ISSN 2525-4812 (versão online)
ISSN 2238-7641 (versão impressa)
http://www.revistaterceiramargem.com/index.php/terceiramargem/index

Recebido em: 5/4/2022
Aceito para RTMA: 13/5/2022
Período de publicação: 2022

Revista Terceira Margem Amazônia
(v. 8 • n. 19 • 2022)

Como citar o artigo:

CASAROTTO, E. L; BINOTTO, E.; MARTÍNEZ, M. P.; MALAFAIA, G. C. Evidências de utilização de Big Data no agronegócio. **Revista Terceira Margem Amazônia**, v. 8, n. 19, p. 223-240, 2022. DOI: http://dx.doi.org/10.36882/2525-4812.2022v8i19.p223-240.

EVIDÊNCIAS DE UTILIZAÇÃO DE BIG DATA NO AGRONEGÓCIO

Eduardo Luis Casarotto[1]
Erlaine Binotto[2]
Marta Pagán Martínez[3]
Guilherme Cunha Malafaia[4]

Resumo: As inovações tecnológicas em diferentes segmentos da sociedade podem facilitar a geração, armazenagem, tratamento e distribuição de dados e trazer desafios quanto a sua propriedade e segurança. O artigo objetivou analisar a vinculação do termo Big data, aplicado ao agronegócio, às tecnologias de computação em nuvem, internet das coisas e inteligência artificial em publicações internacionais. Foi feito um levantamento de publicações acadêmicas na base *Web of Science* com os termos "Big data" e "agriculture" e alguns termos derivados destes. A busca resultou em 58 artigos na análise preliminar com uma variedade de temas classificados nas seguintes categorias: gestão operacional, gestão estratégica, difusão de utilidade e definição de políticas. Deu-se destaque a 27 artigos com ênfase em soluções ou aplicações distribuídos nas categorias de análise. Primeiramente se observou um crescimento em publicações sobre o tema a partir de 2015. Em categorias como gestão operacional, as soluções são apresentadas vinculando o termo Big data às demais inovações. Por outro lado, definição de políticas, o termo Big data aparece sozinho. Ressalta-se que Big data constitui o ambiente de dados como um todo e, por essa razão, sua presença pode ocorrer de forma implícita, mesmo quando não discutida, vinculado a outras tecnologias.

Palavras-chave: inovação, tecnologia, uso de dados.

[1] Administrador, doutor em Administração, professor do Curso de Administração Face/UFGD, professor-colaborador no PPGAgronegócios/Face-UFGD, pesquisador do Centro de Inteligência da Carne Bovina – CiCarne/Embrapa, membro da Comissão de Pesquisa da Face/Copeface e orientador na Empresa Júnior de Relações Internacionais – Íntere Jr. Fadir/UFGD, Dourados, MS.
E-mail: eduardocasarotto@ufgd.edu.br
https://orcid.org/0000-0001-5729-4263

[2] Administradora, doutora em Agronegócios, professora da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados, MS.
E-mail: abdalarafael@outlook.com; erlainebinotto@ufgd.edu.br
https://orcid.org/0000-0002-0349-4566

[3] Humanista, doutora em Métodos em Informação e Documentação, professora-colaboradora da Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR), São Carlos, SP.
E-mail: pagan.marta@gmail.com
https://orcid.org/0000-0001-7363-2939

[4] Administrador, doutor em Agronegócios, pesquisador da Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS.
E-mail: guilherme.malafaia@embrapa.br
https://orcid.org/0000-0001-8565-1053

EVIDENCE OF THE USE OF BIG DATA IN AGRIBUSINESS

Abstract: Technological innovations in different segments of society can improve the generation, storage, treatment and distribution of data and bring challenges regarding their property and security. The article aimed to analyze the link between the term Big data applied to agribusiness and cloud computing, internet of things and artificial intelligence technologies in international publications. A search of academic publications was made on the Web of Science database with the terms "Big data" and "agriculture" and some terms correlated. The search resulted in 58 articles in the preliminary analysis with a variety of topics classified in the following categories: operational management; strategic management; diffusion of utility; and policymaking. From these, 27 articles were highlighted with an emphasis on solutions or applications distributed in the analysis categories. First, there has been an increase in publications on the topic since 2015. In categories such as operational management, solutions are presented linking the term Big data with other innovations. On the other hand, when defining policies, the term Big data appears alone. It is noteworthy that Big data constitutes the data environment as a whole and, for this reason, its frequency can occur implicitly, even when not discussed, linked to other technologies.

Keywords: innovation, technology, data usage.

Introdução

A inovação pode ser definida de duas formas, inovação como um processo que fomenta mudança e inovação como um evento, objeto ou produto caracterizado pela novidade (GOPALAKRISHNAN; DAMANPOUR, 1997). As duas abordagens possuem o mérito da diferenciação entre adotantes e não adotantes nas organizações. Na primeira considera-se o estágio de adoção ou implementação no qual o sucesso, ou não, pode afetar as fases subsequentes e a própria inovação. A segunda é mais adequada na avaliação dos méritos das estruturas organizacionais e das estratégias de negócios (COOPER, 1998).

No Manual de Oslo, "inovação é a implementação de um produto (bem ou serviço) novo ou significativamente melhorado, ou um processo, ou um novo método de marketing, ou um novo método organizacional nas práticas de negócios, na organização do local de trabalho ou nas relações externas" (OECD, 2005, p. 55, tradução nossa).

As inovações atingem simultaneamente setores inteiros forçando-os a reorganização em novos padrões, novos players frente a um ecossistema disruptivo estabelecendo um novo paradigma que seja capaz de absorver o poder das tecnologias digitais e combiná-las com o modelo de negócios e teoria da inovação (WÅGE; CRAWFORD, 2017).

A abundância de dados no ambiente cibernético requer novas formas de análise, transformação e utilização (KUSIAK, 2009). A utilização do grande volume de dados existentes se torna um desafio às organizações e entidades setoriais, uma vez que os recursos ainda são escassos. O Big data e sua análise assumem um papel preponderante para o cenário estratégico competitivo do ambiente de negócios.

Na economia brasileira, o agronegócio desempenha fundamental papel nas contas do comércio exterior do país. O equilíbrio da balança comercial somente pode ser alcançado com resultados favoráveis proporcionados pelas cadeias agroalimentares. Os resultados são obtidos, apesar do grande acirramento competitivo, que, por vezes, ocorre por pressões e políticas exter-

nas e, em muitos casos, culminam com a imposição de barreiras comerciais em âmbito global (EUCLIDES FILHO *et al.*, 2002).

Nesse cenário de competitividade acirrada, pressionado por questões políticas, ambientais, sociais e financeiras, se estabelecem cadeias agroalimentares regionais de grande importância. Essas cadeias têm expressiva representatividade na economia, com desempenho apoiado na comercialização externa da produção, principalmente commodities e produtos com uso intenso de recursos locais. Isso possibilita a especialização da economia na produção de determinados bens, determinantes na geração de eficiência produtiva em larga escala.

O artigo objetivou analisar a vinculação do termo Big data aplicado às tecnologias de computação em nuvem, internet das coisas e inteligência artificial em publicações internacionais.

As inovações tecnológicas presentes em todos os segmentos da sociedade facilitam a geração de dados. O contínuo aumento no volume e no detalhamento de dados, capturados pelas organizações, produz imenso fluxo de dados estruturados e não estruturados, representando assim grandes desafios para os usuários (HASHEM *et al.*, 2015).

O agronegócio está no contexto da revolução digital, possibilitada pela redução nos custos da tecnologia, da informática e pela utilização em implementos e monitoramento nas propriedades. Essas novas disponibilidades de geração, acesso, armazenamento e transmissão de dados promovem nova dinâmica nos negócios e consequentemente no agronegócio.

