

Mapeamento Patentário do Tema Máquinas Conectadas a Máquinas (M2M) e os Desafios Brasileiros da Agricultura 4.0

Patent Mapping of Machinery Connected Machines (M2M) and Brazilian Challenges in Agriculture 4.0

Carlos Alexandre Silva Alves dos Santos¹

Luciane Cleonice Durante¹

Olivan da Silva Rabêlo¹

Jaqueline da Silva Albino²

¹Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, MT, Brasil

²Universidade Estadual de Mato Grosso, Cáceres, MT, Brasil

Resumo

A Agricultura 4.0 refere-se a um conjunto de tecnologias de ponta que são integradas e conectadas por meio de sistemas e equipamentos capazes de otimizar a produção agrícola em todas as suas etapas. Este trabalho tem o objetivo de realizar um mapeamento tecnológico mundial das patentes depositadas sobre o tema Máquinas conectadas a Máquinas (M2M). Realizou-se pesquisa bibliográfica para identificar os desafios que se apresentam ao setor, definindo-se o tema M2M para a elaboração de estudo prospectivo com o intuito de identificar os principais *players*, países de proteção e evolução anual de depósito de patentes, utilizando-se da ferramenta Questel Orbit. Foram encontrados 794 depósitos de patentes, realizados, principalmente, a partir de 2011, com pico em 2017. A China é o país com maior quantidade de proteção patentária e as empresas japonesas são as maiores cessionárias de tecnologias. Os resultados evidenciaram que o investimento em modernização e tecnologia permite a inserção de práticas mais sustentáveis ao setor agrícola.

Palavras-chave: Agricultura 4.0. Desenvolvimento Tecnológico. Proteção Patentária.

Abstract

Agriculture 4.0 refers to a set of cutting-edge technologies integrated and connected through systems and equipment capable of optimizing agricultural production in all its stages. This work aimed to carry out a worldwide technological mapping of patents applications on the subject of machines connected to machines (M2M). A bibliographic research was carried out to identify the challenges presented to the sector, defining the theme of the machines connected to the machines (M2M), to elaborate a prospective study identifying the main players, countries of protection and annual evolution of patent application, using the Questel Orbit tool. A total of 794 patent deposits were found, mainly from 2011, with a peak in 2017. China is the country with the highest amount of patent protection and Japanese companies, the largest assignees of technologies. The results showed that the investment in modernization and technology allows the insertion of more sustainable practices in the agricultural sector.

Keywords: Agriculture 4.0. Technological Development. Patent protection.

Área Tecnológica: Transferência de Tecnologia. Propriedade Intelectual. Agronegócio.



1 Introdução

O avanço digital chegou ao meio rural, intensificando e reconectando a ligação urbano-rural nas suas diversas abordagens. Termos, como Tecnologia da Informação e Comunicação na Agricultura, Agricultura de Precisão, Agricultura Digital e Agricultura 4.0, começam a “viralizar” com o apoio das nuvens (*cloud*), da computação de alto desempenho e por meio dos aplicativos para dispositivos móveis (*apps*) usados no dia a dia do campo em propriedades de todos os setores do agronegócio e também da agricultura familiar no Brasil. O país, com seu protagonismo no agronegócio, vem aplicando geotecnologias para agricultura de precisão, como o uso de sensores, nanotecnologia, previsão de safra, monitoramento *in situ*, modelagem de cenários de mudanças globais. Novos conceitos surgem, como economia verde, bioeconomia, economia sustentável e economia solidária, baseadas em recursos renováveis biofisicamente e socialmente (SIMÕES; SOLER, 2017).

Para lidar com o volume de dados gerados, o Brasil tem sistematizado e integrado suas bases em diferentes escalas por meio de métodos interoperacionais, adoção de padrões de códigos abertos e soluções *Big Data* para grandes volumes de dados. A chamada “Internet das Coisas” coleta e armazena padrões mapeados, via *crowdsourcing* (contribuição coletiva), sensores e bases múltiplas, transformando-os em dados úteis para a tomada de decisão localmente adaptada. A Agricultura 4.0 se refere ao uso de tecnologias de ponta na agropecuária com o propósito de estimular processos na cadeia de valor agregado da produção agrícola e na sustentabilidade ambiental. Incluem-se sistemas de rastreamento da sustentabilidade da produção agrícola e industrial e seus impactos na segurança alimentar e nutricional nas diferentes regiões do Brasil. Esbanjando tecnologia, a utilização de sensores, câmeras, GPS e algoritmos inteligentes permite alterar a trajetória de máquinas agrícolas remotamente e por meio de avisos meteorológicos recebidos em tempo real. Igualmente, sensores e modelos matemáticos já podem avaliar a escassez hídrica e estimar perdas da biodiversidade, resiliência dos ecossistemas e alterações nos serviços ecossistêmicos (SIMÕES; SOLER, 2017).

O ambiente produtivo é impactado de maneira cada vez mais rápida e mais intensa pelos desenvolvimentos tecnológicos e de conhecimentos convergentes. As pesquisas, o desenvolvimento e as aplicações produtivas das mais diferentes áreas ocorrerão de forma integrada. Projetos de pesquisa, testes em situações reais e a utilização de produtos e serviços tecnológicos nos sistemas de produção se darão crescentemente de modo conjunto. Os avanços em Tecnologia de Informação e Comunicação terão grande importância nessa integração (EMBRAPA, 2018).

Assim, elementos da agricultura tecnificada e conectada geram conhecimentos, permitindo ganhos de produtividade e sustentabilidade econômica, social e ambiental. Essa agricultura digital, adaptada e barateada com o uso de tecnologia nacional, pode ser a grande revolução no campo, uma vez que desde pequenos agricultores até grandes produtores buscam inovar, tornando suas lavouras mais eficientes e sustentáveis (SIMÕES; SOLER, 2017).

A partir de um levantamento e da identificação dos desafios da Agricultura 4.0 no Brasil, em 2018, este trabalho tem por objetivo geral realizar um mapeamento mundial das patentes depositadas sobre o tema Máquinas conectadas a Máquinas (M2M). Para tanto, são estes os objetivos específicos: a) identificar os principais *players* do mercado; b) apontar os países com maior proteção (depósitos de patentes efetuados nesta área em seu escritório de patentes); c)

indicar a evolução anual de depósitos de patentes; e d) verificar os países de origem/sede dos principais *players* e seus perfis de mercado.

1.1 Agricultura 4.0

A tecnologia empregada no campo foi determinante para que a agricultura brasileira alcançasse o patamar atual. A evolução é contínua e agora se consolida uma nova era de tecnologia agrícola. Hoje já não existe mais separação entre os mundos físico e virtual, conectados para facilitar a vida das pessoas. Por trás dessa ideia está o conceito da Agricultura 4.0 (Agro 4.0), também chamada de agricultura digital, uma clara referência à Indústria 4.0, inovação que teve início na indústria automobilística alemã e que agora conquista fábricas de diversos segmentos devido à completa automatização proporcionada aos processos produtivos (VDMA VERLAG, 2016).

