

PERSPECTIVAS TECNOLÓGICAS PARA *Eucalyptus*: UMA META-ANÁLISE

Crislaine Costa Calazans – cris.calazans@yahoo.com.br

Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Biodiversidade
– Universidade Federal de Sergipe

Renata Silva-Mann – renatamann@academico.ufs.br

Departamento de Engenharia Agrônômica –
Universidade Federal de Sergipe

Juliana Lopes Souza – juliana_lopes_souza@live.com

Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Biodiversidade
– Universidade Federal de Sergipe

Valdinete Vieira Nunes – val_nunes@academico.ufs.br

Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Biodiversidade
– Universidade Federal de Sergipe

Resumo— A bioeconomia baseia-se no desenvolvimento sustentável através da aplicação do conhecimento de sistemas biológicos e da geração de inovações voltadas para o desenvolvimento de padrões ambientais que impactem a economia. O setor florestal é um dos setores que contribui significativamente para a bioeconomia. Este trabalho teve como objetivo realizar o mapeamento tecnológico de três espécies de *Eucalyptus* (*E. grandis*, *E. camaldulensis* e *E. urophylla*). Os dados das patentes foram prospectados usando-se o *Orbit Intelligence*. Utilizou-se na opção de busca avançada os termos “*Eucalyptus grandis*”, “*Eucalyptus camaldulensis*” e “*Eucalyptus urophylla*” sendo considerados os documentos que apresentavam essas palavras no título ou resumo. Os documentos foram computados individualmente, em relação ao status de registro, país de origem, Classificação Internacional de Patentes (CIP) e ano de depósito. Foram mapeados 123 documentos de patentes das bases em interface com o *Orbit Intelligence*. Desses, 59 referentes a espécie *E. grandis*, 45 a *E. urophylla* e 19 a *E. camaldulensis*. Das patentes prospectadas a partir de produtos tecnológicos envolvendo *E. grandis*, 26 foram incluídas no grupo de patentes em vigor e 33 expiradas. Para *E. urophylla* 20 patentes estão em vigor e 25 estão expiradas e para *E. camaldulensis* – quatro patentes em vigor e 15 patentes estão expiradas. O maior número de tecnologias patenteadas foi obtido a partir de processos desenvolvidos na China com 67% das patentes, seguida dos Estados Unidos (11%) e Brasil (10%). Foram identificados 15 domínios tecnológicos, dentre os quais destacam-se: Biotecnologia, Farmacêuticos, Química de Alimentos e Química de Materiais Básicos.

Palavras-chave— Bioeconomia, Orbit, patentes.

Abstract— Bioeconomy is based on sustainable development through the application of knowledge of biological systems and the generation of innovation aimed at the development of environmental standards that impact the economy. The forestry sector is one of that contributes significantly to the bioeconomy. This work aimed to carry out the technological mapping of three species of *Eucalyptus* (*E. grandis*, *E. camaldulensis* and *E. urophylla*). Patent data were prospectated and analyzed using Orbit Intelligence. The terms “*Eucalyptus grandis*”, “*Eucalyptus camaldulensis*” and “*Eucalyptus urophylla*” were used in the advanced search option and documents that presented those words in the title or abstract were considered. The documents found were classified individually, in relation to the legal status, protection country, technology domain and application year. 123 patent documents of the databases were mapped using the Orbit Intelligence interface. Of these, 59 refer to the species *E. grandis*, 45 to *E. urophylla* and 19 to *E.*

camaldulensis. Of the patents prospected for technological products involving *E. grandis*, 26 patents were included in the group of current and 33 are expired. For *E. urophylla* there are 20 current patents and 25 are expired, and for *E. camaldulensis* - four are current and 15 are expired. The largest number of patented technologies was obtained from processes developed in China with 67% of patents, followed by the United States (11%), and Brazil (10%). 15 technological domains were identified, among which the following stand out: Biotechnology, Pharmaceuticals, Food Chemistry and Basic Materials Chemistry.

Keywords— Bioeconomy, Orbit, patents.

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da bioeconomia é um importante determinante do crescimento sustentável da produtividade agrícola e florestal visando atender às metas de segurança alimentar e geração de emprego e renda. Produtos de base biológica, essenciais para a bioeconomia são, total ou parcialmente, derivados de recursos ou princípios biológicos renováveis. A bioeconomia enfrenta desafios, mas é considerada uma alternativa para uso aprimorado de recursos naturais por meio de tecnologias. O desenvolvimento de produtos biotecnológicos contribui significativamente para a conservação de recursos naturais e para melhorar ao acesso a alimentos para países em desenvolvimento (ROSEGRANT *et al.*, 2013).

