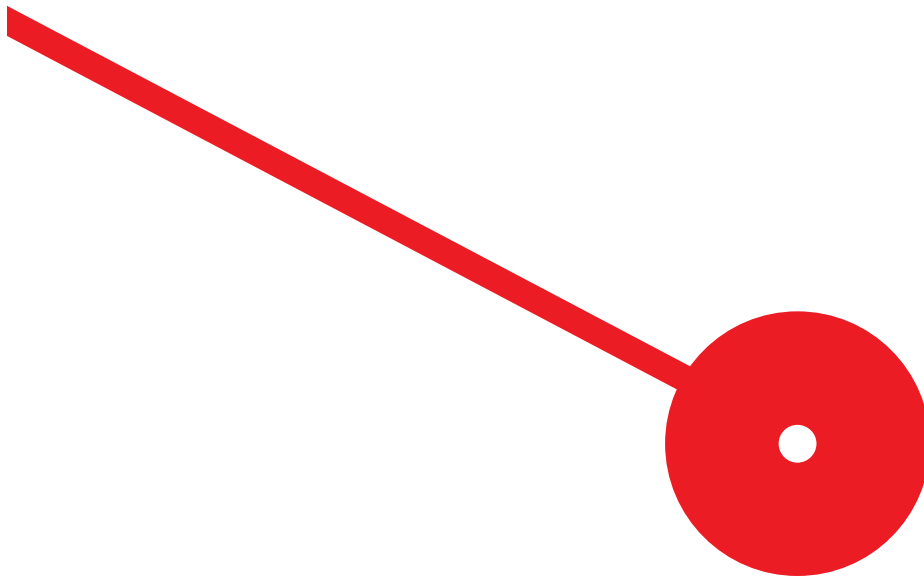




A tecnologia *Blockchain* e a sua aplicação às entidades públicas e privadas

Alexandra Regina de Sousa Neto Marques

10/2022



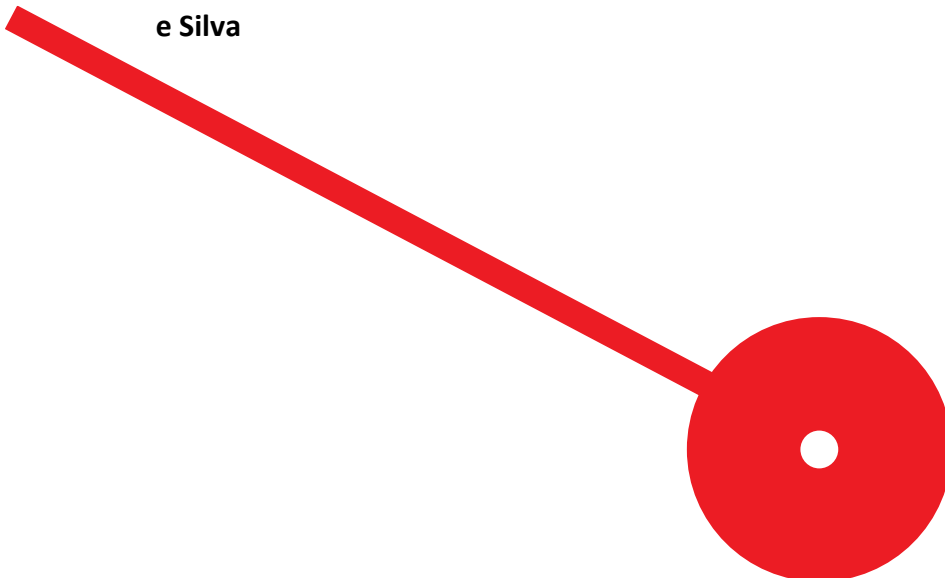


A tecnologia Blockchain e a sua aplicação às entidades públicas e privadas

Alexandra Regina de Sousa Neto Marques

Dissertação de Mestrado

apresentado ao Instituto Superior de Contabilidade e Administração do Porto para a obtenção do grau de Mestre em Gestão das Organizações, sob orientação de Professor Doutor Adalmiro Álvaro Malheiro de Castro Andrade Pereira e Professor Doutor Eduardo Sá e Silva



Dedicatória

Dedico este trabalho ao melhor parceiro que tenho na vida, LDG.

Agradecimentos

Dois anos culminam neste momento final. Dois anos de alegrias, tristezas, muitos nervos e algumas horas sem dormir, mas no final de contas tudo compensou. Este percurso, nada seria sem as pessoas que cruzaram o meu caminho, desde os colegas que me colocaram os nervos em franja, aos colegas que viraram amigos para muito tempo. Sem a ajuda, compreensão e paciência de alguns professores tudo teria sido bem mais complicado. Neste aspecto, tenho de salientar o Professor Adalmiro, professor e orientador, sem a sua ajuda e apoio no momento exato não seria possível, porque só caminhamos para a frente e com um sorriso no rosto. Por fim, tenho de agradecer à PESSOA, o meu namorado, aquele que não me permitiu desistir, motivou e esteve sempre lá. O meu muito obrigado!

Resumo:

O tema deste trabalho está orientado para a análise do fenómeno que é a tecnologia *Blockchain*, como as Criptomoedas e os *smart contracts* fazem parte desta inovação e, a potencialidade da aplicação da *Blockchain* na sociedade. A leitura e análise de bibliografia existente como artigos, dissertações e teses permitiu perceber o estado da arte. A metodologia utilizada foi a partir da revisão de literatura narrativa, através da análise de artigos relacionados com a *Blockchain* em duas plataformas científicas de alta qualidade: a *Scopus* e *Web of Science*. Através desta dissertação é possível compreender como funciona esta tecnologia e a potencialidade de criação de redes interligadas desde o cidadão, governo, educação, saúde, e as indústrias, tendo por meio a utilização de recursos tecnológicos, ambientais e financeiros necessários para que exista uma sociedade mais eficiente e segura com a tecnologia *Blockchain* aplicada. O objetivo deste estudo visa dar a conhecer a inovação tecnológica que se identifica claramente como disruptiva, transparente e descentralizada. Dando a conhecer as suas vantagens e alertando para o potencial imenso da evolução tecnológica nos próximos anos. Poderá discutir-se o potencial, a aplicabilidade e a melhoria da condição humana com o uso da *Blockchain*, permitindo a transformação da sociedade atual através da informação disponível e fiável a todos para que melhores escolhas possam ser feitas.

Palavras chave: *Blockchain*; Tecnologia; Inovação; *Bitcoin*

Abstract:

The theme of this work is oriented towards the analysis of the phenomenon that is Blockchain technology, how cryptocurrencies and smart contracts are part of this innovation, and the potential of Blockchain application in society. The reading and analysis of existing bibliography such as articles, dissertations, and theses allowed us to understand the state of the art. The methodology used was from the narrative literature review, through the analysis of articles related to Blockchain in two high quality scientific platforms: Scopus and Web of Science. Through this dissertation it is possible to understand how this technology works and the potentiality of creating interconnected networks from the citizen, government, education, health, and the industries, using technological, environmental, and financial resources necessary for a more efficient and secure society with the Blockchain technology applied. The objective of this article is to make known the technological innovation that is clearly identified as disruptive, transparent, and decentralized. Making known its advantages and alerting to the immense potential of technological evolution in the coming years. The potential, applicability and improvement of the human condition with the use of Blockchain can be discussed, allowing the transformation of current society through information available and reliable to all so that better choices can be made.

Key words: Blockchain; Technology; Innovation; Bitcoin

Índice geral

Capítulo - Introdução.....	1
Capítulo I – A TECNOLOGIA <i>BLOCKCHAIN</i>	3
1 Contexto histórico da <i>Blockchain</i>	4
1.1 O que é e como funciona a <i>Blockchain</i>	6
1.2 Aspetos Positivos e negativos	14
1.3 A origem das Criptomoedas.....	16
1.4 <i>Smart Contracts</i>	18
1.4.1 <i>Smart Contracts</i> e os seus benefícios	20
Capítulo II – Aplicação da <i>Blockchain</i>	23
2 Aplicação da <i>Blockchain</i>	24
2.1 Entidades Públicas.....	26
2.2 Entidades Privadas	31
Capítulo III – Metodologia de Investigação	34
3 Metodologia de Investigação.....	35
3.1 Abordagem e Modelo Proposto	35
3.2 Escolha das Técnicas para recolha dos casos práticos	36
Capítulo IV – Apresentação, Análise e Interpretação dos Resultados	38
4 Apresentação, Análise e Interpretação dos Resultados	39
4.1 Caracterização do Caso Prático.....	39
4.2 Apresentação de Resultados.....	40
4.2.1 Resultados da seleção	40
4.2.2 Resultados da classificação de artigos	41
4.3 Discussão e interpretação dos resultados	42
Capítulo V – Conclusão.....	47
Referências bibliográficas	49

Índice de Figuras

1. Cronograma da evolução da <i>Blockchain</i>	6
Figura 2. Funcionamento da <i>Blockchain</i>	7
Figura 3. Exemplo gráfico da formação de blocos na <i>Blockchain</i>	8
Figura 4. Representação gráfica da formação de um bloco.....	9
Figura 5. <i>Ledger</i> Centralizado vs <i>Ledger</i> Distribuído	10
Figura 6. Infográfico de algoritmos de <i>consensus</i> aplicados em <i>Blockchain</i> 's	11
Figura 7. Operação da <i>Blockchain</i>	14
Figura 8. Esquema de uma dApp no aluguer no ramo automóvel	19
Figura 9. Os Benefícios dos <i>Smart Contracts</i>	22
Figura 10. Sistema de voto eletrónico	26
Figura 11. Armazenamento e partilha de informação médica.....	28
Figura 12. Produção e transporte de um medicamento na Rede Farmacêutica	29
Figura 13.Registo e acesso a informação escolar através da <i>Blockchain</i>	30
Figura 14. Processo de criação e transmissão de conteúdo discográfico	31
Figura 15. Processamento completo de um produto registado em <i>Blockchain</i>	33
Figura 16. Etapas da Revisão de literatura Narrativa utilizadas.....	37
Figura 17. Apresentação do número de estudos relacionados com a <i>Blockchain</i> , nas bases de dados <i>Web of Science</i> e a <i>Scopus</i>	39
Figura 18. Esquema para a Investigação	40
Figura 19. Etapas de seleção vs número de artigos relacionados com a <i>Blockchain</i>	41
Figura 20. Esquema de categorização de artigos relacionadas com a <i>Blockchain</i>	42
Figura 21. <i>Blockchain</i> aplicada à sociedade	44

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Comparação entre PoW e PoS	13
Tabela 2 - Aspetos Favoráveis e Desfavoráveis da <i>Blockchain</i>	16

Índice de Gráficos

Gráfico 1. Evolução de wallet's registadas na <i>Blockchain</i>	5
---	---

Lista de abreviaturas

dApp – Decentralised App

DeFi – Decentralized Finance

DLT – Distributed ledger technology

ICO – Initial coin offering

IoT – Internet of Things

P2P – Peer-to-Peer

PoS – Proof-of-Stake

PoW – Proof-of-Work

WoS – Web of Science

CAPÍTULO - INTRODUÇÃO

O desenvolvimento das tecnologias em particular na área da computação e das tecnologias de informação associadas ao desenvolvimento das relações económicas levou a que as moedas sofressem alterações no seu conceito. Dessa forma surgem as moedas virtuais, mais conhecidas por Criptomoedas. Esta nova forma de moeda surge como uma alternativa divergente da moeda tradicional, dado que agrega a si a lógica da descentralização, em que nenhuma autoridade interfere no seu processo de emissão ou funcionamento. A utilização das moedas virtuais despoletou alguma discussão sobre as vantagens e riscos de utilização das mesmas, apesar de não ser um tema muito discutido em Portugal. A nível global e em alguns países como os Estados Unidos da América, o Brasil ou a Austrália, tem suscitado algumas discussões despertando amplos debates sobre o impacto das Criptomoedas e a sua regulamentação. A crise hipotecária dos EUA em 2007-2010 gerou uma desconfiança coletiva contra bancos, autoridades monetárias, reguladores e políticos. Este tumulto conjuntural criou as condições perfeitas para chamar a atenção do público para a *Bitcoin* com o sucesso e impacto que tem vindo a ter no mundo, mas principalmente pela inovação tecnológica que lhe deu a credibilidade, a *Blockchain*.

A inovação tecnológica que vai muito além das Criptomoedas é disruptiva e transparente, com potencial para transformar inúmeros sectores no seu formato e na forma como as organizações públicas e privadas protegem, partilham e usam informação e os seus dados.

Assim, este artigo visa dar a conhecer como funciona e quais os aspetos que lhe conferem as suas maiores qualidades. O estudo de artigos científicos centra-se na necessidade de perceção de como o universo académico olha para a *Blockchain*, bem como os estudos aprofundam as áreas e aplicações de forma detalhada da tecnologia. O objetivo principal passa por transmitir de forma clara e evidente as potencialidades da disrupção tecnológica da *Blockchain*, e as vantagens da sua aplicação para a melhoria da condição humana e evolução da sociedade para um novo patamar.

CAPÍTULO I – A TECNOLOGIA *BLOCKCHAIN*

1 Contexto histórico da *Blockchain*

Quando se pretende explicar a origem da *Blockchain* ou cadeia de blocos, torna-se relevante explicar o caminho percorrido para compreender a importância desse conceito e tecnologia.

A tecnologia *Blockchain* teve início em 1991, quando foi desenvolvida com o intuito de poder associar um registo de data e hora de documentos digitais, sem que estes pudessem ser alterados. O sistema tinha por base uma cadeia de blocos protegidos criptograficamente, (Haber & Scott Stornetta, 1991). Posteriormente em 1992 e de modo a melhorar a sua eficiência, foram introduzidas ao projeto as *Merkle trees*, dando a possibilidade de vários documentos serem agregados em apenas um bloco, (Bayer et al., 1993), no entanto, a aplicação desta tecnologia não foi utilizada de forma abrangente, acabando inclusive por expirar a sua patente.

O reaparecimento deste conceito, acontece em 2008, através da publicação de um *white paper*, pelo pseudónimo Satoshi Nakamoto, onde surge pela primeira vez, o termo *Bitcoin*, um sistema de dinheiro eletrónico *peer-to-peer* (ponto a ponto ou P2P), (Nakamoto, 2008). Assim, a primeira *Blockchain* serviu de base à criptomoeda mais reconhecida em todo o mundo aplicada ao sistema financeiro, com base num sistema P2P descentralizado, sem qualquer intervenção de terceiros considerados credíveis, como um banco ou notário para seguir e validar as transações.

Mais tarde, Vitalik Buterin, programador e um dos co-fundadores do *Ethereum*, afirmou que para evoluir, o *Bitcoin* teria de incorporar um *script* que permitisse a criação de aplicações descentralizadas, no entanto, como não obteve apoio, decidiu dar início à criação da sua própria *Blockchain* e, iniciar o desenvolvimento da rede *Ethereum*, (Ethereum, 2019).

A rede *Ethereum*, foi concebida em 2013 por Vitalik Buterin e teve o apoio dos co-fundadores Gavin Wood, Charles Hoskinson, Anthony Di Iorio e Joseph Lubin tendo o seu desenvolvimento iniciado em 2014. O intuito da criação da rede foi servir como plataforma de desenvolvimento de software para a criação de diferentes aplicações descentralizadas que permitem a execução de *smart contracts*, uma nova funcionalidade baseada num dos princípios fundamentais desta tecnologia, a descentralização, tornando-se deste modo uma aplicação fundamental da *Blockchain*, (Efanov & Roschin, 2018; Wood, 2014).

