

Blockchain na Agricultura: levantamento prospectivo em bases patentárias

Blockchain in Agriculture: technological prospection on patent bases

Djeimella Ferreira Souza¹

Josiel Maimone de Figueiredo²

Olivan da Silva Rabêlo³

Fernando Selleri Silva⁴

¹Universidade Federal de Minas Gerais, Belo horizonte, MG, Brasil

²Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, MT, Brasil

³Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA, Brasil

⁴Universidade do Estado de Mato Grosso, Barra do Bugres, MT, Brasil

Resumo

As aplicabilidades do *blockchain* estão associadas, principalmente, à segurança de dados e à possibilidade de infinitas transações excluindo intermediários, além disso, é possível, por meio de protocolo, gerar uma rede de pagamentos de baixo custo. Essa tecnologia tem sido utilizada em diversos setores da economia e referenciada como uma aposta para o agronegócio, facilitando as transações comerciais com transparência e confiança em todos os elos da cadeia produtiva. Dessa forma, o trabalho propõe um levantamento prospectivo em bancos de patentes sobre *blockchain*, com intuito de evidenciar em quais rumos está o desenvolvimento dessa tecnologia no agronegócio. Para tal, foi adotado o método de levantamento prospectivo quantitativo por meio do *software* Orbit®. Entre os resultados encontrados, os principais países detentores das tecnologias de *blockchain* dentro do campo da agricultura estão a China com 33,57%, em seguida os Estados Unidos com 20,86% e o Brasil aparece no gráfico com 3,42%. Portanto, conclui-se que, apesar de ser recente, a patenteabilidade nessa área se encontra em tendência de crescimento e de difusão das aplicações na sociedade, visto que mais de 34 mil patentes ainda se encontram em fase de análise.

Palavras-chave: *Blockchain*. Agronegócio. Agricultura.

Abstract

Added to blockchain technology is an exchange network for moving value, assets, and peer-to-peer transactions, without the need for intermediaries. Blockchain technology provides a means to ensure the permanence of records and potentially facilitate data sharing between different actors and can also be applied in production chains for agricultural production. This potential can lead to a paradigm shift, facilitating transparency and trust. In this way, the work proposes a prospective survey in patent banks on the blockchain, to show what is happening or the development of non-agribusiness technology. For this purpose, a quantitative method of prospective research was adopted using the Orbit® software. Among the results found, the main countries that hold blockchain technologies in the field of agriculture are China at 33.57%, followed by the United States at 20.86%, and Brazil appears in the chart with 3.42%. Therefore, it is concluded that despite recent patentability in this area, it is a trend of growth and diffusion of applications in society, since more than 34 thousand patents are still in the analysis phase.

Keywords: Blockchain. Agribusiness. Agriculture.

Área Tecnológica: Prospecções Tecnológicas de Assuntos Específicos.



1 Introdução

O processo de desenvolvimento tecnológico da agricultura foi marcado inicialmente pela Revolução Verde, com absorção do pacote tecnológico, conectando a produção agrícola tradicional à cadeia de processamento agroindustrial (SESSO FILHO *et al.*, 2022). Especialmente relevantes são as áreas de biotecnologia e microeletrônica, e o surgimento de aplicativos, *softwares*, drones e robôs possibilitaram e potencializaram melhor a gestão e a produção no agronegócio, além de aproximar produtores e fornecedores de equipamentos, de sistemas e de insumos produtivos.

O setor do agronegócio, denominado de agricultura 4.0, assume alguns eixos estratégicos, como sustentabilidade, bioeconomia, inovação aberta, *food tech* e a agricultura digital. Além disso, o país tem se posicionado em meio às vocações alinhadas para um sistema produtivo mais sustentável ambientalmente por meio de diversas ações para cumprir a Agenda 2030, firmada no Acordo de Paris.

Apesar de o desenvolvimento tecnológico ser tardio, o setor econômico também é influenciado pelas novas descobertas tecnológicas. E esses avanços disruptivos seriam como ondas, de acordo com Kondratieff (1935), três tecnologias foram disruptivas, modificando economia, sociedade, comportamento, etc.: a máquina a vapor em 1800, a ferrovia em 1850 e a descoberta do aço em 1900. Os estudos sobre as ondas foram aderidos pela escola neoschumpeteriana, por exemplo, Freeman e Soete (1997), evidenciando a quarta e a quinta onda. Seguidos de Nelson e Winter (1982), com o apontamento da evolução dos recursos tecnológicos e a inteligência artificial. Segundo Magalhães e Vendramini (2018), a última onda deriva novos avanços tecnológicos voltados para a ciência de dados, como o surgimento do *blockchain*, impressão 3D e inteligência artificial.

A tecnologia *blockchain* é uma rede de troca de movimentação de valor, de ativos e de transações entre pares sem a necessidade de intermediários. Foi popularizada com a criação da moeda bitcoin, concebida por Satoshi Nakamoto, em 2008.

Os componentes dessa tecnologia incluem a criptografia de chave público/privada, as funções *hash* criptográficas, as tecnologias de banco de dados, especialmente os distribuídos, o algoritmo de consenso e o processamento descentralizado (RIVEST; SHAMIR; ADLEMAN, 1978; PRENEEL, 1994; VUKOLIC, 2015; GRINBERG, 2011).

