

Análise de Patentes Através de Redes Semânticas: A Inteligência Artificial no Agronegócio entre 2009 e 2018

Autoria

Renato Lourenço Alves - renato_lalves@hotmail.com

Paulo Augusto Ramalho de Souza - paramalho@gmail.com

Prog de Pós-Grad em Admin / USCS - Universidade Municipal de São Caetano do Sul

Renato Neder - renatoneder@hotmail.com

Resumo

O estudo de registros de patentes são excelentes fontes de informação e identificação de tendências inovadoras em diferentes setores, e analisar a produção mundial destes documentos sob a ótica das redes semânticas nos permite explorar um conjunto de dados ilimitados com agilidade e possibilidade de prospectar de maneira estruturada o futuro de fenômeno objeto de análise. Este trabalho analisa as patentes da área de Inteligência Artificial inseridas no agronegócio no período compreendido entre 2009 e 2018 com intuito de identificar as tendências dos principais termos da área projetados ao longo do tempo. Trata-se de uma pesquisa bibliométrica, quantitativa, exploratória e longitudinal, baseada na análise de redes semânticas. O universo consiste em 4462 registros de patentes da base Derwent Innovations. Como contribuição prática este estudo apresenta as tendências dos principais temas de registro patentário na área de Inteligência Artificial. Como contribuição teórica buscou-ampliar a compreensão das análises de redes semânticas como estruturas de predição, sobretudo em relação ao uso da métrica betweenness centrality.

ANÁLISE DE PATENTES ATRAVÉS DE REDES SEMÂNTICAS: A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO AGRONEGÓCIO ENTRE 2009 E 2018

RESUMO

O estudo de registros de patentes são excelentes fontes de informação e identificação de tendências inovadoras em diferentes setores, e analisar a produção mundial destes documentos sob a ótica das redes semânticas nos permite explorar um conjunto de dados ilimitados com agilidade e possibilidade de prospectar de maneira estruturada o futuro de fenômeno objeto de análise. Este trabalho analisa as patentes da área de Inteligência Artificial inseridas no agronegócio no período compreendido entre 2009 e 2018 com intuito de identificar as tendências dos principais termos da área projetados ao longo do tempo. Trata-se de uma pesquisa bibliométrica, quantitativa, exploratória e longitudinal, baseada na análise de redes semânticas. O universo consiste em 4462 registros de patentes da base *Derwent Innovations*. Como contribuição prática este estudo apresenta as tendências dos principais temas de registro patentário na área de Inteligência Artificial. Como contribuição teórica buscou-ampliar a compreensão das análises de redes semânticas como estruturas de predição, sobretudo em relação ao uso da métrica *betweness centrality*.

Palavras-chave: Prospecção, Patentes, Redes Semânticas

1. INTRODUÇÃO

A busca do entendimento de temas envolvendo inovação baseada em inteligência artificial é um campo de estudo relevante dentro da atual conjuntura social mundial, torna-se importante trazer a discussão de tendências dos últimos anos que conseqüentemente se confirmam junto ao mercado consumidor com reais impactos e aplicações nas organizações voltadas para o agronegócio, importante setor da economia brasileira.

Pode-se compreender inovação, entre outras maneiras como sendo a implementação de um produto, seja ele bem ou serviço, processo, novo método de marketing ou organizacional que sejam alterados de forma significativa (OECD, 2005). Neste sentido, buscou-se analisar a produção patentária mundial do tema Inteligência Artificial, na indústria do agronegócio.

A interpretação da produção mundial de patentes sob a ótica das redes semânticas pode trazer diversas vantagens tanto no campo científico, como na indústria. Como a análise individual de patentes, têm se demonstrado uma técnica cara e insuficiente para analisar a complexa produção mundial patentária, a utilização de análises de redes semânticas permite a exploração de conjuntos virtualmente ilimitados de dados, e possibilita ainda predizer de forma estruturada o futuro de um tema estudado.

Com o crescente avanço tecnológico e disseminação da informação, as patentes são uma efetiva ferramenta e se apresentam de forma eficiente como fonte de informações consistentes para análise e representatividade das expressividades inovadoras, e a análise desses registros dentro do agronegócio, um ambiente econômico complexo e indispensável para economia global, propicia a observação do avanço inovativo deste setor e a capacidade deste sistema em desenvolver e transferir novos conhecimentos em suas relações mercadológicas, além da possibilidade de fornecer subsídios para formulação de estratégias corporativas.

Para tratar o assunto proposto, foram analisados os registros de patentes envolvendo inteligência artificial na indústria do agronegócio no período compreendido entre 2009 a 2018, por meio da análise de redes semânticas, com intuito de promover um panorama de tendências, e para tanto foi utilizada a métrica *Betweness Centrality* permitindo assim classificar o relativo grau de importância das conexões existentes na rede gerada.

Este estudo tem o objetivo de identificar as tendências sobre a produção patentária envolvendo inteligência artificial no agronegócio, apresentando uma discussão do panorama que abrange a temática na última década. Buscando ainda, a ampliação das percepções acerca das análises de redes semânticas como forma de monitorar tecnologias existentes e identificação de setores com maior propensão de gerar oportunidades, além de estender a compreensão sobre o potencial preditivo da métrica *Betweenness Centrality* em redes semânticas.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O referencial teórico foi dividido em três subseções, que tratam da Inovação e Patentes, da Inteligência Artificial e o Agronegócio, e por fim, as discussões a respeito da Bibliometria e Análises de Redes Semânticas.

2.1. Inovação e Patentes

O progresso da evolução tecnológica e do conhecimento faz com que a inovação se consolide como valioso elemento para o avanço econômico, apontada como a força vital para sobrevivência e crescimento das empresas (ZAHRA; COVIN, 1994; MELO et al, 2019), sendo considerada a força motriz do desenvolvimento econômico que motiva empreendedores na busca de lucros (SCHUMPETER, 1998).

A inovação envolve mudanças significativas em produtos ou serviços, em processos, em métodos organizacionais e de marketing (OECD, 2005), onde a aceitação, adaptação e utilização de novas criações acrescentam valor no comércio e na indústria (CROSSAN; APAYSIN, 2010). A inovação baseada no desenvolvimento científico e tecnológico que propicia através de um processo de aprendizagem uma concentração de capacidades tecnológicas (FIGUEIREDO, 2017), capaz de gerar novas soluções economicamente viáveis, juntamente com a atividade empreendedora, é considerada o motor do desenvolvimento econômico de empresas e nações (GUERRERO; URBANO, 2017).