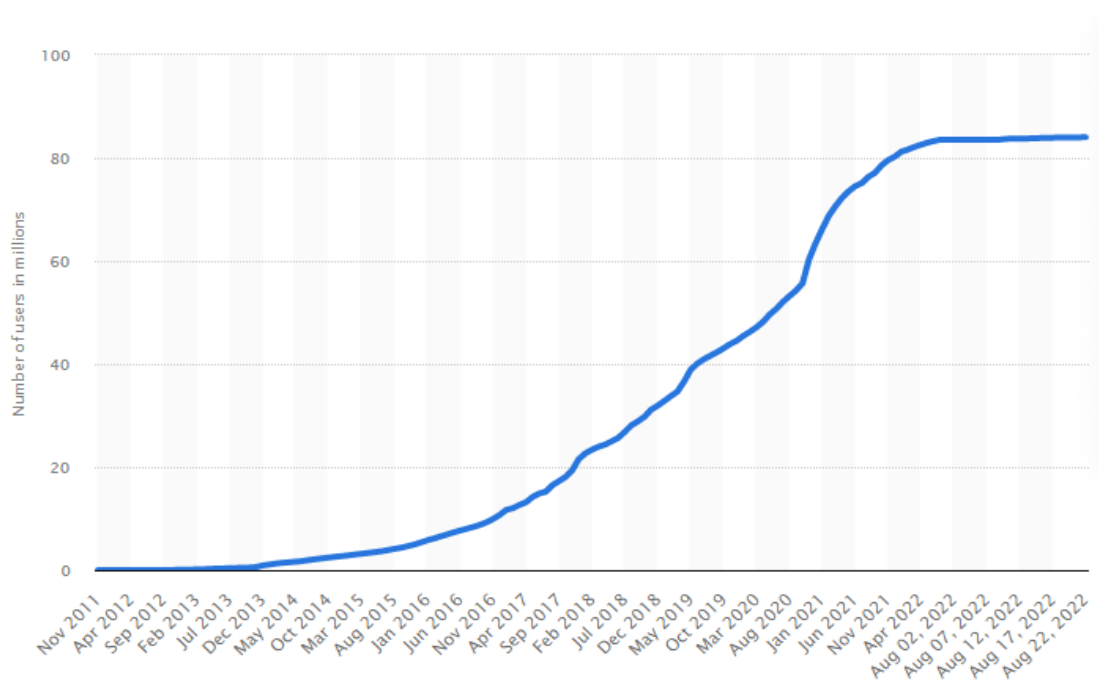
O desenvolvimento tecnológico tem potenciado a curiosidade sobre a tecnologia *Blockchain* e o que será no seu futuro, uma vez que tem demonstrado que a sua aplicação vai muito além das Criptomoedas, aplicando-se a diversas áreas em nada relacionadas e implementadas em diferentes indústrias, (Helo & Hao, 2019).

Em 2015, o World Economic Forum (WEF) indicava a tecnologia *Blockchain* como uma das seis mega-tendências que vão mudar o mundo nos próximos anos.

Em 2017, em clara expansão, e com o nascimento de outras redes *Blockchain* para além da *Bitcoin*, o mercado estava inundado pelas chamadas ICO's - ofertas iniciais de moedas, onde as pessoas despejavam dinheiro em projetos criptográficos desconhecidos, mas a grande maioria desses projetos acabaria por falhar.

As estatísticas da *Blockchain* mostram que no início de 2015, o número de pessoas em todo o mundo que tinham uma carteira digital, era ligeiramente superior a 3 milhões. Em 2017, o número tinha aumentado para quase 13 milhões, enquanto em junho de 2018 esse número era superior a 28,8 milhões. Em constante aumento, o número de utilizadores de carteiras na *Blockchain* atingiu 42 milhões em setembro de 2019 e mais de 80 milhões em abril de 2022.

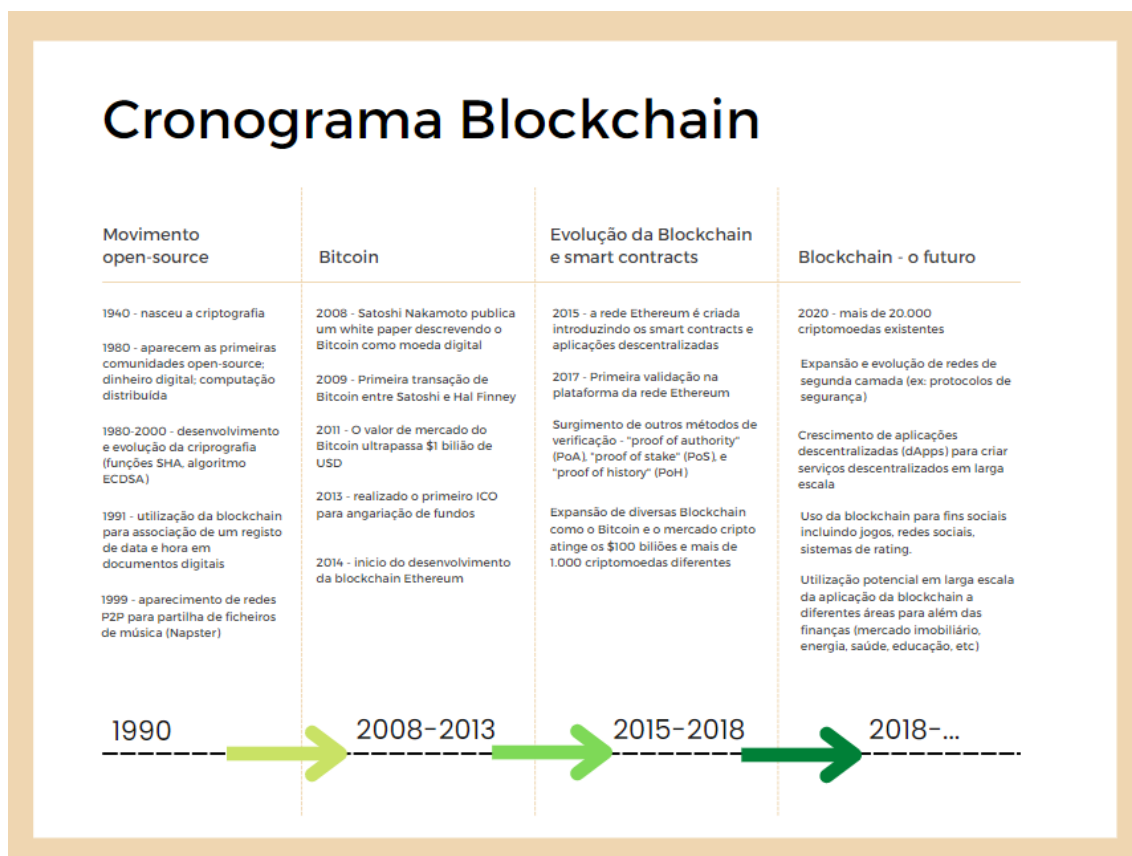
Gráfico 1. Evolução de *wallet's* registadas na *Blockchain*



Fonte: (<https://www.Statista.Com/Statistics/647374/Worldwide-Blockchain-Wallet-Users/>, 2022)

As estatísticas de adoção da *Blockchain* mostram que atualmente apenas 0,5% da população do mundo utiliza a tecnologia *Blockchain*, ou seja, cerca de 40 milhões de pessoas. De acordo com as estimativas mais conservadoras, espera-se que este número quadruple em 5 anos, e em 10 anos, 80% da população estará envolvida de alguma forma com a tecnologia *Blockchain*.

Figura 1. Cronograma da evolução da *Blockchain*



Fonte: Adaptado de (PwC & Stanford Woods Institute for the Environment, 2018)

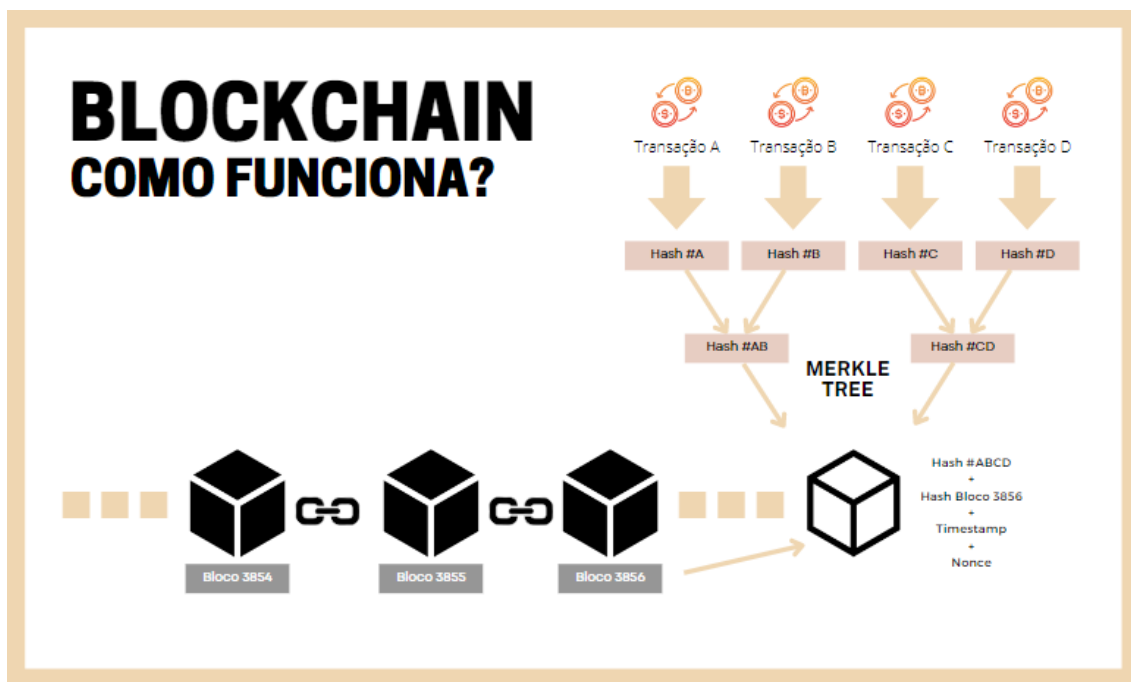
1.1 O que é e como funciona a *Blockchain*

Neste tópico pretende-se explicar o conceito *Blockchain* e como funciona esta tecnologia. No entanto, dado o objetivo deste estudo, não faz sentido ingressar em pormenores técnicos do seu funcionamento, uma vez que além de complexo, não está no âmbito desta dissertação nem da área de estudo em que está inserida.

O ano de 2008, devido à grande crise financeira, mudou o rumo da história da tecnologia *Blockchain* catapultando-a como a inovação subjacente ao sucesso das transações da

reconhecida *Bitcoin*. A transformação e o progresso nas tecnologias de informação, de encriptação de sistemas de pagamento são a junção de inúmeros fatores determinantes para que esta tecnologia pudesse finalmente emergir e se desenvolver, (The Institutes, 2017).

Figura 2. Funcionamento da *Blockchain*



Fonte: Adaptado de (*The Great Chain of Being Sure about Things*, 2015)

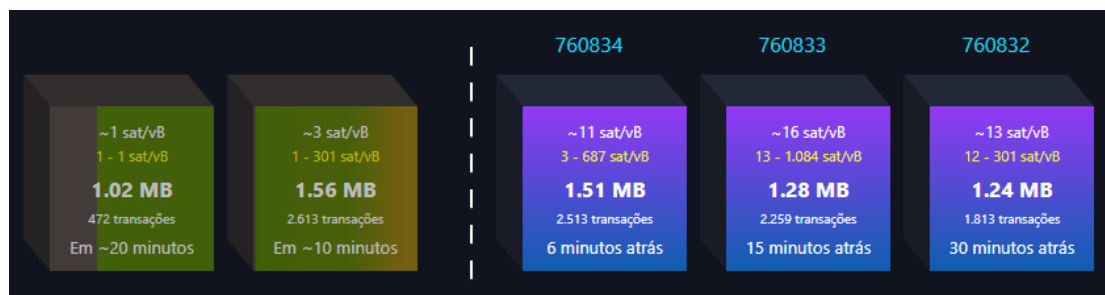
Segundo Wright e Filippi, a *Blockchain* é uma base de dados encriptada e partilhada entre todos e que tem como finalidade o registo público de informação para que seja impossível alterar o seu conteúdo. A tecnologia *Blockchain* permite assim facilitar e assegurar que pessoas de pontos distintos possam realizar uma transação ou transmissão de informação sem intermediários mediadores ou de controlo, (Wright & de Filippi, 2015).

A *Blockchain* também é vista como uma tecnologia com potencial para construir uma base de dados ou registar informação de forma partilhada, segura e inalterável, traduzindo-se deste modo num registo público onde determinada informação pode constar de forma segura, fiável e disponível para qualquer indivíduo, (Davidson et al., 2018).

O termo *Blockchain* explicado por Alex Tapscott e Don Tapscott, indica que todas as transações efetuadas no sistema são verificadas e registadas num bloco que é validado

por computadores voluntários pertencentes à rede de forma descentralizada. O bloco formado é unido ao bloco anterior e forma assim uma corrente (*chain*), (Tapscott & Tapscott, 2016). Os mesmos autores explicam que a inovação da *Blockchain* consiste em se tratar de um sistema público e criptografado. O facto, de ser um sistema público permite, que toda e qualquer pessoa possa consultar a informação contida na *Blockchain* através da *internet* e, por ser um sistema criptografado, torna esta tecnologia segura e inviolável. Na rede *Bitcoin* é gerado um novo bloco a cada dez minutos, aproximadamente, o que não dá tempo suficiente para desvendar chaves, criptográficas, antes de um novo bloco estar formado, (Tapscott & Tapscott, 2016).

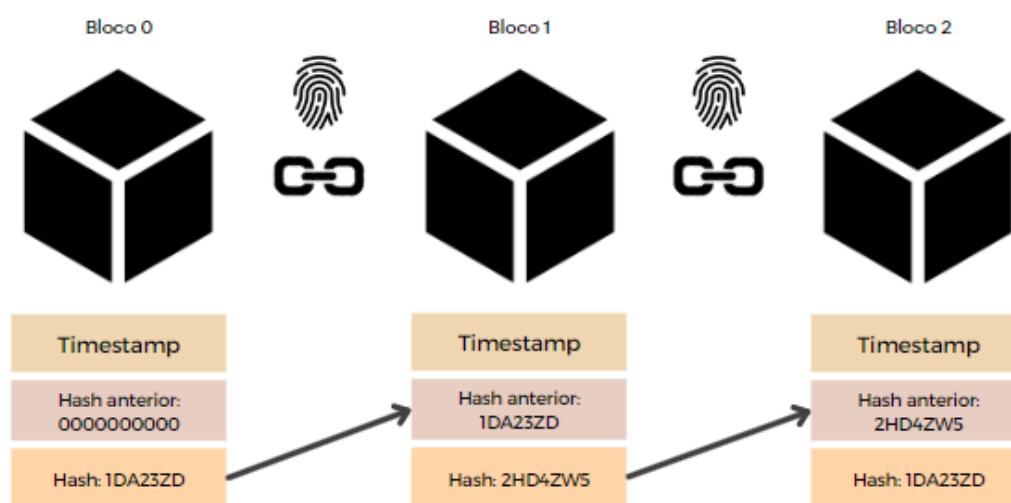
Figura 3. Exemplo gráfico da formação de blocos na *Blockchain*



Fonte: (<https://Mempool.Space/>, 2022)

Os *miners*, os nós da rede, são responsáveis por ligar cronologicamente os blocos (Crosby et al., 2016), com a informação das transações de forma ordenada e sequencial no *ledger* descentralizado, contendo o *timestamp* de origem da transação, bem como a *hash* criptográfica do bloco que antecedeu e todas as especificidades da transação, (Esposito et al., 2018; Risius & Spohrer, 2017), conforme é possível constatar na Figura 4.

Figura 4. Representação gráfica da formação de um bloco



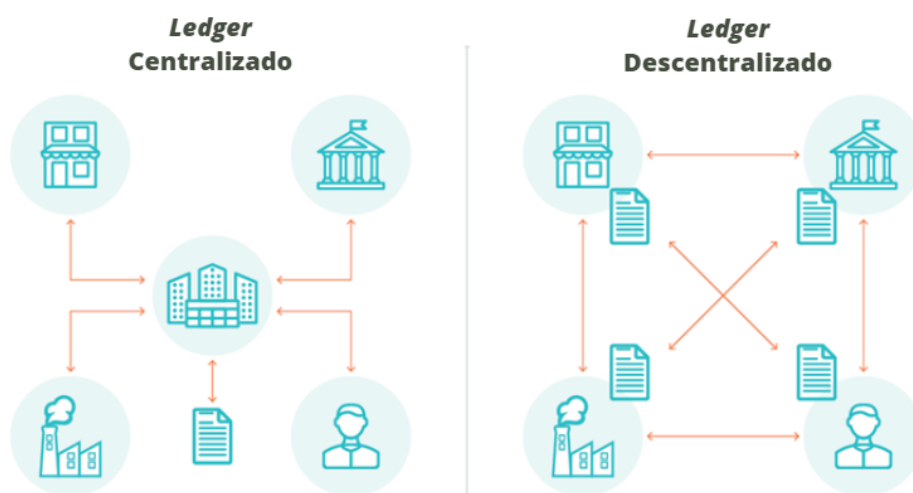
Fonte: Elaborado pelo próprio

A *Blockchain* é também definida como uma mistura de tecnologias, de acordo com Sebastien Meunier, todas pré-existentes, mas utilizadas individualmente, referindo-se à criptografia, à transmissão P2P e ao armazenamento de dados. Assim, a *Blockchain* com a união destas ferramentas tecnológicas resulta numa base de dados segura e descentralizada. Deste modo, a tecnologia *Blockchain* revoluciona o padrão de segurança e fiabilidade representada socialmente por pessoas e a sua credibilidade para uma realidade intangível apoiada em tecnologia. Isto é, não necessita da fiabilidade de um terceiro ou uma instituição financeira, para realizar o registo ou transmissão de um ativo (Meunier, 2018).