Em todo o mundo, produtos de base biológica são predominantemente provenientes de produtos agrícolas e florestais (HADDAD; BRITZ; BÖRNER, 2019). As atividades de conservação e uso dos recursos genéticos florestais contribuem para a produção de genótipos superiores que são importantes para o aumento da produção de madeira e mitigação das mudanças climáticas. Essas atividades apoiam a bioeconomia global através do aumento do uso do potencial genético de espécies florestais (ORLOVIĆ *et al.*, 2014). A bioeconomia de base florestal engloba todas as atividades econômicas relacionadas às florestas e aos serviços de ecossistemas florestais. Portanto, considera não apenas as cadeias de valor baseadas na biomassa, mas também a utilização econômica de outros tipos de serviços ecossistêmicos (WINKEL, 2017). Ela baseia-se no desenvolvimento sustentável através da aplicação do conhecimento de sistemas biológicos e da geração de inovações voltadas para o desenvolvimento de padrões ambientais que impactem a economia. Portanto, a bioeconomia é um sistema integrado de abordagem voltada para o futuro e busca uma global otimização do sistema econômico (LEWANDOWSKI, 2018). Um número crescente de análises da literatura acadêmica sobre bioeconomia enfatiza a importância da pesquisa, aplicação e comercialização de biotecnologia em diferentes setores motores da economia (PÜLZL *et al.*, 2017).

A silvicultura, cultivo de árvores para o estabelecimento de florestas comerciais, é a principal fonte de biomassa para energia e madeira, usada, principalmente para aquecimento e produção de eletricidade, ou seja, bioenergia. O potencial aumento da produção de bioenergia depende do estabelecimento de plantações de árvores de curta rotação, como o eucalipto (WOŹNIAK; TYCZEWSKA; TWARDOWSKI, 2021). Os eucaliptos se tornaram uma das principais fontes mundiais de biomassa lenhosa para a produção de energia (THRALL *et al.*, 2011) e são os principais produtos de madeira, madeira serrada, madeira para celulose, lenha para combustível (LUO *et al.*, 2014). Dessa forma, o setor florestal é um dos setores que contribui significativamente na transição de mercado para a bioeconomia (MUSTALAHTI, 2018). As árvores de eucalipto, por meio da biotecnologia, foram modificadas geneticamente e podem ser colhidas após 5,5 ao invés de 7 anos (LEDFORD, 2014).

Pertencente à família botânica *Myrtaceae*, o gênero *Eucalyptus* inclui cerca de 300 espécies com a maioria originando-se na Austrália e Tasmânia, e possui representantes que despertam grande interesse para as indústrias biotecnológicas (RAMALHO *et al.*, 2020). Essas espécies são amplamente cultivadas em regiões tropicais, subtropicais e temperadas em todo o mundo, embora apenas algumas sejam plantadas comercialmente em uma escala significativa. Estima-se que 95% das propriedades rurais com plantios de eucaliptos no mundo compreendem apenas nove espécies (todas do subgênero *Symphyomyrtus*) e seus híbridos (ZHU *et al.*, 2017).

O setor florestal brasileiro se destaca no cenário mundial por possuir a diversidade das florestas nativas e a capacidade produtiva das florestas plantadas. No Brasil, cerca de 7,4 milhões de hectares de

plantações foram estabelecidos a partir de híbridos do gênero *Eucalyptus* (IBGE, 2017). Pesquisas baseadas na busca de inovações impulsionam o investimento no desenvolvimento de produtos e agregam valor de mercado aos produtos de base florestal.

A análise de patentes é um procedimento fundamental para o desenvolvimento de novos produtos e processos, uma vez que proporciona uma visão específica do estado da arte. Por meio dessa análise é possível ter conhecimento do mercado, identificando as empresas que estão investindo em PD&I naquele segmento de interesse, além de indicar a existência de um mercado potencial para a tecnologia (PARANHOS; RIBEIRO, 2018).

Os estudos de prospecção tecnológica podem ajudar a mapear os desenvolvimentos científicos e tecnológicos. Além de auxiliar na tomada de decisões, a prospecção é uma importante ferramenta na análise de viabilidade de projetos. As informações obtidas através dela ajudam na disseminação da pesquisa e estudos. Com isso, vê-se também a importância de se utilizar esses recursos para otimização nos processos, enriquecimento da pesquisa e um aprofundamento das relações entre as universidades e empresas (ALMEIDA; SAMPAIO; SEGUNDO, 2019).

Não foram localizados estudos anteriores semelhantes a este, entretanto, existem trabalhos com diferentes enfoques tecnológicos nos quais, foram citadas espécies de *Eucalyptus*. Entre eles, uma prospecção de tecnologia sobre o uso de enzimas para a indústria de celulose e papel, em que o Brasil é citado por possuir uma fábrica de celulose aplicando pré-tratamento de xilanase de eucalipto em operação contínua. (DEMUNER; JUNIOR; ANTUNES, 2011). Outro, trata da prospecção da tendência de desenvolvimento da indústria de fabricação de máquinas para painéis à base de madeira da China com o conceito de desenvolvimento científico (YAN, 2004). Em estudo realizado analisou-se patentes relacionadas a produção de carvão vegetal, e diversos redutores renováveis foram constatados com viabilidade para serem utilizados como bio-termorreduzidor, dos quais, foram citadas espécies de *Eucalyptus* (RODRIGUES; BRAGHINI-JUNIOR, 2019).

