

REVISÃO SISTEMÁTICA: DESIGN SCIENCE RESEARCH PARA ESTUDOS SOBRE BLOCKCHAIN

DÊNIS ALVES RODRIGUES

ESCOLA DE ADMINISTRAÇÃO DE EMPRESAS DE SÃO PAULO (FGV-EAESP)

EDUARDO HENRIQUE DINIZ

ESCOLA DE ADMINISTRAÇÃO DE EMPRESAS DE SÃO PAULO (FGV-EAESP)

Agradecimento à órgão de fomento:

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

REVISÃO SISTEMÁTICA: *DESIGN SCIENCE RESEARCH* PARA ESTUDOS SOBRE *BLOCKCHAIN*

RESUMO

Uma recente tecnologia está sendo apropriada em novos processos, gerando novos artefatos de TI, trata-se da blockchain, uma nova infraestrutura digital. Assim, é importante compreender quais são esses novos artefatos. Colaborando para preencher este gap de pesquisa, este artigo faz uma revisão sistemática da literatura sobre pesquisas que adotam o paradigma da *Design Science Research* (DSR) para estudar fenômenos (artefatos de TI) que utilizam blockchain. A opção por analisar especificamente os casos que adotam a DSR é que este paradigma foca no artefato e processos envolvidos, além de estar sendo cada vez mais adotado pela área de Administração da Informação (ADI). Com isto, a pesquisa gera conhecimento sobre o caminho que está sendo trilhado na adoção da blockchain, bem como apontando possibilidades e necessidades de pesquisas, ou seja, compreende o passado e ajuda a esboçar o futuro, além de mostrar um processo de exaptação da tecnologia, ressaltando várias oportunidades e necessidades (gap) de pesquisas.

Palavras-chave

Blockchain, Design Science Research, Revisão sistemática de literatura

INTRODUÇÃO

A tecnologia blockchain foi desenvolvida inicialmente como a infraestrutura digital da criptomoeda Bitcoin (Cong & He, 2019; Nakamoto, 2008), porém, ela começou a ser utilizada e adaptada para outros processos, ou seja, desenvolve-se várias outras possibilidades para seu uso, como pode ser visto em Ølnes, Ubacht e Janssen (2017) e em Atzori (2017).

Como exemplo dos novos artefatos de TI que estão sendo desenvolvidos tendo como base as características e funcionalidades da blockchain tem-se os contratos inteligentes (Cong & He, 2019; Luciano, 2018), controle de identidade (Sullivan & Burger, 2017), formas de administração de energia elétrica (*smart grid*) (Mengelkamp, Notheisen, Beer, Dauer, & Weinhardt, 2018), moedas sociais digitais (Diniz, Siqueira & Heck, 2018), entre outros.

Considerando que este fenômeno é relativamente recente, principalmente para a área de Administração da Informação (ADI), evidencia-se a necessidade de sua melhor compreensão, também quanto aos novos artefatos que são desenvolvidos e como estão sendo utilizados, contribuindo com a expansão do conhecimento para a área.

Assim, esta revisão sistemática de literatura, apoiada na proposta de Webster e Watson (2002), explica as formas de adoção da blockchain, tecnologia dita disruptiva (Hawlitschek, Notheisen & Teubner, 2018; Atzori, 2017), dentro da área de ADI, a partir de pesquisas que utilizem o paradigma da *Design Science Research* (DSR), por entender que tal paradigma é útil para a compreensão de artefatos e seus respectivos processos,

ou seja, sua aplicação, a qual é focada em resolver problemas relevantes (Hevner, March, Park, & Ram, 2004; Baskerville, Kaul, & Storey, 2015; Dresch, Lacerda, & Antunes, 2015).

A premissa deste trabalho é que o crescimento das pesquisas que envolvam blockchain permitem uma análise atualizada explicando este processo de sua utilização em diversas áreas. Portanto, o gap de pesquisa que este trabalho ajuda a preencher é uma organização sistemática sobre as pesquisas que utilizam o DSR para estudar blockchain, com isto, os resultados da análise focam em questões relacionados ao artefato e seus respectivos processos, o que contribui para organização e geração de conhecimento do *design* para ADI.

É válido reforçar que embora já se tenha revisões sistemáticas que envolvam o tema blockchain, este trabalho colabora com o preenchimento de um gap mais específico, que é compreender o processo de exaptação da tecnologia, mostrando suas especificidades e comparando com a pesquisa de Yli-Huumo, Ko, Choi, Park e Smolander (2016), a qual versa sobre estudos envolvendo a blockchain. Assim, tratando-se de um tema emergente, uma inovação digital, o fenômeno é importante para várias disciplinas, como MIS (ADI) (Hevner, Brocke, & Maedche, 2019).

Por fim, os resultados apontam para o processo de exaptação da tecnologia, sendo, portanto, adotada em vários outros processos, como na área de *Supply Chain Management*, Financeira, Saúde e Energia, além de ainda ser pouco explorada em outras, como Governo, de forma comparativa. Todavia, a grande maioria das pesquisas ainda possuem o foco em delimitar o problema a ser resolvido e modelar (alto grau de abstração) o sistema baseado em blockchain, ou seja, pouco foco em implantação, avaliação do artefato ou mesmo criação de teorias do *design*.

BLOCKCHAIN: UMA DOSE HOMEOPÁTICA

Blockchain é um artefato de TI (Hawlitschek et al., 2018), portanto, é algo que possui uma existência material, como um objeto artificialmente produzido, inclusive podendo ser uma instância, com base nas definições de artefato de Gregor e Hevner (2013) e Hevner et al. (2004).

O referido artefato é uma nova infraestrutura digital que foi utilizada inicialmente para suportar a criptomoeda Bitcoin (Cong & He, 2019; Luciano, 2018; Friis & Glaser, 2018; Nakamoto, 2008). O Bitcoin permite realizar transações econômicas usando uma moeda digital e suas frações. Porém, ela não se utiliza de um intermediário para dar confiança às respectivas transações que ocorrem em sua plataforma, o que seria, por exemplo, uma das funções das instituições financeiras (exemplo: bancos). Além disto, as transações realizadas no Bitcoin propiciam o anonimato dos usuários e garante a segurança da rede através de suas funcionalidades (Yli-Huumo et al., 2016).