Inovação Tecnológica Baseada em Big Data

O ambiente da tecnologia da informação muda rapidamente, e grande parte das inovações atuais são sustentadas pelos pilares Big data, computação em nuvem, internet das coisas e inteligência artificial, que transformam as dinâmicas de diversos setores econômicos e sociais. A necessidade de absorção e a capacidade para entender essas tecnologias digitais inovadoras apresentam-se como mais um desafio para usuários em caráter pessoal e organizacional (WÅGE; CRAWFORD, 2017).

O Big data pode ser considerado uma inovação na medida em que atende as definições propostas por Freeman *et al.* (1982), Senge (1997) e O'Sullivan e Dooley (2008) ao introduzir uma nova forma de geração, tratamento e disponibilização de informações que podem ser replicadas infinitamente a custos aceitáveis, podendo ser explorado em benefício próprio (pessoal e organizacional) e agregar valor.

A computação em nuvem envolve a utilização remota de servidores via internet e fornece serviços de informações sob demanda com software, hardware e infraestrutura, reconfigurados à necessidade do usuário. A variedade de serviços permite a utilização de aplicativos de tecnologias interativas possibilitando mais flexibilidade no acesso remoto a qualquer momento e em qualquer lugar. Como uma inovação tecnológica, pode ser caracterizada como um novo estágio ou ciclo da computação (RATTEN, 2015).

O National Institute of Standards and Technology (NIST) define computação em nuvem como um modelo de acesso de rede em qualquer lugar, com conveniência e sob demanda, que

possibilita o compartilhamento de recursos computacionais configuráveis. Tais recursos são de rápida armazenagem e podem ser liberados com mínimo esforço de gerenciamento ou interação dos provedores de serviços (MELL; GRANCE, 2011).

A internet das coisas (IoT), por meio de sensores e transceptores móveis de curto alcance, incorporados a uma variedade de instrumentos e utensílios (coisas) de uso diário, possibilita novas formas de comunicação e interação entre pessoas e coisas, entre coisas e coisas e adiciona uma nova dimensão ao ambiente da informação e da comunicação (BANDYOPADHYAY; SEM, 2011).

Trata-se de uma infraestrutura de coisas (artefatos) em rede que contêm tecnologia incorporada, o que lhes permite a comunicação e a interação de coisas físicas entre elas próprias ou com pessoas. As coisas, no contexto de IoT, são objetos físicos, sensores, atuadores e dispositivos incorporados à eletrônica, a softwares e à conectividade que permitem a troca de dados (YIM *et al.*, 2017).

A inteligência artificial (IA) busca, por meio de máquinas, facilitar ou encontrar soluções para problemas complexos em um contexto humanizado. A ideia é a aplicação de características da inteligência humana em forma de algoritmos. Geralmente é associada às ciências da computação, porém possui estreita relação com outras ciências, como, por exemplo, matemática, psicologia, biologia e filosofia (TIRGUL; NAIK, 2016).

De modo geral, pode-se dizer que inteligência artificial é um termo que implica o uso de computadores para modelar comportamentos inteligentes sem nenhuma ou com mínima intervenção humana. Nesse contexto, está relacionada a noções estatísticas e econômicas de racionalidade em tomar boas decisões (RUSSELL *et al.*, 2015).

Metodologia

Trata-se de revisão de literatura exploratória descritiva para demonstrar a vinculação do termo Big data a outros termos ligados a inovação tecnológica e agronegócio no âmbito de publicações acadêmicas. Foram executadas três buscas dirigidas na base de dados *Web of Science*, em publicações internacionais de 2010 até maio 2018. Como critérios: somente artigos em qualquer língua, que ao menos contivessem título, resumo e palavras-chave em língua inglesa; e em periódicos indexados. Na primeira rodada utilizaram-se os termos "*big data*" e "*agriculture*", retornando 58 artigos. Após analisados, 48 artigos efetivamente abordavam os termos, nos demais, havia apenas citações esporádicas.

Na segunda, o termo "*agriculture*" foi substituído por "*farm*" (fazenda) devido à grande incidência do termo nos artigos pesquisados na rodada anterior. Resultou em 51 artigos, comparados ao resultado da primeira rodada para eliminar repetidos e excluindo-se artigos fora do contexto. Nessa rodada se observou que houve pouca variação de artigos e/ou periódicos, retornando boa parcela de trabalhos da primeira rodada.

Nesses artigos constatou-se que o termo Big data, em muitos casos, estava associado à outras inovações tecnológicas de dados. Decidiu-se por enfatizar essas associações e ampliar a busca. Na terceira busca utilizaram-se os termos "*agribusiness*", "*livestock*", e "*beef*" vinculados

à *Big data*, "*internet of things*", à "*clowd computing*" e "*artificial intelligence*". A escolha por Iot, CC e AI deu-se pelo fato de possuírem maior participação no resultado da busca quando associados à Big data. Ao final das três etapas, foram selecionados 27 trabalhos para a análise.

Resultados e Análise

A partir da análise dos 27 trabalhos, estes agrupados nas categorias: gestão operacional, gestão estratégica, difusão de utilidade, e definição de políticas, as categorias de análise foram elaboradas a partir dos direcionamentos presentes nos conteúdos dos artigos. A seleção por categorias é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Produção relacionada a agronegócios, pecuária e carne bovina com big data, internet das coisas, computação em nuvem e inteligência artificial (2010 a maio/2018).

Área	Tema	Ferramenta	Autor
Gestão Operacional	Colmeias inteligentes	Internet das Coisas Comp. em Nuvem	Edwards-Murphy *et al.* (2016)
	Monitoramento de bovinos	Internet das Coisas	Barriuso *et al.* (2018)
	Agricultura inteligente	Internet das Coisas	O'Grady e O'Hare (2017)
	Modelo de previsão por aprendizado de máquina em suinocultura	Inteligência Artificial Big Data	Ahn *et al.* (2015)
	Previsão de qualidade na produção suína	Inteligência Artificial	Sun *et al.* (2018) Sangoi *et al.* (2016)
	Alerta precoce na produção de ovos	Inteligência Artificial	Morales *et al.* (2016)
	Cadeia de suprimento de carne bovina	Comp. em Nuvem	Singh *et al.* (2015)
Gestão Estratégica	Indústria de alimentos e agricultura	Comp. em Nuvem	Satake e Yamazaki (2011)
	Avaliação visual da carne bovina	Inteligência Artificial	Ripoll, Panea e Albertí (2012)
	Diagnóstico de doenças em bovinos	Inteligência Artificial	Gonzalez-Benitez, Senti e Tarke (2017)
	Gestão financeira na agricultura	Big Data	O'Donoghue *et al.* (2016)
	Avaliação em rede da pecuária	Big Data	Jóźwiaka, Milkovics e Lakner (2016)
	Big data para pequenos produtores	Big Data	Protopop e Shanoyan (2016)
	Rastreabilidade da cadeia produtiva bovina	Big Data	Adam *et al.* (2016)
	Otimização de dados em Big data para agricultura de precisão	Big Data	Sabarina e Priya (2015)
Difusão de Utilidade	Ecossistemas de software agrícola	Big Data Internet das Coisas	Kruize *et al.* (2016)
	Pecuária de precisão	Big Data Inteligência Artificial	Morota *et al.* (2018)
	Armazém de dados na produção de leite	Big Data Internet das Coisas	Schuetz, Schausberger e Schrefl (2018)
Definição de Políticas	Definição de políticas de segurança alimentar	Big Data	Frelat *et al.* (2016)
	Modelo para previsão de epidemias	Big Data	Dawson *et al.* (2015) Moustakas e Evans (2017) White, Amrine e Larson (2018)
	Big data para modelagem geoespacial na cultura de milho	Big Data	Tesfaye *et al.* (2016)

Tabela 1. Continuação.

