

XXIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRÍCOS

ANÁLISE CIENCIOMÉTRICA DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA MUNDIAL SOBRE O MÉTODO NUMÉRICO SPH

*Karoliny Freitas Silva¹ ; Almério José Venâncio Pains Soares Pamplona² & Joel Roberto
Guimarães Vasco³*

RESUMO – Métodos numéricos são empregados para solucionar problemas em Engenharia, especialmente em Recursos Hídricos. Os métodos particulados, como o Smoothed Particle Hydrodynamics (SPH), apresentam vantagens em relações aos métodos com malha, pois não necessitam discretizar termos não lineares associados à aceleração convectiva no balanço de quantidade de movimento. Neste sentido, o trabalho em questão procura estudar a produção científica em SPH e avaliar seu crescimento e aplicabilidade em problemas de Engenharia. Assim, realizou-se um levantamento cientométrico por meio do banco de dados Scopus, sendo encontradas 1334 publicações. As publicações selecionadas apresentam multidisciplinaridade nas áreas de concentração das pesquisas, abrangendo desde as Engenharias a Medicina. O Brasil é o décimo oitavo país do mundo que mais tem trabalhos publicados em SPH, dos quais 38% corresponde à área de Engenharia. Sendo assim, conclui-se que há um crescimento no número de trabalhos publicados anualmente com o SPH.

ABSTRACT– Numerical methods are employed to solve problems in Engineering, especially in Water Resources. Particulate methods, such as Smoothed Particle Hydrodynamics (SPH), have advantages in relation to mesh methods since they do not need to discretize nonlinear terms associated with convective acceleration in the momentum balance. In this sense, the work in question seeks to study the scientific production in SPH and to evaluate its growth and applicability in Engineering problems. Thus, a scientometric survey was carried out using the Scopus database, with 1334 publications found. The selected publications present multidisciplinary in the areas of research concentration, ranging from the Engineering to Medicine. Brazil is the eighteenth country in the world that has more works published in SPH, of which 38% corresponds to the Engineering area. Thus, it is concluded that there is an increase in the number of works published annually with SPH.

Palavras-Chave – Cienciometria, SPH, Métodos Numéricos

1) Universidade Federal de Goiás: Escola de Engenharia Civil e Ambiental, Goiânia/GO, (62) 98279-6785, eng.karolinyfreitas@gmail.com

2) Universidade Federal de Goiás: Escola de Engenharia Civil e Ambiental, (62) 99520-6325, almeriopamplona@gmail.com

3) Universidade Federal de Goiás: Escola de Engenharia Civil e Ambiental, (62) 3209-6187, joelvasco@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, devido ao avanço da tecnologia computacional, os métodos numéricos ganharam mais espaço na ciência e na engenharia, principalmente quando se trata de resolver problemas complexos (Liu e Liu, 2003). A simulação numérica desempenha um papel valioso no fornecimento de uma validação para teorias, atuando como um elo entre modelos experimentais e previsões teóricas, sendo capaz de gerar informações completas que muitas vezes não podem ser diretamente medidas ou observadas, ou que por outros meios são difíceis de conseguir.

Os métodos baseados em uma malha demandam muito tempo e geram um grande custo computacional, tendo como primordial limitação a própria malha numérica. Além disso, a determinação da malha não é simples quando tratamos de geometrias complexas, superfícies livres, fronteiras deformáveis, deformações excessivas e interfaces móveis (Liu e Liu, 2003). No entanto, vários novos métodos de simulação sem uso de malha, baseados em partículas, foram objetos de estudo para promover soluções para problemas complexos. Dentre eles, o método da Hidrodinâmica das Partículas Suavizadas (SPH), do acrônimo inglês *Smoothed Particle Hydrodynamics*, é um método bem-sucedido para simular fluidos.

