

Panorama das Inovações Tecnológicas para a Conservação de Sementes

Overview of Technological Innovations for Seed Conservation

Valdinete Vieira Nunes¹

Crislaine Costa Calazans¹

Juliana Lopes Souza¹

Renata Silva-Mann¹

¹Universidade Federal de Sergipe, Aracaju, SE, Brasil

Resumo

Neste artigo objetivou-se mapear as inovações tecnológicas desenvolvidas para a conservação de sementes. Realizou-se um levantamento de patentes depositadas utilizando a ferramenta Orbit Intelligence e o termo “Seed AND conservation”. Foram considerados documentos que apresentaram esse termo no título e no resumo. As patentes foram avaliadas quanto à distribuição geográfica das tecnologias geradas, cessionários e anos de depósitos, conceito e as áreas de domínio tecnológico. Verificou-se um total de 830 patentes distribuídas geograficamente em 47 países, além daqueles que fazem parte da Organização Regional Africana da Propriedade Industrial, da Organização Europeia de Patentes e da Organização Mundial da Propriedade Intelectual. A China destacou-se com o maior número de tecnologias, os principais conceitos relacionados a tais tecnologias são: sementes, plântulas e solo. As instituições cessionárias são em sua maioria chinesas, verificou-se aumento nos depósitos a partir de 2016. Foram identificadas 29 áreas de domínio tecnológico. As inovações tecnológicas desenvolvidas são baseadas em espécies que possuem potencial econômico.

Palavras-chave: Patentes. Orbit Intelligence. Agricultura.

Abstract

The objective was to map the technological innovations developed for seed conservation. A search of deposited patents was carried out using the Orbit Intelligence tool and the term Seed AND conservation. Documents that presented this term in the title and abstract were considered. Patents were assessed for the geographic distribution of the technologies generated, assignees, years of deposits, concept and areas of technological. A total of 830 patents were verified geographically distributed in 47 countries plus those that are part of the Regional African Industrial Property Organization, European Patent Organization and World Intellectual Property Organization. China stood out with the largest number of technologies and the main concepts related to these are: seeds, seedlings and soil. The assigner's institutions are mostly Chinese, there was an increase in deposit as of 2016. 29 areas of technological domain were identified. The technological innovations developed are based on species that have economic potential.

Keywords: Patents. Orbit Intelligence. Agriculture.

Área Tecnológica: Inovação. Prospecção Tecnológica. Propriedade Intelectual.



1 Introdução

As sementes são fundamentais para a produção agrícola, segurança alimentar, obtenção de moléculas de valor industrial e conservação *ex situ* de recursos genéticos vegetais. São estruturas compostas de vários compartimentos geneticamente distintos: embrião, endosperma e tecidos maternos, que se desenvolvem de forma altamente coordenada para garantir a sobrevivência da planta embrionária (INGRAM; NORTH; LEPINIEC, 2018).

Em linhas gerais, pode-se considerar dois grandes grupos de sementes, as sementes que sobrevivem com baixos teores de umidade, chamadas de sementes ortodoxas, e aquelas que são incapazes de suportar tal perda de água e são chamadas de recalcitrantes (ROBERTS, 1973; AZARKOVICH, 2020).

As sementes ortodoxas podem apresentar um estado quiescente, no qual o crescimento é suspenso e ocorre a repressão dos processos metabólicos até que são retomados com a reidratação na embebição das sementes (WATERWORTH; BRAY; WEST, 2019). Esse estado confere a esses propágulos uma alta longevidade e favorece sua conservação por longos períodos em armazenamento, enquanto as sementes recalcitrantes possuem baixa longevidade e sua conservação consiste em um desafio para os campos da ciência e da inovação tecnológica.

Grande parte das culturas agrícolas possuem sementes ortodoxas (COSTA *et al.*, 2017; SOLBERG *et al.*, 2020), e, por sua vez, o desafio consiste na obtenção de lotes com alta qualidade e no desenvolvimento de estratégias que permitam a manutenção dessa qualidade durante o armazenamento. Isso porque as sementes utilizadas para o estabelecimento de culturas agrícolas são colhidas, armazenadas com baixo teor de água, comercializadas e semeadas em épocas selecionadas pelos produtores e agricultores (FINCH-SAVAGE; BASSEL, 2016).

O armazenamento de sementes é um dos métodos de conservação de recursos genéticos mais importante e utilizado, caracterizando a conservação *ex situ*, ou seja, a conservação fora do local de origem do vegetal. A conservação *ex situ* por meio do armazenamento trata-se de uma importante estratégia para programas de conservação de espécies ameaçadas de extinção, além de ser uma boa plataforma para o desenvolvimento de pesquisa sobre os componentes da diversidade biológica (SOUZA *et al.*, 2020). Além disso, as técnicas de armazenamento para conservação *ex situ* são empregadas na manutenção da qualidade de sementes comerciais pela indústria agrícola. O uso de técnicas apropriadas de armazenamento pode expandir a longevidade de sementes, por exemplo, em dez vezes para grandes culturas agrícolas (SOLBERG *et al.*, 2020). Entretanto, a eficácia da técnica está relacionada tanto às condições de armazenamento quanto à qualidade das sementes.

A qualidade da semente está relacionada às características mensuráveis, como a viabilidade, ou seja, a capacidade de germinar, o vigor, a qualidade genética e a pureza, a ausência de pragas, patógenos e danos mecânicos (MATTHEWS *et al.*, 2012). E, entre os fatores que podem afetar a qualidade, estão as práticas de cultivo, as condições climáticas, o estágio de desenvolvimento da semente durante a coleta e o processamento pós-colheita. Esses aspectos são altamente relevantes para a conservação sob armazenamento das sementes, tanto para a indústria quanto para a manutenção de recursos genéticos em bancos de germoplasma. Por isso, a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) estabelece padrões para a conservação de sementes que são frequentemente atualizados com o avanço em informação e tecnologia (FAO, 2014).

O sucesso na germinação é crítico para a propagação da planta e é essencial para a agricultura, outra característica desejada é o alto vigor das sementes, que, por sua vez, trata-se da germinação rápida e uniforme e do estabelecimento de mudas robustas, tolerante a condições ambientais adversas (FINCH-SAVAGE; BASSEL, 2016). A tolerância para a dessecação, aliada à longevidade das sementes ortodoxas sob armazenamento, permite a transmissão de informação genética entre gerações como eficaz forma de propagação, garantindo a germinação somente em ambientes apropriados e ao longo do tempo.