Para atingir estes objetivos o artefato original (Bitcoin) foi construído de forma descentralizada (Cong & He, 2019; Hawlitschek et al., 2018; Luciano, 2018; Yermack, 2017), funcionando como um sistema (rede) ponto-a-ponto (P2P) (Liang, Li, & Zeng, 2018; Luciano, 2018; Yli-Huumo et al., 2016), reforçando a questão de não se ter um intermediário para dar confiança.

O artefato também se utiliza de outras funcionalidades, tais como: criptografia; publicidade das transações, a qual ocorre através de sua base de dados (*public ledger*); validação das transações (*proof-of-work*); e a mineração, esta que consiste na retribuição

na respectiva criptomoeda pelo esforço computacional utilizado para validar as transações que ocorrem em sua plataforma (Cong & He, 2019; Paiva, Garcia, Maia, & Romeiro, 2019; Hawlitschek et al., 2018; Luciano, 2018; Mengelkamp et al., 2018; Risius & Spohrer, 2017; Glaser, 2017; Marinho & Ribeiro, 2017; Yli-Huumo et al., 2016). Estas funcionalidades geram um sistema que busca a confiança entre os pontos (atores) da rede no uso de uma moeda digital (criptomoeda).

As transações na blockchain são armazenadas por meio de um *hash* digital (*timestamp*) (Liang et al., 2018; Paiva et al., 2019; Luciano, 2018; Yli-Huumo et al., 2016) e passam a compor a base de dados (*public ledger*). Os *hash* gerados são criptografados, visando maior segurança à rede (Hawlitschek et al., 2018; Glaser, 2017; Yli-Huumo et al., 2016).

Embora seja adequado conhecer as características da blockchain do Bitcoin, é importante ter em mente que ela pode e deve ser adaptada para outras aplicações, como verificado nos casos governamentais em Ølnes et al. (2017) e em Sullivan e Burger (2017), em comunidades de moedas sociais digitais (Diniz et al., 2018a; Diniz, Cernev, Daneluzzi & Rodrigues, 2018), ou, por fim, vinculados mercados de energia locais (*smart grid*) (Mengelkamp et al., 2018).

Como exemplo de adaptação de funcionalidades da tecnologia, tem-se a validação de transações, que tem passado por processos de melhoria e adequação, sendo desenvolvidos novos mecanismos de consenso, como a Prova de Participação (PoS) ou a *Delegated Proof of Stake* (DPoS) (Paiva et al., 2019), entre outros (Cong & He, 2019).

Neste contexto, compreender os novos artefatos (funcionalidades, características, processos e problemas que os novos artefatos procuram resolver) se torna relevante para entender as formas como está se desenvolvendo (variações), sendo adaptado e apropriado em diferentes contextos.

POR QUE USAR A *DESIGN SCIENCE RESEARCH*?

O paradigma da *Design Science Research* (DSR) se apoia nos trabalhos de Simon sobre a ciência do artificial (Barzelay, 2018; Goldkuhl, 2016; Medeiros, Dantas, & Ramos, 2016; Fedorowicz & Dias, 2010; Aken & Romme, 2009; Gregor & Jones, 2007) e é um paradigma de pesquisa que foca na compreensão de um artefato (algo artificial) e os processos que estão envolvidos em seu uso, todavia, este artefato deve ser construído ou desenvolvido para resolver um problema relevante (Baskerville et al., 2018; Baskerville et al., 2015; De Sordi, Carvalho, & Sanches, 2011; Aken & Romme, 2009; Hevner et al., 2004).

Por suas características, a DSR aproxima a teoria da prática (Dresch et al., 2015), o que tem levado a sua adoção na área de administração da informação (ADI) (Goldkuhl, 2016), por exemplo. Porém, este crescimento na adoção da DSR não está sendo replicado automaticamente nas pesquisas brasileiras (De Sordi, Carvalho, & Meireles, 2015; De Sordi et al., 2011), o que reforça a necessidade de sua maior compreensão e análise.

A DSR pode, para além de descrição ou criação de um novo artefato, conduzir à geração de conhecimento científico para uma determinada área, lidando, por exemplo, com as dualidades, que são: a) conhecimento do *design* x conhecimento científico e b) conhecimento nomotécnico x conhecimento ideográfico (Baskerville et al., 2015), ou seja, é possível não só o conhecimento ou desenvolvimento do artefato em si, mas também a

geração de teoria e a expansão dos conhecimentos nas áreas envolvidas (Goldkuhl, 2016; Sein, Henfridsson, Purao, Rossi, & Lindgren, 2011; Aken & Romme, 2009), porém, isto irá depender dos objetivos e estruturação da pesquisa.

Ainda, nesta linha, tem-se que a proposta pode tornar-se mais abstrata e mais geral tornando a rede de conhecimento mais abrangente, com uma delimitação mais clara (Gregor & Hevner, 2013).

Vários métodos podem ser utilizados para as pesquisas que adotem o DSR, como demonstra a análise dos trabalhos de Santos et al. (2018), Goldkuhl (2016), Baskerville et al. (2015), Sein et al. (2011), Aken e Romme (2009), entre outros (Dresch et al., 2015), embora eles tenham questões em comum, como a preocupação com a revisão de literatura, definição do problema e do artefato, e comunicação dos achados, por exemplo (Medeiros, Dantas, & Ramos, 2016).

É importante compreender que os modelos de DSR evoluíram, conforme casos citados, de modelos mais focados no artefato, respectivos processos e a resolução exclusiva do problema ao qual está vinculado, para modelos que considerem contextos (Goldkuhl, 2016), como organizações e governo, construindo propostas voltadas para construção e geração de conhecimento (Goldkuhl, 2016; Fedorowicz & Dias, 2010; Sein et al., 2011), cultivando, portanto, uma relação de recursividade entre a teoria, métodos e artefato.

Além desta orientação para a aplicação do método, o que por si já é relevante para a área de ADI (artefato, processo e problema relevante a ser resolvido), a literatura sobre DSR está suficientemente desenvolvida para permitir análises mais complexas, tais como uma revisão sistemática ou mesmo a geração de conhecimento, como já discutido anteriormente.

