



Depósitos Antropogênicos: Evolução das Abordagens por Meio de Análise Bibliométrica
Anthropogenic Deposits: Evolution of Approaches by Bibliometric Analysis

Vinicius Gustavo de Oliveira & Denise Balestrero Menezes

Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana (PPGEU), Departamento de Engenharia Civil, Rodovia Washington Luiz, km 235, 13565-905, São Carlos, SP

E-mails: viniciusgusoliveira@gmail.com; denisebm@ufscar.br

Recebido em: 27/03/2018 Aprovado em: 16/07/2018

DOI: http://dx.doi.org/10.11137/2018_2_369_376

Resumo

Esse artigo tem o objetivo de realizar um levantamento bibliométrico sobre trabalhos publicados relacionados a depósitos antropogênicos ou depósitos tecnogênicos, para observação da evolução das formas de abordagem. Foram utilizados dados da *Scopus*, e a partir destes dados, realizou-se uma análise bibliométrica utilizando os softwares *RStudio* e *Vosviewer*. Como resultado, obtém-se que ocorreu um aumento no número de artigos publicados a partir do ano de 2006. A Rússia é o país que mais publica trabalhos nesse campo de pesquisa. Em contrapartida, os Estados Unidos apresentam mais trabalhos considerados relevantes, com maior número de citações por artigo. No total, 445 autores publicaram trabalhos relacionados a este tema, como autor principal ou coautor, sendo a revista com maior número de publicações a *International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying*. As palavras-chave mais frequentes nos resumos dos artigos foram mapeadas e divididas em quatro grupos: Arqueologia; Geologia e Solos; Depósitos Urbanos; Mineração, representando áreas distintas desse campo de pesquisa.

Palavras-chave: Depósitos Antropogênicos; Bibliometria; Depósitos Tecnogênicos; Vosviewer; R Studio

Abstract

This paper aims to conduct a bibliographic analysis on the published papers related to anthropogenic deposits. Based on data recovered from the *Scopus* database, a bibliometric analysis was performed using the softwares *R Studio* and *Vosviewer*. As a result, there was an increase in the number of articles published since the year 2006. The Russian Federation is the country that most publishes works in this field of research. On the other hand, the United States of America is the country that most presents papers considered relevant. A number of 445 authors published papers related to this topic, as first author or co-author, being the journal *International Multidisciplinary Survey of Scientific Geoconference*, with the largest number of publications. The most frequent keywords in the articles were mapped and divided into four groups: Archeology; Geology and Soils; Urban Deposits; Mining, areas of prominence in this field of research.

Keywords: Anthropogenic Deposits; Bibliometrics; Technogenic Deposits; Vosviewer, R Studio

1 Introdução

O Holoceno, época do tempo geológico que, de acordo com a ICS (2017), teve início aproximadamente há 11.700 anos atrás, é marcado pelo crescimento gradual da atividade humana, causando alterações geológicas significativas. Essa força de alteração pode ser comparada com outras forças geológicas do planeta (como vulcanismos, terremotos e movimentos de massa), capazes de provocar grandes modificações (Crutzen & Stoermer, 2000). A partir desse período, a humanidade passou a produzir alterações na superfície da Terra que começaram com pequenas escavações para criação de ferramentas para caça, chegando à formação de grandes depósitos sedimentares artificiais. Atualmente, a influência humana sobre os materiais se estende por todo o planeta, incluindo regiões subterrâneas profundas (por ex. minas, poços) até partes do espaço sideral (Zalasiewicz *et al.*, 2017).

O período do tempo geológico a partir do qual as ações humanas se tornaram o principal agente de transformação geológica e geomorfológica vem sendo denominado, ainda de forma não oficial, de Antropoceno. O termo começou a ganhar relevância mundial após trabalhos publicados por Crutzen & Stoermer (2000) e Crutzen (2002), no qual ressaltam a importância da atividade humana provocando grandes modificações no meio ambiente. Os estudos sobre Antropogeologia, termo proposto em 1959, provavelmente anteciparam a ideia do Antropoceno (Häusler, 2018).