Na agricultura moderna são requeridos lotes de sementes de alta qualidade e que possibilitem o estabelecimento de mudas tolerante aos estresses ambientais, essas características também são desejadas na conservação *ex situ* de recursos genéticos vegetais em bancos de sementes (WATERWORTH; BRAY; WEST, 2019).

A pesquisa agrícola e as melhorias tecnológicas são cruciais para aumentar a produtividade agrícola e, assim, atender à demanda por alimentos sem degradação irreversível dos recursos naturais, bem como para conservar os recursos genéticos vegetais. Tecnologias atuais, como as ferramentas de edição de genoma (por exemplo, Nucleases Dedo de Zinco (ZFNs), Nucleases Efetoras Semelhantes a Ativadores de Transcrição (TALENs) e o sistema de Repetições Palindrômicas Curtas Agrupadas e Regularmente Interespaçada (CRISPR)); o RNA de interferência; e a reprodução assistida por marcadores, permitem uma engenharia genética robusta em muitas espécies de plantas (BANSAL; LENKA; MONDAL, 2014; ARAK; ISHII, 2015) e podem ser utilizadas para a geração de inovações tecnológicas na área agrícola e florestal.

Inovações tecnológicas relacionadas à conservação de sementes são de grande relevância para a agricultura moderna, bem como para a conservação *ex situ* de espécies agrícolas e florestais. Dessa forma, com o presente estudo, objetivou-se mapear as inovações tecnológicas desenvolvidas para a conservação de sementes.

2 Metodologia

A prospecção tecnológica foi realizada por meio da plataforma de inteligência Orbit Intelligence, sistema de busca e análise com informações de patentes de mais de 90 países, desenvolvido pela Questel Academy.

Para a prospecção, utilizou-se a opção de busca avançada e o termo “Seed AND conservation”, sendo considerados os documentos que apresentavam esse termo no título e no resumo. Não houve delimitação temporal nem espacial durante a realização da prospecção com a finalidade de identificar o máximo possível de inovações tecnológicas.

Todos os dados foram levantados por meio da plataforma Orbit Intelligence em setembro de 2020. Os dados obtidos foram submetidos a análises visando à identificação do total de patentes relacionadas à conservação de sementes, o número de patentes vigentes e a situação legal dessas tecnologias.

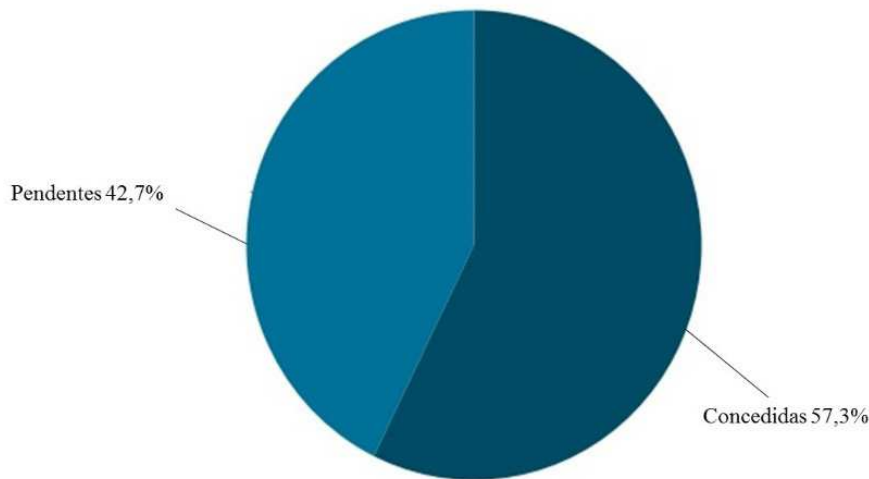
Em segunda etapa do estudo, foram analisados para as patentes vigentes a distribuição geográfica das tecnologias geradas, as instituições cessionárias e os anos de depósitos, os conceitos relacionados às patentes depositadas pelos principais cessionários e as áreas de domínio da tecnologia. São 35 áreas de domínio da tecnologia que foram criados pela Questel (2021)

com base nas classes e nas subclasses presentes na Classificação Internacional de Patentes (CIP) e que possibilitam uma visualização simplificada sobre as áreas nas quais as inovações tecnológicas estão inseridas.

3 Resultados e Discussão

A prospecção de tecnologias patenteadas relacionadas à conservação de sementes na plataforma Orbit Intelligence retornou um total de 830 documentos. Desse total, apenas 393 patentes permanecem vigentes. Avaliando a situação legal para o total de patentes vigentes, verifica-se que 57,9% são patentes concedidas (Figura 1).

Figura 1 – Situação legal do depósito de inovações tecnológicas relacionadas à conservação de sementes



Fonte: Questel (2020)

Inovações tecnológicas relacionadas à conservação de sementes têm distribuição geográfica ampla em 47 países, sendo eles: China, Estados Unidos da América, México, Austrália, Espanha, Canadá, Alemanha, Reino Unido, Japão, França, Índia, República da Coreia, Nova Zelândia, Taiwan, Brasil, Suíça, Federação Russa, Áustria, Itália, Holanda, Polônia, África do Sul, Dinamarca, Irlanda, Filipinas, Suécia, Ucrânia, Argentina, Bélgica, Chile, Grécia, Hong Kong, Portugal, Hungria, Singapura, Turquia, Bulgária, Colômbia, República Tcheca, Israel, Malásia, Eslovênia, Eslováquia, Vietname, Finlândia, Islândia e Luxemburgo. Além dos demais países que fazem parte da Organização Regional Africana da Propriedade Industrial (ARIPO), da Organização Europeia de Patentes (OPE/EPO) e da Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI) (Figura 2).

Figura 2 – Distribuição geográfica de inovações tecnológicas relacionadas à conservação de sementes

Fonte: Questel (2020)

A China destaca-se como o país com o maior número de inovações tecnológicas (336 patentes) e detém 93,13% das patentes voltadas para a conservação de sementes, quando comparada aos demais países, verifica-se diferença considerável.

