08, 09, 10 e 11 de novembro de 2022
ISSN 2177-3866

FATORES DE ADOÇÃO DE BIG DATA ANALYTICS (BDA) NA ATIVIDADE AGRÍCOLA

ELCIO DE CARVALHO
UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS (UNISINOS)

AMAROLINDA ZANELA KLEIN
UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS (UNISINOS)

FABIANA GIROTTO RIBEIRO
UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS (UNISINOS)

ALBERTO BARELLA NETTO
UNIVERSIDADE DE RIO VERDE (FESURV)

ELIENE APARECIDA DE MORAES
UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS (UNISINOS)

FATORES DE ADOÇÃO DE *BIG DATA ANALYTICS* (BDA) NA ATIVIDADE AGRÍCOLA

1 INTRODUÇÃO

A popularização das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs), a mudança do perfil do empreendedor rural, maior facilidade de acesso e a queda no custo de tais tecnologias são alguns impulsionadores da tendência de uso em larga escala dessas tecnologias na agricultura. Isso se consolida no conceito de agricultura 4.0, dentre suas diversas denominações, tais como, agricultura digital (*digital agriculture*) e, agricultura inteligente (*smart farming)* (BOLFE, 2018).

Para isso, utilizam-se métodos computacionais de alto desempenho, digitalização das tarefas de gestão dentro e fora da fazenda, rede de sensores, comunicação máquina para máquina (M2M), conectividade entre dispositivos móveis, *drones*, satélites, computação em nuvem, métodos e soluções analíticas para processar grandes volumes de dados e construir sistemas de suporte à tomada de decisões técnicas e econômicas atuando sobre diferentes tipos de dados, como: localização, clima, comportamento, status fitossanitário, consumo, uso de energia, preços e informações econômicas, e outros. (KLERKX; *et al*, 2019; MASSRUHÁ; LEITE, 2017).

Assim sendo, as organizações agrícolas passam por um aumento inédito do volume de dados, aliado à velocidade, variedade e variabilidade (*big data*) (MÜLLER *et al*, 2018), unindo técnicas e inovações agronômicas e ultrapassando as limitações das técnicas tradicionais de análise de dados (MARTINE,1991; DE OLIVEIRA COSTA, 2021). *Big Data* (BD) são conjuntos de dados que estão além da capacidade analítica de *softwares* típicos, necessitando de novas ferramentas e métodos para capturar, armazenar, gerenciar e processar os dados coletados, dada a dificuldade de vinculação, correspondência, limpeza, análise e transformação de um estado para outro, envolvendo o acesso a uma enorme quantidade de dados, de diversas fontes e com tempos de latência mínimos ou em tempo real. (COBLE *et al*, 2016; AJIMOKO, 2018).

Para o tratamento dos dados complexos gerados pelo BD empregam-se soluções de *Big Data Analytics* (BDA), as quais visam identificar tendências por meio da detecção de padrões em meio aos dados coletados, envolvendo a utilização de ferramentas tecnológicas, banco de dados e ferramentas de mineração de dados bem como técnicas (métodos analíticos e preditivos) (BROCK; KHAN, 2017; NAGANATHAN, 2018; WANG, 2018).

Diversos estudos tratam da adoção de TICs no gerenciamento agrícola, com foco na produtividade, rentabilidade e gestão dos recursos naturais, ou seja, a agricultura 4.0 - *smart farm* (FRANÇA, 2020). Dentre eles, Hu; *et al*; Duan (2015) e Andersen; Jensen; Skovsgard, (2016), consideram a agricultura como um setor intensivo constituído de informações que desempenham um papel essencial para auxiliar os agricultores a melhorar a produtividade e sustentabilidade, promovendo e adotando inovações e tecnologias relevantes.

O uso de BDA na agricultura tem se destacado no gerenciamento da cadeia de suprimentos de produtos agrícolas, para a análise das propriedades de diferentes tipos de solo e aprimoramento adicional, além disso, é útil para a previsão de produção das diversas culturas. (ALRESHIDI, 2019). No entanto, estudos dedicados ao BDA aplicado à agricultura, tanto em nível de Brasil, como no contexto mundial, são escassos. (ABOELMAGED; MOUAKKET, 2020). Nesse sentido, reforça-se a necessidade de estudos que procurem entender a adoção de BDA em atividades agrícolas relacionando a uma teoria.

Assim, o presente artigo é um ensaio teórico que representa parte do conteúdo de uma pesquisa em desenvolvimento que tem como objetivo geral ***identificar e analisar os fatores de***

adoção de BDA na atividade agrícola sob a ótica da TDI – Teoria da Difusão de Inovações por meio de uma revisão sistemática de literatura. (ROGERS, 1971).

Considerando que o ambiente da extensão rural foi alicerce para o início dos estudos da TDI por Rogers (1971), entende-se que esta plataforma teórica apresenta fundamentos capazes de suportar as indagações de adoção de inovação na agricultura (ABOELMAGED; MOUAKKET, 2020). A TDI postula que a difusão da inovação é um processo em evolução multidisciplinar, e que se baseia em fatores tais como: vantagem relativa da inovação, compatibilidade, complexidade, experimentação e observabilidade da inovação (ROGERS, 1995).

2 MÉTODO

O desenvolvimento da revisão bibliográfica deste artigo teórico obedeceu duas etapas de exploração nas seguintes bases de dados: Academic Search Complete, Business Source Complete, Scopus, Web of Science, Google Scholar e Scielo. Na primeira etapa, por meio dos termos chave, *"Big data analytics" OR "big data" or "business analytics" AND adoption OR acceptance*, nos últimos cinco anos, identificou-se 587 estudos, dos quais, após uma avaliação de relevância por meio da análise de seus títulos, palavras-chave e trechos dos resumos, notou-se um grande número de publicações destoantes ao foco do assunto principal, assim sendo, aplicou-se um segundo refinamento, desta vez, considerando-se os textos completos do termo "*big data*" como central nos assuntos expansores e publicações em *academic journals,* obtendo-se a partir daí um resultado de 106 artigos, dos quais, selecionou-se, 51 publicações com mais de 10 citações por autores contemporâneos com abordagem do tema central deste ensaio.

Na segunda etapa do levantamento bibliográfico, utilizando-se das mesmas bases de dados, porém ajustando os termos chave para, "*Big data analytics" OR "big data" or "business analytics" AND adoption OR acceptance AND agriculture OR agribusiness* obteve-se 262 resultados, tendo sido selecionados 7 artigos significativos para esse estudo. Considerando-se os 58 artigos selecionados, pelos quais, por meio da técnica *snowballing,* analisou-se outros artigos que vieram a contribuir para esse estudo resultando nas referências registradas neste.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Big Data (BD)

A terminologia BD é utilizada para representar o grande volume de dados coletados de diferentes fontes por um longo período, *ad exemplum*, dados coletados por sensores, pela internet, máquinas, arquivos de registro, vídeos, textos, imagens, RFID (*radio frequency identification* – identificação por radiofrequência), GPS (*Global Positioning System* – Sistema de posicionamento global) aplicados em diversos processos de negócio. (SAGIROGLU; SINANC, 2013; WATSON, 2014).