Devido à atividade humana no meio ambiente, através de intervenções diretas, os depósitos antropogênicos são gerados. Esses depósitos, muitas vezes, podem representar problemas para a engenharia, apresentando riscos como condições imprevisíveis do comportamento do solo, riscos geológicos, contaminações de águas subterrâneas, modificação no regime hidrogeológico e contaminações por poluição, constituindo uma das características geológicas mais problemáticas nas áreas urbanas (Rosenbaum *et al.*, 2003). Estes depósitos podem também fornecer um registro da evolução desses terrenos e os impactos causados

devido à ação humana no meio ambiente (Ford *et al.*, 2014).

Uma das formas de compreender a evolução dos enfoques e abordagens sobre esses depósitos é através de análises bibliométricas de publicações que foram feitas desde o aparecimento do termo até os dias atuais. A bibliometria é a análise estatística de livros, artigos e outras publicações. Os métodos bibliométricos podem ser utilizados para fornecer uma análise da literatura científica em um campo específico, para avaliar a popularidade e o impacto de publicações específicas de autores e instituições (Dabi *et al.*, 2016). Estes permitem aos pesquisadores basear seus estudos em dados bibliográficos produzidos por outros cientistas que trabalham em áreas similares (Zupic & Carter, 2015).

O objetivo deste estudo é analisar a evolução da abordagem dos termos relacionados a depósitos antropogênicos, através de um levantamento bibliográfico, de forma a compreender melhor esse campo de pesquisa. Esses dados foram levantados utilizando os softwares *RStudio* e *Vosviewer*, partindo da base de dados da *Scopus*. Os resultados obtidos foram analisados e interpretados para melhor compreender esse campo de estudo, conhecendo os principais artigos publicados, as principais palavras-chave, os autores mais citados e os mais produtivos, e entre outros. Desta forma, pretende-se auxiliar no direcionamento da pesquisa que está sendo desenvolvida neste tema.

2 Estudos de Depósitos Antropogênicos

Este tema, ainda que tenha grande relevância, tem sido pouco estudado quanto aos aspectos composicionais dos depósitos antropogênicos. De uma forma geral, em projetos de mapeamentos geológicos ou geotécnicos, esses tipos de depósitos não são considerados nos mapas. Já os mapeamentos que levam em consideração esse tipo de depósito, em sua maioria não realizam um estudo aprofundado, delimitando apenas como área de aterro ou qualquer outro tipo de depósito antropogênico.

Classificar e mapear depósitos antropogênicos é uma tarefa difícil devido à complexidade de sua

formação, pela grande heterogeneidade dos materiais que os compõem, e por serem extremamente dinâmicos. De uma forma geral, as classificações utilizadas em depósitos dessa natureza levam apenas em consideração as características morfo genéticas, que oferecem um meio prático e definido para se diferenciar os diversos tipos de depósitos (Ford *et al.*, 2014). Uma forma de classificação como é feita para rochas e materiais inconsolidados, baseada em classificações litológicas, é inviável para esses materiais, devido à grande heterogeneidade.

Um dos países de onde se origina um número relevante de trabalhos é o Reino Unido, em especial os publicados pelo *British Geological Survey*, que é um órgão parcialmente público, com o objetivo de desenvolver o conhecimento geológico naquele país; os pesquisadores envolvidos têm proposto metodologias e técnicas que têm auxiliado diversos pesquisadores (Rosebaum *et al.*, 2003; Price *et al.*, 2011; Ford *et al.*, 2014).

3 Metodologia

A metodologia segue as etapas como descritas na Figura 1.

