

Prospecção Tecnológica de Dispositivos no Reconhecimento dos Danos Mecânicos e por Agentes da Banana no Pós-Colheita

Technological Prospection of Devices in the Recognition of Mechanical Damage and by Banana Agents in the Post-Harvest

Catharinne Barreto do Carmo¹

Gabriela Silva Cerqueira¹

Ramon Adrian Salinas Franco¹

Cristine Elizabeth Alvarenga Carneiro¹

¹Universidade Federal do Oeste da Bahia, Barreiras, BA, Brasil

Resumo

O *status* de quarto maior produtor mundial de bananas oferta um leque de oportunidades para o Brasil produzir e explorar inovações na área. Dessa forma, uma prospecção tecnológica foi realizada para identificar inovações em dispositivos que detectassem danos mecânicos e por agentes na fruta na etapa de pós-colheita. Os resultados após a obtenção dos dados por combinação de palavras-chave e códigos apontaram a China como país que mais produziu tecnologias relacionadas ao reconhecimento de imagem para o setor do agronegócio. Assim, foi identificada considerável participação das universidades no quantitativo de publicações de patentes. Algumas patentes identificadas apresentaram desenvolvimento tecnológico passível de ser usado na criação de um dispositivo com características inovadoras necessárias para a demanda da produção da fruta no Brasil. Portanto, é eminente a oportunidade do desenvolvimento de um dispositivo que realize a tarefa de identificar danos nos frutos das bananas para que seja utilizado pelos produtores do Brasil.

Palavras-chave: Pós-colheita; Banana; Danos.

Abstract

The status of fourth largest banana producer in the world offers a range of opportunities for Brazil to produce and explore innovations in area. In this way, a technological prospection was carried out to identify innovations in devices that detect mechanical damage and caused by agents in the fruit, in the postharvest. The results by combining keywords and codes pointed to China as the country that produced the most technologies related to image recognition for the agribusiness sector, and a considerable participation of universities in the number of patent publications was identified. Some identified patents presented technological development that could be used to create a device with innovative characteristics necessary for the demand for fruit production in Brazil. Therefore, the opportunity to develop a device that performs the task of identifying damage to banana fruits to be used by producers in Brazil is imminent.

Keywords: Postharvest; Banana; Damage.

Áreas Tecnológicas: Agronegócio. Reconhecimento de imagem. Pesquisa e Desenvolvimento e Inovação.



1 Introdução

O avanço contínuo na produção de tecnologias inovadoras tem transformado e destacado o setor econômico do agronegócio, que dedica, todos os dias, esforços nos campos de produção em busca de cumprir as exigências da crescente demanda por alimentos. As inovações no mundo agrícola têm buscado atender aos objetivos desafiadores para garantir as elevadas produções e, principalmente, a segurança alimentar para a população, com a oferta de produtos saudáveis e de qualidade, sem provocar agressões ao meio ambiente, fortalecendo uma produção sustentável. O MCTI (2016) apontou que era um desafio posicionar o Brasil como uma das grandes potências mundiais da Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I), e que as soluções de problemas em escala nacional também poderão servir para soluções de nível mundial, dessa forma, elevando sua capacidade inovadora e tecnológica.

Em 2023, o monitor de Produto Interno Bruto (PIB) da Fundação Getúlio Vargas (FGV) divulgou que o setor agropecuário obteve um ótimo desempenho e mostrou um crescimento de 30% (FGV, 2024). No entanto, mesmo sendo explícita a importância do agronegócio para a economia brasileira, o setor ainda enfrenta desafios. Inovar no universo agro é uma ação de investigação constante por soluções tecnológicas (Lundvall, 2007), podendo ser para um produto, um processo ou um modelo de negócio, ou ainda uma nova combinação de algo que é levado ao mercado por meio de novos empreendimentos, colocando em evidência a importância da inovação em um setor de grandes contribuições para a economia brasileira.

A relevância da inovação no setor é compreendida nas tecnologias já existentes na agricultura de precisão e digital, na biotecnologia, na irrigação automatizada e nos drones. O modelo atual de agricultura, a chamada agricultura 5.0, segundo Furtado *et al.* (2023), traz melhor eficiência e mais produtividade aliada à sustentabilidade e maior integração com outras áreas aliadas à agricultura, buscando estar mais conectada, inteligente e humanizada. A agricultura atual mostra principalmente foco no uso da Inteligência Artificial (IA) por meio da “*machine learning*”, máquinas que aprendem, o que permite melhorar o desempenho do equipamento automatizado.

Ao estudar a importância da inovação integralizada ao agronegócio, percebeu-se um nicho inexplorado e de grande valor para o Brasil, tanto em atendimento ao mercado interno como ao mercado externo. A Banicultura vem se destacando, e o Brasil é considerado o quarto maior produtor de banana do mundo, ficando atrás apenas da Índia, da China e da Indonésia (Embrapa, 2022). Segundo dados do IBGE (2023), em 2022, o país produziu 6.854.222 toneladas do fruto, destacando que os três maiores estados brasileiros produtores são: São Paulo, Minas Gerais e Bahia. Na Bahia, a produção vem ganhando espaço principalmente no oeste baiano, que representou área plantada equivalente a 12.628 hectares e com produção de 312 milhões de toneladas no semestre de setembro de 2023 a março de 2024, tendo como principais cidades produtoras da fruta: Barreiras, Bom Jesus da Lapa e Riachão das Neves (AIBA, 2024).

A bananeira é uma planta tipicamente tropical, cultivada em todos os estados brasileiros, desde a faixa litorânea até os planaltos do interior. Praticamente toda a produção de banana é consumida *in natura* e constitui elementos importantes na alimentação de populações de menor renda, não só pelo alto valor nutritivo, mas também pelo baixo custo (Embrapa, 2006). Apesar da importância, essa planta registra elevada porcentagem de perda entre as frutas comercializadas no Brasil, cerca de 40% é perdido durante o processo de colheita até a chegada ao consumidor

final, e grande parte dessa perda se deve à forma inadequada de transporte (Embrapa, 2006) e ao processo pós-colheita da fruta.

A pós-colheita é uma etapa no processo de produção da banana de suma importância, já que os problemas relacionados à qualidade da fruta têm início com a falta de manejo adequado iniciado na colheita, o que ocasiona a desvalorização e a perda, como destacado por Lichtemberg e Lichtemberg (2011). Segundo Dias *et al.* (2021), o fruto exige maior cuidado por ser frágil e por ser colhido ainda verde, por causa da sua característica climática, as bananas completam o seu período de maturação até chegarem ao consumidor.