No sistema descentralizado, a utilização da tecnologia de livro-razão, pressupõe que este não obedeça a uma entidade central e por sua vez, recorre a uma rede P2P preservada por inúmeros proprietários onde todos os pontos/nós têm uma cópia da informação que consta na *Blockchain*, (Helo & Hao, 2019).

Figura 5. *Ledger* Centralizado vs *Ledger* Distribuído

Tecnologia livro-razão Distribuído



Fonte: (Troy & Pratt, 2021)

A utilização de criptografia de chave público-privada é o que confere segurança em cada operação e caso exista alguma tentativa de adulteração de qualquer transação ou da rede, os diferentes nós pertencentes à rede são alertados (Önde & Treiblmaier, 2018), sendo assim assegurada a imutabilidade das operações, (Hackius & Petersen, 2017; Önde & Treiblmaier, 2018).

A tecnologia *Blockchain* é frequentemente associada ao *Bitcoin* e às Criptomoedas, porém, estes criptoativos são apenas algumas das consequências da sua utilização, dado que, a *Blockchain* pode ser utilizada sem qualquer criptoativo, (Greenspan, 2015).

Ao dar início a uma solicitação de transação P2P através da rede *Blockchain*, o utilizador tem de apresentar uma evidência da sua identidade perante a rede. Esta prova de identificação está assente numa chave público-privada criptográfica, e é utilizada como forma de certificar a sua identidade, (Tar, 2018).

Toda a informação relativa à operação realizada fica armazenada no bloco, que por sua vez é comunicado aos pontos da rede P2P, com o objetivo de verificar e aprovar a transação através da resolução de problemas matemáticos computacionais. O processo descrito de validação de transações é conhecido como *mining*, (Cosset 2018).

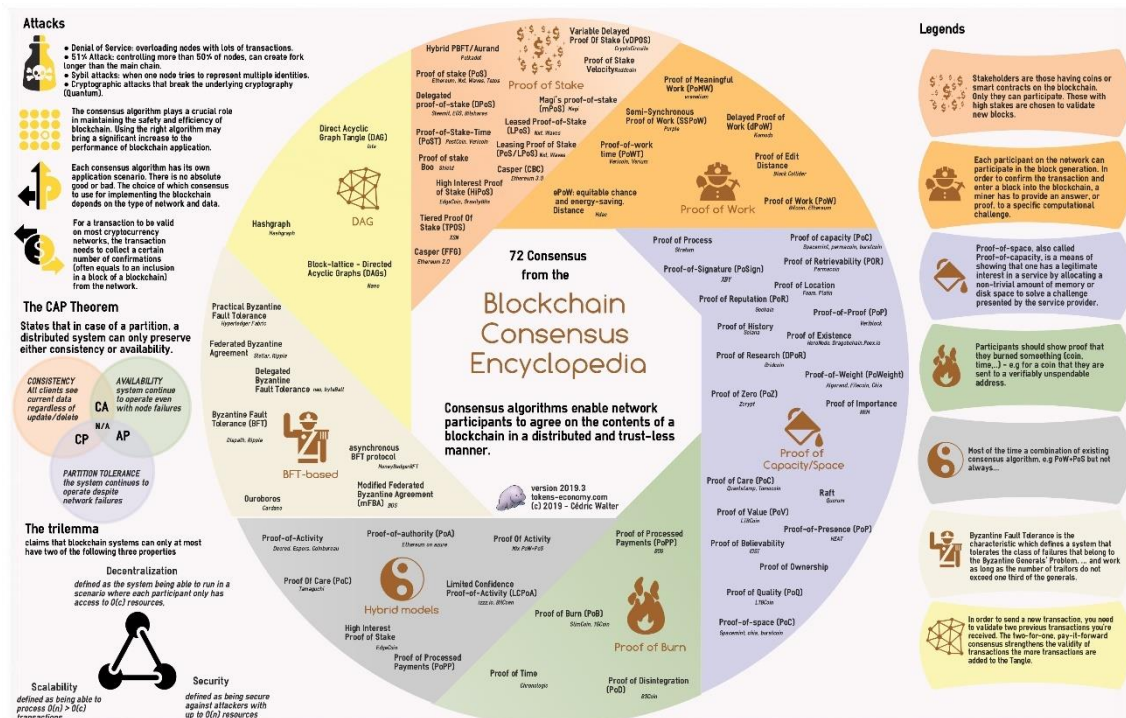
Quando um dos pontos/nós da rede soluciona o problema criptográfico de validação, a transação é dada como verificada e deste modo, um novo bloco é inserido na rede pelo nó que resolveu o problema, comunicando a nova informação e, desta forma atualiza o *ledger*, o arquivo de transações, (Chakravarty, 2016).

Posteriormente à comunicação, todos os pontos investigam o novo bloco e validam a veracidade da transação, através do algoritmo de validação da *Blockchain*, *distributed consensus*, (Cosset, 2018). Quando é alcançado o consenso, cada nó da rede atualiza o seu *ledger* com o arquivo de transações, (Chakravarty, 2016).

O algoritmo de consenso é a forma como a *Blockchain* garante a seriedade do sistema descentralizado. Este tipo de algoritmo reflete na transparência do sistema a qualquer instante. O *consensus*, é uma espécie de protocolo entre os nós do *ledger* para a formação de blocos na *Blockchain*, (Swanson, 2015). Os algoritmos de consenso, garantem que as regras estabelecidas para o protocolo de transmissão são aplicadas e salvaguardam que as transações se realizam de forma segura e credível, (Hammerschmidt, 2017).

A *Blockchain* contém variados algoritmos de *consensus*, que diferem por tipo de funcionamento, a Figura 6 representa a diversidade de algoritmos, (Same, 2022).

Figura 6. Infográfico de algoritmos de *consensus* aplicados em *Blockchain*'s



Fonte: Same (2020)

Conforme se pode verificar na imagem, os algoritmos de *consensus* podem ser agrupados em diferentes categorias. Os mais usados são algoritmos baseados em *Proof-of-Work* (PoW) e os algoritmos baseados em *Proof-of-Stake* (PoS), (Same, 2022).

O algoritmo *Proof-of-Work* (PoW) foi inserido e ajustado ao modo da *Blockchain* em 2008, quando Satoshi Nakamoto deu origem ao *Bitcoin*, (Nakamoto, 2008) garantindo com a utilização deste algoritmo, o consenso e exatidão nas transações criadas na rede.

O PoW, junta a informação das transações num bloco e os *miners*, através da força computacional, analisam as transações integradas nos blocos, solucionando o problema matemático criptográfico, a que se dá o nome de *Proof-of-Work*, prova de trabalho. O processo de resolução do problema matemático, bem como a geração de bloco, é conhecido como mineração. Quando um *miner* encontra a solução, o bloco é validado e arquivado na *Blockchain* recebendo uma recompensa, (B. C. Encyclopedia, 2022).

O algoritmo de PoW apresenta pontos positivos e negativos. A utilização do PoW tem como elementos negativos a quantidade de poder computacional necessário, que torna pouco apelativa a iniciativa de participação na rede e as recompensas que com o decorrer do tempo vão reduzindo. Também no que confere a ataques, o algoritmo PoW apresenta alguma fragilidade, apesar de para ter sucesso, ser necessário corromper a *Blockchain* garantindo mais de metade do poder computacional da rede de mineradores, o que não é simples, mas também não é impossível. O elevado consumo de energia despendido com o enorme poder computacional necessário para o processo de *mining* também é um dos pontos negativos.

No que diz respeito aos aspetos positivos na sua utilização, o facto de ser o algoritmo mais antigo e seguro transmitindo credibilidade. O problema matemático apresenta soluções que facilmente são verificadas, mas a solução é difícil de atingir, (B. C. Encyclopedia, 2022).

Outro algoritmo muito utilizado é o *Proof-of-Stake* (PoS) ou prova de participação, e consiste numa outra opção de *consensus* menos dispendiosa energeticamente face ao PoW. Neste caso, os mineradores não utilizam poder computacional para gerar o processo de mineração pois é seleccionado de forma aleatória um validador e este participa proporcionalmente á posição que detém de acordo com o registo existente no *ledger* da *Blockchain*. Isto é, se detém X do valor da rede, tem X hipóteses de criar um novo bloco e consequentemente, receber a recompensa se estiver previsto, (Kiayias et al., 2017).

O PoS, também, apresenta aspetos positivos e negativos. O facto de ser mais facilmente violável quando comparado com o PoW, apresenta-se como o principal ponto contra. Deste ponto de vista, o risco pode ser elevado e levar, inclusive, à perda do valor em *stake* existente no validador corrompido. Devido a isso, o bloco não vai ser formado e o validador é eliminado da rede. Concluindo que, pode ser mais simples corromper, mas as consequências são mais graves. Por sua vez, a criação de blocos é mais rápida e eficiente, não necessitando de um poder computacional elevado, (Nguyen & Kim, 2018) .

Na Tabela 1, faz-se a comparação entre os dois algoritmos de *consensus*, que conclui os aspetos positivos e negativos de ambos, mas também as diferenças significativas existentes entre os dois algoritmos.

Tabela 1 – Comparação entre PoW e PoS

CRITERIA	PROOF OF WORK	PROOF OF STAKE
Eficiência Energética	Não	Sim
Hardware Moderno	Muito importante	Não necessário
Forking	Quando dois nós encontram a solução para a validação ao mesmo tempo	Muito difícil
Ataque double spending	Sim	Difícil
Velocidade criação de blocos	Baixa, depende da variante	Rápida
Pool's de mineração	Sim, mas pode ser prevenido	Sim, e muito difícil de prevenir
Exemplo	 Bitcoin	 Cardano

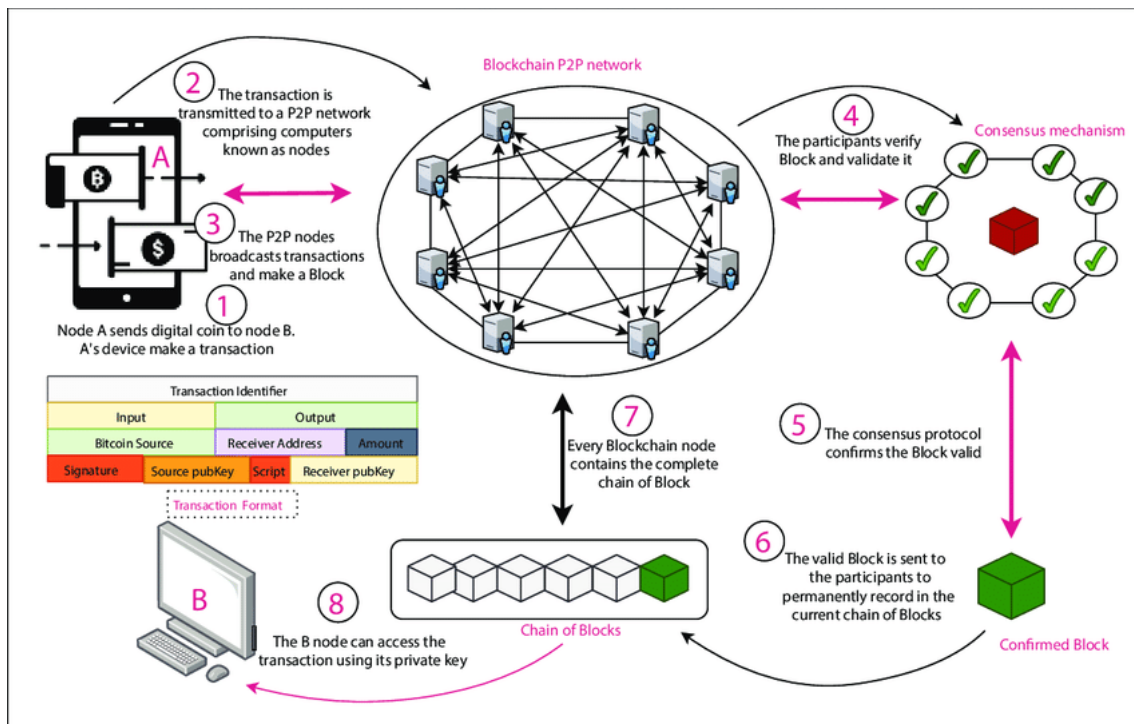
Fonte: Adaptado de Nguyen & Kim (2018)

Deste modo, a *Blockchain* resume-se no registo de dados inalterável, inequívoco e permanente, desde o processo de criação, validação e armazenamento. As tentativas de alteração da rede são percebidas aquando da prova de identidade obrigatória e, quando tal se verifica, a rede é avisada e a tentativa cai, (Cosset, 2018).

Salientar ainda que, a tecnologia *Blockchain* é geralmente associada a Criptomoedas, nomeadamente ao *Bitcoin*, *Ethereum*, entre outras. Porém, é apenas o resultado da utilização desta tecnologia, (Greenspan, 2015).

O trabalho desenvolvido pela *Blockchain* pode assim ser explicado, verificando o modo como uma operação é incluída na *Blockchain*. A Figura 7 exemplifica, genericamente, a construção de blocos na tecnologia *Blockchain*, (Uddin et al., 2020).

Figura 7. Operação da *Blockchain*



Fonte: Uddin et al. (2020)

1.2 Aspectos Positivos e negativos

É possível considerar que a tecnologia *Blockchain* também apresenta pontos positivos e negativos, no entanto, depende sempre da visão, perspectiva e objetivo de cada pessoa ou instituição. Dado o âmbito deste estudo constatou-se ser relevante salientar o que a literatura diz a este respeito.

Um dos principais pontos favoráveis na utilização desta tecnologia, prende-se com o facto de não ser necessária a intervenção de uma entidade centralizada no processo de validação, por esse motivo também não surge necessidade de confiar nessa mesma

entidade. Outro fator positivo é a possibilidade de manter os seus ativos em depender de uma instituição centralizada e ainda, diminuir custos, consequência da eliminação intermediários para transferir informação e realizar transações. Deste ponto de vista, conclui-se também que não é necessário um registo, admissão ou transmissão dos seus dados pessoais a sistemas financeiros, (Schär, 2019).

A transparência e imutabilidade são, também, argumentos importantes para esta tecnologia dado o facto de não ser possível realizar alterações ou apagar informação, bem como a transparência da informação ao estar visível para quem pretender consultar ou a segurança do processo devido ao uso da criptografia.

Ainda assim, Niranjanamirthy, Nithya e Jagannatha, além destes aspetos positivos, salientam pontos menos favoráveis dado que se trata de uma tecnologia em desenvolvimento, uma vez que a velocidade da transação e procedimentos de validação são matérias ainda em melhoria. O desconhecimento sobre a *Blockchain*, bem como a sua utilidade e utilização são, ainda, entraves a uma alteração total para a descentralização. Para muitos, a ausência de qualquer tipo de regulação é vista como inseguro, (Niranjanamurthy et al., 2019).

Também a questão energética, devido aos elevados consumos, tem vindo a ser considerada um dos pontos desfavoráveis à utilização da tecnologia *Blockchain* com o algoritmo PoW, apesar das melhorias. Por questões ambientais, um dos principais objetivos dos utilizadores desta tecnologia, é a redução do elevado custo energético para que esta tecnologia seja considerada uma opção válida, (Cocco et al., 2017).

Com base na análise ao estudo desenvolvido por (Sarmah, 2018), resume-se na Tabela 2 os pontos favoráveis e menos favoráveis da tecnologia *Blockchain*:

Tabela 2 - Aspetos Favoráveis e Desfavoráveis da *Blockchain*

ASPETOS FAVORÁVEIS	
Descentralização	Base de dados partilhada
Imutabilidade	Não é possível alterar ou eliminar informação ou transações;
Transparência	Todos os nós / pontos da rede partilham uma cópia, <i>ledger</i> distribuído;
Auto-Gestão	Controlo da informação e das transações realizadas;
Rastreabilidade/Auditável	Fácil de verificar e seguir a informação até à origem;
Precisão	Arquivo de toda a informação e registo de data e hora;
Segurança	Resiste a ataques devido à rede descentralizada e necessidade de consenso dos participantes;
ASPETOS DESFAVORÁVEIS	
Consumo energético	Necessidade de força computacional dispendiosa e de consumo elevado;
Complexidade	Falta de literacia tecnológica e financeira, conceitos e processos complexos;
Privacidade	Informação partilhada, em algumas situações informação sensível pode ficar exposta;
Eficiência	Baixa, devido à necessidade de validação de todos os nós; Não é imediato;
Regulamentação	Entendida como garantia em caso de fraude.

Fonte: Adaptado de Sarmah (2018)

1.3 A origem das Criptomoedas

A moeda virtual (ou digital) e o dinheiro eletrónico são dois termos que dão, frequentemente, origem a confusão, por isso, é relevante fazer a sua distinção para posteriormente fazer o encaminhamento para as Criptomoedas, (Correia et al., 2020).