O SPH é um método computacional de partículas macroscópicas, usado para simular a mecânica de meios contínuos, como a mecânica de sólidos e fluxos de fluidos. Foi desenvolvido, inicialmente, para problemas astrofísicos (Gingold e Monaghan, 1977; Lucy, 1977). É um método Lagrangeano sem malha, uma vez que as coordenadas se movem com o fluido e o movimento dos pontos de interpolação representam o escoamento, de modo que ele não é afetado pela distribuição arbitrária das partículas, revelando sua natureza adaptativa. Estas características permitem que os domínios sejam discretizados sem necessidade de conectividade fixa e sendo realizado apenas uma vez durante o processo, o que possibilita tratar grandes deformações e geometrias complexas.

Entre as aplicações do SPH em problemas da Engenharia podem ser citados: resalto hidráulico (Federico *et al.*, 2012), escoamentos de líquidos não newtonianos (Capone, 2009), ruptura de barragens (Monaghan, 1994), propagação de ondas gravitacionais (Antuono *et al.*, 2011), entre outros.

Considerando o crescente avanço da ciência da informação, da produção científica mundial e das ciências em geral, foi estimulada a criação de mecanismos para quantificar, rastrear, controlar e disseminar o conhecimento produzido, em especial, o gerenciamento dos artigos em periódicos científicos (Santos *et al.*, 2012).

Segundo Vanti (2002), a cienciometria consiste na coleta de informações estatísticas necessárias para analisar um conjunto de dados com objetivo de se fazer conhecer os domínios de interesse, estabelecer o crescimento de uma pesquisa, o ponto local de concentração e quantificação.

A Cienciometria torna-se, assim, uma ferramenta interdisciplinar de quantificação da produção da atividade científica, ou seja, aferição da ciência.

Diante disso, este trabalho tem como objetivo caracterizar os estudos associados ao método de partículas SPH. Para isso, foi feita uma revisão sistemática de todos os artigos sobre o método vinculados a base de dados do Scopus da Elsevier.

2. METODOLOGIA

Este estudo foi baseado em pesquisas padronizadas da literatura científica mundial sobre o método SPH, fundamentado em uma abordagem quantitativa (Marconi e Lakatos, 2010). Para tanto, foi considerada a produção acadêmica veiculada em periódicos indexados na versão online da base de dados do Scopus.

De acordo com ELSEVIER (2018), o banco de dados do Scopus é o maior em armazenamento de resumos e citações do mundo, com informações multidisciplinares de mais de 21.500 periódicos revisados, abrangendo uma série de outras bases, como o Science Direct. Deste modo, o procedimento adotado para o levantamento das publicações é representado na figura 1.

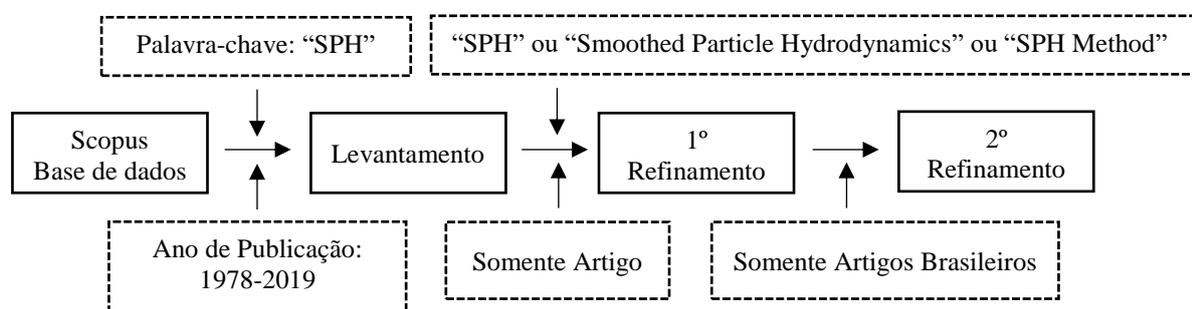


Figura 1 – Fluxograma metodológico

A busca final dos arquivos científicos na base de dados foi realizada no dia 10/04/2019, a partir da filtragem das publicações entre os anos de 1978 a 2019 que utilizavam o descritor “SPH” no título, resumo ou palavra-chave. Em seguida, os trabalhos passaram por dois refinamentos, objetivando a eliminação de dados contrários a temática abordada.

