

MAPEAMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO DE ESPÉCIES DE MANGUEZAL

SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL MAPPING OF MANGROVE SPECIES

Maria Gracelia Paiva Nascimento 1
Graziela de Araújo Lima 2
Cleiton Barroso Bittencourt 3
Simon Joseph Mayo 4
Ivanilza Moreira de Andrade 5

Doutoranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente pelo Programa 1
de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA)
da Universidade Federal do Piauí (UFPI). Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8351379531181067>. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9652-5730>.
E-mail: graceliapaiva@gmail.com

Mestranda em Botânica pelo Programa de Pós-graduação em Botânica 2
da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS). Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9910561062003510>. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1833-0097>.
E-mail: grazilima17@hotmail.com

Doutorando em Biotecnologia Vegetal pelo Programa de Pós- 3
graduação em Biotecnologia Vegetal da Universidade Federal de Lavras
(UFLA). Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7085216274195001>. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0185-322X>. E-mail: cleiton_court@hotmail.com

Ph.D em Botânica pela Universidade de Reading, Grã-Bretanha. 4
Pesquisador Associado Honorário do Herbarium do Royal Botanic Gardens,
Kew, Reino Unido. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9533341495224011>. ORCID:
<https://orcid.org/0000-0002-1969-4984>.
E-mail: simonjosephmayo@gmail.com

Doutora em Botânica pela Universidade Estadual de Feira de 5
Santana (UEFS). Professora permanente do Programa de Pós-Graduação em
Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA) da Universidade Federal do
Piauí (UFPI). Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7284717480828084>. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6059-8540>. E-mail: ivanilzaandrade@hotmail.com

Resumo: Manguezal é um ecossistema costeiro característico de regiões tropicais e subtropicais. As espécies *Avicennia germinans* e *Avicennia schaueriana* presentes nesta área apresentam importância ecológica e econômica. Assim, objetivou-se realizar um mapeamento dos avanços científicos e tecnológicos sobre estas espécies. Foi realizada busca em bancos de dados nacionais e internacionais de artigos e patentes com as palavras-chave: “*Avicennia*”, “*Avicennia AND germinans*” e “*Avicennia AND schaueriana*” no título ou/é resumo. Um número considerável de documentos foi registrado para o gênero “*Avicennia*”, e a espécie *Avicennia schaueriana* possui registro de patentes na WIPO e INPI. Os EUA e Brasil possuem maior número de pesquisas, com início na década de 1980. A maior concentração de pesquisas foi em Ciências Ambientais e o CIP de maior distribuição foi A61K. Conclui-se que existe um crescente interesse científico e tecnológico sobre o gênero *Avicennia* e o Brasil vem destacando-se com potencial para inovação tecnológica acerca do grupo.

Palavras-chave: *Avicennia Germinans*. Ecossistema Costeiro. Patentes.

Abstract: Mangrove is a coastal ecosystem characteristic of tropical and subtropical regions. *Avicennia germinans* and *Avicennia schaueriana* species present in this area are of ecological and economic importance. Thus, the aim was to mapping scientific and technological advances on these species. A search was carried out in national and international databases of articles and patents with the keywords: “*Avicennia*”, “*Avicennia AND germinans*” and “*Avicennia AND schaueriana*” in the title or/and abstract. A considerable number of documents were registered for “*Avicennia*” genus, and the species *Avicennia schaueriana* presents patents at WIPO and INPI. The USA and Brazil have the largest number of researches, initiated in the 1980s. The largest concentration of researches was in Environmental Sciences and CIP with the greatest distribution was A61K. It is concluded that there is a growing scientific and technological interest about *Avicennia* genus and Brazil standing out with potential for technological innovation about the group.

Keywords: *Avicennia Germinans*. Coastal Ecosystem. Patents.

Introdução

O manguezal é um ecossistema litorâneo distribuído em um quarto da costa tropical e subtropical do globo terrestre (CINTRÓN e SCHAEFFER-NOVELLI, 1983; SCHAEFFER-NOVELLI, 2018). No Brasil, recobrem área estimada de 25.000 km² de extensão, distribuída em 7.408 km² de linha costeira do país (FERNANDES, 2012), desde o Rio Oiapoque, no Amapá, até a Laguna em Santa Catarina (MMA, 2009), estabelecendo um ecossistema costeiro característico de regiões tropicais e subtropicais, úmidas e de transição entre os ambientes terrestre e marinho, sujeito ao regime das marés (SCHAEFFER-NOVELLI, 1995). Este ambiente possui grande biodiversidade e serve de habitat para muitas espécies, incluindo 20 famílias de plantas vasculares (NAGELKERKEN et al., 2008).

Dentre as várias espécies de manguezal, destacam-se as do gênero *Avicennia* L., pertencente à família Acanthaceae, que possui distribuição pantropical e subtropical com oito espécies catalogadas distribuídas na África Oriental e Ocidental, região Indo-Pacífico e Novo Mundo (DODD et al., 2000). São espécies típicas de manguezais em todo o mundo, em áreas de faixa de marés, além de ter alta tolerância as condições hipersalinas por possuir glândulas secretoras de sal e anatomia adaptadas, evitando assim, a perda de água para o meio (TOMLINSON, 2016). Para o Brasil estão registradas duas espécies, sendo *Avicennia germinans* (L.) L. e *Avicennia schaueriana* Stapf & Leechm. ex Moldenke, ambas ocorrentes ao longo da costa (PROFICE et al., 2017; ARAÚJO et al., 2018).

