



## XII SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE

### **PROCESSOS DE REMOÇÃO DE CIANOBACTÉRIAS: UMA ANÁLISE CIENCIOMÉTRICA**

*Flávia Morgana Monteiro<sup>1</sup>; Vanessa Virgínia Barbosa<sup>2</sup>; Silvia Yasmin Lustosa Costa<sup>3</sup>; Janiele França de Vasconcelos<sup>4</sup>; José Etham de Lucena Barbos<sup>5</sup>*

**RESUMO** – A Cienciometria é o estudo dos aspectos quantitativos da ciência, e busca investigar tendências e vieses na literatura científica de determinado tema. Por meio da Cienciometria é possível saber a tendência de pesquisa, sendo este fato importante para a sociedade acadêmica. Sendo assim, objetivou-se neste trabalho fazer uma análise cienciométrica da produção científica na área de Ecologia, com foco em métodos de biorremediação de cianobactérias em reservatórios. O banco de dados utilizado foi o “SciVerseScopus”. Foi realizada uma busca de todos os trabalhos que possuía no título as palavras bioremediation, cyanobacteria, reservoir. Os trabalhos foram analisados a partir de 1999, primeiro ano em que o tema foi abordado, até 2014. As seguintes informações foram levantadas: a)O ano de publicação, b)Tipo de trabalho, c)Nome do periódico em que o trabalho foi publicado, d)Área de concentração, e)País de publicação, e f)Autores das publicações. De uma forma geral os trabalhos analisados acompanham as tendências mundiais de propostas para amenização das florações de cianobactérias e suas toxinas, propiciando uma melhoria na qualidade de água dos reservatórios.

**ABSTRACT**– The Scientometrics is the study of the quantitative aspects of science, and investigates trends and biases in the scientific literature of particular topic. Through Scientometrics is possible to know the trend of research, and this important fact to the academic society. Thus, this work aimed to make a scientometric analysis of scientific production in the field of ecology, focusing on methods for bioremediation of cyanobacteria in reservoirs. The database used was the "SciVerseScopus". A search for all the jobs he held in the bioremediation title words, cyanobacteria, reservoir was performed. The works were analyzed from 1999, the first year of registration for the term up to 2014 The following information was used: a.) Year of publication, b) Type of work, c) the name of the journal in which the work was published, d) Area of concentration, e) country of

---

1) Universidade Estadual da Paraíba – UEPB; (83) 9182-5629; morgana.monteiro@yahoo.com.br.

2)Universidade Estadual da Paraíba– UEPB; (83)81194371; vanessa\_bio18@hotmail.com

3) Universidade Estadual da Paraíba – UEPB; (83) 8849-1022; silviayasminlucosta@gmail.com

4) Universidade Estadual de Maringá – UEM; (83) 8825-9039; janiele.biologa@gmail.com

5) Universidade Estadual da Paraíba – UEPB; (83) 9960 -6852; ethambarbosa@hotmail.com

publication, f) Authors of publications. In general the studies analyzed follow global trends of proposals for mitigation of cyanobacteria and their toxins, providing a better quality of water in the reservoirs.

**Palavras-Chave** – biorremediação, algas azuis, cenciometria.

## 1 – INTRODUÇÃO

Os registros de florações de cianobactérias em reservatórios destinados ao consumo humano vêm aumentando nos últimos 15 a 20 anos, associadas às condições ambientais, de aumento da poluição nas bacias hidrográficas e enriquecimento dos corpos aquáticos com compostos diversos de fósforo e de nitrogênio. São ambientes favoráveis corpos aquáticos com escassa turbulência e longos tempos de detenção hidráulica, temperaturas elevadas, longos períodos de incidência luminosa, pH neutro-alcálico e abundância de macronutrientes (em particular fósforo e nitrogênio).

