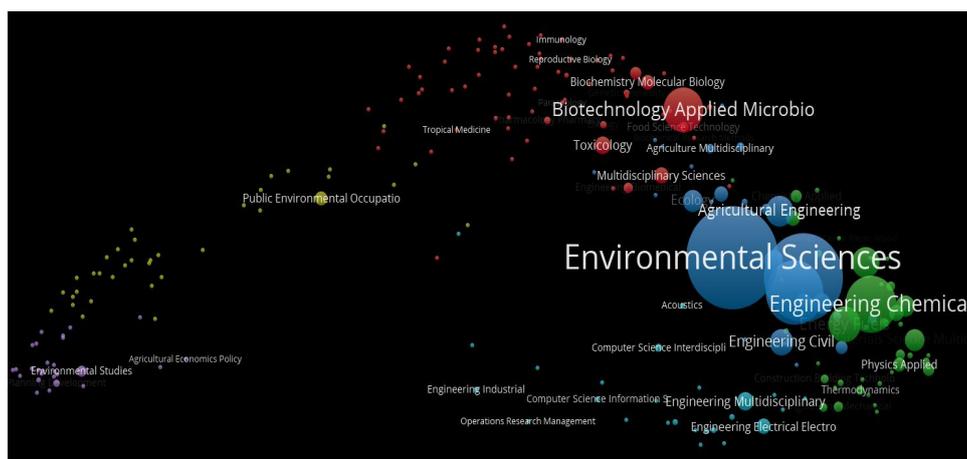
Nesta análise bibliográfica, foram analisados artigos publicados nos últimos 41 anos sobre o tema Tratamento de Lixiviado de Aterro Sanitário, tendo-se realizado a busca em março de 2018.

## RESULTADOS

A partir da análise bibliométrica sobre o tema, foi possível chegar aos seguintes resultados de acordo com cada categoria selecionada no *Web of Science*:

Dentro das categorias do *Web of Science*, verifica-se que a maioria das publicações sobre o tema ocorreram na área das Ciências Ambientais, tanto no panorama internacional quanto no nacional.

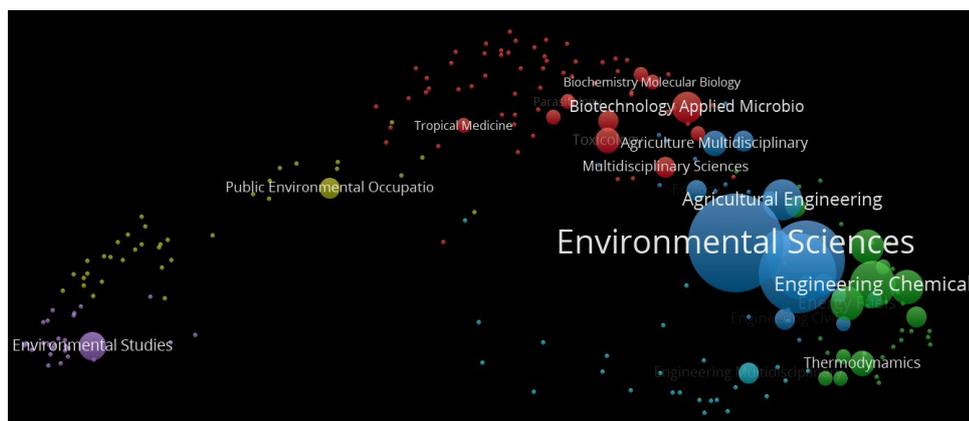
A Figura 1 apresenta o mapa bibliométrico representando a densidade de publicações nas diferentes áreas do conhecimento. Os círculos de maior diâmetro representam as áreas do conhecimento que contribuem com maior número de publicações científicas sobre o tema.