3.1 Coleta de Dados

Para este trabalho, utilizou-se a base de dados da *Scopus*, que de acordo com a Elsevier (2017), é uma das maiores bases de dados de resumos e citações de literatura científica revisada por pares, oferecendo ferramentas para rastrear, analisar e visualizar pesquisas nas áreas de ciência, tecnologia, medicina, ciências sociais, artes e humanidades. Os artigos selecionados foram obtidos por meio do portal da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), que oferece acesso a textos completos em diversos periódicos. A pesquisa foi realizada utilizando-se as palavras-chave “anthropogenic deposit” ou “technogenic deposit”, tema de pesquisas em desenvolvimento pelos autores, considerando-se artigos publicados em periódicos, conferências, revisões bibliográficas, capítulos de livros e artigos que já foram aceitos por

periódicos e que estão em processo de publicação. Foram considerados neste estudo apenas artigos publicados na língua Inglesa. Outras palavras foram utilizadas, como “human-induced deposit” e “Anthropocenic deposit” e “anthropogenic deposit stratigraphy” mas essas buscas não retornaram artigos. Foram selecionados apenas artigos escritos em Inglês, o que se configura como uma limitação desse trabalho, uma vez que não abrange todos os artigos publicados, em especial no Brasil.

A última busca foi realizada em janeiro de 2018, tendo sido feito um monitoramento mensal na base de dados da *Scopus*, utilizando as palavras-chave descritas anteriormente, desde março de 2017. Como resultado, a pesquisa retornou um número de 118 artigos. Esses dados, contendo informações sobre os artigos, foram exportados nos formatos *.bib* e *.ris*, os quais são lidos pelos softwares de bibliometria.

3.2 Análise Bibliométrica

Após a realização da fase de coleta de dados, utilizou-se os programas *R Studio* e *Vosviewer*, que são softwares livres, para fazer o levantamento bibliométrico. A análise bibliométrica é amplamente reconhecida como um método de pesquisa bem estabelecido na área de ciência da informação, utilizando análises estatísticas e métodos quantitativos para analisar a informação de um determinado campo (Geng *et al.*, 2017).

No programa *R Studio*, utilizou-se o pacote *Bibliometrix* (2016), que fornece várias rotinas para importar dados bibliográficos dos bancos de dados da *Web of Science*, *Scopus* e do *Clarivate Analytics*, realizando análises bibliométricas e construindo matrizes de dados. O *Vosviewer* é um software para a construção e visualização de redes bibliométricas. Essas redes podem ser construídas com base em cocitação, acoplamento bibliográfico (mede a relação entre dois artigos, baseado no número de referências em comum citados por esses artigos) ou relações de coautoria.

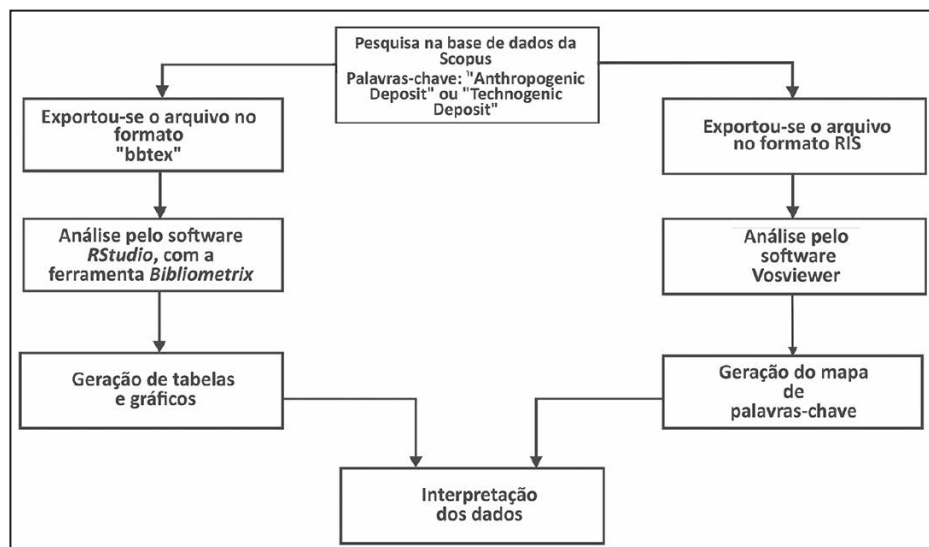


Figura 1 Fluxograma esquemático da metodologia.