Avicennia é caracterizada quimicamente pela presença de iridóides glicosilados (BOUSQUET-MÉLOU e FAUVEL, 1998; FENG et al., 2006), flavonóides (FENG et al., 2006), diterpenos (SUBRAHMANYAM et al., 2006) e naftoquinonas (ITO et al., 2000). Apresentam atividades biológicas, como ação anticolinesterásica (SUGANTHY et al., 2009), combate a fungos em raízes de quiabo e feijão (TARIQ et al., 2006), dentre outras. Neste contexto, estudos sobre bioprospecção e isolamentos de compostos (AGORAMOORTHY et al., 2007; BHIMBA et al., 2010; ALIZADEH BEHBAHANI et al., 2012; ZHENG et al., 2014; CALDERANI et al., 2016) tem sido realizados.

Estima-se que 80% da população dos países em desenvolvimento façam uso de alternativas tradicionais nos cuidados básicos de saúde, sendo que 85% usam plantas medicinais ou preparações destas (FAO, 2005; FOGGIO et al., 2007). No caso das duas espécies de *Avicennia* ocorrentes no Brasil, *A. germinans* e *A. schaueriana*, popularmente reconhecidas como siriba branca, siriba preta e seriba (SCHAEFFER-NOVELLI, 2018), são citadas na literatura como apresentando propriedades medicinais e utilizadas no tratamento de diversas doenças, tais como miastenia grave que acometem ribeirinhos e demais pessoas que buscam na medicina popular uma alternativa de cura (SUGANTHY et al., 2009; CARNEIRO et al., 2010).

Levando-se em consideração a importância ecológica de *Avicennia* no ecossistema manguezal e o número pequeno de estudos fitoquímicos, supracitados, seus representantes despontam como promissora fonte de substâncias com potencial antioxidante e antifúngico (ZHENG et al., 2014; CALDERANI et al., 2016). Neste contexto, o mapeamento dos estudos científicos e tecnológicos podem nortear intervenções planejadas que respondam aos interesses da sociedade, influenciando, desta forma, a pesquisa e desenvolvimento em determinada área, gerando impacto positivo na indústria, na economia e/ou na sociedade (AMPARO, RIBEIRO e GUARIEIRO, 2012).

Dessa forma, pesquisas que relatem e quantifiquem o conhecimento descrito sobre as atividades farmacológicas de compostos de origem natural e sintética representam ferramentas de grande importância econômica e ecológica, já que se constituem como meios de disponibilização de informações (ALVARENGA, FREITAS e MEDEIROS, 2015), sendo a prospecção uma importante ferramenta utilizada por pesquisadores e empresas na busca por novos projetos e estudos (BUAINAIN et al., 2005).

Considera-se ainda a importância de incentivar pesquisas com espécies nativas brasileiras, que poderão influenciar de forma significativa tanto a economia como a sociedade de um modo geral (KUPFER e TIGRE, 2004), além de subsidiarem demais estudos, pois a busca a sistemática de temas específicos em bancos de livre acesso, permite a delimitação e explanação a respeito da evolução e correlações do conhecimento.

Diante do exposto, objetivou-se realizar uma busca da produção científica e tecnológica

a fim de se montar um panorama prospectivo dos avanços científicos e tecnológicos de espécies do gênero *Avicennia*.

Metodologia

O trabalho foi desenvolvido durante os meses de março a abril de 2020 (período de 08/03/2020 a 04/05/2020). Para o estudo prospectivo científico utilizou-se as bases *Web of Science*, Scopus e Scielo, e para as buscas das Patentes as bases EPO (*European Patent Office*), WIPO (*World Intellectual Property Organization*) e INPI (Instituto Nacional de Propriedade Industrial). Os descritores “*mangrove*”, “*Avicennia*”, “*Avicennia germinans*”, “*Avicennia schaueriana*” presentes nos campos de pesquisa “título” e/ou “resumo” de artigos/patentes foram utilizados. A pesquisa nas bases de dados de artigos científicos e patentes foi realizada sem definição de prazo para busca, sendo consultados, portanto, todos os artigos científicos e documentos de patentes já disponíveis para consulta até a data de realização da referida pesquisa (30/04/2020). Os termos compostos foram pesquisados entre aspas para garantir uma maior precisão na busca e os termos em inglês foram utilizados para as bases internacionais, enquanto que os termos em português para base nacional. As patentes foram analisadas quanto ao país depositante, o ano da concessão e a Classificação Internacional de Patentes - CIP (IPC, sigla em inglês). De acordo com o INPI, a CIP é reconhecida em nível internacional, sendo dividida em oito áreas de interesse tecnológico, que por sua vez é denominada classes (em ordem alfabética) e posteriormente subdivididas em subclasses hierárquicas.

Os resultados obtidos dos artigos registrados foram organizados por ano de publicação, países e área de conhecimento. Os dados foram tabulados de forma individual, conforme as categorias de análises (país, área, espécie e ano) e organizados em tabelas e gráficos utilizando o software *Microsoft Excel* (2016), visando a caracterização, distribuição e avanço das publicações e os pedidos de patente existentes até o momento. Para a seleção dos dados bibliográficos e elaboração dos gráficos, optou-se por utilizar a base *Web of Science* (WoS), por ter sido a plataforma onde foram registrados o grande número de trabalhos científicos e por ser a base para o cálculo do fator de impacto dos periódicos (JCR – *Journal Citation Report*).

A análise bibliométrica seguiu a preconizada por Welsh (2015): definição de buscas, consulta à base de dados (Scielo), exportado em arquivo RIS, refinamento da pesquisa as principais interações com os descritores “*Avicennia germinans*” e “*Avicennia schaueriana*”, utilizando software VOSviewer, versão 1.6.15 (ECK e WALTMAN, 2010), posteriormente calculado os *Scores* para cada ocorrência, selecionando os termos mais relevantes.

Resultados e discussão

Utilizando as bases de patentes com o termo “*mangrove*” registrou-se o total de 437 e 552 documentos na EPO e WIPO, respectivamente (Tabela 1). Para os pedidos de patentes envolvendo o descritor *Avicennia* foram contabilizados 131 na EPO e 119 na WIPO. Apenas dois documentos foram contabilizados para a espécie *Avicennia schaueriana* na base de patentes WIPO, enquanto que para *Avicennia germinans* não houve registro em ambas as bases. Para o INPI foram contabilizados dois documentos envolvendo o gênero e todos relacionados a espécie *A. schaueriana*.