**Figura 1: Mapa bibliométrico com a distribuição das publicações internacionais sobre tratamento de lixo de aterro sanitário, por categoria do *Web of Science*. Fonte: Autor do Trabalho.**

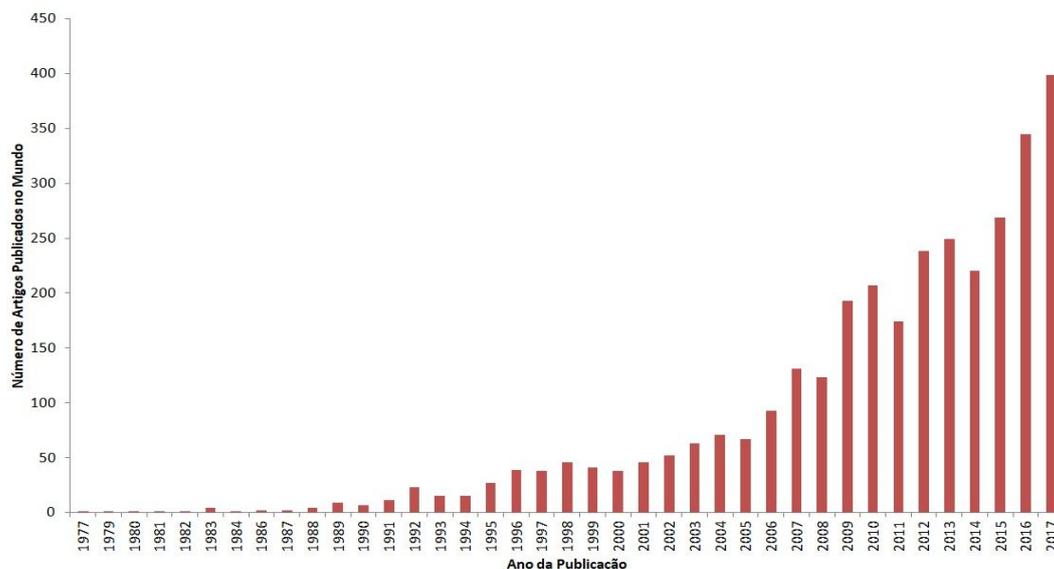
Apesar do destaque da área das Ciências Ambientais com relação ao número de publicações sobre o tema que se encaixam dentro da mesma, nota-se expressivo número de publicações sobre tratamento de lixo de aterro sanitário nas áreas de Engenharia Química e Agrícola e também na área da Biotecnologia aplicada a Microbiologia. O destaque referenciado ocorre tanto no cenário mundial quanto no cenário brasileiro das publicações científicas sobre o tema.

Já na Figura 2, pode-se observar o mapa bibliométrico com a distribuição das publicações nacionais sobre tratamento de lixo de aterro sanitário, por categoria do *Web of Science*.



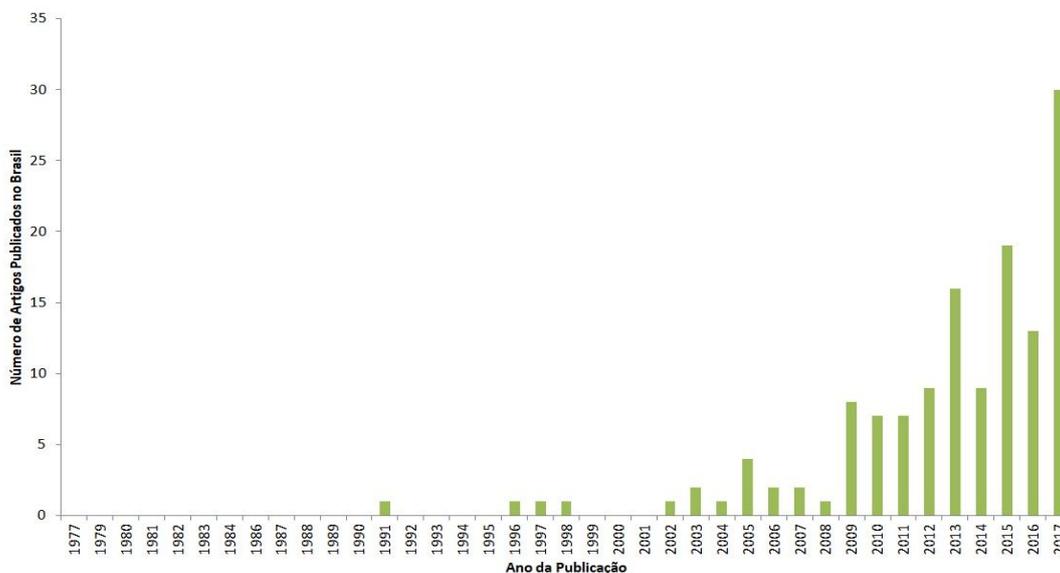
**Figura 2: Mapa bibliométrico com a distribuição das publicações nacionais sobre tratamento de lixo de aterro sanitário, por categoria do *Web of Science*. Fonte: Autor do Trabalho.**

Uma importante resposta de uma análise bibliométrica é a evolução da produção científica sobre um determinado tema ao longo do tempo. A Figura 3 apresenta o número de artigos publicados anualmente sobre tratamento de lixo de aterro sanitário de 1977 a 2017.