Área	Tema	Ferramenta	Autor
Definição de Políticas	Big data para modelagem dinâmica de simulação agrícola	Big Data	Rodriguez *et al.* (2017)
	Sistema integrado de vigilância de segurança alimentar	Big Data	Hill *et al.* (2017)
	Sustentabilidade Ambiental e Estratégias Nutricionais de Bovinos	Big Data	Tan e Yin (2017)

Fonte: Web of Science (2018).

Gestão operacional diz respeito a artigos que abordam inovações e utilização de Big data relacionado ou não a outras tecnologias de inovação que incidem sobre as práticas operacionais nas propriedades rurais.

Gestão Estratégica, seguindo a mesma lógica da operacional, trata de artefatos, programas ou tutoriais que possibilitam aos produtores e demais membros de cadeias produtivas agrícolas se posicionarem ou melhorarem suas estratégias de produção e comercialização.

Difusão de utilidade aborda artigos que trazem os elementos de inovação tecnológica como fomentadores para a implantação e utilização de novas tecnologias na cadeia.

Definição de políticas (públicas ou privadas), na mesma linha da difusão, trata de artigos que mostram casos de implantação e utilização das tecnologias como promotoras do desenvolvimento econômico e social na agricultura.

Destaca-se que inovações como internet das coisas, computação em nuvem e inteligência artificial são geradoras ou dependentes de Big data. Ou seja, o ambiente de Big data permeia todas as formas de inovação tecnológica baseadas em dados, bem como sua própria análise, BDA - Big Data Analytics ou análise de Big Data.

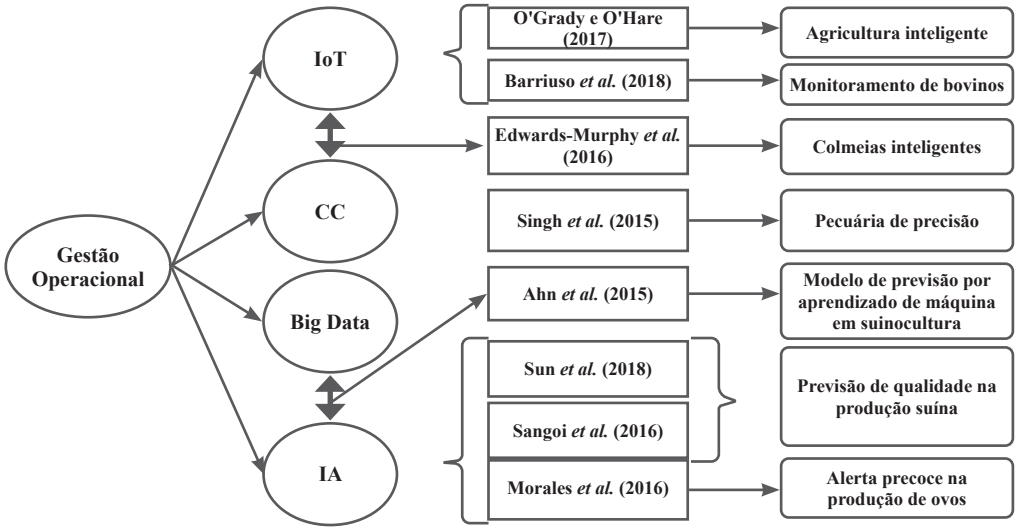
As contribuições dos trabalhos encontrados, considerando as categorias de análises, são apresentadas de forma resumida a seguir.

Gestão Operacional

A Figura 1 apresenta a vinculação dos termos aos autores e o tema de cada um. Percebe-se que, em gestão operacional, o termo Big data é relacionado a inteligência artificial por Ahn *et al.* (2015). Computação em nuvem é vinculado a internet das coisas por Edwards-Murphy *et al.* (2016). Barriuso *et al.* (2018) e O'Grady e O'hare (2017) utilizam somente IoT, enquanto Singh *et al.* (2015) somente CC. Morales *et al.* (2016), Sangoi *et al.* (2016) e Sun *et al.* (2018), utilizam-se de IA.

Os artigos analisados destacam que as tecnologias da informação e da comunicação são facilitadoras para tornar as empresas agrícolas mais eficientes, produtivas e rentáveis, combinadas para fornecer informações. Modelos específicos mostram, quase em tempo real, os eventos do processo produtivo na fazenda. Pesquisas nessa área ainda estão em estágio inicial, todavia significativos esforços são aplicados para o desenvolvimento de modelos na agricultura, apesar da aplicabilidade ainda ser baixa mesmo diante das vantagens que apresenta (O'GRADY; O'HARE, 2017).

Figura 1. Conexões para Gestão Operacional.



As tecnologias utilizadas na implantação de fazendas inteligentes são oportunidades para a construção e a aplicação de modelos que atendem as especificidades de cada propriedade, na medida em que oferece uma radical inovação nas práticas e no manejo (O'GRADY; O'HARE, 2017).

A utilização de redes heterogêneas de sensores sem fios para a coleta de dados com o objetivo de descrever as condições e as atividades internas das colmeias foi desenvolvida por Edwards-Murphy *et al.* (2016). Denominada de b-WNS, culminou com o desenvolvimento de um algoritmo de classificação baseado na árvore de decisão que descreve colmeias inteligentes a partir de dados captados por rede de sensores e o cruzamento dos dados com dados meteorológicos para determinar os padrões de chuvas, em uma região específica, servem de alerta para os apicultores (EDWARDS-MURPHY *et al.*, 2016).

Na criação de animais, os algoritmos de aprendizado de máquina têm potencial para antecipar e alertar sobre problemas por meio da detecção precoce com base em padrões de comportamento. Tal potencial é representativamente significante na produção avícola na medida em que antecipa possíveis problemas e permite intervenções de maneira oportuna. Alertas precoces na produção de ovos pela utilização de máquinas de suporte vetorial de validação cruzada a fim de avisar antecipadamente se determinado rebanho poderá apresentar problema na produção, com altos níveis de precisão, podem ser desenvolvidos por meio do aprendizado de máquina (MORALES *et al.*, 2016).

Assim como os alertas precoces, é possível a previsão de qualidade suína pela elaboração de um modelo de previsão da qualidade do lombo de porco com utilização de um sistema de visão computacional (CSV) on-line e um modelo de inteligência artificial no qual são capturadas imagens coloridas de lombo de porco e avaliadas com base em escores subjetivos de coloração e marmoreio, determinados em conformidade com os padrões da National Pork Board (SUN *et al.*, 2018).

A existência da necessidade de estudos sobre otimização de condições de criação de porcos para identificar os principais fatores que limitam a produção levou ao desenvolvimento de um estudo sobre a previsão de produtividade, a partir de variáveis relacionadas de perfis e resultados de produção. Para tanto, foram utilizadas previsões geradas por meio de redes neurais artificiais (SANGOI *et al.*, 2016).

O uso de inteligência artificial é viável na predição de parâmetros zootécnicos, pois permite a previsão de produtividade e a simulação do comportamento das variáveis, tornando-se também uma ferramenta de apoio para auxiliar os gestores nas tomadas de decisões, além de agilizar o processo de coleta e geração de dados e, com isso, reduzir o tempo de análise do perfil de produção (SANGOI *et al.*, 2016).

A modelagem preditiva é utilizada em conjunto com o Big data e tem alcançado um desempenho superior na previsão de remessas de suínos. A utilização de modelos que utilizam técnica de aprendizado de máquina para aplicar um valor ponderado tem desempenho superior em relação aos que não utilizam ponderação (AHN *et al.*, 2015).