Quanto aos artigos indexados nas bases Scopus e *Web of Science*, foram obtidos para “*mangrove*” 16.044 e 17.740 registros, respectivamente. O maior número de artigos envolvendo *Avicennia* foi indexado na Scopus (2,605) e *Web of Science* (2,295). Dentre as espécies pesquisadas, *A. germinans* foi a que apresentou maior número de artigos, com 527 documentos para Scopus e 522 para *Web of Science*, comparado a *A. schaueriana* (Scopus: 108 e *Web of Science*: 94).

Os manguezais estão entre os ecossistemas mais produtivos e biologicamente importantes do mundo, fornecendo bens e serviços únicos e essenciais para a sociedade (GIRI et al., 2010). Além de terem papel ecológico fundamental, protegendo as regiões costeiras contra inundações e furacões, redução da erosão das margens dos rios e manutenção da biodiversidade.

sidade (JERATHA et al., 2016). Pode-se dizer que o grande número de artigos indexados nas bases estudadas, acompanhados pelos pedidos de depósitos de patentes nas bases, EPO e WIPO, reflete a importância desse ecossistema no campo biológico, cultural e econômico. Artigos publicados com *A. germinans* e *A. schaueriana*, portanto, representam grande parte das publicações sobre o gênero, embora seja ainda pequena a participação dessas espécies em tecnologias registradas nas bases de patentes WIPO, EPO e INPI.

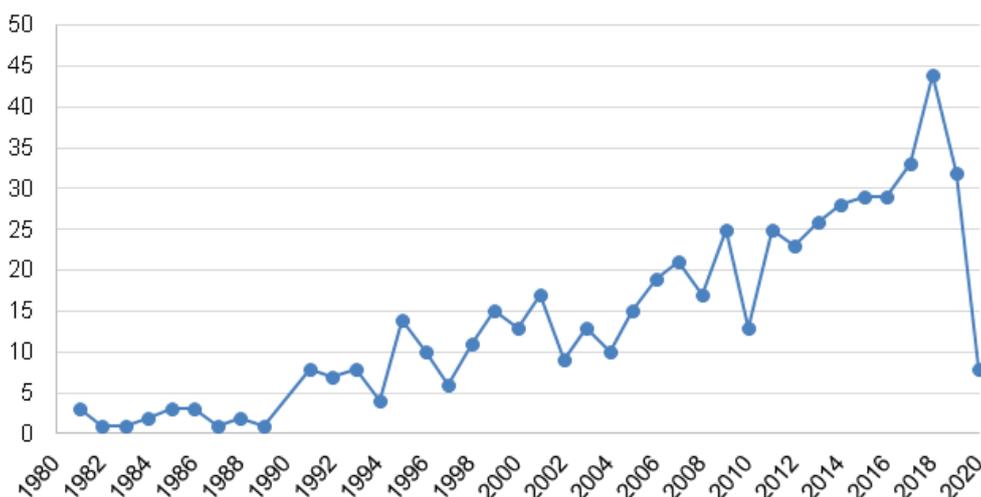
Tabela 1. Número de artigos indexados por bases científicas envolvendo diferentes descritores para *Avicennia*.

Palavra-chave/descriptores	Scopus	SciELO	Web of Science	WIPO	EPO	INPI	Total
<i>Mangrove</i>	17.740	785	16.044	552	437	5	35.563
<i>Avicennia</i>	2.605	126	2.295	119	131	2	5.278
<i>Avicennia germinans</i>	527	76	522	-	-	-	1.125
<i>Avicennia schaueriana</i>	108	41	94	2	-	2	247

Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2020).

As publicações indexadas na *Web of Science* com o descritor “*Avicennia germinans*” tiveram início em 1981, com três registros, seguido de uma evolução ao longo dos anos, e com maior número em 2018, contabilizando 44 registros (Figura 1). As publicações dos últimos 10 anos representam 55,55% do total de documentos e evidenciam aumento do interesse de pesquisas sobre a espécie nos últimos anos.

Figura 1. Evolução anual de artigos indexados na *Web of Science* com a palavra-chave “*Avicennia germinans*” de 1981 a 2020.

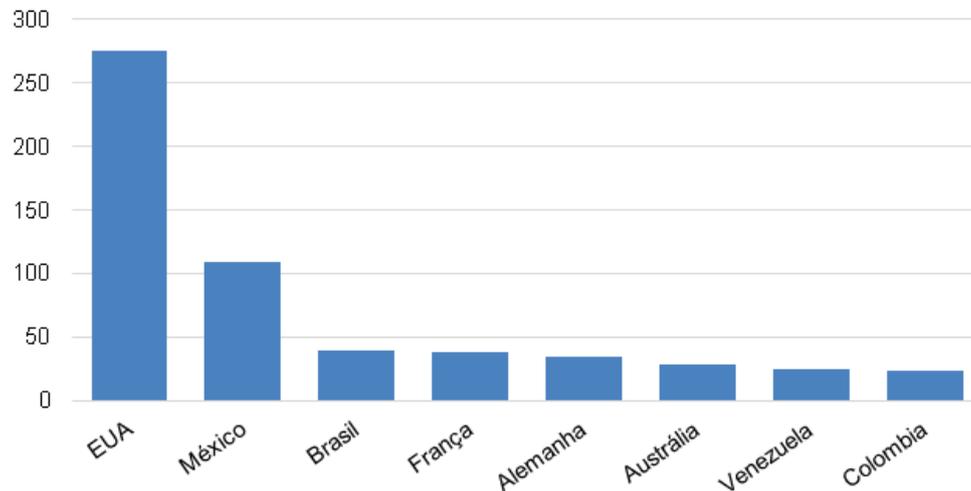


Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2020).