Os refinamentos consistiram em limitar a busca à artigos e adicionar as palavras-chave “Smoothed Particle Hydrodynamics” e “SPH Method”. Posteriormente, com base na avaliação dos resumos, foram selecionados os artigos nacionais e internacionais referentes ao Método SPH.

A análise descritiva dos trabalhos permitiu a identificação das seguintes informações: ano de publicação, eixo temático central da pesquisa, país de origem das universidades e instituições

pesquisadoras e quantitativo de artigos publicados. Estes dados foram tabulados e organizados em gráficos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o levantamento realizado, foram encontrados 1761 documentos no período de 1978 a 2019 utilizando o descritor: “SPH” no título, resumo ou palavra-chave. Apesar do método ter sido criado em 1977, não constou publicações recorrentes a este ano no banco de dados Scopus. No entanto, nem todos arquivos relacionavam-se ao método de partículas SPH. Após o primeiro refinamento, dentre 1761 documentos, 1334 artigos foram considerados como publicações relevantes.

Na perspectiva temporal, apresentada na figura 2, observa-se o evidente crescimento do número de pesquisas referentes ao método ao longo dos anos.

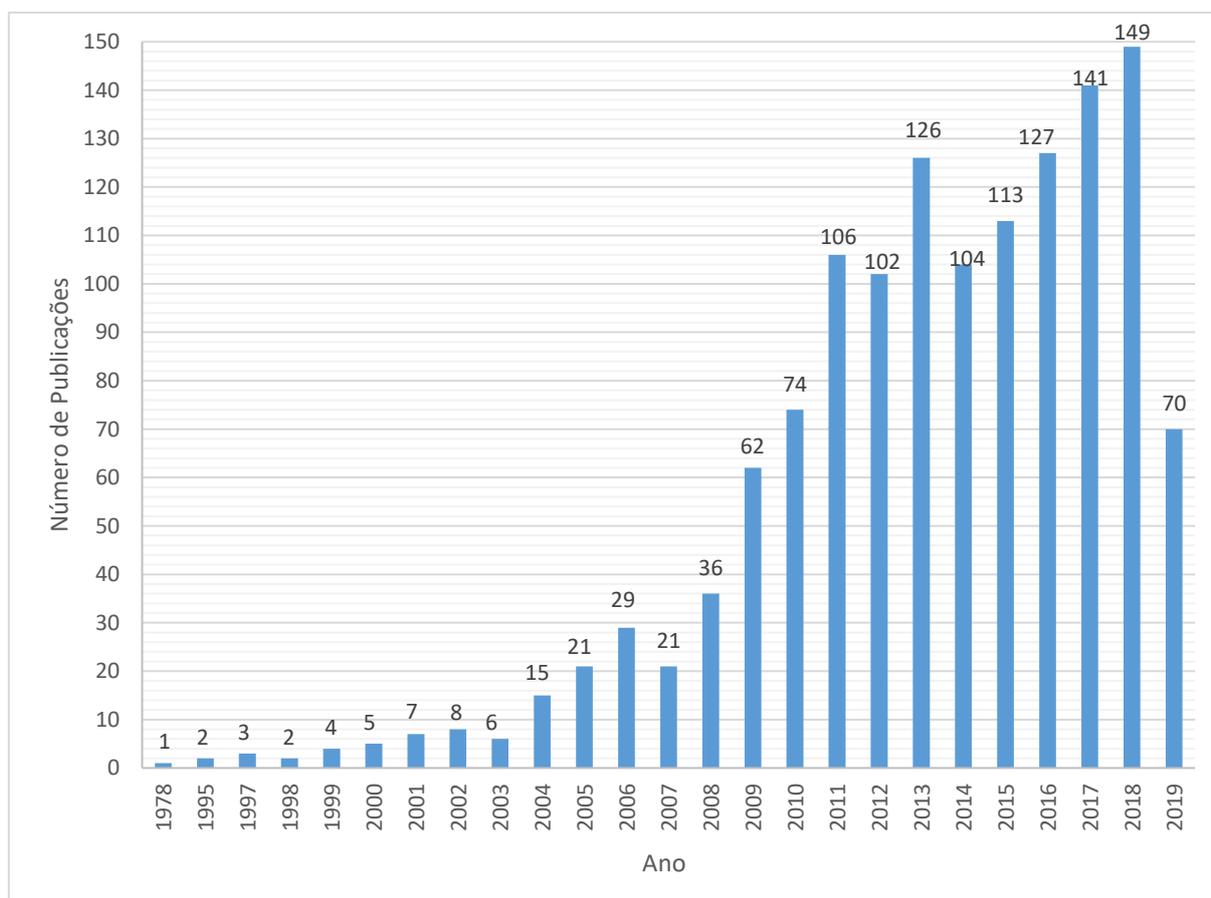


Figura 2 – Número de trabalhos publicados entre os anos de 1978 a 2019 no banco de dados Scopus sobre o método SPH

A figura 3 representa a distribuição geográfica global das pesquisas, onde 54 países publicaram artigos sobre o método SPH.

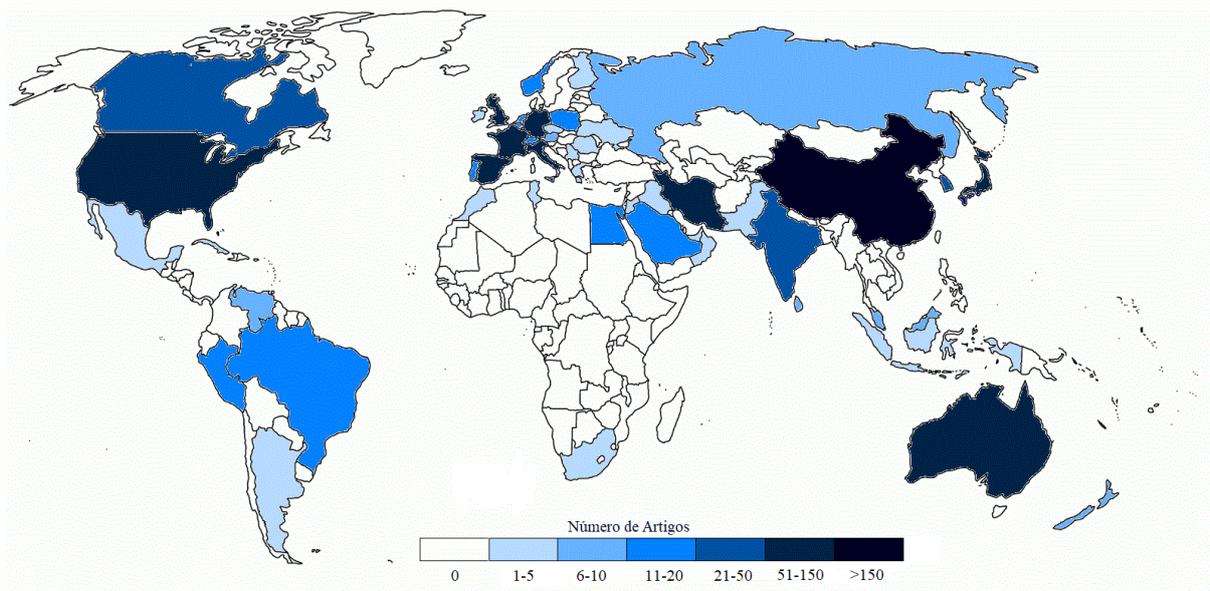


Figura 3 – Distribuição geográfica global das pesquisas

Na classificação dos 20 países mais produtivos o Brasil está locado na 18ª posição, com 16 publicações e os países que mais publicaram foram a China, Reino Unido, Estados Unidos e Japão, conforme a figura 4.