Também se destaca, no cenário da pecuária de precisão, o monitoramento de bovinos por sistemas de arquitetura multiagentes (SMAs). Trata-se de um software com uma comunidade de agentes e capacidade para implantar um novo modelo de agente embarcado, em sensores autônomos computacionalmente limitados, reunindo a neurociência e a inteligência artificial em uma rede capaz de aprender e responder. Para isso, foram estudados parâmetros específicos, como atividade física, temperatura, ciclo estral e momento em que o animal entra em trabalho de parto. Foi desenvolvida uma série de aplicativos que permite ao produtor fazer o monitoramento remoto do rebanho (BARRIUSO *et al.*, 2018).

A cadeia da carne bovina, ao longo de sua extensão, possui pegada de carbono considerável. Um modelo de abordagem integrada com a utilização da tecnologia de computação em nuvem é apresentado por Singh *et al.* (2015) para mapear toda a extensão da cadeia por intermédio de uma nuvem única, que permita melhor coordenação dessa cadeia por parte de seus membros por intermédio de uma abordagem colaborativa, integrada e centralizada na medição e otimização da pegada de carbono em toda a cadeia.

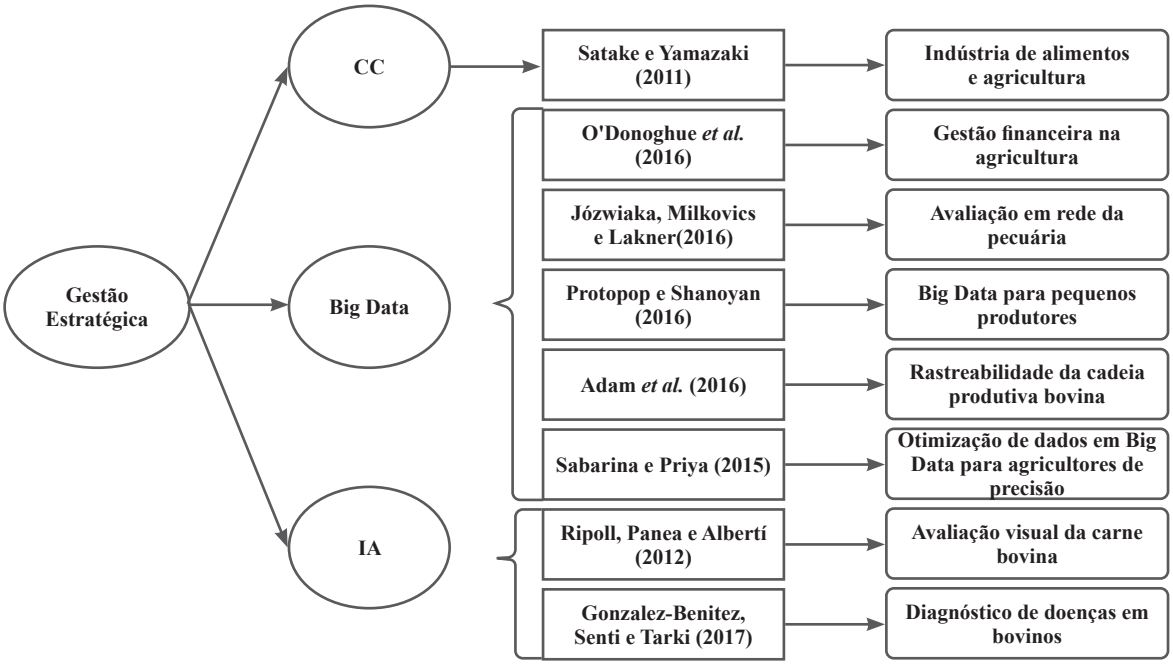
Essa associação permitirá a medição e a otimização da pegada de carbono, assim como impulsionará a coordenação entre as partes, gerando operações mais eficientes e menos desfavoráveis ao meio ambiente (SINGH *et al.*, 2015).

Gestão Estratégica

A Figura 2 apresenta a vinculação dos termos aos autores e assuntos. Diferentemente da relação apresentada na Figura 1, os autores não vinculam diretamente os termos entre si. Destaca-se nas publicações o termo Big data citado por Adam *et al.* (2016), Jóźwiaka *et al.* (2016), O'Donoghue *et al.* (2016), Protopop e Shanoyan (2016), Sabarina e Priya (2015) .

Inteligência artificial foi citado por Gonzalez-Benitez *et al.* (2017) e Ripoll *et al.* (2012). Enquanto que Satake e Yamazaki (2011) trabalharam com computação em nuvem.

Figura 2. Conexões para Gestão Estratégica.



Os resultados trazem evidências (Figura 2) de aspectos presentes no ambiente cada vez mais complexo e de acirrada disputa, cujas peculiaridades fazem com que os agricultores se aprofundem na gestão financeira de seus empreendimentos. Para utilizar a gestão financeira na agricultura, o desenvolvimento de soluções analíticas baseadas em Big data pode ser uma importante ferramenta de auxílio.

Neste sentido, são propostos sistemas com a utilização de arquiteturas específicas para ferramentas de apoio e coleta de informações, que servirão de referência em relação a atributos técnicos e financeiros. Esses sistemas podem ser úteis, sobretudo se as informações contribuírem para maior envolvimento dos agricultores nas tomadas de decisão (O'DONOGHUE *et al.*, 2016).

O Big data desempenha importante papel na agricultura de precisão quanto ao gerenciamento e à análise de dados em tempo real. Entretanto, o desempenho eficiente da análise é um desafio devido ao grande aumento do volume de dados (SABARINA; PRIYA, 2015).

O desenvolvimento de sistemas de otimização de dados em Big data para agricultura de precisão é necessário, uma vez que o fluxo de dados não estruturados de diversas fontes possui várias dimensões, e nem todo conteúdo é utilizado na análise. Para tanto, a aplicação de modelos de redução pode ser utilizada na diminuição do tamanho geral do arquivo. A redução do tamanho do arquivo para a extração do valor central do Big data é uma das abordagens que contribuem para melhorar o desempenho da análise de dados (SABARINA; PRIYA, 2015).

Big data auxilia pequenos produtores a se manterem na atividade e a gerarem melhor renda. A utilização do Big data em casos relatados, como os de M-Pesa e M-Shwari no Quênia, são soluções que melhoram a inclusão financeira de pequenos agricultores. O AgriLife, no Quênia

e Uganda, possibilita aumento do acesso a informações de mercado. A FarmForce conecta pequenos agricultores da América Central, África Oriental e Sudeste Asiático para exportarem seus produtos via plataforma transacional baseada em nuvem.

O desempenho positivo dessas aplicações, principalmente visando à inclusão de pequenos produtores, mostra o potencial de aplicação do Big data como promotor de políticas de inclusão e manutenção em propriedades rurais, contribuindo para a redução do êxodo rural e reduzindo a migração para grandes centros urbanos (PROTOPOP; SHANOYAN, 2016).

Dentre os principais desafios à cadeia estão a estabilidade da oferta de produtos agrícolas, a estabilidade do manejo agrícola e a melhoria da eficiência da cadeia. A computação em nuvem é uma maneira de resolver esses desafios. A criação de uma "nuvem de alimentos" traz a possibilidade de produtores e partes interessadas na cadeia se beneficiarem dos recursos e das informações que serão disponibilizados (SATAKE; YAMAZAKI, 2011).

Outro processo que pode desempenhar importante papel em relação à oferta de produtos alimentares é o desenvolvimento de um sistema que permita a análise em rede da pecuária como ferramenta de apoio à tomada de decisão. O desenvolvimento do método de análise em rede, com uma abordagem interdisciplinar para monitorar, entender e controlar o fluxo de comércio na cadeia produtiva, necessita de uma metodologia que utilize critérios como planejamento baseado em riscos e simulações de diferentes situações na cadeia produtiva (JÓŹWIAKA *et al.*, 2016).