Para atender à demanda doméstica de alimentos, a agricultura é tratada como uma das principais áreas estratégicas da China. Embora sua contribuição para o PIB e o emprego total tenham caído ao longo do tempo, a produção bruta das principais *commodities* agrícolas da China continuou a aumentar (SHENG; SONG, 2019). Esse crescimento da produtividade permitiu uma crescente importância da China nos mercados mundiais de alimentos (WANG *et al.*, 2019).

O crescimento da produtividade foi decorrente das reformas institucionais que reduziram as relações trabalho/terra, do progresso tecnológico e do investimento em infraestrutura e biotecnologia (SHENG; SONG, 2019). Além disso, há o crescente *lobby* de empresas produtoras de sementes detentoras de proteção patentária para organismos geneticamente modificados (OGM) ou *sui generis* devido às mudanças na política nacional de biotecnologia (DENG *et al.*, 2020). Essas mudanças de política podem justificar o maior número de inovações tecnológicas com origem geográfica nesse país.

O país mais próximo no *ranking* é os Estados Unidos com 34 patentes que representam 8,65% do total de patentes. Esse país figura como o segundo maior do mundo em termos de terras agrícolas (FAO, 2018).

Os desafios na agricultura para os Estados Unidos estão relacionados à redução da água subterrânea que durante o período de 1900 a 2008 totalizou aproximadamente 1.000 km³ (WALTON, 2013) e, de acordo com Serviço de Pesquisa Econômica e o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, a taxa de esgotamento das águas subterrâneas aumentou acentuadamente desde 1950, atingindo a máxima de quase 25 km³ por ano durante o período de 2000-2008 (ERS-USDA, 2020).

Ressalta-se que nos Estados Unidos existe um regulamento aprovado e implementado que prevê a “Introdução de organismos e produtos alterados ou produzidos por engenharia genética que são pragas de plantas ou que há razão para acreditar que sejam pragas de plantas” (USDA-APHIS, 1987) revisado em 2020 pela SECURE Rule (*Sustainable, Ecological, Consistent, Uniform, Responsible, Efficient Ruler*) (USDA-APHIS, 2020). Dessa forma, a maioria das plantas geneticamente modificadas foi regulamentada pelo USDA-APHIS, e os Estados Unidos é a nação com a maior produção de cultivares Organismos Geneticamente Modificados (OGM). Inicialmente os produtos agrícolas oriundos da biotecnologia se davam pela engenharia genética com *Agrobacterium tumefaciens*, mais recente novos produtos têm sido desenvolvidos usando sobretudo ferramentas de edição do genoma da planta pela deleção de nucleotídeos que removeram a função do gene-alvo, seja por meio de ZFNs, TALENS ou CRISPR/cas9 (MCCAMMON; MENDELSON, 2019).

Para o Brasil, foram verificados o registro de apenas oito patentes, que representam em torno de 2% do total de documentos. Considerando que o Brasil é o quarto maior do mundo em termos de terras agrícolas (FAO, 2018) e que tem produzido maior quantidade de produtos agrícolas ao longo dos anos, sem aumentar, na mesma proporção, a área plantada devido às novas tecnologias desenvolvidas pela pesquisa agrícola (CORDEIRO; ROMEIRO, 2020), chama a atenção esse baixo número de inovações tecnológicas para conservação de sementes.

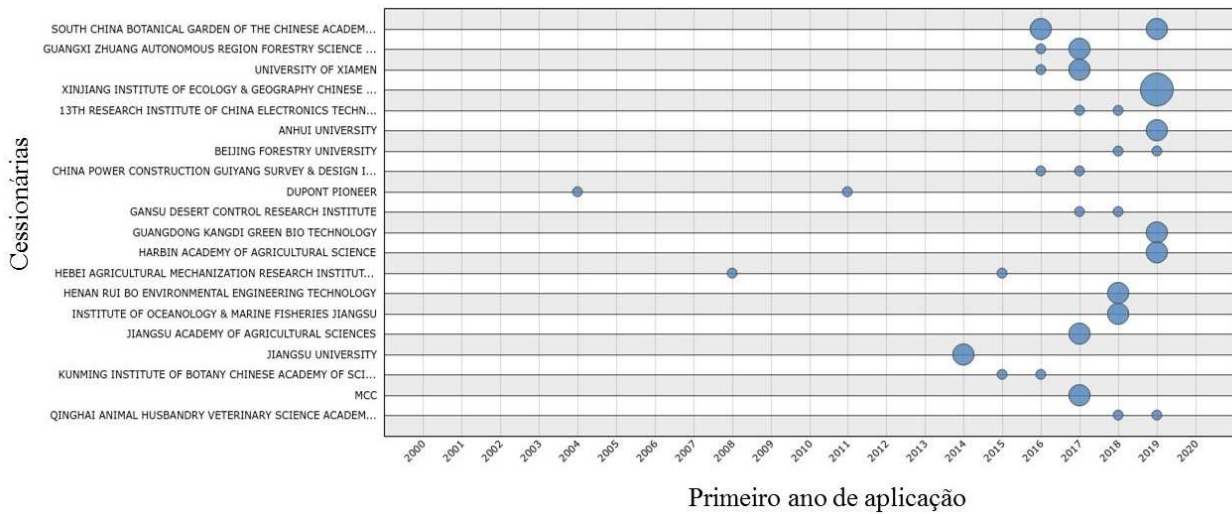
No Brasil, a produção de sementes é voltada para grandes culturas agrícolas e sementes de forrageiras tropicais (CORDEIRO; ROMEIRO, 2020). O instrumento legal que regulamenta essa proteção no país é a Lei de Proteção de Cultivares (Lei n. 9.456, de 25 de abril de 1997) (BRASIL, 1997). Essa lei confere proteção para inovações tecnológicas obtidas pelo melhoramento genético vegetal tradicional, ou seja, sem a aplicação de modificações genéticas artificiais, entretanto, o Brasil está entre os maiores produtores de alimentos geneticamente modificados (WONG; CHAN, 2016).

No setor de produção de sementes, duas grandes empresas do agronegócio se destacam com atividades no país, a Bayer, que possui sede na Alemanha, e a Syngenta, com sede na Suíça. Contudo, considerando o desenvolvimento de tecnologias para a conservação de sementes, estas apresentaram um número pouco expressivo de tecnologias.

