

**BIOPROSPECÇÃO DE *Pistia stratiotes* L. (ARACEAE): PROJEÇÃO E APROVEITAMENTO DO POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO**

**BIOPROSPECTION OF *Pistia stratiotes* L. (ARACEAE): PROJECTION AND USE OF BIOTECHNOLOGICAL POTENTIAL**

Renata Brito dos Reis<sup>1</sup>, Joseane Spindola Araujo<sup>2</sup>, Fátima de Cássia Evangelista de Oliveira<sup>3</sup>, Maria Claudia dos Santos Luciano<sup>4</sup>, Maria Francilene Souza Silva<sup>5</sup>, Ivanilza Moreira de Andrade<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Graduada em Ciências Biológicas - Universidade Federal do Piauí

Campus Universitário Ministro Petrônio Portella - Bairro Ininga - CEP: 64049-550  
Teresina/PI - Brasil

[renata\\_britoreis@hotmail.com](mailto:renata_britoreis@hotmail.com)

<sup>2</sup>Graduada em Ciências Biológicas - Universidade Federal do Piauí/Campus Ministro Reis Velloso-UFPI/CMRV – Parnaíba/PI – Brasil

[joseanespindola@hotmail.com](mailto:joseanespindola@hotmail.com)

<sup>3</sup>Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia (RENORBIO-UFC) - Universidade Federal do Ceará – UFC – Fortaleza/CE

[cassiadefatima3006@hotmail.com](mailto:cassiadefatima3006@hotmail.com)

<sup>4</sup>Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia (RENORBIO-UFC) - Universidade Federal do Ceará – UFC – Fortaleza/CE

[claudia\\_santos\\_luciano@hotmail.com](mailto:claudia_santos_luciano@hotmail.com)

<sup>5</sup>Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia (RENORBIO-UFC) - Universidade Federal do Ceará – UFC – Fortaleza/CE

[lenolysilva@hotmail.com](mailto:lenolysilva@hotmail.com)

<sup>6</sup>Programa de Pós-graduação em Biotecnologia, Programa de Pós-graduação em Biotecnologia, Universidade Federal do Piauí Campus Ministro Reis Velloso

[ivanilzaandrade@hotmail.com](mailto:ivanilzaandrade@hotmail.com)

**Resumo**

*Pistia stratiotes* trata-se de uma macrófita aquática flutuante que se desenvolve livremente no espelho d'água, e conhecida como alface-d'água, erva-de-santa-luzia, repolho-d'água e golfo. Objetivou-se com este trabalho avaliar como a espécie *P. stratiotes* está sendo utilizada no desenvolvimento científico e tecnológico, através do perfil quantitativo das publicações e depósito de patentes com o gênero *Pistia* e a espécie *P. stratiotes*. A prospecção foi realizada com base em periódicos depositados no Web of Science e base de dados de patentes, European Patent Office (ESPACENET), World Intellectual Property Organization (WIPO), United States Patent and Trademark Office (USPTO) e do Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) do Brasil. Os resultados demonstram que o EUA foi o país que mais publicou pesquisas com a espécie, o Brasil ficou em terceiro lugar no número de trabalhos publicados, atrás de países como EUA e Índia. Os dados levantados por patentes resultaram num total de 116 documentos para o termo *Pistia* e 70

documentos para o termo *Pistia stratiotes*, considerando a somatória de todos os documentos encontrados em todas as bases de dados buscadas.

**Palavras-chave:** patentes, *Pistia*, prospecção tecnológica.

## Abstract

*Pistia stratiotes* is a floating aquatic macrophytes that develops freely on the water surface and is also known in Brazil as *alface-d'água*, *erva-de-santa-luzia*, *repolho-d'água e golfo*. The aim of this study was to evaluate how this species is currently used in scientific and technological development through of a quantitative profile profiling of publications and patent deposits of the genus *Pistia* and its single species *P. stratiotes*. The survey was based on papers a search of periodicals included in on the Web of Science databases, and four patents databases: The European Patent Office (ESPACENET), the World Intellectual Property Organization (WIPO), the United States Patent and Trademark Office (USPTO) and the National Institute of Industrial Property (INPI) of Brazil. The results demonstrate that the United States USA was is the country that published more most research with on the specie, with Brazil ranked third in the number of published papers, behind countries like the USA and India. The data collected surveyed by patents resulted have a totaled of 116 documents with the term *Pistia* term and 70 documents with the term *Pistia stratiotes* term, considering the total of all the documents found on during the search of all the databases search.

**Key-words:** patents, *Pistia*, technological prospection.

## 1. Introdução

As macrófitas aquáticas são plantas tidas como as mais adequadas no tratamento de águas residuais, em áreas alagadas construídas ou naturais, por produzir grande quantidade de biomassa devido ao seu rápido crescimento, e por possuir maior capacidade de absorção de poluentes (ALI; KHAN; SAJAD, 2013; FAVAS et al., 2014).

*Pistia stratiotes* L. (Fig. 1) está entre as macrófitas aquáticas biorremediadoras e que apresenta maior histórico de problemas com crescimento excessivo no Brasil (POMPÊO, 2017). Conhecida popularmente por *erva-de-santa-luzia*, *repolho-d'água*, *alface-d'água e golfo*, trata-se de uma macrófita flutuante, pertencente à família Araceae e a única espécie do gênero *Pistia* (HENRY; SILVA 2001).