Para espécies com interesse econômico como, *E. grandis*, *E. camaldulensis* e *E. urophylla*, em que são desenvolvidos produtos inovadores com interesse industrial, a busca do estado da técnica a partir de dados obtidos pelo depósito de patentes denota de maneira mais atual a realidade da área de conhecimento, já que esse processo antecede a publicação de artigos científicos em países desenvolvidos. Tendo em vista o caráter de proteção dos direitos da tecnologia, as empresas buscam primeiramente proteger as inovações, deste modo, a divulgação das pesquisas realizadas não é tão impulsionada.

Assim, a realização de estudos de prospecção tecnológica torna-se importante, pois possui relevância para o mapeamento e a interpretação de informações tecnológicas que podem ser usadas para subsidiar os demais estudos com foco nos mesmos descritores.

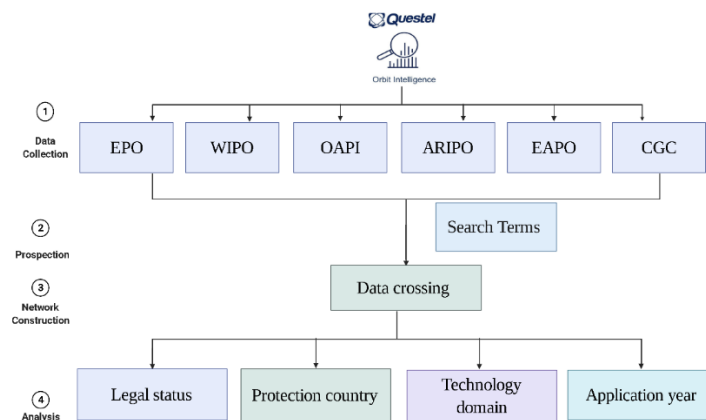
Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi realizar uma prospecção tecnológica sobre *Eucalyptus* a partir do mapeamento tecnológico de três espécies *E. grandis*, *E. camaldulensis* e *E. urophylla*, visando identificar o estado da arte, o número de patentes e os países com depósitos de pedidos de patentes em bases de inovação e tecnologia, nacionais e internacionais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os dados das patentes foram prospectados e analisados usando-se o software de pesquisa de patentes *Orbit Intelligence* (QUESTEL, 2020) com cobertura de publicações de 87 escritórios e das bases EPO - *European Patent Office*, WIPO - *World Intellectual Property Organization*, OAPI - *Organisation Africaine de la Propriété Intellectuelle*, ARIPO - *African Regional Intellectual Property Organization*, EAPO - *Eurasian Patent Organization* e CGC - *Chandigarh Group of Colleges*. Foram obtidas múltiplas formas de visualização e cruzamento de dados. Utilizou-se na opção de busca avançada os termos “*Eucalyptus grandis*”, “*Eucalyptus camaldulensis*” e “*Eucalyptus urophylla*”, sendo considerados os documentos que apresentavam essas palavras no título ou resumo. Não houve delimitação temporal nessa fase da pesquisa. Os documentos encontrados foram computados individualmente, em relação ao status de registro, país de origem, Classificação Internacional de Patentes (CIP) e ano de depósito; conforme apresentado no

fluxograma (Figura 1).

Figura 1. Fluxograma da metodologia aplicada para a meta-análise com base de dados de patentes relacionadas às espécies *Eucalyptus grandis*, *E. camaldulensis* e *E. urophylla*



Fonte: Autoria própria (2021)

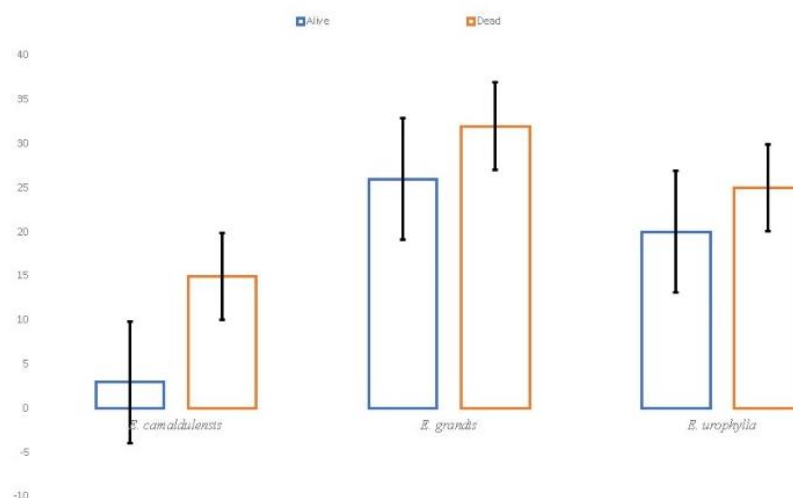
Os dados foram exportados nos formatos XLS e PDF obtendo-se múltiplos campos com informações de todas as patentes, incluindo reivindicações e famílias de patentes. As imagens de gráficos gerados e ilustrações foram exportadas no formato JPG.