Podendo contribuir, portanto, para uma classificação adequada das formas de adoção de DSR em pesquisas da área de ADI. Assim, tem-se as propostas de Gregor e Hevner (2013) sobre os tipos de contribuições de conhecimento DSR: invenção (novas soluções para novos problemas), melhoria (novas soluções para problemas conhecidos), exaptação (soluções conhecidas adotadas para novos problemas) e design de rotina (soluções conhecidas para problemas conhecidos).

Complementarmente, Hevner, Brocke e Maedche (2019), debatendo o conhecimento do *Design* para projetos com DSR, definem as funções que a inovação digital (ID) pode ter para DSR, que vão de “0” a “5”, sendo: 0) Entendendo o problema; 1) Artefato técnico de ID; 2) Implantação e uso do artefato de ID; 3) Sistema sóciotécnico de ID; 4) Teorias de Design de ID; 5) Artefato de ID no processo de DSR.

Estes dois últimos modelos apresentados são úteis e foram adotados na análise desta pesquisa, colaborando para gerar o conhecimento a partir da revisão sistemática de literatura proposta.

ASPECTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa reconhece que, embora existam revisões de literatura que envolvam o tema blockchain, como em Yli- Huumo et. al. (2016) e Petroni, Monaco e Gonçalves (2018), ainda permanecem lacunas a serem preenchidas. Estes gaps foram clarificados a partir da revisão de literatura realizada nas seções anteriores, bem como nas pesquisas citadas a seguir.

Na revisão de Casino, Dasaklisb e Patsakis (2019) há o foco em questões sobre consenso, anonimato, protocolo, imutabilidade, entre outras questões técnica ou

funcionais da blockchain, inclusive, reforçam que são necessárias mais pesquisas que compreendam as formas de adoção da blockchain.

Já em Rossi, Mueller-Bloch, Thatcher e Beck (2019) tem-se o foco nas implicações do protocolo blockchain. Os autores também reforçam a necessidade de pesquisas que aprofundem o entendimento sobre a blockchain, bem como seus impactos.

Em Ferreira, Pinto e Santos (2017) é realizado um mapeamento sistemático para criar um panorama do uso da blockchain nas empresas, tendo analisado 21 estudos e focado em suas características, vantagens e desvantagens. Questão que também pode-se verificar nos trabalhos de Cong & He (2019), Paiva et al. (2019), Hawlitschek et al. (2018) e Ølnes, Ubacht & Janssen (2017).

Assim, percebe-se um gap de pesquisa que foque nas novas formas de adoção de blockchain, considerando artefato e processo, para melhor compreender a evolução desta inovação digital considerando as novas formas de sua aplicação dentro da área de ADI.

Para atingir este objetivo este estudo adotada a proposta de Webster e Watson (2002), primeiro por delimitar o gap e mostrar pesquisas anteriores sobre o tema, e, na sequência, gerando conhecimento a partir da revisão de literatura sistemática, onde será considerado as pesquisas que utilizam o paradigma da *Design Science Research* (DSR) para estudar fenômenos que envolvam blockchain, dentro da área de *Management Information System* (MIS) ou Administração da Informação (ADI).

De acordo com Webster e Watson (2002), para a construção de uma revisão sistemática adequada deve-se construir um modelo *concept-centric*, ou seja, desenvolver um *framework* a partir dos conceitos encontrados na revisão de literatura e não focar a análise baseada em autores. Por este motivo, também, a revisão de literatura sobre DSR e blockchain é importante e colabora para construir a análise e classificação. Esta que ocorreu: A) com base nas funções de Gregor e Hevner (2013) sobre os tipos de contribuições de conhecimento DSR (invenção, melhoria, exaptação e design de rotina); B) com base nas funções que a inovação digital pode ter para DSR (Hevner, Brocke e Maedche, 2019); e C) nas áreas de adoção da nova tecnologia, com base na leitura dos artigos e o seu agrupamento.

Para a sistematização da literatura foi utilizada como fonte de dados os artigos das bases da Springer, Elsevier, Emerald, Taylor e Francis On line, SAGE, IOS Press, também os publicados nos congressos da *Association for Information Systems* (AIS Electronic Library - AISeL) e no congresso da EnANPAD 2019 (Encontro Nacional da ANPAD – 2019), este último que teve um tema exclusivo sobre blockchain em 2019, dentro da linha de ADI, o que o tornou relevante para esta análise.

Para selecionar os artigos a serem analisados foi realizada a pesquisa com as palavras *Blockchain* e *design science research*, nas citadas bases de pesquisas. Sendo encontrados 223 resultados, publicados entre 2013 e 2020. Porém, verificou-se pela análise e prévia leitura que muitos dos artigos tratavam de temas diversos, não adequados a esta proposta, como por exemplo o debate sobre o *design* de uma pesquisa ou sobre o *design* das “telas” (interfaces) de um sistema informatizado.

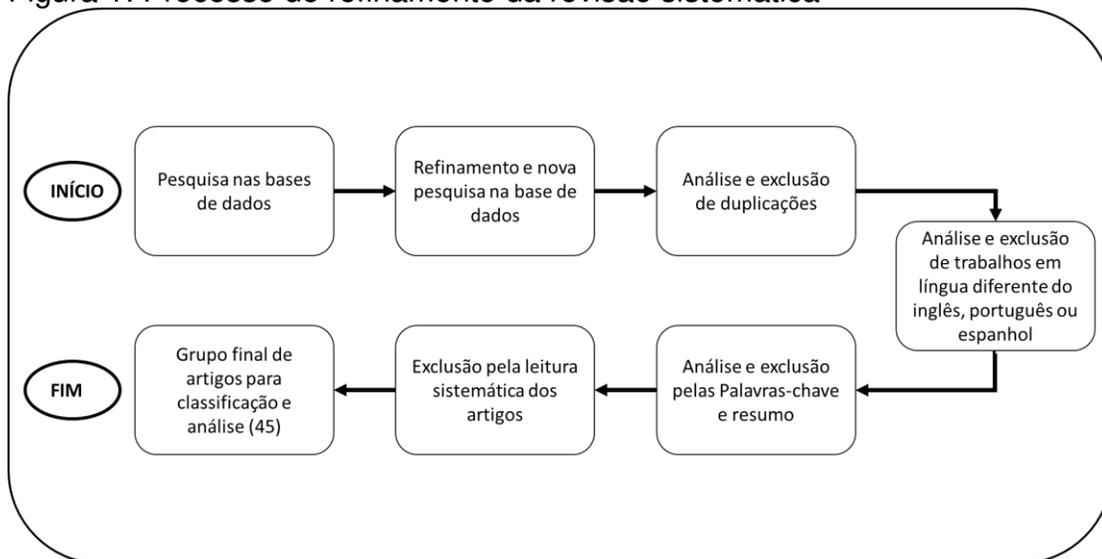
Assim foi refeita a pesquisa com as mesmas palavras entre aspas, chegando a um número de 103 artigos entre revistas acadêmicas, congressos e outros trabalhos acadêmicos, tais como dissertações de mestrado e Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC).

