

# Estudo De Mapeamento Sistemático Sobre As Tendências E Desafios Do Blockchain

## Systematic Mapping Study On Trends And Challenges Of Blockchain

Juliandson Estanislau Ferreira<sup>1</sup>, Filipe Gutemberg Costa Pinto<sup>1</sup>, Simone Cristiane dos Santos<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Pernambuco, UFPE, Brasil

Correspondência: Juliandson Estanislau Ferreira. Endereço: A. Prof. Moraes Rêgo, 1235, Cidade Universitária, Recife, PE, CEP 50670-901 E-mail: [estanislau18@gmail.com](mailto:estanislau18@gmail.com)

Recebido: 30 de novembro de 2017 Aceito: 15 de dezembro de 2017 Publicado: 31 de dezembro de 2017

DOI: <http://dx.doi.org/10.21714/1679-18272017v15Ed.p108-117>

### Resumo

*Blockchain* é uma tecnologia de gerenciamento de dados cujo funcionamento consiste em transações descentralizadas, sendo desenvolvida para a criptomoeda *Bitcoin* no contexto de pagamento digital. O interesse na tecnologia *blockchain* tem aumentado desde que a ideia foi cunhada em 2008. As razões para o interesse na tecnologia *blockchain* são seus atributos centrais que fornecem segurança, anonimato e integridade de dados sem qualquer interferência de terceiros no controle das transações. Até agora, o *blockchain* tem atraído bastante atenção da indústria de serviços financeiros, mas a tecnologia pode ser adaptada para qualquer indústria onde seja necessário registrar, confirmar e transferir qualquer tipo de contrato ou propriedade. Nesta pesquisa, realizamos um mapeamento sistemático para estudar como essa tecnologia tem sido utilizada pelas corporações. O objetivo é compreender os principais recursos do *blockchain*, as novas aplicações que surgiram, impactos, vantagens e desafios. Foram extraídos 21 artigos primários de bases de dados científicas. Os resultados mostram potencial disruptivo da tecnologia, como ela vai mudar a nossa economia e como ela foi adaptada para muitas indústrias.

**Palavras-chave:** Blockchain, Inovação, Tendências, Tecnologia da Informação, Mapeamento Sistemático da Literatura.

### Abstract

Blockchain is a data management technology whose operation consists of decentralized transactions being developed for Bitcoin cryptocurrency. The interest in blockchain technology has been increasing since the idea was issued in 2008. The reasons for the interest in blockchain technology are its core attributes that provide security, anonymity, and data integrity without any third-party interference in transaction control. So far, the financial services industry had taken a special attraction of the blockchain technology, however, any industry that has the need to register, confirm and transfer any type of contract or property can apply its technology. In this research, we have conducted a systematic mapping to study how this technology has been used by the corporations. The objective is to understand the main blockchain features, the new applications that have emerged, impacts, advantages and challenges. We have extracted 21 primary papers from scientific databases. The results show disruptive potential of the technology, how it will change our economy and how it has been adapted for many industries.

**Keywords:** Blockchain, Innovation, Trends, Information Technology, Systematic Literature Mapping.

Esta obra está licenciada sob uma Licença Creative Commons Attribution 3.0.

## 1. Introdução

*Blockchain* é um banco de dados distribuído, *online*, público e que pode ser atualizado por qualquer nó participante da rede *peer-to-peer* (P2P) baseado no consenso entre eles e assegurado por um algoritmo de uma prova de trabalho (*Proof-of-Work*), que tem o objetivo principal de dissuadir ataques cibernéticos (KYPRIOTAKI, ZAMANI; GIAGLIS, 2015). Utiliza-se de técnicas de criptografia para que cada participante possa manipular o *ledger* (livro digital onde informações são registradas regularmente) de forma segura e sem a

necessidade de uma autoridade central. Uma vez que um bloco é adicionado ao *blockchain* é extremamente difícil alterar ou remover. Até agora, o *blockchain* tem atraído bastante atenção da indústria de serviços financeiros, mas a tecnologia pode ser adaptada para qualquer indústria onde seja necessário registrar, confirmar e transferir qualquer tipo de contrato ou propriedade. *Blockchain* é uma tecnologia tão disruptiva quanto a máquina a vapor e a eletricidade foram no século XX e espera-se que este novo paradigma seja capaz de modificar profundamente a maneira como a sociedade e a economia funcionam (UMALKAR, MACNEIL; LIGHT).