Além das características organolépticas desejáveis para o fruto, o que também determina a qualidade é a ausência de defeitos na casca, que podem ser classificados como danos mecânicos ou por agentes. Os danos mecânicos, que são originados durante o beneficiamento do fruto, também poderão ocorrer em qualquer etapa da produção (Maia *et al.*, 2008), e os danos por agentes são causados por pragas e fungos que adoecem a planta e o fruto. Uma pesquisa conduzida por Brito (2013) mostrou a possibilidade de que os danos por agentes também podem ser consequência do manejo inadequado durante a colheita, transporte e descacho da banana, dando espaço para o fungo oportunista penetrar nos danos mecânicos causados nesses processos.

Atualmente, o reconhecimento desses defeitos é realizado de maneira tradicional nas regiões produtoras do Brasil. Em um galpão, os cachos são cortados e a fruta recebe um banho para a sanitização, seguindo em uma esteira na qual colaboradores fazem a seleção visual e manual dos frutos. Portanto, pensando no fortalecimento da cadeia produtiva da banana e nos desafios da inovação no país para produzir tecnologia própria, foi realizada uma prospecção tecnológica com o objetivo de identificar um dispositivo que faça a análise e reconheça os danos mecânicos e por agentes presentes na casca da banana na etapa da pós-colheita, garantindo, assim, a valorização da fruta e o seu posicionamento no mercado. A prospecção priorizou identificar um dispositivo para o reconhecimento dos danos e dos defeitos no momento da pós-colheita que faça uso da *machine learning* em sua estruturação de reconhecimento.

2 Metodologia

A base de dados Espacenet foi utilizada para a busca prospectiva, trata-se de uma plataforma *on-line* mantida pelo Escritório Europeu de Patentes (EPO) que oferece acesso e informações gratuitas para pesquisa de patentes e conta com mais de 140 milhões de documentos relacionados em todo o mundo, tendo seus dados atualizados diariamente.

A prospecção foi realizada no período de dezembro de 2022 a julho de 2023, a seleção foi atemporal com o intuito identificar todas as patentes que tivessem relação com dispositivos que reconhecessem danos mecânicos e por agentes em bananas no momento de pós-colheita e similares, utilizando fundamentos da *machine learning*.

A adição de palavras-chave em inglês constituiu a base de pesquisa nos campos denominados título e resumo. O objetivo era identificar qualquer menção que pudesse conduzir às patentes desejadas. Também foram utilizados os códigos da Classificação Cooperativa de Patentes (CCP) e da Classificação Internacional de Patentes (CIP) que se alinhassem aos objetivos do trabalho, organizando-os no campo de símbolos de classificação. Esses códigos indicam as áreas

de conhecimento às quais as patentes pertencem. Além disso, foram empregadas estratégias combinadas com os operadores booleanos “AND” e “OR”, utilizando o caractere especial “*”.

Com as palavras-chave e os códigos definidos e aplicados no campo correspondente da base de busca, foram obtidos os seguintes resultados: *(process* or segment* or filt* or software or method* or ident* or comp* or digital) and banana and image**, que retornaram 36 depósitos; *(process* or segment* or filt* or software or method* or ident* or comp* or digital) and banana and figure**, que retornaram 41 depósitos; Y02P60 and G06T, que retornaram 86 depósitos; Y02A40 and G06T, que retornaram 605 depósitos; Y02A40 and G06K, que retornaram 770 depósitos; e Y02P60 and G06K, que retornaram 119 depósitos.

Na organização dos dados obtidos por meio da busca, foi elaborada uma tabela de escopo no Excel, na qual todas as informações das patentes foram exportadas e organizadas. Então, iniciou-se o processo de triagem entre depósitos aptos e não aptos para a pesquisa com a leitura do título e, posteriormente, do resumo e do documento por inteiro.

Durante a seleção, as informações observadas nas patentes depositadas foram sobre: identificação de manchas, doenças, danos, reconhecimento, métodos usados por dispositivos, gerenciamento e área de aplicação, para auxiliar a identificação de dispositivos que pudessem atuar no campo de reconhecimento por *machine learning*.

Assim, a partir dos depósitos analisados e selecionados, foi possível extrair informações sobre o cenário atual do Brasil e do mundo quanto ao desenvolvimento tecnológico no setor de pós-colheita da banana e a verificação da existência de equipamentos já comercializados para finalidade.

3 Resultados e Discussão

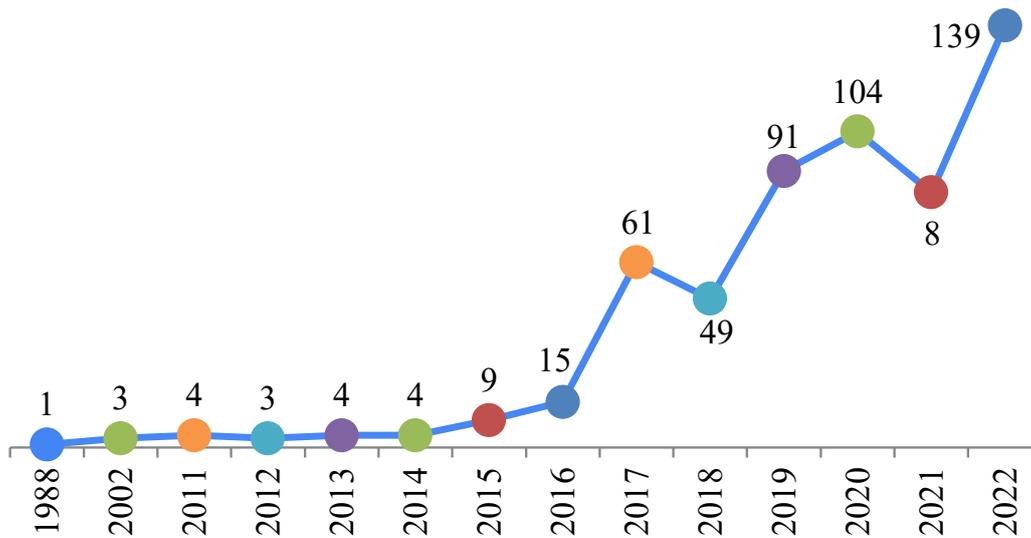
A busca resultou em um total de 1.651 depósitos, dos quais, após uma triagem minuciosa, restaram 591 documentos aptos para a coleta de dados sobre o desenvolvimento tecnológico no setor. Observou-se que o uso combinado de palavras-chave e de códigos não retornou documentos. Optou-se então por uma estratégia mais complexa, ligando várias palavras-chave e utilizando apenas códigos.

