

ANALISE DO DESENVOLVIMENTO DE BIOCENSORES COM ÊNFASE AMBIENTAL NAS ÚLTIMAS DÉCADAS

Jocimara Camargo da Silva¹

Wyllerson E. Gomes²

Regina Marcia Longo³

Renata Kelly Mendes⁴

Química Ambiental

Resumo

A busca desenfreada pela urbanização das cidades trouxe consigo consequências ao ambiente natural e, proporcionalmente, ao próprio ser humano, além de efeitos devastadores à fauna e flora. Sendo assim, é necessário o monitoramento constante de espécies poluentes no meio ambiente. Para este propósito, os biossensores se mostram uma alternativa viável devido a sua alta sensibilidade, baixo custo, alta seletividade e capacidade de miniaturização. Os biossensores são bastante versáteis e, por isso, estão presentes em diversas áreas de estudo. Neste trabalho, o objetivo foi realizar um levantamento bibliométrico na base de dados *Web of Science* sobre o desenvolvimento de biossensores para aplicações diversas e aqueles desenvolvidos especificamente para monitoramento ambiental, no período de 2008 a 2018. Para este levantamento, foram realizados dois estudos, utilizando os termos: *biossensor* e *environmental biossensor*. Por meio dos trabalhos encontrados com os termos anteriormente descritos foram analisadas as áreas de aplicação, quantidade de trabalhos publicados e relação entre os artigos e ano de publicação. Para o termo *biossensor* foram encontrados 41.305 trabalhos e dentre esses, 34.429 artigos. Já para o termo *environmental biossensor*, foram encontrados 2.141 trabalhos e 1.638 artigos. Concluiu-se que o interesse pelo desenvolvimento de novos biossensores apresentou um crescente aumento nas últimas décadas e, sua aplicação na área ambiental apresenta tendência de crescimento.

Palavras-chave: Biossensores; Monitoramento Ambiental; Levantamento bibliométrico.

¹Aluna do curso de Mestrado. Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologias. Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Infraestrutura Urbana. jocimaracamargo@gmail.com

²Pós-Doutorando na Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologias. Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Infraestrutura Urbana. pesquisawyll@gmail.com

³Profª Drª. Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologias. Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Infraestrutura Urbana. regina.longo@puc-campinas.edu.br

⁴Profª Drª. Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologias. Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Infraestrutura Urbana. renatavalente@puc-campinas.edu.br

INTRODUÇÃO

As consequências da falta da preocupação com a sustentabilidade associadas à falta de planejamento no crescimento de grandes centros urbanos, já podem ser observadas e sentidas pela humanidade por meio das, por exemplo, mudanças climáticas e enfermidades (BÔLLA *et al.*, 2013). No entanto, essa urbanização ocasionou, adicionalmente, problemas relacionados ao meio ambiente, gerando poluição nas três categorias naturais principais: solo, ar e água (SILVA; MARTINS 2016). Neste contexto, o monitoramento dessas espécies contaminantes em matrizes ambientais é de suma importância. Dessa maneira, é essencial o desenvolvimento de metodologias para a determinação dos poluentes que sejam extremamente sensíveis e seletivas, de forma que os outros compostos presentes nessas matrizes complexas não interfiram, no sinal. Para isso, o desenvolvimento de dispositivos como biossensores se mostra viável e promissor que, além das vantagens descritas, ainda possibilitam monitoramento em tempo real, versatilidade com relação ao formato e tamanho, permitindo facilmente a aquisição de dados por meio de dispositivos miniaturizados (DEKUS, 2017; RIBOVSKI, 2015; SOUTO, 2016). Os biossensores podem ser definidos como uma subclasse dos sensores químicos, que apresentam como elemento de reconhecimento um composto biológico, tais como enzimas, anticorpos, DNA, RNA, células, que reconhece o analito de interesse gerando um sinal mensurável (BARROCAS *et al.*, 2008).

Barrocas *et al.*, 2008, para mostrar o aumento do uso dos biossensores em diversas áreas de estudo, realizaram um levantamento nas bases de dados *PubMed* e *Web of Science* utilizando o termo *biossensor*, como palavra-chave, obtendo resultados similares nas duas bases. Os autores constataram um aumento significativo no desenvolvimento destes dispositivos nas últimas décadas sendo que, entre 1997 a 2007, encontraram cerca de 12.000 artigos.