Nesta conjuntura temos a patente como um dos instrumentos de proteção utilizados na inovação tecnológica, no Brasil o INPI - Instituto Nacional de Propriedade Industrial (2015) define patente como um título de propriedade temporária outorgado pelo Estado, conforme a legislação vigente, dando direito exclusivo à pessoa física ou jurídica de exploração sobre novos produtos, processos ou aperfeiçoamentos de produtos e processos já existentes, desde que atenda aos requisitos de novidade, envolvimento de atividade inventiva e que seja suscetível de aplicação industrial. A exclusividade no uso de um novo produto ou processo possibilita ao seu detentor posição privilegiada no mercado visando à obtenção de lucros (INPI, 2013) e a inovação possui reconhecida importância como diferenciador no alcance de vantagem competitiva em negócios (PEÑALVER; CONESA; NIETO, 2018).

As patentes são relevantes instrumentos de proteção das inovações, e possibilitam a uma organização o fortalecimento e liderança tecnológica no desempenho comercial (DAVOUDI et al., 2018), existe a evidência na sustentação de uma relação causal afirmativa entre a força dos direitos de patentes e a inovação, gerando assim crescimento econômico (HABER, 2016).

As patentes são importante fonte de informação tecnológica, já que permite o conhecimento de novas tecnologias e de inovações industriais basilares, destacando-se a abrangência de informações, apontamento de novos caminhos de pesquisa e desenvolvimento, tendências de um determinado setor tecnológico, identificação de alternativas técnicas para transferência de tecnologia, além de disponibilizar informações técnicas detalhadas antecipadamente a outras fontes (FRANÇA, 1997).

O estudo de patentes possibilita a análise e identificação de tendências inovativas em diferentes mercados (CHOE et al., 2016), podendo ser utilizado para o mapeamento do processo inovativo e para o conhecimento das tendências tecnológicas na formulação de estratégias corporativas (ALVES; MARTINELLI; DEWES, 2006).

Devido as suas características os documentos de patentes são uma excelente fonte de informação, e a utilização de indicadores de patentes possuem aspectos relevantes e vantajosos já que cobrem diversos campos do conhecimento, tornando-se útil para análise e difusão de tecnologias chaves (GULLO; GUERRANTE, 2004), o que subsidia a utilização de registros de patentes para discussão de um panorama de tendências, é o fato de possuírem resultados valiosos para empresas, indústrias, planejamento de políticas e inovação, permitindo celeridade e baixo custo no acesso e apresentação de informações para desenvolvimento de pesquisas (MÍGUEZ et al., 2018).

2.2. Inteligência Artificial e Agronegócio

O início das discussões sobre a inteligência artificial nos remete a metade do século XX, quando os cientistas norte-americanos Warren McCulloch e Walter Pitts publicam um trabalho pioneiro de inteligência artificial denominado “um modelo de neurônios artificiais” (TUNES, 2019). Antes das definições, cabe refletir sobre inteligência artificial conforme o pensamento de Turing (1950) no sentido de que se uma máquina age de forma tão inteligente quanto um ser humano, logo é tão inteligente quanto um ser humano, o autor ainda prevê a possibilidade de simular de maneira artificial a inteligência humana propondo a utilização de um sistema computacional.

A abrangência da temática inviabiliza uma única definição para inteligência artificial, apresentando-se como área da informática direcionada para confecção de sistemas que se associem à inteligência humana, em particular no relacionamento da compreensão da linguagem natural, aquisição de conhecimentos, raciocínios e processos cognitivos (CUNHA; KOBASHI, 1991). Já McCarthy (2007) delinea inteligência artificial como ciência capaz de produzir máquinas e computadores inteligentes, relacionando a semelhança de utilização de computadores para entender a inteligência humana, não se limitando aos métodos biologicamente observáveis, já de maneira sumária Luger (2009) define inteligência artificial como ramo da ciência da computação voltado para automação do comportamento inteligente. Outros autores referem-se à inteligência artificial como sistema de software capaz de imitar formas de pensar humanas com a ajuda de um computador ou outro dispositivo (CERKA; GRIGENTÉ; SIRBIKYTÉ, 2015).

A inteligência artificial trata-se da exibição dos aspectos da inteligência humana manifestado por máquinas (HUANG; RUST, 2018) e a principal diferença entre a inteligência artificial e a inteligência humana é sua natureza artificial (CERKA; GRIGENTÉ; SIRBIKYTÉ, 2017). Uma razão para a estudarmos é que essas construções são interessantes e úteis por direito próprio, já que produzem produtos relevantes e prodigiosos até mesmo em estágios iniciais de desenvolvimento (RUSSEL; NORVING, 1995), sendo que atualmente apoiam a vida social diária e atividades econômicas, apresentando crescimento em países desenvolvidos e em desenvolvimento (LU et al., 2018).

Delineado pela abstração de inteligência artificial, esta é uma importante fonte de inovação (HUANG; RUST, 2018), e que para Francisco *et al.* (2017), passa por um processo de aceleração sem precedentes, sendo observado uma notável capacidade de sistemas baseados com esta abordagem oferecendo inovações para diferentes setores da economia, propiciando novos patamares de desenvolvimento, inclusive para o agronegócio. A integração da inteligência artificial com as demandas industriais força mudanças significativas nos serviços prestados (PAN, 2016).

O termo agronegócio, surge da apropriação da tradução literal do termo em inglês *agrobusiness* que designa um conjunto de ações ou transações comerciais na produção, na industrialização ou na comercialização de negócios relacionados à agricultura e pecuária (SAUER, 2008).

O conceito de *agrobusiness* aparece com Davis e Goldeberg (1957) sendo apresentado como a soma das operações de produção e distribuição de suprimentos agrícolas, as operações de produção nas unidades agrícolas, e o armazenamento, o processamento e a distribuição dos produtos e itens agrícolas fornecidos por eles. É um setor que compreende uma série de subsetores inter-relacionados que trabalham formal e informalmente na produção bens e serviços (SONKA; HUDSON, 1989). E está associado, segundo Caume (2009) a um processo econômico evolutivo onde exista vínculo das atividades agropecuárias tradicionais a outros setores emergentes.

O agronegócio está inserido em um ambiente econômico e social cada vez mais complexo e diversificado, sendo um amplo espectro de inter-relações e interdependências produtivas, tecnológicas e mercadológicas (CALLADO, 2015; ZAMBRA et al., 2015) envolvendo diversas funções como suprimentos à produção agropecuária, transformação, acondicionamento, armazenamento, distribuição, consumo e serviços complementares (ARAÚJO, 2005).

Segundo Behzadi *et al* (2018) o papel desempenhado pelo agronegócio é indispensável na economia mundial sendo fonte chave no suprimento de alimentos e a transferência de conhecimento tecnológico propicia novas oportunidades de negócio, diversificação da produção agrícola e melhoria da sustentabilidade (PEÑALVER; CONESA; NIETO, 2018).