4 Resultados e Discussão

4.1 Publicações por Ano

As publicações desse campo de estudo (utilizada como palavra-chave) se iniciaram no ano de 1974 e apresentam, até o momento da pesquisa, um total de 118 trabalhos de 84 meios diferentes (revistas, livros, periódicos; Tabela 1). Como mostrado na Figura 2, o número de publicações tem aumentado ao longo dos anos, apresentando uma taxa de crescimento médio anual de 4,68% por ano. Percebe-se que essa área de estudo se encontra em ascensão, com um aumento considerável no número

Número de Publicações	118
Período das publicações	1974 - 2018
Fontes (Revistas, livros, anais de congresso e outros)	84
Média de citações por artigo	8,017
Número de autores	445
Artigos por autor	0,265
Autores por artigo	3,77

Tabela 1 Informações gerais sobre as publicações.

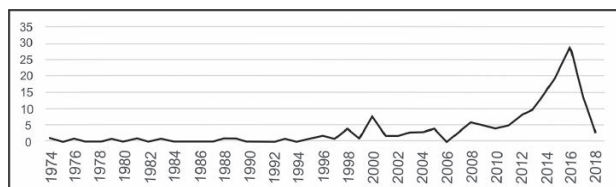


Figura 2 Evolução do número de publicações ao longo dos anos.

de trabalhos publicados a partir do ano de 2006, apresentando um grande crescimento até os dias de hoje. Os trabalhos referentes ao ano de 2018, ainda são poucos, pois contabilizam apenas o mês de janeiro; devido a isso, o gráfico apresenta uma queda no número de publicações neste ano, não representando uma queda de interesse no tema.

4.2 Autores, Países e Periódicos mais Engajados no Tema

A partir dos dados analisados, pode-se concluir que a maior parte das publicações nesse campo de estudo são originadas da Rússia e Reino Unido, como mostrado na Figura 3. Apesar disso, os Estados Unidos apresentam uma maior média de citações por artigo, o que evidencia um maior número de publicações relevantes ou em veículos conceituados. Da República Tcheca, embora haja apenas duas publicações, estas apresentam uma elevada média de citação por artigo, mostrando também que possuem trabalhos bem conceituados.

Entre os 445 autores, foram listados os 15 mais produtivos, indicando seu país de origem, como mostrado na Tabela 2. Entre eles, existe uma predominância de autores que publicam trabalhos na Rússia e Reino Unido, evidenciando a importância da contribuição destes países para o

estudo de depósitos antropogênicos, em especial a instituição *British Geological Survey* (Reino Unido). Na Tabela 3, estão as revistas que mais publicam trabalhos relacionados a depósitos antropogênicos, sendo que a revista *International Multidisciplinary Scientific GeoConference* é a que possui mais trabalhos publicados, com um total de sete artigos. As publicações estão bastante dispersas em revistas de áreas distintas, embora sejam geralmente da área de geociências ou ciências do solo.

Autor	Número de Publicações	País	Instituição
Price, S. J.	4	Reino Unido	British Geological Survey
Taskin, A. V.	4	Rússia	Far Eastern Federal University
Bezuglova, O. S.	2	Rússia	Southern Federal University
Blume, H. P.	2	Alemanha	Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
Carbonel, D.	2	Espanha	Universidad de Zaragoza,
Cooper, A. H.	2	Reino Unido	British Geological Survey
Edgeworth, M.	2	Reino Unido	Universit of Leicester
Ford, J. R.	2	Reino Unido	British Geological Survey
Galve, J. P.	2	Espanha	Universidad de Granada
Rapp, G. G.	2	Estados Unidos	University of Minnessota

Tabela 2 Principais autores da área de estudo, com o número de publicações e sua origem.