A moeda virtual trata-se de moeda com origem eletrónica, como se de um representante digital de moedas-valores se tratasse, aceite como meio de pagamento, que podem ser transferidas, guardadas ou negociadas de forma eletrónica. A emissão deste tipo de moeda não tem origem num banco ou autoridade pública, deste modo não possui garantias por

parte do estado em ser convertida em moeda fiduciária conforme se pode ver no (BANK, 2000; European Banking Authority, 2014). Enquanto, o dinheiro eletrônico é uma forma de pagamento, isto é, uma segmentação digital do dinheiro comum (físico).

O termo “Criptomoedas” tem origem na união de criptografia e moedas, (Pacheco et al., 2018). A história das Criptomoedas deu início com o trabalho de David Chaum, onde através de um novo tipo de criptografia se apresentou um sistema de moedas digitais, (Chaum, 1983). Até ao conceito atual de moeda virtual, foram surgindo abordagens melhoradas da teoria de Chaum.

O engenheiro de computação Wei Dai, também conhecido por imensas contribuições na área da criptografia e Criptomoedas, sugeriu através do b-money, a existência de dois protocolos com base na existência de uma rede não rastreada, em que tanto os remetentes como os destinatários eram identificados só pelo seu pseudónimo digital e pela sua chave pública, em que a mensagem transmitida é assinada pelo remetente e criptografada para envio ao recetor/destinatário. Sugerindo assim, um sistema de dinheiro eletrônico anónimo e distribuído, (Dai, 1998).

Outra das tentativas iniciais para criar uma criptomoeda descentralizada, foi através do *Bit gold*, proposta em 1998 por Nick Szabo. Apesar do projeto nunca ter sido implementado, poderá ter surgido do *Bit gold* a ideia para a criação do *Bitcoin* alguns anos mais tarde. Na realidade, existem algumas similaridades entre a arquitetura de ambos, particularmente nos mecanismos técnicos usados para processar as transações e a segurança da rede descentralizada sendo usado o algoritmo de consenso PoW, através do qual é usada a força computacional para resolver puzzles criptográficos, (Szabo, 2005).

Em 2008, Satoshi Nakamoto, publicou um *whitepaper*: “Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System”, (Nakamoto, 2008) , criando assim a primeira moeda digital mais conhecida e valorizada no mundo da criptografia, a *Bitcoin*, (Carvalho et al., 2020). O fundamento desta moeda consiste na transferência entre o detentor da moeda e os diferentes utilizadores sem que existam intermediários. Através de uma rede de computadores sem necessidade de um servidor central, são realizadas transações ponto a ponto, (Feitosa et al., 2020). Desta forma, Nakamoto, apresenta uma solução válida e fiável para o problema do *double-spending*.(Nakamoto, 2008). Este problema está relacionado com a capacidade de digitalmente, ser possível gastar mais do que uma vez

o saldo de uma moeda criando uma divergência entre o valor utilizado e o montante disponível, (Reiff, 2021).

Para o cidadão comum, a *Bitcoin* pode ser considerada como uma forma de dinheiro, caracterizando-se por ser descentralizada e convertível, mesmo que na prática a lei não garanta a possibilidade da troca para moeda oficial, (Feitosa et al., 2020).

A autora Alina Dibrova, evidencia que a não regulação e a inexistência de legislação coloca em risco os utilizadores, dado que não assegura proteção nesse sentido. Exalta ainda, a falta de conhecimento e compreensão dos conceitos básicos que envolvem os sistemas de moedas virtuais, devido à falta de informação, (Dibrova, 2016).

É de salientar que a *Bitcoin* se revelou como uma inovação tecnológica mundial devido ao modo de operar do seu sistema. Este, funciona apenas e só através de processos tecnológicos sendo o ponto central para o seu bom funcionamento, a tecnologia *Blockchain*, (Pacheco et al., 2018).

1.4 *Smart Contracts*

Em 2014, com Vitalik Buterin surge a *Blockchain Ethereum*, mais do que uma criptomoeda alternativa ao *Bitcoin*, apresenta-se como uma segunda geração de *distributed ledger technology* (DLTs), isto é, uma tecnologia baseada num livro-razão distribuído mas numa plataforma programável o que significa que os programadores podem usá-la para criar *smart contracts*, propriedades inteligentes, aplicações descentralizadas (dApps), organizações descentralizadas autónomas (DAOs) e corporações autónomas descentralizadas (DACs). Assim, esta nova perspetiva da *Blockchain* vem trazer a descentralização de mercados de forma ampla e permite a transferência de moeda, mas também diferentes ativos através da aplicação da *Blockchain*. A ideia fundamental é ser possível utilizar as características do livro-razão de transações descentralizadas da *Blockchain* para registo, verificação e transferência de contratos e propriedades de qualquer tipo, (Buterin, 2014).

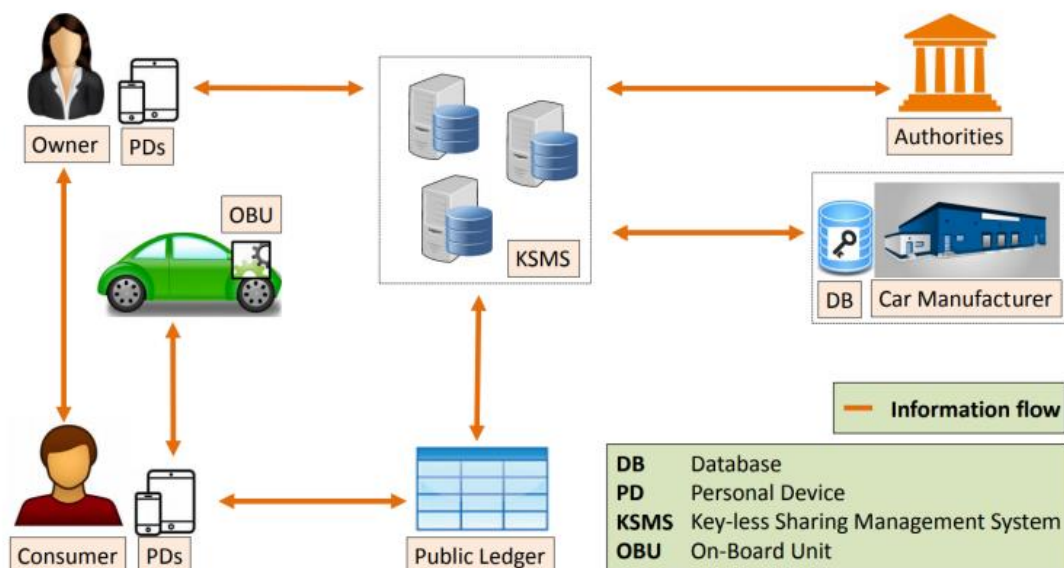
O termo *smart contracts* ou contratos inteligentes transmite semelhanças ao contrato legal, o qual, garante o cumprimento e interação entre diferentes partes/entidades. Deste modo, em 1994, Nick Szabo definiu como “um protocolo de transações computadorizado que executa os termos do contrato”, (Szabo, 1994). O mesmo autor refere que qualquer

que seja a cláusula pertencente a um contrato pode ser transcrita para código e incorporada em *hardware* ou *software* que seja possível executá-las de forma automática. Deste modo, diminui-se a necessidade de existirem intermediários na realização de transferências e possibilidade de exceções propositadas/acidentais com consequências negativas para uma das partes envolvidas, (Szabo, 1994).

Nas DLTs, como a da rede *Ethereum*, os detentores das contas algorítmicas da *Blockchain* são os contratos inteligentes, são porções de código que dão origem as transações quando se verifica que foram cumpridas as condições, anteriormente codificadas. Na grande generalidade, a codificação das condições nos contratos inteligentes são extremamente simples, por exemplo: se uma das partes, através da utilização de um contrato inteligente, paga determinado montante então, este contrato disponibiliza uma cópia digital de uma obra, (Bodó et al., 2018).

Nos *smart contracts* podem ser representantes de ativos físicos ou digitais e através destes podem realizar-se contratos entre duas ou mais partes interessadas. Na aplicação desta tecnologia, surgem contratos de aluguer de carros automáticos, caso o utilizador entre em incumprimento nos pagamentos, cancela automaticamente a utilização do carro, perdendo acesso à chave digital do automóvel, (Catalini & Gans, 2016).

Figura 8. Esquema de uma dApp no aluguer no ramo automóvel



Fonte: (Madhusudan, 2018)

Também outras plataformas de serviços ou distribuição de conteúdo descentralizado, similarmemente a plataformas atuais como a Uber, Airbnb ou Youtube podem evoluir melhorando os seus serviços, só pelo facto de existirem contratos inteligentes e com histórico público, mas sem empresas intermediárias. A existência deste tipo de plataformas traria diminuição de custos e aumento na transparência para os consumidores, (Catalini & Gans, 2016).

Na mesma linha de raciocínio, os *smart contracts* podem facilitar a distribuição de receitas de direitos autorais. Exemplo mais específico são as obras com direitos autorais, onde os *smart contracts* podem permitir a distribuição de receitas entre os titulares do acordo pré-estabelecido. Isto é, os direitos de autor geram um número de transações significativo, e que podem ser controladas com regras simples. As expectativas são de que os contratos inteligentes automatizem o volume de transações deste tipo de forma fiável, (Bodó et al., 2018).

A abrangência de aplicação, leva estes autores a ponderar o papel dos contratos inteligentes na uniformização dos termos e condições para obras com direitos de autor para as diferentes utilizações e jurisdições. No entanto, é de salientar que existem dúvidas por tratar no que consiste na aplicação dos *smart contracts* nesta área. Genericamente, a forma como se desenvolve e resolve um processo de litígio ainda não é evidente. Ainda assim, a perspectiva otimista na resolução de questões deste tipo mantém-se assente no desenvolvimento e aumento de aplicação dos smart contracts, (Bodó et al., 2018).

1.4.1 *Smart Contracts* e os seus benefícios

A automação sem intervenção de entidades externas é sem dúvida um dos grandes benefícios dos *smart contracts*, no entanto, a sua aplicação no contexto prático demonstra que existem muitos mais, dos quais se destacam os seguintes:

1) Confiança e transparência

Nenhuma das partes poderá alterar os termos definidos no código programado com o intuito de obter benefício próprio. Os termos são acessíveis a ambas as partes pelo que todos podem acompanhar a execução do contrato e rever todas as informações sobre a transação realizada.

2) Segurança

Como se trata de transações realizadas através da *Blockchain*, cada registo está ligado aos registos anteriores e seguintes. Isto significa que numa tentativa de ataque informático, os hackers terão a necessidade de reconstruir toda a *Blockchain* para alterar um único registo no livro razão. Além disso, apesar dos registos estarem acessíveis a qualquer pessoa que os pretenda consultar, o anonimato das partes é mantido pois os nomes das partes e outros detalhes privados não são revelados.

3) Automatização

Aos dias de hoje, tradicionalmente, os contratos em papel permitem a possibilidade de uma ou ambas as partes fazerem batota, ignorarem certos aspetos do acordo, realizarem os termos de uma maneira diferente, ou não os realizarem de todo. Através de um *smart contract* é impossível devido à sua automatização quando se cumprem os critérios para a sua execução. Também o facto de não existir a necessidade de qualquer tipo de intermediário legal, devido a todos os critérios estarem previamente definidos e escritos no código informático, os quais, ao serem cumpridos tornam a execução do contrato concluída automaticamente.

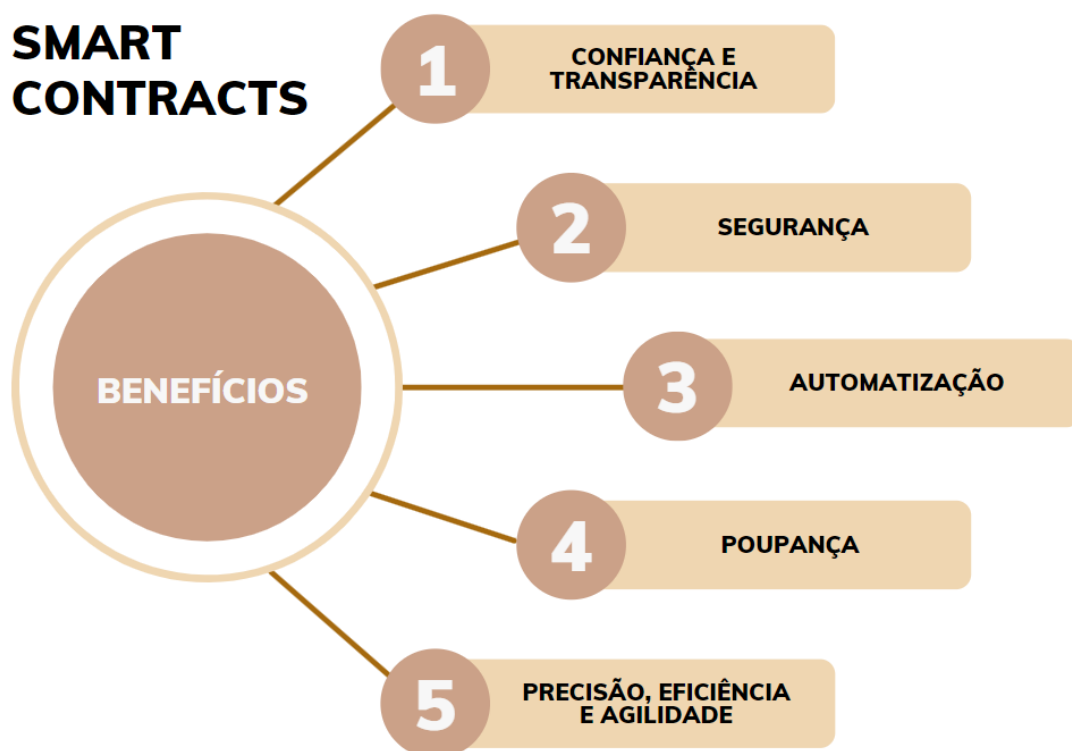
4) Poupança

Pelas questões abordadas e devido à automatização e encriptação, os proprietários de empresas podem reduzir significativamente os custos operacionais. Devido ao facto de todas as transações serem completamente visíveis para todas as partes envolvidas, não são necessários múltiplos intermediários para conduzir e controlar pagamentos complicados. Em vez disso, qualquer pessoa pode verificar todas as operações em tempo real e por consequência, não há taxas, encargos, ou comissões a pagar.

5) Precisão, Eficiência e Agilidade

Uma vez mais, a automatização ajuda a que todo o processo seja muito mais ágil e serem executados muito mais rapidamente todos os passos que precisam de ser dados. A programação escrita no código assegura a execução do contrato dentro dos pré-requisitos definidas, sendo extremamente eficiente e rápida. Assim que os pré-requisitos são satisfeitos, a ação requerida é executada e será sempre a mesma, independentemente de quem entra no negócio.

Figura 9. Os Benefícios dos *Smart Contracts*



Fonte: Elaborado pelo próprio

CAPÍTULO II – APLICAÇÃO DA *BLOCKCHAIN*

2 Aplicação da *Blockchain*

A *Blockchain* é uma tecnologia que acrescenta à *internet* uma nova função permitindo operações financeiras seguras, (Swan, 2015). Estas transações podem acontecer por pagamentos diretos em Criptomoedas, mas também através de moedas oficiais. Desta forma, compreende-se que a *Blockchain* é de uma dimensão maior que as Criptomoedas, (Castello, 2019).

A fundadora do *Institute for Blockchain Studies*, (Swan, 2015), explana no seu livro que a *Blockchain* é um livro público e que o seu potencial como base de dados mundial descentralizado pode ser utilizado para inventário, registos de dados, e transferência de ativos, não restringindo à área das finanças e enfatizando que esta tecnologia pode vir a ter utilidade nas transferências de propriedades e ativos intangíveis como votos, dados de saúde, académicos ou software. Dessa forma a forma como a *Blockchain* está orientada para se revelar o quinto paradigma da computação disruptiva depois dos *mainframes*, computadores, *internet*, telecomunicações e redes sociais.

As discussões dos possíveis usos da *Blockchain* levaram a que, (Zyskind et al., 2015), fosse realizado um estudo, em que adotaram um protocolo que transforma a *Blockchain* num gestor do controlo de acesso automático em que não é necessário um terceiro fator. Existe o reconhecimento como proprietários dos seus dados, assim os utilizadores são conhecedores que os seus dados estão a ser recolhidos, mas também o tratamento e uso que lhes é dado. Para estes autores, as empresas, podem se focar no uso dos dados sem a extrema preocupação de como fazer a sua organização e proteção.