A Agro 4.0 emprega métodos computacionais de alto desempenho, rede de sensores, comunicação Máquinas conectadas a Máquinas (M2M), conectividade entre dispositivos móveis, computação em nuvem, métodos e soluções analíticas para processar grandes volumes de dados e construir sistemas de suporte para a tomada de decisões de manejo. Além disso, contribui para elevar os índices de produtividade, de eficiência do uso de insumos e de redução de custos com mão de obra, melhorar a qualidade do trabalho e a segurança dos trabalhadores e para diminuir os impactos ao meio ambiente (MASSRUHÁ; LEITE, 2017).

Nesse contexto, se faz presente a Agricultura 4.0, que faz uso de métodos também empregados na Indústria 4.0, englobando a agricultura e a pecuária de precisão, a automação e a robótica agrícola, além de técnicas de *Big Data* e de Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC) que contribuem para a definição das fazendas digitais ou fazendas inteligentes (*digital farm* ou *smart farm*) (MASSRUHÁ; LEITE, 2017).

A Agricultura 4.0 contribuirá com a redução do consumo de água, fertilizantes e agrotóxicos, comumente aplicados de forma uniforme nos campos. Com a tecnologia, será possível utilizar apenas as quantidades mínimas necessárias, aplicadas em áreas específicas. Outras inovações, como a impressão 3D de alimentos, o cultivo de carne, a modificação genética e a agricultura com água do mar, por exemplo, ainda estão nos estágios iniciais, mas podem se tornar revolucionárias na próxima década, uma vez que, dessa forma, será possível cultivar alimentos em áreas áridas, viabilizando o uso de recursos abundantes e limpos, como é o caso do sol e da água do mar (CLERCQ; VATS; BIEL, 2018).

Esse fenômeno da Agro 4.0 vai além da simples mecanização do campo. As operações e as decisões passam a ser orientadas com base em dados retirados do clima, da terra, da lavoura, entre outros. Além disso, os diversos dispositivos conectados e integrados permitem a automação dos processos. Isso está intimamente relacionado ao conceito de *Internet of Things (IoT)*. Com isso, equipamentos e profissionais trabalham de modo conectado e otimizado. Dentro dessa nova visão e com o uso das novas tecnologias digitais, a Agricultura 4.0 reúne quatro aspectos principais: gestão baseada em dados, produção a partir de novas ferramentas e técnicas, sustentabilidade e profissionalização.

Com a implantação das técnicas de Agricultura 4.0 e dos avanços a ela associados, as operações do campo deverão ser mais precisas e eficientes, justamente por que o uso de sensores, dispositivos, *softwares* e demais componentes da tecnologia da informação serão, então,

os responsáveis pelas análises e aplicações dos diferentes insumos nas quantidades mínimas necessárias em áreas bem específicas, minimizando desperdícios e maximizando seus efeitos no ambiente (REDAÇÃO AGRISHOW, 2016).

Apesar do grande crescimento e da popularização dessas ferramentas, o Brasil ainda está em processo de evolução na adoção das tecnologias quando comparado a outros países, como Estados Unidos e China. Ainda há muito o que avançar, com diversos desafios a serem solucionados, principalmente pelos seguintes aspectos: a falta de serviços de internet compatíveis no campo, a ausência de equipamentos, como as máquinas agrícolas conectadas, e a escassez de mão de obra qualificada (MASSRUHÁ; LEITE, 2016).

Esses itens mencionados corroboram com a ideia de Roldão (2018), quando ele afirma que, com isso, pode-se, também, destacar a dificuldade de acesso à internet na zona rural; o que tem dificultado, significativamente, a evolução dos dispositivos móveis aplicados às cadeias produtivas. Apesar disso, os indicadores de uso têm aumentado, gradativamente, no que tange ao avanço da utilização dos aparelhos celulares para acesso à internet; tanto no meio rural quanto no meio urbano. Conforme mostram os dados apresentados por CETIC.br (2017), a porcentagem de pessoas que possuem aparelho celular no meio urbano é de 86%; e, no meio rural, na proporção de 71%. Ainda, destes, 90% já acessaram a internet na zona urbana; e 85%, na zona rural. Outro grande desafio é a capacitação daqueles profissionais que irão trabalhar com essas tecnologias inteligentes. De nada adianta possuir um grande volume de informações, se estas não forem analisadas, convertidas em dados e transformadas em conhecimento que proporcionem melhores condições para a tomada de decisão em tempo real.

A busca pela otimização no uso dos recursos naturais e insumos fará com que a fazenda do futuro seja massivamente monitorada e automatizada. Sensores dispersos por toda a propriedade e interligados à internet gerarão dados em grande volume, variedade e velocidade (*Big Data*) que necessitarão ser filtrados, armazenados (computação em nuvem) e analisados. Essa nova realidade, na qual tudo se encontra interligado, permitirá o fornecimento de uma abundância de serviços e de aplicações, permitindo que usuários, máquinas, dados e objetos do espaço físico interajam uns com os outros de forma autônoma e transparente, criando a chamada Internet das Coisas no campo (MASSRUHÁ; LEITE, 2016).

A força de trabalho humana não será capaz de gerenciar essa quantidade de dados e precisará de algoritmos cada vez mais aprimorados por meio de técnicas de inteligência computacional e de computação cognitiva para auxiliar no processo de análise. Após a análise, o ciclo é fechado por meio de comandos remotos aos tratores e por implementos agrícolas que, munidos de GPS, farão intervenções pontuais apenas onde for necessário para otimizar custo, produção e impacto no meio ambiente (MASSRUHÁ, 2016). Para esclarecer sobre essas questões, pretende-se detalhar alguns dos principais desafios da Agricultura 4.0 atualmente no Brasil. Para isso, serão listadas e discutidas algumas dessas barreiras existentes para a adoção de *IoT* no campo, mapeadas em diversos artigos e documentos publicados.

1.2 Mão de Obra Qualificada

Latorraca e Silva (2018) explicam no *Relatório do AgriHub* que, devido à grande importância dada pelos produtores rurais durante as reuniões e ao impacto direto na implantação das novas tecnologias na agricultura, esse tema, mão de obra qualificada, é de suma importância;

no entanto, já houve outras investigações no Estado de Mato Grosso e foi verificado que a falta de atualização e de competência da mão de obra no campo são gargalos para o avanço da agricultura digital em propriedades rurais.

Ainda, de acordo com Latorraca e Silva (2018), a prova disso está em uma pesquisa conduzida pelo Instituto Mato-grossense de Economia Agropecuária (IMEA), que, no ano de 2015, constatou que o maior gargalo para expansão da utilização das técnicas de agricultura de precisão é oriundo da falta de mão de obra qualificada, ou seja, na amostragem com produtores rurais, 88% afirmaram que a qualificação de seus colaboradores é o que mais limita o uso de técnicas, como mapas de fertilidade de solos, mapa de colheita, taxa variável, entre outras. Assim, além de ser uma oportunidade para o desenvolvimento de novas soluções, o desafio de manter a mão de obra atualizada no mesmo ritmo do lançamento das novas tecnologias deve ser levado em consideração em qualquer tipo de inovação que será desenvolvida como serviço nas propriedades rurais.