Os Estados Unidos é o país com o maior número de artigos sobre *A. germinans* na *Web of Science*, com 276 registros, representando 52,87% do total de publicações (Figura 2), seguido pelo México com 109 artigos indexados (20,88%) e Brasil com 39 (7,80%). Os dados mostram que, apesar da espécie ser nativa do Brasil (Flora do Brasil, 2020), o país participa pouco na promoção de pesquisas com a espécie, tendo em vista sua distribuição na faixa costeira,

sendo fonte importante para o desenvolvimento de pesquisas em diversos segmentos (FUME, 2018; MMA, 2020).

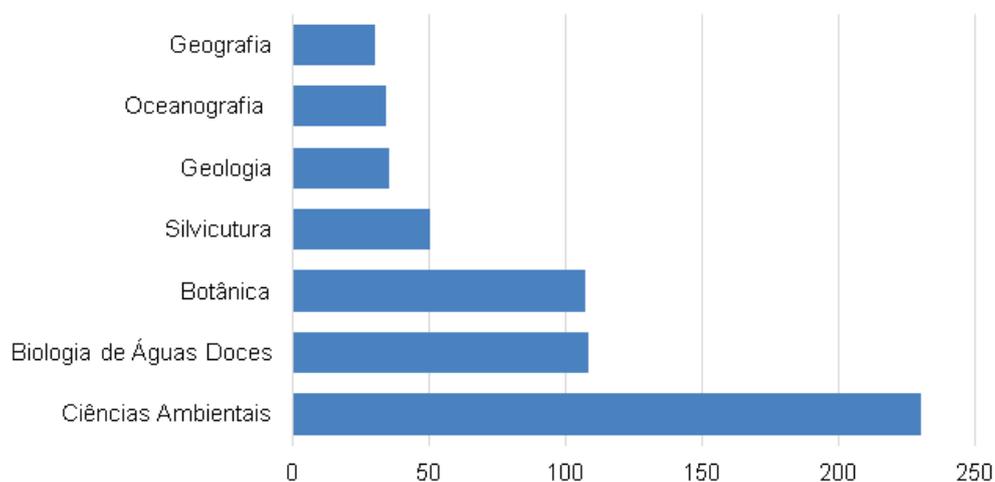
Figura 2. Distribuição das publicações indexadas por país na base *Web of Science* com a palavra-chave “*Avicennia germinans*” de 1981 a 2020.



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2020).

Ao verificar as principais áreas os quais os artigos foram indexados, utilizando o descritor “*Avicennia germinans*” (Figura 3), observa-se maior participação de estudos ligados à área de Ciências Ambientais, com 230 registros. Biologia de Água Doce Marinha e Botânica também apresentaram número expressivo, com 108 e 107 registros, respectivamente, enquanto Silvicultura, Geologia, Oceanografia e Geografia foram as áreas que apresentaram menor número de pesquisas registradas.

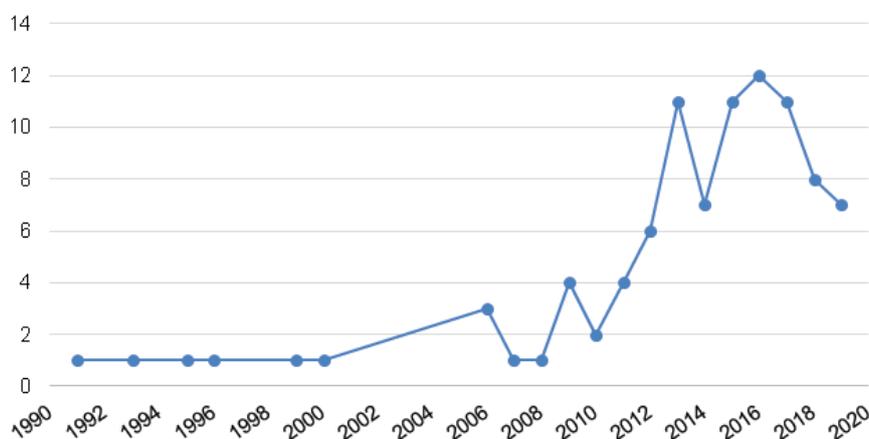
Figura 3. Distribuição das publicações indexadas por áreas de pesquisa na base *Web of Science* com a palavra-chave “*Avicennia germinans*” de 1981 a 2020.



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2020).

A evolução por ano das publicações indexadas na *Web of Science* com a palavra-chave “*Avicennia schaueriana*” é apresentada na Figura 4. Observa-se que as publicações tiveram início em 1991, com um registro, e com aumento no número ao longo dos anos, tendo 2016 como o ano com maior número de artigos indexados, 12 registros. As publicações dos últimos 10 anos representam 88,29% do total de documentos, e mostram o crescimento do interesse de pesquisas com esta espécie nos últimos anos. Alguns atributos defendidos por autores como Tomlinson (2016) e Araújo et al. (2018) é que há grande semelhança entre as espécies de *Avicennia*, sendo descritos suas diferenças a níveis taxonômicos e até mesmo moleculares nos últimos anos.