Para análise dos dados coletados foram realizados múltiplos cruzamentos e visualizações, tendo como base os resultados de depositantes, inventores, Classificações Internacional de Patentes, domínio tecnológico, distribuição geográfica e temporal. Foi realizada a edição dos termos para análise, criados gráficos e utilizadas ferramentas de análise semântica baseada em conceitos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram mapeados 123 documentos de patentes das bases de dados em interface com o *Orbit Intelligence*. Desses, 59 referentes às espécies *E. grandis*, 45 de *E. urophylla* e 19 de *E. camaldulensis*. Das patentes prospectadas a partir de produtos tecnológicos envolvendo *E. grandis*, 26 foram incluídas no grupo de patentes em vigor e 33 expiradas. Para *E. urophylla* 20 patentes estão em vigor e 25 patentes expiradas. *E. camaldulensis* possui quatro patentes em vigor e 15 estão expiradas (Figura 2).

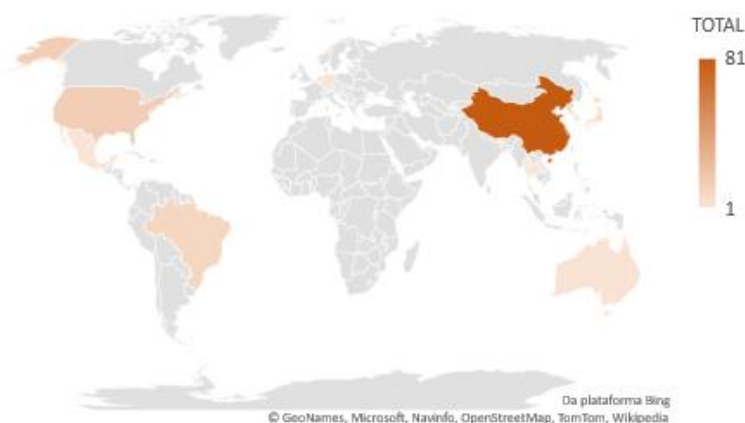
Figura 2. Número de tecnologias patenteadas em vigor e expiradas por espécie botânica



Fonte: Autoria própria (2021)

No mapa de distribuição geográfica das patentes por país de proteção, inclui-se as regiões de desenvolvimento de inovações, com destaque para os países com maior número de patentes depositadas (Figura 3).

Figura 3. Distribuição geográfica da origem de tecnologias patenteadas relacionadas às espécies *Eucalyptus grandis*, *E. urophylla* e *E. camaldulensis*



Fonte: Autoria própria (2021)

O maior número de tecnologias patenteadas foi obtido a partir de processos desenvolvidos na China com 67% das patentes, seguida dos Estados Unidos (11%), Brasil (10%), Japão (5%), Austrália (2%), Alemanha (2%) e Índia (2%) (TABELA I). A China é líder mundial na obtenção de registro de patentes nas mais diversas áreas. A aptidão silvicultural do país justifica os investimentos direcionados ao cultivo e melhoramento de clones de eucalipto. A maioria dos cerca de 4,4 milhões de hectares de plantios de eucalipto no sul da China foi estabelecida a partir de um número restrito de nove espécies, predominantemente de híbridos entre *E. urophylla* e *E. grandis* (WU *et al.*, 2017). Entretanto, programas de melhoramento envolvendo híbridos de *E. urophylla* e *E. camaldulensis* foram implementados a fim de fornecer genótipos mais adaptados ao sul da China com melhor taxa de crescimento, retidão do tronco e resistência ao vento (ZHU *et al.*, 2017).

O maior número de patentes depositadas no Brasil envolve *E. grandis* (9), seguida de *E. urophylla* (7). Essas espécies são foco no desenvolvimento de híbridos com características de importância silvicultural no país, elevada densidade básica, alto teor de lignina e de celulose. Não foram encontrados depósitos de patentes desenvolvidas para a *E. camaldulensis*. Esse fato pode estar relacionado ao baixo interesse na exploração comercial da espécie. Os trabalhos visando à produção de celulose têm se concentrado na seleção de populações e/ou clones das espécies *E. grandis* e *E. urophylla*, ou híbridos entre elas. Essas duas espécies são bem adaptadas e têm possibilitado ganhos expressivos em volume de madeira (VAILLANT *et al.*, 2018). Contudo, é importante a inclusão de alelos de outras espécies visando ampliar a base genética e possibilitar o melhoramento para outras características, além do volume. Uma das opções é o cruzamento dos melhores clones utilizados pelas empresas de celulose com clones superiores de *E. camaldulensis*, que também é adaptado às condições de cultivo prevalentes no Brasil e associa bom volume de madeira com alta densidade (BISON *et al.*, 2009).

