

8-9-2021

Aplicações e Possibilidades do Blockchain: Uma Revisão Sistemática da Produção Científica Brasileira

Gabryella Melo Silveira
Universidade Federal de Sergipe (UFS), gabryella@hotmail.com

Marcio Roque dos Santos da Silva
Universidade Federal de Sergipe (UFS), santosmarcioadm@gmail.com

Maria Conceição Melo Silva Luft
Universidade Federal de Sergipe (UFS), ceicameloufs@gmail.com

Rodrigo Garcia Duarte
Universidade Federal de Sergipe (UFS), rodrigoduarte@gmail.com

Follow this and additional works at: <https://aisel.aisnet.org/isla2021>

Recommended Citation

Silveira, Gabryella Melo; Silva, Marcio Roque dos Santos da; Luft, Maria Conceição Melo Silva; and Duarte, Rodrigo Garcia, "Aplicações e Possibilidades do Blockchain: Uma Revisão Sistemática da Produção Científica Brasileira" (2021). *ISLA 2021 Proceedings*. 15.
<https://aisel.aisnet.org/isla2021/15>

This material is brought to you by the Latin America (ISLA) at AIS Electronic Library (AISeL). It has been accepted for inclusion in ISLA 2021 Proceedings by an authorized administrator of AIS Electronic Library (AISeL). For more information, please contact elibrary@aisnet.org.

Aplicações e Possibilidades do *Blockchain*: Uma Revisão Sistemática da Produção Científica Brasileira

Artigo Completo

Gabryella Melo Silveira

Bacharela em Administração pela
Universidade Federal de Sergipe
(UFS)

gabryella@hotmail.com

Marcio Roque dos Santos da Silva

Mestrando em Administração pelo
Programa de Pós-Graduação em
Administração (PROPADM) da UFS.

Agente Local de Inovação
(Sebrae/CNPq)

santosmarcioadm@gmail.com

Maria Conceição Melo Silva Luft

Doutora em Administração pela
Universidade Federal de Pernambuco
(UFPE). Professora do Departamento
de Administração (DAD) e do

Programa de Pós-Graduação em
Administração (PROPADM) da UFS

ceicamelo.ufs@gmail.com

Rodrigo Garcia Duarte

Mestre em Administração pelo
Programa de Pós-Graduação em
Administração (PROPADM) da UFS.

Professor Substituto do Departamento
de Administração (DAD) da UFS

rodrigoduarte@gmail.com

Abstract

Emergent technologies have been discussed in the scientific field, with emphasis on those that brings potential solutions for problems in several areas. In this scenario, blockchain emerges as a technology characterized by trustworthy register in chain of blocks, forming a decentralized digital network, working upon shared consensus, which enables reliable peer-to-peer transactions. Thereby, this research aimed to discuss the potential application of blockchain technology in different areas, supported in a Systematic Literature Review in the ambit of Brazilian scientific productions. The results reveals the promising aspect of the blockchain applicability in eleven different areas, emphasizing Finance, Smart Contracts and Law, making possible to understand the direction of discussions in Brazil. Thus, it was found that the applications and their advantages are several, accordingly, there are other demanding areas, such as logistics and supply chain, health and medical care and public security, which evokes the initiative for future research.

Keywords

Blockchain, Emergent Technologies, Sitematic Literature Review, Brazilian Scientific Production.

Resumo

Tecnologias emergentes têm sido discutidas no campo científico, com destaque para aquelas que apresentam soluções potenciais para problemáticas em diversas áreas. Nesse cenário, o *blockchain* emerge como uma tecnologia caracterizada por cadeia de blocos de registros irrefutável, conformando uma rede digital descentralizada, mediante consenso compartilhado, que viabiliza transações *peer-to-peer* confiáveis. Assim, esta pesquisa objetivou discutir acerca do potencial de aplicação do *blockchain* em diferentes áreas, ancorada em revisão sistemática da literatura no âmbito das produções científicas brasileiras. Os resultados revelaram o aspecto promissor de aplicabilidade da tecnologia em onze áreas, com ênfase em Finanças, Contratos Inteligentes e Direito, sendo possível compreender o direcionamento das discussões sobre a temática no Brasil. Dessa forma, constatou-se que as aplicações e suas vantagens são

várias, existindo, portanto, outras áreas demandantes, como logística e cadeia de suprimentos, saúde e assistência médica e segurança pública, o que suscita a iniciativa de pesquisas futuras.

Palavras-chave

Blockchain, Tecnologias emergentes, Revisão Sistemática de literatura, Produção científica brasileira.

Introdução

Nas últimas décadas, tem-se conformado uma era caracterizada por processos disruptivos, abrangendo diferentes Tecnologias da Informação (TI), como Internet das Coisas (*Internet of Things – IoT*), computação em nuvem, inteligência artificial, aplicações de *big data e analytics* e segurança cibernética. Dentre as principais aplicações, ancorado em protocolos distribuídos de segurança cibernética nas transações digitais, reside o *blockchain*, como tecnologia emergente com significativo potencial para causar impactos nos modelos de negócios vigentes, operações e outros aspectos da sociedade, instituindo atributos como segurança, confiabilidade, autenticidade e privacidade (Swan, 2015; Crosby *et al.*, 2016).

Embora tenha surgido com aplicações direcionadas às transações financeiras, como uma tecnologia de segurança do *Bitcoin* (Nakamoto, 2008), a evolução do *blockchain* se deu rapidamente, abrangendo novas possibilidades, passando a envolver, por exemplo, a implantação de *smart contracts*, ou contratos inteligentes (Cardoso & Pinto, 2018; Rocha, Gomes & Mafra, 2019), e a criação de novos aplicativos, por meio de plataformas como o *Ethereum*, líder mundial na categoria de *blockchains* programáveis.