Devido ao potencial de garantir a integridade das informações e a confiabilidade dos dados, foram surgindo novas aplicações alternativas, sendo elas: o uso de ativos digitais para representar moedas personalizadas e instrumentos financeiros, a propriedade de um dispositivo físico subjacente (propriedade inteligente); ativos não fungíveis, como nomes de domínio; bem como aplicações mais complexas envolvendo ter ativos digitais diretamente controlados por um pedaço de código que implementa regras arbitrárias (contratos inteligentes), ou mesmo organizações autônomas descentralizadas (BUTERIN *et al.*, 2014).

No setor agrícola, as cadeias de suprimentos sofrem múltiplas questões relacionadas com a confiabilidade da informação, além de diversas questões como: transparência da cadeia de suprimentos, qualidade do produto, questões logísticas, impacto ambiental, dados dos consumidores, fraude, segurança alimentar, entre outros (TRIENEKENS, 2012).

O presente trabalho é conduzido com o intuito de levantar a questão-problema: quais as principais rotas tecnológicas são evidenciadas por meio de levantamento prospectivo em bases de patentes sobre *blockchain* aplicado ao agronegócio?

Visto que a agricultura continua sendo um dos setores econômicos menos digitalizados do mundo. Os baixos níveis de digitalização em grande parte da agricultura moderna são uma restrição básica à capacidade produtiva e à eficiência da agricultura para capturar valor da informação. Assim, o custo da confiança, de acordo com Novak e Pochesneva (2019), é da ordem de 35% do valor total da produção econômica, ou seja, existe espaço para o desenvolvimento de novas soluções (DAVIDSON *et al.*, 2018; BERG *et al.*, 2019).

O benefício econômico do *blockchain* é o de que ele reduz os custos administrativos e de monitoramento associados aos dados transacionais. Como Catalini e Gans (2016, p. 12) explicam:

Embora a tecnologia *blockchain* seja frequentemente comparada a protocolos de comunicação como TCP/IP – que se concentra em como as informações são empacotadas e roteadas pela Internet – ela difere fundamentalmente deles porque permite a transferência segura e a aplicação de direitos de propriedade.

Na medida em que as cadeias de suprimentos são feitas de informações transacionais (rótulos de conteúdo, conhecimentos de embarque, contratos de *trade finance*, manifestos de destino etc.) e devido à necessidade de auditar e de monitorar esses dados, uma tecnologia que reduz o custo de confiar nessas informações diminui o custo do comércio. Além disso, se essa mesma tecnologia facilitar a adição de mais informações confiáveis, essas informações aumentarão o valor dessa mercadoria. Ao reduzir o custo e aumentar o valor, expande potencialmente a lucratividade dos produtos agrícolas ao longo da cadeia de valor ou pode, assim, facilitar preços mais competitivos. Portanto, o uso do *blockchain* para as cadeias de suprimentos é chamada de *tradetech* (ALLEN *et al.*, 2018).

Assim, para garantir a permanência de registros e potencialmente facilitar o compartilhamento de dados entre diferentes atores em uma cadeia de valor alimentar, o uso do *blockchain* tem potencial para levar a uma mudança de paradigma, facilitando a transparência e a confiança nas cadeias alimentares que garantem a integridade alimentar.

Do ponto de vista teórico, a pesquisa sobre a tecnologia *blockchain* para cadeias de suprimentos agrícolas aumentou significativamente desde 2018. O tópico do estudo varia de artigo de revisão, estrutura de gerenciamento, desafios e oportunidades. Por exemplo, Bermeo-Almeida *et al.* (2018) forneceram uma revisão sistemática da literatura sobre a tecnologia *blockchain* em cadeias de suprimentos agrícolas para descobrir os tópicos de pesquisa e as contribuições. Em outro estudo, Kamilaris, Fonts e Prenafeta-Boldu (2019) discutiram o impacto e os desafios na implementação dentro das cadeias de suprimentos agrícolas e alimentares. E Yadav e Singh (2020) realizaram investigaram as barreiras na Índia.

Portanto, a sua finalidade é propor um levantamento prospectivo em bases de patentes sobre *blockchain*, com intuito de evidenciar em quais rumos estão o desenvolvimento dessa tecnologia no agronegócio.

Embora o potencial seja reconhecido em todo o setor, são poucas as publicações ou os relatos sobre a aplicação bem-sucedida da tecnologia, principalmente aquelas relacionadas às cadeias de suprimentos agrícolas. Até o presente momento, pouca pesquisa foi além das considerações conceituais dos benefícios e das soluções oferecidas pela tecnologia *blockchain* para cadeias de suprimentos agrícolas.

2 Metodologia

O presente estudo é um levantamento prospectivo que mapeou por meio de informações extraídas das bases de dados patentárias o desenvolvimento da tecnologia *blockchain* no agro-negócio. O método sistemático permite criar diversos cenários futuros e tendências tecnológicas. Dessa forma, uma das vantagens do uso da técnica está no auxílio das organizações nas tomadas de decisões (KUPHER; TIGRE, 2004).

O levantamento prospectivo está no contexto da prospecção tecnológica, que, segundo Quintella *et al.* (2011, p. 408), é realizada por meio das prospecções tecnológicas que “[...] são levantadas todas as tecnologias existentes, identificando o estágio de maturidade da tecnologia em questão e como ela se insere na sociedade”. Portanto, este estudo é exploratório, pois tem como “[...] objetivo proporcionar com maior familiaridade com o problema, com vista a torná-lo mais explícito” (GIL, 2002, p. 41).