A qualificação dos colaboradores que vão conduzir as máquinas agrícolas, lançar dados coletados nos mais diversos sensores espalhados pela propriedade, utilizar sistemas gerenciais, operar seus veículos aéreos não tripulados, ou seja, os chamados VANT ou drones, precisa acompanhar a velocidade das inovações da agricultura digital. Por isso, devem ser monitorados não apenas pelas *startups* e empresas de tecnologia, como também por universidades, centros de treinamento e outras entidades de ensino (LATORRACA; SILVA, 2018).

O Relatório do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES, 2017) condiz com as informações de Latorraca e Silva (2018) e aponta, ainda, que a baixa profissionalização da mão de obra gera desafios para adoção de novas tecnologias. Embora a escolaridade da população rural esteja crescendo nos últimos nove anos, a baixa profissionalização da mão de obra para as atividades mais operacionais foi apontada como um desafio.

1.3 Conectividade no Campo

Latorraca e Silva (2018) explicam no *Relatório do AgriHub* que, ao longo da pesquisa de campo realizada em Mato Grosso, sempre se nota uma precariedade no serviço de internet, seja fixa, móvel, rádio, entre outras. Nos levantamentos de problemas, a questão da “Conectividade” foi classificada pelos produtores rurais como um dos problemas mais graves, urgentes e abrangentes do Estado de Mato Grosso, recebendo ainda a classificação de um Problema-Raiz.

A pesquisa do AgriHub revelou um dado prejudicial para o desenvolvimento de novas soluções e também para a usabilidade de soluções já disponíveis no mercado que dependem de internet na lavoura e nas pastagens. Os dados da pesquisa revelam a existência ou não de conexão/internet nos talhões das fazendas dos produtores rurais participantes da pesquisa, e o resultado foi impressionante: 86% de respostas negativas para a conectividade no campo e apenas 14% responderam positivamente, ou seja, que possuem internet nos talhões.

1.4 Máquinas Conectadas a Máquinas (M2M)

De acordo com o documento da Redação Agrishow (2016), as máquinas que estão conectadas a máquinas ou os sistemas autônomos vão ser cada vez mais comuns e viáveis para aumentar os níveis de produção. Entre as vantagens dessa tecnologia que dispensa muito a

intervenção humana, estão a habilidade de replantar o trabalho em tarefas de valor agregado, a capacidade de superar a falta de trabalho qualificado durante espaços críticos, a possibilidade de ter um “plantão” 24 horas de trabalho sem variação de produtividade e a vantagem de fazer mais em um espaço de tempo menor, aperfeiçoando todo o resultado.

Para explorar esse desafio do segmento, as empresas do setor estão desenvolvendo veículos autônomos, com um sistema a bordo que leva automaticamente em consideração as larguras dos implementos e estabelece o percurso mais eficiente, dependendo do terreno, das obstruções e das máquinas em uso no mesmo campo. As tarefas da máquina também podem ser modificadas em tempo real pela *interface* remota ou por avisos meteorológicos automáticos. Além disso, o controle do desempenho das máquinas deve ser feito por meio de informações sobre quantidade de combustível no trator ou enviando mensagens sobre o estoque de sementes/fertilizantes, se está baixo, isso é avisado ao usuário. O veículo deve funcionar via radar, com reflexão, geração e telemetria de luz, e com câmeras de vídeo a bordo, além disso, ele poderá identificar os obstáculos parados ou em movimento no seu caminho e, nesse caso, parar sozinho até que seja especificado um novo percurso (REDAÇÃO AGRISHOW, 2016).

Ainda, de acordo com o Relatório do BNDES (2017), a otimização do uso de maquinário gera redução de custos operacionais. Há ainda muitas oportunidades de melhoria de uso de maquinário que podem ser abordadas por *IoT*, em especial por meio da mecanização e da automação (substituição da mão de obra humana por máquinas), definição de rotas mais eficientes de plantio e de colheita e adoção de práticas de manutenção preventiva. A gestão de desempenho das máquinas compreende o monitoramento em tempo real das operações, gerando um banco de dados (*Big Data*) que permite o acompanhamento da qualidade das operações.

1.5 Monitoramento do Microclima

A agricultura é a atividade econômica mais dependente das condições climáticas. Além de influenciar o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade das culturas, o clima afeta também a relação das plantas com insetos e microrganismos, favorecendo ou não a ocorrência de pragas e de doenças. O monitoramento agrometeorológico consiste na coleta sistemática e contínua de dados meteorológicos para a produção de informações de interesse ou uso agrícola. Sistemas que integram de forma coordenada e simultânea as funções de coleta, transmissão e processamento de dados podem fornecer informações agrometeorológicas atualizadas em tempo quase real. Existem várias práticas agrícolas que podem se beneficiar de informações agrometeorológicas, destacando-se: o preparo do solo, a semeadura, a adubação, a irrigação, o controle fitossanitário e a colheita. Além disso, há as estimativas de produtividade, de qualidade da produção e condições favoráveis à ocorrência de doenças que também necessitam de dados meteorológicos (MONTEIRO; OLIVEIRA; NAKAI, 2014).

A variação geográfica do clima e da quantidade de chuva em grandes territórios de fazendas resulta na variação da umidade do solo que, se tratado uniformemente, causa ineficiência na irrigação e perdas na colheita. Portanto, em estações meteorológicas conectadas, o monitoramento do microclima para medir e prever a tomada de decisão para irrigação e a colheita, além de gerar alertas contra o desenvolvimento de pragas e doenças, deve resultar em significativos ganhos de produtividade (BNDES, 2017).

2 Metodologia

O presente estudo pauta-se em fontes de informações tecnológicas acessíveis em bases de dados de patentes. Entre as diversas técnicas que compõem o grupo de métodos analíticos pertencentes à bibliometria, necessária para análise de documentos de patentes, está a patentometria (FAGUNDES *et al.*, 2014), que proporciona incentivos ao “[...] desenvolvimento tecnológico, o encorajamento à pesquisa científica, a disseminação do conhecimento prático e econômico, a criação de novos mercados e a satisfação das necessidades latentes dos consumidores.” (FERREIRA; GUIMARÃES; CONTADOR, 2009, p. 212)

Além disso, a patentometria pode orientar diferentes tipos de pesquisa de patentes, dependendo das necessidades específicas do pesquisador, incluindo novidade ou atividade inventiva (não obviedade), validade, violação, a liberdade de operação ou a creditação e pesquisas da técnica anterior.