O desenvolvimento e fortalecimento de uma cultura agrícola industrializada, vale-se da teoria econômica da inovação tecnológica, sendo que a agricultura brasileira se transformou no contexto mundial devido à constituição de um Sistema Nacional de Pesquisa Agrícola direcionados para pesquisa e inovação da agricultura sinalizando para integração de tecnologias (BUAINAIM et al., 2014). O uso intensivo da tecnologia e inovação na agricultura, proporcionou e ainda proporciona uma revolução tecnológica no agronegócio com retornos visíveis na competitividade e no dinamismo exibindo progresso substanciais na elevação de ganhos e de produtividade (VIEIRA FILHO; VIEIRA, 2013).

2.3. Análises de Redes Semânticas

Os estudos bibliométricos têm sido um campo prolífero para a análise de uma área específica, grupo ou diferentes conjuntos, devido ao dimensionamento exploratório na produção científica, por meio de indicadores quantitativos, angariando espaço no meio acadêmico, governamental e de organizações, com direcionamento para a pesquisa e desenvolvimento (OLIVEIRA; GRÁCIO, 2009).

Para De Bellis (2009), o termo bibliometria busca colocar em evidência o aspecto material na contagem de livros, artigos, publicações, citações e de maneira geral, qualquer informação independentemente dos limites disciplinares.

Segundo Górriz e Costerá (2018), uma das aspirações dos estudos bibliográficos são o tratamento e análise quantitativa de publicações científicas, já que constituem uma ferramenta essencial de investigação sobre a situação científica de um país ou tema específico, permitindo a avaliação de seu desempenho e impacto.

Já Spinak (1998) compreende bibliometria como a aplicação de análises estatísticas e métodos matemáticos para estudar características de utilização e criação de documentos, o estudo da produção quantitativa de documentos além de um estudo quantitativo de publicações, bibliografias ou seus substitutos.

Conhecer atividades tecnológicas e inovadoras tendo como objeto de estudo as patentes são indicadores importantes, sendo reconhecido nacional e internacionalmente, pois determinam um grau aproximado de inovação tecnológica de um país, refletindo as tendências das mudanças técnicas ao longo do tempo além de avaliar o resultado de investimentos direcionados a atividade de pesquisa e desenvolvimento (MACIAS-CHAPULA, 2012). As

relações sociais que conectam o mundo moderno podem ter múltiplos efeitos, uma ocorrência local em uma área do mundo pode afetar todo o resto do globo (PRELL, 2012).

Dentre as técnicas bibliométricas a análise de rede social vem despontando como uma estrutura de análise que permite compreender relações entre grandes quantidades de dados. De acordo com Freeman (2004) as análises de redes sociais são uma abordagem estrutural que examina e explora as interações entre os atores sociais, ressaltando as relações e vinculações que ocorrem entre os agentes participantes (humanos ou não). As redes são constituídas por nós interconectados por fluxos de informação, gerando divergências ou convergências ao longo do tempo (BEDUSCHI, 2003).

Estas redes são compostas por três elementos básicos: nós (atores), vínculos (relações) e fluxos, que mapeiam as relações de atração e rejeição entre membros de determinado grupo e permitem a identificação da estrutura de relações existentes (SOUZA et al. 2016).

Uma das técnicas para análise de redes sociais, é a análise de redes semânticas, que relaciona a proximidade de termos semânticos e suas relações (NEUMANN; SARTOR, 2016). Representa um dos fundamentos teóricos do estudo de processos cognitivos, podendo ser utilizada para representar ou inferir conhecimento, baseando-se na análise dos relacionamentos entre as palavras (FADIGAS et al., 2009). Uma rede semântica para Sowa (1991), representa um conhecimento em padrões interconectados de nós e fluxos de informação, podendo ser representado de forma gráfica, permitindo uma visão explicativa do relacionamento intrínseco existente.

A análise de redes semânticas surge com intuito de estudar grandes volumes de textos de forma a propiciar a representação do conteúdo de uma mensagem na forma de uma rede de objetos, onde suas relações podem ser analisadas em relação à sua estrutura (NEDER; BIDO, 2017).

3. MÉTODOS DE PESQUISA

Este estudo classifica-se quanto sua finalidade como pesquisa aplicada com uma abordagem quantitativa, exploratória e longitudinal, tendo como objeto um conjunto de documentos patentários. Vale-se de técnicas bibliométricas e da análise de redes semânticas objetivando discutir o panorama das patentes envolvendo inteligência artificial no agronegócio, entre o período de 2009 e 2018. No intuito de se identificar tendências ao longo do tempo.

As pesquisas exploratórias têm como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, promovendo o aprimoramento de ideias ou descobertas de intuições, sendo flexíveis e possibilitando a consideração de variados aspectos relativos ao fato estudado (GIL, 2002).

Por conveniência de acesso, a base de dados utilizada para a pesquisa de patentes foi a *Derwent Innovations Index* anexada à *Web of Science*, ferramenta que possibilita a combinação da pesquisa de patentes em *Derwent World Patents Index*, *Patents Citation Index™* e *Chemistry Resource*.

A busca foi efetuada no mês de junho de 2019, realizando uma pesquisa básica das patentes publicadas no período compreendido entre os anos de 2009 e 2018, que trouxessem em seu título ou em seu resumo os termos inteligência artificial e agronegócio na língua inglesa, valendo-se ainda da utilização de operadores booleanos, da seguinte maneira: “*artificial intelligence OR ai AND agribusiness OR agrib**”, sendo encontrados 4.462 registros.

Concluído este procedimento, foi providenciado o *download* dos registros das patentes encontradas e ordenadas em uma planilha eletrônica. A planilha foi confeccionada contendo quatro colunas para serem analisadas, sendo elas: Título da Patente, Resumo da Patente, Nome dos Depositantes e Detalhes da Patente, sendo que os textos existentes nas colunas Título da Patente e Resumo da Patente foram utilizadas para elaboração da rede semântica, já a coluna Nome dos Depositantes foi empregada para identificação e diferenciação das patentes, e a coluna Detalhes da Patente forneceu as datas de publicação dos registros.

O conteúdo textual das colunas Título da Patente e Resumo da Patente foram concatenados e extraídos para arquivos individualizados no formato .txt e com auxílio do *software AutoMap*, realizou-se a mineração desses arquivos e suas informações, efetuando-se a limpeza desses dados (remoção de artigos, pronomes, numeração, pontuação e símbolos) para geração de bigramas e de uma pré-rede, que foi processada posteriormente com o emprego do *software ORA-NetScenes*, confeccionando-se a rede semântica com os bigramas textuais e fornecendo as métricas de análise.

A métrica utilizada para análise dos bigramas existentes na rede semântica gerada foi a *betweenness centrality*, métrica que é definida por Freeman (1977) como a medida da extensão de centralidade de cada nó num caminho de conexões com outros nós em uma rede, podendo ser esta métrica utilizada na compreensão de redes semânticas complexas (NEDER; BIDO, 2017).