Na patente há diversas informações que são passíveis de inferir e de criar cenários futuros, principalmente a data de publicação do pedido de patentes (grau de interesse em determinada área tecnológica) e as empresas titulares (prováveis concorrentes ou potenciais parceiros).

Desse modo, para realizar a pesquisa, foi utilizado um estudo quantitativo por meio do *software* Orbit® (ORBIT QUESTEL, 2018).

Os descritores utilizados foram (“Blockchain” AND agricult*), (“Blockchain” AND (Agro*)), (Blockch* AND agricult*), (Blockcha* OR Ethereum OR sidechain) AND (Agro* OR Agri* OR Livestock OR cattle OR Plantation Or crop OR Harvest) nos títulos, nos resumos e nas reivindicações na base de dados de patentes FamPat. Os idiomas da estratégia de busca foram inglês para as bases internacionais, e a aplicação da pesquisa ocorreu em julho de 2022.

Por fim, pelo Orbit, é possível agrupar os pedidos de patentes referentes à mesma invenção depositado em diversos países (FamPat), evitando a duplicidade de informação e facilitando o entendimento, o que gera resultados mais precisos e abrangentes para os levantamentos prospectivos realizados.

3 Resultados e Discussão

Com o desenvolvimento contínuo da tecnologia *blockchain*, muitos estudiosos começaram a prestar atenção nas possíveis aplicações dos campos relacionados a patentes. De acordo com aplicação da pesquisa nos bancos de patentes, os pedidos de proteção iniciaram em 2004, porém o ápice das proteções de patentes ocorreu em 2020, com 15.798 de patentes, no total são 58.416 registros. Vale ressaltar que o *blockchain* se torna tendência de mercado após a criação e o sucesso da criptomoeda por Satoshi Nakamoto em 2008. E, mesmo assim, leva quase 10 anos para aumentar o número de pedidos de registro de patente.

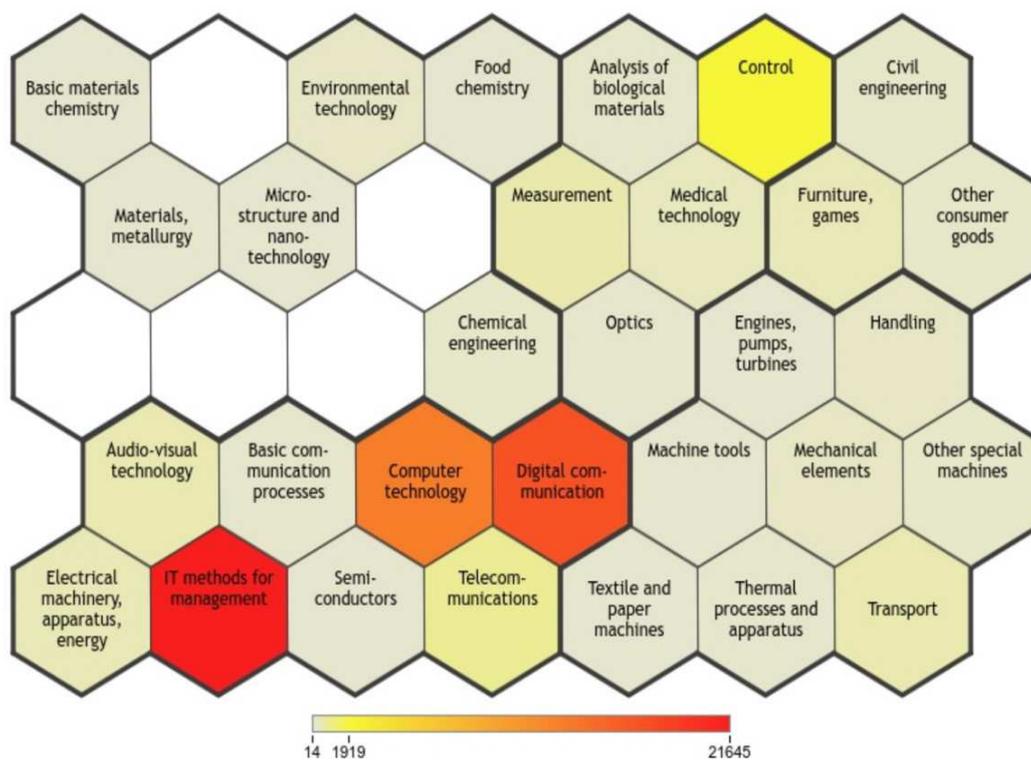
De acordo com a pesquisa aplicada, atualmente existem 17.354 patentes concedidas e 34.595 patentes pendentes de proteção relacionadas à tecnologia *blockchain*. Essas patentes são, além de um mecanismo importante de proteção da gestão da inovação, também, um dos principais indicadores para impulsionar a vantagem competitiva empresarial, pois esta ressalva

a imitação, resguardando liberdade de comercialização de forma exclusiva por um tempo determinado. Então, conforme os estudos vão se aprofundando, novas tecnologias vão surgindo.

No Orbit Intelligence, o agrupamento dos códigos da IPC em 35 campos tecnológicos distintos permite identificar as aplicações das patentes. Atualmente, ainda não existe um IPC ou CPC que delimite de forma clara e inequívoca o campo temático da patente. Portanto, são apresentados os campos tecnológicos de acordo com o que foi apurado da estratégia de busca definida.