Os investimentos em *blockchain* têm praticamente dobrado anualmente (Tapscott & Tapscott, 2016). Estudiosos da área preveem que o total de gastos corporativos e governamentais em *blockchain* devem chegar à faixa dos US\$ 12,4 bilhões até o ano de 2022 (Forbes, 2019). Desse modo, essa tecnologia apresenta inovações que têm sido desenvolvidas com significativa rapidez, englobando uma série de setores. Entretanto, segundo Fernandes (2018), há uma necessidade por pesquisas científicas, teóricas e práticas, que abordem perspectivas acerca dessa tecnologia, para além dos noticiários veiculados em mídias impressas e *online*, que têm constituído a grande massa de informações acerca da temática.

Nessa direção, em um mapeamento sobre o tema, João (2018) havia constatado um momento preambular da pesquisa sobre *blockchain* no Brasil, com prevalência do setor financeiro, no comparativo com outros *players* como EUA, China, Canadá e Inglaterra. Já Momo, Schiavi, Behr e Lucena (2019), ao buscar identificar as características inovadoras dos modelos de negócio baseados em *blockchain*, constataram, além da concentração de atuação na área de finanças e tecnologia, a preponderância de organizações originárias dos EUA, 224 casos, seguido pelo Canadá, numa distância representada por 23 organizações.

Ainda como indicativo dos distintos momentos da pesquisa sobre *blockchain* no Brasil, comparativamente ao restante do mundo, Casino, Dasaklis e Patsakis (2019) identificaram, sobre a perspectiva internacional, lacunas de pesquisa a serem exploradas e a necessidade de mapeamento do estado da arte para construção e identificação dos caminhos teóricos do estudo sobre a temática e sua evolução.

Portanto, por se tratar de uma temática emergente, de rápida evolução e interesse, este artigo visa discutir acerca do potencial de aplicação do *blockchain* em diferentes áreas, ancorada em revisão sistemática da literatura no âmbito das produções científicas brasileiras, com intuito de contribuir para conformar um panorama sobre o tema com potencial para sinalizar caminhos relacionados a pontos ainda pouco abordados sobre essa tecnologia, conforme as particularidades das diferentes áreas de aplicação.

Para tanto, além desta introdução, o artigo se divide em mais quatro seções: na segunda, apresenta-se a fundamentação do tema; posteriormente, os procedimentos metodológicos; e, na seção seguinte, a análise e discussões dos resultados; por fim, na quinta seção estão as conclusões.

Evolução do *blockchain* e categorizações

Os primeiros estudos acerca da introdução do *Bitcoin* nos debates tecnológicos datam do ano de 2008, com a publicação de um *paper*, em um fórum de tecnologia na internet, intitulado *Bitcoin: a peer-to-peer electronic cash system*, cujo autor adota o pseudônimo de Satoshi Nakamoto (Nakamoto, 2008). A publicação ocorreu cerca de um mês após a declaração de falência do banco norte-americano Lehman Brothers, no cenário onde se conformou a crise financeira de maiores proporções desde a Grande

Depressão, em 1929. Para Ulrich (2014, pp. 144), “os motivos fundamentais que impulsionaram a criação do *Bitcoin* são, portanto, evidentes: um sistema financeiro instável e com elevado nível de intervenção estatal e a crescente perda de privacidade financeira”, indo de encontro ao paradigma definido por uma instituição central, de controle do governo e organizações ligadas, mediadora das transações dos cidadãos.

Desse modo, nesse tipo de rede não se verifica a existência de um servidor centralizado, pois os próprios pontos ou “nós” atuam como cliente e servidor simultaneamente, eliminando a necessidade de um servidor central (Ulrich, 2014). Então, a rede *peer-to-peer* constitui a camada mais básica do *Bitcoin* e, como efeito, do *blockchain* (Mougayar, 2017). Essa relação descentralizada possui como princípio a atribuição de maior confiança e segurança nas operações. Portanto, a tecnologia *blockchain* pode ser definida como uma cadeia de blocos, ou um banco de dados descentralizado e distribuído por consenso em uma rede digital. As transações digitais são registradas em blocos de informações sequenciais, conformando um encadeamento de blocos irrefutável (Sawn, 2015; Tapscott & Tapscott, 2016; Crosby *et al.*, 2016).

Ao longo do tempo, novas possibilidades de aplicação do *blockchain* foram constatadas, para além da área de finanças, paralelo com a evolução da tecnologia (João, 2018). Nessa perspectiva, Swan (2015) divide a evolução do *blockchain* em três fases. A fase *blockchain 1.0* compreende a etapa da sua criação como tecnologia facilitadora das transações de *bitcoins*, onde o uso da tecnologia era feito apenas de forma comercial. Já a fase *blockchain 2.0*, teve início por volta de 2013 com a apresentação do projeto *Ethereum* pelo programador russo Vitalik Buterin, cujo objetivo era a otimização do sistema usado pelo *Bitcoin*. O advento do *Ethereum* gerou uma evolução dos modelos de *blockchain*.

Na fase *blockchain 3.0*, a tecnologia passou a ser utilizada nos mais diversos setores, tais como desenvolvimento de aplicativos, gerenciamento de cadeias de suprimento, gerenciamento de sistemas de saúde e, até mesmo, a própria gestão pública (Swan, 2015; João, 2018). Dessa forma, qualquer coisa de valor, seja ela tangível, como um carro, ou intangível, como uma patente, pode ser negociada e rastreada em uma rede *blockchain*, o que reduz os riscos e os custos para as partes interessadas (Gupta, 2018).

Contudo, é necessário conformar um arcabouço teórico-científico acerca dessa tecnologia, visto que o *blockchain* envolve não só tecnologia, mas questões culturais, filosóficas e ideológicas que precisam ser consideradas (Mougayar, 2017).

Procedimentos metodológicos

Esta investigação foi realizada por meio de um mapeamento sistemático da literatura, procedendo-se, posteriormente, a uma revisão sistemática do *corpus* empírico de análise fruto do mapeamento.