O uso das informações coletadas em cada estágio, em uma cadeia produtiva, pode gerar benefícios em termos de segurança alimentar, redução dos impactos negativos e criar oportunidade de agregação de valor. Entretanto, pode existir resistência por parte dos produtores, em cadeias fragmentadas como a da carne bovina, especialmente devido aos altos custos e ao temor de divulgação de informações particulares (ADAM *et al.*, 2016).

Como estratégia para o combate à resistência das inovações disruptivas, especialistas reuniram-se em grupo multidisciplinar e testaram um sistema de rastreabilidade da cadeia produtiva bovina que aborda os principais obstáculos de sua adoção. O sistema, dentre suas características, possui tecnologia para que as empresas e produtores compartilhem dados específicos de forma seletiva, o que contribui para reduzir as barreiras impostas pelos produtores em participar do sistema (ADAM *et al.*, 2016).

O Big data e a inteligência artificial também podem ser utilizados para a avaliação visual da carne bovina. Análises estatísticas utilizadas, juntamente com algoritmos de inteligência artificial no estudo das relações entre avaliações visuais subjetivas e variáveis instrumentais de cores, mostraram que a utilização de inteligência artificial e as regras não lineares são capazes de gerar uma estatística mais precisa em relação a outros métodos (RIPOLL *et al.*, 2012).

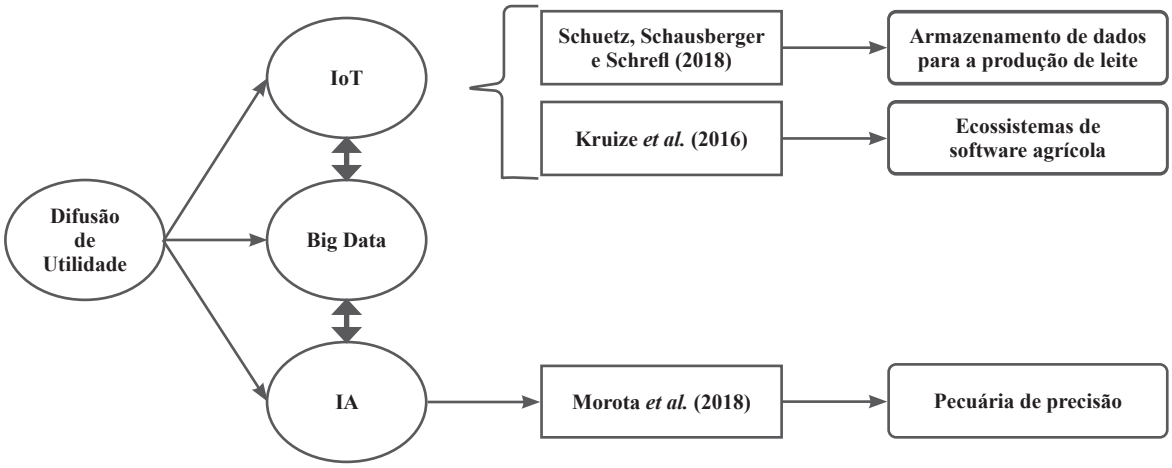
No campo da saúde animal, vários esforços são feitos para a utilização de análise preditiva e também para desenvolver sistemas automáticos de aprendizagem, com a presença de tecnologias de monitoramento e diagnóstico de doenças em bovinos, em que diagnosticar uma doença é um processo cognitivo complexo que envolve experiência, reconhecimento de padrões e cálculos de probabilidade condicional, além de diversos outros componentes menos explicados (GONZALEZ-BENITEZ *et al.*, 2017).

A utilização de análise preditiva, principalmente em conjunto com a de inferências probabilísticas, é adequada na modelagem de conhecimento incerto e tem como finalidade o diagnóstico de doenças como subsídio na tomada de decisão dos especialistas em saúde animal (GONZALEZ-BENITEZ *et al.*, 2017).

Difusão de Utilidade

A Figura 3 apresenta o termo Big data vinculado à internet das coisas e inteligência artificial. Kruize *et al.* (2016) e Schuetz *et al.* (2018) vinculam o BD a Iot, enquanto Morota *et al.* (2018) utilizam o Big data em conjunto com Inteligência Competitiva.

Figura 3. Conexões para difusão de utilidade.



Os destaques na Figura 3 evidenciam aspectos das pesquisas analisadas quanto a utilização de ferramentas orientadas pela tecnologia da informação e da comunicação para monitorar rotinas e coletar informações em fazendas de criação, desenvolver novo tipo de gestão de animais, a pecuária de precisão. Espera-se que instrumentos como o aprendizado de máquina e a mineração de dados auxiliem a pecuária a vencer os desafios em um cenário de agronegócio global. Para tanto, o desenvolvimento de uma estrutura para o aprendizado de máquina e mineração de dados pode ser útil para demonstrar como eles podem ser utilizados na resolução de problemas prementes em ciências animais (MOROTA *et al.*, 2018).

Os avanços tecnológicos levaram ao desenvolvimento de um armazém de dados para a produção de leite, *data warehouse*, *online analytical processing* (processamento analítico on-line) para o gerenciamento eficaz e eficiente de dados. Destaca-se que a eficiência na utilização dos dados é fundamental para o sucesso da produção na pecuária leiteira de precisão, uma vez que grandes volumes de dados gerados por sensores exigem tomada de decisão dedicada, e as tecnologias tornam a análise mais acessível aos usuários (SCHUETZ *et al.*, 2018).

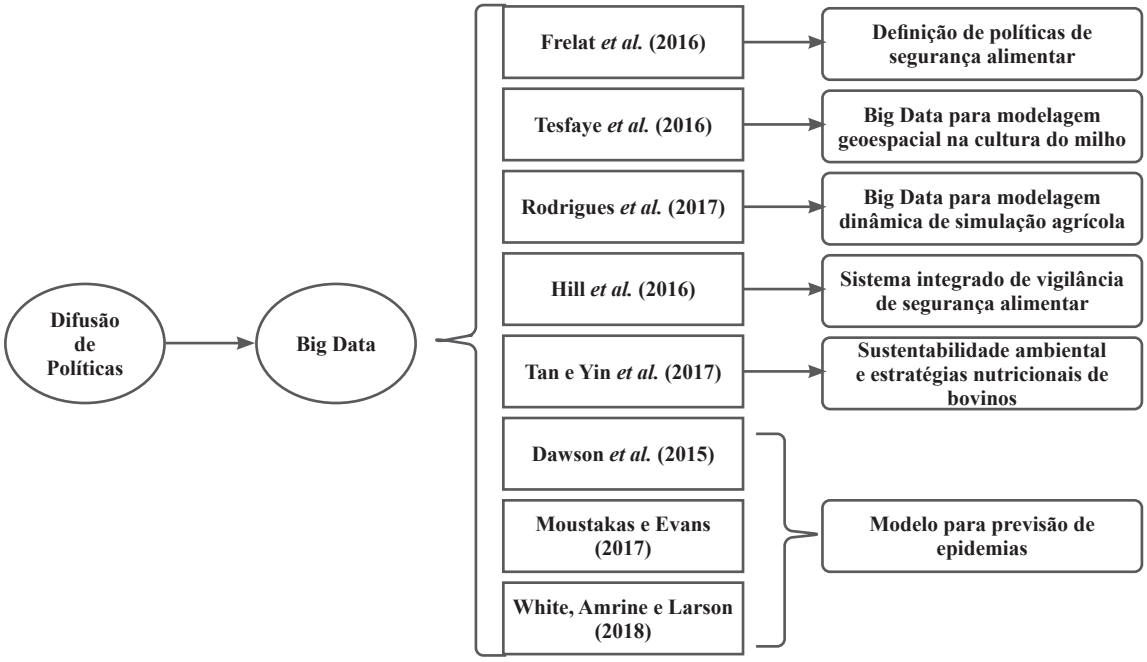
O processo de gestão agrícola inteligente necessita de um ecossistema de *software* agrícola. Devido à utilização de variada gama de sistemas de *software* e *hardware*, geralmente, com baixa interface de troca de dados entre os componentes, impede a integração e dificulta a gestão. Dessa forma, o desenvolvimento de uma arquitetura de referência para ecossistemas de *softwares* agrícolas é útil para mapear, avaliar o *design* e implementar ecossistemas de *software* para gestão inteligente (KRUIZE *et al.*, 2016).