Assim, foram identificadas 40.879 famílias de patentes divididas nesses 35 domínios tecnológicos. Como uma família de patente pode ser classificada em mais de um código da IPC, a mesma patente pode aparecer em várias categorias diferentes. Observa-se que há uma concentração na área de tecnologia da informação para gerenciamento, apresentando 21.735 famílias de patente; comunicação digital, com 17.088 famílias de patente; e tecnologia da computação com 13.034 famílias de patente. Na área de instrumentos encontra-se 1.983 famílias de patente. Entretanto, apesar de ter um percentual inferior, estão surgindo novas tecnologias na área de alimento, engenharia civil, microestruturas e nanotecnologias, medicina, games, química, análise de material biológico, energia, etc., conforme demonstra o Gráfico 1.

Gráfico 1 – Principais campos tecnológicos *blockchain*



Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2022)

Como apresentado anteriormente, *blockchain* é uma tecnologia que pode reduzir a burocracia, o custo das transações e reformular os sistemas econômicos e sociais. Além do interesse científico em torno da tecnologia desde 2015, verifica-se um aumento exponencial no número de depósitos de famílias de patentes por ano. Ao analisar as 10 maiores depositantes, pode-se afirmar que o interesse não está apenas no setor financeiro, pois é possível observar a presen-

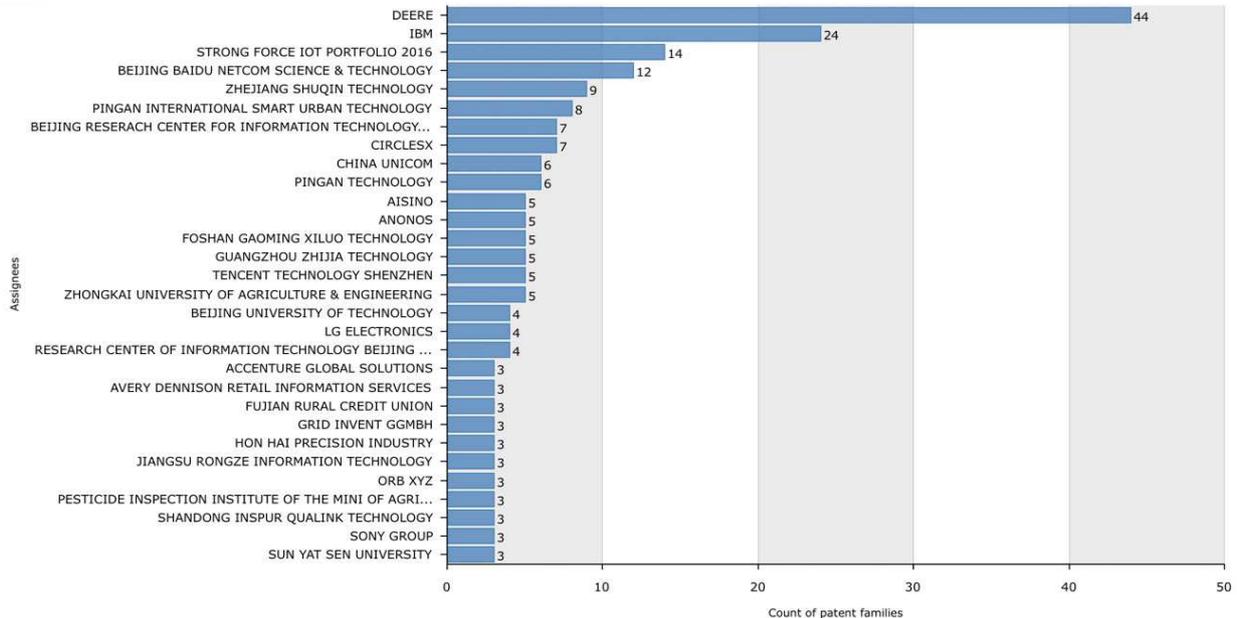
ça de empresas que atuam nos seguintes ramos: informática, inteligência artificial, fabricante de semicondutores, telecomunicações, *e-commerce*, além da área relacionada à segurança de identidades pessoais.

Quando o termo *blockchain* esteve associado à agricultura, ele apresentou um resultado de 748 de famílias de patentes. Sendo que os principais titulares são a Deere com 44 família de patentes, IBM com 24 família de patentes, Strong force IOT portfólio 2016 com 14 família de patentes e Beijing Baidu Netcom Science & Tecnology com 12 família de patentes.

A empresa Deere é uma corporação líder mundial em fabricação de equipamentos industriais para o setor agrícola, com sede nos Estados Unidos e presente em diversos países, bem como o Brasil. Portanto, reflete quanto o mercado está atento às novas tendências tecnologias para ofertar para os seus segmentos de clientes e, por consequência, sai na frente em comparação aos concorrentes. Em seguida, aparece a empresa IBM em segundo lugar como titular no número de famílias de patentes. A empresa tem estratégia de liderar na era da nuvem híbrida e da inteligência artificial.

Conforme é possível identificar no Gráfico 2, percebe-se que a maioria dos titulares do setor de tecnologia é de empresas orientais e multinacionais, como a IBM, a LG e Sony Group. Além disso, centros de pesquisa e universidades estão entre os principais detentores das tecnologias de *blockchain* na agricultura. Ressalta-se que os desenvolvimentos de pesquisa e de tecnologia na área de *blockchain* também estão sendo áreas de interesse de empresas de telecomunicação.