4.3 Principais Palavras-Chave Relacionadas à Pesquisa

Através da utilização do software *Vosviewer*, foi encontrado um total de 1.182 palavras nos resumos e títulos dos artigos relacionados a depósitos antropogênicos. Foram classificadas as palavras que se repetiram pelo menos 3 vezes. Posteriormente,

Revista	Número de Publicações
International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM	7
Quaternary International	5
Environmental Earth Science	4
Geological Society Special Publication	3
Journal of Archaeological Science	3
Journal of Soils and Sediments	3
Archaeological and Anthropological Sciences	2
Catena	2
Eurasian Soil Science	2
Geoarchaeology	2
Geomorphology	2

Tabela 3 Principais revistas da área de estudo e o número de publicações.

essas palavras foram separadas em quatro grupos (Figura 4), que são: (1) *Arqueologia*, representado pelos círculos azuis, cujo objetivo é relacionar as evidências para a formação de depósitos antropogênicos; (2) *Geologia e solos*, representado pelos círculos verdes, relacionado a estudos das principais características físicas desse tipo de depósito; (3) *Depósitos urbanos*, representado pelos círculos amarelos, relacionado a trabalhos nos diversos tipos de depósitos; e (4) *Mineração*, representado pelos círculos vermelhos, com estudos os depósitos antropogênicos relacionados a mineração.

Na Figura 4, observa-se que, quanto maior for o tamanho da fonte e do círculo, maior é o número de repetições dessa palavra nos resumos e títulos dos artigos. Desta forma, as palavras “deposits”, “archaeology” e “anthropogenic deposit” são as que possuem um maior número de ocorrências.

No grupo 1 (Arqueologia), as palavras mais encontradas foram: “radiocarbon dating” (datação de radiocarbono), “holocene” (holoceno), “human settlement” (assentamento humano), “archeology” (arqueologia), “geomorphology” (geomorfologia), “urbanization” (urbanização). Essas palavras, de-

mostram uma maior relação desses artigos com temas mais próximos da arqueologia, procurando através de artefatos gerados devido a atividade humana, explicar a formação de depósitos antropogênicos.

No grupo 2 (Geologia e solos) foram encontradas as seguintes palavras chaves: “stratigraphy” (estratigrafia), “three-dimensional modeling” (modelamento tri-dimensional), “anthropogenic deposit” (depósito antropogênico), “anthropocene” (antropoceno), “soils” (solos), “urban areas” (áreas urbanas) e “geology” (geologia). A palavra “urban area” (área urbana) se justifica devido à preocupação desses depósitos em áreas urbanas, trazer riscos para a população. No grupo 3 (Depósitos urbanos): “gold” (ouro), “technogenic deposit” (depósito tecnogênico), “waste disposal” (disposição de resíduos). E no grupo 4 (Mineração): “environmental monitoring” (monitoramento

ambiental), “weathering” (intemperismo), “lead” (chumbo), “deposit” (depósito), “geochemistry” (geoquímica), “lead” (cobre), “iron” (ferro), “flotation” (flotação), “technogenic deposits” (depósitos tecnogênicos), “extraction” (extração) e “slags” (escória).

Analisando a Figura 5, observa-se que os termos “deposits” (depósitos), “technogenic” (depósitos tecnogênicos), “anthropogenic deposits” (depósitos antropogênicos), “waste disposal” (disposição de resíduos), “stratigraphy” (estratigrafia), “geology” (geologia), “soil” (solos) e “soil pollution” (poluição de solos), têm uma alta frequência de aparecimento nos artigos. Um dos artigos em destaque é o de Rosembaum *et al.* (2003), no qual é apresentada uma classificação para terrenos formados devido à ação humana. De uma forma geral, esses artigos procuram caracterizar