Diante deste contexto, este trabalho visa, por meio de uma investigação sistemática, identificar como o Blockchain está sendo usado para criar soluções inovadoras nas diversas indústrias existentes. Elencando os principais desafios, tendências e impactos. Este artigo está estruturado em sete seções. Nas seções 1 e 2 são apresentados a motivação e o referencial teórico para o entendimento e análise dos resultados da pesquisa. A seção 3 descreve a metodologia utilizada. A seção 4 descreve as etapas da pesquisa, contemplando o planejamento da pesquisa, execução e análise dos dados, respectivamente. A seção 5 apresenta as conclusões e considerações finais do trabalho. Finalmente, a seção 6 e 7 apresentam as referências e um apêndice contendo os artigos utilizados na revisão sistemática.

## 2. Contextualizando o Blockchain

O mundo está passando rapidamente por uma mudança fundamental: está cada dia mais sendo impulsionado pelos dados. E esta transformação ocorre em todos os sistemas sociais através de diversos serviços que englobam tráfego, saúde, governo, logística, marketing, segurança entre outros (SHRIER, WU; PENTLAND, 2016). No entanto, problemas como vazamentos de informação por parte dos provedores desses serviços requerem que novos modelos de segurança sejam criados. Uma das tecnologias que surgiram recentemente e com grande potencial para atender a esta necessidade tem-se o *blockchain*.

O *blockchain* consiste em uma cadeia cronologicamente ordenada de blocos protegidos pela resolução de *Proof-of-Work*. O encadeamento é feito adicionando o *hash* do bloco anterior ao bloco atual. O alinhamento dos blocos de forma cronológica faz com que uma transação não possa ser alterada com antecedência sem alterar seu bloco e todos os blocos a seguir (AITZHAN; SVETINOVIC, 2016).

Um grande benefício do *blockchain* é que ele é uma nova forma de tecnologia de informação descentralizada que pode ser aplicável em muitas situações além da criptomoeda e ativos financeiros. A natureza descentralizada do *blockchain* torna-o uma tecnologia da igualdade, que pode ser usada expandir a liberdade, possibilidade, atualização, expressão, ideação, e a realização para todas as entidades no mundo, humano e máquina (SWAN, 2015).

O primeiro *decentralized ledger* para transações públicas foi desenvolvido por Satoshi Nakamoto (pseudônimo). No artigo *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*, de Nakamoto e publicado em novembro de 2008, o conceito foi introduzido pela primeira vez ao público (OBERHAUSER, 2014). O *Bitcoin* não foi o primeiro método de pagamento digital que foi desenvolvido, mas foi o primeiro que resolveu o *double-spending* (resultado de gastar algum dinheiro mais de uma vez) de forma descentralizada. Alguns exemplos de abordagens anteriores foram NetCash (1993), NetCents (1998) e uma patente com o nome de *Method of electronic payments that prevents double-spending* (1998). A abordagem apresentada no documento *Bitcoin* cria um *ledger* público descentralizado, denominado *blockchain* (OBERHAUSER, 2014).

## 3. Metodologia

A compreensão sobre os impactos, vantagens e desvantagens do *blockchain* se fez necessária por se tratar de uma abordagem relativamente nova em relação às tecnologias descentralizadas. Buscando conhecer esses e outros aspectos, o método escolhido para atingir o objetivo deste estudo foi o mapeamento sistemático da literatura. Este método permite a obtenção de uma visão ampla em uma área de pesquisa para determinar se existe evidência de pesquisa em um tópico e fornecer uma indicação da quantidade da evidência (KITCHENHAM; CHARTERS, 2007). A seguir, o protocolo do mapeamento é apresentado:

### 3.1 Perguntas de pesquisa

A pergunta condutora deste estudo foi: *Qual o panorama do uso do blockchain nas empresas?*

Com isso, as definições das perguntas específicas foram extraídas da pergunta condutora, e por possuírem um escopo reduzido, possibilitaram o alcance de respostas mais concretas. Portanto, as perguntas específicas formuladas foram:

**Q1:** Quais são as principais características do *blockchain*?

**Q2:** Como a tecnologia *blockchain* está sendo utilizada para inovar?

**Q3:** Quais os impactos que a tecnologia *blockchain* tem trazido para as empresas?

**Q4:** Quais as vantagens e desvantagens do *blockchain*?

### 3.2 Busca e seleção dos estudos

Para responder todas as perguntas de pesquisa, partiu-se para a estruturação da *string* de busca que seria utilizada nas fontes automáticas. Sua composição deu-se inicialmente a partir de termos relacionados às perguntas de pesquisa e levantamento em fontes relacionadas, conforme orienta Kitchenham e Charters (2007) e posterior validação do professor consultor. Desse modo, a *string* ficou da seguinte forma:

**Tabela 1:** String de Busca utilizada na pesquisa dos estudos

---

(**blockchain** OR "**decentralized technology**" OR "**distributed ledger**") AND  
 (**innovation** OR **trends** OR "**business model**" OR **services**) AND (**perks** OR  
**advantages**) AND  
 (**challenges** OR **disadvantages** OR **problems** OR **issues**) AND  
 ("**information systems**" OR "**IT**" OR "**information technology**")

---

**Fonte:** elaborados pelos autores (2017)

A busca automática foi realizada aplicando a *string* nas seguintes bibliotecas digitais e engenhos de busca, considerando os seguintes campos durante a busca: título, palavra-chave e resumo: *Scopus*, *Science Direct*, *SpringerLink*, *IEEE Xplore* e *ACM Portal*. Esta pesquisa teve início a partir de estudos provenientes de pesquisa ad-hoc no portal de periódicos da Capes, que serviram como base norteadora para a construção dos conceitos fundamentais sobre o blockchain e orientaram a formulação da String de busca. Por se tratar de um assunto complexo e relativamente novo, concluiu-se ser necessário uma maior compreensão do assunto e, posteriormente, partir para os meios formais de elaboração do mapeamento sistemático. Estes artigos iniciais foram categorizados como “Artigos Indicados”.

Após a realização da busca, cada estudo teve seu título, palavras-chave e resumo avaliados, deixando de lado estudos que claramente fugiam do escopo do mapeamento, dentro do período imediatamente após o lançamento deste termo. Assim, para excluir os estudos no mapeamento foram considerados os seguintes critérios:

- O estudo estava indisponível para visualização;
- O estudo era duplicado;
- O estudo era um *Slideshow*;
- O estudo não estava no idioma inglês;
- O estudo não se encontrava entre o período de 2009 a 2016<sup>1</sup>.

Durante a criação do protocolo do mapeamento também é importante avaliar os critérios de qualidade para os artigos que serão analisados. Eles ajudam, por exemplo, a orientar a interpretação dos resultados e determinar a força das inferências. Portanto, os critérios definidos para este mapeamento foram:

- Clareza do conteúdo;
- Ligação com o tema central;
- Proximidade do estudo em relação às questões de pesquisa.

### 3.3 Extração dos dados

De acordo com Kitchenham e Charters (2007), a extração dos dados tem por objetivo desenvolver formas de registrar com precisão as informações obtidas através dos estudos. Portanto, no presente trabalho, a extração de dados se deu através da criação de um formulário cujas informações eram registradas numa planilha eletrônica. O conteúdo extraído foram os metadados (itens relacionados ao título, ano de publicação, fonte e autores) e os fragmentos importantes que indicavam a resposta para cada uma das perguntas. Durante esta etapa, as perguntas específicas foram divididas entre os 4 pesquisadores e a partir de então, o estudo foi executado em três fases: análise do título e resumo, análise da introdução e conclusão e, por fim, a extração de dados.

## 4. Resultados

A execução da busca automática retornou 199 resultados oriundos das ferramentas de busca onde 9 foram provenientes do Scopus, 108 do Science Direct, 33 do SpringerLink, 49 do IEEE e 0 do ACM. Além disso,

durante a execução da busca manual, foram adicionados os 5 artigos iniciais aos indicados, estabelecendo o total de 204 artigos após a primeira etapa de seleção dos estudos para o mapeamento.

Após o retorno dos primeiros números, foram aplicados nos estudos o primeiro filtro, denominado Filtro 1 e que se constitui em analisar o título e o resumo, e os critérios de exclusão. Ao término desta etapa, 31 estudos foram selecionados. Em seguida, o segundo filtro, caracterizado por verificar a introdução e a conclusão, foi aplicado. No entanto, este filtro foi utilizado apenas nos estudos em que não era possível decidir se eram válidos ou não usando os critérios da etapa anterior. Com isso, o número alcançado foi de 21 estudos. Na etapa seguinte foram verificados se os estudos atendiam aos critérios de qualidade. No Quadro 1, é possível observar de forma resumida o número de estudos por fonte após cada etapa da busca.

**Quadro 1:** Distribuição dos resultados de acordo com as fontes de pesquisa

Estudos primários				
Fonte	Primeiros números por fonte	Filtro 1 e Critérios de exclusão	Filtro 2	Critérios de qualidade
Scopus	9	1	1	1
Science Direct	108	3	3	3
SpringerLink	33	7	3	3
IEEE Xplore	49	15	9	9
ACM Portal	0	0	0	0
Indicados*	5	5	5	5
<b>Total</b>	<b>204</b>	<b>31</b>	<b>21</b>	<b>21</b>