TABELA I

Patentes relacionadas às espécies *Eucalyptus camaldulensis* (EC), *E. grandis* (EG), *E. urophylla* (EU).
Código, Origem das patentes, número de patentes e porcentagem

Código	Origem da patente	Número de patentes			Total	Porcentagem (%)
		EC	EG	EU		
BR	Brasil	0	9	3	12	10
CN	China	7	34	41	82	67
US	Estados Unidos	1	11	1	14	11
AU	Austrália	1	1	0	2	2
DE	Alemanha	2	0	0	2	2
IN	Índia	2	0	0	2	2
JP	Japão	3	3	0	6	5
MX	México	1	0	0	1	1
TH	Tailândia	1	0	0	1	1
KR	República da Coreia	0	1	0	1	1
Total		18	59	45	123	

Fonte: Autoria própria (2021)

Foram identificados 15 domínios tecnológicos, dentre os quais destacam-se os domínios: Biotecnologia, Farmacêuticos, Química de Alimentos e Química de Materiais Básicos (Figura 4). Um exemplo de produto biotecnológico surgiu de esforços para reduzir o teor de lignina total da planta por meio da engenharia genética e melhorar a eficiência no processamento. A lignina, um constituinte polifenólico das paredes das células vegetais com espessamento secundário, contribui significativamente para a recalcitrância da biomassa durante o processamento industrial. Alternativamente, as modificações que alteram a composição da lignina e sua interação com outros polímeros da parede celular exibem eficiência de processamento melhorada sem comprometer o rendimento de biomassa (MAHON; MANSFIELD, 2019).

Figura 4. Domínios tecnológicos das patentes relacionadas com as espécies *Eucalyptus grandis*, *E. urophylla* e *E. camaldulensis* conforme Classificação Internacional de Patentes (CIP)



As três espécies foram agrupadas seguindo-se a classificação conforme os domínios tecnológicos: *E. grandis* - (27) química de alimentos, (12) química de materiais básicos, (9) biotecnologia, (7) outras máquinas especiais, (5) farmacêuticos, (5) química orgânica, (4) tecnologia ambiental. *E. camaldulensis* - (6) química de materiais básicos, (5) biotecnologia, (4) química de alimentos e (2) farmacêuticos. *E. urophylla* - (28) química de alimentos, (6) química de materiais básicos, (10) biotecnologia, (1) farmacêuticos.

Os domínios tecnológicos são divididos de acordo com a CIP. Alguns exemplos de patentes registradas com os principais códigos nas três espécies são: código C12N15/00, que se refere a mutação ou engenharia genética; DNA ou RNA relativos à engenharia genética, vetores e plasmídeos ou seu isolamento, preparação ou purificação. Outro exemplo é o método de transformação genética, que visa transferir um gene alvo *AmCBL1* para *E. grandis* através da construção de um vetor de expressão com um gene marcador de segurança *PMI* (6-fosfomanose isomerase) como um marcador de seleção, fazendo uma pluralidade de experimentos de cultura de tecidos e métodos de transformação genética (PANG *et al.*, 2013). Também foram identificadas sequências regulatórias de polinucleotídeos isoladas a partir de *E. grandis* e *Pinus radiata* capazes de conferir transcrição polinucleotídea vascular preferencial a células de plantas. São também incluídos nesta invenção construções e métodos para uso das sequências regulatórias para modificação da transcrição de polinucleotídeos endógenos ou heterólogos (CLARE *et al.*, 2006). O Código A61K se refere a preparações para fins médicos, dentários dispositivos ou métodos especialmente adaptados para trazer produtos farmacêuticos em determinadas formas físicas ou de administração. Entre as patentes encontradas, uma trata da descoberta de que o fruto de *E. grandis* possui aldeído B e paeoniflorina A1 que têm um efeito inibidor de proliferação no câncer de cólon humano. O aldeído C de *E. grandis* e a paeoniflorina A1 podem inibir a proliferação do carcinoma hepatocelular humano. O aldeído B, aldeído C, paeoniflorina A1, paeoniflorina A2 não têm efeito inibitório notório na proliferação de adenocarcinoma de pulmão humano, mas tiveram efeito inibitório na proliferação de câncer de mama humano (XUEJIN; CHAO; JIARONG, 2019).

As espécies estudadas são versáteis, além dos usos conhecidos, como fonte de biomassa lenhosa para a produção de energia, madeira e na produção de celulose, possuem potencial para aplicação no desenvolvimento de produtos farmacêuticos. Compostos bioativos isolados de *E. camaldulensis* podem ser usados para o tratamento de hiperglicemia e/ou hipertensão, atividade funcional atribuída a presença do ácido oleico e ácido palmítico (LISA *et al.*, 2016). *E. camaldulensis* também tem uso para a obtenção preparos na medicina tradicional chinesa, para o tratamento de doenças cardíacas na gravidez (MINQIANG, 2017).