Dessa forma, o BD se caracteriza como gerador de fontes de dados heterogêneas e autônomas gerando ativos de informações de alto volume, alta velocidade e grande variedade, estando além da capacidade dos processos ou ferramentas convencionais disponíveis. Isso gera a necessidade de formas inovadoras e econômicas de processamento, baseadas em métodos e tecnologias avançados que permitam a captura, o armazenamento, a distribuição e o tratamentos desses dados (DUBEY *et al*, 2016; MISHRA *et al*, 2017). O BD pode ser considerado como uma representação cognitiva das relações sociais e cibernéticas, com objetivo principal de criação de valor e inovação para os negócios. (MAZIERI; SOARES, 2016).

Em se tratando das principais características do BD, deve-se destacar:

a) o volume, ao considerar que há um crescimento exponencial de dados disponíveis a serem tratados, torna-se necessário fornecer armazenamento suficiente para tamanha quantidade de dados (MCAFEE *et al*, 2012; GÄRTNER; HIEBL, 2018);

b) a velocidade de geração, processamento e análise desse volume grandioso de dados, que deve ser processado e analisado em tempo real (BRANDS, 2014; GANDOMI; HAIDER, 2015); e

c) a variedade, tendo relação com a heterogeneidade do tipo de dados decorrentes da alta gama de fontes geradas a todo momento, tais como da internet, de sensores, redes sociais, GPS, mídias diversas, dentre outros, gerando dados nem sempre estruturados, por vezes, sem formatos definidos (GANDOMI; HAIDER, 2015; GÄRTNER; HIEBL, 2018).

Tão importante quanto o volume, a variedade e a velocidade, outras características compõem o BD: a veracidade e o valor. A veracidade se traduz como a confiança e o fator consistência do processamento, e da análise em BD (ARUNACHALAM; *et al*, 2018). O valor se refere ao processo de descoberta de algo útil em grandes conjuntos de dados, e que, após a produção e processamento de BD, esse elemento deve criar valor agregado para a organização. (SAGIROGLU; SINANC, 2013; BRANDS, 2014).

Porém, para que todo o volumoso conjunto de dados disponíveis e organizados (BD) possa contribuir efetivamente na gestão organizacional, há que se executar análises consistentes desse conjunto de dados, de forma sistemática e preditiva, disponibilizando-se informações importantes para as ações e tomadas de decisões organizacionais. Esse é o princípio do BDA, (PHILIP *et al*, 2014; BILAL *et al*, 2016), que será tratado em detalhes na próxima seção.

3.2 Big Data Analytics - BDA

Por meio da estrutura de BD, as empresas podem obter respostas do ambiente de negócios envolvendo tendências, preferências e níveis de atendimento com relação aos seus clientes e usuários. *(*CABRERA-SÁNCHEZ; VILLAREJO-RAMOS, 2018). As soluções de BDA trata-se do processo que compreende na pesquisa e exame de grandes volumes de dados com o objetivo de revelar padrões, correlações e percepções intrínsecas em diversos bancos de dados em tempo real, por meio de tecnologias mais eficazes que em soluções tradicionais de *business intelligence* (BI). (GALDINO, 2016; NAGANATHAN, 2018).

A literatura apresenta o BDA como o processo de análise dos dados oriundos do BD, por meio de tecnologias, técnicas e metodologias (CHEN; *et al*, 2012; STRAUSS; HOPPEN, 2019). Esse processo de BDA é considerado uma evolução natural das técnicas de *Business Intelligence* (BI 1.0) e *Business Analytics* (BI 2.0), sendo o BDA, classificado por alguns especialistas como BI 3.0 apropriando-se de tecnologias, técnicas e atividades, tais como análise estatística, mineração de dados e previsões, que convertem dados brutos em informações úteis para melhorar o desempenho dos negócios e suportam a tomada de decisões em diferentes níveis, operacional, tático e estratégico (ARUNACHALAM; *et al*, 2018).

Ademais, através de um ecossistema completo de aplicativos por meio do desenvolvimento de dispositivos da i*nternet* das coisas (IoT-*Internet of Things*), e também, do conceito de inteligência artificial (AI-*Artificial Intelligence*). Isso culminou na terceira era do BI, o BI&A 3.0, evoluindo para soluções de BDA. (CHEN; *et al*, 2012).

Em BDA, a análise que se destaca é a preditiva, que busca prever cenários futuros com base na análise de padrões da base de dados por meio de métodos estatísticos e históricos, além da mineração de dados e da inteligência artificial, sendo indicada para projetar comportamentos futuros do público e do mercado. As análises preditivas possibilitam avaliar flutuações da economia e tendências de consumo, permitindo que as empresas entendam algumas das métricas com as quais estão trabalhando em busca de uma melhor tomada de decisão. (WATSON, 2014; NAGANATHAN, 2018).

Quadro 1- BDA: características, abordagens e principais fontes

Características do *BDA*	Abordagem	Principais Fontes
- BDA como um processo evolutivo de *analytics*.	- Etapas evolutivas e de transição desde *BI* 1.0 à BDA.	Chen; *et al*, (2012); Brock; Khan, (2017); Arunachalam; *et al*, (2018).
- Investimentos em tecnologia; - Velocidade de processamento de informações.	- Intensificação da coleta e armazenamento de dado; - Ligação entre as questões relacionadas à qualidade de dados, segurança de TI e questões de privacidade.	Schüll; Maslan, (2018).
- Análise de dados estruturados e não estruturados	- BDA como ferramenta e técnica de captura, armazenamento e análise de dados, semelhante ao armazenamento de dados e inteligência de negócios.	Verma; *et al*, (2018).
- Análise preditiva (lente para o futuro).	- Predomínio do método preditivo para análise de BD.	Watson, (2014, 2019); Naganathan, (2018).
- Privacidade.	- Privacidade dos dados como desafio à adoção do BDA; - Trânsito de dados e uso do centro de análise de BD de clientes.	Watson, (2014, 2019).
- Gerenciamento e ferramentas de BDA.	- Captura e organização de dados relevantes; - Sistemas de processamento de transações online.	Ularu; *et l*, (2012)
BDA – *softwares, hardwares* e equipamentos	- Disponibilidade de aplicativos e softwares por fornecedores sem ou com fins lucrativos; - Técnicas e ferramentas para BDA.	Kamilaris; *et al*,(2017). Ularu; *et al*, (2012); Turland; Slade, (2020)

Fonte: Elaborado pelo autor

3.3 Processo de adoção de BDA

A adoção de BDA expande-se no ambiente corporativo ao passar do tempo, especialmente a partir da era da indústria 4.0, em que muitas empresas começaram a investir pesadamente no desenvolvimento e utilização de diferentes instrumentos e aplicativos capazes de fazer uma leitura mais profunda dos valores dos dados gerados e disponíveis em enormes conjuntos de dados não estruturados com o objetivo de melhorar os processos de tomada de decisão (GANDOMI; HAIDER, 2015; ABOELMAGED; MOUAKKET, 2020).