Entre o total de patentes analisado neste estudo, verificou-se uma referente à conservação de sementes desenvolvida pela Syngenta, essa patente trata de um método de tratamento de sementes com um fungicida à base de estrobilurina (compostos químicos extraídos do fungo *Strobilurus tenacellus* (Pers.) Singer), usado para melhorar a qualidade do lote e a vida em prateleira das sementes, ou seja, mantendo a conservação dessas sementes por um maior período (HALEY, 2004).

Com relação aos períodos de depósito de patentes que estão vigentes e são relacionadas às inovações tecnológicas para a conservação de sementes, de forma geral, verifica-se que esses depósitos tiveram início no ano de 2004, e, até o ano de 2015, menor frequência de depósitos foram observados. A partir do ano de 2016, esses depósitos aumentaram consideravelmente e, analisando as instituições cessionárias, verifica-se que são majoritariamente instituições públicas ou empresas da China, com exceção da empresa americana DuPont Pioneer Hi-Bred International, uma produtora de sementes para agricultura (Figura 3).

Figura 3 – Depósito de patentes relacionadas à conservação de sementes por ano das instituições cessionárias

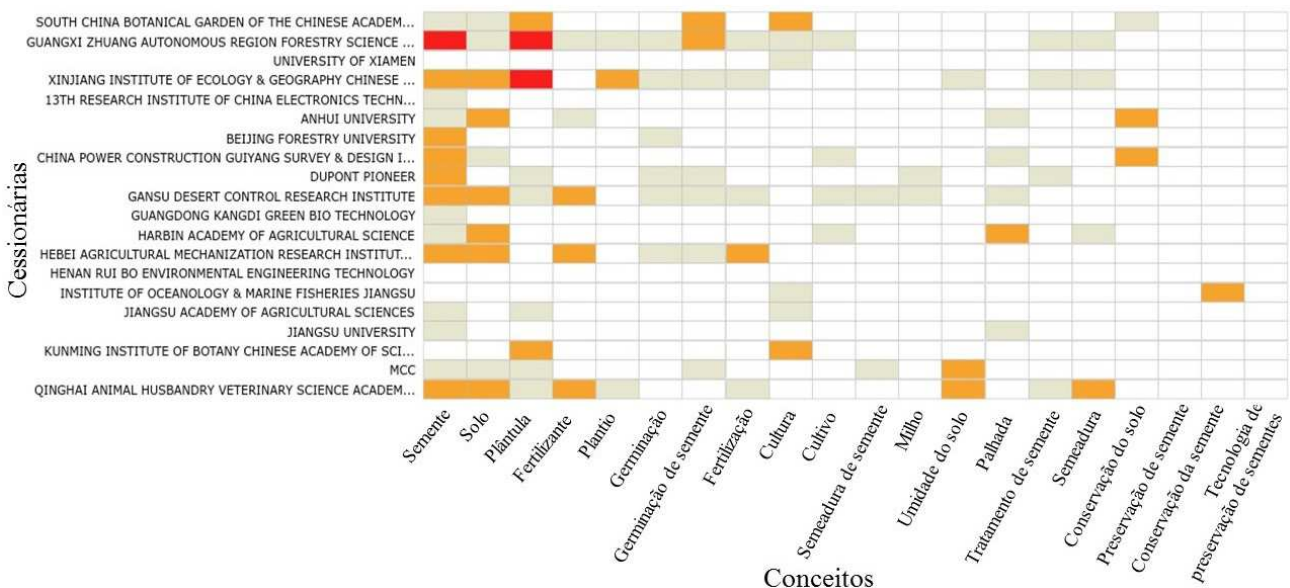


Fonte: Questel (2020)

O aumento de depósitos de patentes a partir de 2016 pode estar relacionado ao avanço da ciência, especificamente na engenharia genética, realizada com sucesso para várias espécies de plantas, empregando ferramentas de edição do genoma, RNA de interferência e reprodução assistida por marcadores (BANSAL; LENKA; MONDAL, 2014; ARAKI; ISHII, 2015).

Quando avaliadas essas inovações tecnológicas, considerando as áreas conceituais as quais estão inseridas, verifica-se que sementes, plântulas e solo são os conceitos com maior destaque (Figura 4).

Figura 4 – Área conceitual por instituições cessionárias para patentes relacionadas à conservação de sementes



Fonte: Questel (2020)

As inovações tecnológicas inseridas dentro da área conceitual sementes tratam principalmente do beneficiamento e do melhoramento da qualidade e da conservação de sementes

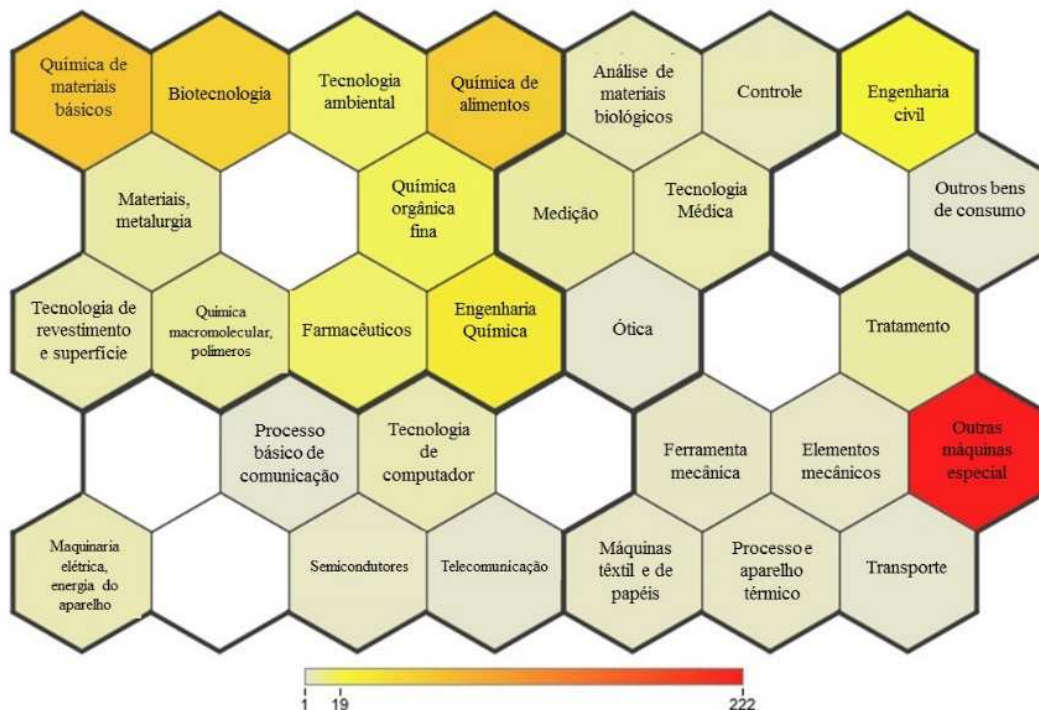
especialmente para a produção em áreas com solos áridos e de baixa retenção de água, regiões secas, regiões de frio intenso e regiões salinas. Essas inovações também estão relacionadas ao desenvolvimento de sensores para o monitoramento de sementes no solo, métodos de semeadura e propagação, com o objetivo de aumentar o percentual de germinação. Além do uso de inoculantes à base de microrganismos com funções benéficas, visando melhorar a conservação das sementes ou seu desenvolvimento em campo.