Quanto à finalidade, trata-se de um estudo descritivo e exploratório, por meio da abordagem qualitativa, com intuito de discutir acerca do potencial de aplicação do *blockchain* em diferentes áreas, ancorada em revisão sistemática da literatura no âmbito das produções científicas brasileiras. No tocante aos procedimentos técnicos, realizou-se um mapeamento de artigos científicos publicados até 2019 em periódicos e anais de eventos científicos, dada a emergência da temática, indexados nas bases de dados *Google Scholar* e *Scientific Periodicals Electronic Library* (SPELL). A escolha por essas ferramentas se justifica pela representatividade e larga base de dados com relação à publicação científica, uma vez que agregam substantiva parte da produção científica nacional.

Para a coleta no *Google Scholar*, utilizou-se o mecanismo de “pesquisa avançada”, buscando pelo termo “*blockchain*” nos títulos dos artigos. Por fim, desmarcou-se as opções “incluir patentes” e “incluir citações”, obtendo-se 177 resultados. Já no Repositório SPELL, através do mecanismo de “pesquisa avançada”, inseriu-se o termo de busca, selecionando a opção “Título do documento”, obtendo-se apenas 4 trabalhos.

Dos 177 resultados encontrados no *Google Scholar*, descartou-se aqueles que não se caracterizam como artigos científicos, conforme os critérios de exclusão abordados na Tabela 1. Além disso, foram descartados resultados repetidos. Desse modo, a pesquisa no *Google Scholar* forneceu a quantidade final de 45 artigos científicos. Por sua vez, no Repositório SPELL, dos 4 resultados obtidos, apenas 2 foram passíveis de análise, por atenderem aos critérios de inclusão.

Nesse momento, procedeu-se a leitura dos títulos, resumos e palavras-chave dos 47 artigos, buscando evidenciar aqueles que tratavam diretamente de aspectos relacionados à aplicação da tecnologia *blockchain* em alguma área. Após essa etapa, conformou-se o *corpus* empírico de análise, abrangendo um conjunto de 25 artigos científicos. A Tabela 1 apresenta as etapas e os resultados encontrados.

Critérios/etapas	Número de publicações		
	SPELL	Google Scholar	Total
Aplicação do termo de busca	4	177	181
Aplicação dos critérios de exclusão e inclusão	2	45	47
Leitura dos títulos, resumos e palavras-chave, e seleção dos artigos que abordam as aplicações do <i>blockchain</i> em diferentes áreas	2	23	25

Tabela 1. Síntese dos procedimentos e resultados encontrados

Análise e discussões dos resultados

Os artigos que formaram o *corpus* empírico foram publicados entre 2017 e 2019 em periódicos e eventos científicos, permitindo evidenciar 11 áreas de interesse, quais sejam Finanças (FIN), Contratos Inteligentes (CI), Direito (DIR), Governo e Sociedade (GOV/SOC), Saúde (SA), Educação (EDU), Energia Elétrica (ENE), Contabilidade (CONT), Identidade Digital (ID), Jornalismo (JOR) e Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), conforme a Tabela 2.

Ano	FIN	CI	DIR	GOV/SOC	SA	EDU	ENE	CONT	ID	JOR	P&D
2017	2	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
2018	2	3	3	3	1	1	0	0	1	1	1
2019	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0
Total	5	4	4	5	1	1	1	1	1	1	1

Tabela 2. Aplicações do *blockchain* por área e ano de publicação

Nesse contexto, verificou-se que as áreas com maior destaque, segundo as produções científicas produzidas por pesquisadores brasileiros, foram as de Finanças, Contratos Inteligentes, Direito e Governo e Sociedade. A Tabela 3 apresenta uma síntese desses artigos, mediante título, autores e áreas de aplicação.

Áreas de aplicação	Título do Artigo	Autores
FIN	<i>Bitcoin</i> , criptomoedas, <i>blockchain</i> : desafios analíticos, reação dos bancos, implicações regulatórias	Carvalho, Pires, Artioli e Oliveira (2017)
	<i>Blockchain</i> como um fator de mudança na competição e no arranjo econômico de oportunidades	Ciccarino e Araki (2017)
	Tecnologia <i>blockchain</i> : a disrupção na indústria financeira	Miranda e Zuchi (2018)
	Uma proposta para automatizar a gestão pública orçamentária e financeira do Brasil usando o sistema <i>blockchain/bitcoin</i>	Rodrigues, Silva e Codesso (2018)
	Tecnologia <i>blockchain</i> : inovação em pagamentos por serviços ambientais	Sobrinho, Garcia, Maia e Romeiro (2019)
CI	Aplicação da tecnologia <i>blockchain</i> em ambientes corporativos	Lima, Hitomi e Oliveira (2018)
	Uso de <i>blockchain</i> em <i>smart contracts</i> logísticos: uma revisão sistemática	Petroni, Monaco e Gonçalves (2018)
	<i>Blockchain</i> e <i>smart contracts</i> : um estudo sobre soluções para seguradoras	Cardoso e Pinto (2018)
	Validade e eficácia dos “testamentos inteligentes” via tecnologia <i>blockchain</i>	Rocha, Gomes e Mafra (2019)
DIR	O uso da infraestrutura <i>blockchain</i> na realização de negócios jurídicos	Milagre (2018)
	A reconstrução da jurisdição pelo espaço digital: redes sociais, <i>blockchain</i> e criptomoedas como propulsores da mudança	Marinho e Ribeiro (2018)
	<i>Smart contracts</i> baseados em <i>blockchain</i> na cadeia de custódia digital: uma proposta de arquitetura	Petroni e Gonçalves (2018)