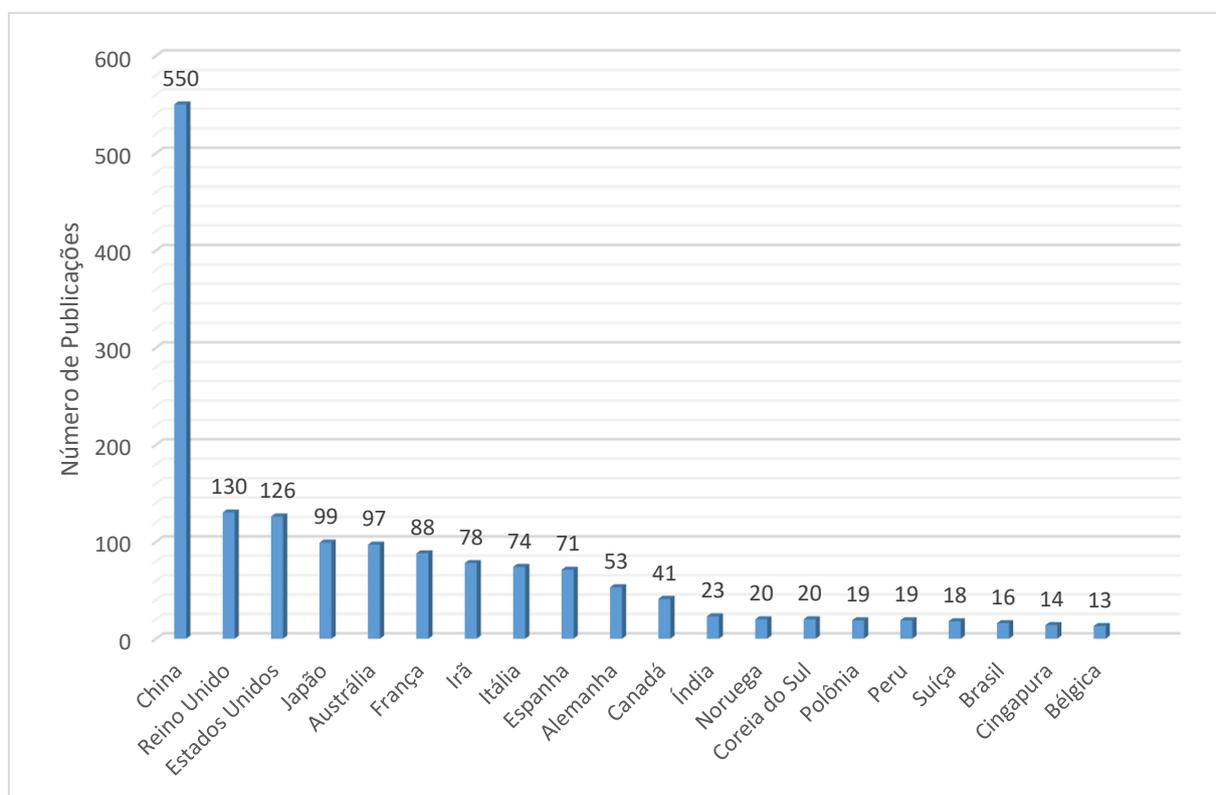


Figura 4 – Os 20 países mais produtivos, conforme o número de artigos publicados segundo a origem das instituições, laboratórios e centros de pesquisas

As publicações brasileiras possuem o período de referência de 2009 a 2019, apresentando um crescimento contínuo. Conforme observa-se na figura 5, um total de 18 instituições de pesquisa trabalhando com o modelo SPH foram identificadas no Brasil. Dentre as 15 áreas de conhecimento abrangidas pelo método, mais de 80% dos estudos brasileiros estão concentrados em apenas cinco: Engenharia (38%), Ciência da Computação (17%), Física e Astronomia (14%), Matemática (14%) e Ciência Ambiental (7%), semelhante às distribuições mundiais, exceto na Ciência Ambiental que é substituída pela Ciência dos Materiais na classificação. Um ponto notável é a multidisciplinaridade estabelecida pelas áreas de pesquisas mundiais, abrangendo as áreas de farmacologia, medicina, bioquímica e ciências agrárias.