Para a área conceitual de plântulas, as inovações tecnológicas estão relacionadas ao melhoramento das plântulas, com o propósito de aumentar a taxa de sobrevivência em diferentes condições ambientais. Também foram identificadas inovações tecnológicas voltadas para a engenharia genética com aplicação na regulação e no controle do crescimento vegetativo de plantas e tamanho de semente.

A área conceitual solos, é formada por inovações tecnológicas voltadas para a dosagem da quantidade de sementes a serem inseridas no solo, melhoramento da estrutura e proteção ecológica do solo, máquinas agrícolas para a semeadura ou distribuição de fertilizantes e métodos de cultivos para regiões de desertificação.

Para as inovações tecnológicas relacionadas à conservação de sementes, foram identificadas 29 áreas de domínio tecnológico, conforme a Classificação Internacional de Patentes, sendo aquelas com maior destaque: outras máquinas especiais, química dos materiais básicos, química de alimentos e biotecnologia (Figura 5).

Figura 5 – Área de domínio tecnológico de patentes relacionadas à conservação de sementes por ano das instituições cessionárias



Fonte: Questel (2020)

As áreas de domínio tecnológico com destaque estão relacionadas com as áreas conceitual de maior relevância e indicam as principais situações-problemas para as quais se buscam soluções, visando a aumentar a produtividade para suprir a crescente demanda nacional e internacional.

Considerando os dados obtidos pela plataforma Orbit Intelligence, as inovações tecnológicas relacionadas com a conservação de sementes com registro no Brasil são todas desenvolvidas por pesquisadores de outros países. Fato que indica necessidade da transferência do conhecimento científico gerado em instituições brasileiras para a aplicação no desenvolvimento de produtos tecnológicos, que podem ser não somente para a conservação de sementes, mas também para melhorar sua qualidade e capacidade de desenvolvimento, especialmente considerando um cenário de mudanças climáticas.

Além disso, é importante considerar que o Brasil possui um grande número de espécies agrícolas e florestais, cada uma com suas especificidades, e que as sementes, além da função de propagação das espécies, também são estruturas complexas e possuem moléculas de interesse industrial, como exemplo, é possível citar os compostos fenólicos que podem ser ácidos fenólicos, flavonoides, taninos e estilbenos (SINGH *et al.*, 2017; FIGUEROA *et al.*, 2018).

As inovações tecnológicas relacionadas à conservação de sementes foram desenvolvidas em sua maioria para sementes de espécies agrícolas, sendo algumas delas arroz (*Oryza sativa* L.), milho (*Zea mays* L.), trigo (*Triticum aestivum* L.), tabaco (*Nicotiana tabacum* L.), falso ginseng (*Panax pseudoginseng* Wall.).

As inovações desenvolvidas com espécies agrícolas estão voltadas principalmente para a conservação da qualidade das sementes durante o plantio e ao longo do tempo no solo e envolvem o uso de fertilizantes, soluções líquidas (YONGGUANG *et al.*, 2016), películas (XIAOLI, 2017), blocos (QINGYE *et al.*, 2019) ou outras estruturas (HAIXIN *et al.*, 2018) que permitam a retenção e a disponibilidade de água por mais tempo no solo, especificamente para áreas mais secas. Além disso, há o uso de máquinas para semeadura com aplicação de fertilizantes que ajudam na manutenção da qualidade das sementes (JUNJIE *et al.*, 2012; CHUNYUN; JIN; MINGLIANG, 2013; WEI, 2018) e para a colheita, a limpeza e a separação das sementes (KAIDONG *et al.*, 2017; QINGHUI; JINWEN; GUANGXIN, 2019), que serão posteriormente armazenadas e mantidas conservadas até o momento da comercialização. Também foram verificados produtos voltados para acelerar o processo de germinação e desenvolvimento de plântulas e para a proteção de pragas e doenças (QUN *et al.*, 2016) e engenharia genética para a regulação de desenvolvimento vegetativo e pureza genética de sementes (DAOHENG; YANGSHENG; JING, 2016; WANG *et al.*, 2018).

As inovações tecnológicas relacionadas à conservação de sementes e voltadas para espécies arbustivas ou arbóreas foram verificadas com menor frequência. As espécies para as quais existem inovações são a árvore jujuba (*Ziziphus jujuba* Mill.), a moringa (*Moringa oleifera* Lam.), a camellia (*Camellia oleifera* Abel.) e a árvore do chá (*Melaleuca alternifolia* Maiden & Betche, Cheel).

Para espécies florestais, as inovações tecnológicas são principalmente para o plantio de sementes e a conservação dessas sementes no solo por meio de tecnologias como fertilizantes de base microbiológica que atuam na prevenção de doenças e melhoramento de características físicas e químicas do solo, tecnologias para a redução da perda de água e nutrientes (MINGE; LIXING; GAOFU, 2013; YAO, 2019), métodos de propagação (DAN *et al.*, 2016; WENSHENG, 2017) e para acelerar a germinação. Outras tecnologias desenvolvidas para essas espécies são equipamentos e modelos de utilidade para a secagem de sementes (CHENGHUA, 2019). A secagem é uma etapa de grande importância para o armazenamento e conservação de sementes por longos períodos e prevista na metodologia oficial de bancos de sementes (FAO, 2014).