Na sequência foi realizada as exclusões de: 1) duplicações; 2) artigos de línguas que não fossem o inglês, português ou espanhol; 3) trabalhos que pela leitura dos resumos e palavras-chaves tratavam de temas e focos diversos ao objetivo desta pesquisa; 4) artigos categorizados como “outros trabalhos acadêmicos”; por fim, 5) após a realização da leitura sistemática dos artigos foi realizado o último processo de exclusão, por não estarem alinhados aos objetivos e metodologia desta pesquisa, como o trabalho de Diniz et al. (2018a).

Após este processo chegou-se ao quantitativo final de 45 artigos que usam DSR para estudos que envolvam a tecnologia blockchain. Uma quantidade entendida adequada, até quando se compara com os 41 artigos analisados e classificados em Yli-Huumo et al. (2016).

Para melhor compreender o processo de refinamento desta revisão sistemática temos a figura abaixo.

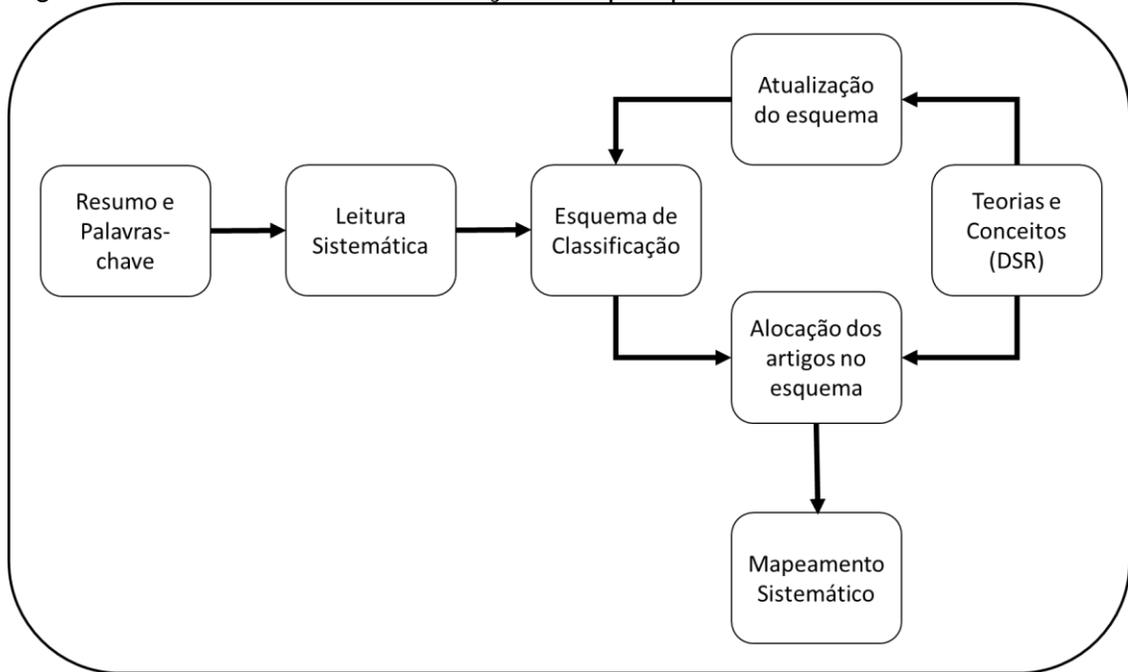
Figura 1: Processo de refinamento da revisão sistemática



Autor: Autoria própria

É importante ressaltar que o processo de classificação e sistematização das pesquisas ocorre em uma relação de dualidade recursiva entre os artigos e a classificação (teorias da DSR), até que se finalizasse tal processo, este que é melhor demonstrado na figura abaixo.

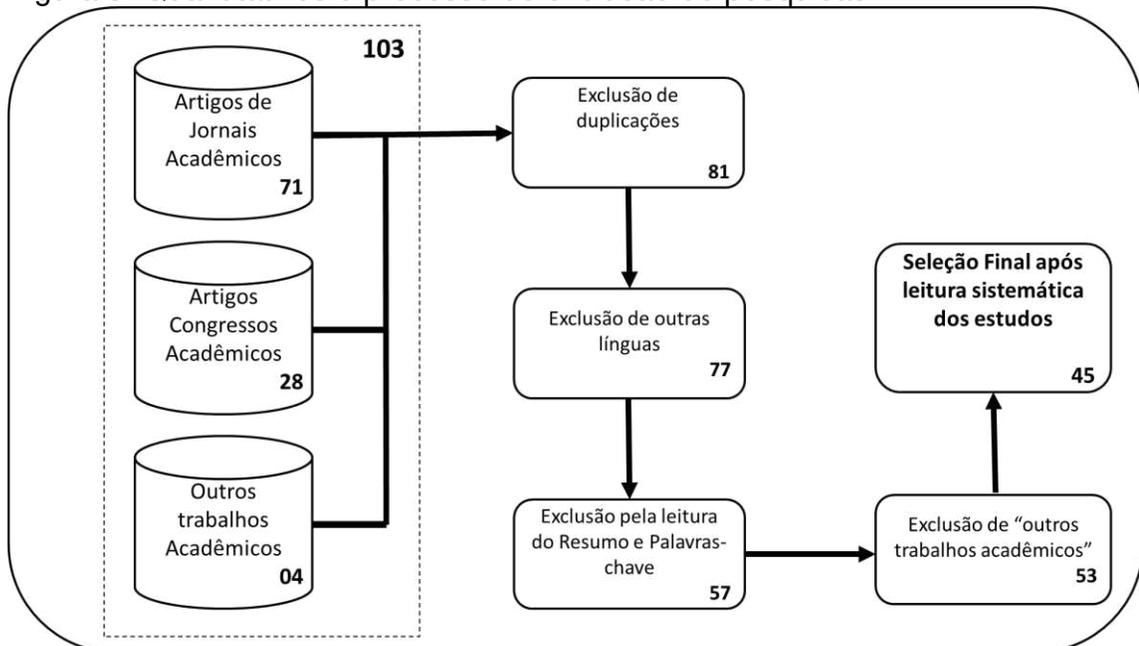
Figura 2: Processo de sistematização das pesquisas



Autor: Autoria própria baseado na proposta de Yli-Huumo et al. (2016).