Os desafios das empresas ao utilizarem BDA, envolvem o chamado ciclo de vida dos dados, no qual surgem dúvidas sobre os próprios dados, dificuldades no processamento dos mesmos e preocupações sobre a sua gestão (RAGUSEO, 2018). As inseguranças sobre dados giram em torno de seu volume, variedade, velocidade, veracidade, volatilidade, valor e visualização, onde as tarefas de processamento de dados incluem técnicas relacionadas à aquisição de dados, armazenamento em bases de dados, limpeza e transformação de dados existentes, seleção correta do modelo e apresentação de resultados (CABRERA-SÁNCHEZ; VILLAREJO-RAMOS, 2019).

Dentre os fatores críticos de adoção da BDA, pode-se destacar que muitas empresas não percebem o valor estratégico do BDA e não se consideram prontas para fazer mudanças em

suas estruturas para a adoção desta solução. Essa evidência se mostra à luz da teoria da contingência (DAGILIENE; KLOVIENE, 2019), uma vez que necessitam de adequações tecnológicas, organizacionais e ambientais, sofrendo influência da orientação estratégica organizacional, sob a lente do *framework* TOI. Além disso, há a necessidade de se considerar as regulamentações setoriais, a exemplo da Lei Geral de Proteção de Dados e do direito à privacidade que pode afetar o processo de adoção da BDA. (DAGILIENE; KLOVIENE 2019; VERMA; *et al*, 2018).

No sentido da intenção comportamental de adoção de BDA nas organizações, figuram quatro fatores determinantes, a saber: a expectativa de desempenho, a influência social, condições facilitadoras e a resistência ao uso dessa tecnologia (LEE; SONG, 2013; BOZAN; *et al*, 2016; ALHARBI, 2014; CABRERA-SÁNCHEZ; VILLAREJO-RAMOS, 2019). Estudos mostram que a percepção da intensidade da competição para implementar o BDA e o risco de desvantagem competitiva, caso o BDA não seja adotado, têm um efeito significativo na adoção dessa solução nas empresas. (SCHULL; MASLAN 2018).

Até então, o uso de BDA tem se concentrado nas questões comerciais, mercadológicas, e de relacionamento com clientes, se mostrando uma importante ferramenta de fomento informacional a favor do conhecimento do comportamento dos clientes, ou potenciais clientes. E por essa aplicação, o BDA é considerado um avanço na gestão da informação, reconhecido como um instrumento de inovação e investimento imprescindível em TI. (CABRERA-SÁNCHEZ; VILLAREJO-RAMOS, 2019; VERMA; *et al*, 2018).

Quanto à adoção de BDA na agricultura, é preciso considerar que o setor agrícola tem histórico de desenvolvimento comum ao industrial, evoluindo das operações manuais e rudimentares de mecanização (tração animal), avançando para máquinas e equipamentos auto propelidos graças ao desenvolvimento de combustíveis, bem como a utilização de fertilizantes e agroquímicos, seguindo para a fase da agricultura de precisão. Esta se caracteriza por aplicações a taxas variáveis com o auxílio da eletrônica/sensores e GPS – *Global Positioning System,* avançando para a era da agricultura sustentável e inteligente (*smart farmers*) contando com a integração e análise de dados, operações autônomas, dentre outras tecnologias utilizadas pela Indústria 4.0. (ZAMBOM *et al*, 2019; LIU *et al*, 2020).

Do ponto de vista da atividade agrícola, como em qualquer outra, a importância do BDA depende de sua capacidade de fornecer informações e conhecimento de valor. Em geral, informações históricas e presentes disponíveis, como registros climáticos, disponibilidade de água, taxa variável de aplicação, tempo de operação, variedades cultivadas, tempo de ciclo de cultura, incidências de pragas e doenças, entre outras, podem ser usadas para planejamentos e previsões de resultados, como seleção de culturas adequadas, etc. (KAMILARIS; *et al*, 2017; MARUYAMA *et al*, 2018).

Nesse sentido, há uma expansão do volume e da variedade de dados presentes na agricultura originados de diversas fontes, internas ou externas, seja por tecnologias embarcadas em máquinas e equipamentos, na climatologia, nas análises e recomendações técnicas, na pesquisa e desenvolvimento, nos ambientes mercadológico, econômico, políticas regulamentadoras, e sociais (COBLE *et al*, 2017; RYAN, 2020), ou por recursos "*mobile*" como, novos sensores em telefones celulares, relógios inteligentes, VANTs (Veículos Aéreos Não Tripulados), dentre outras tecnologias que captam, com muita velocidade, dados que nunca foram pensados como dados, representando muito mais do que uma planilha cheia de números (MARUYAMA *et al*, 2018), destacando-se a veracidade dos mesmos, reduzindo a interferência humana e seus possíveis erros. (LEONE, 2017; KAMILARIS; *et al*, 2017; SAIZ-RUBIO; ROVIRA-MÁS, 2020)

Diante da diversidade e complexidade das tecnologias congruentes ao BDA, considera-se que os fatores de adoção da mesma por parte das organizações agrícolas, uma vez que, os

agricultores tendem a adotar tecnologias e técnicas conforme percebam vantagens e aumento de lucratividade. (DE GRAAFF *et al*, 2008).

Tendo como exemplo principal à adoção da tecnologia de agricultura de precisão, um dos fatores de adoção da mesma apontado pelos pesquisadores, é o nível de escolaridade do agricultor, destacando-se os que frequentaram uma graduação, sendo ainda, em torno de 20% maior essa probabilidade considerando-se agricultores com nível de pós-graduação, levando a crer que quanto maior o nível educacional e a familiaridade com as metodologias científicas, maior a disposição de agricultores em empregar essa tecnologia em suas fazendas. (ADRIAN; *et al*, 2005; CARRER *et al*, 2017; PIVOTO *et al*, 2019). Também está direta e positivamente relacionado ao tamanho da área explorada, ou seja, quanto maior a área, maior a disposição do agricultor para adoção das tecnologia tanto de AP quanto de TI voltadas para o gerenciamento produtivo, técnico e financeiro. (PIVOTO *et al*, 2019)

Estudos existentes no Brasil, como é o caso do levantamento realizado pelo Grupo Kleffmann junto a 992 produtores das regiões Sul, Centro-Oeste e do Matopiba (Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia) aponta a adoção de algum tipo de tecnologia voltada à gestão das operações agrícolas por 45% dos entrevistados (MOLIN, 2017), o que corrobora o alto volume de dados que podem ser gerados e precisam ser tratados.

Em contraponto, há trabalhos que indicam várias barreiras que dificultam o uso mais amplo da solução BDA na agricultura, como: falta de recursos humanos, experiência (SAWANT *et al*, 2016) e disponibilidade limitada de infraestruturas confiáveis para coletar e analisar BD. (KAMILARIS; *et al*, 2017).

Para melhor entendimento, utilizou-se predominantemente, a TDI – Teoria da Difusão da Inovação como base desse estudo, apresentada a seguir.