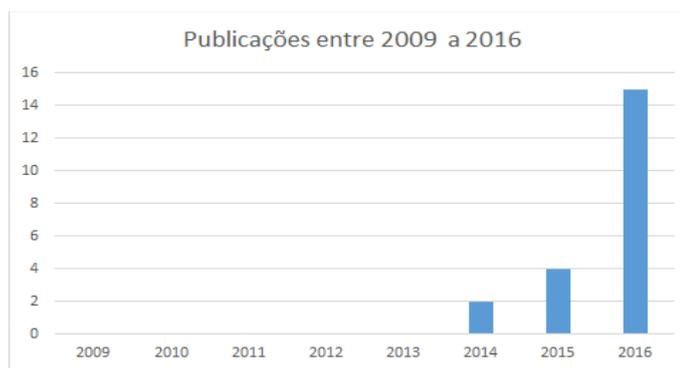
Fonte: Análise realizada em novembro de 2016.

**Tabela 2:** Distribuição da frequência dos estudos nas fontes de pesquisa

Fonte de pesquisa	Número	Frequência (%)
Scopus	1	5
Science Direct	3	14
SpringerLink	3	14
IEEE Xplore	9	43
ACM Portal	0	0
Indicados	5	24
<b>Total</b>	<b>21</b>	<b>100</b>

Fonte: Análise realizada em novembro de 2016.

**Gráfico 1:** Distribuição dos estudos através dos anos

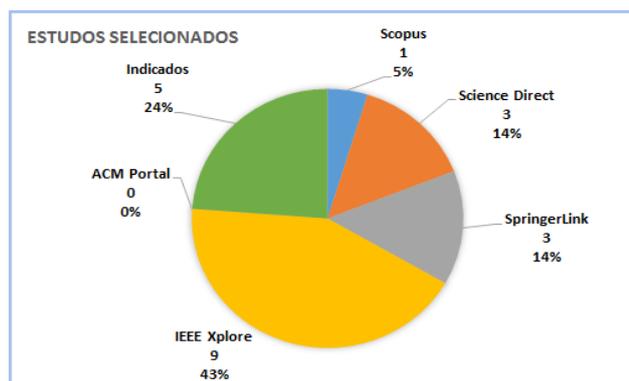


**Fonte:** Análise realizada em novembro de 2016.

Porém, nenhum dos estudos foram descartados, permanecendo o mesmo número de artigos e por fim, os 21 estudos foram considerados como relevantes para a extração e análise dos dados, sendo 16 provenientes da busca automática e 5 da pesquisa ad-hoc. Na Tabela 2, é possível conferir a distribuição da frequência dos estudos nas fontes de pesquisa. Já no Gráfico 1, é exibida a distribuição dos estudos através dos anos.

Com base nos dados expostos na Tabela 2 acima, o IEEE representa a fonte com maior número de estudos. Além disso, é possível verificar que o ano de 2016 foi um dos anos com maior número de publicações, demonstrando o aumento no interesse de pesquisadores pelo *blockchain*, que através dos números obtidos na própria análise deste trabalho, apresenta-se como uma tecnologia bastante recente. No Gráfico 2, observa-se a distribuição dos estudos por fonte com o número obtido após a realização de todas as etapas de seleção.

**Gráfico 2:** Estudos por fonte após a conclusão da seleção



**Fonte:** Análise realizada em novembro de 2016

#### 4.1 Principais características do *blockchain*

Buscando conhecer o funcionamento e os principais fatores que fazem do *blockchain* uma das tecnologias mais promissoras para os próximos anos, esta questão apresenta, através dos estudos selecionados, as suas principais características. Assim, os estudos EP005, EP006, EP007, EP009, EP020 e EP021 trazem o conceito de *blockchain* como uma cadeia cronologicamente ordenada de blocos protegidos por um processo de resolução de uma prova de trabalho (*Proof-of-work*). Segundo os trabalhos, o encadeamento é feito adicionando o *hash* de um bloco anterior ao bloco atual. Os blocos aninhados consecutivos garantem que as transações sejam enviadas em ordem cronológica, portanto, uma transação não pode ser alterada com antecedência sem alterar seu bloco e todos os blocos a seguir. O *blockchain* torna inviável o ataque de duplicação de gasto, a menos que o invasor controle mais de 51% do poder computacional da rede inteira.

Além disso, para adicionar um novo bloco à cadeia os seguintes conceitos são aplicados:

- *Miners*: De acordo com o EP003 um *miner* é um computador ligado à internet e que executa os cálculos necessários para verificar cada transação. Os *miners* efetivamente votam na legitimidade de cada transação como parte do processo de mineração através do *timestamping* de cada transação e verificam que ninguém tem realizado duplo gasto de dinheiro antes.
- *Proof-of-Work*: quebra-cabeça caro para resolver, mas que, sabendo todas as entradas, pode-se trapacear

para verificar. Para gerar um bloco, um nó coleta transações pendentes, realiza o *hash* em cada uma e em seguida, juntamente com outros dados, iterativamente realiza o *hash* sobre este conjunto de dados até resultar em um *hash* menor ou igual a um alvo (*target*) predefinido. *Target* é um valor de *hash* que serve como um limite, abaixo do qual um cabeçalho de bloco deve ser feito o *hash* para gerar um bloco.