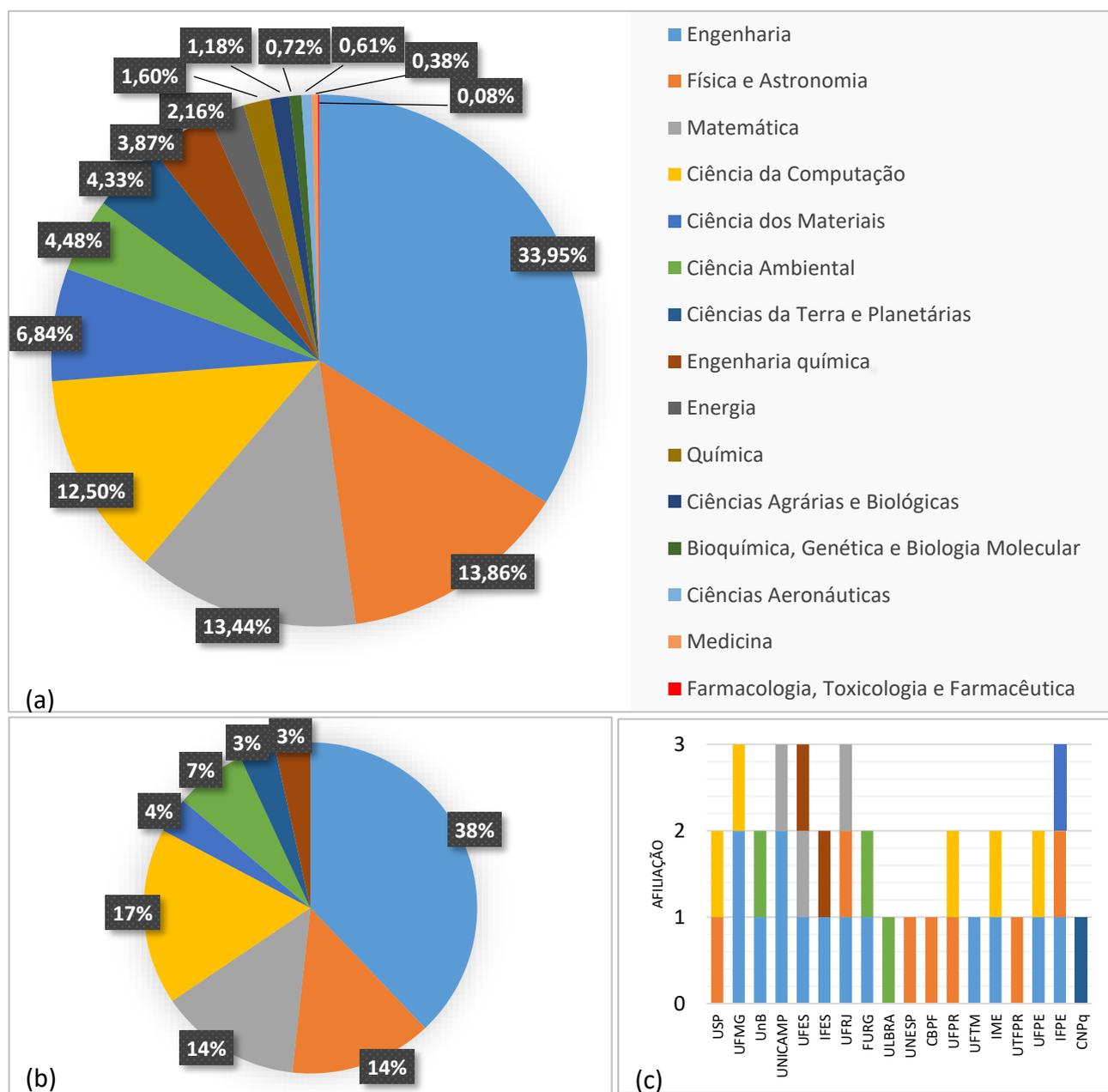


Figura 5 – (a) Publicações por área de concentração mundial; (b) Publicações por área de concentração nacional; (c) Número de afiliações brasileiras por área de pesquisa