Metabólitos secundários, produtos do metabolismo celular das cianobactérias, podem causar odor e gosto desagradáveis na água do manancial, e, ainda, potentes toxinas para a biota em geral, incluído o homem. Compostos como MIB (2 – metilisoborneol) e geosmina, são os principais responsáveis pelo gosto e odor desagradáveis na água potável [Marchetto *et al.* (2005)]. Entre os diferentes gêneros que podem produzir odores de terra ou de mofo estão *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Lyngbya*, *Oscillatoria*, *Phormidium*, *Schizothrix* [Falconer *et al.* (1999)]. Embora aparentemente essas duas substâncias não apresentem toxicidade, são percebidos pelos consumidores em níveis muito baixos (concentrações inferiores a 5 ng.L<sup>-1</sup>). O que as torna um problema sério para as Estações de Tratamento de Água (ETAs) [Newcombe *et al.* (2002); Marchetto *et al.* (2005)].

Um grave problema de saúde causado pela proliferação luxuriante de cianobactérias nos mananciais é a produção de toxinas. As toxinas das cianobactérias (ou cianotoxinas) conhecidas são reunidas em três grupos, de acordo com seus alvos de ação: neurotoxinas (anatoxina-a, anatoxina-a (s), saxitoxina e neo-saxitoxina), as hepatoxinas (microcistinas, cilindrospermopsinas) e as dermatoxinas, que afetam pele. Destacam-se as neurotoxinas e as hepatoxinas, por exercerem efeitos deletérios sobre a biota, quando presentes no manancial, e ao longo das cadeias e teias alimentares causam alterações genéticas, intoxicações agudas e crônicas que afetam os peixes, seja o sistema nervoso ou diferentes órgãos, com destaque para o fígado, o coração e os rins, podendo provocar tumores, cânceres e morte [Falconer (2005); Calijuri (2006); Froscio *et al.* (2008)].

O conhecimento desse problema tem conduzido à necessidade de otimização das técnicas de tratamento que favoreçam uma elevada remoção de cianobactérias e cianotoxinas na água. Portanto, pesquisas que visam à remoção de células de *Microcystis aeruginosa* e microcistinas por tratamento

convencional seguido de coluna de carvão ativado granular sob condições climáticas regionais e com águas de reservatórios eutrofizados representam contribuição relevante para o saneamento nacional.

A Cienciometria é o estudo dos aspectos quantitativos da ciência, e busca investigar tendências e vieses na literatura científica de determinado tema. Trata-se de um segmento da sociologia da ciência, sendo aplicada ao desenvolvimento de políticas científicas e envolve estudos quantitativos das atividades científicas, proporcionando uma visão sintética sobre a atividade científica [Verbeek *et al.* (2002)]. De fato, estudos cienciométricos têm sido utilizados para avaliar a importância de um assunto, autor ou artigo, além de enfatizar as direções futuras e as contribuições de uma disciplina, cientista ou grupo de pesquisa, instituição ou país sobre os avanços científicos e tecnológicos [Nabout *et al.* (2012)].

## **2 – OBJETIVO**

Neste contexto, o objetivo deste trabalho é realizar uma análise quantitativa temporal, utilizando a técnica cienciométrica, da produção científica na área de Ecologia, com foco em métodos de biorremediação de cianobactérias em reservatórios.

## **3 – MATERIAIS E MÉTODOS**

O levantamento da literatura publicada foi realizado utilizando o banco de dados SciVerseScopus”(<<http://www.scopus.com/scopus/home.url>>. Acesso em 29 de Junho de 2014). Esta base de dados foi utilizada, pois segundo vários autores, entre eles Crouzeilles *et al.* (2010), possui maior número de periódicos indexado quando comparado a outras bases de dados.

A fim de identificar a produção científica relacionada com processos de biorremediação de cianobactérias, foi realizada uma busca de todos os trabalhos que possuía no título as palavras *bioremediation*, *cyanobacteria*, *reservoir*.