Ressalta-se que para se trabalhar os recursos genéticos na obtenção de inovações tecnológicas, sejam elas passíveis de proteção patentária do gene engenheirado ou de proteção *sui generis* para novas cultivares, é preciso realizar a bioprospecção (SILVA-MANN; SOUZA; NUNES, 2020).

4 Considerações Finais

A prospecção de inovações tecnológicas relacionadas à conservação de sementes contribui para delimitar o foco das atividades futuras de pesquisa, desenvolvimento e inovação dentro dessa temática.

A China destacou-se como o país com o maior número de inovações tecnológicas voltadas para a conservação de sementes, tendo com principais preocupações a obtenção de produtos tecnológicos relacionados às áreas conceituais de sementes, plântulas e solo.

As tecnologias desenvolvidas têm como foco a conservação da qualidade das sementes armazenadas e, no solo, possibilitando uma germinação rápida e uniforme. Além do melhoramento voltado para a adaptação a regiões áridas, secas ou com frio intenso, dando origem a plântulas mais vigorosas e com maior poder adaptativo. Essas inovações perpassam desde formulações químicas e inoculações de microrganismos com o intuito de conservar as sementes até engenharia genética de genes que regulam funções importantes para o desenvolvimento das plantas. Adicionalmente, tem-se o desenvolvimento de máquinas agrícolas voltadas para a otimização no processo de semeadura e distribuição de fertilizantes e estratégias para o melhoramento do solo no local de plantio.

As inovações tecnológicas para a conservação de sementes são desenvolvidas em sua maioria para espécies agrícolas e em menor frequência para espécies florestais.

Independentemente de serem espécies agrícolas ou florestais, as inovações tecnológicas são desenvolvidas para espécies que possuem potencial econômico, sempre visando aos aspectos voltados para a produção, e pouco enfoque é dado para a conservação de recursos genéticos.

O Brasil não se destacou no desenvolvimento de inovações voltadas para a conservação de sementes, aspecto que precisa ser modificado, considerando que o país possui grande diversidade de espécies agrícolas e florestais, muito potencial para inovação e figura como quarto no *ranking* de países com maior área agrícola.

5 Perspectivas Futuras

Diante do universo de possibilidades de inovações tecnológicas que podem ser desenvolvidas voltadas para a conservação de sementes, sugere-se em trabalhos futuros um enfoque na conservação de sementes de espécies florestais. Visto que, além do importante papel ecológico das árvores, elas também são fonte de alimento, matéria-prima para diferentes indústrias e têm importância socioeconômica para comunidades extrativistas que obtêm sua renda pela coleta de produtos florestais não madeireiros, como fibras, látex, taninos, ceras, entre outros.

Outro importante campo que merece atenção trata-se da conservação de sementes recalcitrantes, por serem sensíveis à dessecação e a baixas temperaturas, essas sementes apresentam limitações quanto ao armazenamento.

Ressalta-se que várias espécies de plantas produzem sementes recalcitrantes, sobretudo em ecossistemas úmidos, como as florestas tropicais. Entre a vasta diversidade de espécies que produzem sementes recalcitrantes, é possível citar algumas que são economicamente importantes e que são utilizadas na alimentação, como cacau (*Theobroma cacao* L.), pitangueira (*Eugenia uniflora* L.), mangueira (*Mangifera indica* L.), jaqueira (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) e mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes). Ressalta-se, ainda, que é de grande relevância o desenvolvimento de inovações tecnológicas que possam contribuir para a conservação de sementes de espécies recalcitrantes, especificamente considerando o cenário de mudanças climáticas e a preocupação com a segurança alimentar.

Cabe destacar que devido a todo o seu potencial, as sementes podem figurar como importantes produtos da bioeconomia brasileira, utilizadas como matéria-prima para obtenção de óleo, combustível, moléculas para indústria química, ingredientes alimentares, entre outros. Para tanto, é necessário o incentivo a pesquisas voltadas para a produção e a conservação de sementes e pesquisas aplicadas em bioeconomia, com o propósito de oferecer novas oportunidades de negócios baseadas em inovação e que sejam sustentáveis.

Referências

- ARAKI, M.; ISHII, T. Towards social acceptance of plant breeding by genome editing. **Trends in Plant Science**, [s.l.], v. 20, n. 3, p. 145-149, 2015.
- AZARKOVICH, M. I. Dehydrins in Orthodox and Recalcitrant Seeds. **Russian Journal of Plant Physiology**, [s.l.], v. 67, n. 2, p. 221-230, 2020.
- BANSAL, K. C.; LENKA, S. K.; MONDAL, T. K. Genomic resources for breeding crops with enhanced abiotic stress tolerance. **Plant Breeding**, [s.l.], v. 133, n. 1, p. 1-11, 2014.
- BRASIL. **Lei n. 9.456, de 25 de abril de 1997**. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9456.htm#:~:text=LEI No 9.456%2C DE 25 DE ABRIL DE 1997.&text=Institui a Lei de Proteção de Cultivares e dá outras providências..](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9456.htm#:~:text=LEI%20DE%2025%20DE%20ABRIL%20DE%201997.&text=Institui%20a%20Lei%20de%20Prote%C3%A7%C3%A3o%20de%20Cultivares%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%AAncias..) Acesso em: 19 set. 2020.
- CHENGHUA, Y. **Camellia seed drying equipment, CN110822827**. Depósito: 15/11/2019. Disponível em: <https://patentimages.storage.googleapis.com/c9/17/cf/58dc94b1d50c6c/CN110822827A.pdf>. Acesso em: 19 set. 2020.
- CHUNYUN, G.; JIN, Q.; MINGLIANG, W. **Multifunctional direct seed sowing machine for coating grass on rape, CN103299734B**. Depósito: 05/07/2013. Concessão: 04/02/2015. Disponível em: <https://patentimages.storage.googleapis.com/30/0c/f6/9f41d455c32ab3/CN103299734B.pdf>. Acesso em: 20 set. 2020.
- CORDEIRO, F. L.; ROMEIRO, L. A. S. O Uso Próprio de Sementes Salvas e suas Relações com o Direito de Propriedade Intelectual dos Obtentores Vegetais Brasileiros. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 13, n. 4, p. 957, 2020.
- COSTA, M. C. D. *et al.* Orthodox seeds and resurrection plants: Two of a kind? **Plant Physiology**, [s.l.], v. 175, n. 2, p. 589-599, 2017.
- DAN, Z. *et al.* **Conifer seed germination method, CN105850748**. Depósito: 27/05/2016. Concessão: 19/12/2017. Disponível em: <https://patentimages.storage.googleapis.com/cc/68/b9/1e93ad7a0a3853/CN105850748A.pdf>. Acesso em: 19 set. 2020.