	O novo papel da advocacia empresarial: como a tecnologia de <i>blockchain</i> irá complementar de maneira positiva o <i>compliance</i>	Darin e Assumpção (2019)
GOV/SOC	<i>Blockchain</i> e agenda 2030	Denny, Paulo e Castro (2017)
	A equipotência libertária do ciberespaço e a regulação transnacional da cadeia de blocos (<i>blockchain</i>)	Simeão e Varella (2018a)
	A impossibilidade de regulação jurídica nacional do <i>blockchain</i> : rumo a um direito criptográfico?	Simeão e Varella (2018b)
	A segurança da democracia e a <i>blockchain</i>	Silva (2018)
	Um sistema de voto eletrônico baseado em <i>blockchain</i>	Niwa (2019)
SA	Validação do uso da tecnologia <i>blockchain</i> para o tráfego seguro de dados na área da saúde	Lavina (2018)
EDU	A tecnologia <i>blockchain</i> aplicada à educação	Simão, Silva e Paiva (2018)
CONT	Estudo de viabilidade sobre a utilização do <i>blockchain</i> na contabilidade	Migliorini e Rocha (2019)
ENE	Tendências para sistemas <i>microgrids</i> em cidades inteligentes: uma visão sobre a <i>blockchain</i>	Gabrich, Coelho e Coelho (2017)
JOR	De elos bem fechados: o pragmatismo e a semiótica peirceana como fundamentos para a tecnologia <i>blockchain</i> utilizada no combate às <i>fake News</i>	Romanini & Ohlson (2018)
ID	Identificação digital baseada em <i>blockchain</i> : um conceito disruptivo no ciberespaço	Batista, Dias & Silva (2018)
P&D	Tecnologia <i>blockchain</i> : um novo paradigma nas ciências abertas	Cruz <i>et al.</i> (2018)

Tabela 3. Artigos científicos que compuseram o *corpus* empírico de análise

A partir dessa sistematização, segue-se a discussão dos resultados, abordando o modo como o *blockchain* pode ser aplicado nas áreas identificadas, além das vantagens e desvantagens identificadas.

Finanças (FIN)

O estudo de Miranda e Zuchi (2018) apresenta iniciativas disruptivas na indústria financeira. Uma delas está voltada ao desenvolvimento de um protótipo de aplicação baseada em *blockchain*, pelo grupo Blockchain Febraban, visando o compartilhamento de informações seguras entre bancos e clientes por meio de dispositivos móveis. Essas informações alimentam, por exemplo, os sistemas antifraude para constatar se um celular foi roubado, perdido ou furtado. Ademais, outras iniciativas incluem a criação de uma plataforma, pelo Banco Central do Brasil, baseada em *blockchain* para a troca de dados com órgãos reguladores do sistema financeiro e a criação do Sistema Financeiro Digital (SFD), desenvolvido pelos bancos Santander, Banrisul, Sicoob, Caixa Econômica Federal e Banco do Brasil, permitindo que o usuário realize transferências *peer-to-peer* seguras apenas selecionando o contato da agenda telefônica do celular.

Para Ciccarino e Araki (2017), o potencial disruptivo do *blockchain* está, em essência, substituindo a *commoditie* universal do sistema financeiro (o dinheiro) e democratizando o acesso ao financiamento, além de garantir a segurança da transação ao atuar sobre a assimetria de informação. No entanto, a falta de regulação pode criar brechas para fraudes, considerando também o tempo de legitimação da nova tecnologia no tocante à compreensão do seu valor por parte dos usuários e à percepção de segurança.

Por outro lado, Sobrinho *et al.* (2019) apresentam a possibilidade de criar esquemas do chamado Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), que pressupõem a compensação econômica aos provedores de bens e serviços ecossistêmicos, apoiados no uso de moedas complementares e na tecnologia *blockchain*. A pesquisa discute acerca de uma proposta de gestão para uma bacia hidrográfica e aponta como vantagens principais do uso de um sistema PSA baseado em *blockchain*: a independência dos recursos monetários frente ao sistema bancário e setor público; a existência de fonte alternativa monetária isenta a crises econômicas; a promoção da integração da comunidade local; e o estímulo ao desenvolvimento da economia local integrada ao sistema. O que abre, assim, múltiplas possibilidades para a criação de criptomoedas para financiar atividades que levem à conservação dos recursos hídricos e a revitalização de bacias hidrográficas. Já o principal desafio se debruça sobre a assimilação da ideia pelos diferentes *stakeholders*.

Rodrigues *et al.* (2018) propuseram, em seu estudo, o emprego do sistema de pagamento eletrônico *Bitcoin* para automatizar a gestão pública orçamentária e financeira do Brasil. Concluíram, favoravelmente, sobre a contribuição da robustez tecnológica para a área financeira e presumiram a diminuição significativa da burocracia e o aumento da eficácia. Dentre os benefícios possibilitados por essa automatização, pode-se elencar: maior nível de transparência; divulgação facilitada de relatórios de gestão; exercício de controle mais eficaz; e maior simetria da informação entre os servidores e a própria gestão.

Tendo em vista a gama de possibilidades de aplicações nessa área, a Tabela 4 apresenta uma síntese.

Finanças (FIN)	
Aplicações	Emprego do sistema de pagamento eletrônico <i>Bitcoin</i> para automatizar a gestão pública orçamentária e financeira do Brasil.
	Criação de esquemas de PSA apoiados no uso de moedas complementares e tecnologia <i>blockchain</i> .
	Criação de protótipo <i>blockchain</i> para compartilhamento de informações de segurança sobre dispositivos móveis na relação entre bancos e clientes.
	Criação de plataformas baseadas em <i>blockchain</i> para troca de dados com órgãos reguladores do sistema financeiro.
	Criação de sistemas SFD, no qual o usuário pode fazer transferências seguras apenas selecionando o contato da agenda telefônica do celular.
Vantagens	Redução de custos para clientes e instituições financeiras; Eficiências nas operações de transação; Diminuição da burocracia; maior nível de transparência; Divulgação facilitada de relatórios; Controle mais eficaz; Democratização do acesso ao financiamento; Garantia de segurança das transações; Criação de oportunidades de novos negócios.
Desvantagens	Possibilidade de fraudes devido à atual falta de regulação; Falta de confiança por parte dos usuários, dada a emergência da tecnologia.