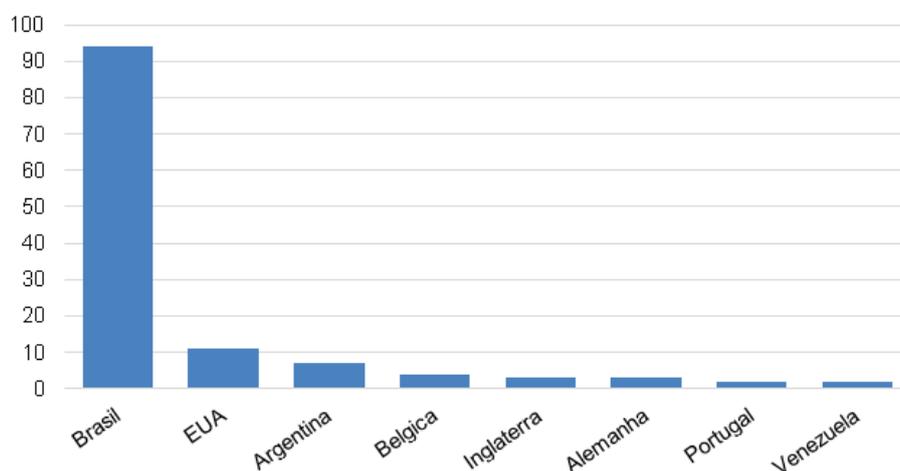
Figura 4. Evolução anual de artigos indexados na *Web of Science* com a palavra-chave “*Avicennia schaueriana*” de 1991 a 2020.



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2020).

O Brasil é o país com o maior número de artigos sobre *A. schaueriana* indexados na *Web of Science*, com 94 registros, representando 64,60% do total de publicações, seguido pelos Estados Unidos com 11 artigos indexados (8,73%), Argentina (n=7), Bélgica (n=4), Inglaterra (n=3), Alemanha (n=2), Portugal (n=2) e Venezuela (n=2) (Figura 5).

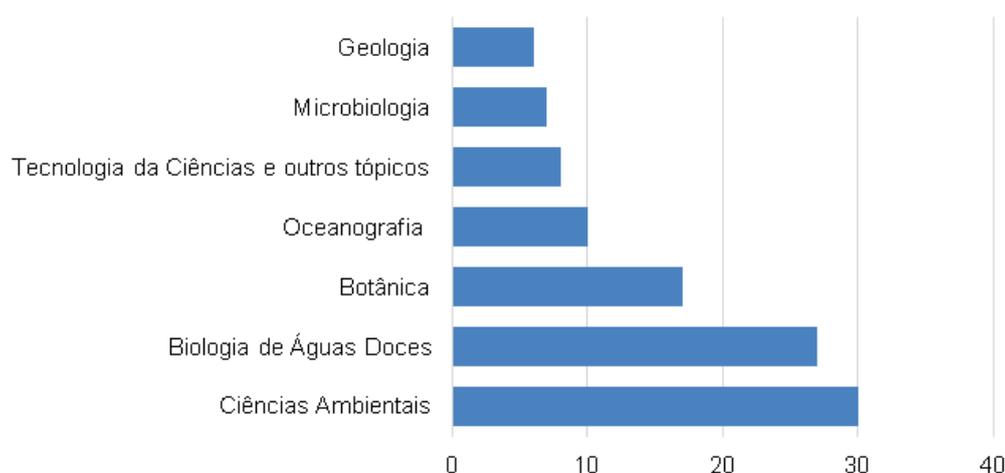
Figura 5. Distribuição das publicações indexadas por país na base *Web of Science* com a palavra-chave “*Avicennia schaueriana*” de 1991 a 2020.



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2020).

Ao verificar as principais áreas as quais os artigos estão indexados utilizando o descritor “*Avicennia schaueriana*” (Figura 6), observa-se maior participação em estudos ligados à área de Ciências Ambientais, com 30 registros, seguido de Biologia de Águas Doces e Botânica com 27 e 17 registros, respectivamente. Oceanografia, Tecnologia das Ciências e outros tópicos. Microbiologia e Geologia apresentaram a menor quantidade de pesquisas registradas. As áreas com maior participação são semelhantes a verificada para “*Avicennia germinans*”, onde as pesquisas tiveram maior foco em estudos na área relativa a Ciências Ambientais, destacando a importância ecológica e econômica destas espécies (STOKMANN et al., 2015).

Figura 6- Distribuição das publicações indexadas por áreas de pesquisa na base *Web of Science* com a palavra-chave “*Avicennia schaueriana*” de 1991 a 2020.

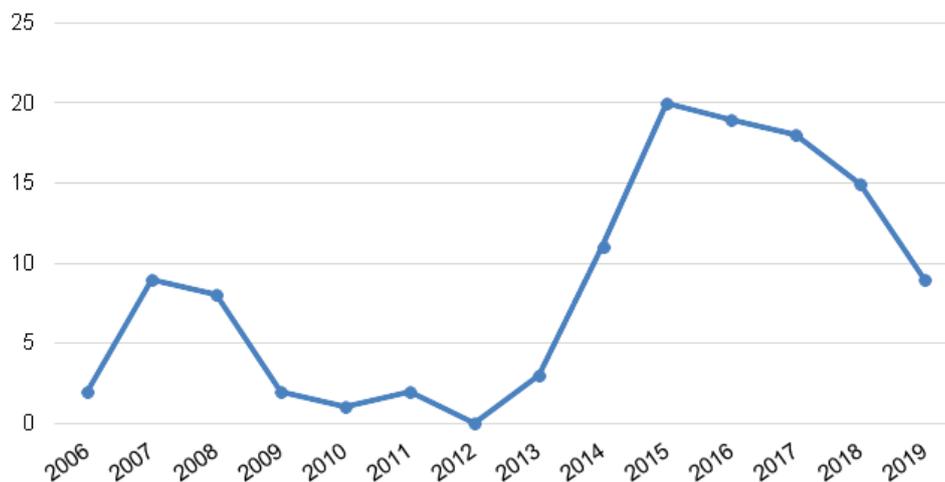


Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2020).

As primeiras patentes depositadas sobre o gênero ocorreram em 2006 (Figura 7) com foco principal na busca por genes responsáveis por conferir tolerância as plantas sob estresse salino (PARIDA e VENKATRAMAN, 2007; PARIDA, ANGELA e VENKATRAMAN, 2007). Após um período de poucos pedidos de depósitos, houve uma intensificação dos registros após 2014, motivado pelos estudos na área de tolerância a salinidade dos representantes de *Avicennia*.