DAOHENG, H.; YANGSHENG, L.; JING, Y. **Rice seedling stage leaf albino trait gene Oscaacl and application thereof, CN106086036**. Depósito: 14/07/2016. Concessão: 20/08/2019. Disponível em: <https://patentimages.storage.googleapis.com/df/d3/ff/cf3f8ffb483ac9/CN106086036B.pdf>. Acesso em: 19 set. 2020.

DENG, H. *et al.* Determinants of Firm-Level Lobbying and Government Responsiveness in Agricultural Biotechnology in China. **Review of Policy Research**, [s.l.], v. 37, n. 2, p. 201-220, 2020.

ERS-USDA. Size and Composition of the U.S. **Agricultural Workforce, Farm Labor**. [2020]. Disponível em: <https://www.ers.usda.gov/topics/farm-economy/farm-labor/#size>. Acesso em: 21 set. 2020.

FAO – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A ALIMENTAÇÃO E A AGRICULTURA. **Genebank Standards for Plant Genetic Resources for Food and Agriculture Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture**, 2014. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-i3704e.pdf>. Acesso em: 19 set. 2020.

FAO – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A ALIMENTAÇÃO E A AGRICULTURA. **FAOSTAT Agricultural databases**. [2018]. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/RL/visualize>. Acesso em: 20 set. 2020.

FIGUEROA, J. G. *et al.* Comprehensive characterization of phenolic and other polar compounds in the seed and seed coat of avocado by HPLC-DAD-ESI-QTOF-MS. *Food Research International*, [s.l.], v. 105, p. 752-763, 2018.

FINCH-SAVAGE, W. E.; BASSEL, G. W. Seed vigour and crop establishment: Extending performance beyond adaptation. **Journal of Experimental Botany**, [s.l.], v. 67, n. 3, p. 567-591, 2016.

HAIXIN *et al.* **Sandy land peanut soil moisture conservation and wind erosion prevention sectional type film mulching seeder, CN209376154U**. Depósito: 25/12/2018. Concessão: 13/09/2019. Disponível em: <https://patentimages.storage.googleapis.com/16/ba/6b/1af95b369ee09c/CN209376154U.pdf>. Acesso em: 20 set. 2020.

HALEY, J. S. **Method for improving seed lot quality, n. WO2006063148A2**. Depósito: 9 de dezembro de 2004. Concessão: 15 de junho de 2006. Estados Unidos da América, WIPO, 2004. Disponível em: <https://patents.google.com/patent/WO2006063148A2/en?q=WO2006063148A2>. Acesso em: 19 set. 2020.

INGRAM, G.; NORTH, H.; LEPINIEC, L. Seeds as perfect factories for developing sustainable agriculture. **Plant Reproduction**, [s.l.], v. 31, n. 3, p. 201-202, 2018.

JUNJIE, J. *et al.* **Wheat rotary tillage combined seed and fertilizer drill, CN202663752U**. Depósito: 16/06/2012. Concessão: 16/01/2013. Disponível em: <https://patentimages.storage.googleapis.com/1a/c5/a1/720aac49371f3a/CN202663752U.pdf>. Acesso em: 20 set. 2020.

KAIDONG, L. *et al.* **Agricultural seed belt cleaning device of predissociation, CN207857455U**. Depósito: 18/12/2017. Concessão: 14/09/2018. Disponível em: <https://patentimages.storage.googleapis.com/41/cb/6a/c57ff84e3f8675/CN207857455U.pdf>. Acesso em: 20 set. 2020.

MATTHEWS, S. *et al.* Evaluation of seed quality: From physiology to international standardization. **Seed Science Research**, [s.l.], v. 22, n. SUPPL. 1, 2012.

MCCAMMON, S. L.; MENDELSON, M. Innovation and the regulation of products of agricultural biotechnology in the United States of America. **Transgenic Research**, [s.l.], v. 28, n. s2, p. 183-186, 2019.

MINGE, B.; LIXING, H.; GAOFU, X. **Camellia oleifera forest ecological conservation composite cultivation mode, CN103262724B**. Depósito: 16/04/2013. Concessão: 03/09/2014. Disponível em: <https://patentimages.storage.googleapis.com/97/68/f2/347406de7772ab/CN103262724B.pdf>. Acesso em: 19 set. 2020.

QINGHUI, L.; JINWEN, Z.; GUANGXIN, J. **Ginseng seed cleaning machine, CN210907163U**. Depósito: 12/09/2019. Disponível em: <https://patentimages.storage.googleapis.com/1a/c5/a1/720aac49371f3a/CN202663752U.pdf>. Acesso em: 20 set. 2020.

QINGYE, S. *et al.* **Slope water and soil conservation planting block and manufacturing and construction methods thereof, CN110036877**. Depósito: 29/03/2019. Disponível em: <https://patentimages.storage.googleapis.com/fa/66/5d/e9cc6640956702/CN110036877A.pdf>. Acesso em: 19 set. 2020.

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

QUESTEL. **Technology Domain**. [2021]. Disponível em: <https://static.orbit.com/orbit/help/1.9.8/en/index.html#!Documents/technologydomain.htm>. Acesso em: 28 mar. 2021.

QUN, H. *et al.* **Device of cotton germination test seed disinfection afterflush seed, CN205510755U**. Depósito: 13/04/2016. Concessão: 31/08/2016. Disponível em: <https://patentimages.storage.googleapis.com/79/f3/ac/9f7604251426ad/CN205510755U.pdf>. Acesso em: 19 set. 2020.

ROBERTS, E. H. Predicting the storage life of seeds. **Seed Science and Technology**, [s.l.], v. 1, p. 499-514, 1973.

SHENG, Y.; SONG, L. Agricultural production and food consumption in China: A long-term projection. **China Economic Review**, [s.l.], v. 53, p. 15-29, 2019.

SILVA-MANN, R.; SOUZA, J. L.; NUNES, V. V. O uso dos recursos genéticos e a evolução da propriedade intelectual na proteção de cultivares. In: RUSSO, S. L. (ed.). **Transferência de Conhecimentos e Empreendedorismo Inovador**. Aracaju: Backup Books, 2020. p. 74-88.