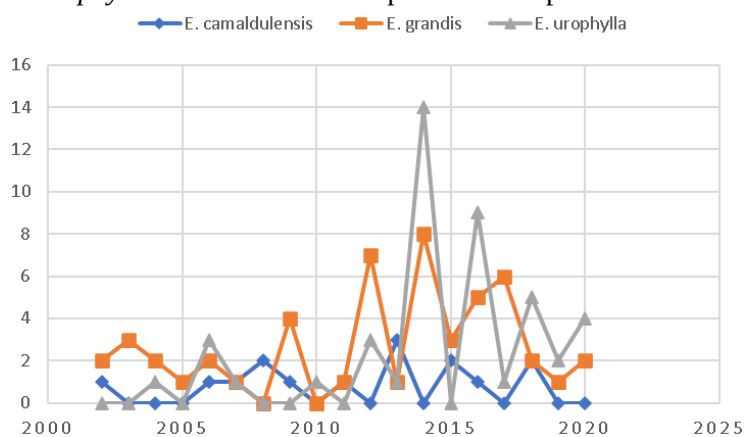
E. grandis possui compostos utilizados como ingrediente ativo de um antimicrobiano eficaz para controle de *Staphylococcus aureus*, uma bactéria gram-positiva que é resistente à meticilina e uma das principais causas de endocardite, osteomielite e infecções da pele e dos tecidos moles (LEE *et al.*, 2018; TURNER *et al.*, 2019). O agente antimicrobiano também é útil para o processamento antimicrobiano de fibra têxtil ou semelhante. Foi obtido, também, um produto tecnológico com uso na medicina veterinária, para o tratamento de parasitas da superfície corporal de suínos (LIUZHEN, 2016). E o óleo essencial extraído das folhas de *E. grandis* e *E. urophylla* foi utilizado para a obtenção de um antimicrobiano com ação potencial sobre *Aspergillus flavus*, *Penicillium citrinum*, *Aspergillus niger*, *Estafilococo aureus*, *Escherichia coli* e *Bacillus subtilis* (YUHONG; QI, 2015).

Na literatura científica, espécies de *Eucalyptus* possuem em seus óleos essenciais atividade biológica para uso como antidiabético, anti-helmíntico, antiviral, anti-histamínico, anti-inflamatório, antimalárico, antioxidante, analgésico, tratamento de doenças respiratórias, cicatrização de feridas, bloqueador de nervos e larvicida (DHAKAD *et al.*, 2018). Tal conhecimento indica o potencial dessas espécies para o desenvolvimento de novos produtos tecnológicos, especialmente, produtos farmacêuticos e produtos para a agricultura. O uso de óleos essenciais para combater bactérias pode ser uma alternativa eficaz, econômica e de menor impacto ambiental ao uso de produtos químicos sintéticos. Em estudo para obtenção do efeito bacteriano foi observada a eliminação de bactérias selecionadas de interesse alimentar. *E. camaldulensis* exibiu um amplo espectro de ação antimicrobiana apresentando ação inibitória contra *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis*, *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus* e *Bacillus subtilis* (XIOMARA;

FERNANDO, 2012).

Verificou-se que em 2002 foram obtidos os primeiros registros de patentes depositadas, o número de patentes registradas oscilou durante o período de 2002-2020 (Figura 5).

Figura 5. Evolução anual das patentes depositadas relacionadas às espécies *Eucalyptus grandis*, *E. urophylla* e *E. camaldulensis* por ano de depósito



Fonte: Autoria própria (2021)

O aumento do número de depósitos de patentes envolvendo *E. grandis* teve considerável crescimento atingindo o máximo em 2012 ao serem publicadas 17 patentes; e, em 2014 obteve-se 8. Para *E. urophylla* tornou-se mais expressivo em 2014 com 16, e em 2016 com 9. Para *E. camaldulensis* não se obteve aumento relevante do número de documentos.

É importante comentar sobre o ciclo da cultura de *Eucalyptus*, que demanda a espera de pelo menos 5 anos para a avaliação da árvore adulta, sendo o fator que contribui para o reduzido número de patentes, quando se compara com espécies anuais e de ciclo curto. Entretanto, por todos os usos dessas espécies amplamente discutidos na literatura, além da importância bioeconômica que possuem, espera-se que a tendência seja o surgimento de novos produtos nos próximos anos.

Outro motivo pelo qual espera-se um aumento das tecnologias baseadas nessas espécies se dá pelo seu uso no desenvolvimento de tecnologias ambientais, especificamente na remediação de solos contaminados (YONGXIA et al., 2013), que é um problema mundial para a saúde humana e para a produção segura de alimentos. Mudas de *E. grandis* foram utilizadas em técnica para remediar solo contaminado com cobre. A espécie apresentou elevado acúmulo de cobre extraído pelas raízes, permitindo a indicação como promissora para fins de fitoestabilização de solos contaminados com cobre (DE MARCO et al., 2017).