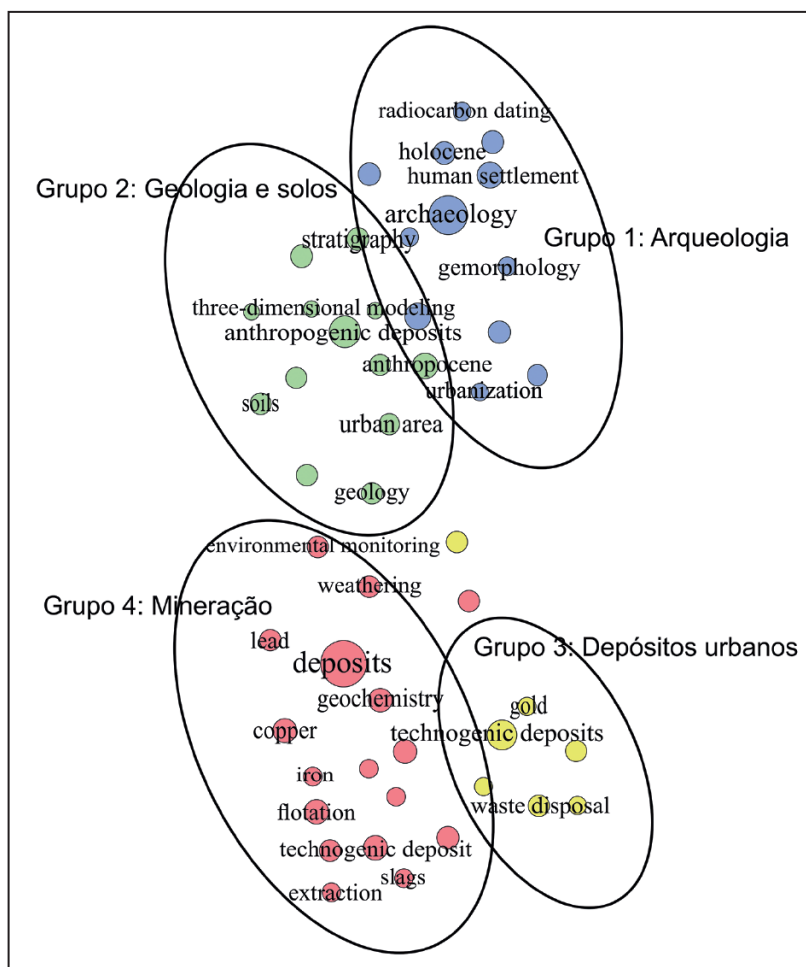


Figura 4 Mapeamento das palavras-chave relacionadas com a área de pesquisa em depósitos antropogênicos, divididas em 4 grupos.

estes tipos de depósitos através de esquemas morfogênicos, uma vez que a classificação semelhante às litoestratigráficas, que são usadas para classificar rochas e solos formados naturalmente, não são muitas vezes aplicáveis para esses depósitos.

Os termos “human activity” (atividade humana), “anthropocene” (antropoceno), “urban” (área urbana), “Quaternary” (Quaternário), e “anthropogenic effect” (efeito antropogênico), aparecem em diversos artigos referentes a depósitos antropogênicos, uma vez que esse período é marcado por um aumento gradual da atividade humana, gerando assim esse tipo de depósito. Alguns desses depósitos são atribuídas idades do Antropoceno, outros estenderiam o limite com o Holoceno, e muitos seriam totalmente formados durante o Holoceno (Ford *et al.*, 2014). Isso explica a alta frequência dessas palavras nos artigos. Muitos desses procuram definir uma nova época do tempo geológico denominada de Antropoceno (Crutzen & Stoermer, 2000; Crutzen, 2002; Steffen *et al.*, 2007; Zalasiewicz *et al.*, 2010). Já as palavras relacionadas a mineração, como “copper”, “mining”, “ores”, “coal”, “ash”, “flotation”, são referentes aos depósitos antropogênicos/tecnogênicos gerados devido ao processo de mineração e seus resíduos.

5 Considerações Finais

Este artigo apresentou um panorama abrangente das publicações realizadas sobre depósitos antropogênicos. As publicações compreendem o período de 1974 até 2018, com um total de 118 publicações em revistas, anais de congressos e capítulos de livros.