Os serviços de bases de dados de patentes diferem por cobertura geográfica e histórica e pelo tipo de documentos, estando disponíveis para acesso livre para qualquer pessoa. Nessas bases, é possível encontrar a descrição completa das patentes (títulos, resumos, descrição, reclamações ou outros elementos). Além disso, muitos bancos de dados oferecem diferentes ferramentas para facilitar a recuperação, a análise e a interpretação dos resultados (WIPO, 2011).

Para Ferreira, Guimarães e Contador (2009, p. 211), o “[...] título de Propriedade Intelectual corresponde ao marco legal, mundo afora, no que se refere aos direitos relativos a determinados objetos intangíveis ou criações do intelecto humano”.

O objeto de estudo deste trabalho tem como cerne os ativos de propriedade intelectual, especificamente as patentes acerca das soluções dos desafios apresentados para a Agricultura 4.0 no Brasil, em 2018, apresentadas aqui para mapear os principais *players*, países de proteção e evolução anual de depósito de patentes.

O primeiro passo para a realização das buscas em base de patentes foi a definição da matéria, nesse caso, foi elaborado um estudo bibliográfico para identificar os desafios da Agricultura 4.0 e, após isso, foram escolhidos os termos-chave para as buscas das soluções em documentos patentários. A presente pesquisa consiste então na busca por patentes relacionadas aos temas escolhidos, utilizando-se, para tanto, o sistema de base Questel Orbit, que é o mesmo procedimento executado por Fagundes *et al.* (2014) e por Fantinel *et al.* (2017).

Como um recorte específico para este estudo, foi eleito um entre os desafios estudados, sendo o de Máquinas conectadas a Máquinas (M2M) para, com isso, desenvolver a pesquisa e apresentar os resultados. Esse desafio foi escolhido devido à sua relevância e pela possibilidade de seus avanços contribuírem com os outros desafios apresentados, como o monitoramento de microclima e a conectividade no campo.

A utilização de ferramentas de prospecção tecnológica é importante para os processos de tomada de decisão em diversos níveis na sociedade. Essas ferramentas podem ser entendidas como um meio metódico de mapear desenvolvimentos científicos e tecnológicos capazes de influenciar de forma significativa a indústria, a economia ou a sociedade (MAYERHOFF, 2008, p. 7). O Orbit é uma ferramenta comercial com desempenho muito superior às bases gratuitas, proporcionando a exportação e o manuseio de dados em diversas extensões de arquivos, além de possuir a maior quantidade de conectores e de operadores de truncamento. Essa ferramenta

permite ainda realizar o tratamento dos resultados mediante tabelas e gráficos de maneira rápida e eficiente (GUERREIRO *et al.*, 2018).

O sistema de busca Orbit dá acesso à base de dados proprietária da Fampat. Essa base de dados cobre publicações de patentes, em todos os segmentos tecnológicos, de 90 escritórios nacionais, incluindo o Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) – escritório brasileiro – e seis escritórios regionais (EPO, WIPO, OAPI, ARIPO, EAPO e CGC). As publicações são agrupadas em famílias de patentes que consistem em um conjunto de patentes depositadas em diferentes países com o propósito de proteger uma mesma invenção, sendo que a principal característica da família de patentes é o direito de prioridade do primeiro depósito ser estendido aos demais nos diferentes países em que foram depositados, com inclusões de depósitos fora do prazo de 12 meses, pedidos provisionais/“reissued” norte-americanos e agrupamento de invenções de pedidos japoneses (AXONAL, 2015).

No Orbit, há a permissão de extração de dados em várias extensões, essa ferramenta possibilita que o usuário trabalhe no próprio *software*, acumulando listas de pesquisas na quais os documentos em duplicidade são descartados automaticamente pelo programa. É permitida ainda a geração de gráficos e de mapas complexos e correlacionados a partir dessas listas, de modo fácil e rápido.

Assim sendo, na base de dados Questel Orbit, foram aplicados os itens de título, resumo, objeto da invenção, vantagens sobre as desvantagens da técnica anterior e reivindicações independentes, utilizando-se as palavras-chave na plataforma de busca, isoladamente ou agrupadas por conectores, e os códigos da Classificação Internacional de Patentes (CIP) (*International Patent Classification*), em vigor desde 1968 (INPI, 2014).

Torna-se interessante observar que mesmo sem conter a palavra “internet of things” no título ou no resumo do documento da patente, as classificações (CIP) recebem pelos agentes certificadores de patentes a categoria inicial H04 ou G06 (SANTOS *et al.*, 2015).

Portanto, para o refinamento da busca do tema recortado para este estudo (Máquinas conectadas a Máquinas – M2M) com a Internet das Coisas, foram feitas as pesquisas, usando essa classificação, o que corrobora com Santos *et al.* (2015), quando eles perceberam que os códigos de classificação (CIP) atribuídos pelos agentes certificadores pertencem às classes “H04” ou “G06”. A primeira classe corresponde a dispositivos ou métodos de computação digital, adaptados para funções específicas, como: recuperação de informações, construção de estruturas de banco de dados, processamento de dados de imagem ou geração. A segunda classe abrange os dispositivos ou sistemas de comunicação eletroeletrônica com vias de propagação que utilizam a luz, ondas sônicas ou ondas eletromagnéticas.

A prospecção tecnológica foi realizada entre 25 de novembro e 6 de dezembro de 2018, não contendo delimitação temporal quanto à data dos depósitos nos escritórios. Após a recuperação das informações contidas nos documentos de patente em nível mundial, procedeu-se com tratamento estatístico utilizando-se a ferramenta *Analyze*, da própria ferramenta Questel Orbit, permitindo, assim, o cruzamento de dados como depositantes, inventores, agentes, citações, classificações (CIP), distribuição geográfica, cobertura temporal, entre outros. Posteriormente, ocorreu a exportação dos dados para o programa Microsoft Excel®, consolidando as informações, mesma técnica usada por Neto *et al.* (2017).

As palavras-chave utilizadas nas buscas foram: *agricultural machine*, *internet of things*, *iot*, com conectores booleanos “and” e “or”, símbolo de truncatura (caracteres genéricos) “*”, além dos códigos CIP para Internet das Coisas (H04 e G06).

3 Resultados e Discussão

No Quadro 1 estão apresentados os resultados das diversas buscas realizadas, ressalta-se que em algumas há uma grande quantidade de resultados e em outras obteve-se poucos retornos. Para efeito do presente trabalho, foram levadas em consideração a utilização das *strings* “agri* machi*” com os cruzamentos dos códigos IPC G06 ou H04, tendo sido obtidos 794 documentos que serão a fonte dos resultados e da discussão apresentados a seguir.