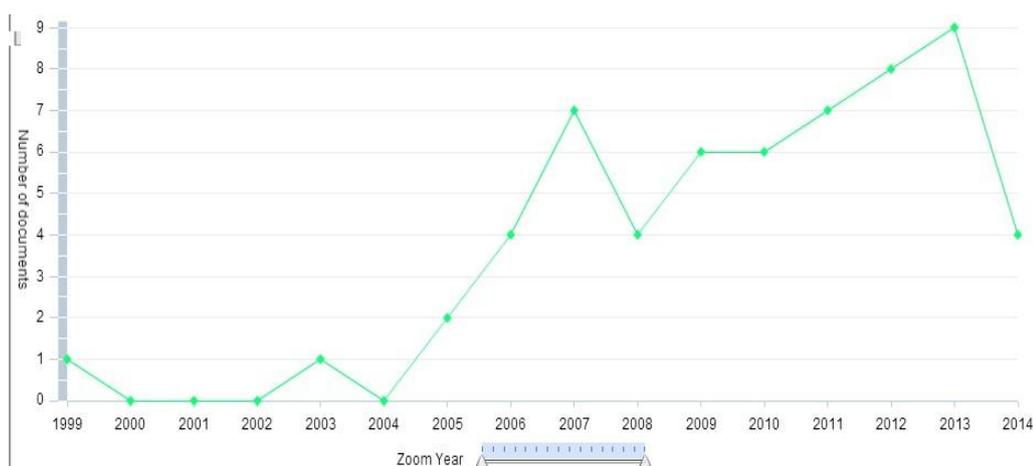
Os trabalhos foram analisados a partir de 1999, primeiro ano de registro para o termo, até 2014. As seguintes informações foram obtidas para cada artigo: a) Ano de publicação, b) Tipo de trabalho, c) Nome do periódico em que o trabalho foi publicado, d) Área de concentração, f) País de publicação e g) Autores das publicações.

## **4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO**

De acordo com a avaliação, 59 artigos relacionados com processos de biorremediação de cianobactérias em reservatórios foram publicados no período entre 1999 à 2014.

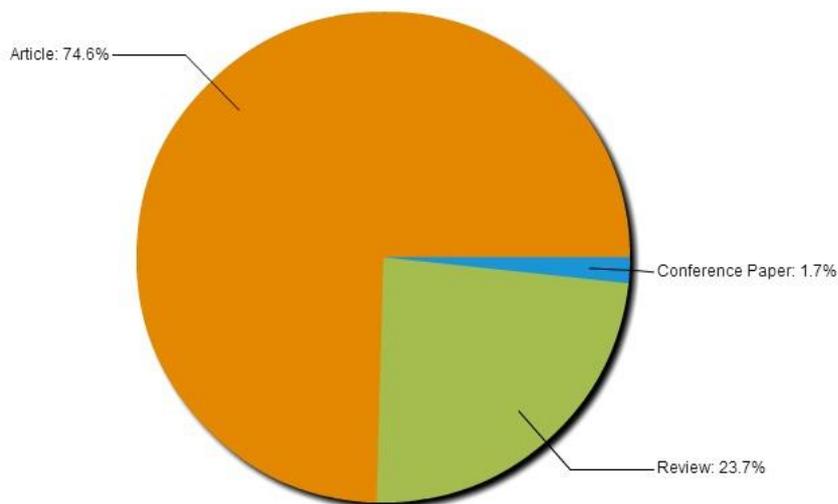
Foi observado que o maior número de artigos foi publicado em 2013, com 9 obras publicadas; por outro lado, entre 2000 e 2002 não houve publicações de trabalhos sobre tal tema. As publicações relacionadas ao tema pesquisado mostrou uma tendência crescente no número de artigos publicados. O aumento de publicações nesse tema é resultado provável do aumento e / ou a criação de grupos de pesquisa nesta área (Gráfico 1).