Tabela 4. Aplicações, vantagens e desvantagens do *blockchain* no setor de Finanças

Contratos Inteligentes (CI)

Para Petroni, Monaco e Gonçalves (2018), o *blockchain* possui grande potencial para ser aplicado em operações logísticas por meio de contratos inteligentes, controlando a produção e aumentando a produtividade. Cardoso e Pinto (2018) também apontam que as características do *blockchain* podem trazer benefícios para as seguradoras, que lidam com documentos e contratos diversos. Ressalta-se que, no Brasil, já existem empresas que oferecem serviços de autenticação, registro, contratos inteligentes e arquivamento de documentos baseados nessa tecnologia. Ademais, os *smart contracts* podem facilitar a realização de transações entre organizações e pessoas, a exemplo de escritórios de advocacia, imobiliárias, cartórios de registros, entre outras empresas no tocante ao uso de contratos.

Rocha *et al.* (2019) abordam uma categoria de contratos inteligentes denominada “testamentos inteligentes” e analisam a sua viabilidade jurídica. Constatou-se que o *blockchain* parece ter o potencial de alterar um cenário onde os testamentos particulares caíram em desuso, especialmente considerando que a possibilidade de adulteração de um documento registrado em *blockchain* é quase inexistente. Nessa direção, Lima *et al.* (2018) constataram que os contratos inteligentes automatizam processos e reduzem custos ao remover intermediários responsáveis. É uma tecnologia com capacidade de substituir o modo atual de troca de informações, visto que sua complexidade e potencial de adaptabilidade assegura privacidade, transparência, rastreabilidade, acessibilidade e confiança.

Direito (DIR)

O *blockchain* apresenta um leque de possibilidades de aplicações para a área jurídica, envolvendo a digitalização de documentos/contratos e prova de propriedade para transferências, comprovante de propriedade de conteúdo digital, digitalização de incorporações de empresas, transferência de capital/propriedade e governança, proteção aos direitos autorais e à propriedade intelectual a prova de autenticidade de conteúdo Web e afins. Além disso, existe uma tendência em aplicações jurídicas nas áreas de proteção à propriedade intelectual e registro de documentos (Milagre, 2018).

A pesquisa de Marinho e Ribeiro (2018) discute sobre o modelo distribuído de dados e a lógica do *blockchain* como alternativa ao modelo estatal atual de geração de confiança entre os membros de uma relação jurídica. A inviabilidade técnica de alteração dos registros gravados na cadeia de blocos pode ser um instrumento gerador dessa confiança. Desse modo, apesar de não se tratar de um substituto do Estado propriamente dito, essa alternativa pode reconstruir a ideia de jurisdição e sua dependência em relação ao próprio Estado e a noção de territorialidade.

Em consonância, Petroni e Gonçalves (2018) apontam, dentre os benefícios trazidos pelo *blockchain* para a área do direito, a possibilidade de execução dos processos numa plataforma distribuída, parcimoniosa e descentralizada com possibilidade de reunir quaisquer questões processuais (cíveis, criminais e trabalhistas) nas diferentes esferas (municipais, estaduais e federais) em um ambiente seguro.

Já Darin e Assumpção (2019) enfatizam a utilização do *blockchain* no ramo do direito empresarial, otimizando-o para assegurar maior segurança dos dados, enquanto elemento fundamental. Ao serem sistematizados de forma simultânea e interligada, a tecnologia *blockchain* e o direito empresarial possuem grande potencial para a viabilização do compartilhamento de informações de forma transparente e segura, otimizando as relações contratuais e facilitando o próprio gerenciamento das relações pré-existentes.

Governo e Sociedade (GOV/SOC)

Uma das principais vantagens de cunho social do *blockchain* é o fato de possibilitar que agências governamentais, em diferentes partes do mundo, possam rastrear, simultaneamente, os montantes acerca de pagamentos de assistência social, transferências humanitárias e subsídios, mitigando o risco de fraudes. Além de tornar as operações governamentais mais eficientes, o uso do *blockchain* pode favorecer a transformação da relação entre cidadãos e Estados, no tocante às possibilidades de participação direta e controle social dos indivíduos por meio de serviços públicos comunitários. Por outro lado, desvantagens podem ser observadas como a baixa compreensão da tecnologia, o que dificulta a escalabilidade, privacidade e confidencialidade, demandando cooperação de uma maior quantidade de especialistas focados, entre outras coisas, na regulação e políticas públicas (Denny *et al.*, 2017).

Nessa rota, Simeão e Varella (2018a) apontam como uma das vantagens mais expressivas do *blockchain* o fato de se situar em um ciberespaço, onde os usuários podem contar com uma certa proteção contra a subordinação política, usufruindo de liberdade para realizar contratações e negociações sem que tais processos sejam regulados pelo Estado. Em contrapartida, uma desvantagem reside na garantia do anonimato, que, embora seja também vantajoso para os usuários, favorece o surgimento de práticas ilícitas, principalmente, no que diz respeito à movimentação financeira. Em outra pesquisa, Simeão e Varella (2018b) voltam a apontar para os riscos estruturais e finalísticos no tocante à cadeia de blocos, relacionados com ataques de *hackers*, defeitos de armazenamento de informação, ilícitudes pelo anonimato propiciado pela rede criptográfica e garantia de manutenção das condições iniciais do sistema, emergindo na necessidade de regulação para além das normas costumeiras criadas pelas bases técnicas do *blockchain*.

Niwa (2019) demonstrou a possibilidade de implementação e teste de um sistema de votação eletrônico baseado em *blockchain*, com código livre, o que faz com que tanto o código como a base de votos possam ser auditados por qualquer um. Constatou-se diversas melhorias, se comparado ao sistema de urna eletrônica utilizado no Brasil, como: transmissão instantânea dos votos por rede e armazenamento na cadeia de blocos, evitando adulterações; acompanhamento e controle compartilhado mediante consenso pelos “nós”; e privacidade na auditoria dos votos. Silva (2018) também aborda a temática sob a perspectiva dos benefícios que a tecnologia poderia trazer ao processo eleitoral brasileiro, apresentando pontos de vista técnicos referentes à imutabilidade dos dados.