O estudo **EP004** por sua vez, destaca que o *blockchain* pode ser visualizado como um termo geral para esquemas técnicos, semelhantes ao *NoSQL*, e pode ser realizado por muitos tipos de linguagens de programação. Já o estudo **EP014** destaca o *blockchain* como um armazenamento de dados para muitas aplicações diferentes, fornecendo várias funcionalidades, entre as três primitivas: recuperar, atualizar e adicionar. A utilização como armazenamento de dados é bastante explorada neste estudo.

#### 4.2 Uso da tecnologia *blockchain* para inovar

Os principais objetivos dessa questão são a investigação sobre quais setores econômicos estão usando o *blockchain* e destacar as principais aplicações envolvendo a tecnologia. Dentre os artigos analisados as principais aplicações se concentram nas indústrias de serviços financeiros, alimentos, energia, saúde e governo. Sobre este tema o estudo **EP016** comenta:

*A tecnologia Blockchain pode criar aplicações de registros públicos descentralizados, como títulos de terra, votação ou registros criminais, registros privados, como testamentos e trusts, enquanto que provavelmente será atendida em registros médicos ou emissão de certificações em um futuro próximo. Uma infinidade de ideias inovadoras, baseadas na tecnologia blockchain, já floresceu.*

O estudo **EP004** apresenta uma série de preocupações no que diz respeito à segurança alimentar no mercado chinês e propõe um sistema baseado em *Radio-Frequency Identification* (RFID) e *blockchain* para rastreamento de alimentos dentro da cadeia de suprimentos. Tal sistema ajudaria a garantir a segurança e qualidade dos alimentos e ao mesmo tempo reduzir as perdas no processo de logística. O estudo **EP005** aponta diversos desafios relacionados à segurança e privacidade para implantação de *Smart grids* (SGs). Para solucionar tais problemas implementa-se um sistema de troca de energia descentralizado utilizando *blockchain*, *multi-signatures* e criptografia, permitindo que os participantes negociem anonimamente os preços da energia e realizem com segurança transações comerciais. Os estudos **EP002**, **EP003** e **EP018** enfatizam como a tecnologia está sendo adotada no setor de serviços financeiros assim como o impacto na estrutura organizacional. Várias *startups* já estão utilizando esta ferramenta para criar novos serviços e oferecer valor a seus clientes. A R3 Financial Services Group espera executar suas operações financeiras instantaneamente. Outro exemplo é a, Coinbase, uma empresa que criou cartões de crédito e débito com base no Bitcoin. Sobre a importância do *blockchain* nos serviços financeiros o estudo **EP018** destaca:

*O sucesso do blockchain tem feito empresas de serviços financeiros se mover rapidamente para utilizar os benefícios de blockchain e sistemas semelhantes dentro de suas empresas. As empresas de serviços financeiros veem isso como apropriando-se da tecnologia blockchain dentro de suas próprias transações de liquidação. Estas poderiam incluir itens como liquidação de remessas e liquidações de hipotecas.*

O estudo **EP014** comenta sobre os principais desafios relacionados à implantação de sistemas da Internet das Coisas (IoT - *Internet of Things*), pois os modelos de dados mais utilizados atualmente não são escaláveis o suficiente para comportar milhões de dispositivos e usuários conectados. Para lidar com esse desafio o estudo propõe um sistema composto por três principais componentes, o primeiro é um protocolo de gerenciamento para permitir uma interação segura entre os usuários, o segundo um banco de dados descentralizado para que eles se comuniquem sem a necessidade de um intermediário e o por último um serviço de mensagens. O estudo ainda prevê exemplos sobre como o sistema poderia ser utilizado em vários setores. São eles:

- **Assistência Médica:** O sistema permite que os profissionais de saúde compartilhem os registros de saúde eletrônicos diretamente entre si e evite a necessidade de troca de informações e formulários de autorização de papel.
- **Cidades Inteligentes:** A fim de tornar realidade a existência de cidades inteligentes, será fundamental ter modelos de compartilhamento de dados mais flexíveis e escaláveis para permitir o compartilhamento entre organizações. O modelo permite tal compartilhamento em pequena e grande escalas.
- **Veículos Autônomos:** Carros autônomos vão exigir comunicação de dados com outros carros ao redor, bem como com gerenciamento de tráfego. O sistema permite que carros autônomos decidam o que, quando e com quem seus dados devem ser compartilhados.