3.4 Teoria da Difusão de Inovações (TDI)

A Teoria da Difusão da Inovação (TDI) auxilia na compreensão do fenômeno da difusão de inovações, pela qual, Rogers (1983), entende difusão como os diferentes graus de disposição para adotar inovações e, portanto, geralmente se observa que a parcela de adotantes de inovação é aproximadamente normalmente distribuída ao longo do tempo. "Difusão é o processo pelo qual uma inovação é comunicada através de certos canais ao longo do tempo entre os membros do sistema social" (ROGERS, 1983 p.5).

Rogers (1983), precursor da TDI determina que a taxa de adoção de inovações é impactada por cinco fatores, definindo as características percebidas de uma inovação a saber:

i- **Vantagem relativa** é o grau em que um indivíduo ou uma organização percebe uma inovação como sendo melhor do que aquela que a precedeu. O grau de vantagem relativa pode ser medido em termos econômicos, mas fatores de prestígio social, conveniência e satisfação também são frequentemente componentes importantes.

ii- **Compatibilidade** refere-se ao grau com que se percebe uma inovação como sendo consistente com os valores existentes, experiências passadas e necessidades dos adotantes. Uma ideia que não seja compatível com os valores e normas prevalecentes de um sistema social não será adotada tão rapidamente quanto uma inovação que seja compatível.

iii- Como **complexidade** (Rogers; 2003) define como sendo o grau que se percebe uma inovação como relativamente difícil de entender e usar. Algumas inovações são facilmente compreendidas pela maioria dos membros de um sistema social; outros são mais complicados e serão adotados mais lentamente.

iv- A **capacidade de avaliação** ou **experimentabilidade** refere-se ao grau que se pode experimentar uma inovação de um modo limitado. A avaliação é uma maneira de se dar significado a uma inovação, descobrir como ela funciona e dissipar incertezas a seu respeito.

v- A **observabilidade** é considerado como o grau no qual os resultados de uma inovação podem ser observados pelos demais. Quanto mais fácil se percebe os resultados de uma inovação, maior a probabilidade de adoção.

A escolha da TDI como lente para o presente estudo, que trata da identificação dos fatores que influenciam a adoção de BDA na agricultura, é motivada considerando que sua origem se deu, inicialmente, em estudos da difusão de inovação no ambiente rural por sociólogos rurais, em busca de contribuir com a comunidade rural no sentido da formação, extensão, melhoria de produtividade e oferta de alimentos (ROGERS, 1971).

Estudos recentes sugerem o emprego da TDI para melhorar o conhecimento sobre os fatores que influenciam as decisões de adoção de inovações tecnológicas, uma vez que estima-se que o agricultor demore cerca de cinco anos para experimentar uma inovação após ter conhecimento da mesma, sendo considerados lentos nesse sentido. (VALENTE; ROGERS, 1995; DAN; *et al*, 2019).

A partir do exposto, segue a discussão do tema apresentando-se sete proposições que serão validadas a partir da pesquisa a ser realizada.

4 DISCUSSÃO

Por meio desse estudo pôde-se notar a importância da adoção do BDA como instrumento de análise do complexo conjunto de dados gerado por diversas fontes e artefatos tecnológicos disponíveis no ambiente organizacional agrícola, seja no campo das operações agropecuárias tais como processos, mecanização e automação, seja no campo da otimização dos recursos e fatores de produção (recursos naturais, humanos, financeiros, tecnológicos, instalações e outros), de suprimentos (insumos e consumíveis), como no âmbito biotecnológico. (FLEMING *et al*, 2018; PIVOTO *et al*, 2019)

A adoção de instrumentos de análise avançada de dados gerados pelos diversos artefatos tecnológicos gera informações precisas, promovendo tomadas de decisões mais assertivas e sustentáveis no intuito de otimizar os recursos, melhorar a produtividade, reduzir custos, e consequentemente, melhorar os resultados econômico-financeiros. (DELGADO *et al*, 2019).

O escopo da análise dos fatores críticos para adoção de BDA na agricultura passa pelos elementos intrínsecos às proposições desenvolvidas a partir dos atributos da TDI (ROGERS, 1983), ampliado e relacionado ao modelo de relação de poder por meio da tecnologia (BREY, 2008) e na abordagem da visão baseada em recursos (AKTER; et al, 2016).

Considerando-se esses elementos, gera-se as proposições que serão testadas e evidenciadas no desenvolvimento da pesquisa em andamento, da qual este estudo é parte:

Proposição 1- A compatibilidade tecnológica é um fator crítico para adoção de *BDA* na agricultura.

Tendo em vista o atributo compatibilidade, que representa o grau de percepção que se tem em relação a uma inovação e sua consistência (ROGERS, 1983), a atividade agrícola se vale de diversos artefatos tecnológicos geradores de dados, sejam embarcados em máquinas e equipamentos, ou individualmente. Pode-se destacar os dispositivos utilizados na agricultura de precisão presentes em equipamentos e máquinas agrícolas com grande utilização de eletrônica e sistemas digitais, a exemplo de tecnologias como os receptores GPS (*Global Positioning System*) (BASSOI *et al*, 2019).

Por isso, esses dispositivos, por meio de sensores em colheitadeiras, por exemplo, permitem a obtenção de um arquivo com a produtividade a cada ponto do campo, a qual é visualizada em um aplicativo na forma de mapa, entendendo assim ser possível que o ciclo de produção possa ser gerido por conjuntos de dados georreferenciados em diferentes níveis, desde os que são coletados em campo, até os que são transformados em modelos inteligentes e posteriormente utilizados em intervenções espacialmente diferenciadas ou em taxas variadas de aplicação de insumos. (BASSOI *et al*, 2019).

Porém, a disponibilidade de um arsenal tecnológico outrora inimaginável esbarram em alguns gargalos, tais como, a diversidade de infraestrutura em um país como o Brasil, que dificulta ou mesmo impede a transmissão de dados em muitas áreas do país, especialmente naquelas com difícil acesso, pois qualquer instabilidade na linha terrestre pode danificar os dados, comprometendo a velocidade e a qualidade do fluxo de informações (SACCOL *et al* 2011).

Por exemplo, as limitações de acesso às redes de internet no espaço rural brasileiro fazem da conectividade no campo um fator limitante para que tecnologias como a IoT e computação em nuvem, fundamentais para gerar os dados a serem analisados via ferramentas de BDA, possam maximizar todo o seu potencial de agregação de valor. Toda essa complexidade tecnológica, aliada às características do contexto das organizações rurais, gera necessidade de se analisar o atributo da complexidade tecnológica.

Proposição 2- A complexidade tecnológica é afeta negativamente na adoção de *BDA* na agricultura.

A complexidade tecnológica está ligada ao grau que se percebe uma inovação como relativamente difícil de entender e usar. (ROGERS, 1983).

De um modo geral os sistemas de informação ajudam a gerenciar grandes quantidades de informações, abrangendo uma variedade de tecnologias como já mencionado nesta revisão. Algumas tecnologias da informação incluem sistemas de detecção automatizados, como sensoriamento remoto, sistemas de amostragem de solo e monitores de rendimento, que permitem aos produtores rurais coletar informações físicas sobre seu sistema de produção por meio de GPS para registrar espacialmente atributos físicos, outros sistemas de informação apresentam-se mais complexos, como modelos de culturas, os quais dependem de dados sobre o sistema e tomam decisões de gerenciamento com base em estimativas preditivas da função do sistema, porém os sistemas de informação mais comuns usados pelos agricultores são computadores para manutenção de registros financeiros e de produção e coleta de informações da Internet. (BATTE, 2005; SASSENRATH *et al*, 2008; STAFFORD, 2000).