As espécies do gênero, assim como outras que crescem em condições altas e moderadas de estresse salino, apresentam estratégias moleculares para responder a alta salinidade e, tendo em visto que o estresse salino é responsável por perdas severas na produtividade da agricultura em escala global, o entendimento desse processo atraiu a atenção de pesquisadores a fim de elucidar esse fenômeno (WANG et al., 2014). Com maior interesse gerado sobre o grupo, as tecnologias depositadas em seguida foram direcionadas para o uso medicinal e como alimento (CHAOTIAN, 2007; WEIDONG, 2008). Para *A. schaueriana* duas patentes foram registradas, a primeira refere-se a montagem de um protótipo para o tratamento de água e a segunda é sobre o processo de obtenção de creme com propriedades cicatrizante de *A. schaueriana* (MOREIRA, 2019; LOPES et al., 2019), ambas tendo como país depositante o Brasil.

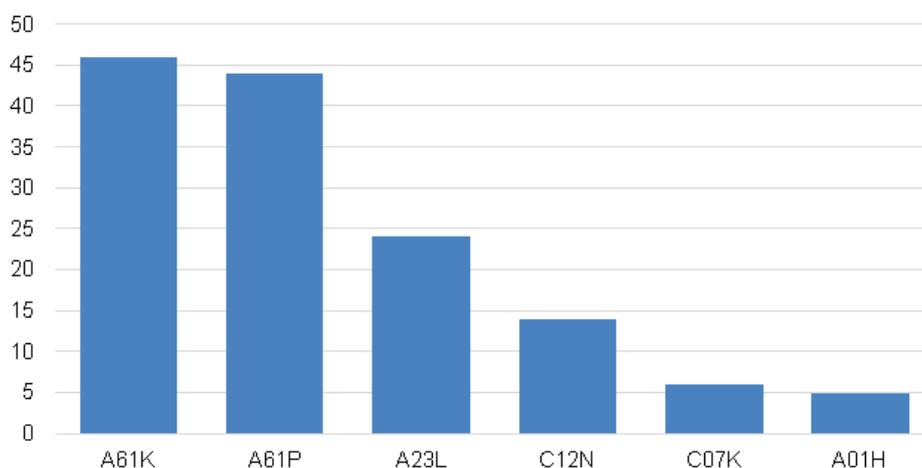
Figura 7. Evolução anual de depósitos na WIPO com a palavra-chave “Avicennia” de 2006 a 2019.



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2020).

Dentre os 119 depósitos de patentes encontrados, o maior número foi distribuído nas subclasses A61K (que trata de preparações para finalidades médicas, odontológicas ou higiênicas) e A61P (direcionada as atividades terapêuticas de compostos químicos ou de preparações medicinais) com 46 e 44 documentos, respectivamente. As classes A23L, C12N, C07K e A01H também apresentaram número considerável de registros distribuídos (Figura 8). O CIP prioritário para áreas ligadas a atividades biológicas tem seguido o número de artigos científicos e a grande aplicação médica das espécies como apontado em diversos estudos (SUGANTHY et al., 2009).

Figura 8. Distribuição por CIP de patentes depositadas na WIPO com a palavra-chave “Avicennia” de 2006 a 2020.



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2020).

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer ao CNPQ e CAPES pelo apoio financeiro concedido através de bolsas de pós-graduação, fundamentais para a realização deste artigo.

Referências

- AGORAMOORTHY G. et al. Antibacterial and antifungal activities of fatty acid methyl esters of the blind-your-eye mangrove from India. **Brazilian Journal of Microbiology**. v. 38, n. 4, p. 739-42. 2007.
- ALIZADEH BEHBAHANI, Behrooz et al. Antimicrobial activity of *Avicennia marina* extracts ethanol, methanol & glycerin against *Penicillium digitatum* (citrus green mold). **Scientific Journal of Microbiology**, v.1, n.7, p.147-151. 2012.
- ALVARENGA, Elenice Monte; FREITAS, Rivelilson Mendes; MEDEIROS, Jand Rolim. Prospecção tecnológica da atividade biológica, com ênfase em atividade antidiarreica, de carvacrol e acetato de carvacrolila. **Revista GEINTEC-Gestão, Inovação e Tecnologias**, v. 5, n. 1, p. 1639-1651, 2015.
- ALVES, Rômulo Romeu Nóbrega; SASSI, Roberto; SANTANA, Gindomar Gomes. The mangrove forest at Bucatu Lagoon, Northeast Brazil: structural characterization and anthropic impacts. **Tropical Conservation Science**. v. 6, n. 2, p. 254–267. 2013.
- AMPARO, Keize Katiane dos Santos; RIBEIRO, Maria do Carmo Oliveira; GUARIEIRO, Lílian Lefol Nani. Estudo de caso utilizando mapeamento de prospecção tecnológica como principal ferramenta de busca científica. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v. 17, n. 4, p. 195-209, 2012.
- ARAÚJO, Limaria et al. Structure of a disturbed mangrove in the Rio Parnaíba delta, Piauí, northeast Brazil. **Feddes Repertorium**. v. 129, n. 2, p. 75–91. 2018.
- AUNG, Toe Toe; MOCHIDA, Yukira; THAN, Maung Maung. Prediction of recovery pathways of cyclone-disturbed mangroves in the mega delta of Myanmar. **Forest Ecology and Management**. v. 293, n. p. 103–113. 2013.
- BRAZ, Denise Monte; AZEVEDO, Igor Henrique Freitas. Acanthaceae da Marambaia, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Hoehnea**, v. 43, n. 3, p. 497-516. 2016.
- BERGER, U.; WOLFF, M. **System processes and forest development**. In: U. Saint-Paul & H. Schneider (eds.), *Mangrove dynamics and management in North Brazil*. Springer Verlag, Heidelberg, 2010. pp. 143-151.
- BERNINI, Elaine et al. Fitossociologia de florestas de mangue plantadas e naturais no estuário do Rio das Ostras, Rio de Janeiro, Brasil. **Biotemas**. v. 27, n. 1, p. 37–48. 2014.
- BHIMBA, B Valentin. et al. Antibacterial activity and characterization of secondary metabolites isolated from mangrove plant *Avicennia officinalis*. **Asian Pacific Journal of Tropical Medicine**, v. 3, n. 7, p.544-546. 2010.
- BOUSQUET-MÉLOU, Anne; FAUVEL, Marie-Thérèse. Inter-specific variation in the concentration of two iridoid glucosides in *Avicennia* L. (*Avicenniaceae* Endl.). **Biochemical Systematics and Ecology**. v. 26, n. 1, p. 935–940. 1998.