Os estudiosos, (Tapscott & Tapscott, 2016), também referem os impactos da *Blockchain* no seu livro, onde referem que esta ferramenta não se irá limitar aos serviços financeiros, transferência de valor, mas como está atualmente já a fazer a diferença e a alterar o mundo dos negócios. No seu estudo partilham variados exemplos da forma de implementação em alguns negócios, mas como poderiam mudar tantos outros. São ainda abordados os contratos inteligentes, a troca de valores como o dinheiro com rapidez e segurança, a comunicação e a negociação de bens digitais, entre outros. Os autores revelam ainda, como 6 projetos de *crypto* fizeram a diferença em países como a Suíça ou Canada através de *Initial coin offering* (ICOs - oferta inicial de moedas).

A eficácia da *Blockchain* na fraude de classificação foi também estudada por, (Cai & Zhu, 2016). Neste estudo, os autores distinguem a fraude em subjetiva e objetiva. Posto isto,

foi discutida a eficácia da *Blockchain* na fraude objetiva e as suas limitações na subjetiva. Depois de ser analisadas as capacidades da tecnologia em cada tipo de fraude de classificação, levaram a concluir que a *Blockchain* apresenta novas oportunidades ao sistema de detecção de fraudes. A sua eficácia é notada na prevenção de fraudes objetivas de informação, exemplo de fraudes em pedidos de empréstimo, dado que as informações fraudulentas têm por base factos reais. Porém, a eficácia da *Blockchain* no que refere a fraudes subjetivas de informação é limitada, dado que não é facilmente validada.

Os autores, Vanessa, Antonio, Emanuel e Célio, em 2017, referem que a integração da corrente em blocos no domínio da IoT (*Internet of Things*) no futuro, transformará de forma significativa os vários sectores, e irá dar origem a novos modelos de negócio e questionar a implementação atual dos procedimentos e sistemas, (R. L. Chicarino et al., 2017). Os mesmos autores no seu estudo, tiveram como base os conceitos sobre a estrutura e funcionamento da tecnologia *Blockchain*, mas com o objetivo principal na análise do uso da *Blockchain* na procura de segurança e privacidade em IoT e, concluem que essa junção pode ser extremamente forte, dado que esta tecnologia inovadora tem a característica de interagir com outros sistemas de modo seguro e verificável e podem transmitir resiliência a ataques, (R. L. Chicarino et al., 2017).

Outros autores destacam as oportunidades da ferramenta *Blockchain* na implementação de melhorias no sistema de auditoria e gestão de órgãos públicos, (Simoyama et al., 2017). Nesse trabalho, a aplicação da *Blockchain* na auditoria interna, realizada em contexto da legislação brasileira, no entanto, a mesma proposta pode ser aplicável a um grande leque de países que tal como o Brasil, enfrentam problemas de corrupção graves, (Simoyama et al., 2017). Outro estudo de Hugh, Brian e Megan, faz referência à auditoria interna e que a mesma se encontra preparada para enfrentar os desafios e as oportunidades da tecnologia *Blockchain* e destacam as adaptações e a incidência que as mudanças vão causar aos auditores, (Rooney et al., 2017).

A possibilidade da *Blockchain* ser aplicada à contabilidade foi o estudo realizado por, (Rocha & Migliorini, 2019) e o principal entrave à sua aplicação era o grau de conhecimento dos profissionais da área levando a compreender nas suas conclusões que aplicação da *Blockchain* na contabilidade seria dificultada pela falta de conhecimentos por parte destes profissionais.

2.1 Entidades Públicas

O governo de cada país é o dirigente máximo e sob este recai a responsabilização da gestão e manutenção dos dados oficiais das suas pessoas singulares e coletivas. Deste modo, o estado pode alterar a forma de intervenção com a utilização da tecnologia *Blockchain* através de implementação de aplicações que reduzam a intervenção de terceiros na gestão e conservação de registos, (Reijers et al., 2016).

O governo de Chancheng (Estado na China), aplicou esta tecnologia para que a informação dos seus cidadãos ficasse mais segura, tendo para isso atribuído a cada cidadão o controlo no que respeita ao acesso e partilha de dados pessoais. Assim, a responsabilização de cada elemento permite a utilização da sua identidade de forma consciente e é assegurada a fiabilidade do sistema, (Hou, 2017).

Outra grande intervenção do estado, na maioria dos países, recai no sistema de votação, essencial para a constituição de governo. O autor Pierre Noizat, acredita que o acesso a voto eletrónico é fundamental uma vez que, o voto tradicional, presencial, depende da intervenção de terceiros e elevados custos para a sua realização. Consequentemente, revela-se de grande importância o desenvolvimento de uma ferramenta tecnológica de voto eletrónico que transmita segurança, que seja fiável, transparente, facilmente auditável e com custo reduzido para a sua implementação em comparação com o modelo presencial. Ainda de acordo com o mesmo autor, os sistemas de voto eletrónico conhecidos, apresentam uma característica comum pois são centralizados. A existência de uma entidade centralizada no controlo de todo o processo faz com que estes sejam reconhecidos como dependentes e pouco transparentes, o que resulta numa descrença e falta de confiança dos organizadores e votantes neste tipo de sistema, (Noizat, 2015).



Figura 10. Sistema de voto eletrónico

Fonte: (<https://Cryptonews.Net/News/Blokcheyn/5650573/>, 2022)

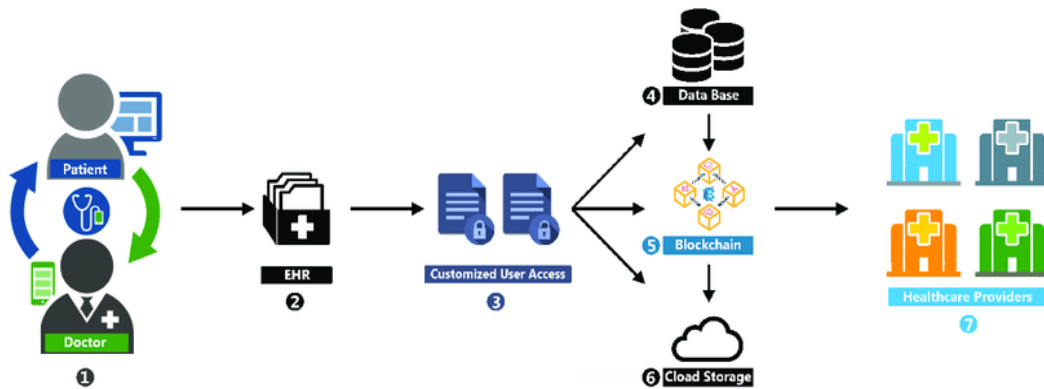
A aplicação da rede *Blockchain* recorrendo a urnas eletrónicas como nós, pontos da rede permite gerar um sistema de votação em que o grau de dificuldade ou mesmo impossibilidade de ocorrer alterações em determinadas fases do processo seja uma realidade. Este sistema de votação com base na *Blockchain* foi sugerido para ser implementado na Ucrânia, (Abouzeid, 2016).

Também Noizat, entende ser viável a realização de eleições nacionais através da implementação do voto eletrónico, mas chama a atenção para a necessidade de aumentar a colaboração entre os organizadores e os nós/pontos da rede *Blockchain*, (Noizat, 2015).

Portanto, a ferramenta desenvolvida assente na tecnologia *Blockchain* concede uma votação fiável, acessível, omnipresente, credível, segura e passível de auditorias. Assim sendo, esta tecnologia mostra-se de elevada importância em eleições locais e empresariais, nomeadamente em assembleias de sócios ou acionistas com necessidade de realização de votações, (Noizat, 2015).

O sector da saúde, apesar de ser possível a classificação entre público e privado é um dos sectores mais importante para todos indivíduos, independentemente da nacionalidade. Também neste sector a *Blockchain* pode exercer um papel fundamental, dado que se trata de uma área em que muitos e diferentes elementos precisam de aceder à mesma informação. A utilização desta tecnologia na área da saúde tem várias aplicações, designadamente, registos de assistência médica e acessibilidade de forma transparente e clara sem dificuldades de comunicação, devido à diversidade de intervenientes em causa e conseqüentemente prevenir negligência médica. Os pacientes podem também contribuir com dados, atribuindo o poder dos dados ao mesmo, assim pode guardar e gerir as suas informações de saúde bem como, com quem pretende partilhá-las, (Mettler, 2016) (Ahram et al., 2017).

Figura 11. Armazenamento e partilha de informação médica

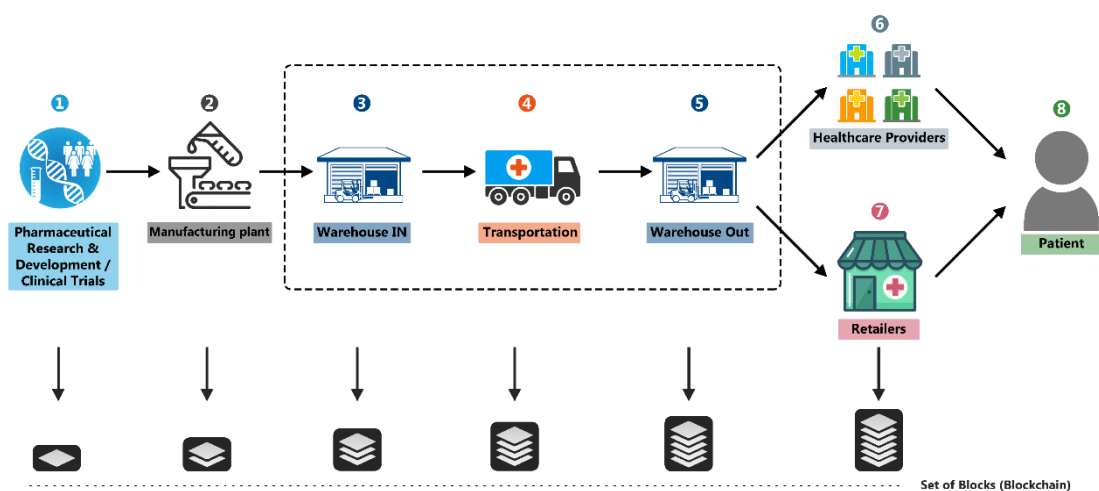


Fonte: (Khezzr et al., 2019)

A área da saúde pode também sair beneficiada com aplicação desta tecnologia no que respeita a investigação clínica. De acordo com Benchoufi e Ravaud, a *Blockchain* pode ser um auxílio na transmissão de idoneidade e imparcialidade dos ensaios clínicos. A comunidade médica, bem como os pacientes podem contribuir para uma base de dados global e descentralizada. Neste sentido, os modelos de investigação aplicáveis serão mais credíveis e possível verificação por todos, por consequência uma maior evolução, (Benchoufi & Ravaud, 2017).

O sector farmacêutico devido à responsabilidade e ao vasto trabalho desenvolvido na investigação e produção de medicamentos mostra-se como uma forte possibilidade de adoção da *Blockchain*. Pode ser utilizada para supervisionar todo o processo de produção de medicamentos, desde o momento da produção (data e hora) como o local, sendo uma arma contra a contrafação de medicamentos, (Soni & Singh, 2021).

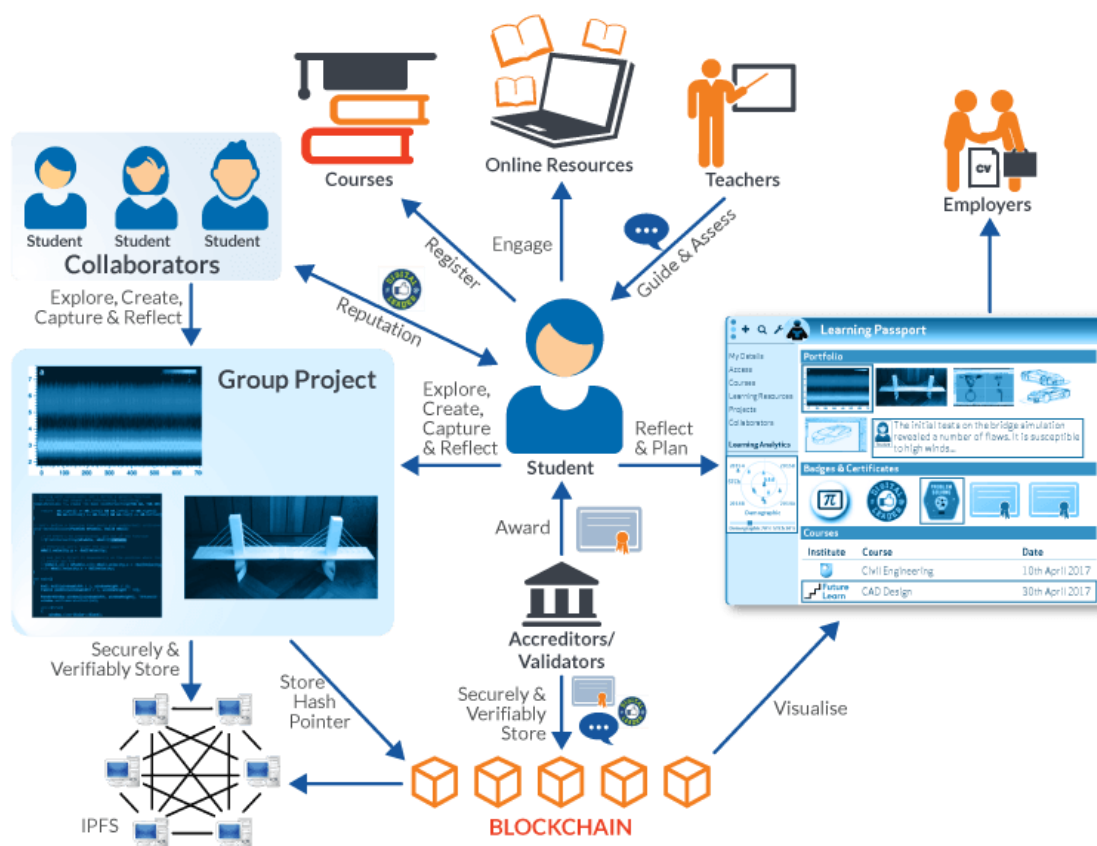
Figura 12. Produção e transporte de um medicamento na Rede Farmacêutica



Fonte: (Moulouki et al., 2020)

Por fim, as aplicações da tecnologia *Blockchain* no sector público abrangem também a educação. O estudo realizado por Mara-Florina Steiu levanta questões pertinentes no que concerne aos registos dos resultados académicos, os detentores da informação e o registo de competências. Assim, defende que através do uso da *Blockchain* os estudantes são os administradores dos dados conexos à sua identidade. Deste modo, podem reunir toda a informação da sua formação académica ao longo dos tempos e gerir quem pode obter estas mesmas informações. A potencialidade desta tecnologia está em garantir a privacidade dos alunos, mas também assegurar aos empregadores que as competências apresentadas são verdadeiras, uma vez que a *Blockchain* apresenta como característica a imutabilidade da informação.

Figura 13.Registo e acesso a informação escolar através da *Blockchain*



Fonte: (<https://ledute.com/en/research-and-development/blockchain-technology/>, 2021)

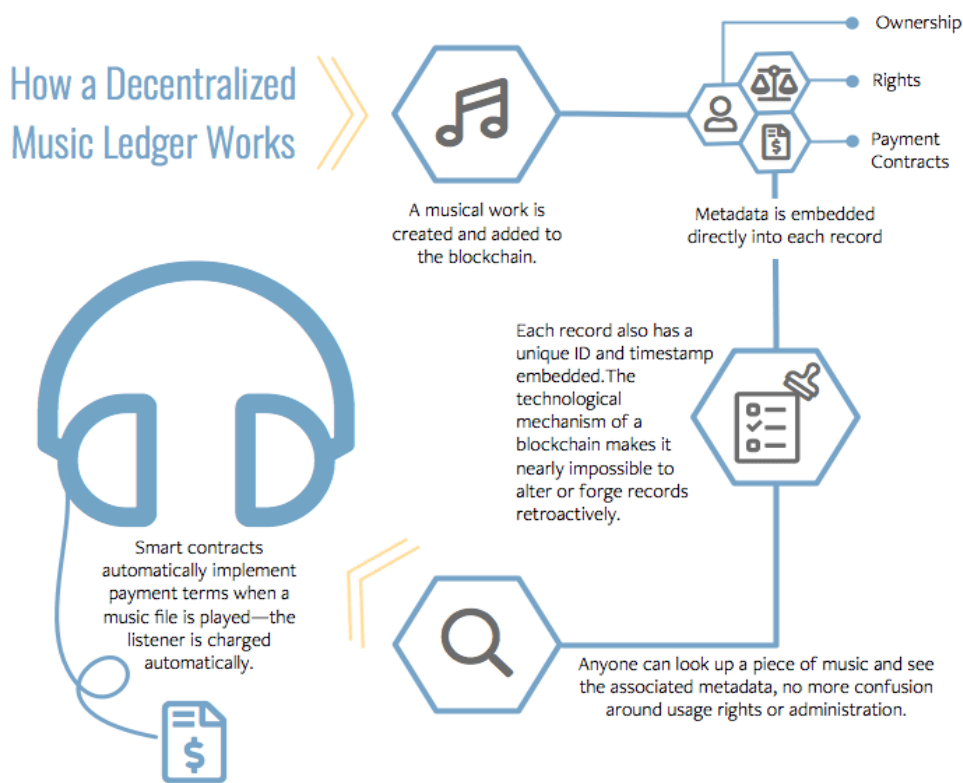
Por sua vez, a aprendizagem e aquisição de competências não se dão apenas em contextos escolar conferentes de graus académicos, mas também em contexto empresarial e social através de cursos e *workshops*. De acordo com a mesma autora são várias as universidades e empresas que usam a *Blockchain* para que sejam reconhecidas e garantidas de forma verdadeira as suas aprendizagens, (Steu, 2020).