Para Newman (2005), *betweenness centrality* é a medida de controle que um ator tem sobre a informação que flui para os outros, ressaltando que em uma rede o fluxo é inteiramente ou principalmente conectado por caminhos entre os nós, estes nós em particular que possuem alto valor de centralidade, podem ter alguma influência através da rede.

Todo processo de organização dos dados e seus respectivos tratamentos tomou como base o estudo de Neder *et al.* (2019), e o percurso metodológico transcorrido no desenvolvimento deste trabalho está consubstanciado graficamente no Quadro 1, e foi pautado basicamente em oito etapas.

Quadro 1. Metodologia Empregada

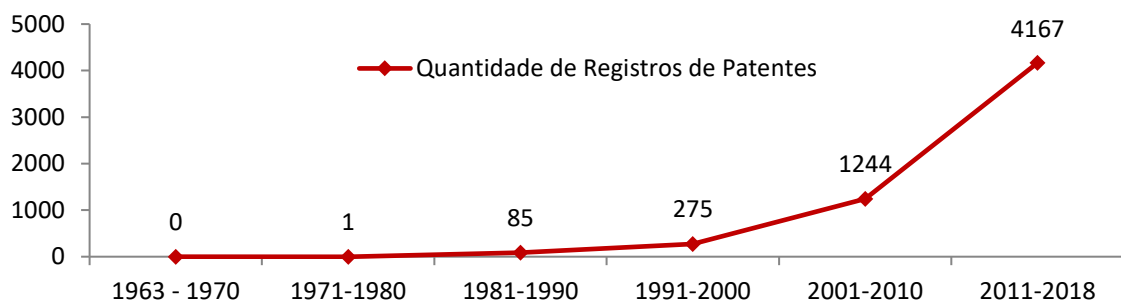
1°	Delimitação de área e período
2°	Download dos registros de patentes
3°	Importação dos dados para o formato xls
4°	Extração de células e transformação em formato TXT
5°	Limpeza de dados e geração de bigramas
6°	Confecção de rede semântica
7°	Geração do relatório e métricas de análise
8°	Análises Gráficas e geração de linhas de tendências

Fonte: Elaborado pelo autor

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

O fenômeno objeto deste estudo está compreendido entre o período de 2009 e 2018, já que na última década a quantidade de registro de patentes envolvendo a temática da inteligência artificial inserida no agronegócio ostenta forte crescimento, apresentando significativa ascensão conforme demonstra o Gráfico 1.

Gráfico 1. Quantidade de Registro de Patentes (1963-2018)

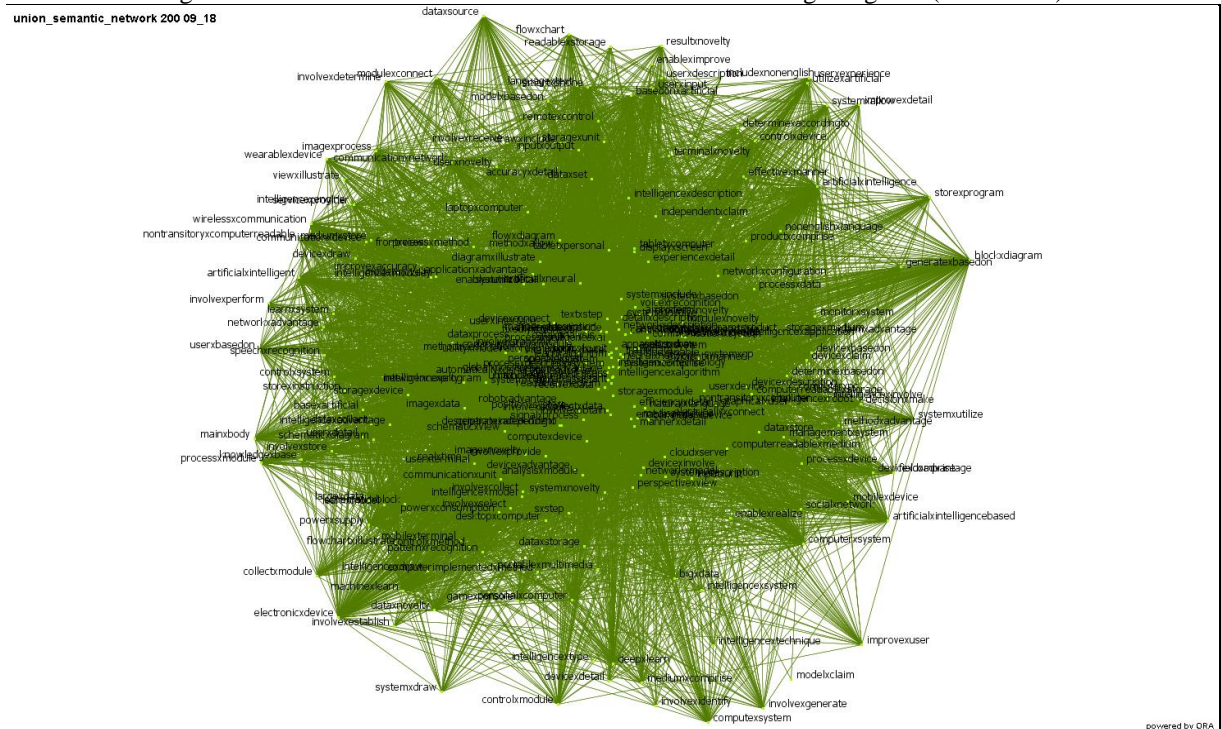


Fonte: Elaborado pelo autor a partir Derwent Innovations Index (2019)

Observa-se que até a década de noventa houve uma pequena quantidade no registro de patentes acerca da temática, havendo maior representatividade a partir de 2001, destacando-se o acentuado progresso no número de registros de patentes envolvendo a temática da inteligência artificial inserida no agronegócio desde 2016.

A Figura 1 apresenta a rede semântica gerada como método de visualização da relação dos bigramas extraídos dos registros de patentes que envolvem a inteligência artificial e agronegócio no período compreendido entre 2009 e 2018. Em um primeiro momento pode ser visualizada uma representação gráfica de um emaranhado de conexões dos principais bigramas existentes e que aparentemente apresentam-se de maneira pouco conclusiva, porém estes padrões de nós e interconexões permitem uma visão explicativa dos relacionamentos existentes e suas influências intrínsecas na rede.