*P. stratiotes* é uma espécie polinizada por besouros, geralmente encontrada em águas paradas e em locais que recebem muita radiação solar e muita matéria orgânica. Sua reprodução é vegetativa através de estolões, essa espécie pode cobrir rapidamente grandes superfícies de águas calmas. Na região amazônica é muito consumida pelo peixe-boi-amazônico e devido suas raízes serem muito ramificadas, essas servem de habitat para um grande número de animais, bastante usada também como planta ornamental em pequenos lagos (POMPÊO, 2017).

*P. stratiotes* é uma planta de fácil propagação, acelerado desenvolvimento em condições de temperatura entre 17°C a 30°C e água com pH entre 6,0 e 7,5. Entretanto, esse crescimento excessivo pode afetar o uso múltiplo da água, como irrigação, abastecimento, recreação, geração de energia, além de contribuir para a eutrofização dos corpos d'água (ESTEVES, 2011).

Figura 1. *Pistia stratiotes* L. em ambiente natural.



Fonte: SILVA, MFS (2016).

Estudos revelam que *P. stratiotes* desempenha vários papéis importantes para o homem: fitorremediadora no tratamento de efluentes urbanos, rurais ou domésticos, purificando a água poluída por nutrientes, fertilizante para recuperação de solo degradado, em virtude da grande quantidade de biomassa produzida e devido a fácil propagação (HENRY- SILVA; CAMARGO, 2006; SHAH et al., 2014; ROBLES-PLIEGO et al., 2015; VICTOR et al. 2016). Na medicina tradicional é utilizada no tratamento de úlceras, queimaduras, inflamações, asma, disenteria, e colírio para os olhos (AMARANTE et al., 2010). Diante de seu grande potencial ecológico e econômico, o presente trabalho constitui-se de uma prospecção tecnológica objetivando verificar o perfil quantitativo das publicações e depósito de patentes com o gênero *Pistia* e a espécie *P. stratiotes* e verificar como a espécie está sendo utilizada atualmente para o desenvolvimento científico e tecnológico.

## 2 Metodologia

A prospecção foi realizada com base nos trabalhos encontrados em periódicos depositados na base de dados *Web of Science* e nas patentes encontradas na base de patentes, *European Patent*

Office (ESPACENET), World Intellectual Property Organization (WIPO), United States Patent and Trademark Office (USPTO) e do Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) do Brasil.

As palavras-chave utilizadas foram o nome científico do gênero (*Pistia*) e da espécie (*Pistia stratiotes*). Utilizaram-se os campos de pesquisa “título” e/ou “resumo”. As buscas com essas palavras analisaram a progressão dos estudos e depósito de patentes por país, por área de depósito, por classificação internacional, além de progressão dos estudos nos últimos dezesseis anos. Posteriormente, foram quantificados os principais campos de “classificação internacional de patentes” (CIP), identificando códigos referentes às principais finalidades do uso do gênero e da espécie. A pesquisa foi realizada em outubro de 2018 para todas as bases trabalhadas.

O termo *Pistia* foi relacionado com algumas áreas de interesse, utilizando-se do operador booleano “AND”: *biotechnology*, *pharmacology* e *treatment*. Foram considerados válidos os documentos que apresentaram esses termos no título e/ou resumo. As patentes foram analisadas pelo resumo e, quando necessário, lendo a íntegra da patente. Algumas patentes não puderam ser analisadas devido às poucas informações do resumo, ou devido à íntegra da patente não ter sido encontrada, ou ainda, porque a íntegra só foi encontrada na língua pátria de seu depositante, não sendo esta língua o inglês.

### 3 Resultados e Discussão

A base de dados para periódicos adotada nesta pesquisa foi a *Web of Science*. Foram registrados 660 artigos com o termo *Pistia*, e quando refinado para a espécie, *Pistia stratiotes*, o número de trabalhos corresponderam a 593 trabalhos. Os dados levantados por patentes resultaram num total de 178 documentos para o termo *Pistia* e 114 documentos para o termo *Pistia stratiotes*, considerando a somatória dos documentos encontrados nas bases de dados WIPO, ESPACENET e USPTO (AppFT) (Tab. 1).

Ao relacionar o número de resultados obtidos nas bases de patentes com os números de trabalhos publicados, o percentual apresentado foi aproximadamente 37,07% de depósitos para o termo de busca *Pistia* e 19,22% para o termo *Pistia stratiotes*. A base de dados Americana (USPTO) mostrou que há uma forte relação entre o número de depósitos de patentes (AppFT) e o número de patentes concedidas (PatFT), apresentando um percentual de 71,42% de patentes concedidas para o termo *Pistia* e 59,09% para o termo *Pistia stratiotes*.

Tabela 1. Busca de publicações e patentes por gênero e espécie da planta estudada na base de dados.

Palavra-chave	Web of Science	WIPO	ESPACENE T	USPTO	
				AppFT	PatFT
<i>Pistia</i>	660	58	46	77	55
<i>Pistia stratiotes</i>	593	31	39	44	26

Fonte: Autoria própria (2018).