Quando se refere o registo de resultados académicos acrescenta-se como exemplo, a utilização de uma plataforma de créditos institucionais à semelhança do European Credit Transfer and Accumulation System - ECTS, através da aplicação de características relativas à *Blockchain*. Sendo esta uma aplicação assente na *Blockchain*, os registos académicos podem ser validados automaticamente, através utilização de *smart contracts* sendo facilitada a relação entre instituições e estudantes, uma vez que reduzem custo e tempo em processos administrativos, (Turkanović et al., 2018).

2.2 Entidades Privadas

A revolução tecnológica que temos assistido nas últimas décadas transformou sectores, profissões e facilitou um sem número de processos, colocou o mundo em contacto através de um clique. No entanto, algumas destas mudanças provocaram perdas financeiras significativas, nomeadamente à indústria da fonografia e cinegrafia. Os consumidores deste tipo de conteúdos viram oportunidade na utilização de determinados programas em que conseguiam adquirir cópias de músicas e filmes, ao invés de os comprar conforme faziam anteriormente. A aplicação da *Blockchain* nesta indústria tem um forte impacto para os produtores, uma vez que a distribuição de conteúdo multimédia pode ser transferida apenas pelo dono para um determinado nó da rede sem que seja possível que outras pessoas tenham acesso de forma gratuita, sendo a troca uma transação similar ao que acontece com as Criptomoedas, entre carteiras e sem intervenção de terceiros, (Peck, 2015).

Figura 14. Processo de criação e transmissão de conteúdo discográfico



Fonte: (Celebucki et al., 2020)

A criação e o tempo de vida de um bem ou serviço são elementos fundamentais para a implementação de estratégias nas organizações empresariais, quer estas pertençam ao âmbito das entidades públicas ou privadas. Desta forma a utilização de verificação de integridade da *Blockchain*, o armazenamento de dados e transações ao longo do processo de criação e durabilidade do bem ou serviço evitando possíveis falsificações, bem como realizar a validação de identidades para contratos de seguros ou gestão de propriedade intelectual são algumas das aplicações possíveis. No caso da gestão intelectual não se restringe à cultura e arte, mas também a patentes e outras propriedades intelectuais existentes, (Casino et al., 2019).

Algumas das principais características da tecnologia *Blockchain* demonstram uma compatibilidade com os fundamentos dos direitos de autor ou *copyright*. A *Blockchain* permite a criação de conteúdo sem que seja alterado e a utilização de *smart contracts* codificando de modo a licenciar a utilização deste tipo de obras. Os contratos inteligentes servem também para atribuir a remuneração através de plataformas onde estes constem. Apesar desta tecnologia se mostrar como uma oportunidade, algumas leis ainda são entraves à sua utilização, (Bodó et al., 2018).

A tecnologia *Blockchain* é considerada como disruptiva e tem demonstrado capacidade imensa para inovar a gestão e os negócios. A utilização de uma aplicação descentralizada (dApp) para venda de bens ou serviços tendo por base um contrato inteligente assente na *Blockchain*, permite a troca sem intervenção de terceiros, o que garante a privacidade dos utilizadores, custos inferiores e um processo simplificado, (Bogner et al., 2016).

As dApp, podem ser aplicadas e colocadas à disposição de diferentes empresas através de sistemas de gestão descentralizados. A informação gerada por cada sector pode ser armazenada na *Blockchain* e executada através de contratos inteligentes. Deste modo, a gestão de processos dentro de uma entidade empresarial irá sair beneficiada, sendo mais eficiente e automatizada o que reflete diretamente na redução de custos, (Casino et al., 2019).

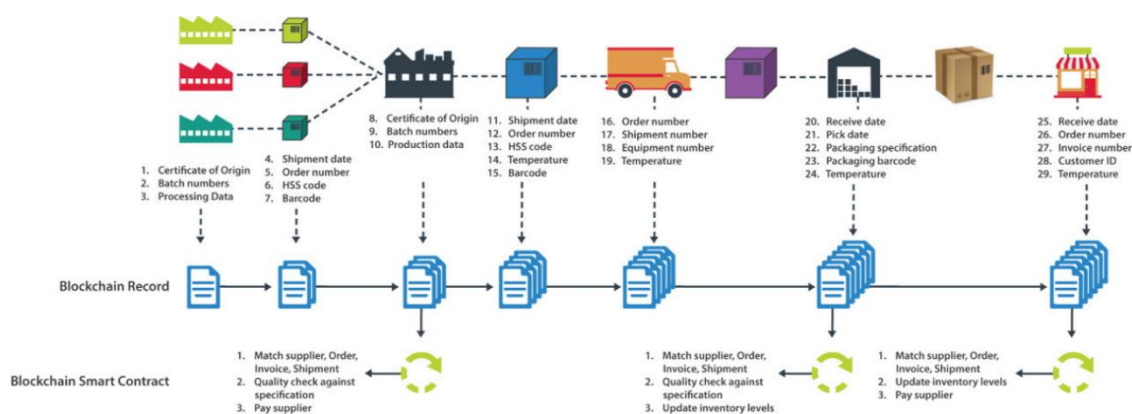
É ainda previsível que a *Blockchain* como tecnologia emergente, chame atenção de diferentes indústrias, designadamente, na logística e as redes de abastecimento. Segundo Hackius e Petersen, a *Blockchain* pode contribuir em alguns aspetos como:

- Diminuir a burocracia em papel
- Identificação de falsificação de produtos

- Facilitar o seguimento de produtos desde a sua origem;

Desta forma, a *Blockchain* pode relacionar quem expede, transporta, os portos e as alfândegas como uma rede global, diminuindo a burocracia necessária em todos os pontos referidos, sendo que os fluxos comerciais seriam deste modo facilitados.

Figura 15. Processamento completo de um produto registado em *Blockchain*



Fonte: (<https://Ircgroupglobal.Com/Harnessing-Blockchain-in-the-Scm-Logistics-Space/>, 2018)

Conforme referido anteriormente, a falsificação de medicamentos é já um problema antigo, mas artigos de alto valor sofrem igualmente com esta situação. Portanto, através dos registos existentes na *Blockchain*, permitem que o comprador saiba se do outro lado está o comerciante do produto verdadeiro.

Por fim, a facilidade de seguir um bem ou serviço demonstra transparência e transmite segurança, uma vez que é possível saber todos os passos dados e paragens realizadas com o uso da *Blockchain*, através de um *ledger* transparente e que guarda todos os dados por ordem. Desta forma, se algum problema surgir, existe forma de eficazmente descobrir a origem do defeito, traduzindo-se numa segurança para o cliente, mas também credibilização para o produto, (Hackius & Petersen, 2017).

Neste capítulo, evidencia-se que a extensão da tecnologia *Blockchain*, emergiu fundamentalmente das Criptomoedas, porém, é atualmente evidente a sua aplicação a diferentes sectores de atividade.

CAPÍTULO III – METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO

3 Metodologia de Investigação

No mundo da investigação, a revisão de literatura é um instrumento importante e de grande utilidade, dado que desempenha a função de agrupar e resumir informação crucial sobre um assunto ou área de análise e estudo, (Pautasso, 2013).

É de extrema importância a realização da revisão da literatura, como metodologia adotada para perceção do atual estado da arte, de uma matéria ou área, (Ferrari, 2015).

A revisão de literatura narrativa percebe uma análise objetiva e com sentido crítico da já existente literatura sobre a temática que está a ser alvo de estudo. A adoção desta metodologia permite apreciação de uma variedade de textos, como *papers*, dissertações de mestrado, teses de doutoramento, artigos científicos, livros, entre outros. A junção de diferentes fontes resulta numa perspetiva ampla e intensa sobre a matéria em estudo, proporcionando à posteriori realizar comparações e avaliar as diferenças entre os diferentes pareceres alcançados, (Green et al., 2006).

É impreterível que o estudo e análise das produções científicas sejam elaboradas com exatidão e método, para que não resultem em traduções ou entendimentos errados ou inapropriados, (Ferrari, 2015).

3.1 Abordagem e Modelo Proposto

No âmbito desta dissertação foram utilizadas diferentes bases de dados e plataformas para pesquisa de trabalhos científicos, como os *papers*, dissertações e artigos, que foram analisados e revistos. Neste sentido, e dado que o objetivo de estudo ser a tecnologia *Blockchain* e a sua aplicabilidade, seguiu-se o raciocínio dos autores Serhan e Sercan no desenvolvimento do seu estudo, (Ünalán & Özcan, 2020). À semelhança destes autores, recorreu-se principalmente a duas bases de dados científicas, nomeadamente a *Web of Science* e a *Scopus* para demonstrar o número de estudos relacionados com a *Blockchain*, como a sociedade podem vir aplicar as características da *Blockchain* e através de que meios.

Posto isto, no âmbito deste estudo, definiram-se questões de pesquisa, nomeadamente:

Q1: Qual a importância da utilização das duas plataformas científicas?

Q2: Como é que sociedade e a *Blockchain* podem ser categorizadas, com base na revisão da literatura?

Q3: Quais os resultados de uma sociedade com aplicação da *Blockchain*?

3.2 Escolha das Técnicas para recolha dos casos práticos

O estudo desenvolvido, divide-se em 5 partes, de acordo com a Figura 16.

Inicialmente a investigação foi focada no enquadramento teórico, para melhor compreensão da tecnologia *Blockchain* e a inovação da sua aplicação em diferentes sectores e atividades. Posto isso, realizou-se uma pesquisa sobre conceitos base como: *Blockchain*; Criptomoedas, *Smart Contracts*. E, posteriormente conceitos relacionados como: *Blockchain vs ensino*, *Blockchain vs cadeias de suprimentos*, *Blockchain vs saúde*. Esta pesquisa teve como objetivo contextualizar, a partir do qual a presente dissertação se vai desenvolver posteriormente.

Nesta fase, iniciou-se o estudo do caso, centrada em trabalhos de alta qualidade e foram escolhidas duas plataformas como fontes de informação e pesquisa. Por conseguinte, foram definidas as questões de pesquisa para que mais tarde, após tratada a informação, seja possível responder às mesmas e ir ao encontro dos objetivos propostos para o estudo desta matéria.

A etapa seguinte do estudo, passa pela procura do máximo de conteúdos científicos relacionados com a tecnologia *Blockchain* e à sua aplicação como sistemas inovadores que podem surgir tendo em conta o sector público e privado.

No decorrer do estudo, foram selecionadas palavras-chave de procura tais como: “*Blockchain*”, “*Bitcoin*”, “*Ethereum*”, “*Criptocurrencies*” “*Distributed Ledger*”, “*Disruptive*”, “*Decentralized*”, “*Innovation*”, “*Innovation System*”, “*Smart Contracts*”, “*Decentralized Finance*”, nas duas plataformas escolhidas. A variedade dos conceitos tem a função de afunilar para centrar em estudos relacionados com a *Blockchain*.

Neste sentido, existiu a necessidade de realizar uma seleção dos artigos e verificação da sua verdadeira importância, uma vez que nem todos os resultados da pesquisa têm uma ligação às questões colocadas. A primeira fase de seleção foi realizada de acordo com os títulos, ainda assim todos os que suscitaram dúvida quanto à sua pertinência,

prosseguiram para a próxima fase. Na segunda fase de seleção, foi aplicado um critério de exclusão onde, foram eliminados todos os artigos que:

- Estivessem duplicados;
- Não fossem em inglês;
- Não apresentassem disponível o texto na íntegra.

Porém, se algum artigo fosse centrado no tema, mas apresentasse algum dos requisitos para exclusão, seria considerado.

Na terceira fase da seleção, foram utilizadas as palavras-chave e após leitura dos *abstracts*, determinou-se as que demonstravam a pertinência do trabalho. Por fim, com base nas palavras-chave desenvolveu-se um maior nível de entendimento e através destas classificou-se os artigos em diferentes categorias. Os artigos foram lidos na íntegra após a realização da classificação, sendo que sempre que necessário se procedeu à reclassificação dos artigos. O resultado está espelhado num esquema, organizado por categorias que resultaram dos artigos pertinentes para o tema.

Na reta final, foram apresentados os dados obtidos com respostas às questões de pesquisa colocadas e, deste modo, foram retiradas conclusões para esta dissertação. De salientar ainda, as limitações intrínsecas a este estudo. Por fim, foram deixadas ideias para futuros trabalhos a realizar relacionados à área de pesquisa deste trabalho.

Figura 16. Etapas da Revisão de literatura Narrativa utilizadas



Fonte: Elaborada pelo próprio

CAPÍTULO IV – APRESENTAÇÃO, ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

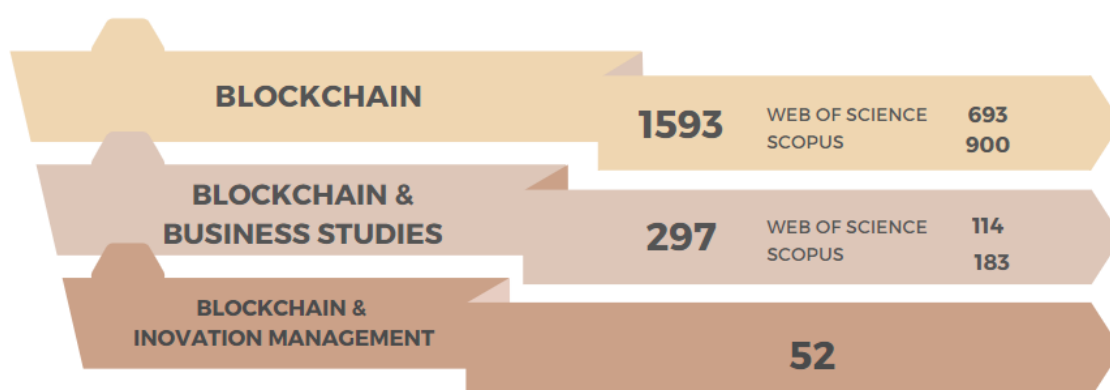
4 Apresentação, Análise e Interpretação dos Resultados

Este tópico, resumidamente, apresenta o caso, é efetuada a sua análise e por fim, discute-se os resultados. Primeiramente, será caracterizado o caso, isto é, explica-se como se obteve os dados e como estes foram trabalhados. Segundamente, apresenta-se os resultados, subdivididos em duas partes. Por último, procede-se à discussão e interpretação dos resultados.

4.1 Caracterização do Caso Prático

A tecnologia *Blockchain*, conforme se tem vindo a evidenciar ao longo desta dissertação, mostra-se como disruptiva e inovadora, com capacidade para transformar negócios, detetando ser imperativo que o universo académico consiga compreender o impacto desta tecnologia na sociedade. Verifica-se ainda, uma ausência de variedade de estudos mais aprofundados sobre a *Blockchain* e a sua aplicação em áreas específicas. Deste modo, foram escolhidas duas bases de dados científicas, nomeadamente: a *Web of Science* e a *Scopus*. Nas duas plataformas foram procurados estudos relacionados com a *Blockchain*, e o número de estudos obtidos está ilustrado na Figura 17. Os dados estão divididos em três grupos, sendo o mais amplo, *Blockchain* e o menor a relação da *Blockchain & Innovation Management*.

Figura 17. Apresentação do número de estudos relacionados com a *Blockchain*, nas bases de dados *Web of Science* e a *Scopus*



Fonte: Adaptado de Ünalán & Özcan (2020)

A sociedade conforme está representada na Figura 18, é constituída por indivíduos e organizações de diferentes sectores. Estes, necessitam de meios tecnológicos, ambientais, financeiros e institucionais para coexistir numa sociedade harmoniosamente. A

tecnologia *Blockchain* apresenta características disruptivas e inovadoras e os recursos necessários podem ser o *versus*, ou seja, a relação entre aplicação da *Blockchain* na sociedade. Deste modo, o caso em estudo pretende demonstrar como a sociedade é capaz de aplicar a *Blockchain* nos meios que precisa através dos seus agentes, que são as suas organizações e os indivíduos que dela fazem parte.