SINGH, B. *et al.* Phenolic composition and antioxidant potential of grain legume seeds: A review. **Food Research International**, [s.l.], v. 101, p. 1-16, 2017.

SOLBERG, S. Ø. *et al.* Long-Term Storage and Longevity of Orthodox Seeds: A Systematic Review. **Frontiers in Plant Science**, [s.l.], v. 11, p. 1-14, 2020.

SOUZA, J. L. *et al.* Conservação de germoplasma na forma de sementes: fonte de resistência aos estresses abióticos frente às mudanças climáticas. In: SILVA, J. M. da *et al.* (org.). **Ciências Agrárias: pesquisas e perspectivas no nordeste brasileiro**. Ananindeua: Itacaiúnas, 2020. p. 173-187.

USDA-APHIS. Introduction of organisms and products altered or produced through genetic engineering which are plant pests or which there is reason to believe are plant pests. **Federal Register**: v. 52, p. 22892-22915, 1987. Disponível em: <https://www.law.cornell.edu/cfr/text/7/part-340>. Acesso em: 03 Ago. 2021.

USDA-APHIS. SECURE Ruler (Sustainable, Ecological, Consistent, Uniform, Responsible, Efficient Rule). **Federal Register**: v. 85, n. 96, p. 29790-29838, 2020. Disponível em: <https://www.aphis.usda.gov/aphis/ourfocus/biotechnology/biotech-rule-revision/secure-rule/secure-text/sr-text>. Acesso em: 03 ago. 2021.

WALTON, B. **U.S. groundwater losses between 1900 and 2008**: Enough to fill Lake Erie twice, circle of blue. [2013]. Disponível em: <https://www.circleofblue.org/2013/world/since-1900-the-u-s-has-lost-enough-groundwater-to-fill-lake-erie-twice/>. Acesso em: 21 set. 2020.

WANG, F. *et al.* How can agricultural water use efficiency be promoted in China? A spatial-temporal analysis. **Resources, Conservation and Recycling**, [s.l.], v. 145, n. 35, p. 411-418, 2019.

WANG, L. *et al.* **Tea tree hexose transporter gene CsSWETE17 and application thereof in regulating and controlling plant vegetative growth and seed size, CN109750047.**

Depósito: 27/12/2018. Disponível em: <https://patentimages.storage.googleapis.com/7c/5e/f6/c9a3864df42a92/CN109750047A.pdf>. Acesso em: 19 set. 2020.

WATERWORTH, W. M.; BRAY, C. M.; WEST, C. E. Seeds and the art of genome maintenance. **Frontiers in Plant Science**, [s.l.], v. 10, p. 1-11, 2019.

WEI, Z. **High-yield cultivation method of summer maize seed and fertilizer co-sowing, CN108849328.** Depósito: 24/07/2018. Disponível em: <https://patentimages.storage.googleapis.com/75/3c/79/a702e29c37c4f8/CN108849328A.pdf>. Acesso em: 20 set. 2020.

WENSHENG, X. **Planting and overwintering method of tropical plant horseradish trees in northern area, CN107996246.** Depósito: 23/11/2017. Disponível em: <https://patentimages.storage.googleapis.com/d4/7a/bc/a7fa00d2289894/CN107996246A.pdf>. Acesso em: 19 set. 2020.

WONG, A. Y. T.; CHAN, A. W. K. Genetically modified foods in China and the United States: A primer of regulation and intellectual property protection. **Food Science and Human Wellness**, [s.l.], v. 5, n. 3, p. 124-140, 2016.

XIAOLI, L. **Full film covering planting method for white melon seeds in northern dryland, CN109526595.** Depósito: 28/07/2017. Disponível em: <https://patentimages.storage.googleapis.com/97/46/09/d7c65363c01052/CN109526595A.pdf>. Acesso em: 18 set. 2020.

YAO, B. **Water and soil conservation and afforestation planting equipment for desertification prevention and control, CN210694882U.** Depósito: 15/08/2019. Concessão: 09/06/2020. Disponível em: <https://patentimages.storage.googleapis.com/28/c5/36/d2d9f6cbd275c7/CN210694882U.pdf>. Acesso em: 19 set. 2020.

YONGGUANG, N. *et al.* **Seedling strengthening agent used for drily-raised rice in cold region and applied to seed bed in liquid application manner, and application method thereof, CN105906406.** Depósito: 28/03/2016. Disponível em: <https://patents.google.com/patent/CN105906406A/en?q=CN105906406>. Acesso em: 21 set. 2020.

Sobre as Autoras

Valdinete Vieira Nunes

E-mail: val_nunes@academico.ufs.br

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0272-0971>

Mestra em Agricultura e Biodiversidade pela Universidade Federal de Sergipe em 2018.

Endereço profissional: Universidade Federal de Sergipe, Cidade Univ. Prof. José Aloísio de Campos, Av. Marechal Rondon, s/n, Jd. Rosa Elze, São Cristóvão, SE. CEP: 49100-000.

Crislaine Costa Calazans

E-mail: cris.calazans@yahoo.com.br

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6100-0608>

Mestra em Agricultura e Biodiversidade pela Universidade Federal de Sergipe em 2019.

Endereço profissional: Universidade Federal de Sergipe, Cidade Univ. Prof. José Aloísio de Campos, Av. Marechal Rondon, s/n, Jd. Rosa Elze, São Cristóvão, SE. CEP: 49100-000.

Juliana Lopes Souza

E-mail: juliana_lopes_souza@live.com

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7514-0361>

Doutora em Agricultura e Biodiversidade pela Universidade Federal de Sergipe em 2020.

Endereço profissional: Universidade Federal de Sergipe, Cidade Univ. Prof. José Aloísio de Campos, Av. Marechal Rondon, s/n, Jd. Rosa Elze, São Cristóvão, SE. CEP: 49100-000.

Renata Silva-Mann

E-mail: renatamann@academico.ufs.br

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5993-3161>

Doutora em Fitotecnia pela Universidade Federal de Lavras em 2002.

Endereço profissional: Universidade Federal de Sergipe, Cidade Univ. Prof. José Aloísio de Campos, Av. Marechal Rondon, s/n, Jd. Rosa Elze, São Cristóvão, SE. CEP: 49100-000.