### 4.3 Os impactos que a tecnologia *blockchain* tem trazido para as empresas

Esta questão visa analisar os impactos que a tecnologia *blockchain* tem trazido para as empresas e como essas empresas podem causar alguma transformação na sociedade. O estudo **EP007** ao enfatizar o recente interesse de *stakeholders* através de uma ampla gama de indústrias como: finanças, assistência médica, utilitários, imobiliária e o setor governamental.

No caso da assistência médica, por exemplo, sempre que os registros de saúde de alguém são acessados, esse evento é registrado na cadeia de blocos, juntamente com as informações que foram alteradas ou adicionadas. Dessa forma, a informação permanece segura e inviolável, ninguém pode mudá-lo sem deixar vestígios.

Já no setor imobiliário o *blockchain* pode ocasionar disrupção ao agilizar o processo pois a maioria dos compradores e vendedores fazem uso de empresas de custódia e de títulos para verificação por terceiros - uma rede de segurança para garantir que ambas as partes mantenham o acordo, bem como reduzir o risco de fraude. Embora importante, esta verificação de terceiros tem um custo - normalmente 1 a 2% do valor total da propriedade e acrescenta tempo extra ao processo. Com *blockchain*, o intermediário (neste caso a empresa de custódia) poderia efetivamente ser cortada.

O estudo **EP007** ainda aborda a utilização do *blockchain* em conjunto com IoT através dos *Smart Contracts* - scripts auto executáveis que residem no *blockchain*, em relação a atualização de *firmware* de dispositivo IoT de um determinado fabricante. Neste caso, os blocos do *blockchain* poderiam conter a informação da última versão de *firmware* disponibilizada, e caso algum novo dispositivo entrasse na rede e o fabricante não pudesse fornecer o *firmware*, o dispositivo poderia buscar a informação em outros nós da rede *blockchain* e obter a atualização.

No entanto, uma vez que o *blockchain* ainda é uma tecnologia bastante recente, não foram encontrados nos demais estudos selecionados outras implementações existentes ou com ideias mais concretas que pudessem evidenciar outros impactos.

### 4.4 Vantagens e desvantagens

Esta questão tem como objetivo extrair as vantagens e desvantagens na utilização do *blockchain* em diversos contextos. Nos artigos estudados as seguintes vantagens do *blockchain* são recorrentes:

- Transparência nas transações;
- Auditabilidade;
- Criação de acordos sem a necessidade de um terceiro confiável;
- Anonimato;
- Banco de dados confiável.

O estudo **EP004**, discute que o *blockchain* poderia garantir a segurança de toda a rede utilizando um mecanismo de algoritmo matemático. Graças ao *blockchain*, todos os nós do sistema poderiam trocar seus dados de forma autônoma e segura no ambiente sem confiança.

O caso que trata do rastreamento de toda a cadeia de produção de alimentos, destaca as vantagens do *blockchain*, no sentido de como a tecnologia pode ajudar mercados agro-alimentares chineses para melhorar a sua qualidade e ao mesmo tempo, reduzir significativamente as perdas durante o processo de logística. Além disso, com base no sistema de *blockchain*, toda a informação do sector agro-alimentar na cadeia é aberta e transparente, assim a logística da empresa poderia implementar acompanhamento em tempo real dos produtos agro-alimentares, supervisores reguladores poderiam executar a gestão da rastreabilidade e investigação de responsabilidade por produtos defeituosos, obtendo informação completa dos produtos em toda a cadeia agro-alimentar, que são benéficas para estabelecer uma ambiente de mercados saudável.

O estudo **EP007** pontua que com o *blockchain*, aquelas aplicações que antes só funcionavam através de um intermediário confiável, pode agora operar de uma forma descentralizada, sem a necessidade de uma autoridade central, e desempenhar a mesma funcionalidade com a mesma precisão. Isto era simplesmente impossível anteriormente.

Por outro lado, o estudo **EP005** ressalta a importância do uso do *blockchain* quando se trata da preservação do anonimato do usuário. O trabalho mostra que um sistema descentralizado de comercialização de energia *trustless* ou *semi-trustless* poderia fornecer segurança e privacidade de identidade, ao confiar em técnicas criptográficas em vez de confiar em um terceiro.