**Gráfico 1.** Gráfico representando numero de artigos publicados por ano durante o período de 1999 à 2014.



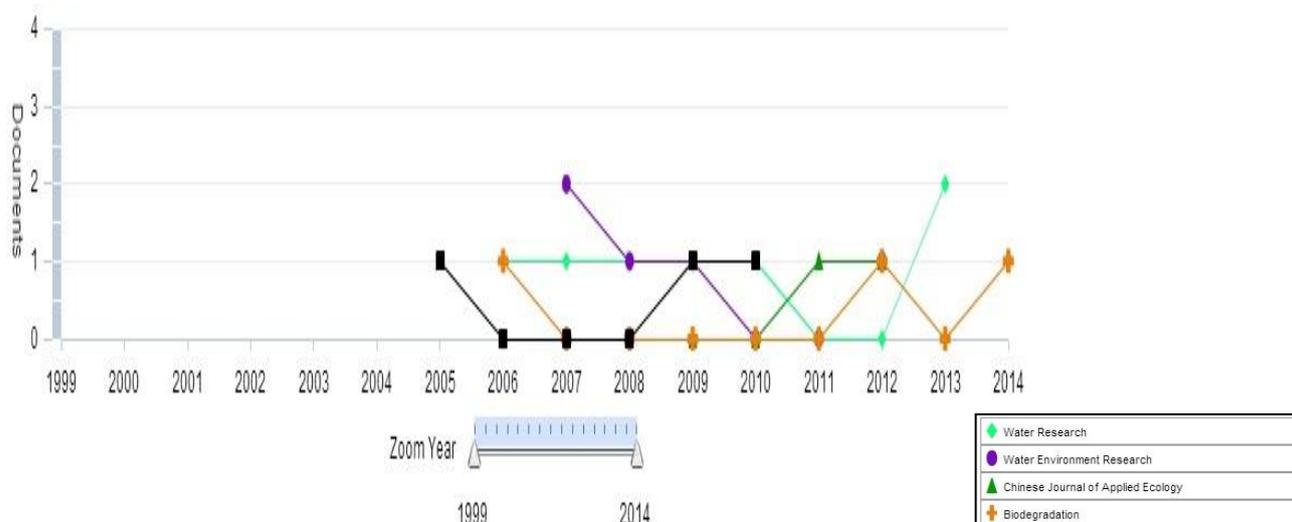
A maioria dos trabalhos foi apresentado em forma de artigo (74,6 %). Os outros tipos de documentos encontrados foram “revisão” (23,7% do total de artigos), “Paper” (1,7% do total de artigos). O formato das publicações de artigos científicos são fortemente encorajados entre os pesquisadores, podendo este resultado estar relacionado com uma maior facilidade de publicar, bem como com a clareza na informação divulgada sobre o tema. Constatou-se ainda que todos os formatos de publicação foram na língua Inglesa (Gráfico 2).

**Gráfico 2:** Gráfico representando tipos de documentos publicados sobre processos de biorremediação de cianobactérias de 1999 à 2014.



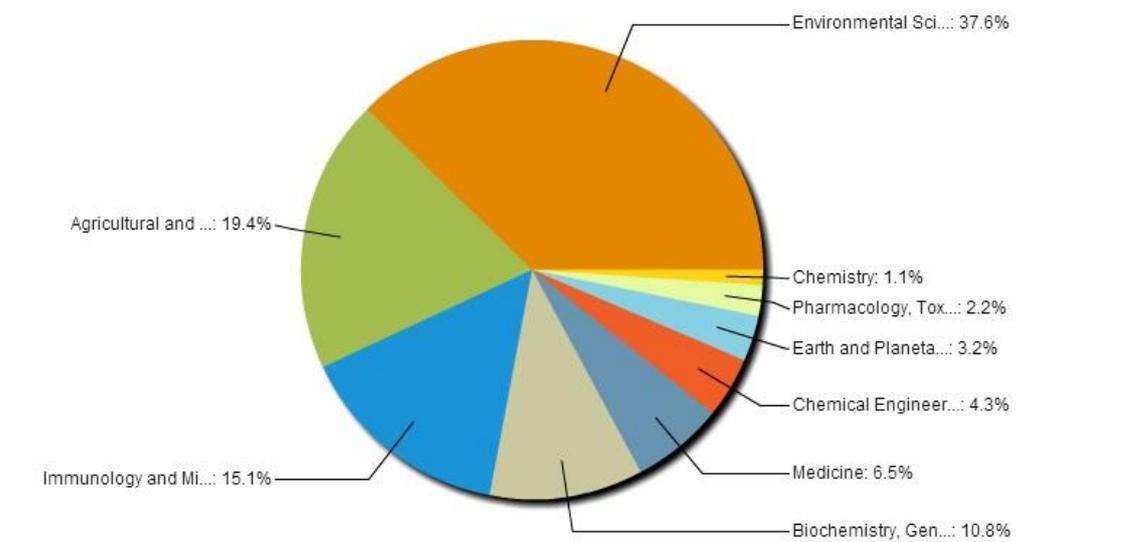
Os artigos analisados foram publicados em 4 periódicos diferentes: Water Research, Water Environment Research, Chinese Journal of Applied Ecology e Biodegradation (Gráfico 3).