Saúde (SA)

Para Lavina (2018), que pesquisou a aplicação do *blockchain* na área da saúde, a tecnologia pode viabilizar a criação de uma base pública com dados de diferentes pacientes. Esse banco de dados descentralizado pode permitir que todos os participantes mantenham uma troca segura de dados consoante a um processamento em tempo real e estrutura distribuída para identidades digitais dos pacientes, usando identificadores privados e públicos protegidos por criptografia.

Nessa direção, Lavina (2018) elencou, por um lado, alguns benefícios mediante à utilização da tecnologia *blockchain* em atividades da área de saúde, como: integração dos dados e registros atualizados dos

pacientes fornecidos por diferentes profissionais da saúde, cabendo ao paciente, em uma consulta médica por exemplo, apenas liberar o acesso à cadeia de blocos ao profissional; e compartilhamento dos dados existentes no *blockchain* para atividades de pesquisa sobre doenças, causas e tratamentos, assim como para fins estatísticos. Por outro lado, dentre as desvantagens, estão a infraestrutura imatura, onde grande parte da tecnologia *blockchain* ainda é experimental; os elevados custos de desenvolvimento; e as restrições de escalabilidade em termos de *tradeoff* para o tempo de processamento das transações.

Educação (EDU)

Simão *et al.* (2018) estudaram a possibilidade de utilização do *blockchain* no âmbito educacional, tendo como argumento os casos de fraude em históricos escolares e diplomas, frequentemente noticiados na mídia. Desse modo, além de mitigar os problemas supracitados, os alunos poderiam acessar esses documentos sem a necessidade de se locomoverem, por vezes, para outras cidades. Cabendo, nesse caso, à instituição de ensino disponibilizar o acesso ao estudante, mediante a solicitação. Ou seja, ao mesmo tempo em que soluciona o problema da locomoção dos alunos, a instituição reduziria o tempo de entrega de históricos escolares e permitiria que a consulta pudesse ser feita de forma mais segura, além da redução custos com a emissão de históricos escolares.

Contabilidade (CONT)

Ao pesquisar acerca da utilização do *blockchain* no campo contábil, Migliorini e Rocha (2019) constataram que os impactos dessa tecnologia envolvem aspectos como: registros contábeis inalteráveis, permitindo que as informações sejam vistas, mas não copiadas, alteradas ou excluídas; redução de erros, mediante à validação das informações pelos “nós”; e contabilidade em tempo real, com informações permanentes, atualizadas instantaneamente e visíveis publicamente, permitindo aos usuários verificar e auditar as informações de forma descentralizada. Porém, embora seja verificada aplicabilidade da tecnologia em atividades contábeis, é necessário que se inicie um movimento gradual, partindo dos próprios profissionais, já que, conforme os dados da pesquisa de Migliorini e Rocha (2019), existe um baixo nível de conhecimento acerca do *blockchain*. Ademais, é preciso o desenvolvimento de legislações que regulem o seu uso.

Energia Elétrica (ENE)

Gabrich *et al.* (2017) abordam o *blockchain* sob o ponto de vista de seu potencial de utilização para aperfeiçoar o modelo atual de comercialização de energia elétrica no Brasil. Os autores explicam que novas soluções baseadas em *blockchain* estão sendo desenvolvidas para permitir que os consumidores finais de energia elétrica participem de forma ativa desse mercado, saindo de uma posição passiva de simples consumidores para uma posição mais atuante no tocante à comercialização da energia gerada a fim de se obter lucro. Entretanto, ressalta-se que a viabilidade do uso dessa tecnologia no mercado de energia elétrica depende de algumas considerações, como a formulação das tarifas a serem praticadas, visto que os tributos presentes, atualmente, devem ser reavaliados para esse cenário, e uma redefinição do papel dos agentes distribuidores, uma vez que a interação *peer-to-peer* e precisa de uma padronização.

Jornalismo (JOR)

No cenário jornalístico, uma das mais desafiadoras ameaças na atualidade é a disseminação de *Fake News*, ou notícias falsas. Nesse cenário, Romanini e Ohlson (2018) realizaram uma pesquisa abordando o uso da tecnologia *blockchain* como alternativa para mitigar essa ameaça. A abordagem está relacionada à possibilidade de verificação da origem de uma informação e sua veracidade, uma vez que o registro da cadeia de blocos é irrefutável. A promessa de eliminação de organizações intermediárias e a transferência da confiança para a própria tecnologia materializa essa aplicação mediante o consenso de uma comunidade científica em rede. Conforma-se uma nova oportunidade para os jornalistas e demais profissionais de comunicação, para o resgate da disseminação da veracidade nos veículos de comunicação.

Identidade Digital (ID)

Batista *et al.* (2018) trazem o conceito de identidade digital, o qual é construído com a participação, direta ou indireta, do usuário na internet, em diversos sites disponíveis e por meio de fornecimento de dados pessoais para a criação de perfis de usuários para acesso aos conteúdos e serviços. Dentro desse contexto, a utilização do *blockchain* parece ser uma proposta promissora para solucionar os desafios encontrados

pela identidade digital, possuindo o potencial de revolucionar a maneira de fazer negócios de uma forma eficiente e segura. Em um cenário onde a criação de uma identidade digital única se torna necessária, a tecnologia *blockchain* surge como alternativa para assegurar a confiabilidade das transações sem a necessidade de autoridades centrais.

Pesquisa e Desenvolvimento (P&D)

Por fim, a tecnologia *blockchain* tem características que podem ajudar a resolver alguns dos problemas da gestão de dados científicos, tais como a forma multifacetada de sua gestão, onde cada fase do ciclo de vida necessita de uma tecnologia ou método para ser aplicado. Por meio do *blockchain*, pode-se envolver todo o ciclo de dados de forma descentralizada, desde a criação, o gerenciamento, o armazenamento, a publicação e o reuso (Cruz *et al.*, 2018).