O estudo **EP021** também é categórico ao dizer que o *blockchain* possui várias vantagens. A primeira, é que

atualmente ele existe como uma rede *peer-to-peer* que não tem um ponto único de falha. Se houver falha em qualquer nó, os outros nós continuarão a operar, mantendo a disponibilidade do sistema. Segundo, quase toda a documentação é digital e pode ser facilmente aplicada a muitas outras diferentes aplicações. Terceiro, todas as transações no *blockchain* são visíveis para todos os seus participantes, com o crescimento correspondente em auditabilidade e confiança. Quarto, as mudanças no *blockchain* são extremamente difíceis e em um caso muito raro caso viesse a ocorrer, isso seria visível para todos os usuários. Essas vantagens da tecnologia *blockchain* eliminará terceiros, diminuirá custos de transações, e causará transformações em muitas indústrias. Claramente, o *blockchain* é a coroa de jóias do protocolo *Bitcoin*.

No que tange às desvantagens da utilização do *blockchain*, as mais recorrentes são:

- Baixo nível de amadurecimento da tecnologia;
- Tamanho e largura de banda;
- Alta latência;
- Risco de Ataques;
- Desperdício de Recursos;
- Usabilidade;
- Versionamento.

Por ser uma tecnologia ainda recente, o sistema *blockchain* vem sendo constantemente aperfeiçoado, no entanto ainda apresenta limitações que em certos contextos podem se tornar custosas. Como apresentado no estudo **EP007**, por exemplo, atualmente a capacidade do *blockchain* é restrita a 7 transações por segundo devido à restrição do tamanho do bloco, enquanto que a VISA pode manipular mais que 47000 transações por segundo. Outro obstáculo é como lidar com o constante crescimento do tamanho do *blockchain* para questões como armazenamento e sincronização.

O estudo **EP005** também mostra que devido às características descentralizadoras do *blockchain*, sua latência operacional tende a ser maior do que as soluções tradicionais centralizadas, no entanto isto pode ser compensado com a adição de um maior poder computacional.

Uma característica positiva do *blockchain* em relação às soluções centralizadas quanto à preservação da autenticidade dos dados, é que não adianta adulterar apenas a base de dados de um nó do *blockchain*, pois isto não terá efeito nos dados dos outros nós da rede, a menos que este detenha o controle de mais que 51% de todo o sistema de uma só vez.

Por fim, questões relacionadas ao desperdício de recursos, usabilidade e problemas de versionamento são tratadas no estudo **EP019**. Minerar *Bitcoin* desperdiça uma grande quantidade de energia (\$15milhões/dia). O desperdício em *Bitcoin* é causado pelo esforço em solucionar seu *Proof-of-Work*. A questão do desperdício de recursos precisa ser resolvida para que haja maior eficiência de mineração no *blockchain*. Junto a isto, a API do *Bitcoin* para desenvolvedores ainda é difícil de usar. Há a necessidade de que seja desenvolvido uma API mais amigável para o *blockchain*.

Com relação aos problemas de versionamento, quanto menor for uma cadeia de *blockchain*, maior será o risco de um ataque 51%. Isso se torna ainda maior quando as cadeias são divididas por motivos administrativos ou questões de versionamento.

#### **4.5 Ameaças à Validade**

A primeira ameaça à validade diz respeito à estratégia de busca. Por causa da predominante utilização de busca automatizada, com exceção do portal de periódicos da CAPES, estudos relevantes podem não ter sido incluídos no conjunto de estudos selecionados.

A relativamente baixa quantidade de estudos primários analisados e os artigos indicados são considerados ameaças, pois podem ter tido influência no sentido de tornar o trabalho involuntariamente tendencioso ou menos abrangente do que poderia ter sido.

#### **5. Considerações Finais**

Com base nos estudos analisados, podemos concluir que o *blockchain* trouxe novas formas de soluções para antigos problemas das organizações. Seu paradigma descentralizador, aberto e acessível permite que os dados ali contidos sejam altamente confiáveis, tendo grande relevância no registro de transações, rastreabilidade e comprovação de propriedade.

A tecnologia ainda está em sua fase de desenvolvimento por isso a maior parte dos estudos encontrados se concentram no ano de 2016. Por ser uma tecnologia recente, possui ainda um baixo nível de maturação, o que pode comprometer seu uso em larga escala no sentido de substituir as soluções tradicionais no curto prazo. Apesar das desvantagens, entendemos que o *blockchain* é uma solução revolucionária e que cada dia atrai a atenção de novas comunidades de desenvolvedores, portanto, suas falhas tendem a ser mitigadas à medida que sua aplicação se tornar mais difundida.

### Referências

AITZHAN, N. Z.; SVETINOVIC, D. Security and Privacy in Decentralized Energy Trading through Multi-Signatures, Blockchain and Anonymous Messaging Streams. **IEEE Transactions on Dependable and Secure Computing**, Outubro 2016.

KITCHENHAM, B.; CHARTERS, S. Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering. **EBSE Technical Report**, 2007.