Sabendo-se que o monitoramento de espécies contaminantes em amostras ambientais é essencial, para garantir a qualidade dessas matrizes, e que os biossensores são capazes de serem aplicados nessas análises com baixo custo, o objetivo desse trabalho foi realizar um levantamento bibliométrico, sobre o desenvolvimento biossensores para

aplicações em diversas áreas e biossensores desenvolvidos especificamente para monitoramento ambiental, na base de dados *Web of Science*, no período dos últimos dez anos, e realizar uma breve comparação com os resultados obtidos por Barrocas *et al.*, 2008.

METODOLOGIA

Inicialmente, por meio do portal de periódicos CAPES, foi selecionada a base de dados *Web of Science*, utilizando como palavras-chave: *biossensor* ou *environmental biossensor*. Foi determinado o intervalo de anos entre 2008 e 2018. Ainda, dos trabalhos inicialmente exibidos, foi dado ênfase aos trabalhos classificados como artigos. O levantamento bibliométrico foi realizado no dia 13 de abril de 2019 e o tratamento de dados foi feito com o auxílio da própria base de dados.

Estudo realizado para o termo *biossensor*

Os resultados inicialmente encontrados foram classificados, pela própria base de dados, entre nove diferentes áreas e um tópico mais geral denominado de “outras áreas”, com intenção de mostrar a diversidade do dispositivo qualitativamente. Em seguida, foram classificados os trabalhos do tipo artigo e relacionando com os anos de publicação. O resultado obtido, foi então comparado com os resultados obtidos por Barrocas *et al.*, 2008, na década anterior.

Estudo realizado para o termo *environmental biossensor*

Os trabalhos inicialmente encontrados foram relacionados aos países de origem, junto à uma busca mais aprofundada sobre os trabalhos realizado no Brasil. Após, usando os resultados encontrados, foram determinados os artigos que foram relacionados com o ano de publicação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Estudo realizado para o termo *biossensor*

A busca inicial exibiu 41.305 trabalhos que, conforme já descritos, foram distribuídos entres nove áreas de estudos e um tópico denominado de “outras áreas”. Entre as áreas em que foram distribuídos, a Química se encontrou com a maior quantidade, que pode ser atribuído ao princípio de funcionamento do biossensor. Ainda, ressalta-se a

versatilidade dos dispositivos. Em seguida, 34.429 trabalhos foram classificados como artigos e então, relacionados com seus respectivos anos de publicação como apresenta a Figura 1.

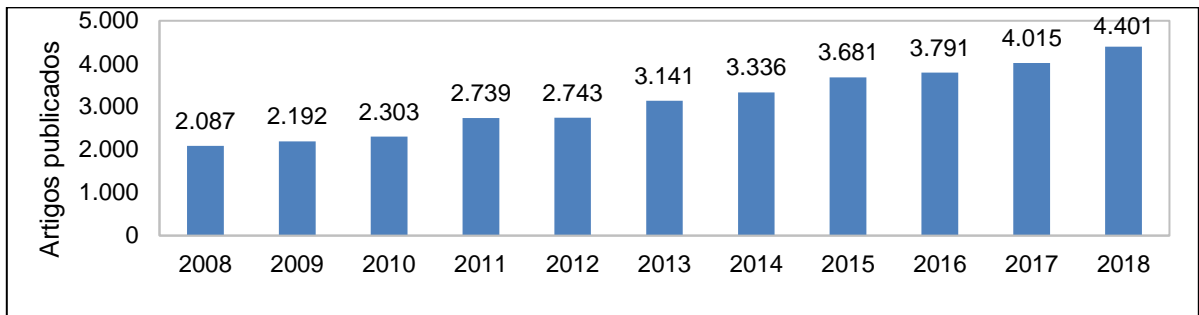


Figura 1. Artigos publicados envolvendo o desenvolvimento de biossensores por ano no período de 2008 a 2018.

Observando a Figura 1, verifica-se um crescimento gradativo no desenvolvimento dos biossensores. Segundo Barrocas *et al.*, 2008, na década anterior (1997 a 2007) foram publicados 12.000 artigos mostrando que, ocorreu um aumento significativo por pesquisas relacionadas a estes dispositivos.