**Gráfico 3.** Revistas de publicação sobre processos de biorremediação de cianobactérias.



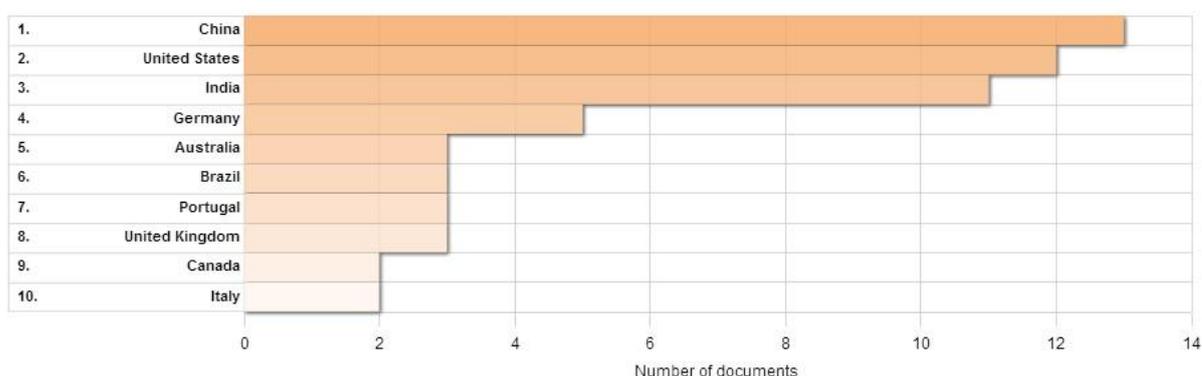
A maioria dos trabalhos está dentro da área de concentração “Ciências Ambientais”, antecedendo a área de concentração “Agricultura”. Logo em seguida encontram-se as áreas de concentração “Imunologia e Microbiologia” e “Bioquímica”. Outras áreas de concentração foram encontradas, tais como: Medicina, Engenharia Química, Farmacologia e Química (Gráfico 4).

**Gráfico 4:** Áreas de publicação sobre processo de remoção de cianobactérias em reservatórios.



Os trabalhos foram publicados em 10 países diferentes. A China foi responsável pela produção de 13 do total de trabalhos, ou seja, maior produção observada. Seguidos pelos Estados Unidos (n= 12) e pela Índia (n= 11). O Brasil apresentou apenas três trabalhos publicados até o momento (Gráfico 4).

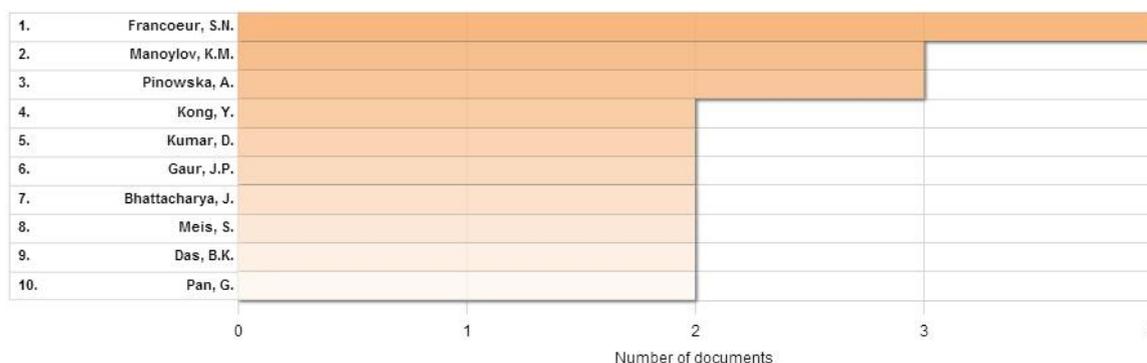
**Gráfico 5.** Países que mais publicaram trabalhos com o tema processos de biorremediação de cianobactérias em reservatórios.