Quadro 1 – Quantidade de pedidos de patentes depositadas na base de dados Orbit

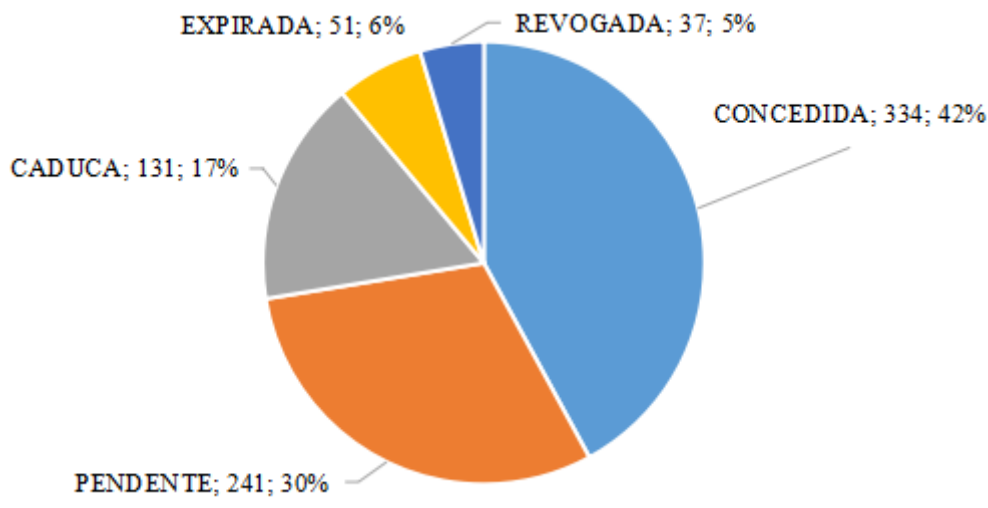
PALAVRAS-CHAVE	IPC	QUANTIDADE DE DEPÓSITOS
<i>agricultural machine</i>		41.361
<i>agri* machi*</i>		62.974
<i>agricultural machine AND internet of things</i>		56
<i>agri* machi* AND internet of things</i>		72
<i>agri* machi* AND internet of things</i>	G06 OR H04	29
<i>agri* machi* AND internet of things</i>	G06 AND H04	02
<i>agricultural machine AND iot</i>		04
<i>agri* machi* AND iot</i>		04
<i>agricultural machine</i>	G06 AND H04	54
<i>agricultural machine</i>	G06 OR H04	646
<i>agri* machi*</i>	G06 AND H04	61
<i>agri* machi*</i>	G06 OR H04	794

Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2018)

Com base na análise dos resultados obtidos do conjunto total analisado de 794 documentos, observa-se que, nas principais famílias de patentes depositadas na base de dados, tem-se que 334 delas (42%) encontram-se no *status legal* como Concedidas; 241 (30%) estão como Pendentes; e as demais apresentam-se como Expiradas, Revogadas ou Caducas (Figura 1).

Portanto, a grande maioria dos depósitos está em vigor (42%), e uma parcela considerável, 30%, está pendente para concessão. Esses quantitativos evidenciam que o tema é atual e está em amplo desenvolvimento pelas equipes de pesquisa das empresas, das instituições de ensino e dos governos.

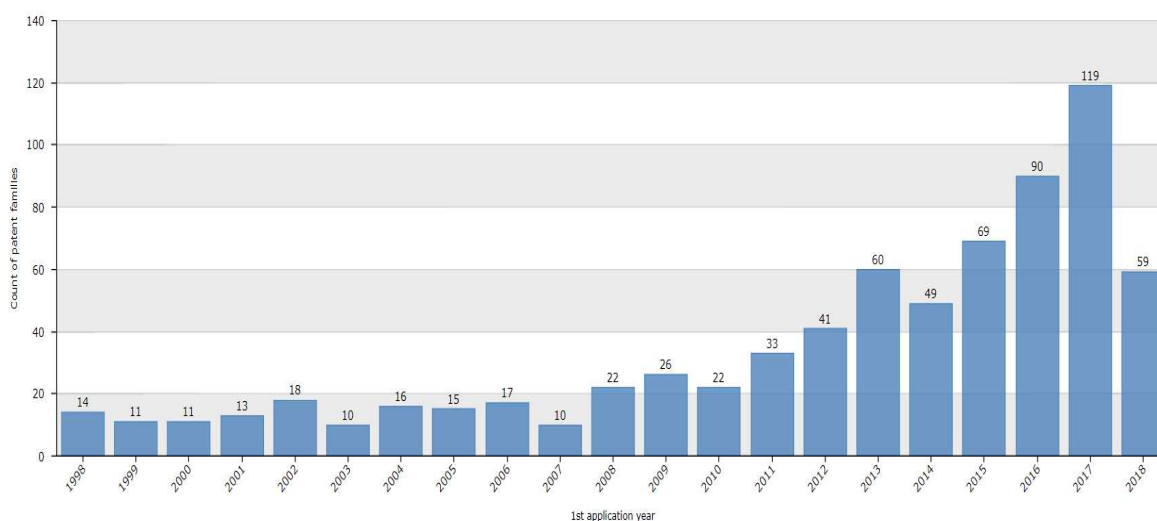
Figura 1 – Status legal das famílias de patentes depositadas na base de dados Orbit



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2018)

Com relação à evolução anual dos pedidos de patentes, é possível verificar que, entre os anos de 1998 a 2010, o número de depósitos dessas tecnologias foi discreto. A partir de 2011, esse número aumentou consideravelmente, chegando a registrar 119 depósitos em 2017. O incremento constante dos números de depósito ano após ano a partir de 2011 se deve principalmente às novas tecnologias e tendências do mercado agrícola mundial relacionado ao tema estudado, as máquinas inteligentes e as máquinas conectadas a outras máquinas, impulsionando essa demanda. A partir da última década é que o tema da conectividade se destacou em todos os setores da economia, portanto, o setor agrícola não poderia ficar esquecido. E com base no gráfico, pode-se notar como essa resposta vem aumentando a cada ano. No ano de 2018, foram relacionados 59 pedidos de patentes (Figura 2). O mapeamento patentário foi realizado antes de terminar o ano de 2018.

Figura 2 – Evolução anual dos pedidos de patentes de depositados na base de dados Orbit

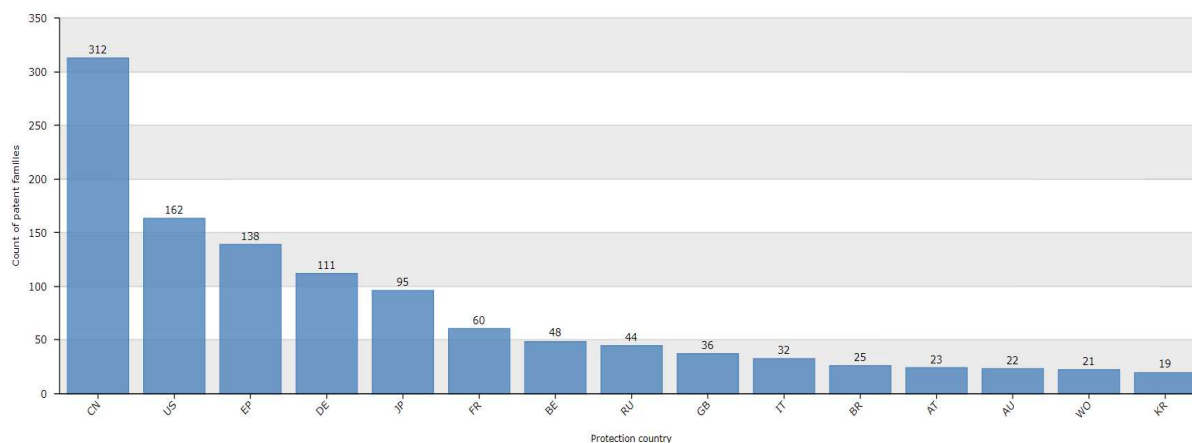


Fonte: Questel Orbit (2018)