Diante disso, à disposição do agricultor estão ferramentas que podem ser simples, no caso de um baixo requisito de coleta de dados e tecnologia de computadores, ou muito complexas, exigindo extensa coleta de dados e conhecimento em informática. As taxas de aceitação e adoção de tecnologias são lentas no setor agrícola à medida que se apresentam mais complicadas, tais como modelos de cultivo e ferramentas de apoio à decisão, assim como as ferramentas de suporte à decisão devem contar com o conhecimento multidisciplinar lidando com questões ainda mais complexas. (SASSENRATH *et al*, 2008)

As análises via BDA possibilitam que um grande volume de dados complexos captados e armazenados possam enfim servir para gerar informação e conhecimento, no entanto, para que isso aconteça, há que se formar uma cultura de inovação por parte da organização, por meio da construção de plataformas consistentes, eficazes e que capturem para si toda a complexidade tecnológica (DO NASCIMENTO *et al*, 2018).

Um fator que pode minimizar o efeito da complexidade e influenciar positivamente a adoção de uma tecnologia é a vantagem relativa, a qual está relacionada ao quanto a inovação é percebida como sendo melhor do que aquele que está substituindo (MOORE; BENBASAT, 1991). Frente a isso, apresenta-se a proposição a seguir:

Proposição 3- A vantagem relativa percebida é um fator que influencia positivamente a adoção de *BDA*.

A vantagem relativa de uma inovação, percebida pelos membros de uma organização, está positivamente relacionada ao seu índice de adoção (HOFFMANN, 2011), ou seja, o índice de adoção será maior, quanto maior for percebida a vantagem relativa por parte dos adotantes.

O estudo sobre a "Adoção da Agricultura de Precisão no Rio Grande do Sul" (BR), baseado na TDI, aponta a vantagem relativa como fator que apresentou maior capacidade de explicação sobre a variável satisfação quanto a referida tecnologia (ANSELMI, 2012). Uma vez que, a Agricultura de Precisão é um dos componentes tecnológicos da agricultura 4.0, e que, esta é parte do BD, esse resultado pode vir ao encontro à presente proposição.

Em consonância com a percepção da vantagem relativa, outro fator que pode contribuir para a adoção de soluções BDA é o de experimentabilidade, conforme proposto.

Proposição 4- O atributo experimentabilidade, afeta positivamente a adoção de *BDA* em organizações agrícolas.

Uma vez que experimentabilidade, também denominada capacidade de avaliação, refere-se ao grau que se pode experimentar uma inovação (ROGRES, 1983), esse atributo se manifesta em organizações agrícolas que primam pelo processo de seleção e validação de instrumentos de gestão por meio de testes e/ou demonstrações, como quaisquer insumos antes da adoção propriamente dita, com o intuito de mitigar riscos. (MARUYAMA, 2018).

De forma recorrente, os fornecedores de inovações tecnológicas da área agrícola fornecem versões de teste que permitem que os adotantes em potencial experimentem e usem o produto ou serviço inovador por um tempo limitado antes de decidirem quanto à adoção da inovação (MATHIAS, 2019). Ao se testar e/ou experimentar uma inovação, nesse caso específico, soluções em BDA, a chance de se reduzir os riscos de insucesso é bem maior. (ROGERS, 2003).

Normalmente, na fase de avaliação do processo de adoção, a experimentação é precedida da aplicação mental quanto à situação presente e futura da inovação. (MATHIAS, 2019). Aliada à experimentabilidade, por meio de sugestões de usuários do produto ou do serviço (influência social), a observabilidade pode ser afetada, refletindo no aumento potencial de adoção da inovação (JAMSHIDI; HUSSIN, 2016). Partindo desse pressuposto, pode-se considerar que:

Proposição 5- O fator observabilidade influencia positivamente a decisão das organizações agrícolas adotarem soluções *BDA*.

O atributo observabilidade, sendo o grau no qual os resultados de uma inovação podem ser observados por terceiros (ROGERS, 1983), expressa-se como um fator de adoção de inovações na atividade agrícola, sempre que as organizações se aproveitam de experiências tidas por pares ou empresas afins quanto aos resultados positivos gerados pela adoção de soluções tecnológicas. (PESHIN; *et al*, 2019).

Os benefícios observáveis do *BDA* a favor das organizações por meio de ferramentas tecnológicas podem ser provocados por influência social, onde por meio de experiências positivas de adoção e utilidade dessa inovação tecnológica por outros adotantes, aumenta o potencial de adoção de BDA. (JAMSHIDI; HUSSIN, 2016; DAN; *et al*, 2019).

Estudos apresentam resultados de correlação significativamente positiva para o atributo observabilidade em relação à adoção dessa solução. (PESHIN; *et al*, 2019; MATHIAS, 2019).

Um atributo adicional aos da TDI, o de voluntariedade, expressa o quanto o uso da inovação é percebido como voluntário e motivado por vontade própria pelos gestores de organizações agrícolas, como segue.

Proposição 6- O fator voluntariedade influencia positivamente a adoção de *BDA* em organizações agrícolas.

O atributo voluntariedade é considerado como o grau em que o uso da inovação é percebido como voluntário ou por livre arbítrio. (MOORE; BENSAT, 1991). A voluntariedade (ou involuntariedade), é percebida ao tempo em que os poderes de sedução e de liderança dos fornecedores de tecnologias agrícolas é exercido pressionando-se as organizações agrícolas à situações em que estas não teriam outra escolha, em busca do desenvolvimento de suas atividades, como por exemplo, com a instalação de monitores em sua fazenda e acesso limitado à fazenda e ao maquinário, bem como a concordância em utilizarem-se de soluções de BDA sem consentimento informado. (RYAN, 2020).

A aceleração da tecnificação e profissionalização da agricultura carrega fenômenos paralelos provocados pelas relações de poder exercidas pelos fornecedores de tecnologias agrícolas sobre os agricultores. (BREY, 2008).

Uma vez que o atributo voluntariedade representa o grau que o uso de uma inovação é adotado pela predisposição voluntária do adotante (VALIER; *et al*, 2008), envolvendo complexidade em tomadas de decisões organizacionais (DAVIS; *et al*, 1989; MOORE; BENBASAT, 1991), mostra-se como um fator apropriado para influenciar a adoção de BDA no ambiente organizacional agrícola, dado à diversidade de ocorrências operacionais e gerenciais, e também da pressão exercida por atores do ambiente externo nessa atividade. (RYAN, 2020).

Esse atributo, da voluntariedade, sai do escopo da TDI, porém por meio do estudo de Ryan, (2020) vem de encontro ao que se constata pela experiência do pesquisador, entendendo ser importante agregadora aos demais fatores, uma vez que pode se relacionar ao contexto da compatibilidade e complexidade tecnológicas, bem como à vantagem relativa.