Entendida a lógica do processo de refinamento da revisão sistemática é importante deixar mais claro os quantitativos de artigos que foram sendo excluídos por não estarem alinhados com a proposta desta pesquisa, assim, temos a figura abaixo.

Figura 3: Quantitativos e processo de exclusão de pesquisas



Autor: Autoria própria

Para a análise dos estudos, os quais foram catalogados com a utilização de planilha eletrônica que foi útil para a classificação e retirar informações descritivas, foram usados os dados conforme quadro abaixo.

Tabela 1: Dados extraídos para análise e classificação

Item	Tipo de Informação	Descrição
X1	Identificador do estudo	Código identificador do estudo (Ex: DOI)
X2	Título	Título do artigo
X3	Autores	Nomes dos autores
X4	Resumo	Resumo dos estudos
X5	Artigo	Estudos
X6	Tipo de Estudo	Artigo de Revista Acadêmica, Congresso ou outro trabalho acadêmico
X7	Língua	Língua do estudo

Autor: Autoria própria

A opção por usar na análise também artigos oriundos de congressos acadêmicos da área ocorreu devido ao fato do tema ser fronteira para a área de ADI (MIS ou IS), o que também tem levado a muitas pesquisas acadêmicas a se apoiarem neste tipo de fonte, como nos casos de Ølnes et al. (2017) e Yli-Huumo et al. (2016).

Além disto, muitos dos congressos cujos artigos foram analisados e classificados nesta revisão sistemática são reconhecidos na área, como o ICIS (*International Conference on Information Systems*), ECIS (*European Conference on Information Systems*), o congresso brasileiro EnANPAD, além de outros.

Por fim, é importante reforçar que a análise dos dados foi feita “manualmente” pelos autores da pesquisa, tendo chegado a consenso sobre a forma de análise e classificação, além da categorização.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Como já tratado anteriormente, as pesquisas que adotam o paradigma *Design Science Research* (DSR) para estudos na área de Administração da Informação (ADI) têm aumentando, o que pode ser percebido pelas publicações em bons *journals* da área, como em Hevner, Brocke & Maedche (2019), Baskerville et al. (2018), Baskerville et al. (2015), Gregor & Hevner (2013), apenas para citar alguns trabalhos.

Por outro lado, temos um processo de desenvolvimento de pesquisas sobre a blockchain, com suas possibilidades, limites e aplicações, também sendo um tema recorrente em pesquisas na área de ADI, como em Diniz et al. (2018a; 2018b), Engelenburg, Janssen & Klievink (2019), Ølnes, Ubacht, & Janssen, (2017), entre outras.

Neste contexto, onde ainda se faz necessário se desenvolver pesquisas para melhor compreender o artefato blockchain, bem como suas aplicações (Yli-Huumo et al., 2016; Rossi et al., 2019), torna-se uma forma adequada de compreender e preencher estes gaps de pesquisa analisar os trabalhos que tenham adota o paradigma da DSR, pois, desta forma, é possível expandir o conhecimento nestas áreas, conhecendo novos artefatos e processos que estejam sendo adotadas com esta nova tecnologia, inclusive por encontrar novas oportunidades de pesquisas.

Quanto à análise propriamente dita, dentre o total de artigos encontrados (45), 22 (48,9%) eram de revistas acadêmicas e 23 (51,1%) de congressos acadêmicos, o que mostra um equilíbrio e desenvolvimento do tema, uma vez que se espera que as pesquisas precisem um tempo de maturação maior para a publicação em revistas acadêmicas.

Outro dado relevante é com relação ao ano das publicações, o que fica evidente com a análise da tabela abaixo.

Tabela 02: Ano de publicação dos artigos estudados

Ano	Quantidade	Porcentagem
2016	02	4,4%
2017	08	17,8%
2018	04	8,8%
2019	26	57,8%
2020*	05	11,1%
Total	45	100%

*Dados coletados até junho/2020.

Autor: Autoria própria

Com a análise da tabela 02 verifica-se um claro aumento de estudos em 2019. Além disto, muito embora o quantitativo de pesquisas do ano de 2020 seja muito abaixo (aproximadamente um quinto do de 2019), mas esta análise pode induzir em erro, pois esta revisão sistemática utilizou dados de até junho/2020 e sociedade está passando por uma pandemia (coronavírus), o que pode impactar no processo de construção de pesquisas e na disponibilidade dos congressos acadêmicos.

Além disto, foi realizada a análise dos artigos com base na proposta de Hevner, Brocke e Maedche (2019) sobre as funções que a inovação digital (ID) pode ter para DSR, encontrando o que segue:

Tabela 03: Análise pela proposta de funções de Hevner, Brocke e Maedche (2019)

Função	Quantidade	Porcentagem
0) Entendendo o problema	36	80%
1) Artefato técnico de ID	29	64,4%
2) Implantação e uso do artefato de ID	07	15,6%
3) Sistema sóciotécnico de ID	00	0%
4) Teorias de Design de ID	09	20%
5) Artefato de ID no processo de DSR	01	2,2%

Autor: Autoria própria

Para a compreensão da tabela 03, acima, é importante lembrar que foram analisados 45 artigos e que é possível que um mesmo artigo possua mais do que uma das funções, esta possibilidade é prevista pelos autores da proposta.

Assim, percebe-se que a grande maioria dos artigos (80%) delimitam o problema a ser enfrentado com o uso da tecnologia blockchain, ou seja, atendendo a função “0”, o que é de fácil explicação, considerando que uma das principais características de uso da DSR é devido a necessidade de se delimitar o problema relevante a ser resolvido pelo artefato.