Embora a literatura reporte várias possibilidades de aplicação industrial de *Pistia stratiotes*, e embora a espécie seja amplamente distribuída em quase todo o território nacional, no banco de patentes brasileiro (INPI) não há nenhum registro quando se utiliza os termos “*Pistia*” e “*Pistia stratiotes*”.

*Pistia stratiotes* está entre as macrófitas aquáticas amplamente distribuída em todo o mundo, capaz de remover vários metais pesados da água, como o Arsênio (As), enfatizando os mecanismos de tolerância a esse metaloide, observaram que o acúmulo de aminoácidos em uma concentração de 15  $\mu$ M seja provavelmente uma defesa estratégia dessa espécie, já que o aumento na produção de oxigênio reativo intermediários (ROIs) altera o metabolismo normal das plantas e pode causar danos às membranas celulares, inibição de fotossíntese, crescimento e morte celular (FARNESE et al., 2014).

No banco de dados WIPO foram encontrados 58 registros para o termo *Pistia* contra 46 registros na base de dados ESPACENET e 77 na base de dados Americana (USPTO) (Tab. 1). Para a espécie os valores encontrados foram 31, 39 e 44, respectivamente, para as bases de dados sequencialmente descritas anteriormente. Observa-se que há maior número de depósitos na base de dados Americana.

A maioria das patentes observadas utilizaram *P. stratiotes* como organismo biológico para diferentes tipos de estudos, mas não se referiram a nenhuma invenção tecnológica para esta espécie. Há registro de depósito de 2005, relacionando o gênero na medicina tradicional chinesa para a administração a pacientes humanos com câncer. Em 2009, houve depósitos de pedidos relacionados ao uso de *Pistia* para a produção de etanol, levando em consideração o processo de metabolismo anaeróbico da planta. Vale ressaltar que a maioria das patentes encontradas utilizando a palavra-chave “*Pistia stratiotes*” também consta dentro dos registros, quando utilizado a palavra-chave “*Pistia*”.

*Pistia stratiotes* é utilizada na medicina popular como anti-séptico e antituberculose. O extrato é usado como um anódino para lavagem dos olhos e para aliviar as dores de ouvido. Suas cinzas são aplicadas no couro cabeludo para tratamento e cura de micose; já extrato da folha é usado em eczemas, lepras, úlceras e sífilis, como também o cozimento das folhas com óleo de coco é aplicado à pele para o tratamento da dermatite crônica (KIRTIKAR; BASU, 2001). A mistura das folhas é utilizada para aliviar distúrbios nervosos, febre e infecções bacterianas



intestinais e no tratamento da perturbação do estômago, garganta e inflamação da boca (MUKHTAR e TUKUR, 2000).

Considerando as palavras-chaves e suas associações, foi realizada a análise do número de pedidos de patentes depositados por base de dados em correspondência com os termos aplicados. A busca utilizando o termo *Pistia* and biotechnology não revelou nenhum resultado na base de ESPACENET. Associado com o termo pharmacology o resultado foi de apenas um e para treatment a pesquisa resultou em sete registros.

A Classificação Internacional de Patentes (CIP) enquadra as patentes em classificações de acordo com suas aplicações. Sua estrutura de classificação segue uma ordem hierárquica dividida em oito seções, 21 subseções, 120 classes, 628 subclasses e 69.000 grupos (SERAFINI et al., 2012). A maioria das patentes encontradas na ESPACENET, está relacionada a preparativos para área médica, odontológica, ou para fins sanitários (dispositivos ou métodos especialmente adaptados) para trazer produtos farmacêuticos em determinadas formas físicas ou gestores (A23K e A61K) (Tabela 2). Esses dados estão de acordo com alguns dos trabalhos previamente citados.

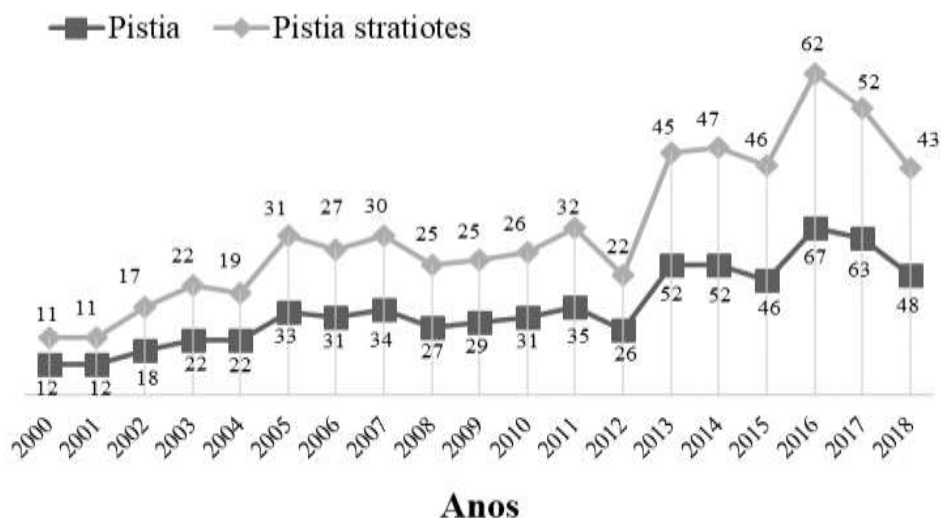
Tabela 2. Perfil das patentes na base de patentes ESPACENET com o termo *Pistia*.