As combinações com códigos mostraram maior eficiência. Ao contrário de títulos e de resumos, os códigos são definidos após a análise documental pelos avaliadores dos órgãos de Propriedade Intelectual (PI), especificando à qual grupo de estudo e pesquisa o pedido pertence. Contudo, Leusin (2020) observa que a escolha entre palavras-chave e códigos pode ser subjetiva, dependendo da determinação da palavra-chave relevante e da decisão do especialista de PI sobre o conteúdo do pedido ao designar um código.

Os códigos selecionados para esta pesquisa foram Y02P60, Y02A40, G06T e G06K, que têm descrições relacionadas a tecnologias agrícolas, à adaptação na agricultura, ao processamento de dados de imagem e à leitura de dados gráficos. Essas categorias abrangem tecnologias na agricultura, na pecuária e nas indústrias agroalimentares, e o processamento de imagem e reconhecimento de vídeo.

A análise das patentes permitiu observar a evolução dos pedidos na área de reconhecimento de imagem ao longo dos anos, como mostrado no Gráfico 1, indicando um crescente interesse tecnológico.

Gráfico 1 – Principais anos de depósitos na área de reconhecimento de imagens



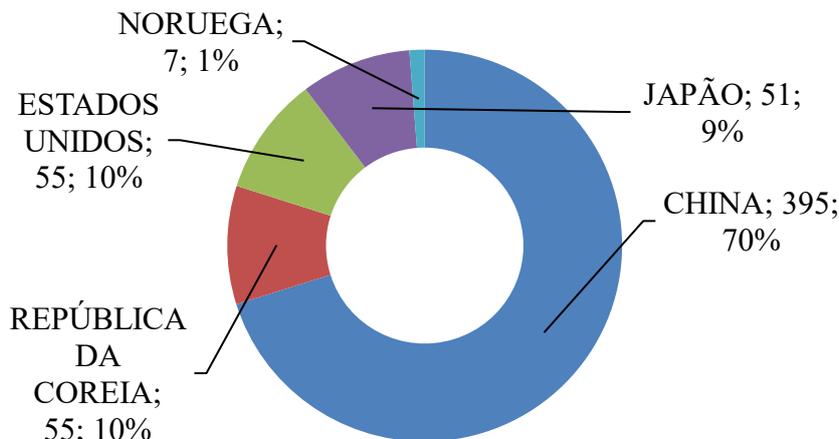
Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2024)

O primeiro depósito no Espacenet registrado no ano de 1988 foi sobre um “Dispositivo de Detecção de Corpo Flutuante Subaquático”, e trata-se de uma invenção de conversão de uma imagem de um corpo flutuante por meio do sinal binário, detectando os contornos de acordo com a saída de codificação binária. A invenção faz um processo de tratamento de imagem para que seja possível realizar um tipo específico de reconhecimento (Ishimatsu *et al.*, 1990). Os titulares da patente são uma empresa privada e o governo local, ocorrendo a interação entre atores para a produção de PD&I com objetivo de inovar no mercado. Cabe ressaltar que, no Brasil, apesar de estímulos proporcionados pela reformulação da Lei de Inovação, Lei n. 10.973/2004, alterada pela Lei n. 13.243/2016, são incipientes as ações para inovação de natureza privada e governo em parceria.

A partir de 2015, as publicações no campo prospectado deram um salto de crescimento no número de depósitos. A adoção de novas diretrizes nas políticas, que envolve o desenvolvimento de tecnologias inovadoras, com intuito de alavancar produções internas dos países, pode ter sido o ponto de partida que contribuiu com esse aumento. Segundo Ferreira e Ferreira (2013), é por meio da inovação que pode haver a busca da resolução de crises com o propósito de retomar o desenvolvimento.

O Gráfico 2 traz os cinco países que mais investem na produção e no aperfeiçoamento de tecnologias para dispositivos de reconhecimento por imagem, de acordo com essa pesquisa, e a China aparece como maior detentora de patentes depositadas. O país começou a implementação de políticas de inovação em 1978, porém foi em meados dos anos 2000 que foram efetivadas as políticas de desenvolvimento direcionadas para a construção de um país voltado para a inovação (Cassiolato, 2013). A motivação de produzir e entrar no mercado competitivo ajudou muitos países a alcançarem visibilidade e a se tornarem referência na produção de PD&I.

Gráfico 2 – Quantidade e representação percentual dos países que mais depositaram na área de reconhecimento de imagens



Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2024)

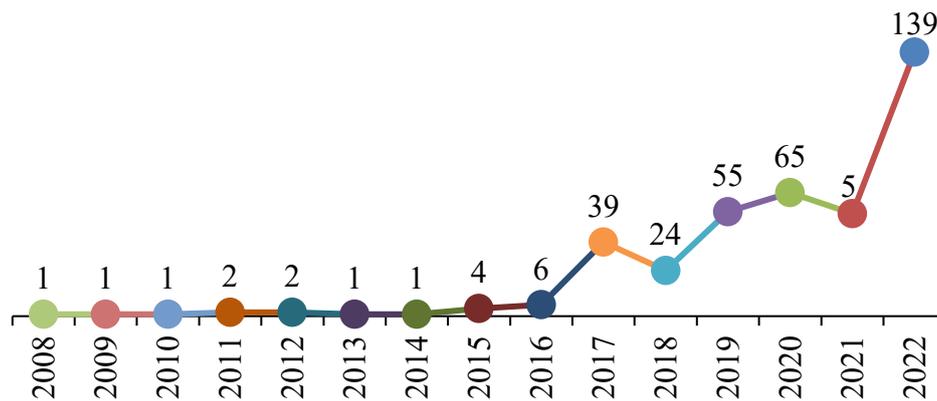
A China detém 70% dos depósitos publicados com um total de 395 documentos, seguida pelos Estados Unidos e pela República da Coreia do Sul, ambas com 10% no total de 55 publicações.

Silva e Alvarez (2010) afirmam que inovação em uma empresa representa gerar valor de mercado e que não é sinônimo de alta tecnologia, eles ainda ressaltam a importância no desempenho de empresas e de países diante da economia que se tornou complexa, mostrando que a expansão começou com o Estados Unidos, grande detentora de processos inovadores e pioneira do evento *Innovate America* em 2003, com o tema central Inovar ou Abdicar.