O maior número de publicações por parte da China, seguida pelos Estados Unidos é reflexo do investimento em infraestrutura e financiamento de pesquisas, não apenas por instituições públicas, mas também por empresas privadas e organizações não-governamentais.

Os autores que mais publicaram foram: Francoeur com 4 trabalhos publicados até o momento, seguido por Manoylov e Pinowska com três publicações cada (Gráfico 5).

**Gráfico 6:** Autores que mais publicaram sobre processos de biorremediação de cianobactérias em reservatórios.



Vale ressaltar que poucos são os trabalhos que buscam contribuir para amenização do bloom de cianobactérias. No Brasil, estudos sobre esse tema é escasso, pois, poucos são os trabalhos que buscam estabelecer relações entre tecnologias de excisão e a ecologia de organismos vegetais em seu ambiente natural. Em relação à bloom de cianobactérias, vários estudos têm sido realizados até agora em taxonomia, ecologia e manejo, mas poucos deles exploram qual a maneira para evitar que existam estes processos de florações nos reservatórios, evitando assim as produções de toxinas das cianobactérias.

## 5 – CONCLUSÃO

O presente trabalho demonstrou, por meio de técnicas cientiométricas, uma análise da produção científica sobre processos de remoção de cianobactérias, e está claro que a produção científica sobre esse tema tem aumentado no mundo inteiro, e que diversos países em desenvolvimento tem se preocupado com fontes eficazes nesse processo. Como sugestões para futuros estudos sobre a remoção de cianobactérias, recomendamos que para o Brasil seja explorado novas tecnologias, a fim de diversificar os estudos. Essa diversificação deve promover desenvolvimento econômico em diversas regiões do Brasil, reduzindo as assimetrias científicas e sócio-econômicas.

## 6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CALIJURI, M. C.; ALVES, M. S. A.; SANTOS, A. C. A. (2006). “*Cianobactérias e cianotoxinas em águas continentais*”. São Carlos: Rima, 25 – 46p.

FALCONER, I R. *et al.* (1999) “*Safe levels and safe practices*”. In: Chorus I, Bartram J, editors. “*Toxic Cyanobacteria in Water*”. London: E and FN Spon.

FALCONER, I. R.; HAMPAGE, A. R. (2005) “*Health Risk Assessment of Cyanobacterial (Blue-green Algal) Toxins in Drinking Water*”. Int. J. Environ. Res. Public Health, v. 2 (1), 43 – 50p.

FROSCIO, S. M.; HUMPAGE, A. R.; WICKRAMASINGHE, W.; SHAW, G.; FALCONER, I. R. (2008). “*Interaction of the cyanobacterial toxin cylindrospermopsin with the eukaryotic protein synthesis system*”. Toxicon, v. 51, p. 191 – 198.

MARCHETTO, M.; FERREIRA-FILHO, S. S. (2005). “*Interferência do processo de coagulação na remoção de compostos orgânicos causadores de gosto e odor em águas de abastecimento mediante aplicação de carvão ativado em pó*”. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 10, n. 3.

NABOUT, J.C.; CARVALHO, P.; UEHARA-PRADO M.; BORGES, P.P.; MACHADO, K.B.; HADDAD, K.B.; MICHELAN T.S.; CUNHA, H.F.; SOARES, T.N. (2012). “*Trends and biases in global climate change literature*”. Natureza & Conservação, v. 10, n.1, 45-51p.

NEWCOMBE, G; MORRISON, J; HEPPLWHITE, C. (2002). “*Simultaneous adsorption of MIB and NOM onto activated carbon. I. Characterisation of the system and NOM adsorption*”. Carbon, v. 40, p. 2135–2146.

VERBEEK, A.; DEBACKERE, K.; LUWEL, M. (2002). “*Measuring the progress and evolution in science and technology - i: the multiple uses of bibliometric indicators*”. International Journal of Management Reviews, v.4, n.2, p.179-211.