<b>Código CIP</b>	<b>Descrição</b>	<b>Número de depósitos</b>
A23K	Preparações para finalidades médicas, odontológicas ou higiênicas	7
A61K	Atividade terapêutica específica de compostos químicos ou preparações medicinais	10
A61P	Produtos alimentícios especialmente adaptados para animais; métodos especialmente adaptados para a produção dos mesmos	5
C02F	Tratamento de água, de águas residuais, de esgotos ou de lamas e lodos	6

Fonte: Autoria própria (2018).

As publicações com o gênero e a espécie estudados, no período de 2000 a 2018, demonstrou crescimento considerável do número de publicações de artigos científicos nos últimos quatro anos, indicando uma tendência crescente do número de estudos com o gênero/espécie, tendo o ano de 2016 alcançado até o presente momento 67 publicações (Fig. 2), provavelmente devido a grande necessidade de gerar alternativas sustentáveis e de baixo custo, sendo as macrófitas aquáticas flutuantes comumente associadas ao sistema de tratamento de efluentes, especialmente relacionado a metais pesados e materiais tóxicos (GUILIZZONI, 1991).

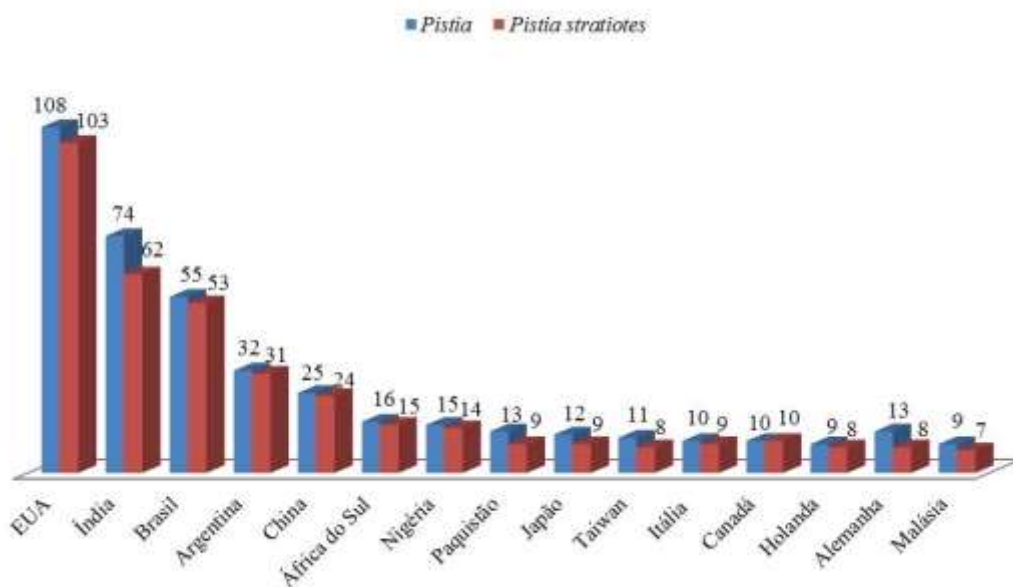
Figura 2. Número de publicações com o gênero *Pistia* e com a espécie *P. stratiotes* no período de 2000 a 2018 na base de dados *Web of Science*.



Fonte: Autoria Própria (2018)

Os EUA foi o país que mais publicou pesquisas com a espécie, como pode ser observado na Figura 3. O Brasil, embora o gênero seja nativo e amplamente distribuído em todo território nacional (COELHO et al., 2015), ficou em terceiro lugar no número de trabalhos publicados, atrás de países como EUA e Índia. Países como Argentina e China completam a lista dos cinco países que mais publicam trabalhos sobre o gênero/espécie, considerando a base de periódicos do *Web of Science* (Fig. 3).

Figura 3. Número de publicações na base de dados *Web of Science* por país, para gênero e espécie.