Por fim, envolvida nos atributos anteriores, está a participação dos talentos humanos na condução de soluções em BDA, assim, apresenta-se como a sétima proposição da pesquisa em andamento.

Proposição 7- A baixa disponibilidade da capacidade de talentos em análise de Big Data influencia negativamente a adoção de *BDA* em organizações agrícolas.

A capacidade de talentos em análise de *big data* está ligada à capacidade analítica do profissional ou da equipe na execução das rotinas em ambiente de BD, como também atuar na moderação e integração entre a plataforma tecnológica e os *outputs* das análises. (AKTER; *et al*, 2016).

Dentre os fatores críticos responsáveis pelo sucesso de implantações da tecnologia BDA identificados por Silva (2021) figuram a contratação e retenção de talentos das equipes de analistas (AJAH; NWEKE, 2019; AL-SAI et al, 2020; FÉLIX et al, 2017; MCAFEE, 2012; SONY; NAIK, 2020), líder técnico (AL-SAI et al, 2020; MCAFEE, 2012) e uso de consultores (GIUSTI, 2020). Para agravar o componente de criticidade relativo aos talentos em BDA, o mercado de trabalho convive com a escassez de mão de obra especializada nesse segmento (WINTER; HAHN, 2020).

As dimensões de gestão, pessoas e tecnologia interligam-se no ambiente de *big data*, colaborando mutuamente para aprimorar o desempenho mais amplo da empresa. (DAVENPORT, 2014). Akter *et al*. (2018) inspirados em capacidade dinâmica (DC) relacionaram capacidade de análise de serviços (SAC) baseada em *big data* e o desempenho da empresa, com foco especialmente na capacidade de talento.

Extrair o máximo dos dados, convertendo-os em informações úteis às tomadas de decisões na agricultura, é um dos desafios das organizações agrícolas, pesando na decisão de adotar ou não soluções de BDA. As organizações devem recrutar e reter funcionários talentosos

da linha de frente para que possam desempenhar o papel de um facilitador entre a plataforma de tecnologia e o desempenho da empresa. (AKTER et al., 2018).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONTRIBUIÇÕES

O presente artigo revisou a literatura e gerou proposições, a maior parte delas baseadas nos atributos da TDI (ROGERS, 1971) a fim de identificar e analisar os fatores críticos de adoção de BDA na atividade agrícola, que serão testadas empiricamente na sequência.

Explorando-se conteúdos de *big data* e big *data analytics*, estudos de adoção de tecnologias, especialmente em atividades agrícolas, bem como das teorias que se enquadram na explicação da adoção de inovações, pôde-se traçar um paralelo entre tais conteúdos, determinando-se os principais atributos que levam a identificar alguns fatores críticos de adoção de soluções em BDA.

Uma vez determinadas as proposições, percebeu-se que os atributos da TDI são adequados a serem submetidos aos questionamentos de pesquisa por meio de entrevistas semiestruturadas junto às organizações agrícolas, pois apesar da adoção de *BDA* ter sido explorada em diversos estudos, identificou-se lacunas envolvendo o estudo dos fatores de adoção de BDA na atividade agrícola. (ALBOAMAGED; MOUAKKET 2020).

Portanto, discutir os fatores críticos de adoção de BDA em organizações agrícolas sob a lente teórica predominante da TDI (SOON; *et al*, 2020) suscitará à comunidade científica elementos importantes, pouco explorados, acerca desse tema, provocando novos estudos a partir dos fatores levantados junto à essas organizações. Além disso, tal pesquisa pode contribuir com os *stakeholders* ligados à atividade agrícola (agricultores, pesquisadores, indústrias dos diversos recursos tecnológicos e produtivos, governos, e outros) (WOLFERT *et al*, 2017; SARMINI; MAHESWARAN, 2018) no sentido de romper barreiras, ou desenvolver estratégias para promover uma adequada adoção da tecnologia BDA para a gestão agrícola.

REFERÊNCIAS

ABOELMAGED, M.; MOUAKKET, S. Influencing models and determinants in big data analytics research: A bibliometric analysis. **Information Processing & Management**, v. 57, n. 4, p. 102234, 2020.

ADRIAN, A. M.; NORWOOD, S. H.; MASK, P. L. Producers' perceptions and attitudes toward precision agriculture technologies. **Computers and electronics in agriculture,** v. 48, n. 3, p. 256-271, 2005.

AJIMOKO, O. J. Considerations for the Adoption of Cloud-based Big Data Analytics in Small Business Enterprises.**Electronic Journal of Information Systems Evaluation**, v. 21, n. 2, p. pp63-79-pp63-79, 2018.

AKTER, S. *et al*. How to improve firm performance using big data analytics capability and business strategy alignment?. **International Journal of Production Economics**, v. 182, p. 113-131, 2016.

AJAH, I. A.; NWEKE, H. F. Big data and business analytics: Trends, platforms, success factors and applications. **Big Data and Cognitive Computing**, v. 3, n. 2, p. 32, 2019.

ALHARBI, S. T. Trust and acceptance of cloud computing: A revised UTAUT model. In: **2014 international conference on computational science and computational intelligence**. IEEE, 2014. p. 131-134.

ALRESHIDI, E. Smart sustainable agriculture (SSA) solution underpinned by internet of things (IoT) and artificial intelligence (AI). ***arXiv preprint arXiv:1906.03106***, 2019.

AL-SAI, Z. A.; ABDULLAH, R.; HUSIN, M. H. Critical success factors for big data: a systematic literature review. **IEEE Access**, v. 8, p. 118940-118956, 2020.

ANSELMI, A. **Adoção da agricultura de precisão no Rio Grande do Sul**. Orientador: Luiz Carlos Federizzi. 2012. 104 f. Dissertação (Mestrado) – Centro de Estudos e Pesquisas em Agronegócios, Programa de Pós-Graduação em Agronegócios, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, BR-RS, 2012.

ANDERSEN, T. B.; JENSEN, P. S.; SKOVSGAARD, C. V. The heavy plow and the agricultural revolution in Medieval Europe. **Journal of Development Economics**, v. 118, p. 133-149, 2016.

ARUNACHALAM, D.; KUMAR, N.; KAWALEK, J. P. Understanding big data analytics capabilities in supply chain management: Unravelling the issues, challenges and implications for practice. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, v. 114, p. 416-436, 2018.

AUBERT, B. A.; SCHROEDER, A.; GRIMAUDO, J. IT as enabler of sustainable farming: An empirical analysis of farmers' adoption decision of precision agriculture technology. **Decision support systems**, v. 54, n. 1, p. 510-520, 2012.

BASSOI, L. H. *et al*. Agricultura de precisão e agricultura digital. **Embrapa Pecuária Sudeste-Artigo em periódico indexado** (ALICE), 2019.

BATTE, M. T. Changing computer use in agriculture: evidence from Ohio. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 47, n. 1, p. 1-13, 2005.

BILAL, M. *et al*. Big data architecture for construction waste analytics (CWA): A conceptual framework. **Journal of Building Engineering**, v. 6, p. 144-156, 2016.