Os países desenvolvidos enxergaram na inovação uma ferramenta estratégica que os consolidariam diante da crescente e exigente economia mundial. Estados Unidos, Coreia do Sul, Japão e França traçaram planos na busca por resultados e ofertaram suporte para desenvolver tecnologias e apoio às Pequenas e Médias Empresas (PME), subsídios fiscais, criação de leis e ministério específico para promover CT&I, Incentivos na interação entre empresas privadas e universidades, facilidade no registro ou patenteamento da PI e cedendo direto à titularidade de patentes desenvolvidas financiadas pelo poder público, apoio às grandes empresas na produção de inovação do próprio país e prioridade a pesquisas básica e aplicadas em tecnologias da próxima geração, segundo Alerj (2009).

Dominante em número de publicações na área, a China vem mostrando seu potencial em PD&I, como dito por De Negri (2022), em 2009, foram 1,36 milhão de publicações de artigos científicos por pesquisadores chineses, chegando a 1,7 milhão em 2017, sendo que o número de patentes concedidas aumentou de 128 mil em 2009 para 420 mil em 2017. O Gráfico 3 mostra a evolução de depósitos de patentes da China.

Gráfico 3 – Evolução anual dos 395 pedidos de depósitos da China



Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2024)

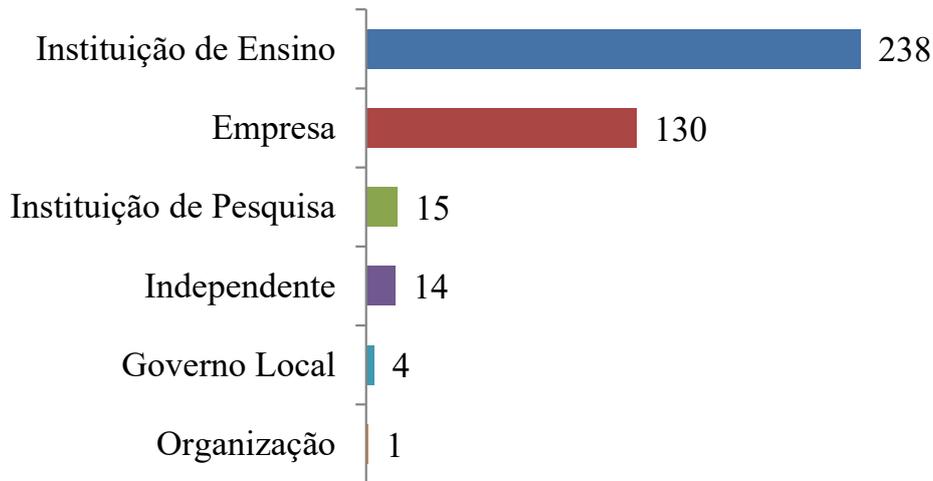
A primeira divulgação de invenção do país foi em 2008, “Sistema automático de contagem de alevinos baseado em visão computacional”, e o princípio da patente é registrar imagens de alevinos, peixes em estágio inicial de vida, em tanque de água por meio da fotografia digital com objetivo de realizar a contagem executada por um programa de computador (Lu; Zhu, 2009). Fica evidente o interesse do país em desenvolver e em favorecer as inovações no campo de estudos para a criação de dispositivos que realize reconhecimentos por imagem, principalmente na área do agronegócio.

A China Institute for Science and Technology Policy (CISTP, 2018) mostrou que em 2017 o mercado da IA na China teve um aumento de 67% em relação ao ano anterior, e o segmento com maior representação foi a de visão computacional com reconhecimento de vídeo e imagem e biometria com 34,9% de investimentos direcionados.

No Gráfico 1, foi possível observar 139 pedidos de patentes depositados em 2022 no quadro geral, e todas eram chinesas. O desempenho das corporações chinesas em 2014 foi destaque com 199 negócios entre as 2.500 que mais investem em PD&I no mundo; em 2016, foram 327; e, em 2019, subiu para 507 (De Negri, 2022). As empresas chinesas mostram um ritmo muito acelerado de crescimento e de investimento em PD&I no país.

Lyrio (2010) diz que o fortalecimento da inovação tecnológica na China foi impulsionado a partir de uma estratégia agressiva, na qual houve a permissão para que empresas que produzissem tecnologias avançadas fossem isentas de impostos durante alguns anos. Foram oferecidos incentivos aos cientistas do setor governamental para que eles pudessem criar pequenas empresas privadas no ecossistema de inovação local, além de investimentos na capacitação de futuros pesquisadores e cientistas nas áreas de ciências e engenharias.

Os setores em que estão concentradas as produções de PD&I para dispositivos de reconhecimento por imagem são apresentados no Gráfico 4.

Gráfico 4 – Setores detentores de depósitos na China na área de tecnologias de reconhecimento por imagem

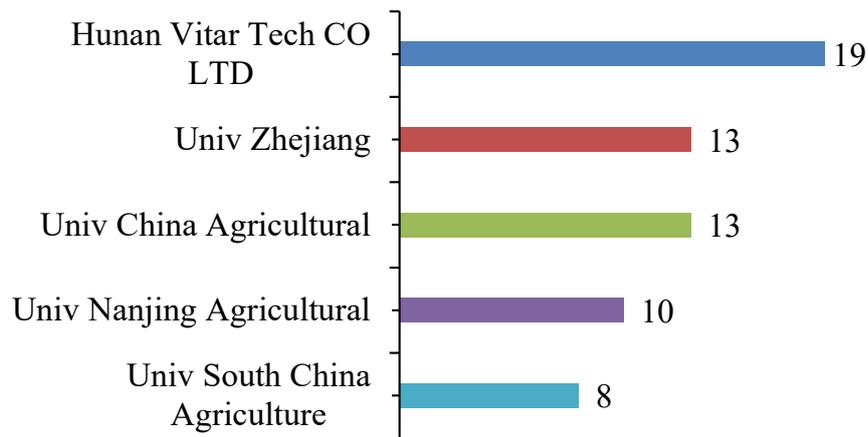
Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2024)

É notória a superioridade na detenção de patentes por parte das instituições de ensino e empresas, com 238 e 130 depósitos, respectivamente, e, como a China detém a maioria dos depósitos na área prospectada, esse resultado mostra que os investimentos em PD&I nesses setores estão equitativamente equilibrados. De Negri (2022) afirma que a mudança no ambiente de inovação teve reflexo direto no aumento de empresas que investem em PD&I no país, e os dados de Ciência e Tecnologia (C&T) da China demonstram que os gastos do governo em PD&I cresceram 18,8% ao ano, em média, entre 2002 e 2012.