Gráfico 2 – Principais titulares de família de patentes



Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2022)

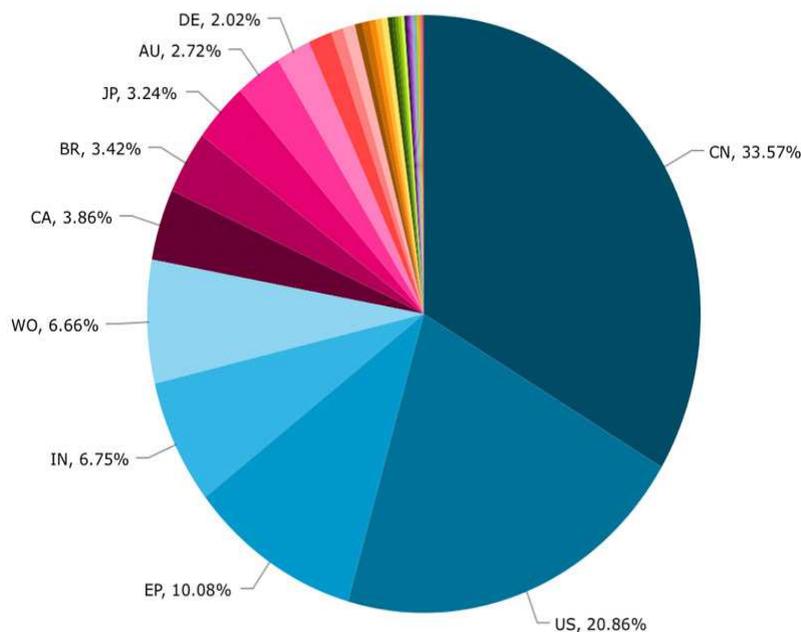
Além disso, de todas as empresas privadas, 12 são chinesas e metade delas está listada na bolsa de valores, a maioria acima dos US\$ 100 bilhões de capitalização de mercado. No caso dos EUA, as cinco empresas são amplamente conhecidas no mundo das finanças (Bank

of America, MasterCard e VISA) ou de tecnologia (IBM e Intel). Ao todo, essas cinco empresas somam mais de US\$ 1.300 bilhões de dólares em capitalização de mercado. As três primeiras candidatas chinesas são grandes empresas do mercado de ações (Alibaba, BOE e Unicom) com um total de mais de US\$ 900 bilhões, porém, as nove restantes são empresas tecnológicas muito menores. No caso da Coreia e do Reino Unido, esses países também parecem ser pequenas empresas de tecnologia. Identificou-se apenas uma empresa da Europa continental, a finlandesa Nokia (adquirida pela Microsoft).

Dessa forma, seguindo o perfil dos titulares, os principais países detentores das tecnologias de *blockchain* dentro do campo da agricultura são a China com 33,57%, tendo 383 famílias de patentes; em seguida os Estados Unidos com 20,86%, resultando em 238 família de patente; e o Brasil aparece no gráfico com 3,42% com 39 famílias de patentes.

Destaca-se que o Japão (JP) aparece com uma significativa cultura de proteção de patente, apesar de ser um gigante mundial no campo das patentes, porém o país mal aparece no mundo das patentes *blockchain*.

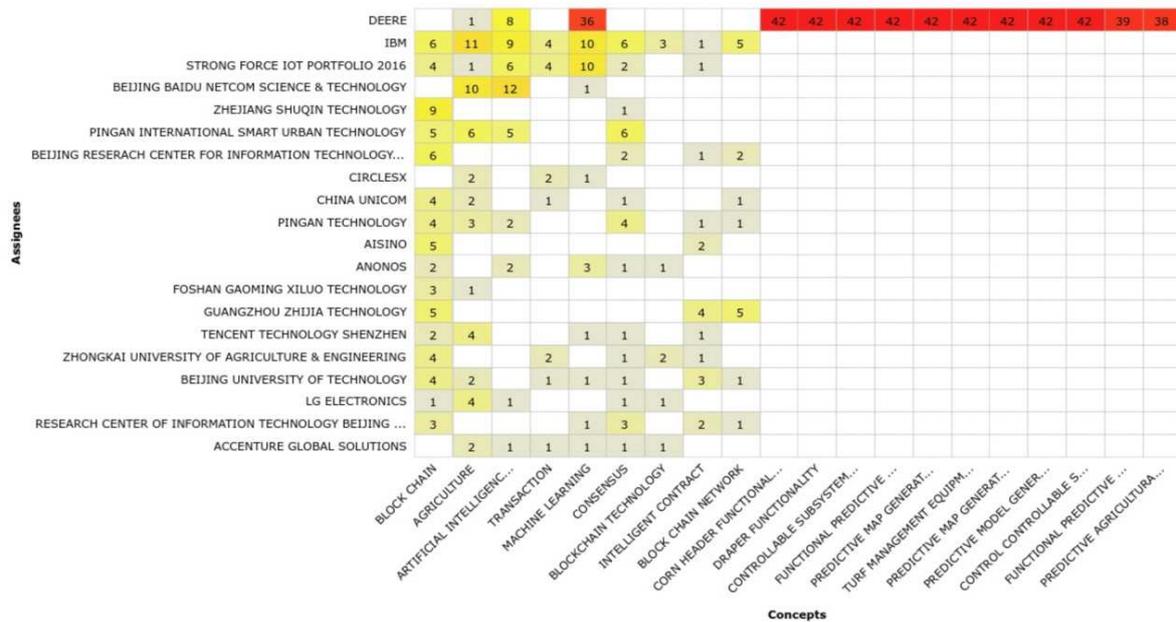
Gráfico 4 – Principais países detentores de patentes



Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2022)

No Gráfico 5, correlacionam-se os principais detentores de famílias de patentes com os conceitos. Observa-se que, no campo da IBM, concentram-se 10 famílias de patentes na área da agricultura, seguidas de 10 famílias de patente para a Beijing Baidu Netcom Science & Technology. Por outro lado, a Deere detém 36 famílias de patentes na área de *machine learning*.