Por outro lado, boa parte dos artigos (64,4%), quase dois terços deles, focam no design do artefato (função “1”), ou seja, não analisam questões sobre a sua implantação,

por exemplo, ou análises sociotécnicas. Isto demonstra um estágio inicial do desenvolvimento ou apropriação da tecnologia para novas áreas. Nestes casos, o foco é desenhar uma proposta (instância) de um sistema com base na blockchain, normalmente delimitando o problema a ser resolvido em outra área diferente do caso de criptomoeda.

Por fim, apenas 20% dos artigos focam em construir teorias sobre *design*, ou seja, utilizam-se da função “4”.

Outra análise que foi realizada é sobre os tipos de contribuições de conhecimento DSR (Gregor & Hevner, 2013), sendo encontrado que em 88,9% (40) das pesquisas eram de exaptação, 8,9% (04) dos casos eram de melhoria e 2,2 % (01) das pesquisas foram enquadradas como rotina de design.

É importante reforçar que, para a análise e classificação, foi considerado que se a tecnologia blockchain foi adotada ou proposta para uma situação diferente de uma criptomoeda (como sua origem no Bitcoin), entendeu-se que se tratava de um caso de exaptação. Assim, com estes resultados é perceptível que a tecnologia está sendo implantada ou adotada em novas áreas ou em novos processos, diferentemente da proposta original (Bitcoin) e, também, diferentemente dos resultados auferidos na pesquisa de Yli- Huumo et. al. (2016), onde 80,5% das pesquisas estudadas focavam em questões relativas ao Bitcoin.

A grande quantidade de casos de exaptação chamam a atenção, levando a uma outra classificação e análise, sobre em quais áreas esta tecnologia está sendo adotada, chegando-se aos seguintes resultados:

Tabela 04: Artigos por área

Área	Quantidade	Porcentagem
Negócios	14	31,1%
<i>Supply Chain Management</i>	08	17,8%
Segurança	05	11.1%
Teóricos	04	8,9%
Saúde	03	6,7%
Área Social	03	6,7%
Tecnologia	02	4,4%
Financeira	02	4,4%
Energia	02	4,4%
Governo	01	2,2%
Criptomoeda	01	2,2%
TOTAL	45	100%

Autor: Autoria própria

A tabela 04 explicita mais o processo de exaptação, mostrando a pulverização da adoção da blockchain em novos processos, ainda que em uma fase de modelagem da solução, embora perceba-se que na área de negócios (14 pesquisas) tem uma adoção maior, que ocorre em várias formas, como para administrar processos. Adicionalmente, a área de *Supply Chain Management* (17,8% dos artigos) é uma área na qual encontrou-se muitas pesquisas, que, muito embora pudesse ser considerada uma subárea de “Negócios”, a grande quantidade de pesquisas específicas deste tema tornou relevante o seu destaque.

Por outro lado, verificam-se poucas pesquisas que utilizam DSR para estudar adoção de blockchain em governo (somente uma pesquisa), embora tenha-se 03 pesquisas na área social, sendo 02 com foco em criptomoedas sociais (moedas sociais digitais) e uma para monitoramento de desastres.

Por fim, é válido reforçar que se tem pesquisas com o foco na área de segurança de informação – Segurança (11,1%) e 8,9% de pesquisas teóricas (Teóricos), com o foco de quando ou como deve-se analisar a possível adoção de blockchain.

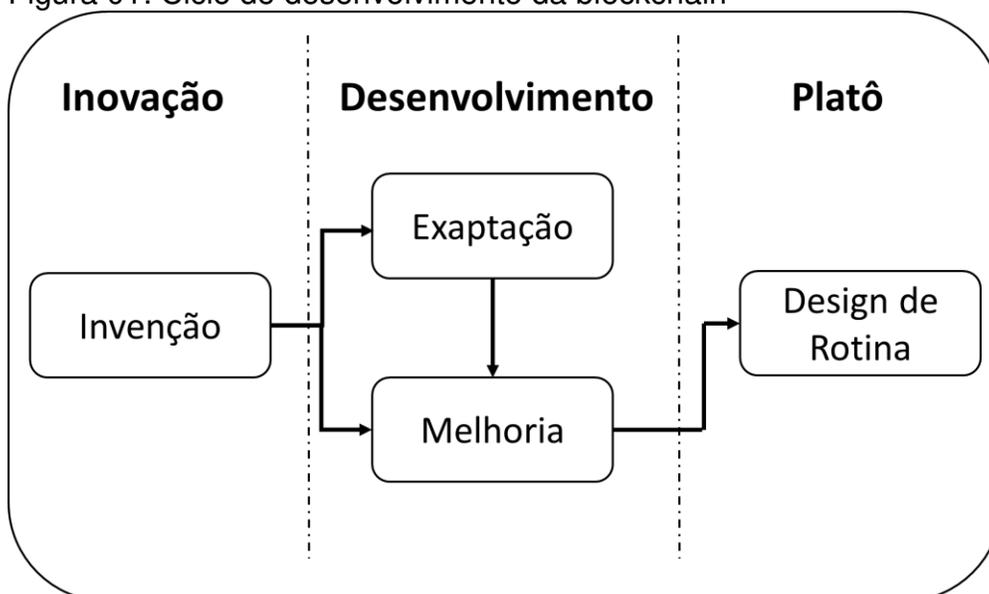
DISCUSSÃO DOS ACHADOS

Com a análise dos resultados é possível chegar a algumas conclusões que colaboram para compreender a evolução da adoção da tecnologia blockchain, a partir das pesquisas que usam o paradigma da DSR.

A primeira informação relevante é que, quando comparados os resultados apresentados na seção anterior com a pesquisa de Yli- Huumo et. al. (2016), verifica-se que o processo de exaptação (Gregor & Hevner, 2013) fica muito mais evidente, uma vez que na primeira pesquisa, publicada em 2016, 80,5% das pesquisas focavam no Bitcoin (Nakamoto, 2008), ou seja, havia uma maior preocupação em compreender o artefato original. Assim, agora evidencia-se o processo de aplicação da inovação digital (ID) (blockchain) em outras áreas, o que ajuda a compreender o caminho trilhado por uma ID.