Definição de Políticas

Os trabalhos classificados como ferramenta para definição de políticas, públicas ou privadas, são fortemente baseados na adoção de Big data. O caráter de inovação tecnológica do *Big data* pode explicar essa ênfase maior no ambiente de dados. Entretanto, para a efetivação de algumas das possibilidades citadas nos trabalhos, a tecnologia de Big data deverá ser associada a outras tecnologias de inovação.

As conexões para definição de políticas trazem o modelo para previsão de epidemias com base em Big data (Figura 4), que é cada vez mais utilizado em políticas governamentais para controlar e erradicar doenças infecciosas. No caso da pecuária, a existência de bancos de dados robustos pode auxiliar na implementação de estratégias diversas para a realização de previsões epidemiológicas (DAWSON *et al.*, 2015).

Figura 4. Conexões para definição de políticas.



Big data também pode ser utilizado para entender os padrões relacionais na ocorrência de doenças, como aplicado no caso de uma análise espacial, temporal e de rede de dados da tuberculose bovina entre animais selvagens e gado (MOUSTAKAS; EVANS, 2017).

A análise preditiva é definida como metodologia e um conjunto de técnicas de avaliação de dados utilizados em alvos específicos. O Big data tem função na aplicação de um processo sistemático de análise preditiva, sendo utilizado no momento ou em dados armazenados em coletas futuras. Essas análises facilitam o manejo de animais por meio de uma pecuária de precisão e de decisões operacionais melhoradas (WHITE *et al.*, 2018).

Avanços na biotecnologia moderna e no Big data podem fornecer abordagens mais modernas para a redução de desperdícios. Assim, o Big data pode contribuir para a sustentabilidade ambiental e para a elaboração de estratégias nutricionais de bovinos, promovendo mecanismos de desenvolvimento sustentável na pecuária (TAN; YIN, 2017).

Ferramentas geoespaciais e de modelagem para a caracterização da prevalência da seca e, também, para a avaliação do desempenho da produção de novas variedades de milho resistentes à seca foram testadas com sucesso na África do Sul. Esse tipo de análise de Big data para modelagem geoespacial na cultura de milho ajuda na segmentação de variedades resistentes para regiões de baixa intensidade de chuvas. A utilização de Big data e de ferramentas analíticas pode ser fator de melhoria na produção e ajudar a impulsionar a subsistência rural e desenvolvimento do agronegócio em países em desenvolvimento (TESFAYE *et al.*, 2016).

Big data para modelagem dinâmica de simulação agrícola com a utilização de banco de dados de pesquisas domiciliares relacionado a modelos dinâmicos de simulação agrícola é aplicado para quantificar a diversidade de compensações no uso alternativo de resíduos agrícolas em propriedades agrícolas na África Subsaariana. A estrutura de modelagem mostrou benefícios ao integrar abordagens socioeconômicas e biofísicas a programas de desenvolvimento em cenários de recursos escassos, alta diversidade de produção e elevado nível de pobreza com características de insensibilidade às mudanças pelos produtores (RODRIGUEZ *et al.*, 2017).

Da mesma forma, as tecnologias, no futuro, poderão desenvolver um sistema integrado de vigilância de segurança alimentar. Novas tecnologias de sequenciamento de genoma poderão fornecer dados de alta precisão sobre a genética de um patógeno. Como as abordagens de Big data são apontadas como revolucionárias no apoio à tomada de decisão e também possuem potencial para preencher a lacuna entre a fidelidade de metadados genéticos e epidemiológicos, seu uso traz potenciais benefícios para um sistema de vigilância alimentar (HILL *et al.*, 2017).

O desenvolvimento de um indicador de disponibilidade de alimentos a partir de Big data para populações que atuam em produções agroecológicas na África Subsaariana foi primordial na definição de políticas de segurança alimentar na região. Observou-se que a melhor estratégia de redução de pobreza e garantia de segurança alimentar está na melhoria do acesso ao mercado e oportunidades fora da fazenda (FRELAT *et al.*, 2016).

Embora o resultado da pesquisa de Protopop e Shanoyan (2016) seja antagônico ao de Frelat *et al.* (2016), uma vez que os primeiros defendem a inclusão e a permanência na propriedade a partir da geração de condições para que isso ocorra e os últimos defendem que as melhores oportunidades estão fora dos limites da propriedade rural, o que se destaca é a utilização do Big data nas pesquisas como ferramenta de auxílio na busca por soluções contra a pobreza e a falta de segurança alimentar.

São várias as aplicações de Big data individualmente ou associado à internet das coisas, à computação em nuvem e à inteligência artificial. Cabe ressaltar que, além das inovações tecnológicas abordadas, a gama de novas tecnologias é ampla, assim como as técnicas relacionadas. Essas inovações tornam-se grandes oportunidades de utilização das análises de Big data em agronegócios, desenvolvendo um novo tipo de gestão, a agricultura/pecuária inteligente (*smart farms*). A disponibilidade de softwares e hardwares, técnicas e métodos de análises promoverá o incremento em pesquisas acadêmicas e setoriais e em relação às iniciativas públicas e privadas no setor. Todavia, esse processo ainda está em estágio inicial de desenvolvimento, necessitando superar muitas barreiras e redefinir suas capacidades (KAMILARIS *et al.*, 2017).

Conclusão

O artigo teve por objetivo analisar a vinculação do termo Big data, aplicado ao agronegócio, às tecnologias de computação em nuvem, internet das coisas e inteligência artificial em publicações internacionais. Uma constatação observada foi que, especialmente a partir de 2015, ocorreu um crescimento acentuado nas publicações sobre essa temática.

Observou-se o Big data como um elemento indispensável ao desenvolvimento de soluções e aplicações para o agronegócio em suas diferentes frentes de atuação. O Big data permeia o ambiente tecnológico onde as novas tecnologias como computação em nuvem, internet das coisas e inteligência artificial são usuárias ou geradoras de dados, que, por sua vez, dadas a quantidade, velocidade e volume, formam os grandes bancos de dados.

Em categorias como gestão operacional, as soluções são apresentadas vinculando o termo Big data às demais inovações. Por outro lado, na categoria definição de políticas, o termo Big data aparece sozinho. Reforçando a ideia de que constitui o ambiente de dados como um todo e, por essa razão, sua presença pode ocorrer de forma implícita, mesmo quando não discutida, vinculado a outras tecnologias.

Ademais, outros estudos que abordam tipos diferentes de criação, cultivo, produção industrial, comercialização e políticas que podem ser utilizados em vários tipos de produção. Nesta pesquisa, em relação a políticas, se destacam desde aplicações para pequenos produtores a soluções para grandes linhas produtivas. Também se destacam as ações para inclusão de produtores rurais em regiões necessitadas e com falta de condições para a manutenção dos produtores carentes no campo, como o caso dos estudos para a África Subsaariana.