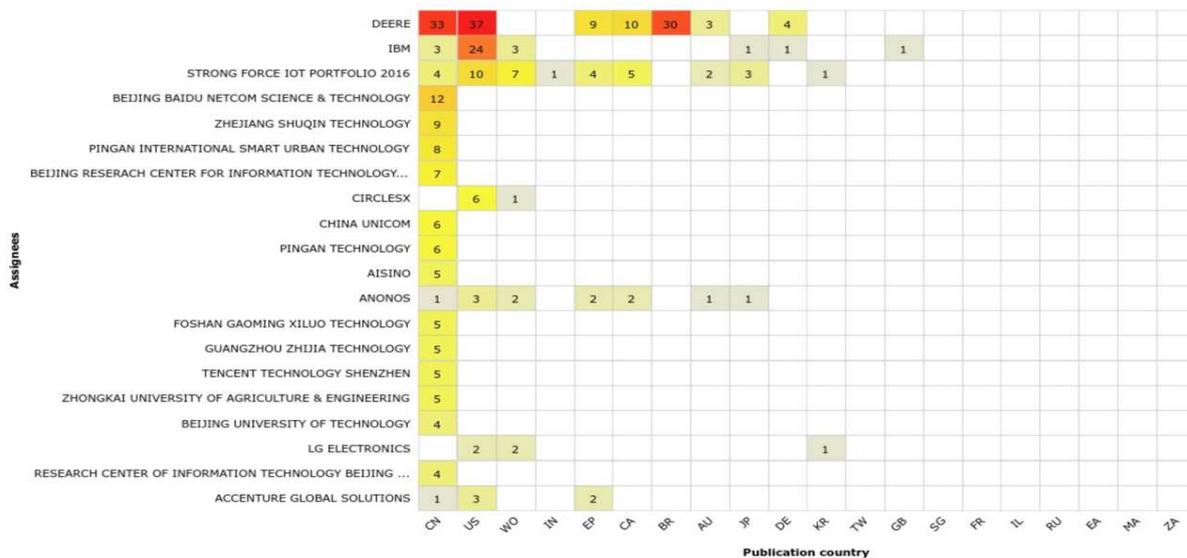
Gráfico 5 – Principais conceitos pelos titulares de patente



Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2022)

O Gráfico 6 demonstra a relação dos principais depositantes e os países onde eles estão localizados. A companhia Deere é líder mundial na fabricação de equipamentos agrícolas, incluindo tratores, ceifeiras debulhadoras, semeadoras, equipamentos de forragem e equipamentos florestais; também é o uma das maiores fabricantes de equipamentos de jardinagem e campos de golfe, como corta relvas e aradores de solo. John Deere é também um grande fabricante de equipamentos de construção. A companhia surge como principal depositante de tecnologia *blockchain* no segmento agrícola na China, Estados Unidos e Brasil.

Gráfico 6 – Principais depositantes e número de depósitos nos países



Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2022)

De acordo com os dados do Gráfico 6, fica evidente um *cluster* asiático, com muitas patentes de empresas chinesas se citando, e com a *Bubi Network*, empresa chinesa que foca na inovação de tecnologias relacionadas ao *blockchain*, sendo a mais citada (12 citações recebidas de 5 candidatos diferentes). Para a maioria dos outros candidatos nesse *cluster*, a intensidade da citação é baixa, com apenas uma ou duas citações por *link*. A *BOE Technology* não aparece, pois, apesar de ter um grande portfólio, não há citações.

Outra forma de apresentar o relacionamento entre as empresas é por meio de gráficos de citação. Semelhante às referências em publicações científicas, as citações de patentes podem revelar outros documentos que influenciaram de alguma forma o inventor, mas também os documentos que descrevem o estado da técnica (referências identificadas pelo examinador de patentes).

Do ponto de vista técnico, os pedidos de proteção de patente seguiram a produção científica sobre a tecnologia *blockchain* aumentando significativamente desde 2018. É nítida a predominância asiática, seja pelo número de proteção ou pelos titulares detentores da patente.

Blockchain oferece uma maneira segura de trocar qualquer tipo de bem, serviço ou transação. Estabelecer a tecnologia inicial no setor financeiro deu *insights* e recomendações a serem aplicadas a outros setores, incluindo assistência médica, em que a segurança, a transformação e a regulamentação desempenham um papel importante no avanço. O *blockchain* permitirá cadeias de valor mais ágeis, inovações de produtos mais rápidas, relacionamentos mais próximos com os clientes e integração mais rápida com a Internet das Coisas (IoT) e tecnologia em nuvem. O *blockchain* permite contratos, compromissos e acordos imediatos com recursos de segurança cibernética robustos e inerentes.