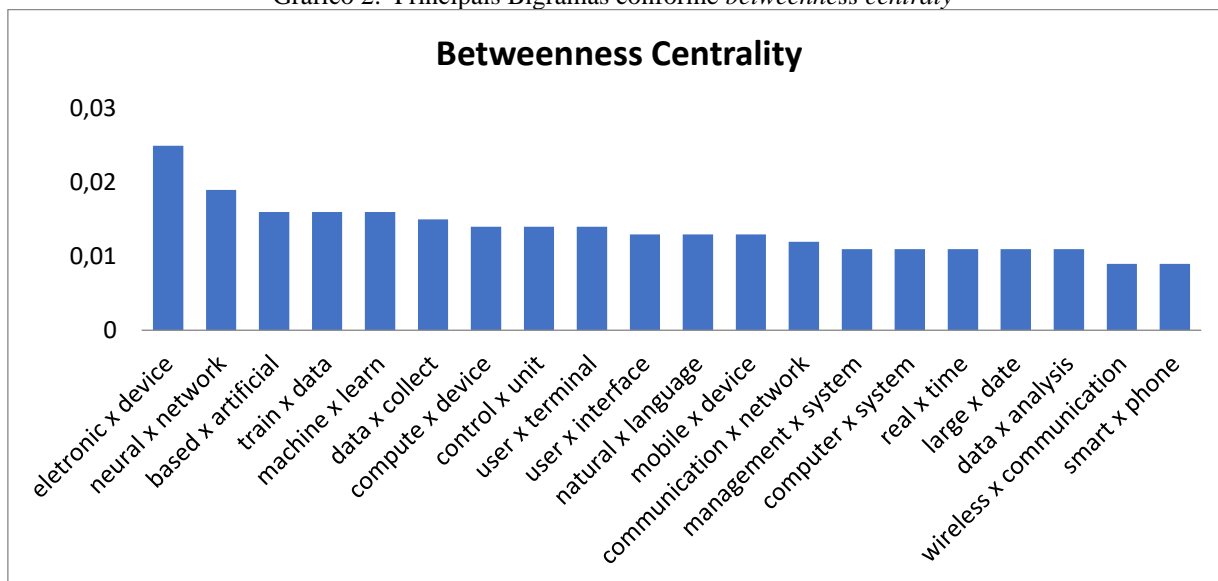
Figura 1. Rede Semântica de Patentes Envolvendo I.A. no Agronegócio (2009-2018)



Fonte: Elaborado pelo autor através do software *ORA-NetScenes*

A partir da geração da rede semântica sobre patentes contendo inteligência artificial inseridas no agronegócio no período compreendido entre 2009 e 2018, foi possível analisá-la através dos parâmetros apontados pela métrica de *betweenness centrality*, ou seja, a medida de centralidade de cada nó contido na rede gerada, mensurando cada bigrama conforme seu posicionamento e potencial de influência nas conexões existentes.

Com isso foi possível elencar os 20 (vinte) principais bigramas existentes na rede semântica, e seus parâmetros foram examinados de maneira individualizada para geração das linhas de tendências e ocorrências através da sua evolução na última década. O Gráfico 2 demonstra os principais bigramas existentes na rede gerada.

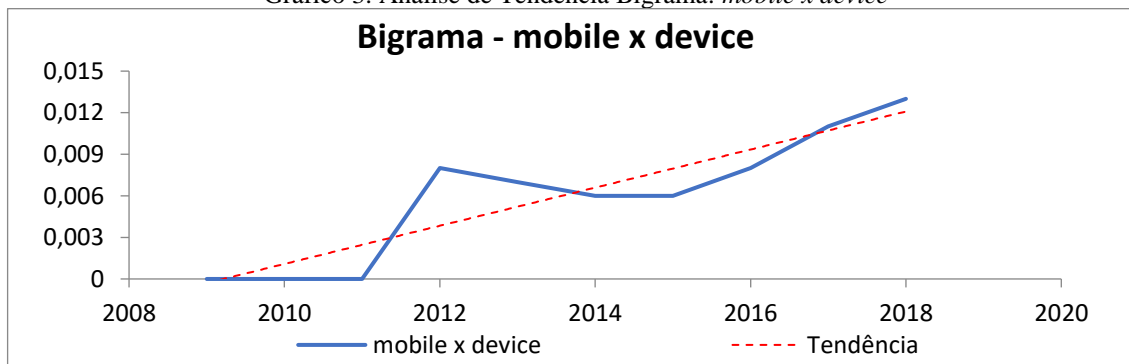
Gráfico 2. Principais Bigramas conforme *betweenness centrality*

Fonte: Elaborado pelo autor

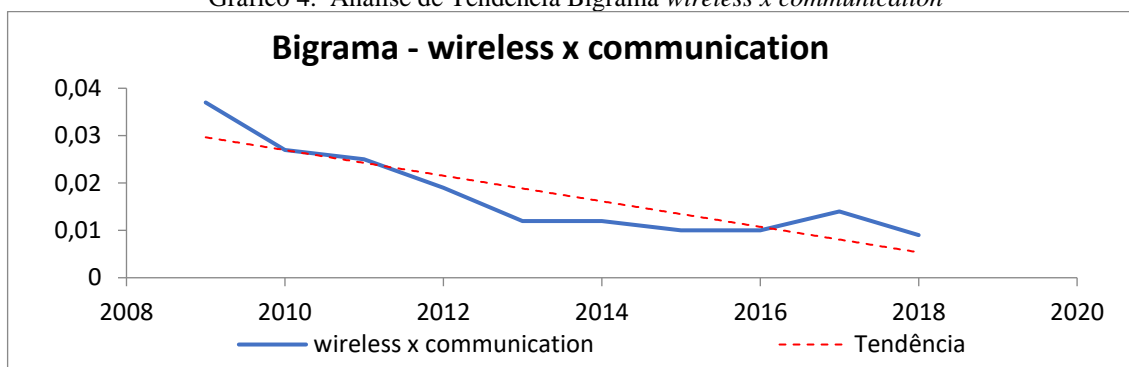
Os principais bigramas foram analisados individualmente, verificando a evolução de suas métricas de *betweenness centrality* durante o período compreendido entre os anos de 2009 e 2018, o que permitiu apresentar uma linha tendência das patentes que envolvam os termos apresentados.

Esses principais bigramas emergidos na rede semântica gerada foram classificados em duas dimensões: a primeira quanto a sua ocorrência em imergente ou emergente, considerando a incidência da métrica de *betweenness centrality* no lapso temporal analisado; e a segunda quanto a tendência logarítmica da medida de centralidade em ascendente ou descendente, quando sua linha de tendência mostra crescimento ou decadência respectivamente.

O Gráfico 3 exemplifica uma destas análises, onde o bigrama *mobile x device* apresenta uma ocorrência emergente com tendência logarítmica ascendente, visto que seus valores passam a ocorrer após o ano de 2009 e demonstram um estágio de crescimento. Já o Gráfico 4 traz a análise do bigrama *wireless x communication* que apresenta uma ocorrência imergente com tendência logarítmica descendente, ou seja, ocorria anteriormente ao ano de 2009 e com o passar do tempo apresenta um visível declínio.