O país, desde 2003, recebe investimentos para empresas desenvolvedoras de IA, no entanto, em 2017, o investimento global representou US\$ 39,5 bilhões, isso mostra que a China recebeu US\$ 27,71 bilhões, representando 70% de investimento global (CISTP, 2018). Em 2017, os investimentos em PD&I da China vindos de fundos empresariais foi 76,5%, e os investimentos em fundos governamentais foram de 19,8% (De Negri, 2022).

Lei *et al.* (2012) destacam o papel crucial das empresas e das universidades no impulsionamento da inovação dentro de um ecossistema no qual as empresas, por sua vez, detêm liderança e informações valiosas sobre a indústria, enquanto as universidades oferecem estrutura física e conhecimento especializado. Essa união facilita a identificação das áreas que precisam da inovação e concentram investimentos em pesquisas desde que o seu desenvolvimento resulte em benefícios para o país como um todo.

No Gráfico 5, pode-se notar os maiores titulares de depósitos da China na área, apresentando apenas os que apontam um número de publicações maior ou igual a oito.

Gráfico 5 – Maiores requerentes de pedidos de patentes na China

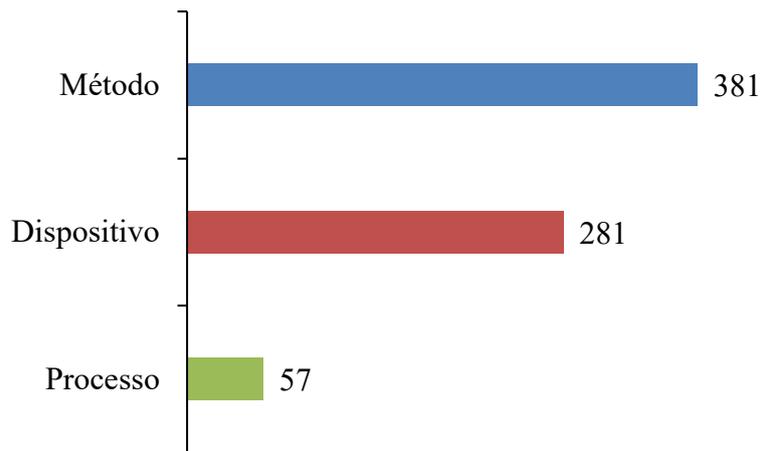
Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2024)

Com 19 publicações, há a Hunan Vitar Tech Co LDT., uma empresa da área de máquinas no campo agrícola. Todas as patentes são para a realização da identificação de imagem, a exemplo da patente “APP para cultivo doméstico de hortênsias, baseado em *big data* e reconhecimento de imagem”, a invenção mostra as condições da planta e acompanha o crescimento dela por meio dos dados obtidos das imagens, servindo para quem não conhece o tipo e o manejo e o cultivo (Shi, 2017).

Observa-se que as outras quatro maiores requerentes são instituições de ensino chinesa. Isso se deve ao programa Torch, lançado em 1988, no intuito de incentivar novas empresas de tecnologia dentro das universidades e de institutos de PD&I, tornando-as proprietárias e principais acionistas dessas novas pequenas empresas (Cassolato, 2013). As universidades chinesas, na sua maioria, têm pequenas empresas de tecnologia incubada em seu ambiente, incentivando a promoção e o desenvolvimento científico na geração de tecnologias inovadoras. A interação entre universidades e empresas é vista como um fator impulsionador do crescimento econômico regional, em que ambas as partes podem se beneficiar mutuamente como enfatizado por Fagundes (2010).

A Universidade Zhejiang possui a patente “Método e sistema de monitoramento da mancha bacteriana das folhas do arroz no campo com base em dados de múltiplas fontes”, que detecta e monitora manchas em folhas de arroz, isso durante o desenvolvimento da cultura (Feng *et al.*, 2022). E a Universidade China Agrícola possui a patente “Método, sistema e equipamento de alimentação de peixes baseado em meio de processamento e armazenamento de imagens”, e seu propósito é rastrear o comportamento do peixe por meio do seu movimento e identificar seu estado de fome, dessa maneira, a alimentação é realizada de forma precisa de acordo com o dispositivo do sistema de processamento de imagens (An *et al.*, 2020). Ambas as instituições desenvolvem inovações na área agrícola com o sistema de análise de imagens, e cada uma possui 13 publicações que foram identificadas neste estudo.

No Gráfico 6, são mostradas as categorias das patentes encontradas durante a pesquisa prospectiva, delimitada a patente de um dispositivo, método ou processo.

Gráfico 6 – Categorias mais patenteadas no quadro geral

Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2024)

Algumas das patentes analisadas apresentaram uma ou duas categorias, ou seja, com enquadramento classificatório em método, dispositivo e processo, ou ser um método e dispositivo, ou um processo e dispositivo. Optou-se por uma análise e quantificação separada por categorias para ter uma observação mais precisa dos tipos de produções. Assim, método foi a categoria que apresentou maior número de documentos depositados, com 381, seguida por dispositivo, com 281, e processo, com 57.

Os métodos protegem a maneira específica de realizar uma atividade, sendo essa a categoria que descreve os passos para a captura das imagens que serão necessárias para o desenvolvimento da tecnologia. Processo é a sequência das etapas que devem ser seguidas na finalidade de realizar uma tarefa específica, por exemplo, descrita como obtenção das imagens, pré-tratamento, alimentação de *dataset* ou similar. Já dispositivo é o equipamento físico, que pode ser uma máquina, uma ferramenta, um utensílio ou qualquer outro objeto com utilidade prática e que seja novo ou inventivo.

O documento para pedido de uma patente é composto de: relatório descritivo, reivindicações, desenhos (se necessário) e resumo. O conjunto de reivindicações é de extrema importância, precisa ser descrito com atenção e cuidado para se ter a proteção completa da invenção ou inovação. Esse documento diz o que o titular deseja proteger ou não. Se por acaso o titular deixar alguma abertura em sua reivindicação ou infringir algum direito de patente, ele pode ser ultrapassado por algum concorrente, que fica monitorando suas publicações ou perde o direito de obter a concessão da patente por haver outro depósito que reivindicou anteriormente a mesma proteção (Paranhos; Ribeiro, 2018).