A tecnologia tem muitas promessas, ainda está crescendo e precisa de mais pesquisas e exploração em profundidade. Embora a própria tecnologia *blockchain* tenha melhorado em um período muito curto, este é o primeiro passo para descobrir seu potencial, o que trouxe alguns ótimos métodos e ideias. O uso de *blockchain* no setor agrícola, empresarial e alimentar tem grande potencial de sucesso (apesar de muitos obstáculos em seu desenvolvimento). *Blockchain* tem um futuro brilhante na agricultura e na indústria alimentícia. É preciso haver um esforço focado no núcleo da tecnologia *blockchain* para melhorar seu suporte para aplicativos mais complexos. Outra área a ser investigada são as questões regulatórias de sistemas baseados em *blockchain*. Como os agricultores não são muito avançados na tecnologia, são necessárias mais pesquisas sobre a facilidade com que as soluções baseadas em *blockchain* podem beneficiar o setor agrícola e os agricultores.

O futuro da tecnologia *blockchain* no agronegócio está ligado à cooperação entre estado e empresas, atividades de investimento e implementação de novos modelos de negócios. Além disso, o *blockchain* não é uma tecnologia madura e ainda tem muitos problemas técnicos e lacunas de desenvolvimento.

O *blockchain* desempenha um papel significativo na eliminação de intermediários, interrupções, permitindo que os pequenos produtores se comuniquem diretamente com os consumidores e usuários finais, reduzindo, assim, a corrupção. *Blockchains* podem habilitar contratos inteligentes para a entrega automatizada e o pagamento de contratos de produtos agrícolas. Esses recursos podem reduzir o tempo e a gravidade dos problemas da cadeia de suprimentos global que os pequenos agricultores enfrentam.

4 Considerações Finais

O estudo realizado possibilitou a identificação do atual cenário da tecnologia *blockchain* no campo do agronegócio a partir da análise da distribuição geográfica do Brasil e no Mundo, da avaliação do *status* dos pedidos e das áreas de atuação das empresas solicitantes.

A partir dos dados levantados, foi possível diagnosticar que a tecnologia *blockchain*, apesar de ser recente, não se encontra em estágio embrionário, mas em fase de desenvolvimento e de difusão, em virtude do significativo número de documentos de patentes publicados nos últimos anos, assim como seu *status* legal, que, em sua maioria, com 34.595 pedidos de patentes, encontra-se em fase de análise.

Verificou-se que os países em que há o maior número de pedidos de patentes são aqueles que atualmente representam os grandes mercados e/ou aqueles que possuem tradição na proteção. Portanto, o desenvolvimento tecnológico relacionado à tecnologia *blockchain* na área agrícola vem aumentando significativamente desde 2008.

Do ponto de vista tecnológico, o estudo evidência um aumento no crescimento da pesquisa na implementação de *blockchain* para cadeias produtivas agrícolas. O estudo pode fornecer uma compreensão avançada sobre a posição das aplicações da tecnologia *blockchain* no setor agrícola. Pode revolucionar a indústria resolvendo o problema existente de fraude de produtos agropecuários, sua rastreabilidade, manipulação de preços e falta de confiança do cliente no produto.

5 Perspectivas Futuras

Os estudos sobre *blockchain* no setor do agronegócio ainda são recentes, porém mostram um significativo interesse de países em protegerem ativos nessa área. Assim, compreender os rumos do desenvolvimento dessa tecnologia no agronegócio é importante. Nessa perspectiva, sugere-se que sejam realizados trabalhos futuros sobre as novas tecnologias derivadas do *blockchain*, por exemplo, contratos inteligentes *versus* demandas pelo setor do agronegócio. Além disso, recomenda-se que seja aprofundado o levantamento prospectivo das tecnologias concedidas e em período de análise aderentes aos objetivos de desenvolvimento sustentável e, principalmente, para os países que assinaram o acordo e atribuíram uma agenda para cumprir com os objetivos.

Referências

ABDI – AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **Mapeamento do ecossistema de inovação no agronegócio**: foco: tecnologias digitais para o setor produtivo. Brasília, DF, 2021. Disponível em: https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/transformacaodigital/arquivoscamaraagro/ca_mapeamento_ecossistema_inovacao_agronegocio_v1.pdf. Acesso em: 2 jul. 2022.

ALLEN, D. W. E. *et al.* Cryptodemocracy and its institutional possibilities. **The Review of Austrian Economics**, [s.l.], p. 1-12, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11138-018-0423-6>.