Atualmente, o ranking de países com maior quantidade de pedido de proteção de patentes em seus escritórios é liderado pela China, com 312 pedidos de patentes depositadas na base de

dados, país que se destaca de outras nações consideradas as mais desenvolvidas e influentes do mundo, como Estados Unidos (162 pedidos), Alemanha (111 pedidos) e Japão (95 pedidos). O escritório europeu de patentes aparece com 128 pedidos no recorte elaborado para o estudo (Figura 3). A corrida pela proteção das patentes na China é um forte indicativo da competitividade desse país frente aos outros mercados, mesmo no setor agrícola, que apresenta uma demanda tecnológica crescente. No estudo realizado, pode-se ainda identificar o Brasil com 25 pedidos de proteção de patentes no INPI, ou seja, um pouco mais de 3% do total analisado, o que mostra quanto ainda é necessário avançar no Brasil com relação à proteção patentária e à competitividade com outros mercados mundiais.

Figura 3 – Quantidade de depósitos de patentes por país de proteção

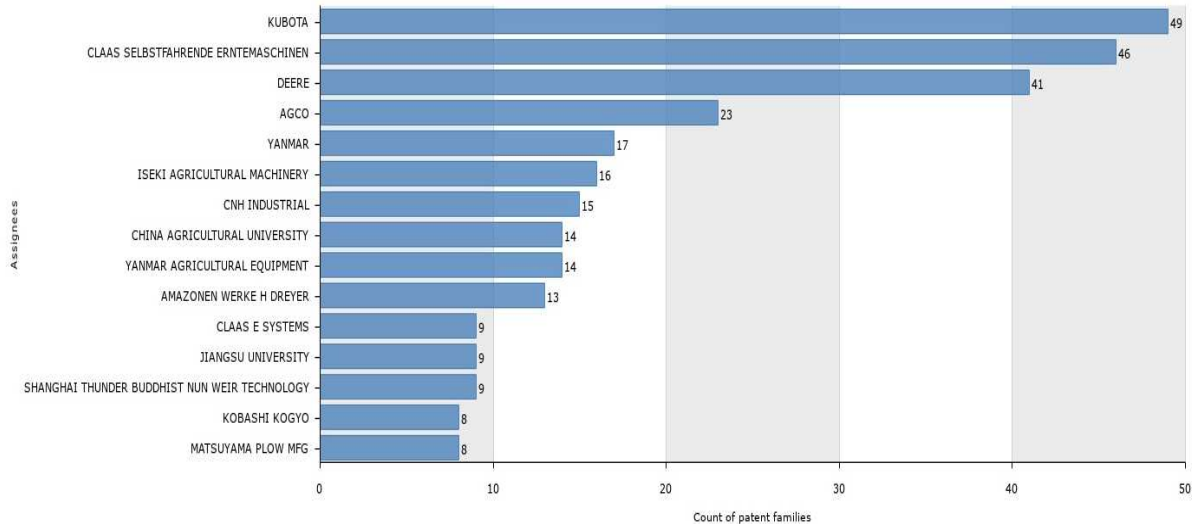


Fonte: Questel Orbit (2018)

Com relação aos principais *players* do mercado, procurou-se levantar os 15 principais cessionários, buscando relacionar a quantidade de famílias de depósito de patentes por cessionário de tecnologia de máquinas conectadas a máquinas e de Internet das Coisas (*IoT*), o que permitiu a identificação dos maiores *players* do mercado. Observa-se que a maioria é formada por empresas, indústrias e fabricantes de máquinas agrícolas e de motores a diesel. A maior depositante, a Kubota Corporation, com 49 depósitos de patentes, é um fabricante de tratores e equipamentos pesados, com sede em Osaka, no Japão, fundada em 1890. A segunda maior, a Claas, com 46 depósitos, é uma fabricante global de máquinas agrícolas, fundada em 1913 e sediada em Harsewinkel, Alemanha, no Estado Federal da Renânia do Norte-Vestfália. Essa é uma empresa familiar e uma das líderes de mercado e em tecnologia de colheita. Na sequência, tem-se a John Deere & Company, com 41 depósitos, é uma corporação estadunidense, fundada na localidade de Moline, Estado de Illinois, em 1837. E a AGCO Corporation, com 23 depósitos, é um fabricante multinacional com foco em desenvolvimento, fabricação e distribuição de equipamentos agrícolas, com sede em Duluth, USA, fundada em 1990. Seguidas pela Yanmar Co., Ltd, com 17 depósitos de patentes, esta é uma fabricante japonesa de motores a diesel, fundada em Osaka, Japão em 1912 (Figura 4). Essas informações evidenciam que os grandes *players* desse mercado são as empresas e os fabricantes mundiais de máquinas agrícolas, equipamentos, tratores e motores a diesel. E os respectivos departamentos de pesquisa e desenvolvimento estão em busca de novas tecnologias ligadas ao tema de Máquinas conectadas a Máquinas. Observando ainda a Figura 4, destacam-se, também, na lista dos 15 maiores *players* do mercado, além das empresas e das fábricas em geral, as universidades e as

instituições de ensino, com três representantes. O que mostra que as instituições de ensino têm um papel importante no desenvolvimento tecnológico do tema pesquisado, como também o resultado dos investimentos financeiros em educação, pesquisa e inovação.