Alguns dispositivos que realizam o reconhecimento de danos foram encontrados e apresentam características similares ao objetivo do estudo prospectivo, porém não especificam de maneira concreta sua utilização para análise no empacotamento da banana. O depósito de patente “Método de julgamento nutricional da bananeira baseado em aprendizado de máquina” é uma invenção que descreve o método baseado no aprendizado de máquina para acompanhar o crescimento da bananeira e sua nutrição, mostrando a aquisição de imagem em seus vários estágios de desenvolvimento, e, como a bananeira uma planta com necessidades diversas em cada fase, o acompanhamento por imagem pode auxiliar na melhoria da produtividade por meio do acompanhamento na nutrição e nos diagnósticos (Qin *et al.*, 2021).

A patente chinesa “Método e dispositivo de detecção de maturidade de banana baseado em rede neural BP” é a invenção que mostra um método e um dispositivo que realiza a obtenção das imagens das bananas em grupos, com graus de maturidade diferentes em cada um, para realizar o treinamento da rede neural BP e, assim, conseguir detectar informações sobre o grau de maturidade das bananas (Zhao *et al.*, 2020).

A patente americana “Sistema Robótico de Colheita de Frutas” trata-se de um sistema robótico que inclui um subsistema com visão computacional para orientação, possui braços mecânicos para que o sistema identifique o fruto específico e realize a colheita cortando o galho, caule ou cacho. Esse subsistema é programado para extrair informações por meio da *machine learning*, sendo usado para o controle de qualidade (Duncan *et al.*, 2016).

Outra patente interessante foi o “Método de detecção da qualidade do kiwi baseado em aprendizagem profunda e tecnologia de imagem hiper espectral”, que é uma tecnologia para detectar a qualidade do fruto kiwi utilizando *deep learning* e imagem hiperespectral para analisar a qualidade dos frutos mantidos em ambientes de armazenagens com diferentes condições (Kang *et al.*, 2022).

Essa análise revelou que as tecnologias em desenvolvimento com a utilização da IA estão concentradas em diversas áreas do setor agrícola, porém, a maioria está voltada para o reconhecimento de doenças em plantas, frutas e animais por meio de imagem. Grande parte das publicações se encontra em estágio inicial de desenvolvimento e com maior titularidade entre empresas e universidades e não são comercializadas até o momento.

O Brasil não possui cultura na prática de proteção de patentes, sendo algo que está sendo disseminado recentemente com as mudanças nas legislações que envolvem a produção de ciência, tecnologia e inovação no país. Em um estudo conduzido por De Castro Ramos e Sartori (2023) identificou-se que a base de proteção de patentes do Brasil, o Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), em 2019, registrou 25.396 depósitos de pedidos de patentes, 1% equivalente do depósito mundial, sendo que 19.331 (76%) são de não residentes no país, enquanto apenas 5.465 (22%) são residentes.

O nível de investimentos em produção de ciência no Brasil ainda é baixo, desse modo, as empresas são fortes aliadas nessa caminhada, a exemplo de outros países que estabelecem essa conexão com a finalidade de fortalecer as produções de PD&I em seus territórios, gerando produtos, receitas e o fortalecimento do conhecimento científico.

Durante a realização deste estudo, observou-se que o Brasil está em desvantagem tecnológica quanto ao desenvolvimento de inovações que gerem patentes na área prospectada, e, apesar de estar entre os maiores produtores mundiais de banana, a invenção ou a inovação de tecnologias que auxiliem no processo de especificação da qualidade ainda são incipientes. Um fator contribuinte para esse avanço lento no desenvolvimento de PD&I pode ser o atraso no incentivo às parcerias estratégicas do ecossistema de inovação, que hoje é composto de Institutos de Ciência e Tecnologia (ICTs), agências de fomento e governo.

Foram encontrados três documentos: o primeiro é um método de computador para determinar o impacto de herbicidas em plantas cultivada; o segundo trata-se de um controlador de campo com sensor para acompanhar o crescimento das culturas; e o terceiro é um método para gerenciamento seletivo de culturas em tempo real. No entanto, apesar de todos serem baseados em sistemas de reconhecimento por imagem, nenhum deles faz referência à fruta da

bananeira (Aranzazu *et al.*, 2019; Nadia; Todd; William, 2016; Itzhak; Moshe, 2020). Embora as PIs estejam protegidas no Brasil, as empresas depositantes são essencialmente estrangeiras, Alemanha, Estados Unidos e Israel, o que novamente evidencia a ausência de inovações na área que estejam caracterizadas como brasileiras.

Nenhum equipamento comercializado para analisar os danos e os defeitos em bananas no momento de pós-colheita foi encontrado no país. Como se trata de uma fruta delicada, os equipamentos existentes no beneficiamento de outras frutas não são adequados ao objetivo principal deste estudo. O foco foi entender como está a produção de inovações tecnológicas dentro do país pelo fato de este ser um dos maiores produtores da fruta. O propósito deste estudo foi realizar essa análise no setor de empacotamento e buscar meios para automatizar essa prática que ainda é fortemente realizada de maneira manual e visual.

4 Considerações Finais

Ao analisar o quadro mundial de depósitos de patentes para tecnologias relacionadas ao reconhecimento de imagens, ficou evidente a escassez de inovações no setor produtivo de pós-colheita da banana, principalmente no momento de empacotamento. Algumas patentes identificadas apresentaram desenvolvimento tecnológico passível de ser utilizado para desenvolver uma inovação capaz de suprir essa necessidade de identificação dos danos e dos defeitos da fruta, especificamente no setor produtivo brasileiro.

Entre as patentes que poderiam servir de base informativa para a criação de um novo dispositivo, a China se destacou como maior referência em desenvolvimento de tecnologias de reconhecimento por *machine learning*, sendo o único país com depósitos no campo mapeado no ano de 2022.

Identificou-se que os setores universitários e empresariais são os que detêm mais depósitos, logo, maior interesse na produção de tecnologias na área prospectada. A justificativa para esse resultado pode estar relacionada às políticas públicas e aos incentivos governamentais para o desenvolvimento tecnológico nos países que apresentaram maior número de patentes na área prospectada.

Mesmo com a expressiva importância da bananicultura no Brasil, o país não apresentou depósitos de patentes que se correlacionassem ao objeto da prospecção. Isso permite uma maior exploração para o desenvolvimento de tecnologias com a finalidade de inovar na produção de banana e de contribuir no processo da neointustrialização do país, produzindo propriedade intelectual e promovendo a integração com o comércio internacional. Os desafios enfrentados na implementação de uma política concisa para o setor de PD&I no país podem ser o fator preponderante para o resultado aqui obtido.