Para ajudar na compreensão acima, muito embora o artigo de Nakamoto (2008) não assuma utilizar o paradigma da DSR, encontram-se vários de seus elementos nele, como os problemas relevantes que procura resolver (exemplo a questão da confiança em uma rede ponto-a-ponto), bem como as funcionalidades do artefato de TI (blockchain original). Assumindo esta possibilidade (analisar o artigo inicial como tendo utilizado o paradigma da DSR), teríamos que o artigo de Nakamoto (2008) se enquadraria como a proposta de invenção, conforme proposta de Gregor e Hevner (2013). O que nos levaria a um modelo de desenvolvimento desta ID como o proposto abaixo.

Figura 01: Ciclo de desenvolvimento da blockchain



Autor: Autoria própria

A explicação para este modelo de ciclo de desenvolvimento da tecnologia guarda amparo em um processo de absorção e conhecimento da tecnologia, seguido de um processo de aplicação desta tecnologia em outras áreas e processos, visando resolver problemas insolúveis, até então, ou cujas soluções existentes não se mostravam adequadas.

Corroborando com esta análise, os dados da tabela 02 (ano das publicações) ajudam na compreensão deste processo de evolução que passa por um conhecimento maior da tecnologia em si, o que fica claro também no artigo de Yli- Huumo et. al. (2016), e, na sequência, ocorre um processo de “extração” da inovação digital (blockchain) do artefato original (Bitcoin) e sua decorrente adoção em novas áreas e processos.

Neste sentido, quando analisados os artigos, verificou-se que a questão da segurança e confiança trazida pela tecnologia, bem como a possibilidade de se retirar um ator para dar confiança em um determinado processo a potencializa ou a torna um catalizador para áreas relevantes, como a área de *Supply Chain Management* ou a área de Negócios como um todo.

Embora, perceba-se que em outras áreas, como Governo, ainda existam poucas pesquisas dentro da proposta estudada neste trabalho.

Outra análise importante é que, muito embora tenham-se encontrado artigos com a proposta da exaptação, boa parte deles focam em explicar o problema a que se pretende resolver, função “0” (Hevner, Brocke, & Maedche, 2019), ou em modelar o artefato, função “1” (Hevner, Brocke, & Maedche, 2019), não tendo sido encontrados artigos com propostas de análise sociotécnicas, o que demonstra que há espaço para desenvolvimento de pesquisas para melhor explicar e compreender questões relacionadas à blockchain, com base no paradigma da DSR, e desenvolver teorias do *design*. Por outro lado, também não foram encontrados artigos preocupados em avaliar estes novos artefatos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foi realizada uma revisão sistemática de estudos que adotam o paradigma da *Design Science Research* (DSR) para estudar fenômenos que envolvam a inovação digital blockchain. Artefato este que apareceu inicialmente como a plataforma digital da criptomoeda Bitcoin.

O estudo encontrou 45 pesquisas que foram publicadas em congressos ou revistas acadêmicas, entre os anos de 2016 e 2020, os quais foram analisados com base na proposta de Gregor e Hevner (2013) sobre os tipos de contribuições de conhecimento para DSR e também com base no trabalho de Hevner, Brocke e Maedche (2019), que debate as funções que a inovação digital (ID) pode ter para DSR.

Esta análise matricial evidenciou um processo do aumento do número de pesquisas sobre blockchain que adotam o paradigma da DSR, mudando o foco anterior sobre a criptomoeda Bitcoin, encontrado no trabalho de Yli-Huumo et. al. (2016), para um processo de exaptação, ou seja, um processo de extração da infraestrutura digital e adoção em outros processos, como na área de *Supply Chain Management*, Negócios, entre outras.

Todavia, os resultados apontam para gaps de pesquisa sobre a implantação ou avaliação dos novos artefatos, bem como análises sociotécnicas ou teorização com base

na DSR. Também foram encontrados gaps de pesquisas relacionados a áreas, como Governo, Energia, entre outras.

É importante apontar que esta pesquisa possui limitações, pois, por escolher o paradigma da DSR, outras pesquisas que não o adotam ficam fora da análise, o que poderia trazer interessantes conhecimentos para a área.

Por fim, fica apontada a necessidade de mais estudos sobre a tecnologia em questão para melhor delinear o seu ciclo de desenvolvimento, processos sociotécnicos, avaliação do artefato, bem como compará-lo com outras inovações digitais para verificar a existência de semelhanças ou não, bem como explicá-las.

REFERÊNCIAS

- Atzori, M. (2017). *Blockchain Technology and Decentralized Governance: Is the State Still Necessary?* *Journal of Governance and Regulation* Volume 6, Issue 1.
- Barzelay, M. (2018). The Study of Public Management: Conceptualizing a Design-Oriented Social Science. *Rev. Serv. Público* Brasília 69 (1) 33-56 jan/mar.
- Baskerville, R. L.; Kaul, M. & Storey, V. C. (2015). Genres of inquiry in design-science research: justification and evaluation of knowledge production. *MIS Quarterly* Vol. 39 No. 3, pp. 541-564/September.
- Baskerville, R.; Baiyere, A.; Gregor, Shirley; Hevner, A.; & Rossi, M. (2018). Design Science Research Contributions: Finding a Balance between Artifact and Theory. *Journal of the Association for Information Systems*: Vol. 19: Iss. 5, Article 3.
- Casino, F.; Dasaklisb, T. K.; Patsakis, C. (2019). A systematic literature review of blockchain-based applications: Current status, classification and open issues. *Telematics and Informatics* 36, 55–81.
- Cong, L. W. & He, Z. (2019). Blockchain Disruption and Smart Contracts. *The Review of Financial Studies*, Volume 32, Issue 5, May 2019, p. 1754–1797
- De Sordi, J. O.; Carvalho, M. A.; Meireles, M. (2015). A pesquisa Design Science no Brasil segundo as publicações em administração da informação. *JISTEM: Journal of Information Systems and Technology Management*, vol. 12, núm. 1, enero-abril, pp. 165-186.
- De Sordi, J. O.; Carvalho, M. A.; Sanches, S. (2011). Design Science aplicada às pesquisas em administração: reflexões a partir do recente histórico de publicações internacionais. *RAI – Revista de Administração e Inovação*. São Paulo, v. 8, n. 1, p.10-36, jan./mar.
- Diniz, E., Siqueira, E., & Heck, E. (2018a). Taxonomy of digital community currency platforms. *Journal Information Technology for Development*. 25(3):1-23.
- Diniz, E. H., Cernev, A. K. Daneluzzi, F. Rodrigues, D. A. (2018b). Social Cryptocurrencies: blockchain adoption by social finance organizations. ICIS - San Francisco, California, USA.
- Dresch, A.; Lacerda, D. P.; Antunes J., J. A. V. (2015). Design science research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia. Porto Alegre: Bookman.
- Engelenburg, S.; Janssen, M. & Klievink, B. (2019). Design of a software architecture supporting business-to-government information sharing to improve public safety and security: Combining business rules, Events and blockchain technology. *J Intell Inf Syst.* 52:595–618
- Fedorowicz, J. Dias, M. A. (2010). A decade of design in digital government research. *Government Information Quarterly*. Volume 27, Issue 1.