- BERG, C.; DAVIDSON, S. POTTS, J. **Understanding the Blockchain Economy: An Introduction to Institutional Cryptoeconomics**. Cheltenham: Edward Elgar, 2019.
- BERMEO-ALMEIDA, M. *et al.* Blockchain in agriculture: a systematic literature review. **International Conference on Technologies and Innovation**, Guayaquil, Ecuador, v. 6, n. 9, p. 44-56, November, 2018.
- BUTERIN, V. *et al.* **Ethereum white paper**. 2014. Disponível em: http://www.the-blockchain.com/docs/Ethereum_white_paper-a_next_generation_smart_contract_and_decentralized_application_platform-vitalik-buterin.pdf. 2014. Acesso em: 2 jul. 2022.
- CATALINI, C.; GANS, J. S. Some simple economics of the blockchain. **Mimeo**, MIT, 2016. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2874598. Acesso em: 25 mar. 2021.
- CEPEA – CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. **Boletim CEPEA Mercado de trabalho do agronegócio brasileiro**. 2019. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/mercado-de-trabalho-do-agronegocio.aspx>. Acesso em: 25 mar. 2019.
- DAVIDSON, S. DE FILIPPI, P.; POTTS, J. Blockchains and the economic institutions of capitalism. **J. Inst. Econ.** 14, 639–658, 2018. doi: 10.1017/S1744137417000200
- FREEMAN, C.; SOETE, L. **The economics of industrial innovation (Psychology Press)**. New York: Routledge, 1997.
- GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002
- GRINBERG, R. **Bitcoin: An innovative alternative digital currency**. [S.l.: s.n.], 2011.
- KAMILARIS, A.; FONTS, A.; PRENAFETA-BOLDU, F. X. The rise of blockchain technology in agriculture and food supply chains. **Trends Food Sci. Technol.**, [s.l.], v. 91, p. 640-652, 2019.
- KONDRATIEFF, N. D. The long waves in economic life. **The Review of Economics and Statistics**, [s.l.], v. 17, n. 6, p. 105-115, 1935.
- KUPFER, D.; TIGRE, P. B. Prospecção tecnológica. In: CARUSO, L. A.; TIGRE, P. B. (org.). **Modelo SENAI de prospecção: documento metodológico**. Montevideo: OIT/CINTERFOR, 2004. (Papeles de la Oficina Técnica, n. 14)
- MAGALHÃES, R.; VENDRAMINI, A. Os impactos da quarta revolução industrial. **GV Executivo**, [s.l.], v. 17, n. 1, p. 40-43, 2018.
- NAKAMOTO, S. **Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System**. [S.l.: s.n.], 2008.
- NELSON, R.; WINTER, S. G. **Uma teoria evolutiva da mudança econômica**. Campinas: Editora da Unicamp, 1982. p. 929-964.
- NOVAK, M.; POCHESNEVA, A. Toward a crypto-friendly index for the apec region. **J. Br. Blockchain Assoc.**, [s.l.], v. 2, n. 1, p. 39-45, 2019.
- ORBIT QUESTEL. **Orbit Intelligence**. 2018. Disponível em: <https://www.questel.com/software/ipbi/orbit-intelligence/>. Acesso em: 8 jul. 2022.
- PÉREZ, Carlota. Unleashing a golden age after the financial collapse: Drawing lessons from history. **Environmental Innovation and Societal Transitions**, [s.l.], v. 6, p. 9-23, 2013.

PRENEEL, B. Cryptographic hash functions. **Transactions on Emerging Telecommunications Technologies**, [s.l.], v. 5, n. 4, p. 431-448, 1994.

QUINTELLA, C. M. *et al* Prospecção Tecnológica como uma Ferramenta Aplicada em Ciência e Tecnologia para se Chegar à Inovação. **Rev. Virtual Quim.**, [s.l.], v. 3, n. 5, p. 406-415, 2011.

RIVEST, R. L.; SHAMIR, A.; ADLEMAN, L. A method for obtaining digital signatures and public-key cryptosystems. **Communications of the ACM**, [s.l.], v. 21, n. 2, p. 120-126, 1978.

SCHOT, Johan; KANGER, Laur. Deep transitions: Emergence, acceleration, stabilization and directionality. **Research Policy**, [s.l.], v. 47, n. 6, p. 1.045-1.059, 2018.

SCHUMPETER, J. A. The analysis of economic change. **The Review of Economics and Statistics**, [s.l.], v. 17, n. 4, p. 2-10. 1935. DOI: <http://dx.doi.org/10.2307/1927845>.

SESSO FILHO, U. A. *et al*. Mensuração do complexo agroindustrial no mundo: comparativo entre países. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, [s.l.], v. 60, n. 1, p. e235345, 2022.

TRIENEKENS, J. H. Transparency in complex dynamic food supply chains. **Adv. Eng. Inform.**, [s.l.], ed. 26, 55-65, 2012.

VUKOLIĆ, M. The quest for scalable blockchain fabric: Proof-of-work vs. BFT replication. **International Workshop on Open Problems in Network Security**, Springer, 2015.

YADAV, S. P. Singh. Blockchain critical success factors for sustainable supply chain. **Resour. Conserv. Recycl.**, [s.l.], v. 152, 2020.

Sobre os Autores

Djeimella Ferreira Souza

E-mail: djeimellaferreira3@gmail.com

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6093-5911>

Doutora em Inovação Tecnológica pela Universidade Federal de Minas Gerais em 2021.

Endereço profissional: PROFNIT, Ponto Focal Cuiabá, UFMT, Av. Fernando Corrêa da Costa, n. 2.367, Bairro Boa Esperança, Cuiabá, MT. CEP: 78060-900.

Josiel Maimone de Figueiredo

E-mail: josiel@ic.ufmt.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8569-7684>

Doutor em Ciências da Computação e Matemática Computacional pela Universidade de São Paulo em 2005.

Endereço profissional: PROFNIT, Ponto Focal Cuiabá, UFMT, Av. Fernando Corrêa da Costa, n. 2.367, Bairro Boa Esperança, Cuiabá, MT. CEP: 78060-900.

Olivan da Silva Rabêlo

E-mail: olivanrabelo@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4940-8440>

Doutor em Economia pela Universidade Federal de Pernambuco em 2015.

Endereço profissional: PROFNIT, Ponto Focal Salvador, Rua Augusto Viana, s/n, Palácio da Reitoria, Canela, Salvador, BA. CEP: 40110-909.

Fernando Selleri Silva

E-mail: selleri@unemat.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2158-4028>

Doutor em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Pernambuco em 2015.

Endereço profissional: PROFNIT, Ponto Focal Cuiabá, UNEMAT, Campus de Barra do Bugres, Rua A, n. 130, São Raimundo, Barra do Bugres, MT. CEP: 78390-000.