Figura 18. Esquema para a Investigação



Fonte: Elaborado pelo próprio

4.2 Apresentação de Resultados

Neste ponto, apresenta-se os resultados obtidos, subdivididos em duas partes: os resultados da seleção e os resultados da classificação dos artigos.

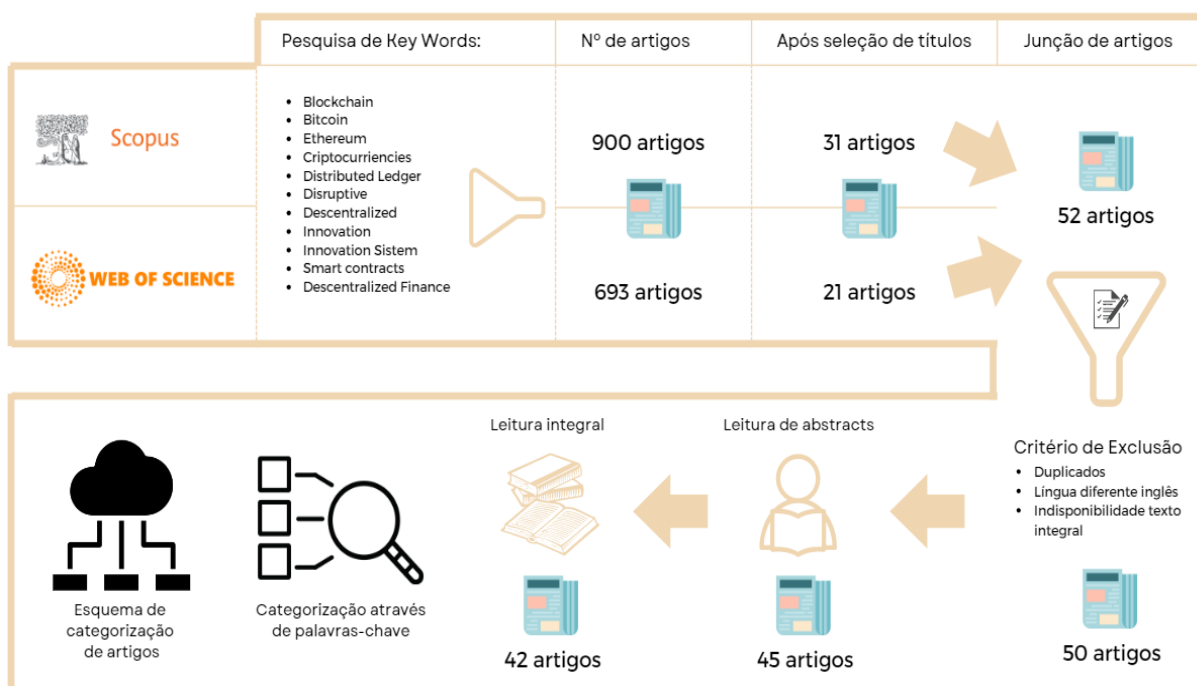
4.2.1 Resultados da seleção

A obtenção de resultados, seguiu diferentes etapas e conforme descrito na metodologia foi aplicado o critério de seleção, a partir de duas bases de dados científicas: a *Web of Science* e a *Scopus*, de artigos relacionados com a *Blockchain*. Assim, foram identificados

na *Scopus* um total de 900 e na *Web of Science* um total de 693 artigos relacionados com a *Blockchain*, respetivamente. De acordo com o primeiro critério de seleção, através de títulos, foram alcançados, 31 artigos a partir da *Scopus* e 21 da *Web of Science* e, nesta fase, os 52 artigos conseguidos nas duas plataformas foram juntos. Destes, os artigos que cumprissem o segundo critério de seleção, isto é, cumprisse algum dos critérios de exclusão foram eliminados. Deste modo, passaram à fase seguinte de seleção 50 artigos relacionados com a *Blockchain*.

A terceira fase passou pela leitura dos *abstracts*, selecionou-se as palavras-chaves que melhor definiam a contribuição do trabalho, e os artigos relacionado à *Blockchain* reduziram-se para 45. As palavras-chaves definidas contribuíram para a classificação em categorias dos artigos. Para verificação das categorias foram lidos na íntegra e selecionados 42 artigos relacionados com a *Blockchain*.

Figura 19. Etapas de seleção vs número de artigos relacionados com a *Blockchain*



Fonte: Adaptado de Ünalán & Özcan (2020)

4.2.2 Resultados da classificação de artigos

A leitura na íntegra dos artigos relacionados à tecnologia *Blockchain*, permitiu uma maior e melhor interpretação da especificidade de cada artigo. Uma vez que, o estudo pretende

relacionar a *Blockchain* e a sociedade, a categorização foi dividida principalmente por três categorias e apresentada esquematicamente, de acordo com a Figura 20.

A categoria Agentes representa a sociedade em geral, desde o governo, ao cidadão como pessoa individual e as empresas enquanto pessoas coletivas, de diferentes sectores de atividade. A categoria Características descreve os elementos de um sistema ou sociedade que tem a intervenção da *Blockchain*. A categoria Meios refere-se à necessidade de recursos tecnológicos como por exemplo equipamento, ou legislativos como leis e/ou normas institucionais.

Figura 20. Esquema de categorização de artigos relacionadas com a *Blockchain*



Fonte: Elaborado pelo próprio

4.3 Discussão e interpretação dos resultados

O estudo desenvolvido tendo por base duas plataformas científicas permitiu aceder a conteúdos de qualidade e diversificados. De notar que numa primeira fase a *Scopus* demonstrava ter uma quantidade de artigos superiores à *Web of Science* relacionados com

a *Blockchain*. No entanto, após segmentação, em *Blockchain & Business Studies*, o número de artigos aproximou-se substancialmente e ainda mais notável no segmento de *Blockchain & Innovation Management*. Também os critérios de seleção vieram confirmar que esmiuçados os números de artigos relacionados com a *Blockchain* na *Scopus* é inferior ao expectável no início.

Porém, um dos aspetos positivos verificados trata-se do facto de aquando da necessidade de junção dos artigos das duas plataformas e aplicados os critérios de exclusão, a redução do número de artigos foi quase nula dado que apenas se “perderam” dois artigos. Assim, percebe-se principalmente que a possibilidade de o mesmo artigo ser publicado nas duas plataformas e reduzir a amostra significativamente não aconteceu. Revelou-se uma aposta bem conseguida, neste sentido.

A interpretação dos resultados levou ao desenvolvimento de uma relação entre os dados obtidos (Figura 20), com o esquema que representa a possibilidade da *Blockchain* ser aplicada na sociedade (Figura 18). A relação das duas demonstra como a inclusão da *Blockchain* na sociedade pode acontecer de forma mais concreta, como consta a Figura 21.

A “nova” sociedade apresenta novos agentes, empresas com *Blockchain* aplicada e instituições governamentais com alto desempenho. Uma “Rede do Cidadão”, uma nova vaga de pessoas criativas e estratégicas surge e, com a *Blockchain* é expectável que atribua poder de inovação aos cidadãos, uma vez que a informação esta largamente disponível para que a inovação possa fluir até para usufruto próprio, (Leitner et al., 2016).

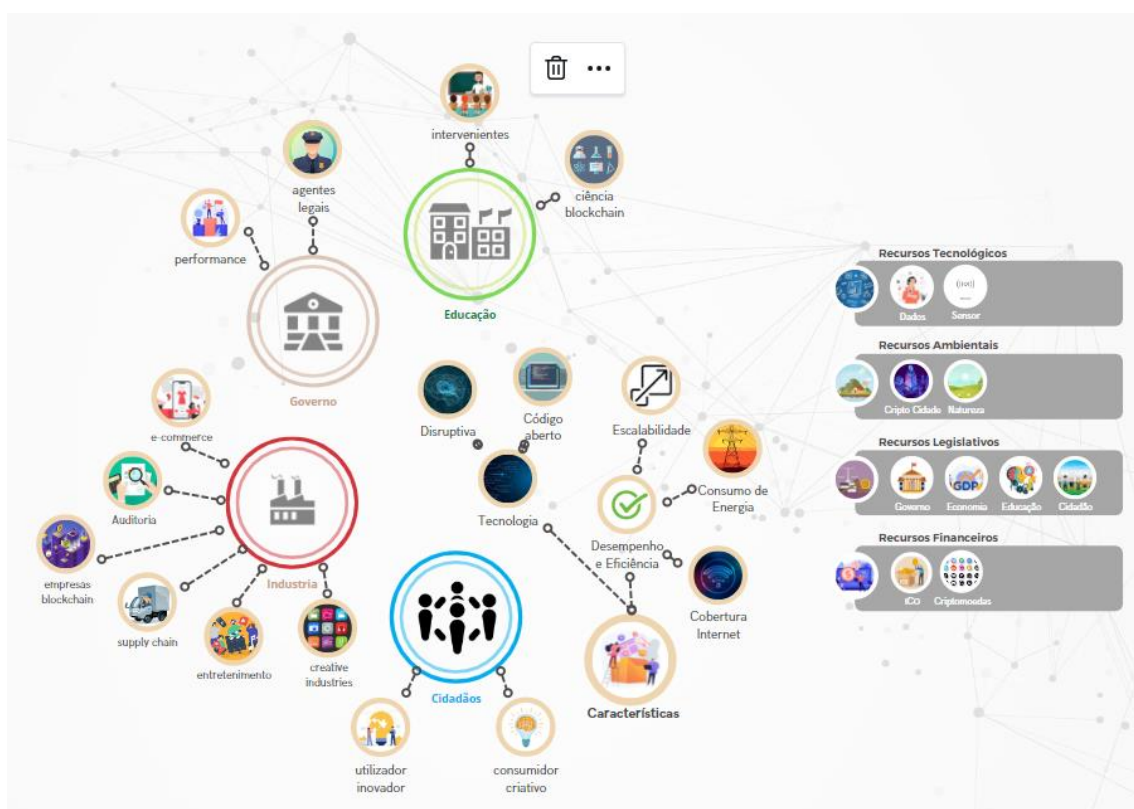
A capacidade de transformar o Estado, através da *Blockchain*, numa “Rede de Estado”, resulta em operações mais eficientes e transparentes, (Manski, 2017). Atualmente já existem Estados a efetuar experiências de aplicação da *Blockchain*, em serviços de identidade digital, votação eletrónica, licenças comerciais, registo criminal, (Ølnes et al., 2017). A informação de cada cidadão poderia ser fundida para uma única plataforma dotada da *Blockchain*, ao invés do que acontece atualmente, que estão distribuídos por diferentes bases de dados, (Wolfond, 2017).

A *Blockchain* pode interligar os elementos que fazem parte do universo académico, dessa forma liga os professores, alunos e instituições criando uma “Rede académica”, (Janowicz et al., 2018; Sharples & Domingue, 2016). As principais vantagens desta rede seria facilitar o processo de publicação de trabalhos, gerir dados científicos e de propriedade intelectual,

e permitir uma valorização para a comunidade de investigação (Sharples & Domingue, 2016).

Diferentes autores referem o impacto da *Blockchain* na Indústria, como por exemplo na área dos seguros, energia ou entretenimento, mas também transformar funções mais tradicionais como a auditoria, contabilidade, logística e cadeia de suprimentos ou marketing, originando uma “Rede da Indústria, (Li et al., 2018; Norta, 2016; Nowiński & Kozma, 2017; O’Leary, 2017). Segundo estes autores, as vantagens competitivas que as empresas teriam em implementar a *Blockchain* resultariam em operações mais simples, redução dos custos suportados com determinadas transações, maior transparência e automatização ao efetuar pagamentos e/ou registos da sua propriedade intelectual, (Nowiński & Kozma, 2017; O’Leary, 2017). Também os benefícios da *Blockchain* parecem aplicar-se ao sector da energia e simultaneamente concede transparência, desintermediação, imutabilidade de transações, bem como tornar capaz o consumidor e os pequenos produtores de energia renovável através de soluções inovadoras.

Figura 21. *Blockchain* aplicada à sociedade



Fonte: Elaborado pelo próprio

Os Meios também sofrem alterações com a aplicação da *Blockchain*, sendo que a segmentação dos recursos é distribuída de outros modos.

Os recursos tecnológicos consistem na subdivisão entre dados, infraestruturas e sensores. Sendo a capacidade de os utilizadores poderem ter acesso a informações de uso da energia, isto é possível com a existência de sensores nas cidades.

Por sua vez, os recursos ambientais consistem na cripto-cidade e natureza. A cripto-cidade e os recursos tecnológicos estão diretamente relacionados, dada a capacidade de informação acessível aos cidadãos, proporciona uma maior adesão e competência quer na tomada de decisão como na execução de políticas. O exemplo da aquisição deste envolvimento seria notado na escolha de políticas e/ou controlo do orçamento e despesas realizadas pelo governo, (Manski, 2017; Marsal-Llacuna, 2018). A natureza, dentro dos muitos desafios, os recursos naturais e a manutenção de serviços ambientes são os mais relacionados, determinado pela falta de confiança nas regras. A *Blockchain* poderia intervir transmitindo maior transparência nas ações individuais e coletivas, incentivar atitudes sustentáveis para o meio ambiente, reforçar direitos de utilização de recursos naturais, (Sutherland et al., 2017).

Os recursos legislativos e institucionais envolvem os cidadãos, o governo, a educação e a economia como as principais personagens na sociedade. Na existência de conflitos coletivos, é necessário regular processos de decisão e criar ou reproduzir normas em instituições sociais, (Shermin, 2017). Neste ponto, a *Blockchain* impacta o governo e as estruturas tradicionais pois estão atualmente agarradas ao poder e à centralização, hierarquia e com capacidade de controlo da população. A adoção de um conjunto de regras e a sua aplicação através da *Blockchain* reduziria burocracias, bem como a sua moralidade perante determinadas questões.

As Criptomoedas e as ICO são os exemplos da introdução de recursos financeiros pela sua aplicação na *Blockchain*. Uma “Initial Coin Offering” (ICO) é um bom exemplo da aplicação financeira. A ICO é uma inovação em finanças empresariais, onde o capital pode ser angariado através da venda de *tokens* a um grupo de investidores na *Blockchain*, (Fisch, 2019). As ICO's permitem aos empresários que normalmente têm dificuldade em encontrar investidores, angariar grandes montantes de financiamento com um esforço mínimo, uma vez que o processo de angariação de fundos é altamente eficiente e localizado, (Chen, 2018; Fisch, 2019).

As características da *Blockchain* consistem em desempenho e eficiência, tecnologia inovadora e dimensões. As questões de desempenho e eficiência em relação à *Blockchain* estão altamente relacionadas com escalabilidade, cobertura da Internet e consumo de energia. Como afirmam Chauhan et al.,(2018)com a crescente popularidade e adoção da *Blockchain*, é altamente crítico pensar num problema muito básico na conceção inicial, ou seja, a falta de escalabilidade. Isto está particularmente relacionado com os nós de mineração responsáveis pela verificação de cada transação e tornou-se um estrangulamento no processo de transação da plataforma *Blockchain* devido a um número crescente de membros da rede.

Na perspetiva da tecnologia utilizada pela *Blockchain* destaca-se: a estrutura de código aberto, a tecnologia disruptiva de forma geral, a convergência de diferentes tecnologias e o baixo requisito de largura de banda. *Blockchain* é um *software* de código aberto, distribuído, seguro e acessível pela *Internet*, (Davidson et al., 2018), que permite colaborações em massa fiáveis e, por sua vez, permite um novo tipo de organização e sociedade, (Pazaitis et al., 2017).

Estudiosos referem-se à *Blockchain* como a nova geração de identificação global única, combinando diferentes tecnologias tais como: criptografia matemática, *software* de código aberto, redes informáticas, e mecanismos de incentivo, (Davidson et al., 2018).

Em suma, este estudo permite dizer que a *Blockchain*, como tecnologia institucional disruptiva terá grande influência nas funções dos diferentes agentes, bem como irá permitir que outros surjam.

O estudo realizado permite concluir que qualquer pessoa será mais capaz de tomar as suas decisões e inovar com a informação cada vez mais abrangente e disponível ao seu alcance. Por sua vez, as entidades estatais irão sofrer transformações de forma a diminuir significativamente a burocracia e assim, dar espaço a operações mais eficientes.

A implementação de *smart contracts* irá eliminar a necessidade de intermediários em diferentes áreas e circunstâncias, representando a descentralização e diminuindo custos desnecessários. Todos estes aspetos representam as características da *Blockchain* aplicada gradualmente a uma sociedade, com potencial para reconfigurar diferentes aspetos da nossa civilização.

O presente estudo apresenta limitações devido à tecnicidade que a tecnologia *Blockchain* exige, uma vez que se trata de uma inovação relativamente recente, no conhecimento geral. Apesar de ter ficado famosa devido a disrupção financeira, a verdade é que as bases do sucesso são de cariz computacional. Outra limitação sentida prende-se com a categorização de artigos, dado que demonstra os principais conhecimentos da literatura relacionados com a *Blockchain*. Estas descobertas indicam o aparecimento de novas formas de governar, tendo por base a *Blockchain*.