Os trabalhos destacam a utilização de Big data para a predição de epidemias com foco em modelagens geoespaciais e simulações dinâmicas, reforçando a importância da utilização de grandes bancos de dados para definições de políticas de segurança alimentar, sanidade e desenvolvimento econômico.

A inovação tecnológica de Big data se constitui em um meio para a geração, tratamento, distribuição e atribuição de valor a informações cotidianas que não são percebidas nos meios em que ocorrem. De fato, um dado isolado pouco pode informar, entretanto, em conjunto, esses dados isolados podem se transformar em fontes de informação valiosas. Para tanto, são necessárias aplicações e tratamentos que possibilitem a extração de tais informações.

Além disso, os mesmos recursos de Big data, como insumo ou produto de outras tecnologias como computação em nuvem, internet das coisas e inteligência artificial, agregam valor a tomada de decisão. A própria tomada de decisão, em alguns casos, já é automatizada.

Espera-se que este trabalho possa despertar o interesse em aprofundar o estudo das novas tecnologias de dados. O assunto é emergente e de grande importância ao ser vinculado às operações e ações do agronegócio em todas as localidades. Espera-se que trabalhos futuros possam ser desenvolvidos com a inserção dessas inovações, para que estas sejam testadas, utilizadas e adaptadas às características regionais e/ou a necessidades emergentes.

Também, investigar o uso das tecnologias associadas ao Big data no cenário do agronegócio brasileiro. Os trabalhos que subsidiaram este artigo retratam pesquisas no exterior, com poucos casos de pesquisador brasileiro como um dos autores. Todavia os contextos de produção ou econômico/social, em alguns casos, se assemelham ao Brasil.

Quanto às limitações, por se tratar de um recorte temporal, em base única e de tema específico, outros trabalhos poderiam ter sido identificados e incluídos, dada a variedade de plataformas de armazenamento disponíveis e ao crescente número de publicações sobre o tema.

Referências

ADAM, B. D. *et al.* Enhancing food safety, product quality, and value-added in food supply chains using whole-chain traceability. **International Food and Agribusiness Management Review, Special Issue**, v. 19, issue A, 2016. Disponível em: https://ageconsearch.umn.edu/record/240706/files/1020150140.pdf. Acesso em: 14 maio 2018.

AHN, K. A. *et al.* Weighted sampling and forecast model using data of pig farming management system. **Asia Life Sciences**, p. 713-724, 2015. Disponível em: http://ww w.asean-cites.org/index.php?r=article-search-result%2Findex. Acesso em: 22 maio 2018.

BANDYOPADHYAY, D.; SEN, J. Internet of things: applications and challenges in technology and standardization. **Wireless Personal Communications**, v. 58, n. 1, p. 49-69, 2011. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1007/s11277-011-0288-5. Acesso em: 9 abr. 2018. DOI: https://doi.org/10.1007/s11277-011-0288-5.

BARRIUSO, A. L. *et al.* Combination of multi-agent systems and wireless sensor networks for the monitoring of cattle. **Sensors**, v. 18, n. 1, p. 108, 2018. Disponível em: https://www.m dpi.com/1424-8220/18/1/108. Acesso em: 14 maio 2018. DOI: https://doi.org/10.3390/s18010108.

COOPER, J. R. A multidimensional approach to the adoption of innovation. **Management Decision**, v. 36, n. 8, p. 493-502, 1998. Disponível em: https://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/00251749810232565. Acesso em: 3 jan. 2018. DOI: https://doi.org/10.1108/00251749810232565.

DAWSON, P. M. *et al.* Epidemic predictions in an imperfect world: modelling disease spread with partial data. **Proceedings of the Royal Society B**, v. 282, n. 1808, p. 1-9, 2015. Disponível em: https://royalsocietypublishing.org/doi/full/10.1098/rspb.2015.0205. Acesso em: 14 maio 2018. DOI: http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2015.0205.

EDWARDS-MURPHY, F. *et al.* b+ WSN: smart beehive with preliminary decision tree analysis for agriculture and honeybee health monitoring. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 124, p. 211-219, 2016. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168169916301235. Acesso em: 14 maio 2018. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.compag.2016.04.008.

EUCLIDES FILHO, K. *et al.* **Cadeias produtivas como plataformas para o desenvolvimento da ciência, da tecnologia e da inovação**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2002. 133 p.

FREEMAN, C.; CLARK, J.; SOETE, L. **Unemployment and technical innovation**: a study of long waves and economic development. London: Frances Pinter, 1982. 214 p.

FRELAT, R. *et al.* Drivers of household food availability in sub-Saharan Africa based on big data from small farms. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 113, n. 2, p. 458-463, 2016. Disponível em: www.pnas.org/lookup/suppl/doi:10.1073/pnas.1518384112/-/DCSupplemental. Acesso em: 14 maio 2018.

GONZALEZ-BENITEZ, N.; SENTI, V. E.; TARKE, A. R. The diagnosis of the Fasciolosis bovine based on cast a net bayesians. **Avances**, v. 19, n. 1, p. 12-22, 2017. Disponível em: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6210103. Acesso em: 15 maio 2018.

GOPALAKRISHNAN, S.; DAMANPOUR, F. A review of innovation research in economics, sociology and technology management. **Omega**, v. 25, n. 1, p. 15-28, 1997. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0305048396000436. Acesso em: 3 jan. 2018. DOI: https://doi.org/10.1016/S0305-0483(96)00043-6.

HASHEM, I. A. T. *et al.* The rise of "big data" on cloud computing: review and open research issues. **Information Systems**, v. 47, p. 98-115, 2015. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0306437914001288. Acesso em: 28 ago. 2017. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.is.2014.07.006.

HILL, A. A. *et al.* Towards an integrated food safety surveillance system: a simulation study to explore the potential of combining genomic and epidemiological metadata. **Royal Society Open Science**, v. 4, n. 3, p. 160721, 2017. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1098/rsos. 160721. Acesso em: 14 maio 2018.

JÓŹWIAKA, Á.; MILKOVICS, M.; LAKNER, C. Z. A network-science support system for food chain safety: a case from Hungarian cattle production. **International Food and Agribusiness Management Review,** Special Issue, v. 19, 2016. Disponível em: https://ageconsearch.umn.edu/record/240694/files/120150138.pdf. Acesso em: 14 maio 2018.

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. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168169917301230. Acesso em: 14 maio 2018. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.compag.2017.09.037.

KRUIZE, J. W. *et al.* A reference architecture for farm software ecosystems. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 125, p. 12-28, 2016. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168169916301296. Acesso em: 14 maio 2018. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.compag.2016.04.011.

KUSIAK, A. Innovation: a data-driven approach. **International Journal of Production Economics**, v. 122, n. 1, p. 440-448, 2009. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925527309002072. Acesso em: 18 jan. 2018. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2009.06.025.

MELL, P.; GRANCE, T. The NIST definition of cloud computing: recommendations of the National Institute of Standards and Technology. **NIST Special Publication,** p. 800-145, set. 2011. Disponível em: http://faculty.winthrop.edu/domanm/csci411/Handouts/NIST.pdf. Acesso em: 9 abr. 2018.

MORALES, I. R. *et al.* Early warning in egg production curves from commercial hens: a SVM approach. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 121, p. 169-179, 2016. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168169915003919. Acesso em: 14 maio 2018. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.compag.2015.12.009.

MOROTA, G. *et al.* Machine learning and data mining advance predictive big data analysis in precision animal agriculture. **Journal of Animal Science**, v. 96, p. 1540-550, 2018. Disponível em: https://academic.oup.com/jas/article/96/4/1540/4828311. Acesso em: 16 abr. 2019. DOI: https://doi.org/10.1093/jas/sky014.