5 Perspectivas Futuras

O estudo prospectivo identificou que o investimento em PI para inovar na cadeia produtiva da banana é uma necessidade urgente. Enquanto países como China e Estados Unidos avançam em estudos e depósitos na área de reconhecimento de imagem, o Brasil ainda não produziu

nenhuma patente relacionada. Esse cenário está associado à falta de uma cultura consolidada de proteção das inovações no país, algo que precisa ser incentivado para garantir uma posição de destaque no desenvolvimento tecnológico global.

Promover uma cultura de inovação e de proteção de PI envolve uma abordagem integrada e abrangente. Inicialmente, é essencial implementar programas educacionais que destaquem a importância da PI dentro das ICTs com propostas que devem incluir *workshops*, seminários e cursos específicos para pesquisadores, empreendedores e estudantes, ressaltando os benefícios da inovação e da proteção de PI para a indústria brasileira.

Além da educação, o governo deve oferecer incentivos fiscais e subsídios às empresas que investem em PD&I e que protegem suas inovações. Políticas públicas robustas que fomentem a inovação são cruciais para criar um ambiente propício ao desenvolvimento tecnológico.

Fortalecer as instituições de PI, como o INPI, também é fundamental. Essas instituições precisam ser capacitadas para agilizar o processo de registro de patentes, proporcionando suporte técnico e jurídico aos inovadores, incluindo apoio financeiro e jurídico para pequenas e médias empresas que frequentemente enfrentam dificuldades no processo de proteção de suas inovações. A formação de parcerias público-privadas desempenha um papel significativo. Colaborações entre universidades, centros de pesquisa e empresas privadas podem facilitar a transferência de conhecimento e o desenvolvimento de novas tecnologias. Essas parcerias incentivam a inovação ao combinarem recursos e *expertise* de diferentes setores.

Por último, ressalta-se que campanhas nacionais de sensibilização são vitais para aumentar a conscientização sobre os benefícios da PI e da inovação. Essas campanhas devem destacar como a inovação e a proteção de PI contribuem para o desenvolvimento econômico e tecnológico do país, incentivando a participação ativa de todos os setores da sociedade.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Agência de Financiamento CNPq – Programa Maidai (Chamada CNPq n. 12/2020) pelas bolsas de mestrado e de iniciação tecnológica. Os autores agradecem também à empresa Schmidt Agrícola, na pessoa de David Marcelino Almeida Schmidt, pela parceria e pelos recursos disponibilizados para o desenvolvimento do projeto.

Referências

AIBA – ASSOCIAÇÃO DE AGRICULTORES E IRRIGANTES DA BAHIA. **Boletim Fruticultura:** Circular n. 3 – semestre 01/2024, Bahia, p. 16, 2024.

ALERJ – ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. **Inovação tecnológica:** países desenvolvidos saem na frente. 2009. Disponível em: <https://www.querodiscutiromeuestado.rj.gov.br/noticias/2353-inovacao-tecnologica-paises-desenvolvidos-saem-na-frente>. Acesso em: 29 mar. 2024.

ALVAREZ, R. dos R. Inovação Estratégias de Sete Países: Inovar é Preciso. **Série Cadernos da Indústria ABDI**, Brasília, DF, v. 15, p. 32-65, 2010.

- AN, Dong *et al.* Inventor. Univ. China Agricultural. Titular. Fish Feeding Method, System and Equipment Based on Image Processing and Storage Medium. **Patente PCT CN113592896**. 2020.
- ARANZAZU, Bereciartua-Perez *et al.* Inventor. BASF SE. Titular. **Patente PCT BR112022010842**. 2019.
- BRITO, L. D. Q. **Caracterização e Quantificação de Fungos Pós-Colheita em Bananas Comercializadas na Feira Livre de Sumé-PB**. Sumé, PB: Universidade Federal de Campina Grande, 2013.
- BRASIL. **Decreto n. 9.283, de 7 de fevereiro de 2018**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/decreto/d9283.htm. Acesso em: 15 mar. 2024.
- CASSIOLATO, J. E. **Boletim de Economia e Política Internacional**: as Políticas de Ciência, Tecnologia e Inovação na China. Brasília, DF: Ipea, 2013. p. 65-80.
- CISTP – CHINA INSTITUTE FOR SCIENCE AND TECHNOLOGY POLICY. **China AI Development Report**. Tsinghua University, 2018. Disponível em: https://indianstrategicknowledgeonline.com/web/China_AI_development_report_2018.pdf. Acesso em: 22 mar. 2024.
- DE CASTRO RAMOS, Isabella Villanueva; SARTORI, Rejane. Análise Evolutiva dos Depósitos de Pedidos de Patentes no Sul do Brasil à Luz da Lei de Inovação. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 16, n. 1, p. 312-325, janeiro-março, 2023.
- DE NEGRI, J. A. **Investir em inovação é garantir o futuro**. Rio de Janeiro, RJ: Ipea, 2022.
- DIAS, N. da S. *et al.* Caracterização Físico-Química de Bananas ‘maçã’ e ‘williams’ em Sistema Orgânico de Produção. **HOLOS**, [s.l.], v. 1, p. 1-19, 2021. DOI: 10.15628/holos.2021.10186.
- DUNCAN, Robertson *et al.* Inventor. Dogtooth Tech Limited. Titular. Robotic Fruit Picking System. **Patente PCT US2021000013**. 2016.
- EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Banana**. 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/mandioca-e-fruticultura/cultivos/banana>. Acesso em: 12 mar. 2024.
- EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Mandioca e Fruticultura Tropical**: a Cultura da Banana. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. (Coleção Plantar, 56).
- FAGUNDES, M. V. C. Influências das Universidades na Criação e no Desenvolvimento de Sistemas Locais de Inovação. **Cadernos de Ciências Sociais Aplicadas**, Vitória da Conquista, n. 9, p. 61-79, 2010.
- FENG, Xuping *et al.* Inventor. Univ. Zhejiang. Titular. Field Rice Bacterial Leaf Blight Monitoring Method and System Based on Multi-Source Data. **Patente PCT CN114923908**. 2022.
- FGV – FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. **Monitor do PIB FGV – Ref. de dezembro**. Rio de Janeiro: FGV, 2024. 7p. Disponível em: https://portalibre.fgv.br/system/files/2024-02/monitor-do-pib-fgv-fevereiro-de-2024-ref.-de-dezembro_0.pdf. Acesso em: 12 mar. 2024.
- FERREIRA, J. B.; FERREIRA, T. S. Inovação em Países em Desenvolvimento: Avanços e Possibilidades. **GEINTEC: Gestão, Inovação e Tecnologias**, São Cristovão, v. 3, p. 1-16, 2013.
- FURTADO, K. D. C. *et al.* **O papel dos drones na agricultura 4.0 e 5.0**: auxílio tecnológico para uma agricultura eficiente, produtiva e sustentável. [S.l.]: Seven Editora, 2023.

- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção de Banana**. 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/banana/br>. Acesso em: 12 mar. 2024.
- ISHIMATSU, Takakazu *et al.* Inventor. Joho Seigyo Syst KK. Nagasaki Prefecture. Titular. Detecting Device for Underwater Floating Body. **Patente PCT JPH02113374**. 1990.
- ITZHAK, Khait; MOSHE, Bar. Inventor. Centure Application Ltd. Titular. System and Method for Real-Time Crop Management. **Patente PCT BR112022012618**. 2020.
- KANG, Zhilong *et al.* Inventor. Univ. Hebei Technology. Titular. Kiwi Fruit Quality Detection Method Based on Deep Learning and Hyperspectral Imaging Technology. **Patente PCT CN114965346**. 2022.
- LEI, X. P. *et al.* The inventive activities and collaboration pattern of university-industry-government in China based on patent analysis. **Scientometrics**, [s.l.], v. 90, n. 1, p. 231-251, 2012.
- LEUSIN, M. E. *et al.* Patenting patterns in Artificial Intelligence: Identifying national and international breeding grounds. **World Patent Information**, [s.l.], v. 62, p. 13, 2020.
- LICHTEMBERG, L. A.; LICHTEMBERG, P. dos S. F. Avanços na bananicultura brasileira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, [s.l.], v. 33, p. 29-36, número especial, 2011. DOI: 10.1590/S0100-29452011000500005.
- LU, Binghai; ZHU, Congrong. Inventor. University Zhejiang Ocean. Titular. Automatic Fry Counting System Based on Computer Vision. **Patente PCT CN101430775**. 2009.
- LUNDVALL, B. Å. National innovation systems-Analytical concept and development tool. **Industry and Innovation**, [s.l.], v. 14, n. 1, p. 1-35, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1080/13662710601130863>.
- LYRIO, M. C. **A ascensão da China como potência: fundamentos políticos internos**. Brasília, DF: Funag, 2010.
- MAIA, V. M. *et al.* Tipos e intensidade de danos mecânicos em bananas ‘prata-anã’ ao longo da cadeia de comercialização. **Revista Brasileira de Fruticultura**, [s.l.], v. 30, n. 2, p. 365-370, 2008. DOI: 10.1590/S0100-29452008000200017.
- MCTIC – MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÃO E COMUNICAÇÃO. **Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação**. Brasília, DF: MCTIC, 2016.
- NADIA, Shakoor; TODD, C. Mockler; WILLIAM, Francis Kezele. Inventor. Donald Danforth Plant Science Center. Titular. Integrated Field Phenotyping and Management Platform for Crop Development and Precision Agriculture. **Patente PCT BR112019004060**. 2016.
- PARANHOS, Rita de Cássia Santos; RIBEIRO, Núbia Moura. Importância da prospecção tecnológica em base em patentes e seus objetivos da busca. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 5, Ed. Esp. VIII ProspecCT&I, p. 1.274-1.292, dezembro, 2018.
- QIN, Jingyuan *et al.* Inventor. Guangxi Zhongyi Water Fertilizer Integration Biotechnology Co Ltd. Titular. Banana Plant Nutrition Judgment Method Based ON Machine Learning. **Patente PCT CN113988465**. 2021.
- SHI, Yang. Inventor. Hunan Vitar Tech Co Ltd. Titular. App for Household Cultivation of Hydrangea Based on Big Data and Image Recognition. **Patente PCT CN107066948**. 2017.

SILVA E ALVAREZ, E. M. de P. e. Inovação Estratégias de Sete Países: o significado da pesquisa Mobit. **Série Cadernos da Indústria ABDI**, Brasília, DF, v. 15, p. 24-31, 2010.

SILVA, L. C. S. *et al.* Informação Tecnológica: Identificando Tecnologias, Vantagens e Aplicações Através do Banco Nacional e Internacional de Patentes. **HOLOS**, [s.l.], v. 1, p. 139-150, 2013.

SINISTERRA, R. D.; SEGURA, M. E. C.; CREPALDE, J. Centros de Provas de Conceito e de Escalonamento e a Transferência e o Licenciamento de Tecnologias de ICT para Empresas: estratégia para consolidar a Inovação. **Inovação, Ciência, Tecnologia e Gestão – a UFMG em Perspectiva**, [s.l.], 2021.

ZHAO, Wenfeng *et al.* Inventores. Univ. South China Agricul. Titular. BP Neural Network-Based Banana Maturity Detection Method and Device. **Patente PCT CN112418130**. 2020.

Sobre os Autores

Catharinne Barreto do Carmo

E-mail: cathy.s2.docarmo@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-7180-2883>

Bacharel Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia pela Universidade Federal do Oeste da Bahia em 2022.

Endereço profissional: Rua da Prainha, n. 1.326, Morada Nobre, Barreiras, BA. CEP: 47810-047.

Gabriela Silva Cerqueira

E-mail: gabriela.cerqueira@ufob.edu.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3610-4544>

Doutora em Química pela Universidade Federal da Bahia em 2017.

Endereço profissional: Rua da Prainha, n. 1.326, Morada Nobre, Barreiras, BA. CEP: 47810-047.

Ramon Adrian Salinas Franco

E-mail: ramon.franco@ufob.edu.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2653-9835>

Doutor em Tecnologia pela Universidade Estadual de Campinas em 2019.

Endereço profissional: Rua da Prainha, n. 1.326, Morada Nobre, Barreiras, BA. CEP: 47810-047.

Cristine Elizabeth Alvarenga Carneiro

E-mail: cristine.carneiro@ufob.edu.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0782-3523>

Doutora em Química pela Universidade Estadual de Londrina em 2012.

Endereço profissional: Rua da Prainha, n. 1.326, Morada Nobre, Barreiras, BA. CEP: 47810-047.