CALDEIRANI, Fabiana Alves; ORLANDELLI, Ravelly Casarotti; PAMPHILE, João Alencar. Compostos bioativos com propriedades antitumorais produzidos por fungos endofíticos. **Revista Unin-gá Review**, v. 25, n. 2, p.79-86 2016.

CALEGARIO, Gabriela et al. Mangrove Forest Structure in the São João River Estuary, Rio de Janeiro, Brazil. **Journal of Coastal Research**, p. 31, n. 3, p. 653-660, 2015.

CARNEIRO, Diogo Borges; BARBOZA, Myrian Sá Leitão; MENEZES, Moirah Paula. Plantas nativas úteis na Vila dos Pescadores da Reserva Extrativista Marinha Caeté-Taperaçu, Pará, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**. v. 24, n. 4, p. 1027-1033. 2010.

CHAOTIAN, W. et al. **External-applied traditional chinese medicine bag and using method thereof**. CN101099839. Patente. 2007.

CINTRÓN, Gilberto; SCHAEFFER-NOVELLI, Yara. **Introducción a la ecología del manglar**. Montevideo, UNESCO/ROSTLAC. 168 p. 1983.

CLOUGH, B. F. Growth, salt balance of the mangroves, *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh. and *Rhizophora stylosa* Griff., in relation to salinity. **Australian Journal of Plant Physiology**. v. 11. n. 5 p. 419-430, 1984.

DODD, Richard S.; RAFII, Z. Afzal; BOUSQUET-MÉLOU, Anne. Evolutionary divergence in the pan-Atlantic mangrove *Avicennia germinans*. **New Phytologist**, v. 145, n. 1, p.115–125. 2000.

ECK, Nees Van; WALTMAN, Ludo. Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. **Scientometrics**. v. 84. n. 2, p. 523–538, 2010.

FAO. The World's Mangroves (1980 – 2005). **Food and Agriculture Organization of the United Nations Forestry Paper - 153**. Roma, 2007. Disponível em: www.fao.org/forestry/mangroves. Acesso em: 29 abr. 2020.

FENG, Yan et al. Iridoid glucosides and flavones from the aerial parts of *Avicennia marina*. **Chemistry & Biodiversity**. v. 3, n. 7, p. 799-806. 2006.

FERNANDES, Rogério Taygra Vasconcelos. Recuperação de manguezais. **Rio de Janeiro: Inter-ciência**, p. 305-310, 2012.

Flora do Brasil, *Avicennia* in: **Flora do Brasil 2020 em construção**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB79916>. Acesso em: 10 abr. 2020.

FOGLIO, Mary Ann et al. Plantas medicinais como fonte de recursos terapêuticos: um modelo multidisciplinar. **Construindo a história dos produtos naturais**, v. 7, p. 1-8, 2006.

FUME, M. (Org). **Atlas dos Manguezais do Brasil - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade**. – Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2018. 176 p. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/manguezais/atlas_dos_manguezais_do_brasil.pdf. Acesso em: 29 abr. 2020.

FRANCIS, John K.; LOWE, Carol A. **Avicennia germinans (L.) L.** In: J. K. Francis J; C. A. Lowe & S. Trabanino (eds.) Bioecología de arboles nativos y exóticos de Puerto Rico y las Indias Occidentales. United States Department of Agriculture Rio Piedras, Puerto Rico, 2000, pp. 59–64.

GIRI, Chandra et al. Status and distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data. **Global Ecology and Biogeography**, v.20, n.1. p.154 -159, 2010.

HOLLOWELL, Thomas H. Plant community structure, fire disturbance, and recovery in mangrove swamps of the Waini Peninsula, Guyana. Contributions to the Study of Biological Diversity, **Centre for the Study of Biological Diversity**. v. 3, 2009. 166p.

ITO, Chihiro et al. Chemical constituents of *Avicennia alba*. Isolation and structural elucidation of a new naphthoquinone and their analogues. **Chemical and Pharmaceutical Bulletin**, v. 48, n. 1, p. 339–343. 2000.

JERATH, Meenakshi et al. The role of economic, policy, and ecological factors in estimating the value of carbon stocks in Everglades mangrove forests, South Florida, USA. **Environmental Science & Policy**, v. 66, n. 1, p. 160-169, 2016.

KUPFER, David; TIGRE, Paulo Bastos. **Prospecção Tecnológica**. In: CARUSO, L. A.; TIGRE, P. B. (Org.). Modelo SENAI de prospecção: documento metodológico. Montevideo: OIT/CINTERFOR, 2004.

LONDE, Vinícius et al. Estrutura da vegetação de mangue associada ao gradiente de inundação no litoral norte do Espírito Santo, Brasil. **Revista Árvore**, v.37, n.4, p.629-637, 2013.

LOPES, Caroline Maria Igrejas; DE SOUZA, Ivone Antônia; VIEIRA, Jeymesson Raphael Cardoso; SÁ, Jéssica Guido De Araújo; LEAL, Leila Bastos; EVÊNCIO, Liriane Baratella. **Creme de avicennia schaueriana e processo de obtenção**. BR102018010514. Patente. 2019.