KYPRIOTAKI, K. N.; ZAMANI, E. D.; GIAGLIS, G. M. From bitcoin to decentralized autonomous corporations: Extending the application scope of decentralized peer-to-peer networks and blockchains. **ICEIS 2015 - 17th International Conference on Enterprise Information Systems**, 2015. 284-290.

OBERHAUSER, A. Decentralized Public Ledger as Enabler for the Gift Economy at Scale, 2014.

SHRIER, D.; WU, W.; PENTLAND, A. Blockchain & Infrastructure (Identity, Data Security). **connection.mit.edu**, 2016.

SWAN, M. Blockchain Thinking: The Brain as a DAC (Decentralized Autonomous Organization). **Texas Bitcoin Conference**, 2015.

UMALKAR, M.; MACNEIL, A; LIGHT, D. What every CEO Should Know About Blockchain. **accenture**. Disponível em: <<https://www.accenture.com/us-en/insight-outlook-executives-guide-to-blockchain#block-sidebar>>. Acesso em: 17 Setembro 2017.

### Apêndice - Estudos Primários Incluídos

**Quadro 2:** Listagem dos estudos.

Cód.	Título	Autor	Fonte	Ano
EP001	Cryptocurrencies and Business Ethics	Claus Dierksmeier; Peter Seele	Springer	2016
EP002	The IoT electric business model: Using blockchain technology for the internet of things	Yu Zhang; Jiangtao Wen	Springer	2016
EP003	The Ethics of Payments: Paper, Plastic, or Bitcoin?	James J. Angel; Douglas McCabe	Springer	2014
EP004	An Agri-food Supply Chain Traceability System for China Based on RFID & Blockchain Technology	Feng Tian	IEEE	2016
EP005	Security and Privacy in Decentralized Energy Trading through Multi-signatures, Blockchain and Anonymous Messaging Streams	Nurzhhan Zhumabekuly Aitzhan; Davor Svetinovic	IEEE	2016
EP006	SoK: Research Perspectives and Challenges for Bitcoin and Cryptocurrencies	Joseph Bonneau; Andrew Miller; Jeremy Clark	IEEE	2015

EP007	Blockchains and Smart Contracts for the Internet of Things	Konstantinos Christidis; Michael Devetsikiotis	IEEE	2016
EP008	Interactive Incontestable Signature for Transactions Confirmation in Bitcoin Blockchain	Yan Zhu; Ruiqi Guo; Guohua Gan	IEEE	2016
EP009	A System View of Financial Blockchains	Wei-Tek Tsai; Robert Blower; Yan Zhu	IEEE	2016
EP010	Decentralizing Privacy: Using Blockchain to Protect Personal Data	Guy Zyskind; Oz Nathan; Alex 'Sandy' Pentland	IEEE	2015
EP011	The global brain and the emerging economy of abundance: Mutualism, open collaboration, exchange networks and the automated commons	Ben Goertzel; Ted Goertzel; Zarathustra Goertzel	Science Direct	2016
EP012	Bitcoin blockchain dynamics: The selfish-mine strategy in the presence of propagation delay	J. Göbela, H.P. Keeler, A.E. Krzesinski, P.G. Taylor	Science Direct	2016
EP013	Anonymity and privacy: a guide for the perplexed	Danny Bradbury	Science Direct	2014
EP014	World of Empowered IoT Users	Sayed Hadi Hashemi; Faraz Faghri; Paul Rausch; Roy H Campbell	IEEE	2016
EP015	A Dispute Arbitration Protocol Based on a Peer-to-Peer Service Contract Management Scheme	Jun Zou; Yan Wang; Mehmet A. Orgun	IEEE	2016
EP016	From bitcoin to decentralized autonomous corporations: Extending the application scope of decentralized peer-to-peer networks and blockchains	Kypriotaki, K.N., Zamani, E.D., Giaglis, G.M.	Scopus	2015
EP017	How online platforms challenge traditional views of the firm and the regulation of market failures	Bertin Martens	Indicação	2016
EP018	Corporate governance and blockchains	David Yermack	Indicação	2015
EP019	Where Is Current Research on Blockchain Technology?-A Systematic Review	Jesse Yli-Huumo, Deokyoon Ko, Sujin Choi, Sooyong Park, Kari Smolander	Indicação	2016
EP020	Trusting records: is Blockchain technology the answer?	Lemieux, V L	Indicação	2016
EP021	Blockchain and Its Coming Impact on Financial Services	Kurt Fanning, David P. Centers	Indicação	2016

<sup>i</sup> Não foi considerado para fins de estudo o ano de 2008 devido ao fato de a tecnologia ter vindo à tona no final daquele ano.