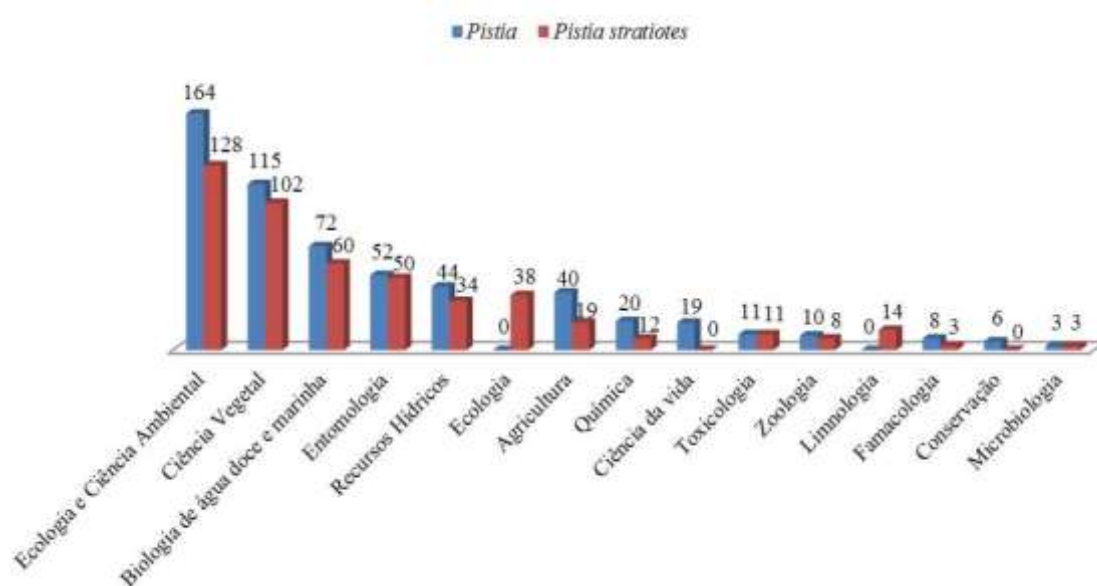


Fonte: Autoria Própria (2018)

Ao verificar as principais áreas nas quais foram publicados os artigos sobre *Pistia* na *Web of Science* constata-se grande número de trabalhos com fitorremediação, com 164 publicações, em que as principais aplicações se enquadram nas áreas de Ecologia e Ciência ambiental, seguida da área de Ciência Vegetal e Biologia de água doce e marinha, totalizando 115 e 72 trabalhos, respectivamente (Fig. 4). Quando observamos o número de trabalhos com a espécie *Pistia stratiotes* os números seguem a mesma distribuição, sendo as áreas supracitadas as detentoras do maior número de trabalhos também com a espécie, alcançando valores como 128, 102 e 60 trabalhos publicados, respectivamente.

Pode-se observar que a concentração da maioria dos trabalhos publicados é da área Ambiental, especificamente para uso associado à fitorremediação, indicando assim, que a espécie é bioindicadora de poluição. Essa classificação pode estar associada à característica da espécie, já que a mesma é uma alternativa eficaz na remoção parcial ou total de águas residuais e efluentes industriais que possam causar graves problemas ao meio ambiente, sendo inclusive objeto de Lei 12.305 do ano de 2010, da Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010).

Figura 4: Número de publicações com o gênero *Pistia* e a espécie *Pistia stratiotes* por área de aplicação segundo *Web of Science*.



Fonte: Autoria própria (2018)

A fitorremediação é bastante útil para o meio ambiente já que é possível fazer o uso de plantas específicas, que irão agir de acordo com os tipos de poluentes presentes no meio (COUTINHO; BARBOSA, 2007). A fitorremediação é uma técnica relativamente recente com intensivas pesquisas nos últimos anos da década de 1990. O tratamento utilizando a fitorremediação tem sido bem aceita pelo público, é adequado para aplicação em áreas muito grandes de campo



onde outros métodos de remediação não são tão rentáveis e/ou praticáveis (ALI; KHAN; SAJAD, 2013; CHEN et al., 2015).

Levando em consideração os fatores de translocação e bioacumulação constatou-se que a espécie *Pistia stratiotes* pode ser utilizada como agente de fitorremediação de elementos como manganês, cloro, estrôncio e bromo devido a quantidade acumulada desses elementos em seu tecido vegetal (DA SILVA PINTO et al., 2015).

Alguns dos trabalhos listados na Tabela 3 destacam as áreas de aplicação com a espécie estudada. Pode-se observar o grande destaque do uso da espécie para tratar os temas previamente discutidos, reafirmando a grande proporção que a poluição ambiental tem na atualidade. Das et al. (2014) descreveram o grande potencial de espécies de *Pistia* para a remediação do metal pesado Cádmio (Cd), onde a grande acumulação se concentra nas raízes do vegetal. Vale ressaltar que altas concentrações de metais pesados tem elevada toxicidade e pode causar inúmeros problemas em diversas escalas socio-ambientais (KABATA-PENDIAS; PENDIAS, 1984).

Tabela 3. Número de publicações com espécie *Pistia stratiotes* L., a partir da base *Web of Science*.

Aplicação	Nome periódico	Referência
<b>Ecologia e Ciência ambiental</b>	International Journal of Phytoremediation	Kumar; Singh; Chopra, 2018
	International Journal of Phytoremediation	Galal et al., 2018
	International Journal of Environmental Science and Technology	Karmakar; Mukherjee; Mukherjee, 2018
	Water Science and Technology	Ferreira et al., 2016
	International Journal of Phytoremediation	Victor et al., 2016
	Ecotoxicology and Environmental Safety	Singh et al., 2016
	Journal of Environmental Management	Hanks; Caruso, Joseph; Zhang, 2015
<b>Biologia de água doce e marinha</b>	Environmental Science and Pollution Research	Wu et al., 2015
	Aquatic Ecology	Florencia Gutierrez; Mayora, 2016
	Hydrobiologia	MacIsaac et al., 2016
	Clean-Soil Air Water	Robles-Pliego et al., 2015
	Limnetica	Sasa et al., 2015
<b>Química</b>	Hydrobiologia	Brundu, 2015
	International Journal of Hydrogen Energy	Mthethwa et al., 2018
	Oriental Journal of Chemistry	Sudirman et al., 2017
	Journal of the Indian Chemical Society	Ganaie et al., 2017
	Separation Science and Technology	Volf et al., 2015
	Natural Product Research	Singh et al., 2014
	Journal of the Chemical Society of Pakistan	Hussain, 2013
	Chemistry of Natural Compounds	Liu et al., 2008
<b>Recursos Hídricos</b>	Revista de Chimie	Jinescu; Stoica, 2005
	Water Science and Technology	Zou et al., 2018
	Water Air and Soil Pollution	Rodrigues et al., 2017
	Water Science and Technology	Ferreira et al., 2016
	Desalination and Water Treatment	Lim et al., 2016
	Water Air and Soil Pollution	Hernandez-Garcia et al., 2015
	Water Air and Soil Pollution	Sanchez-Galvan et al., 2015
<b>Toxicologia</b>	Clean-Soil Air Water	Robles-Pliego 2015
	Ecotoxicology and Environmental Safety	Singh et al. 2016
	Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology	Shah; Rai; Singh, 2015

	Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology Ecotoxicology and Environmental Safety Archives of Environmental Contamination and Toxicology	Das; Goswami; Talukdar, 2014 Sayantan; Shardendu, 2013 Mufarrege; Hadad; Maine, 2010
<b>Farmacologia</b>	Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences Pharmazie International Journal of Pharmacognosy	Bin Karim et al., 2015 Ayyad, 2002 Achola et al., 1997
<b>Microbiologia</b>	Journal of Applied Microbiology Symbiosis African Journal of Microbiology Research Microbiological Research	Corneli et al., 2017 You et al. 2016 Kanwal et al. 2011 Wei et al. 2011
<b>Ciência Vegetal</b>	Botanical journal of the Linnean society South African journal of botany  Planta Daninha  Weed Biology and Management	Flores-Borges et al., 2016 Hoveka et al., 2016  Cruz et al., 2015  Tamada et al., 2015
<b>Entomologia</b>	Journal of Aquatic Plant Management Biocontrol Science and Technology Biological Control Biocontrol Science and Technology African Entomology African entomology	Bhadha et al., 2015 Cabrera Walsh et al., 2016 Cabrera Walsh et al., 2014 Moran; Goolsby, 2014 Cabrera Walsh et al., 2014 Moore et al., 2012
<b>Agricultura</b>	International Journal of Agriculture and Biology Biomass; Bioenergy Paddy Water Environ Journal of agricultural and food chemistry Weed Biology and Management Plant Soil and Environment	Zahoor et al., 2018 Chen et al., 2015 Polthanee et al, 2015 Cadková et al., 2015 Tamada et al., 2015 Vesely et al., 2011
<b>Ecologia</b>	Aquatic Ecology Applied Ecology and Environmental Research Acta Amazônica  Ecological Engineering Journal of Applied Ecology	Florencia Gutierrez et al., 2016 Koutika et al., 2015 Bleich et al., 2014  Bissegger et al., 2014 Center et al., 2014
<b>Zoologia</b>	Austral Entomology Invertebrate Systematics Acta Amazonica Zootaxa Journal of Molluscan Studies Acta Chthyologica et Piscatoria	Lenicov et al., 2017 Costa et al., 2015 Bleich et al., 2014 Borkent; Art, 2014 Baker et l., 2010 Singh et al., 2010
<b>Limnologia</b>	Aquatic Ecology Limnetica Aquatic Sciences Limnologica Water and Environment Journal	Florencia; Mayora, 2016 Sasa et al., 2015 Chaparro et al., 2014 Hussner; Andreas, 2014 Hua et al., 2012
<b>Ecologia e Ciência ambiental</b>	Water Science and Technology International Journal of Phytoremediation Ecotoxicology and Environmental Safety Journal of Environmental Management  Environmental Science and Pollution Research	Ferreira et al., 2016 Victor et al., 2016 Singh et al., 2016 Hanks; Caruso, Joseph; Zhang, 2015  Wu et al., 2015
<b>Biologia de água doce e marinha</b>	Aquatic Ecology Hydrobiologia Clean-Soil Air Water Limnetica Hydrobiologia	Florencia Gutierrez; Mayora, 2016 MacIsaac et al., 2016 Robles-Pliego et al., 2015 Sasa et al., 2015 Brundu, 2015
<b>Química</b>	Separation Science and Technology Natural Product Research Journal of the Chemical Society of Pakistan Chemistry of Natural Compounds	Volf et al., 2015 Singh et al., 2014 Hussain, 2013 Liu et al., 2008