4 CONCLUSÃO

A China é o país com maior número de tecnologias patenteadas sobressaindo-se quanto à produção de patentes devido ao grande investimento do país em desenvolvimento tecnológico. O registro de inovações tecnológicas com base em três espécies de *Eucalyptus* (*E. grandis*, *E. camaldulensis* e *E. urophylla*) ainda é recente, com início dos depósitos em 2002, e com baixa média anual para as três espécies. *E. grandis* possui destaque com grande parte das patentes registradas, seguida de *E. urophylla* e com número menos expressivo, *E. camaldulensis*.

As inovações estão distribuídas principalmente nos domínios tecnológicos: biotecnologia, farmacêuticos, química de alimentos e química de materiais básicos. Ressalta-se o potencial das espécies para implementação de bases sustentáveis para a bioeconomia através do uso da biotecnologia, para seleção e melhoramento genético, visando incremento da produção e obtenção de características de interesse. Destacando-se patentes registradas nas três espécies com os principais códigos: código C12N15/00, que se

refere a mutação ou engenharia genética; DNA ou RNA relativos à engenharia genética, vetores e plasmídeos ou seu isolamento, preparação ou purificação, e A61K que se refere a preparações para fins médicos, dentários dispositivos ou métodos especialmente adaptados para trazer produtos farmacêuticos em determinadas formas físicas ou de administração.

Destaca-se ainda, o uso desses recursos genéticos para obtenção de fármacos e contribuição na indústria de alimentos. Contudo, embora o gênero *Eucalyptus* seja considerado de grande importância econômica e com relevante aporte para crescimento da bioeconomia, sobretudo no Brasil, espera-se o desenvolvimento de novas pesquisas e fomento de inovações para o setor.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, I. M.; SAMPAIO, G.; SEGUNDO, A. Technology foresight applied to ion propulsion. **Revista GEINTEC-Gestão, Inovação e Tecnologias**, v. 9, n. 1, p. 4758–4768, 24 mar. 2019.
- BISON, O. et al. Dialelo parcial entre clones de *Eucalyptus camaldulensis* e clones de *E. urophylla*, *E. grandis* e *E. saligna*. **Revista Árvore**, v. 33, n. 3, p. 395–402, 2009.
- CLARE, E. et al. **Molécula nucleica e polinucleotídeo isolados, célula de planta, planta e planta transgênica e métodos de regulação do teor de lignina de uma planta e de obtenção de madeira**. Depositante: ARBORGEN LLC. BR0316455A. Depósito: 21 nov. 2003. Concessão: 24 jan. 2006.
- DE MARCO, R. et al. Amenizante orgânico e *Eucalyptus grandis* para fitoestabilização de solo contaminado com cobre. **Floresta e Ambiente**, v. 24, p. 29315, 2017.
- DEMUNER, B. J.; JUNIOR, N. P.; ANTUNES, A. M. S. Technology prospecting on enzymes for the pulp and paper industry. **Journal of Technology Management and Innovation**, v. 6, n. 3, p. 148–158, 2011.
- DHAKAD, A. K. et al. Biological, medicinal and toxicological significance of Eucalyptus leaf essential oil: a review. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 98, n. 3, p. 833–848, 2018.
- HADDAD, S.; BRITZ, W.; BÖRNER, J. Economic impacts and land use change from increasing demand for forest products in the European bioeconomy: A general equilibrium based sensitivity analysis. **Forests**, v. 10, n. 1, 2019.
- IBGE. **The Brazilian Institute of Geography and Statistics (in Portuguese)**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pevs/tabelas>. Acesso em: 10 set. 2020.
- LEDFORD, H. Brazil considers transgenic trees. **Nature**, v. 512, n. 7515, p. 357, 2014.
- LEE, A. S. et al. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. **Nature Reviews Disease Primers**, v. 4, n. May, p. 1–23, 2018.
- LEWANDOWSKI, I. **Bioeconomy: Shaping the Transition to a Sustainable, Biobased Economy**. Stuttgart, Germany: Springer University of Hohenheim, 2018.
- LISA, A. L. R. **Extracts from *Eucalyptus camaldulensis* for the treatment of hyperglycemia and hypertension**. Depositante: DU MINQIANG. CN106309990A. Depósito: 16 out. 2016. Concessão: 11 jan. 2017.
- LIUZHEN, Z. **Chinese medicinal composition for treating pig ectozoa and preparation method thereof**. Depositante: LUCHUAN SHANLUO ZHENXING PIG FARMS. CN105920469A. Depósito: 27 jun. 2016. Concessão: 07 set. 2016.
- LUO, J. et al. Genetic variation in *Eucalyptus camaldulensis* and *E. tereticornis* for early growth and susceptibility to the gall wasp *Leptocybe invasa* in China. **Euphytica**, v. 196, n. 3, p. 397–411, 2014.
- MAHON, E. L.; MANSFIELD, S. D. Tailor-made trees: engineering lignin for ease of processing and tomorrow's bioeconomy. **Current Opinion in Biotechnology**, v. 56, p. 147–155, 2019.
- MINQIANG, D. **Traditional Chinese medicine preparation for treating pregnancy heart disease**. Depositante: UNIV THE WEST INDIES. US9278081B2. Depósito: 04 out. 2013. Concessão: 08 mar. 2016.
- MUSTALAHTI, I. The responsive bioeconomy: The need for inclusion of citizens and environmental capability in the forest based bioeconomy. **Journal of Cleaner Production**, v. 172, p. 3781–3790, 2018.
- ORLOVIĆ, S. et al. Forest genetic resources to support global bioeconomy. **Annals of Silvicultural Research**, v. 38, n.