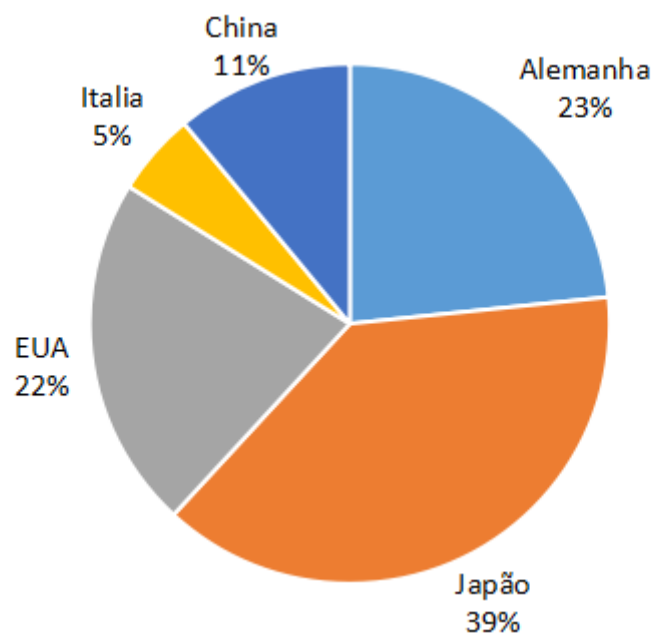
Figura 4 – Quantidade de famílias de depósito de patentes por cessionários (principais depositantes)



Fonte: Questel Orbit (2018)

Ainda analisando a lista com os 15 maiores *players* do mercado, é possível verificar que as sedes dessas companhias ficam confinadas em apenas cinco países, o que mostra a grande concentração de investimentos em pesquisa e desenvolvimento dessas patentes para o tema pesquisado. As empresas japonesas participam com 39% do total das patentes depositadas, seguidas pelas empresas alemãs com 23% e das americanas com 22%. As universidades chinesas detêm 11% dessas patentes e, por fim, as empresas italianas possuem 5% das patentes depositadas (Figura 5).

Figura 5 – País sede dos 15 principais depositantes (*players* do mercado)



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2018)

Atualmente, as empresas japonesas mantêm a liderança nas invenções de dispositivos eletrônicos relacionados às máquinas conectadas e à Internet das Coisas, como foi visto pelo recorte do estudo. O *ranking* dos países detentores da tecnologia é liderado pelo Japão, seguido pelos americanos e pelos alemães, que, juntos, correspondem a 84% dos pedidos de depósitos do estudo. Esse resultado se deve principalmente pelo investimento que essas nações fazem em suas empresas para o aporte em pesquisa e desenvolvimento na inovação. Ao voltar na Figura 3, pode-se identificar que a maioria da proteção está depositada no escritório chinês de patentes, quase 40% do total do recorte do estudo são depósitos da China (312 pedidos de patentes). Ou seja, as empresas japonesas, as americanas e as alemãs veem como principal mercado competidor os chineses, por isso, a corrida pela proteção patentária na China para proteger suas invenções das universidades e das empresas que são competitivas. Na mesma Figura 3, é possível verificar o Brasil com 25 pedidos de depósito de patentes, pouco mais de 3% do total do recorte do estudo. Além de as nossas empresas, os setores de pesquisa e desenvolvimento e as instituições de ensino solicitarem menor número de pedidos de patentes do que o restante, os grandes *players* do mercado não protegem suas invenções no Brasil, pois consideram que a nossa competitividade ainda é baixa e, por isso, não oferecemos risco às tecnologias desenvolvidas por eles, mesmo o país sendo protagonista na produção agrícola, não existe o mesmo desempenho na inovação, na pesquisa e no desenvolvimento das tecnologias do setor agrícola.

4 Considerações Finais

A Agricultura 4.0 é um termo criado para designar a nova revolução na agricultura, em que são aplicadas as mais novas tecnologias no sentido de promover o aumento da produção de alimentos, reduzir custos e racionalizar a utilização de recursos naturais. Essas novas tecnologias se apresentam como solução para os principais problemas surgidos na agricultura, envolvendo falta de terras para plantio, condições inadequadas de solo, crescimento populacional, aquecimento global, poluição e desperdício de alimentos.

O Brasil, como um dos maiores produtores agrícolas mundiais, exerce importante papel no sentido de fomentar a Agricultura 4.0, investindo em modernização e tecnologia e, dessa forma, inserindo cada vez mais práticas sustentáveis ao setor agrícola. Existe, portanto, uma grande possibilidade de o Brasil ampliar sua produção de alimentos com as novas tecnologias, dada a sua extensão territorial e o clima favorável.

Com base nos resultados obtidos por meio do mapeamento patentário realizado na base de dados do *software* Orbit sobre o tema das Máquinas conectadas a Máquinas (M2M) e a Internet das Coisas (IoT), foi possível chegar a algumas respostas para as questões levantadas.

Sobre a evolução anual dos pedidos de patentes, foi possível perceber que houve um incremento significativo na quantidade de depósitos de patentes dessa tecnologia a partir do ano de 2011, atingindo o pico em 2017. Essa evolução se deve principalmente à crescente importância do tema para o setor agrícola desde a última década, em que a busca para as máquinas autônomas, máquinas que se conectam e Internet das Coisas, está cada vez mais recorrente nos noticiários.

Quanto à identificação dos países com maior proteção patentária no tema estudado, a China é o país que mais se destaca na quantidade de depósitos de patentes relacionados a

essas tecnologias M2M e Internet das Coisas, seguida dos Estados Unidos, Escritório Europeu de Patentes e Alemanha. Na China é que ocorre 40% do total dos pedidos de proteção paten-tária. Dessa forma, é possível concluir que o Brasil corresponde a pouco mais de 3% do total de pedidos de patentes.

Sobre a identificação dos principais *players* do mercado e os países sede das organizações, nota-se que que, entre os 15 maiores depositantes encontrados no estudo, a empresa japonesa Kubota Corporation tem 49 pedidos de patentes sobre o tema, seguida pela alemã Claas, com 46 pedidos, depois pelas americanas John Deere & Company (41 pedidos) e AGCO (23 pedidos) e pela japonesa Yanmar Co., Ltd com 17 pedidos de patentes sobre o tema abordado.

Ainda analisando os 15 maiores *players* do mercado, verifica-se que as sedes dessas organizações ficam em cinco países. Sendo que os japoneses, com 39% do total dos pedidos de patentes, são as principais empresas depositantes, seguidos pelas empresas alemãs com 23% e pelos americanos com 22%. Isso mostra a grande concentração de investimentos em pesquisa em desenvolvimento que essas nações fazem em suas empresas, e a resposta para isso é o grande número de pedidos de patentes que eles apresentam. Ainda é possível observar que, entre os 15 maiores *players*, tem-se a presença de três instituições de ensino, todas chinesas e que representam 11% do total de pedidos de patentes do estudo.

Portanto, diante dos números mostrados e das análises apresentadas, entende-se que, mesmo sendo no escritório de patentes chinês em que há a maior quantidade de pedidos de depósitos, são as empresas japonesas, alemãs e americanas que solicitam essa proteção, pois são as maiores cessionárias dessas tecnologias. E as entidades chinesas correspondem a apenas 11% dos pedidos. As equipes de pesquisa e desenvolvimento das empresas protegem suas invenções no mercado considerado o mais competitivo, ou seja, o mercado chinês. Desse modo, as suas tecnologias ficam protegidas do parque industrial da China. Em comparação, o Brasil detém apenas 3% dos pedidos de depósitos que foram feitos no período pesquisado, mostrando que, mesmo o país sendo protagonista no setor agrícola mundial, não se tem o mesmo destaque na pesquisa, no desenvolvimento e na inovação de máquinas agrícolas e de Internet das Coisas.