Com os resultados, conclui-se que os estudos do tema estão em crescimento, com um aumento do número de artigos a partir do ano de 2006. Os países mais produtivos são a Rússia e Reino Unido, apresentando um total de 39 e 17 publicações, respectivamente. Em contrapartida, os Estados Unidos é o país com o maior número de trabalhos relevantes, apresentando um total de 338 citações, o que se configura em uma média de 19,88 citações por artigo. Entre os autores mais produtivos, Makarov, D. é o que possui o maior número de trabalhos publicados, com seis artigos, seguido por Price, S. J, com quatro publicações. Entre os periódicos que mais publicam trabalhos nesse campo de pesquisa, a revista *International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management*, se encontra em destaque, com um total de sete trabalhos publicados.

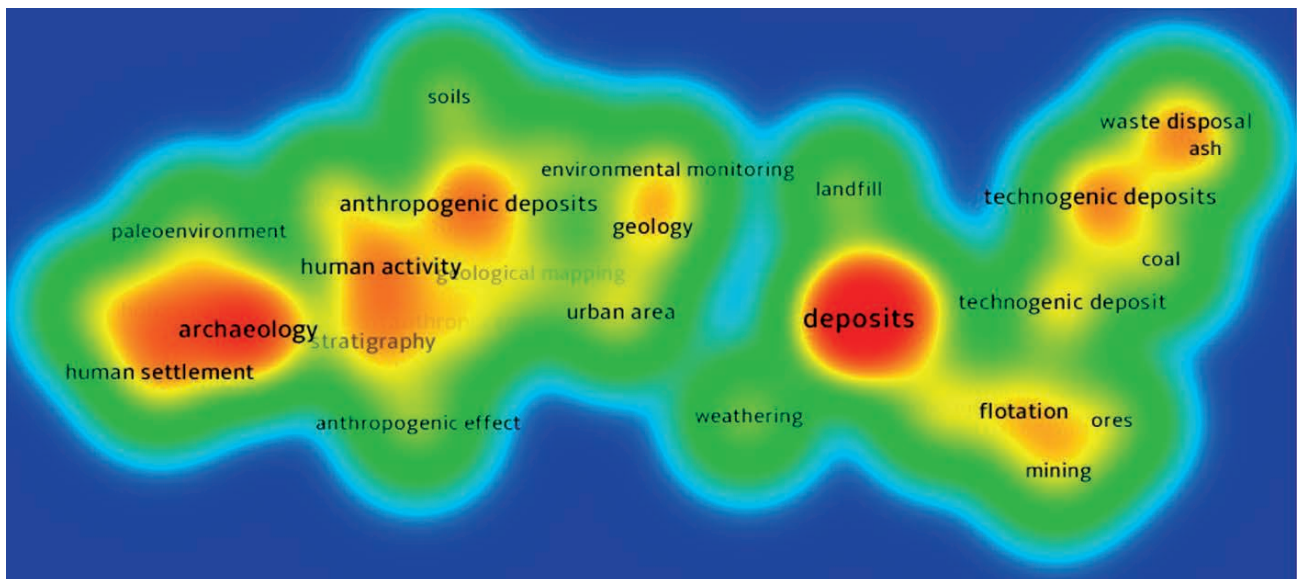


Figura 5 Distribuição de densidade das palavras de maior ocorrência. As cores indicam a densidade de termos, sendo que quanto maior o tamanho da letra, e mais próximo do vermelho, maior a ocorrência da palavra dentro dos artigos.

Em mapeamento das palavras-chave que mais aparecem nos resumos e títulos dos trabalhos relacionados a depósitos antropogênicos, estas foram reunidas em 4 grupos diferentes: Arqueologia; Geologia e solos; Depósitos urbanos; e Mineração. Esses termos podem ser utilizados como palavras-chaves, facilitando na busca de artigos dentro do banco de dados da *Scopus* ou outras bases, representando os temas mais significativos da área e suas subdivisões.