Assim, pode-se afirmar que as vantagens geradas pela tecnologia nas suas diferentes áreas de aplicação são otimizadas, ainda que a tecnologia apresente algumas desvantagens, como visto nos casos apresentados nesta investigação e que necessitam de maior aprofundamento, consoante suas particularidades.

Conclusão

Após a análise acerca das principais aplicações da tecnologia *blockchain* mediante a revisão sistemática da produção científica brasileira, foi possível observar uma prevalência inequívoca das publicações relacionadas às áreas de Finanças, Contratos Inteligentes, Direito e Governo e Sociedade. O fato de áreas não, necessariamente, associadas à tecnologia terem fornecido números significativos de publicações envolvendo o *blockchain*, pode ser entendido como um aspecto promissor sobre o tema, ao apresentar a possibilidade de abordagem sob diferentes aspectos, o que enfatiza a pluralidade de aplicações da tecnologia de forma transversal.

As contribuições dos artigos científicos analisados para compreensão da aplicação da tecnologia englobam tanto a caracterização de oportunidades e desafios para sua implementação como as diferentes possibilidades em áreas em que o *blockchain* tem sido utilizado ou apresenta potencial de uso.

Há uma concordância nos artigos investigados acerca da ênfase de que a oportunidade do *blockchain*, entre outras, reside na confiança e segurança que a tecnologia permite aos usuários, frente a sistemas tradicionais marcados por fraudes e burocracias excessivas. Ademais, é perceptível que o *blockchain* embarra em desafios relacionados aos poucos estudos, que dificultam a sua compreensão e legitimação, além dos investimentos na área, para que seja possível romper com a relutância dos potenciais usuários e promover o amadurecimento da tecnologia, com posterior disseminação nos mais diferentes sistemas e serviços.

Agendas de pesquisas internacionais para o uso geral do *blockchain* são propostas por Lindman, Tuunainen e Rossi (2017), assim como por Hughes *et al.* (2019), analisando tendências e pontos de interesse para pesquisas futuras.

Conclui-se que a diversidade de aplicações é confirmada pela variedade de proposições de agendas de pesquisas encontradas para uso do *blockchain* em diferentes campos e ainda de forma geral. Essas agendas propõem a necessidade de refinamento conceitual no tratamento metodológico do tema, tendo em vista que a variedade de campos pode levar a diferentes técnicas de pesquisa e compreensão do fenômeno de acordo com o objeto de estudo escolhido, ressaltando ainda o desenvolvimento contínuo atual da tecnologia.

A fim de fornecer possíveis direcionamentos consoante as lacunas percebidas, sugere-se a realização de pesquisas futuras sobre temas em potencial ainda pouco explorados, como apontados neste estudo, como: Logística e cadeia de suprimentos, visto que a tecnologia auxiliaria na inserção de informações em tempo real e traria maior confiabilidade ao processo; Saúde e assistência médica, frente aos desafios dos hospitais e redes de saúde no Brasil, principalmente, sobre a gestão e registro do histórico e dados dos pacientes; Segurança Pública, com o uso do *blockchain* para obter maior eficiência na análise de evidências e provas em processos criminais, promovendo a cooperação interorganizacional e maior confiabilidade para a população; Eleições, por meio de estudos exploratórios e comparativos sobre o uso da tecnologia a nível nacional e internacional; e *E-commerce*, no tocante aos aspectos da pandemia (COVID-19) que estimularam o uso do *blockchain*. Desse modo, constata-se que as aplicações e suas vantagens são várias, existindo, portanto, outras áreas demandantes, o que suscita a iniciativa de outros estudos.