A tecnologia de Máquinas conectadas a Máquinas e a *IoT* estão presentes em vários dos desafios apontados neste trabalho, pois nota-se uma gama de dispositivos eletrônicos utilizados na Agricultura 4.0. Sabe-se que a tecnologia e a inovação são fundamentais para o contínuo crescimento da produção sustentável e que somente com o aumento dos investimentos públicos e privados em nossas equipes de pesquisa e desenvolvimento será possível o Brasil se equiparar às grandes potências mundiais.

Este estudo apresentou alguns dos desafios encontrados atualmente para o contínuo avanço da produção agrícola no Brasil. E com a definição do tema de pesquisa proposto – Máquinas ligadas a Máquinas – pode-se identificar os possíveis parceiros comerciais dos quais devemos nos aproximar para embarcar na Agricultura 4.0.

Referências

AXONAL. Consultoria Tecnológica Ltda. **A empresa Questel**. Orbit, Inc. 2015. Disponível em: <http://www.ime.unicamp.br/>. Acesso em: 3 nov. 2018.

BNDES – BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. Produto 7C: aprofundamento de verticais – rural. **Relatório de Aprofundamento das Verticais – Ambiente Rural**, [s.l.], BNDES, dez. 2017.

CETIC.BR. **TIC domicílios 2017**. [2017]. Disponível em: <http://cetic.br/pesquisa/domicilios/indicadores>. Acesso em: 2 dez. 2018.

CLERCQ, M.; VATS, A.; BIEL, A. **Agriculture 4.0: the future of farming technology**, 2018.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Visão 2030: o futuro da agricultura brasileira**. Brasília, DF: Embrapa, 2018. p. 11.

FAGUNDES, M. C. *et al.* Perfil tecnológico da CSN: um estudo patentométrico. **RAI: Revista de Administração e Inovação**, [s.l.], v. 11, n. 1, p. 276-294, 2014.

FANTINEL, A. L. *et al.* **Mapeamento tecnológico em biodiesel: pedidos de patente depositados no mundo e Brasil**. [s.l.: s.n.], 2017.

FERREIRA, A. A.; GUIMARÃES, E. R.; CONTADOR, J. C. Patente como instrumento competitivo e fonte de informação tecnológica. **Revista Gestão & Produção**, São Carlos: v. 16, n. 2, p. 209-221, 2009.

GUERREIRO, E. S. *et al.* **Análise de documentos de patentes sobre copaíba: uma comparação entre fontes de dados**. [s.l.: s.n.], 2018.

INPI – INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL. **Introdução à Classificação Internacional de Patentes**. São Paulo: INPI, 2014.

LATORRACA, D.; SILVA, F. Onde estão as grandes oportunidades do Agro? Uma visão de dentro da porteira. **Boletim Informativo AgriHub**, Cuiabá, MT, abr. 2018.

MASSRUHÁ, S. M. F. S.; LEITE, M. A. A. Agricultura Digital. **RECoDAF – Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar**, Tupã, v. 2, n. 1, p. 72-88, jan.-jun. 2016.

MASSRUHÁ, S. M. F. S.; LEITE, M. A. A. **Agro 4.0 – Rumo à agricultura digital – JC na Escola Ciência, Tecnologia e Sociedade: Mobilizar o Conhecimento para Alimentar o Brasil**. [s.l.: s.n.], 2017.

MAYERHOFF, Z. D. V. L. Uma análise sobre os estudos de prospecção tecnológica. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 1, n. 1, p. 7-9, 2008.

MONTEIRO, J. E. B. de A.; OLIVEIRA, A. F. de; NAKAI, A. M. TIC em agrometeorologia e mudanças climáticas. In: MASSRUHÁ, S. M. F. S. *et al.* (ed.). **Tecnologias da informação e comunicação e suas relações com a agricultura**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. cap. 7. p. 121-138.

NETO, J. A. C. *et al.* Um mapeamento tecnológico sobre internet das coisas: uma visão com base nas patentes. In: ISTI (8TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TECHNOLOGICAL INNOVATION), Aracaju, SE, 2017. **Anais [...]**. Aracaju, SE, v. 8, n.1, p. 409-419, 2017. ISSN:2318-3403.

QUESTEL ORBIT. **Orbit at a glance**. [2018]. Disponível em: <https://www.questel.com/software/orbit-at-a-glance/>. Acesso em: 3 nov. 2018.

REDAÇÃO AGRISHOW. **Ferramentas com sistemas autônomos são tendência da Agricultura 4.0**. 2016. Disponível em: <https://digital.agrishow.com.br/ferramentas-com-sistemas-autonomos-sao-tendencias-da-agricultura-4-0/>. Acesso em: 1º dez. 2018.

ROLDÃO, G. S. **O movimento Agro 4.0 e o desenvolvimento das agtechs**. Uberlândia: [s.n.], 2018. p. 9-18.

SANTOS, G. A. *et al.* Internet of Thing (IoT): um cenário guiado por Patentes Industriais. **Revista Gestão.Org**, [s.l.], v. 13, Edição Especial, p. 271-281, 2015.

SIMÕES, M.; SOLER, L. S.; PY, Hesley. Tecnologias a serviço da sustentabilidade e da agricultura. **Boletim Informativo da SBCS**, [s.l.], p. 49 a 53, maio-jun., 2017.

VDMA VERLAG. **Guideline Industrie 4.0**. 2016.

WIPO – WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION. Guia para bases de dados tecnológicas. **WIPO Publication**, [s.l.], n. L434/11S, 2011.

Sobre os Autores

Carlos Alexandre Silva Alves dos Santos

E-mail: carlosmt2002@hotmail.com

Especialista em Gestão e Manejo Ambiental em Sistemas Agrícolas pela Universidade Federal de Lavras em 2009.

Endereço profissional: Av. Edgar Vieira, s/n, Bairro Boa Esperança, Cidade Universitária, Cuiabá, MT. CEP: 78060-900.

Luciane Cleonice Durante

E-mail: luciane.durante@hotmail.com

Doutora em Física Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso em 2012.

Endereço profissional: Av. Fernando Correia da Costa, n. 2.367, Campus UFMT, Cuiabá, MT. CEP: 78068-600.

Olivan da Silva Rabêlo

E-mail: olivanrabelo@gmail.com

Doutor em Economia Aplicada pela Universidade Federal de Pernambuco em 2015.

Endereço profissional: Av. Edgar Vieira, s/n, Bairro Boa Esperança, Cidade Universitária, Cuiabá, MT. CEP: 78060-900.

Jaqueline da Silva Albino

E-mail: jaq.assejur@unemat.br

Doutora em Direito pela Universidade Federal de Santa Catarina em 2016.

Endereço profissional: Av. Tancredo Neves, n. 1.095, Agência de Inovação/AGINOV – Cáceres, MT. CEP: 78200-000.