6 Agradecimentos

A CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Ensino Superior) pela bolsa de mestrado, recebida pelo primeiro autor, e ao programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da UFSCar, permitindo o desenvolvimento desta pesquisa.

7 Referências

- Bibliometrix R Package. 2016. Massimo Aria & Corrado Cuccurullo. Disponível em: <<http://www.bibliometrix.org/>> Acesso em: 11 de setembro de 2017.
- Crutzen, P.J. 2002. The Anthropocene. *Journal de Physique IV*, 12(10): 2 – 6.
- Crutzen, P.J & Stoermer, E.F. 2000. The Anthropocene. *Global Change Newsletter*, 41: 17 – 18.
- Dabi, Y.; Darrigues, L.; Katsahian, S.; Azoulay, D.; De Antonio, M.; & Lazzati, A. 2016. Publication Trends in Bariatric Surgery: a Bibliometric Study. *Obesity Surgery*, 26(11): 2691 – 2699.
- Elsevier. 2017. *Scopus*. Editora Elsevier. Disponível em: <<https://www.elsevier.com/americalatina/pt-br/scopus>>. Acesso em: 20 de janeiro de 2018.
- Ford, J.R.; Price, S. J.; Cooper, A.H. & Waters, C. N. 2014. An assessment of lithostratigraphy for anthropogenic deposits. *Geological Society, London, Special Publications*, 395: 55 – 89.
- Geng, S.; Wang, Y.; Zuo, J.; Zhou, Z.; Du, H. & Mao, G. 2017. Building life cycle assessment research: A review by bibliometric analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 76: 176 – 184.
- ICS. 2017. International Commission on Stratigraphy. Disponível em: <<http://www.stratigraphy.org/index.php/ics-chart-timescale>>. Acesso em: 20 de janeiro de 2018
- Häusler, H. 2018. Did anthropogeology anticipate the idea of the Anthropocene?. *The Anthropocene Review*, 5(1): 69 – 86.
- Rosenbaum, M.S.; Mcmillan, A.A.; Powell, J.H.; Cooper, A.H.; Culshaw, M.G. & Northmore, K.J. 2003. Classification of artificial (man-made) ground. *Engineering Geology*, 69(3-4): 399 – 409.
- Price, S.J.; Ford, J. R.; Cooper, A.H. & Neal, C. 2011. Humans as major geological and geomorphological agents in the Anthropocene: the significance of artificial ground in Great Britain. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, 369: 1056 - 1084.
- Steffen, W.; Crutzen, P.J. & McNeill, J.R. 2007. The Anthropocene: Are Humans Now Overwhelming the Great Forces of Nature. *A journal of the Human Environment*, 36(8): 614 - 621.
- Vosviewer: Visualizing Scientific Landscapes. 2018. Versão 1.6.6. Netherlands: Centre For Science And Technology Studies, Leiden University. Disponível em: <<http://www.vosviewer.com/>>
- Zalasiewicz, J.; Williams, M.; Steffen, W. & Crutzen, P. 2010. The New World of The Anthropocene, *Environmental Science & Technology*, 44(7): 2228 - 2231.
- Zalasiewicz, J.; Williams, M.; Waters, C.N.; Barnosky, A. D.; Palmesino, J.; Rönnskog, A.; Edgeworth, M.; Neal, C.; Cearreta, A.; Ellis, E.C.; Grinevald, J.; Haff, P.; Sul, J.A.I.; Jeandel, C.; Leinfelder, R.; McNeill, J.R.; Odada, E.; Oreskes, N.; Price, S.J.; Revkin, A.; Steffen, W.; Summerhayes, C.; Vidas, D.; Wing, S.; 23 & Wolfe, A.P. 2017. Scale and diversity of the physical technosphere: A geological perspective. *The Anthropocene Review*, 4(1): 9 – 22.
- Zupic, I. & Čater, T. 2015. Bibliometric Methods in Management and Organization. *Organizational Research Methods*, 18(3): 429 – 472.