2, p. 51–61, 2014.

PANG, T.; YIN, W.; YIN, X. X. **Transformation method of *Eucalyptus grandis***. Depositante: Univ Beijing Forestry. CN102660575. Depósito: 12 set. 2012. Concessão: 04 nov. 2013.

PARANHOS, R. C. S.; RIBEIRO, N. M. Importância da Prospecção Tecnológica em Base em Patentes e seus Objetivos da Busca. **Cadernos de Prospecção**, v. 11, n. 5, p. 1274, 10 dez. 2018.

PÜLZL, H. et al. The role of forests in bioeconomy strategies at the domestic and EU level. In: HETEMAK, L. et al. (Eds.). **Towards a sustainable European forest-based bioeconomy – assessment and the way forward**. European F ed. Columbia. p. 163. 2017.

QUESTEL. **Orbit IP Business Intelligence**. Disponível em: <https://www.questel.com/software/ipbi/>. Acesso em: 17 set. 2020.

RAMALHO, M. et al. Atividade antiaderente dos óleos essenciais de *Eucalyptus globulus* e *Eucalyptus citriodora*. **Journal of Chemical Information and Modeling**, v. 9, n. 9, p. 21–25, 2020.

RODRIGUES, T.; BRAGHINI-JUNIOR, A. **Technological prospecting in the production of charcoal: A patent study** **Renewable and Sustainable Energy Reviews**. Elsevier Ltd, , 1 set. 2019.

ROSEGRANT, M. W. et al. Water and food in the bioeconomy: Challenges and opportunities for development. **Agricultural Economics (United Kingdom)**, v. 44, n. SUPPL1, p. 139–150, 2013.

THRALL, P. H. et al. Evolution in agriculture: The application of evolutionary approaches to the management of biotic interactions in agro-ecosystems. **Evolutionary Applications**, v. 4, n. 2, p. 200–215, 2011.

TURNER, N. A. et al. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*: an overview of basic and clinical research. **Nature Reviews Microbiology**, v. 17, n. 4, p. 203–218, 2019.

VAILLANT, A. et al. Genetic effect in leaf and xylem transcriptome variations among *Eucalyptus urophylla* x *grandis* hybrids in field conditions. **Silvae Genetica**, v. 67, n. 1, p. 57–65, 2018.

WINKEL, G. **Towards a sustainable European forest-based bioeconomy. Assessment and the way forward**. European F ed. Columbia. 2017.

WOŹNIAK, E.; TYCZEWSKA, A.; TWARDOWSKI, T. Bioeconomy development factors in the European Union and Poland. **New Biotechnology**, v. 60, n. August 2020, p. 2–8, 2021.

WU, S. et al. Genetic variation and genetic gain for energy production, growth traits and wood properties in *Eucalyptus* hybrid clones in China. **Australian Forestry**, v. 80, n. 1, p. 57–65, 2017.

XIOMARA, Y. R.; FERNANDO, C. M. O. Composición química y actividad antibacteriana del aceite esencial de las especies *Eucalyptus globulus* y *E. camaldulensis* de tres zonas de Pamplona (Colombia). **Revista de la Facultad de Ciencias Básicas**, v. 10, n. 1, p. 56–61, 2012.

XUEJIN, L.; CHAO, W.; JIARONG, Z. **Use of paeoniflorin A1 for preparation of drugs for treatment of human colon cancer**. Depositante: HUAIAN ANLAI BIOTECHNOLOGY CO LTD. CN109172553A. Depósito: 06 set. 2018. Concessão: 11 jan. 2019.

YAN, M. A. Current Developing in the Woodworking and Wood-based Panel Machinery Industry in China. **China Wood Industry**, v. 1, 2004.

YONGXIA, J. et al. **Application of *Eucalyptus grandis* in restoration of soil polluted by rare earth element lanthanum**. Depositante: UNIV SICHUAN AGRICULTURE. CN102744248B. Depósito: 06 jun. 2012. Concessão: 31 jul. 2013.

YUHONG, T.; QI, Z. **Application of essential oil from leaves of *Eucalyptus urophylla* e *E. grandis*, Guanglin 9 as bacteriostatic drug**. Depositante: UNIV GUANGXI SCI & TECHNOLOGY. CN104435130A. Depósito: 12 dez. 2014. Concessão: 25 mar. 2015.

ZHU, Y. et al. Genetic parameters for growth traits and stem-straightness in *Eucalyptus urophylla* x *E. camaldulensis* hybrids from a reciprocal mating design. **Euphytica**, v. 213, n. 7, 2017.