Referências

- Batista, A. O. A., Dias, E. R. B., and Silva, M. B. 2018. "Identificação digital baseada em blockchain: um conceito disruptivo no ciberespaço," in *V Simpósio Internacional de Inovação em Mídias Interativas*, Goiânia.
- Cardoso, J. A. A., and Pinto, J. S. 2018. "Blockchain e smart contracts: um estudo sobre soluções para seguradoras," In *II Congresso de Gestão, Negócios e Tecnologia da Informação*, Aracaju.
- Carvalho, C. E., Pires, D. A., Artioli, M., and Oliveira, G. C. 2017. "Bitcoin, criptomoedas, blockchain: desafios analíticos, reação dos bancos, implicações regulatórias," *Centro de Liberdade Econômica Mackenzie*, São Paulo.
- Casino, F., Dasaklis, T., and Patsakis, C. 2019. "A systematic review of blockchain based applications: Current status, classification and open issues," *Telematics and Informatics*, (36:1), pp. 55-81.
- Ciccarino, I., and Araki, M. E. 2017. "Blockchain como um fator de mudança na competição e no arranjo econômico de oportunidades," In *XX Seminários em Administração (SEMEAD)*, São Paulo.
- Crosby, M., Nachiappan, Pattanayak, P., Verma, S., and Kalyanaraman, V. 2016. "Blockchain Technology: beyond Bitcoin," *Applied Innovation Review*, (2:1), pp. 8-19.
- Cruz, J. C., Silva, V. F., Dias, G. A., Barroso, P. A. L., Llarena, M. A. A., Araújo, D. G., and Silva, F. M. 2018. "Tecnologia blockchain: um novo paradigma nas ciências abertas," In *XIX Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação*, Londrina.
- Darin, L. E. C., and Assumpção, M. B. 2019. "O novo papel da advocacia empresarial: como a tecnologia de blockchain irá complementar de maneira positiva o compliance," *Revista Percurso* (28:1), pp. 325-340.
- Denny, D. M. T., Paulo, R. F., and Castro, D. 2017. "Blockchain e agenda 2030," *Revista Brasileira de Políticas Públicas* (7:3), pp. 122-141.
- Forbes. 2019. "Blockchain 50: billion dólar babies," <https://www.forbes.com/sites/michaeldelcastillo/2019/04/16/blockchain-50-billion-dollar-babies/#45be510257cc>.
- Fernandes, J. L. N. 2018. "Redução do custo de transação: a tecnologia blockchain e a confiança subjacente aos processos organizacionais," In *XII Congresso UFPE De Ciências Contábeis*, Recife.
- Gabrich, Y., Coelho, I. M., and Coelho, V. N. "Tendências para sistemas microgrids em cidades inteligentes: uma visão sobre a blockchain," In *XLIX Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional*, Blumenau.
- Gupta, M. 2018. "Blockchain for dummies" New Jersey: John Wiley & Sons.
- Hughes, L., Dwivedi, Y., Misra, S., Rana, N., Raghavan, and V., Akella, V. Blockchain research, practice and policy: Applications, benefits, limitations, emerging research themes and research agenda. *International Journal of Information Management*, v. 9, pp. 114-129, 2019.
- João, B. N. 2018. "Blockchain e o Potencial de Novos Modelos de Negócios: Um Mapeamento Sistemático," *Revista de Gestão e Projetos*, (9:3), pp. 06-13.
- Lavina, M. E. 2018. "Validação do uso da tecnologia blockchain para o tráfego seguro de dados na área da saúde," Monografia de Especialização em Gestão de Segurança da Informação. Universidade do Sul de Santa Catarina.
- Lima, B. H. N., Hitomi, F. A. C., and Oliveira, G. S. 2018. "Aplicação da tecnologia blockchain em ambientes corporativos," *Revista Fasci-tech*, (13:1), pp. 6-13.
- Lindman, J., Rossi, M., and Tuunainen, V. Opportunities and risks of blockchain technologies in payments – a research agenda. *Proceedings of the 50th Hawaii International Conference on System Sciences*, pp. 1533-1542, 2017.
- Marinho, M. E. P., and Ribeiro, G. F. 2017. "A reconstrução da jurisdição pelo espaço digital: redes sociais, blockchain e criptomoedas como propulsores da mudança," *Revista Brasileira de Políticas Públicas*, (7:3), pp. 143-157.
- Miranda, J. C., and Zuchi, J. D. 2018. "Tecnologia blockchain: a disrupção na indústria financeira," *Revista Interface Tecnológica*, (15:2), pp. 457-469.
- Migliorini, I. B., and Rocha, E. 2019. "Estudo de viabilidade sobre a utilização do blockchain na contabilidade," *Café*, (2:1), pp. 99-111.
- Milagre, J. A. 2018. "O uso da infraestrutura blockchain na realização de negócios jurídicos," In *The Tenth International Conference on Forensic Computer Science and Cyber Law*, São Paulo.
- Momo, F., Schiavi, G., Behr, A., and Lucena, P. 2019. "Business Models and Blockchain: what can change?," *RAC, Maringá*, (23:2), pp. 228-248.
- Mougayar, W. 2017. "Blockchain para negócios," Rio de Janeiro: Alta Books.
- Nakamoto, S. 2008. "Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System," <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>.

- Niwa, H. 2019. “Um sistema de voto eletrônico baseado em blockchain,” In *XIX Simpósio de Pesquisa Operacional e Logística da Marinha*, Rio de Janeiro.
- Petroni, B. C. A., and Gonçalves, R. F. 2018. “Smart contracts baseados em blockchain na cadeia de custódia digital: uma proposta de arquitetura,” In *The Tenth International Conference on Forensic Computer Science and Cyber Law*, São Paulo.
- Petroni, B. C. A., Monaco, E., and Gonçalves, R. F. 2018. “Uso de blockchain em smart contracts logísticos: uma revisão sistemática,” *South American Development Society Journal*, (4:1), pp. 63-81.
- Rocha, L. S. M., Gomes, F. F., and Mafra, T. C. M. 2019. “Validade e eficácia dos “testamentos inteligentes” via tecnologia blockchain,” *Revista Scientia Iuris*, (23:1), pp. 63-80.
- Rodrigues, C. K. S., Silva, P. C., and Codesso, M. 2018. “Uma proposta para automatizar a gestão pública orçamentária e financeira do Brasil usando o sistema blockchain/bitcoin,” *Revista de Sistemas e Computação*, (8:2), pp. 315-329.
- Romanini, A. V., and Ohlson, M. P. 2018. “De elos bem fechados: o pragmatismo e a semiótica peirceana como fundamentos para a tecnologia blockchain utilizada no combate às fake News,” *Revista Comunicare*, (18:2), pp. 61-72
- Silva, M. P. 2018. “A segurança da democracia e a blockchain,” *Revista Projeção, Direito e Sociedade*, (9:1), pp. 119-138.
- Simeão, A. O. and Varella, M. D. 2018a. “A equipotência libertária do ciberespaço e a regulação transnacional da cadeia de blocos (blockchain),” *Revista de Direitos e Garantias Fundamentais*, (19:3), pp. 99-126.
- Simeão, A. O. and Varella, M. D. 2018b. “A impossibilidade de regulação jurídica nacional do blockchain: rumo a um direito criptográfico?” *Revista Direitos Culturais*, (13:31), pp. 43-70.
- Simão, G. F., Silva, G. G., and Paiva, L. F. 2018. “A tecnologia blockchain aplicada à educação,” In *XII Encontro de Tecnologia*, Uberaba.
- Sobrinho, R. P., Garcia, J. R., Maia, A. G., and Romeiro, A. R. 2019. “Tecnologia blockchain: inovação em pagamentos por serviços ambientais,” *Estudos Avançados*, (33:95), pp. 151-176.
- Swan, M. 2015. “*Blockchain: Blueprint for a new economy*,” Sebastopol: O’Reilly.
- Tapscott, D., and Tapscott, A. 2016. “Blockchain Revolution: Como a tecnologia por trás do Bitcoin está mudando o dinheiro, os negócios e o mundo,” São Paulo: SENAI.
- Ulrich, F. 2014. “*Bitcoin: a moeda na era digital*,” São Paulo: Instituto Ludwig von Mises Brasil.