**Figura 3: Publicações internacionais, por ano, sobre tratamento de lixiviado de aterro sanitário. Fonte: Autor do Trabalho.**

Já a evolução do número de publicações nacionais ao longo do tempo sobre tratamento de lixiviado de aterro sanitário, de 1977 a 2017, pode ser observada na Figura 4.



**Figura 4: Publicações nacionais, por ano, sobre tratamento de lixiviado de aterro sanitário. Fonte: Autor do Trabalho.**

O número de artigos publicados no mundo sobre o tema tratamento de lixiviado de aterro sanitário aumentaram durante a Década de 90. Porém, é no início do Século XXI que o tema ganha relevância e aumenta expressivamente a densidade de publicações sobre o mesmo. Em âmbito internacional, nota-se, nos últimos 7 anos, que o número de artigos publicados sobre o tema em questão praticamente dobrou.

O número de publicações nacionais obteve um salto na segunda década do Século XXI, onde se nota que, do ano de 2015 para o ano de 2017, o número de artigos publicados no Brasil sobre o tema aumentou em, aproximadamente, 50%. Nos anos de 2014 e 2016 houve um notável decréscimo no número de artigos nacionais publicados, porém o motivo não é definido.

Com relação às universidades e instituições de pesquisa, nota-se que a *Universiti Sains Malaysia* foi a que mais publicou sobre tratamento de lixiviado de aterro sanitário, seguida da Universidade de *Tongji*, na China. No cenário nacional, a Universidade

de São Paulo (USP) e a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) são as universidades que mais publicaram sobre o tema, com 19 e 18 artigos, respectivamente.

H. A. Aziz é o autor com o maior número de publicações no mundo sobre este tema (68 publicações), seguido de Zhang H. Os autores brasileiros que aparecem em destaque pelo número de publicações na área são Lange L. C., seguido de Amaral M. C. S., ambas pesquisadoras da UFMG, com 14 e 13 publicações, respectivamente.

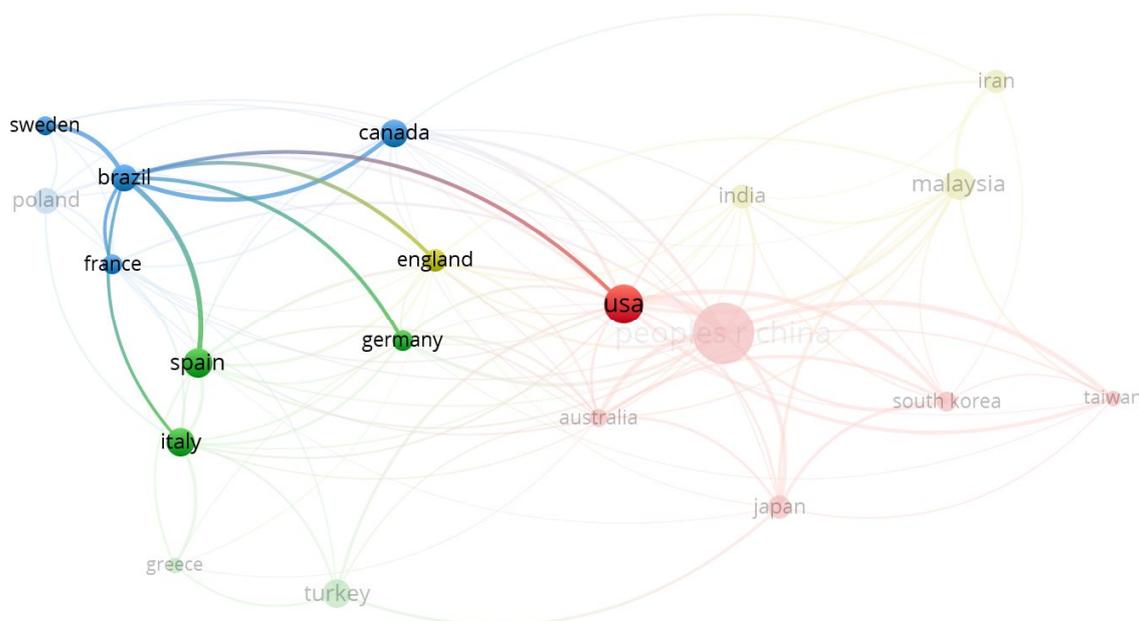
A Figura 5 ilustra a distribuição da produção científica sobre tratamento de lixiviado de aterro sanitário por país.