4. CONCLUSÃO

A análise cienciométrica forneceu dados relevantes para avaliar o crescimento da pesquisa científica sobre o Método SPH, revelando considerável evolução do número de publicações na última década. O país que se destacou com maior concentração de publicações foi a China e as pesquisas se concentram em universidades.

Inicialmente desenvolvido para solucionar problemas astrofísicos, enquanto campo de pesquisa, o método revelou notável crescimento multidisciplinar, abrangendo áreas extremamente distintas, como: engenharias, farmacologia e medicina.

Esta pesquisa contribuiu para a literatura existente sobre esta importante evolução dos métodos computacionais voltados ao SPH e reconheceu as principais áreas de pesquisa, publicações, países, instituições e áreas inovadoras. Permitiu quantificar a participação brasileira no recente crescimento científico e tecnológico em uma área de pesquisa inovadora e de grande relevância. Desse modo, constatou-se que embora o tema de pesquisa seja recente no país e do pequeno número de publicações, a produtividade é significativa, possui um crescimento contínuo de suas publicações e está na 18ª posição no ranking dos 20 países mais produtivos.

REFERÊNCIAS

- ANTUONO, M.; COLAGROSSI, A.; MARRONE, S.; LUGNI, C. (2011). “*Propagation of gravity waves through an SPH scheme with numerical diffusive terms*”. Computer Physics Communications, vol. 182, pp. 866-877.
- CAPONE, T. (2009). “*SPH numerical modelling of impulse water waves generated by landslides*”, Doutorado em Engenharia Civil, Universidade de Roma, Roma, pp. 121.
- ELSEVIER. (2018). “*Scopus: keep your eye on global research*”. Acessado em: <https://www.elsevier.com/data/assets/pdf/file/0008/208772/ACADRSCFS.pdf>.
- FEDERICO, I.; MARRONE, S.; COLAGROSSI, A.; ARISTODEMO, F.; ANTUONO, M. (2012). “*Simulating 2D open-channel flows through an SPH model*”. European Journal of Mechanics B/Fluids, vol. 34, pp. 35-46.
- GINGOLD, R. A.; MONAGHAN, J. J. (1977). “*Smoothed particle hydrodynamics: theory and application to non-spherical stars*”. Mon. Not. R. astr. Soc., 181, pp. 375-389.
- LIU, G. R.; LIU, M. B. (2003). “*Smoothed Particle Hydrodynamics: a meshfree particle method*”. Singapore: World Scientific Publishing Co Pte Ltd.
- LUCY, L. B. (1977). “*A numerical approach to the testing of the fission hypothesis*”. The Astronomical Journal, pp. 1013-1024.
- MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. (2010). “*Metodologia da pesquisa científica: procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, projeto e relatório, publicações e trabalhos científicos*”. 7 ed. São Paulo: Atlas, pp. 88.
- MONAGHAN, J. J. (1994). “*Simulating free surface flows with SPH*”. Journal of Computational Physics, vol. 110, pp. 399-406.

SANTOS, T. M.; OLIVEIRA, B. R.; VIANA, B. F.; ARAÚJO, C. G. S. (2012). *“Reflexões sobre a utilização de indicadores científicos”*. Motricidade, 8 (Supl. 2).

VANTI, N. A. P. (2002). *“Da bibliometria à webometria: uma exploração conceitual dos mecanismos utilizados para medir o registro da informação e a difusão do conhecimento”*. Ciência da Informação, vol. 31, n. 2, pp. 152-162.