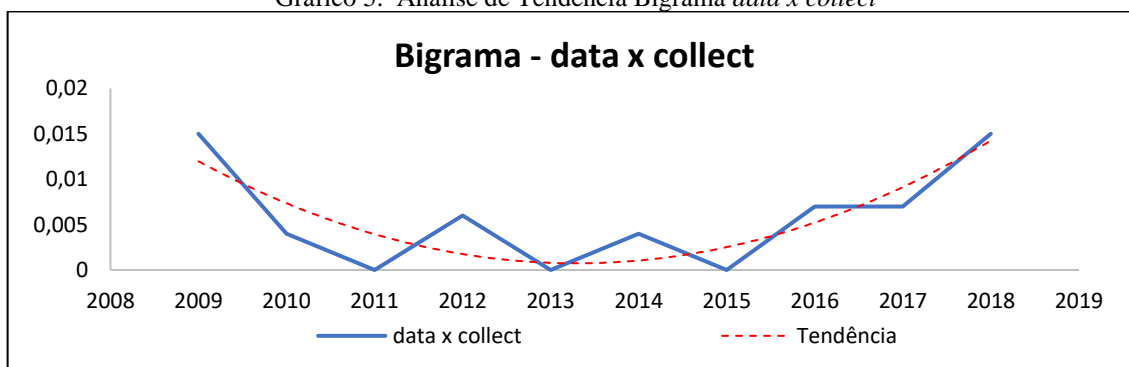
Gráfico 3. Análise de Tendência Bigrama: *mobile x device*

Fonte: Elaborado pelo autor

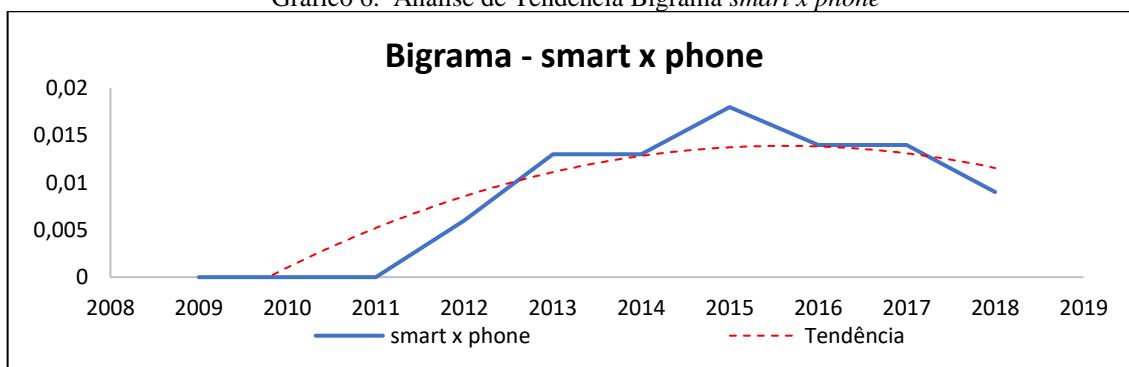
Gráfico 4. Análise de Tendência Bigrama *wireless x communication*

Fonte: Elaborado pelo autor

Na análise apresentada no Gráfico 5, o bigrama *data x collect* exibe uma ocorrência imergente com tendência logarítmica ascendente, em virtude de ocorrer anteriormente ao ano de 2009, apresentar declínio no intervalo de tempo analisado e retomar uma configuração de crescimento. O Gráfico 6 expõe a análise realizada no bigrama *smart x phone*, que demonstra uma ocorrência emergente com tendência logarítmica descendente, devido ao seu surgimento ser posterior ao de 2009 e já revelar uma clara configuração de declive.

Gráfico 5. Análise de Tendência Bigrama *data x collect*

Fonte: Elaborado pelo autor

Gráfico 6. Análise de Tendência Bigrama *smart x phone*

Fonte: Elaborado pelo autor

O resultado da análise dos 20 (vinte) principais bigramas contidos na rede semântica sobre patentes que envolvam inteligência artificial inseridas no agronegócio no período compreendido entre 2009 e 2018 são apresentados no Quadro 2. Esses bigramas foram ordenados conforme seu valor de *betweenness centraly*, e exibem suas respectivas classificações em relação sua ocorrência e suas tendências logarítmicas.

Quadro 2. Quadro de Ocorrências e Tendências

Rank	VALOR <i>betweenness centrality</i>	BIGRAMA	OCORRÊNCIA	TENDÊNCIA
1°	0,025	<i>ELETRONIC x DEVICE</i>	IMERGENTE	DESCENDENTE
2°	0,019	<i>NEURAL x NETWORK</i>	IMERGENTE	DESCENDENTE
3°	0,016	<i>BASED x ARTIFICIAL</i>	IMERGENTE	DESCENDENTE
4°	0,016	<i>TRAIN x DATA</i>	EMERGENTE	ASCENDENTE
5°	0,016	<i>MACHINE x LEARN</i>	EMERGENTE	ASCENDENTE
6°	0,015	<i>DATA x COLLECT</i>	IMERGENTE	ASCENDENTE
7°	0,014	<i>COMPUTE x DEVICE</i>	IMERGENTE	DESCENDENTE
8°	0,014	<i>CONTROL x UNIT</i>	EMERGENTE	ASCENDENTE
9°	0,014	<i>USER x TERMINAL</i>	EMERGENTE	ASCENDENTE
10°	0,013	<i>USER x INTERFACE</i>	IMERGENTE	DESCENDENTE
11°	0,013	<i>NATURAL x LANGUAGE</i>	IMERGENTE	DESCENDENTE
12°	0,013	<i>MOBILE x DEVICE</i>	EMERGENTE	ASCENDENTE
13°	0,012	<i>COMMUNICATION x NETWORK</i>	IMERGENTE	ASCENDENTE
14°	0,011	<i>MANAGEMENT x SYSTEM</i>	IMERGENTE	DESCENDENTE
15°	0,011	<i>COMPUTER x SYSTEM</i>	IMERGENTE	DESCENDENTE
16°	0,011	<i>REAL x TIME</i>	IMERGENTE	DESCENDENTE
17°	0,010	<i>LARGE x DATA</i>	EMERGENTE	ASCENDENTE
18°	0,010	<i>DATA x ANALYSIS</i>	EMERGENTE	ASCENDENTE
19°	0,010	<i>WIRELESS x COMMUNICATION</i>	IMERGENTE	DESCENDENTE
20°	0,010	<i>SMART x PHONE</i>	EMERGENTE	DESCENDENTE

Fonte: Elaborado pelo autor

Destaque para o primeiro bigrama ranqueado, *eletronic x device*, que encabeça a relação dos principais bigramas inseridos na rede semântica, porém apresenta uma ocorrência imergente com tendência descendente. Já os bigramas *train x data* e *machine x learn* surgem após o ano de 2009 e apresentam uma tendência de crescimento. Relevante expor que nenhum bigrama analisado apresentou uma tendência neutra.