BOLFE, L. E. Visão 2030: O futuro da agricultura brasileira (Coord.). **Brasília, DF: Embrapa**, 2018.

BOZAN, K.; PARKER, K.; DAVEY, B. A closer look at the social influence construct in the UTAUT Model: An institutional theory based approach to investigate health IT adoption patterns of the elderly. In: **2016 49th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS)**. IEEE, 2016. p. 3105-3114.

BRADFORD, M.; FLORIN, J. Examining the role of innovation diffusion factors on the implementation success of enterprise resource planning systems. **International journal of accounting information systems**, v. 4, n. 3, p. 205-225, 2003.

BRANDS, K. Big Data and Business Intelligence for Management Accountants. **Strategic Finance**, 96(6), pp. 64–5, 2014.

BREY, P. The technological construction of social power. **Social Epistemology**, v. 22, n. 1, p. 71-95, 2008.

BROCK, V.; KHAN, H. U. Big data analytics: does organizational factor matters impact technology acceptance?. **Journal of Big Data**, v. 4, n. 1, p. 1-28, 2017.

CABRERA-SÁNCHEZ, J. P.; VILLAREJO-RAMOS, Á. F. Fatores que afetam a adoção de análises de Big Data em empresas. **Revista de Administração de Empresas**, v. 59, n. 6, p. 415-429, 2019.

CARRER, M. J.; DE SOUZA FILHO, H. M.; BATALHA, M. O. Factors influencing the adoption of Farm Management Information Systems (FMIS) by Brazilian citrus farmers. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 138, p. 11-19, 2017.

CHEN, H.; CHIANG, R. HL; STOREY, V. C. Business intelligence and analytics: From big data to big impact. **MIS quarterly**, p. 1165-1188, 2012.

COBLE, K. *et al*. **Advancing US agricultural competitiveness with big data and agricultural economic market information, analysis, and research**. 2016.

DAGILIENĖ, L.; KLOVIENĖ, L. Motivation to use big data and big data analytics in external auditing. **Managerial Auditing Journal**, 2019.

DAN, V.; OSTERHEIDER, A.; RAUPP, J. The diffusion of innovations in agricultural circles: An explorative study on alternative antimicrobial agents. **Science Communication**, v. 41, n. 1, p. 3-37, 2019.

DAVENPORT, T. **Big data at work: dispelling the myths, uncovering the opportunities**. Harvard Business Review Press, 2014.

DAVIS, F. D.; BAGOZZI, R. P.; WARSHAW, P. R. User acceptance of computer technology: A comparison of two theoretical models. **Management science**, v. 35, n. 8, p. 982-1003, 1989.

DE GRAAFF, J. *et al*. Factors influencing adoption and continued use of long-term soil and water conservation measures in five developing countries. **Applied Geography**, v. 28, n. 4, p. 271-280, 2008.

DELGADO, J. A. *et al*. Big Data analysis for sustainable agriculture on a geospatial cloud framework. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 3, p. 54, 2019.

DE OLIVEIRA COSTA, Antonio José. **Agricultura Empresarial**. Saraiva Educação SA, 2021.

DO NASCIMENTO, C. A. X. *et al*. Inovação nos Negócios por meio da Análise de Big Data. **International Journal of Professional Business Review**, v. 3, n. 1, p. 1-16, 2018.

DUBEY, R. *et al*. The impact of big data on world-class sustainable manufacturing. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 84, n. 1-4, p. 631-645, 2016.

FÉLIX, B. M.; TAVARES, E.; CAVALCANTE, N. W. F. Critical success factors for Big Data adoption in the virtual retail: Magazine Luiza case study. **Revista Brasileira de Gestão de Negócios**, v. 20, p. 112-126, 2018.

FLEMING, A.*et al*. Is big data for big farming or for everyone? Perceptions in the Australian grains industry. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 38, n. 3, p. 1-10, 2018.

FRANÇA, R. de S. **Agricultura digital 4.0: um modelo inovativo de transformação agrícola digital no Brasil**. 2020. Tese de Doutorado. Doutorado em Sistemas de Informação e Gestão do Conhecimento.

GALDINO, N. Big Data: ferramentas e aplicabilidade. In: **CONGRESSO DE ENGENHARIA**. 2016.

GANDOMI, A.; HAIDER, M. B. the hype: Big data concepts, methods, and analytics. **International journal of information management**, v. 35, n. 2, p. 137-144, 2015.

GÄRTNER, B.; HIEBL, M. R. Issues with big data. **The Routledge Companion to Accounting Information Systems** (S. 161-172). New York: Routledge, 2018.

GIUSTI, R. *et al*. Synchromodal logistics: An overview of critical success factors, enabling technologies, and open research issues. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, v. 129, p. 92-110, 2019.

HOFFMANN, V. Knowledge and innovation management. **Module Reader. Hohenheim University**, p. 1-168, 2011.

HU, Y.; ZHANG, Y.; DUAN, Y. Improving Agricultural Information and KnowledgTransfer in Cambodia-Adopting Chinese Experience in Using Mobile Internet Technologies. In: **International Conference on Computer and Computing Technologiesin Agriculture**. Springer, Cham, 2015. p. 357-368.

JAMSHIDI, D.; HUSSIN, N. Islamic credit card adoption understanding: when innovation diffusion theory meets satisfaction and social influence. **Journal of Promotion Management**, v. 22, n. 6, p. 897-917, 2016.

KAMILARIS, A.; KARTAKOULLIS, A.; PRENAFETA-BOLDÚ, F. X. A review on the practice of big data analysis in agriculture. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 143, p. 23-37, 2017.

KLERKX, L.; JAKKU, E.; LABARTHE, P. A review of social science on digital agriculture, smart farming and agriculture 4.0: New contributions and a future research agenda. **NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences**, v. 90, p. 100315, 2019.

LEE, Ji-H.; SONG, Chi-H. Effects of trust and perceived risk on user acceptance of a new technology service. **Social Behavior and Personality: an international journal**, v. 41, n. 4, p. 587-597, 2013.

LEONE, L. Addressing big data in EU and US agriculture: A legal focus. **Eur. Food & Feed** L. Rev., v. 12, p. 507, 2017.

LIU, Y. *et al*. From Industry 4.0 to Agriculture 4.0: Current Status, Enabling Technologies, and Research Challenges. **IEEE Transactions on Industrial Informatics**, 2020.

MARTINE, G. A trajetória da modernização agrícola: a quem beneficia. Lua Nova - revista de cultura e política, n. 23, p. 7-37, 1991.

MARUYAMA, M. A. P.; *et al*. Big data analytics, casos e aplicação para a agricultura: revisão bibliográfica. **Revista Fatecnológica da Fatec-Jahu**, v. 11, n. 1, p. 77-82, 2018.