	Revista de Chimie	Jinescu; Stoica, 2005
<b>Recursos Hídricos</b>	Water Science and Technology	Ferreira et al., 2016
	Desalination and Water Treatment	Lim et al., 2016
	Water Air and Soil Pollution	Hernandez-Garcia et al., 2015
	Water Air and Soil Pollution	Sanchez-Galvan et al., 2015
	Clean-Soil Air Water	Robles-Pliego 2015
	Ecotoxicology and Environmental Safety	Singh et al. 2016
<b>Toxicologia</b>	Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology	Shah; Rai; Singh, 2015
	Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology	Das; Goswami; Talukdar, 2014
	Ecotoxicology and Environmental Safety	Sayantan; Shardendu, 2013
	Archives of Environmental Contamination and Toxicology	Mufarrege.; Hadad; Maine, 2010
<b>Farmacologia</b>	Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences	Bin Karim et al., 2015
	Pharmazie	Ayyad, 2002
	International Journal of Pharmacognosy	Acholaet al., 1997
<b>Microbiologia</b>	Symbiosis	You et al. 2016
	African Journal of Microbiology Research	Kanwal et al. 2011
	Microbiological Research	Wei et al. 2011
<b>Ciência Vegetal</b>	Botanical journal of the Linnean society	Flores-Borges et al., 2016
	South African journal of botany	Hoveka et al., 2016
	Planta Daninha	Cruz et al., 2015
	Weed Biology and Management	Tamada et al., 2015
	Journal of Aquatic Plant Management	Bhadha et al., 2015
<b>Entomologia</b>	Biocontrol Science and Technology	Cabrera Walsh et al., 2016
	Biological Control	Cabrera Walsh et al., 2014
	Biocontrol Science and Technology	Moran; Goolsby, 2014
	African Entomology	Cabrera Walsh et al., 2014
	African entomology	Moore et al., 2012
<b>Agricultura</b>	Biomass; Bioenergy	Chen et al., 2015
	Paddy Water Environ	Polthannee et al, 2015
	Journal of agricultural and food chemistry	Cadková et al., 2015
	Weed Biology and Management	Tamada et al., 2015
	Plant Soil and Environment	Vesely et al., 2011
<b>Ecologia</b>	Aquatic Ecology	Florencia Gutierrez et al., 2016
	Applied Ecology and Environmental Research	Koutika et al., 2015
	Acta Amazônica	Bleich et al., 2014
	Ecological Engineering	Bissegger et al., 2014
	Journal of Applied Ecology	Center et al., 2014
<b>Zoologia</b>	Invertebrate Systematics	Costa et al., 2015
	Acta Amazonica	Bleich et al., 2014
	Zootaxa	Borkent; Art, 2014
	Journal of Molluscan Studies	Baker et l., 2010
	Acta Chthyologica et Piscatoria	Singh et al., 2010
<b>Limnologia</b>	Aquatic Ecology	Florencia; Mayora, 2016
	Limnetica	Sasa et al., 2015
	Aquatic Sciences	Chaparro et al., 2014
	Limnologica	Hussner; Andreas, 2014
	Water and Environment Journal	Hua et al., 2012

Fonte: Autoria própria (2016).

Dentre as espécies pertencentes a família Araceae que são utilizadas e possuem alegação de uso medicinal, destacam-se *Pistia stratiotes* e *Philodendron scabrum*, as quais necessitam de estudos de investigação sobre os mecanismos envolvidos em sua toxicidade (SILVA, et al., 2013). Hussain et al. (2018) testaram extratos de acetato de metanol de *P. estratiotes* para atividade

analgésica, antiinflamatória e depressora do Sistema Nervoso Central, a mesma é utilizada como aromatizante universal e possuindo propriedades medicinais.

Como já citado em alguns trabalhos, o táxon em questão é muito utilizado em projetos de fitorremediação de poluentes em ambiente aquáticos, além de ser um bioindicador de poluição, bem como utilizada na medicina popular para tratamentos no trato gastrointestinal. Porém, ainda pouco estudada ou não em análises que busquem avaliar a variabilidade genética através de marcadores moleculares ISSR, fitoquímica e atividade biológica.

#### 4. Conclusões

O estudo de prospecção tecnológica com o gênero *Pistia* e a espécie *P. stratiotes* por meio dos artigos publicados e das patentes concedidas, tanto no Brasil como em outros países, destacou a relevância mundial da espécie como fitorremediadora de poluentes na remoção de metais pesados. No entanto, as perspectivas futuras com a espécie residem no fato de novas aplicações e de aprimoramento em outras áreas de pesquisa, como na área de farmacologia que até o presente momento permanecem em sua grande maioria desconhecida. É importante destacar que não foram localizados registros da associação da espécie ou gênero com o termo farmacologia na base de patente Brasileira (INPI) e apenas um registro foi encontrado na base de Patentes Europeias (ESPACENET) utilizando os mesmos termos.

Vale salientar, que o incentivo por parte do governo federal em apoiar pesquisas é de extrema importância para agregar valor a espécie e estimular o desenvolvimento econômico, principalmente porque *Pistia* é encontrada em abundância em praticamente todo o território nacional. Mesmo sendo observado um número inferior ao esperado na busca por pedido de depósito de patentes, e considerando a vasta aplicação e potencial tecnológico da espécie, foi observado um crescimento considerável de trabalhos com esta espécie, principalmente de cunho internacional.

Como *Pistia* tem uma rápida proliferação, a produção de biomassa pode ser obtida em abundância, a busca pela sua reutilização vem aumentando devido ao seu potencial tecnológico para bioindicação de contaminantes e remediação de metais pesados e principalmente seu uso sustentável, que atualmente é grande alvo de discussão pela comunidade científica no cenário mundial.