5. CONCLUSÕES

O objetivo deste estudo foi discutir o panorama dos registros de patentes envolvendo inteligência artificial inseridas no agronegócio no período compreendido entre 2009 e 2018, por meio da análise de redes semânticas, revelando através das métricas aplicadas as principais tendências nas interconexões e relacionamentos desta rede, sendo capaz de atingir os objetivos apresentados.

Buscou-se a viabilização deste trabalho percorrendo uma breve discussão teórica acerca da temática envolvida, primeiramente apresentando discussões conceituais sobre inovação e da utilização de patentes como fonte de informação tecnológicas, também foi apresentado a conceituações e importância da inteligência artificial e do agronegócio, sendo elencado a utilização da rede semântica forma de representação e instrumento para análise das informações que subsidiaram o resultado apresentado.

Em síntese, os resultados apontados neste estudo mostram a evolução dos principais termos contidos em registros de patentes que envolvam inteligência artificial inseridas no

agronegócio na última década, o que possibilita direcionamentos estratégicos e organizacionais, direcionamento de políticas públicas de governo e direcionamento para instituições de ciência e tecnologia.

Os resultados apresentam para o setor do agronegócio possibilidades de avanços em prospecção patentária, auxiliando no conhecimento de inovações que trilham um estágio de crescimento ou declínio, reforçando o auxílio para tomada de decisão no direcionamento do conhecimento e de recursos, quer seja no fomento governamental ou mesmo no fortalecimento do sistema do agronegócio, gerando estímulos para novos caminhos focados nos termos que estão em ascensão.

Este estudo reforça a importância do registro de patentes como fonte de informação no contexto da inovação, sendo que a adoção de redes semânticas como ferramenta de análise possibilitou a apresentação dos resultados a respeito das linhas de tendências que poderão ser utilizadas como embasamento para futuros estudos que busquem seu entendimento ou sua confirmação, bem como nortear a buscas de novas tecnologias que estejam despontando.

6. REFERÊNCIAS

- ALVES, João Marcos de Souza; MARTINELLI, Orlando; DEWES, Homero. Dinâmica inovativa no agronegócio: a inovação tecnológica na avicultura industrial por meio da análise de patentes. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, v. 23, n. 2/3, p. 207-233, 2006.
- ARAÚJO, Massilon J. *Fundamentos do agronegócio*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2005.
- ATTEVELD, Wouter Van. *Semantic network analysis: techniques for extracting, representing and querying media content*. Charleston: Book Surge Publishers, 2008.
- BEDUSCHI, Livian Elizabeth Cordeiro. *Redes sociais em projetos de recuperação de áreas degradadas no estado de São Paulo*. 2003. 145 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.
- BEHZADI, Golnar *et al.* Agribusiness supply chain risk management: a review of quantitative decision models. *Omega*, v. 79, p. 21-42, 2018.
- BOURDIEU, Pierre. *A economia das trocas linguísticas: o que falar quer dizer*. São Paulo: Edusp, 1996.
- BUAINAIN, Antônio Márcio *et al.* *O mundo rural no Brasil do século 21: a formatação de um novo padrão agrário e agrícola*. Brasília: EMBRAPA, 2014.
- CALLADO, Antônio André Cunha. *Agronegócio*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2015.
- CAUME, David José. Agricultura familiar e agronegócio: falsas antinomias. *Revista do Desenvolvimento Regional*, v. 14, n. 1, p. 26-44, 2009.
- CERKA, Paulius; GRIGIENĖ, Jurgita; SIRBIKYTĖ, Gintarė. Liability for damages caused by artificial intelligence. *Computer Law & Security Review*, v. 31, n. 3, p. 376-389, 2015.
- CERKA, Paulius; GRIGIENĖ, Jurgita; SIRBIKYTĖ, Gintarė. Is it possible to grant legal personality to artificial intelligence software systems? *Computer Law & Security Review*, v. 33, n. 5, p. 685-699, 2017.
- CHEN, Zuguo *et al.* Semantic network based on intuitionistic fuzzy directed hyper-graphs and application to aluminum electrolysis cell condition identification. *IEEE Access*, v. 5, p. 20145-20156, 2017.
- CHOE, Hochull *et al.* Structural properties and inter-organizational knowledge flows of patent citation network: the case of organic solar cells. *Renew Sustain Energy Rev*, v. 55, p. 361-370, 2016.
- CROSSAN, Mary M.; APAYDIN, Marina. A multidimensional framework of organization innovation: a systematic review of the literature. *Journal of Management Studies*, 47 (6), p. 1154-1191, 2010.
- CUNHA, Isabel Maria Ribeiro Ferin; KOBASHI, Nair Yumiko. Análise documentária e inteligência artificial. *Revista Brasileira de Biblioteconomia e Documentação*, v. 24, n. 1/4, p. 38-62, 1991.
- DAVIS, John H.; GOLDBERG, Ray A. *Concept of agrobusiness*. Division of Research, Graduate School of Business Administration, Harvard University, 1957. Disponível em: <https://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=uc1.32106006105123;view=1up;seq=2>. Acesso em: 5mai.2019
- DAVOUDI, Seyed Mehdi Mousavi *et al.* Testing the mediating role of open innovation on the relationship between intellectual property rights and organizational performance: a case of science and technology park. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14 (4), p. 1359-1369, 2018.
- DE BELLIS, Nicola. *Bibliometrics and citation analysis: from the science citation index to cybermetrics*. Toronto: The Scarecrow Press, 2009.