- Ferreira, J. E.; Pinto, F. G. C.; Santos, S. C. (2017). Estudo de Mapeamento Sistemático sobre as Tendências e Desafios do Blockchain. *Revista Gestão.Org*, v. 15, Edição Especial. p. 108-117
- Friis, G. R.B. Glaser, F. (2018). Extending blockchain technology to host customizable and interoperable community currencies. *International Journal of Community Currency Research*, volume 22.
- Glaser, F. (2017). Pervasive Decentralisation of Digital Infrastructures: A Framework for Blockchain enabled System and Use Case Analysis. *Proceedings of the 50th Hawaii International Conference on System Sciences – HICSS.Hawaii, USA*.
- Goldkuhl, G. (2016). E-government design research: Towards the policy-ingrained IT artifact. *Government Information Quarterly*. Volume 33, Issue 3, July, Pages 444-452.
- Gregor, S. & Jones, D. (2007). The Anatomy of a Design Theory. *Journal of the Association for Information Systems*. Volume 8, Issue 5, Article 2, pp. 312-335.
- Gregor, S., & Hevner, A. R. (2013). Positioning and presenting design science Research for maximum impact. *MIS Quarterly* Vol. 37 No. 2, pp. 337-355/June.
- Hawlitshchek, F., Notheisen, B., & Teubner, T. (2018). The limits of trust-free systems: A literature review on blockchain technology and trust in the sharing economy. *Electronic Commerce Research and Applications*. Volume 29, May–June, pp. 50-63.
- Hevner, A., March, S. T., Park, J., & Ram, S. (2004). Design science in information systems research. *MIS Quarterly*, 28(1), 75–105.
- Hevner, A., vom Brocke, J. & Maedche, A. (2019). Roles of Digital Innovation in Design Science Research. *Bus Inf Syst Eng*. 61, 3–8.
- Liang, J., Li, L. & Zeng, D. (2018). Evolutionary dynamics of cryptocurrency transaction networks: An empirical study. *PLoS ONE* 13(8): e0202202.
- Luciano, R. (2018). Aplicação da Smart Contract nos Contratos de Gás Natural: Uma Análise Exploratória. *Revista de Administração Contemporânea*, 22(6), 903-921.
- Marinho, M. E. P., Ribeiro, G. F. (2017). A reconstrução da jurisdição pelo espaço digital: redes sociais, blockchain e criptomoedas como propulsores da mudança. *Rev. Bra. Polít. Públicas*, Brasília, v. 7, nº 3, p. 142-157.
- Medeiros, M. Dantas, A. S. Ramos, A. S. M. (2016). Aplicação da ‘Design Science Research’ na área de gestão: uma revisão sistemática de literatura. XIX SEMEAD - Seminários em Administração. São Paulo.
- Mengelkamp, E., Notheisen, B. Beer, C. Dauer, C. D., & Weinhardt, C. (2018). A blockchain-based smart grid: towards sustainable local energy markets. *SICS Software-Intensive Cyber-Physical Systems*, Issue 1-2, Special Issue Paper.
- Nakamoto, S. (2008). *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*. Disponível em: <https://bitcoin.org/en/bitcoin-paper>. Acessado em: maio/2017.
- Ølnes, S. Ubacht, J., & Janssen, M. (2017). *Blockchain in government: Benefits and implications of distributed ledger technology for information sharing*. *Government Information Quarterly*, 34, pp. 355–364.
- Paiva, R. S., Garcia, J. R. Maia, A. G., & Romeiro, A. R. (2019). Tecnologia Blockchain: inovação em Pagamentos por Serviços Ambientais. *Estudos Avançados*, 33 (95).
- Petroni, B. C. A.; Monaco, E.; Gonçalves, R. F. (2018). Uso de blockchain em smart contracts logísticos: uma revisão sistemática. *South American Development Society Journal*, [S.l.], v. 4, n. Esp01, p. 63, nov.

- Risius, M., & Spohrer, K. (2017). A Blockchain Research Framework What We (don't) Know, Where We Go from Here, and How We Will Get There. *Business & Information Systems Engineering* 59(6):385–409.
- Rossi, M.; Mueller-Bloch, C.; Thatcher, J. B.; & Beck, R. (2019). Blockchain Research in Information Systems: Current Trends and an Inclusive Future Research Agenda. *Journal of the Association for Information Systems*: Vol. 20: Iss. 9, Article 14. DOI: 10.17705/1jais.00571
- Sein, M. K. Henfridsson, O. Purao, S. Rossi, M. Lindgren, K. (2011). Action Design Research. *MIS Quarterly* Vol. 35 No. 1 pp. 37-56/March.
- Sullivan, C. & Burger, E. (2017). E-residency and blockchain. *Computer law & security review. The International Journal of Technology Law and Practice*. Volume 33, Issue 4, p ages 470-481.
- Van Aken, J. E., & Romme, G. (2009). Reinventing the future: adding design science to the repertoire of organization and management studies. *Organization Management Journal*, 6(1), 5-12.
- Webster, J. & Watson, R. T. (2002). Analyzing the Past to Prepare for the Future: Writing a Literature Review. *MIS Quarterly*. Vol. 26, No. 2, pp. xiii-xxiii.
- Yermack, D. (2017). *Corporate Governance and Blockchains*. *Review of Finance*, Volume 21, Issue 1, pp. 7–31.
- Yli-Huomo, J., Ko, D., Choi, S., Park, S., & Smolander, K. (2016). Where Is Current Research on Blockchain Technology? A Systematic Review. *PLoS ONE* 11(10): e0163477.