MOUSTAKAS, A.; EVANS, M. R. A big-data spatial, temporal and network analysis of bovine tuberculosis between wildlife (badgers) and cattle. **Stochastic Environmental Research and Risk Assessment**, v. 31, n. 2, p. 315-328, 2017. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1007/s00477-016-1311-x. Acesso em: 24 maio 2018.

O'DONOGHUE, C. *et al.* A blueprint for a Big Data analytical solution to low farmer engagement with financial management. **International Food and Agribusiness Management Review**, v. 19, p. 131-154, 2016. Disponível em: https://ageconsearch.umn.edu/record/240703/files/720150121.pdf. Acesso em: 14 maio 2018.

OECD EUROPEAN COMMUNITIES. **Oslo manual**: guidelines for collecting and interpreting innovation data. 3. ed. Paris: OECD, 2005. Disponível em: http://197.249.65.74:8080/biblioteca/bitstream/123456789/957/1/manual%20de%20Oslo%20-%20Directrizes %20para%20a%20Colecta%20e%20 Interpreta%C3%A7%C3%A3o%20de %20Dados%20sobre%20Inova%C3%A7%C3%A3o.pdf. Acesso em: 16 abr. 2019.

O'GRADY, M. J.; O'HARE, G. M. P. Modelling the smart farm. **Information Processing in Agriculture**, v. 4, p. 179-187, 2017. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214317316301287. Acesso em: 14 maio 2018. DOI: https://doi.org/10.1016/j.inpa.2017.05.001.

O'SULLIVAN, D.; DOOLEY, L. **Applying innovation**. Thousand Oaks: Sage, 2008. 395 p.

PROTOPOP, I.; SHANOYAN, A. Big Data and smallholder farmers: Big Data applications in the agri-food supply chain in developing countries. **International Food and Agribusiness Management Review**, v. 19, n. A, 2016. Disponível em: https://ageconsearch.umn.edu/record/240705/files/920150139.pdf. Acesso em: 14 maio 2018.

RATTEN, V. Cloud computing technology innovation advances: a set of research propositions. **International Journal of Cloud Applications and Computing (IJCAC)**, v. 5, n. 1, p. 69-76, 2015. Disponível em: https://www.igi-global.com/article/cloud-computing-technology-innovation-advances/124844. Acesso em: 19 fev. 2018.

RIPOLL, G.; PANEA, B.; ALBERTÍ, P. Visual appraisal of beef and its relationship with the CIELab colour space. **Informacion Tecnica Economica Agraria**, v. 108, p. 222-232, 2012. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Guillermo_Ripoll/publication/ 236005371_Visual_appraisal_of_beef_ Relationship_with_CIELab_colour_space_English_version_ITEA-Informacion _Tecnica_Economica_ Agraria_2012_n_1082_222-232/data/5b3de3364585150d23fe525d /English-version.pdf. Acesso em: 14 maio 2018.

RODRIGUEZ, D. *et al.* To mulch or to munch? Big modelling of big data. **Agricultural Systems**, v. 153, p. 32-42, 2017. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308521X16302906. Acesso em: 14 maio 2018. DOI: https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.01.010.

RUSSELL, S.; DEWEY, D.; TEGMARK, M. Research priorities for robust and beneficial artificial intelligence. **Ai Magazine**, v. 36, n. 4, p. 105-114, 2015. Disponível em: https://www.aaai.org/ojs/index.php/aimagazine/article/view/2577. Acesso em: 16 out. 2018. DOI: https://doi.org/10.1609/aimag.v36i4.2577.

SABARINA, K.; PRIYA, N. Lowering data dimensionality in big data for the benefit of precision agriculture. **Procedia Computer Science**, v. 48, p. 548-554, 2015. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050915006432. Acesso em: 14 maio 2018. DOI: 10.1016/j.procs.2015.04.134.

SANGOI, L. F. *et al.* The use of artificial intelligence for the prediction of productivity parameters in swine culture. **Pesquisa Operacional**, v. 36, n. 1, p. 67-79, 2016. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-74382016000100067&script=sci_arttext. Acesso em: 14 maio 2018. DOI: http://dx.doi.org/10.1590/0101-7438.2016.036.01.0067.

SATAKE, Y.; YAMAZAKI, T. Using food and agriculture cloud to improve value of food chain. **Fujitsu Scientific and Technical Journal**, v. 47, n. 4, p. 378-386, 2011. Disponível em: https://www.fujitsu.com/global/documents/about/resources/publications/fstj/archives/vol47-4/paper02.pdf. Acesso em: 15 maio 2018.

SCHUETZ, C. G.; SCHAUSBERGER, S.; SCHREFL, M. Building an active semantic data warehouse for precision dairy farming. **Journal of Organizational Computing and Electronic Commerce**, v. 28, n. 2, p. 122-141, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.1080/10919392.2018.1444344. Acesso em: 14 maio 2018.

SENGE, P. M. The fifth discipline. **Measuring Business Excellence**, v. 1, n. 3, p. 46-51, 1997. Disponível em: https://www.emeraldinsight.com/doi/pdfplus/10.1108/eb025496. Acesso em: 9 abr. 2018. DOI: https://doi.org/10.1108/eb025496.

SINGH, A. *et al.* Cloud computing technology: reducing carbon footprint in beef supply chain. **International Journal of Production Economics**, v. 164, p. 462-471, 2015. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925527314002977. Acesso em: 14 maio 2018. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.09.019.

SUN, X. *et al.* Prediction of pork loin quality using online computer vision system and artificial intelligence model. **Meat Science**, v. 140, p. 72-77, 2018. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174017314481. Acesso em: 14 maio 2018. DOI: https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.03.005.

TAN, B.; YIN, Y. Environmental sustainability analysis and nutritional strategies of animal production in China. **Annual Review of Animal Biosciences**, v. 5, p. 171-184, 2017. Disponível em: https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev-animal-022516-022935. Acesso em: 23 maio 2018.

TESFAYE, K. *et al.* Targeting drought-tolerant maize varieties in Southern Africa: a geospatial crop modeling approach using big data. **International Food and Agribusiness Management Review**, Special Issue, v. 19, issue A, 2016. Disponível em: https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/76332/U16ArtTesfayeTargetingNothomNodev.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 14 maio 2018.

TIRGUL, C. S.; NAIK, M. R. Artificial intelligence and robotics. **International Journal of Advanced Research in Computer Engineering & Technology**, v. 5, n. 6, p. 1787-1793, 2016. Disponível em: https://pdfs.semanticscholar.org/450c/dd4d7650e457544454996f47 d677fe45f28a.pdf. Acesso em: 10 abr. 2018.

WÅGE, D.; CRAWFORD, G. E. Innovation in digital business models. *In*: ISPIM INNOVATION SYMPOSIUM, 2017. **Proceedings…** [*S.l.*]: The International Society for Professional Innovation Management (ISPIM), 2017. Disponível em: https://www.ispim-innovation.com /events. Acesso em: 18 jan. 2018.

WHITE, B. J.; AMRINE, D. E.; LARSON, R. L. Big data analytics and precision animal agriculture symposium: data to decisions. **Journal of Animal Science**, v. 96, n. 4, p. 1531-1539, 2018. Disponível em: https://academic.oup.com/jas/article-abstract/96/4/1531/49 70664. Acesso em: 22 maio 2018. DOI: https://doi.org/10.1093/jas/skx065.

YIM, H-J. *et al.* Description and classification for facilitating interoperability of heterogeneous data/events/services in the internet of things. **Neurocomputing**, v. 256, p. 13-22, 2017. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925231217304095. Acesso em: 9 abr. 2018. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.neucom.2016.03.115.