- FADIGAS, Inácio de Souza *et al.* Análise de redes semânticas baseada em títulos de artigos de periódicos científicos: o caso dos periódicos de divulgação em educação matemática. *Educação Matemática Pesquisa*, v. 11, n.1, p. 167-193, 2009.
- FEDERMAN, Sônia Regina. *Patentes: desvendando seus mistérios*. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2006.
- FERREIRA, João Batista *et al.* Diversidade de gênero no contexto organizacional: um estudo bibliométrico. *Revista Pensamento Contemporâneo*, v. 9, n. 3, p. 45-66, 2015.
- FIGUEIREDO, Paulo N. Micro-level technological capability accumulation in developing economies: insights from the Brazilian sugarcane ethanol industry. *Journal of Cleaner Production*, v. 167, p. 416-431, 2017.
- FRANÇA, Ricardo Orlandi. Patente como fonte de informação tecnológica. *Perspectivas em ciência da informação*, v. 2, n. 2, p. 235-264, 1997.
- FRANCISCO, Eduardo Rezende; KUGLER, José Luiz; LARIEIRA, Cláudio Luis Carvalho. Líderes da transformação digital. *GV Executivo*, v.16, n. 2, p. 22-27, 2017.
- FREEMAN, Linton. C. *The development of social work analysis: a study in the sociology of Science*. Vancouver: Empirical Press, 2004.
- FREEMAN, Linton. C. A set of measuring centrality based on betweenness. *Sociometry*, v. 40, n.1, p. 35-41, 1977.
- GIL, Antônio Carlos. *Como elaborar projetos de pesquisa*. São Paulo: Atlas, 2002.
- GULLO, Luci Mary Gonzalez; GUERRANTE, Rafaela Di Sabato. *Maiores depositantes de pedidos de patente no Brasil, com prioridade brasileira (Publicados entre 1999 e 2003)*. Rio de Janeiro: INPI, 2004.
- GUERRERO, Maribel; URBANO, David. The impact of triple helix agents on entrepreneurial innovations performance: an inside look at enterprises located in an emerging economy. *Technological Forecasting & Social Change*, v.119, p. 294-309, 2017.
- HABER, Stephen. Patents and the wealth of nations. *George Mason Law Review*, v. 23, n. 4, p. 811-835, 2016.
- HUANG, Ming-Hui; RUST, Roland. T. Artificial intelligence in service. *Journal of Service Research*, v. 21 (2), p. 155-172, 2018.
- INPI – Instituto Nacional da Propriedade Industrial. *Inventando o futuro: uma introdução às patentes para as pequenas e médias empresas*. Rio de Janeiro: INPI, 2013.
- INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial. *Manual para o depositante de patentes*. Rio de Janeiro: INPI, 2015.
- LU, Huimin *et al.* Brain intelligence: go beyond artificial intelligence. *Mobile Networks and Applications*, v. 23, n. 2, p. 368-375, 2018.
- LUGER, George F. *Artificial intelligence: structures and strategies for complex problem solving*. 6th ed. Boston: Pearson Education, 2009.
- MACIAS-CHAPULA, César A. O papel da informática e da cienciometria e sua perspectiva nacional e internacional. *Ciência da Informação*, v. 27, n. 2, p. 134-140, 1998.
- MARICATO, João de Melo. *Dinâmica das relações entre ciência e tecnologia: estudo bibliométrico e cientométrico de múltiplos indicadores de artigos e patentes em biodiesel*. 2010. 359 f. Tese (Doutorado em Ciência da Informação), Escola de Comunicações e Artes – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.
- MELO, José Nilton; SANTANA, José Ricardo; SILVA, Gabriel Francisco. Ciência, tecnologia e inovação no Brasil: uma análise inter-regional por meio de indicadores. *Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional*, v. 15, n. 1, 2019.
- McCARTHY, John. *What is artificial intelligence?* Computer Science Department, Stanford University, 2007. Disponível em: <http://jmc.stanford.edu/articles/whatisai/whatisai.pdf>. Acesso em: 11 mai.2019

- MÍGUEZ, José Luis *et al.* Evolution of CO² capture technology between 2007 and 2017 through the study of patent activity. *Applied Energy*, v. 211, p. 1282-1296, 2018.
- NEDER, Renato; BIDO, Diógenes de Souza. Tendências de pesquisa em aprendizagem organizacional. *Organizações em Contexto*, v. 13, n. 25, p. 323-344, 2017.
- NEDER, Renato *et al.* Relações entre inovação e sustentabilidade: termos e tendências na produção científica mundial. *Gestão & Regionalidade*, v. 35, n. 104, p. 182-200, 2019.
- NEWMAN, Mark E. J. A measure of betweenness centrality based on random walks. *Social Networks*, v. 27, n. 1, p. 39-54, 2005
- NEWMAN, Martin; SARTOR, Nicholas. A semantic network analysis of laundering drug money. *Journal of Tax Administration*, v. 1, n. 1, p. 73-94, 2016
- OCDE, Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico. *Manual de Oslo: Diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação*. 3. ed. Rio de Janeiro: FINEP, 2005.
- OLIVEIRA, Ely Francina Tannuri de; GRÁCIO, Maria Cláudia Cabrini. A produção científica em organização e representação do conhecimento no Brasil: uma análise bibliométrica da GT-2 da ANCIB. *Anais: X Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação - ENANCIB*, João Pessoa: ANCIB, 2009.
- PAN, Yunhe. Heading toward artificial intelligence 2.0. *Engineering*, v. 2, n. 4, p. 409-413, 2016.
- PRELL, Christina. *Social network analysis: history, theory & methodology*. Thousand Oaks: Sage Publications Inc., 2012.
- RUSSEL, Stuart ; NORVIG, Peter. *Artificial intelligence: a modern approach*. Nova Jersey: Pearson Education, 1995.
- PEÑALVER, Antonio Juan Briones; CONESA, Juan Andrés Bernal; NIETO, Carmen de Nieves. Analysis of corporate social responsibility in Spanish agribusiness and its influence on innovation and performance. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, v. 25, p. 182-193, 2018.
- PRODANOV, Cléber Cristiano.; FREITAS, Ernani César de. *Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico*. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.
- SAUER, Sérgio. *Agricultura familiar versus agronegócio: a dinâmica sociopolítica do campo brasileiro*. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2008.
- SCHUMPETER, Joseph A. *A teoria do desenvolvimento econômico*. São Paulo: Nova Cultural, 1998.
- SONKA, Steven T.; HUDSON, Michael A. Why agribusiness anyway? *Agribusiness*, v. 5, n. 4, p. 305-314, 1989.
- SOUZA, Júlia Alves *at el.* Produção científica sobre coopetição: uma análise bibliométrica e sociométrica em periódicos internacionais. *Observatório de la Economía Latino America*, n. 224, 2016.
- SOWA, John F. *Principles of semantic networks: explorations in the representation of knowledge*. San Mateo: Morgan Kauffmann Publishers, 1991.
- SPINAK, Ernesto. Indicadores cientímetricos. *Ciência da Informação*, v. 27, n. 2, p. 141-148, 1998.
- TOMÁS-GÓRRIZ, Vicente; TOMÁS-CASTERÁ, Vicente. La bibliometría em la evaluación de la actividad científica. *Hosp Domic*, v. 2, n. 4, p. 145-163, 2018.
- TUNES, Suzel. Terreno fértil para a inteligência artificial. *Revista Pesquisa FAPESP*, v. 275, p. 18-25, 2019.
- TURING, Alan M. Computing machinery and intelligence. *Mind*, v. 59, n. 236, p. 433-460, 1950.

VIEIRA FILHO, José Eustáquio Ribeiro; VIEIRA, Adriana Carvalho Pinto. Panorama das inovações na pesquisa agrícola no Brasil: o sistema de propriedade intelectual. *Radar Tecnologia, Produção e Comércio Exterior - IPEA*, v. 1, n. 24, p. 51-60, 2013.

ZAHRA, Shaker. A.; COVIN, Jeffrey G. The financial implications off it between competitive strategy and innovation types and sources. *Journal of High Technology Management Research*, v. 5, n. 2, p. 183-211, 1994.

ZAMBRA, Elisandra Marisa *et al.* A dinâmica do crescimento, distribuição de renda e desenvolvimento regional em Sorriso–MT (2010). *Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional*, v. 11, n. 3, 2015.