Estudo realizado para o termo *environmental biosensor*

Foram obtidos 2.141 trabalhos relacionados ao termo mais especificamente relacionado à área ambiental, sendo que pesquisadores chineses foram os que publicaram a maior quantidade deles (32,415%), o que, provavelmente, pode estar relacionado com o país estar enfrentando sérios problemas ambientais (DANNI-OLIVEIRA, 2008). O Brasil, nessa distribuição, apresentou apenas 2,149% dos trabalhos encontrados, constatando-se um sutil aumento de trabalhos de 2008 a 2018, de dois para nove publicações. Da quantidade total, 1.638 trabalhos foram classificados como artigo e, então, relacionados com o ano de publicação. A relação é apresentada na Figura 2.

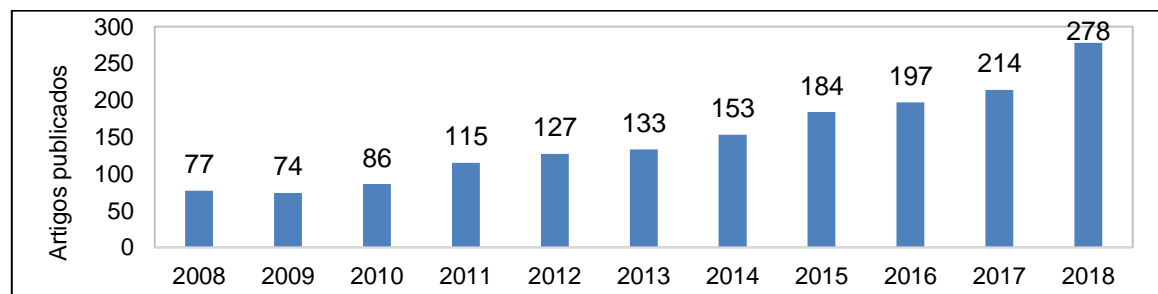


Figura 2. Artigos relacionados à biossensores aplicados à área ambiental publicados por anos no período de 2008 a 2018.

A Figura 2 mostra a tendência crescente no interesse de desenvolvimento de biossensores para aplicações ambientais, assim como nas outras áreas. Principalmente nesta área, de constante preocupação mundial, os dispositivos se mostram atrativos devido a possibilidade de poderem ser levados a campo e, desta forma, evita-se a etapa laboriosa de coleta de amostras e, na maioria das vezes, sem necessidade de pré-tratamento.

CONCLUSÕES OU CONSIDERAÇÕES FINAIS

O levantamento bibliométrico realizado sobre os biossensores, de modo geral, no período de dez anos (2008 a 2018), mostrou 34.429 artigos. Quando comparado com a quantidade de artigos encontrados por Barrocas *et. al.*, 2008, na década anterior (1997 a 2007), foi observado que um crescente interesse, por parte da comunidade científica, no desenvolvimento destes dispositivos. Especificamente para biossensores aplicados no monitoramento ambiental, foi observado uma tendência no aumento na construção destes aparatos, mesmo a nível mundial. No Brasil, foram poucos os trabalhos encontrados relacionados à área ambiental.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 (J.C.Silva).

REFERÊNCIAS

- BARROCAS, P. R. G. *et al.* **Cad. saúde colet.** Rio de Janeiro, v. 16 n. 4, 677 - 700, 2008.
- BÔLLA, K. D. S. *et al.* **INTERthesis.** Florianópolis, v. 10, n. 2, p. 310-333, 2013.
- DANNI-OLIVEIRA, I. M.. **Raega - o espaço geográfico em análise**, n. 1, v. 15, 2008.
- DERKUS, B. **Biosens. Bioelectron.** v. 79, p. 901–913, 2016.
- RIBOVSKI, L. **Biossensores eletroquímicos para fins ambientais e medicinais.** 2015. 110 p. Dissertação (Mestrando em programa de pós-graduação em física aplicada biomolecular) – Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2015.
- SILVA, P.F.; MARTINS, D.R. **Rebames** v. 1, n.2, p. 56-62, 2016
- SOUTO, L. A. S. **Desenvolvimento de biossensores amperométricos á base de acetilcolinesterase para detecção de microcistinas.** 2016. 76 f. Dissertação (Mestrando em programa de pós-graduação em Química) –Universidade Federal do Maranhão, São Luis, 2016.