MAIA, Rafaela Camargo; COUTINHO, Ricardo. Structural characteristics of mangrove forests in Brazilian estuaries: a comparative study. **Revista de Biologia Marina y Oceanografía**. v. 47, n. 1, p. 87–98. 2012.

MADI, Ana Paula Lang Martins et al. Estrutura do componente de regeneração natural e arboreo de dois manguezais no estado do Paraná. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 1, p. 159-170, 2016.

MMA. **Zona Costeira Marinha**. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/biodiversidade/biodiversidade-aquatica/zona-costeira-e-marinha.html>. Acesso em: 2 abr. 2020.

MMA-Ministério do Meio Ambiente. **Mapeamento das áreas de manguezais do Brasil**. 2009. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/biodiversidade/biodiversidade-aquatica/zona-costeira-e-marinha/manguezais>. Acesso em: 9 mar. 2020.

MOREIRA, Ícaro Thiago Andrade. **Sistema para tratamento de águas, solos e sedimentos poluídos por petróleo, metais pesados, efluentes industriais e lodo de esgoto**. BR102017027964. Patente. 2019.

NAGELKERKEN, Ivan. et al. The habitat function of mangroves for terrestrial and marine fauna: a review. **Aquatic botany**, v. 89, n. 2, p. 155-185, 2008.

PARIDA, Ajay; VENKATRAMAN, Gayatri. **Abiotic stress tolerant gene from *Avicennia marina* encoding a protein**. CA2648516. Patente. 2007.

PARIDA, Ajay; ANGELA, Preeti Mehta; VENKATRAMAN, Gayatri. **Gene desidrina da *Avicennia marina* responsável por conferir tolerância ao sal nas plantas**. CA2621981. Patente. 2007.

PETRI, Detony José Calenzani et al. Distribuição das espécies e estrutura do manguezal do rio Benevente, Anchieta, ES. **Biota Neotropica**. v. 11, n. 3, p. 107-116, 2015.

PROFICE, S. R. et al. 2017: **Acanthaceae**. In: Lista de Espécies da Flora do Brasil, Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/florado-brasil/FB79916>. Acesso em: 20 abr. 2020.

SATYANARAYANA, Behara et al. Mangrove species distribution and abundance in relation to local environmental settings: a case-study at Tumpat, Kelantan Delta, east coast of peninsular Malaysia. **Botanica Marina**, v. 53, n. 1, p. 79-88, 2010.

SCIELO. **Scientific Electronic Library Online**. Disponível em: <https://search.scielo.org>. Acesso em: 29 abr. 2020.

SCHMIEGELOW, João Marcos Miragaia; GIANESELLA, Sônia Maria Flores. Absence of zonation in a mangrove forest in southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**. v. 62, n. 2, p. 117-131. 2014.

SCHAEFFER-NOVELLI, Yara. Manguezal: ecossistema entre a terra e o mar. São Paulo: **Caribbean Ecological Research**, p. 7. 1995.

SCHAEFFER-NOVELLI, Yara. Mangue e manguezal. **Atlas dos manguezais do Brasil**, p. 17-22, 2018.

SOARES, Mário Luiz Gomes et al. Caracterização das florestas de mangue do complexo estuarino de Caravelas (Bahia, Brasil). **Boletim técnico-científico do CEPENE**, v. 16, n. 5, p. 23-41, 2008.

SOUZA, Marta Maria de Almeida; SAMPAIO, Everardo Valadares de Sá Barreto. Estrutura dos mangues em áreas pouco antropizadas e em regeneração no rio Pacoti, CE. **Caderno de Cultura e Ciência**, v.12, n. 2, p. 32-43. 2013.

STOCKMANN, Uta et al. Global Soil Organic Carbon Assessment. **Global Food Security**. v. 6, p. 9-16, 2015.

SUBRAHMANYAM, C. et al. Bioactive diterpenes from the mangrove *Avicennia officinalis* Linn. **Indian Journal of Chemistry**, v. 45, n.1. p. 2556-2557. 2006.

SUGANTHY, Natarajan; PANDIAN, Shanmugiahthevar Karutha; DEVI, Kasi Pandima. Cholinesterase inhibitory effects of *Rhizophora lamarckii*, *Avicennia officinalis*, *Sesuvium portula castrum* and *Suaedamonica*: mangroves inhabiting an Indian coastal area (Vellar Estuary). **Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry**. v. 24, n. 1, p. 702-707. 2009.

TARIQ, Marium et al. Use of *Avicennia marina* in the control root infecting fungi in okra and mash bean. **Pakistan Journal of Botany**. v. 38, n. 3, p.811-815. 2006.

TOMLINSON, Philip. Barry. **The Botany of Mangroves**. New York: Cambridge University Press, 2. ed. 2016. 418p.

WANG, Lingxia et al. Proteomic analysis of salt-responsive proteins in the leaves of mangrove *Kandelia candel* during short-term stress. **PLoS One**, v. 9, n. 1, 2014.

WEIDONG, H. **Technique for processing fruit with *Avicennia marina***. CN101268796. Patente. 2008.

WELSH, Teresa S. Bibliometrics and Scientometrics. **Qualitative and Quantitative Methods in Libraries (QQML)**, v. 1, n. 3, p. 1-3. 2015.

WIPO. Classificação Internacional de Patentes in WIPO. Disponível em: <https://www.wipo.int/classificacoes/ipc/en/>. Acesso em: 30 abr. 2020.

WIPO. **Mangrove** in WIPO. Disponível em: <https://patentscope.wipo.int/search/pt/result.jsf>. Acesso em: 03 abr. 2020.

ZHENG, Chao et al. Antiproliferative metabolites from the endophytic fungus *Penicillium* sp. FJ-1 isolated from a mangrove *Avicennia marina*. **Phytochemistry Letters**. v.10, n. 2, p. 272-275. 2014.

Recebido em 20 de maio de 2020
Aceito em 25 de junho de 2021