## Referências

- ALI, H.; KHAN, E.; SAJAD, M. A. Phytoremediation of heavy metals-Concepts and applications. **Chemosphere**, v. 91, n. 7, p. 869–881, 2013.
- AMARANTE, C. B.; MÜLLER, R. C. S.; DANTAS, K. G. F.; ALVES, C. N.; MÜLLER, A. H.; PALHETA, D. C. Composição química e valor nutricional para grandes herbívoros das folhas e frutos de aninga (*Montrichardia linifera*, Araceae). **Acta Amazonica**, v. 40, n. 4, p. 729-736, 2010.
- CHEN, M. et al. Bioaccumulation and tolerance characteristics of a submerged plant (*Ceratophyllum demersum* L.) exposed to toxic metal lead. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 122, p. 313–321, 2015.
- COELHO, M. A. N.; SOARES, M. L.; SAKURAGUI, C. M.; MAYO, S. J.; ANDRADE, I. M. de; TEMPORINI, L. G.; GONÇALVES E. G.; CALAZANS, L. S. B. 2016. Araceae. In: **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2012>>. Acesso em: 29 de outubro de 2018.
- COUTINHO, H. D.; BARBOSA, A. R. Fitorremediação: **Considerações gerais e características de utilização**. Silva Lusitana, V. 15, Nº. 1: 2007.
- DA SILVA PINTO, L. E. et al. Determinação da Potencialidade de Utilização da Pistia stratiotes como Agente Fitorremediador de Ambientes Naturais. **Revista Química: ciência, tecnologia e sociedade**, v. 4, n. 1, 2015.
- ESTEVES, F. A. **Fundamentos da liminologia**. Rio de Janeiro: Interciencia, 3ª ed. 2011.790 p.
- FARNESE, F. S.; OLIVEIRA, J. A.; GUSMAN, G. S.; LEÃO, G. A.; SILVEIRA, N. M.; SILVA, P. M.; RIBEIRO, C.; CAMBRAIA, J. Effects of adding nitroprusside on arsenic stressed response of Pistia stratiotes L. under hydroponic conditions. **International Journal of Phytoremediation**, vol. 16, no. 2, p. 123-137. 2014. Disponível em: [http:// dx.doi.org/10.1080/15226514.2012.759532](http://dx.doi.org/10.1080/15226514.2012.759532). PMID:24912205.
- FAVAS, P. J. C. et al. Accumulation of uranium by aquatic plants in field conditions: Prospects for phytoremediation. **Science of the Total Environment**, v. 470-471, p. 993–1002, 2014.
- GUILIZZONI, P., The role of heavy metais and toxic materiais in the physiological ecology of submersed macrophytes. **Aquat. Bot.** 41, 87-109. 1991.
- HENRY-SILVA, G. G.; CAMARGO, A. F. M. Composição química de macrófitas aquáticas flutuantes utilizadas no tratamento de efluentes de aquicultura. **Planta daninha**, v. 24, n. 1, p. 21-28, 2006.
- HUSSAIN, Md. S. et al. An in vivo study of the pharmacological activities of a methanolic acetate fraction of Pistia stratiotes L.: An ethno-medicinal plant used in Bangladesh. **Animal Models and Experimental Medicine**, v. 1, n. 3, p. 221-227, 2018.
- KABATA-PENDIAS, A.; PENDIAS, H. **Trace Elements in Soils and Plants**. CRC Press, Boca Raton, FL. 1984.
- BRASIL. Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010. Regulamenta a Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos eo Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 2010.

POMPÊO, M. Monitoramento e manejo de macrófitas aquáticas em reservatórios tropicais brasileiros. **São Paulo: Instituto de Biociências da USP**, 2017.

ROBLES-PLIEGO, Mariana et al. Dual purpose system for water treatment from a polluted river and the production of *Pistia stratiotes* biomass within a biorefinery. **CLEAN–Soil, Air, Water**, v. 43, n. 11, p. 1514-1521, 2015.

SERAFINI, M. R.; QUINTANS, J. DE S. S.; ANTONIOLLI, A. R.; DOS SANTOS, M. R. V.; QUINTANS-JUNIOR, L. J. Mapeamento de tecnologias patenteáveis com o uso da hecogenina. **Revista GEINTEC**, v. 2, n. 3, p.427-435, 2012.

SHAH, M. et al. Performance assessment of aquatic macrophytes for treatment of municipal wastewater. **Journal of Environmental Health Science and Engineering**, v. 12, n. 1, p. 106, 2014.

SILVA, J. V. da S.; ROSÁRIO, D. M. do.; VEIGA, A. do S. S. da.; VASCONCELOS, F.; PERCÁRIO, S.; DOLABELA, M. F. Uma revisão bibliográfica sobre Araceae com foco nos gêneros *Pistia*, *Philodendron* e *Montrichardia*: aspectos botânicos, fitoquímicos e atividades biológica. **Revista Fitos**, Rio de Janeiro, Vol. 8(2): 73-160, Jul-Dez 2013.

VICTOR, K. K. et al. Phytoremediation of wastewater toxicity using water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) and water lettuce (*Pistia stratiotes*). **International Journal of phytoremediation**, v. 18, n. 10, p. 949-955, 2016.

Recebido: 25/08/2016

Aprovado: 24/03/2019