MASSRUHÁ, S. M. F. S.; LEITE, M. A de A. Agro 4.0-rumo à agricultura digital. In: **Embrapa Informática Agropecuária-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: MAGNONI JÚNIOR, L.; STEVENS, D.; SILVA, W.T.L. da; VALE, J.M.F. do; PURINI, S.R. de M.; MAGNONI, M. da G.M.; SEBASTIÃO, E.; BRANCO JÚNIOR, G.; ADORNO FILHO, E.F.; FIGUEIREDO, W. dos S.; SEBASTIÃO, I.(Org.). JC na Escola Ciência, Tecnologia e Sociedade: mobilizar o conhecimento para alimentar o Brasil. 2. ed. São Paulo: Centro Paula Souza, 2017., 2017.

MATHIAS, H. Analyzing Small Businesses' Adoption of Big Data Security Analytics. 2019.

MAZIERI, M.; SOARES, E. Conceptualization and theorization of the Big Data **International Journal of Innovation (IJI Journal)**, v. 4, n. 2, p. 23-41, 2016.

MCAFEE, A. *et al*. Big data: the management revolution. **Harvard business review**, v. 90, n. 10, p. 60-68, 2012.

MISHRA, D. *et al*. A bibliographic study on big data: concepts, trends and challenges. **Business Process Management Journal**, 2017.

MOLIN, J. P. Agricultura de precisão: números do mercado brasileiro. **Boletim Técnico**, v. 3, 2017.

MOORE, G. C.; BENBASAT, I. Development of an instrument to measure the perceptions of adopting an information technology innovation. **Information systems research**, v. 2, n. 3, p. 192-222, 1991.

MÜLLER, O.; FAY, M.; VOM BROCKE, J. The effect of big data and analytics on firm performance: An econometric analysis considering industry characteristics. **Journal of Management Information Systems**, v. 35, n. 2, p. 488-509, 2018.

NAGANATHAN, V. Comparative analysis of big data, big data analytics: Challenges and trends. **International Research Journal of Engineering and Technology** (IRJET), v. 5, n. 05, p. 1948-1964, 2018.

PESHIN, R.; BANO, F.; KUMAR, R. Diffusion and adoption: factors impacting adoption of sustainable agricultural practices. In: **Natural Resource Management: Ecological Perspectives**. Springer, Cham, 2019. p. 235-253

PHILIP, S. *et al*. Global chemical composition of ambient fine particulate matter for exposure assessment. **Environmental science & technology**, v. 48, n. 22, p. 13060-13068, 2014.

PIVOTO, D. *et al*. Factors influencing the adoption of smart farming by Brazilian grain farmers. **International Food and Agribusiness Management Review**, v. 22, n. 1030-2019-2946, p. 571-588, 2019.

RAGUSEO, E. Big data technologies: An empirical investigation on their adoption, benefits and risks for companies. **International Journal of Information Management**, v. 38, n. 1, p. 187-195, 2018.

ROGERS, Everett M. **Diffusion of Innovations**. 2nd ed. New York: Free Press, 1971.

_____. **Diffusion of Innovations**. 3nd ed. New York: Free Press, 1983.

_____. **Diffusion of Innovations**. 4nd ed. New York: Free Press, 1995.

RYAN, M. Agricultural big data analytics and the ethics of power. **Journal of Agricultural and Environmental Ethics**, v. 33, n. 1, p. 49-69, 2020.

SACCOL, A. I. da C. Z.; MANICA, A.; ELALUF-CALDERWOOD, S. Innovation and adoption of mobile technology in public organizations: the IBGE case. **Revista de Administração de Empresas**, v. 51, n. 1, p. 72-83, 2011.

SAGIROGLU, S.; SINANC, D. Big data: A review. In: **2013 international conference on collaboration technologies and systems (CTS)**. IEEE, 2013. p. 42-47.

SAIZ-RUBIO, V.; ROVIRA-MÁS, F. From smart farming towards agriculture 5.0: a review on crop data management. **Agronomy**, v. 10, n. 2, p. 207, 2020.

SARMINI, M.; MAHESWARAN, M. Importance Of Big Data Analytics In The Agricultural Sector. In: **Proceedings of The International Conference on Economics and Development**. 2018. p. 1-5.

SASSENRATH, G. F. *et al*. Technology, complexity and change in agricultural production systems. **Renewable Agriculture and Food Systems**, p. 285-295, 2008.

SAWANT, M.; URKUDE, R.; JAWALE, S. Organized data and information for efficacious agriculture using PRIDE™ model. **International Food and Agribusiness Management Review**, v. 19, n. 1030-2016-83147, p. 115-130, 2016.

SCHÜLL, A.; MASLAN, N. On the Adoption of Big Data Analytics: Interdependencies of Contextual Factors. In: **ICEIS (1**). 2018. p. 425-431.

SILVA, A. M. Fatores críticos de sucesso para a implementação de big data e big data analytics na gestão da cadeia de suprimentos. 2021.

SONY, M.; NAIK, S. Critical factors for the successful implementation of Industry 4.0: a review and future research direction. **Production Planning & Control**, v. 31, n. 10, p. 799-815, 2020.

SOON, K. W. K.; LEE, C. A.; BOURSIER, P. A study of the determinants affecting adoption of big data using integrated technology acceptance model (TAM) and diffusion of innovation (DOI) in Malaysia. **International journal of applied business and economic research**, v. 14, n. 1, p. 17-47, 2016.

STAFFORD, J. V. Implementing precision agriculture in the 21st century. **Journal of agricultural engineering research**, v. 76, n. 3, p. 267-275, 2000.

STRAUSS, L. M.; HOPPEN, N. Proposta de framework para análise das affordances quando do uso de big data e analytics nas organizações. **RAM. Revista de Administração Mackenzie**, v. 20, n. 4, 2019.

TURLAND, M.; SLADE, P. Farmers' willingness to participate in a big data platform. **Agribusiness**, v. 36, n. 1, p. 20-36, 2020.

ULARU, E. G. *et al*. Perspectives on big data and big data analytics. **Database Systems Journal**, v. 3, n. 4, p. 3-14, 2012.

VALENTE, T. W.; ROGERS, E. M. The origins and development of the diffusion of innovations paradigm as an example of scientific growth. **Science communication**, v. 16, n. 3, p. 242-273, 1995.

VALIER, F. M.; MCCARTHY, R. V.; ARONSON, J. E. A primary study of attributes of innovations during the prediffusion stage. **Journal of International Technology and Information Management**, v. 17, n. 3, p. 4, 2008.

VERMA, S.; BHATTACHARYYA, S. S.; KUMAR, S. An extension of the technology acceptance model in the big data analytics system implementation environment. **Information Processing & Management**, v. 54, n. 5, p. 791-806, 2018.

WATSON, H. J. Tutorial: Big data analytics: Concepts, technologies, and applications. **Communications of the Association for Information Systems**, v. 34, n. 1, p. 65, 2014.

WINTER, N. R.; HAHN, T. Big data, AI and machine learning for precision psychiatry: How are they changing the clinical practice?. **Fortschritte der Neurologie-psychiatrie**, 2020.

WOLFERT, S. *et al*. Big data in smart farming–a review. **Agricultural systems**, v. 153, p. 69-80, 2017.

ZAMBON, I. *et al*. Revolution 4.0: Industry vs. agriculture in a future development for SMEs. **Processes**, v. 7, n. 1, p. 36, 2019.