**Figura 5: Distribuição, por países, da produção científica sobre tratamento de lixiviado de aterro sanitário.**

Fonte: Autor do Trabalho.

Já a figura 6 ilustra o *Network* entre 20 países para a produção científica sobre o tema do presente artigo e ilustra, também, os *Clusters*, os quais são formados por países que mais realizam publicações em conjunto.



**Figura 6: Cooperação entre países para produção científica sobre tratamento de lixiviado de aterro sanitário.**

Fonte: Autor do Trabalho.

Analisando as 136 publicações feitas no Brasil sobre o tema, o país realizou coautorias com mais 8 países, como mostrado na ilustração de *Network* acima. O *Cluster* do qual o Brasil pertence é formado por Canadá, França, Polônia e Suécia, incluindo o

Brasil, ou seja, estes países são os que mais participam em conjunto com o Brasil para a produção científica sobre tratamento de lixiviado de aterro sanitário.

A China é o país que mais publicou sobre o tema, sendo coautora de publicações com mais 15 países. Os países que mais publicaram em conjunto com a China, os quais fazem parte do seu respectivo *Cluster*, foram: Austrália, Japão, Coréia do Sul, Taiwan e USA.

Das 3.345 publicações sobre o tema encontradas, 24% são chinesas (804 publicações) e, em segundo lugar, os Estados Unidos aparece com 334 publicações. O Brasil aparece com 136 publicações.

## CONCLUSÕES

As publicações sobre tratamento de lixiviado de aterro sanitário se concentram nas categorias do *Web of Science* Ciências Ambientais e Engenharia Ambiental, embora se note uma elevada diversidade de categorias que aparecem artigos sobre este tema.

A China foi o país que mais publicou sobre o tema, com quase um quarto de toda produção científica mundial.

No cenário brasileiro, os autores que se destacaram foram Lange L. C. e Amaral M. C. S. e a USP foi a universidade brasileira com maior contribuição sobre o tema, seguida da UFMG.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRASIL – **Lei 12.305 de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/lei/112305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/lei/112305.htm)>. Acesso em 19 de março de 2018.
2. FERREIRA, J. A. et al. **Tratamento Combinado de Lixiviados de Aterros de Resíduos Sólidos Urbanos com Esgoto Sanitário**. In: GOMES, L. P. (coord) et al. **Resíduos Sólidos. Estudos de caracterização e tratabilidade de lixiviados de aterros sanitários para as condições brasileiras**. PROSAB 5. Rio de Janeiro: ABES, 2009.
3. HO, Y-S. (2014) Classic articles on social work field in Social Science Citation Index: a bibliometric analysis. *Scientometrics* 98:137–155. <https://doi.org/10.1007/s11192-013-1014-8>
4. MAIA, I.S.; RESTREPO, J.J.B; CASTILHOS JUNIOR, A.B.; FRANCO, D. **Avaliação do tratamento biológico de lixiviado de aterro sanitário em escala real na Região Sul do Brasil**. *Engenharia Sanitária e Ambiental (Online)*, v. 20, p. 665-675, 2015.
5. MANNARINO, C.F.; MOREIRA, J.C.; FERREIRA, J.A.; ARIAS, A.R.L. **Avaliação de impactos do efluente do tratamento combinado de lixiviado de aterro de resíduos sólidos urbanos e esgoto doméstico sobre a biota aquática**. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 18, n. 11, p. 3235-3243, 2013.
6. MESDAGHINIA, A., MAHVI, A.H., NASSERI, S. NODEHI R.N., HADI, M. (2015). **A bibliometric analysis on the solid waste-related research from 1982 to 2013 in Iran**. *Int J Recycl Org Waste Agricult* 4: 185. <https://doi.org/10.1007/s40093-015-0098-y>
7. TAN, J., FU, H-Z., HO, Y-S. (2014) A bibliometric analysis of research on proteomics in science citation index expanded. *Scientometrics* 98:1473–1490. <https://doi.org/10.1007/s11192-013-1125-2>