Deste modo, pode-se comparar a tecnologia *Blockchain* ao aparecimento e desenvolvimento da *Internet* nos anos 90, pois no início ninguém acreditava no seu sucesso e muitos anos depois, transformou-se numa estrutura amplamente distribuída, com algumas empresas a aproveitar desde cedo o seu potencial como a Amazon, o Google ou o Youtube.

Os estudos futuros devem, essencialmente, incidir sobre a relação mais aprofundada da *Blockchain* com os ramos presentes e imprescindíveis à sociedade como: a saúde, o ensino, o estado, a área discográfica. Também será interessante analisar a perceção global da sociedade sobre as características e benefícios da tecnologia *Blockchain* na sociedade despertando assim cada vez mais a curiosidade individual pela inovação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abouzeid, N. (2016). Ukraine Government plans to Trial Ethereum Blockchain-Based Election Platform. *Bitcoin Magazine*.
<https://bitcoinmagazine.com/business/ukraine-government-plans-to-trial-ethereum-Blockchain-based-election-platform-1455641691>
- Ahram, T., Sargolzaei, A., Sargolzaei, S., Daniels, J., & Amaba, B. (2017). Blockchain technology innovations. *2017 IEEE Technology & Engineering Management Conference (TEMSCON)*, 137–141.
<https://doi.org/10.1109/TEMSCON.2017.7998367>
- B. C. Encyclopedia. (2022). *Proof of Work (PoW)*. <https://tokens-economy.gitbook.io/consensus/chain-based-proof-of-work/proof-of-work-pow-1>
- BANK, E. C. (2000). *Issues arising from the emergence of electronic money*. MONTHLY BULLETIN.
<https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/mobu/mb200011en.pdf>
- Bayer, D., Haber, S., & Stornetta, W. S. (1993). Improving the Efficiency and Reliability of Digital Time-Stamping. *Em Sequences II* (pp. 329–334). SPRINGER NEW YORK. https://doi.org/10.1007/978-1-4613-9323-8_24
- Benchoufi, M., & Ravaud, P. (2017). Blockchain technology for improving clinical research quality. *Trials*, 18(1). <https://doi.org/10.1186/s13063-017-2035-z>
- Bodó, B., Gervais, D., & Quintais, J. P. (2018). Blockchain and smart contracts: The missing link in copyright licensing? *International Journal of Law and Information Technology*, 26(4), 311–336. <https://doi.org/10.1093/ijlit/eay014>
- Bogner, A., Chanson, M., & Meeuw, A. (2016). A decentralised sharing app running a smart contract on the ethereum Blockchain. *Conference ProceedingS, 07-09-November-2016*, 177–178. <https://doi.org/10.1145/2991561.2998465>
- Buterin, V. (2014). *DAOs, DACs, DAs and More: An Incomplete Terminology Guide*. Ethereum. <https://blog.ethereum.org/2014/05/06/daos-dacs-das-and-more-an-incomplete-terminology-guide>
- Cai, Y., & Zhu, D. (2016). Fraud detections for online businesses: a perspective from Blockchain technology. *Financial Innovation*, 2(1).
<https://doi.org/10.1186/s40854-016-0039-4>

- Carvalho, M. D. S. de, Pereira, B. M. R., Reis, Z. C. dos, Matte, J., Welchen, V., Miri, D. H., Chais, C., Ganzer, P. P., & Olea, P. M. (2020). *Análise da Criptomoeda Bitcoin como Forma de Investimento e Pagamento*. <https://www.researchgate.net/publication/345503718>
- Casino, F., Dasaklis, T. K., & Patsakis, C. (2019). A systematic literature review of Blockchain-based applications: Current status, classification and open issues. Em *Telematics and Informatics* (Vol. 36, pp. 55–81). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2018.11.006>
- Castello, M. G. (2019). Bitcoin é moeda ? Classificação das Criptomoedas para o direito tributário. *Revista Direito GV*, 15(3). <https://doi.org/doi.org/10.1590/2317-6172201931>
- Catalini, C., & Gans, J. S. (2016). *Some Simple Economics of the Blockchain*. <https://doi.org/10.3386/w22952>
- Celebucki, P., Atkins, T., Gutierrez, J., McKone, M., & Steinberg, A. (2020). Succeeding Where the GRD Failed. *Blockchain & the Music Industry* .
- Chakravarty, A. (2016, Dezembro 16). *The Product Manager's guide to the Blockchain — Part 1*. Medium.
- Chauhan, A., Malviya, O. P., Verma, M., & Mor, T. S. (2018). Blockchain and Scalability. *2018 IEEE International Conference on Software Quality, Reliability and Security Companion (QRS-C)*, 122–128. <https://doi.org/10.1109/QRS-C.2018.00034>
- Chaum, D. (1983). Blind signatures for Untraceable Payments. Em *Advances in Cryptology* (pp. 199–203). Springer US.
- Chen, Y. (2018). Blockchain tokens and the potential democratization of entrepreneurship and innovation. *Business Horizons*, 61(4), 567–575. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2018.03.006>
- Cocco, L., Pinna, A., & Marchesi, M. (2017). Banking on Blockchain: Costs savings thanks to the Blockchain technology. *Future Internet*, 9(3). <https://doi.org/10.3390/fi9030025>

- Correia, F., Rodrigues, A., & Baro, F. (2020). Criptomoedas : apontamentos sob a ótica macroeconômica. *Diversitas Journal*, 5(1), 371–383. <https://doi.org/10.17648/diversitas-journal-v5i1-934>
- Cosset, D. (2018). *Blockchain: What is Mining?* <https://dev.to/damcosset/Blockchain-what-is-mining-2eod>
- Crosby, M., Nachiappan, Pattanayak, P., Verma, S., & Kalyanaraman, V. (2016). Blockchain Technology: Beyond Bitcoin. *Applied Innovation*. <https://doi.org/10.1515/9783110488951>
- Dai, W. (1998). *B-Money*. <https://nakamotoinstitute.org/b-money/>
- Davidson, S., de Filipp, P., & Potts, J. (2018). Blockchains and the economic institutions of capitalism. *Journal of Institutional Economics*, 14(4), 639–658. <https://doi.org/https://doi.org/10.1017/S1744137417000200>
- Dibrova, A. (2016). Virtual currency : new step in monetary development. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 229, 42–49. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.07.112>
- Efanov, D., & Roschin, P. (2018). The all-pervasiveness of the Blockchain Technology. *Procedia Computer Science*, 123, 116–121. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.01.019>
- Esposito, C., de Santis, A., Tortora, G., Chang, H., & Choo, K. K. R. (2018). Blockchain: A Panacea for Healthcare Cloud-Based Data Security and Privacy? *IEEE Cloud Computing*, 5(1), 31–37. <https://doi.org/10.1109/MCC.2018.011791712>
- Ethereum. (2019). “*Ethereum is a global, open-source platform for decentralized applications*,”. <https://ethereum.org/en/whitepaper/>
- European Banking Authority. (2014). *Eba opinion on virtual currencies*. https://www.eba.europa.eu/sites/default/documents/files/documents/10180/598420/30043572-6454-45f9-8e8a-13776cd752da/EBA_2013_01030000_PT_TRA_Rev_Vinay.pdf

- Feitosa, A. L. O., Silva, A. M. G., & Dantas, C. F. (2020). Bitcoins: a moeda virtual sob a perspectiva contábil. *Revista Brasileira de Administração Científica*, *11*(2), 172–189. <https://doi.org/10.6008/cbpc2179-684x.2020.002.0012>
- Ferrari, R. (2015). Writing narrative style literature reviews. *Medical Writing*, *24*(4), 230–235. <https://doi.org/10.1179/2047480615Z.000000000329>
- Fisch, C. (2019). Initial coin offerings (ICOs) to finance new ventures. *Journal of Business Venturing*, *34*(1), 1–22. <https://doi.org/10.1016/j.jbusvent.2018.09.007>
- Green, B. N., Johnson, C. D., & Adams, A. (2006). Writing narrative literature reviews for peer-reviewed journals: secrets of the trade. *Journal of Chiropractic Medicine*, *5*(3), 101–117. [https://doi.org/10.1016/S0899-3467\(07\)60142-6](https://doi.org/10.1016/S0899-3467(07)60142-6)
- Greenspan, G. (2015). *Ending the bitcoin vs Blockchain debate*. Private Blockchains. <http://www.multichain.com/blog/2015/07/bitcoin-vs-Blockchaindebate/>.
- Haber, S., & Scott Stornetta, W. (1991). How to Time-Stamp a Digital Document. Em *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics): Vol. 537 LNCS* (pp. 437–455). https://doi.org/10.1007/3-540-38424-3_32
- Hackius, N., & Petersen, M. (2017). Blockchain in logistics and supply chain: Trick or treat? Em Wolfgang Blecker, Thorsten Ringle, & Christian M. (Eds.), *Proceedings of the Hamburg International Conference of Logistics (HICL)* (Vol. 23, pp. 3–18). Digitalization in Supply Chain Management and Logistics; Smart and Digital Solutions for an Industry 4.0 Environmente. <https://doi.org/10.15480/882.1444>
- Hammerschmidt, C. (2017). *Consensus in Blockchain Systems*. In Short. Medium. <https://medium.com/@chrshmmmr/consensus-in-Blockchain-systems-in-short-691fc7d1fefc>
- Helo, P., & Hao, Y. (2019). Blockchains in operations and supply chains: A model and reference implementation. *Computers & Industrial Engineering*, *136*, 242–251. <https://doi.org/doi.org/10.1016/j.cie.2019.07.023>

Hou, H. (2017). The Application of Blockchain Technology in E-Government in China. *26th International Conference on Computer Communication and Networks (ICCCN)*, 1–4. <https://doi.org/10.1109/ICCCN.2017.8038519>

<https://cryptonews.net/news/blokcheyn/5650573/>. (2022).

<https://cryptonews.net/news/blokcheyn/5650573/>

<https://iedute.com/en/research-and-development/Blockchain-technology/>. (2021).

Intelligent Education Technology (IET).

<https://ircgroupglobal.com/harnessing-Blockchain-in-the-scm-logistics-space/>.

(2018). IRC Group.

<https://mempool.space/>. (2022). <https://mempool.space/>

<https://www.statista.com/statistics/647374/worldwide-Blockchain-wallet-users/>.

(2022, Agosto 22). Statista.

Janowicz, K., Regalia, B., Hitzler, P., Mai, G., Delbecque, S., Fröhlich, M., Martinent, P., & Lazarus, T. (2018). On the prospects of Blockchain and distributed ledger technologies for open science and academic publishing. *Semantic Web*, 9(5), 545–555. <https://doi.org/10.3233/SW-180322>

Khezr, S., Moniruzzaman, M., Yassine, A., & Benlamri, R. (2019). Blockchain technology in healthcare: A Comprehensive Review and Directions for Future Research. *Applied Sciences* , 9(9), 1736. <https://doi.org/10.3390/app9091736>

Kiayias, A., Russell, A., David, B., & Oliynykov, R. (2017). *Ouroboros: A Provably Secure Proof-of-Stake Blockchain Protocol*. 10401, 357–388. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-63688-7>

Leitner, K.-H., Warnke, P., & Rhomberg, W. (2016). New forms of innovation: critical issues for future pathways. *Foresight*, 18(3), 224–237. <https://doi.org/https://doi.org/10.1108/FS-07-2014-0050>

Li, Z., Wang, W. M., Liu, G., Liu, L., He, J., & Huang, G. Q. (2018). Toward open manufacturing. *Industrial Management & Data Systems*, 118(1), 303–320. <https://doi.org/10.1108/IMDS-04-2017-0142>

Madhusudan, A. (2018). *Applying Smart Contracts to Secure Car Sharing Systems*. KU Leuven.

Manski, S. (2017). Building the Blockchain world: Technological commonwealth or just more of the same? *Strategic Change*, 26(5), 511–522. <https://doi.org/10.1002/jsc.2151>

Marsal-Llacuna, M.-L. (2018). Future living framework: Is Blockchain the next enabling network? *Technological Forecasting and Social Change*, 128, 226–234. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.12.005>

Mettler, M. (2016). Blockchain technology in healthcare: The revolution starts here. *2016 IEEE 18th International Conference on E-Health Networking, Applications and Services (Healthcom)*, 1–3. <https://doi.org/10.1109/HealthCom.2016.7749510>

Meunier, S. (2018). Blockchain 101: What is Blockchain and How Does This Revolutionary Technology Work? *Em Transforming Climate Finance and Green Investment with Blockchains* (pp. 23–34). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814447-3.00003-3>

Moulouki, R., Dominique Bernard, K., Taif, F., & Mohamed, A. (2020). Blockchain in health supply chain management: State of art challenges and opportunities. *Procedia Computer Science*, 175, 706–709. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.07.104>

Nakamoto, S. (2008). *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*. <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>

Nguyen, G.-T., & Kim, K. (2018). A survey about consensus algorithms used in Blockchain. *Journal of Information Processing Systems*, 14(1), 101–128. <https://doi.org/10.3745/JIPS.01.0024>

Niranjanamurthy, M., Nithya, B. N., & Jagannatha, S. (2019). Analysis of Blockchain technology: pros, cons and SWOT. *Cluster Computing*, 22(S6), 14743–14757. <https://doi.org/10.1007/s10586-018-2387-5>

Noizat, P. (2015). Handbook of Digital Currency Bitcoin, Innovation, Financial Instruments, and Big Data. *Em Blockchain Electronic Vote* (pp. 453–461). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802117-0.00022-9>

- Norta, A. (2016). *Establishing Distributed Governance Infrastructures for Enacting Cross-Organization Collaborations* (pp. 24–35). https://doi.org/10.1007/978-3-662-50539-7_3
- Nowiński, W., & Kozma, M. (2017). How Can Blockchain Technology Disrupt the Existing Business Models? *Entrepreneurial Business and Economics Review*, 5(3), 173–188. <https://doi.org/10.15678/EBER.2017.050309>
- O’Leary, D. E. (2017). Configuring Blockchain architectures for transaction information in Blockchain consortiums: The case of accounting and supply chain systems. *Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*, 24(4), 138–147. <https://doi.org/10.1002/isaf.1417>
- Ølnes, S., Ubacht, J., & Janssen, M. (2017). Blockchain in government: Benefits and implications of distributed ledger technology for information sharing. *Government Information Quarterly*, 34(3), 355–364. <https://doi.org/10.1016/j.giq.2017.09.007>
- Önde, I., & Treiblmaier, H. (2018). Blockchain and tourism: Three research propositions. *Annals of Tourism Research*, 72, 180–182. <https://doi.org/10.1016/j.annals.2018.03.005>
- Pacheco, L. M., Araújo, B., & Tavares, F. O. (2018). A Bitcoin e o seu desenvolvimento: Estudo aplicado a uma amostra representativa. *Revista Espacios*.
- Pautasso, M. (2013). Ten Simple Rules for Writing a Literature Review. *PLoS Computational Biology*, 9(7). <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1003149>
- Pazaitis, A., de Filippi, P., & Kostakis, V. (2017). Blockchain and value systems in the sharing economy: The illustrative case of Backfeed. *Technological Forecasting and Social Change*, 125, 105–115. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.05.025>
- Peck, M. E. (2015, Julho 1). *The future of the web looks a lot like Bitcoin*. <https://spectrum.ieee.org/the-future-of-the-web-looks-a-lot-like-bitcoin>
- PwC, & Stanford Woods Institute for the Environment. (2018). *Building block(chain)s for a better planet*.

- R. L. Chicarino, V., Rocha, A., F. Jesus, E., & v. N. de Albuquerque, C. (2017). Uso de Blockchain para Privacidade e Segurança em Internet das Coisas. Em *Minicursos do XVII Simpósio Brasileiro em Segurança da Informação e de Sistemas Computacionais* (Vol. 4, p. 51). <https://www.researchgate.net/publication/321966650>
- Reiff, N. (2021). *How does a block chain prevent double-spending of Bitcoins?* Investopedia. <https://www.investopedia.com/ask/answers/061915/how-does-block-chain-prevent-doublespending-bitcoins.asp>
- Reijers, W., Fiachra O’brolcháin, †, & Haynes, P. (2016). Governance in Blockchain Technologies & Social Contract Theories. *Ledger*, 1, 134–151. <https://doi.org/doi.org/10.5195/ledger.2016.62>
- 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 and Information Systems Engineering*, 59(6), 385–409. <https://doi.org/10.1007/s12599-017-0506-0>
- Rocha, E. da, & Migliorini, I. B. (2019). *Estudo de viabilidade sobre a utilização do Blockchain na contabilidade*. 2 n°1, 99–111. <https://doi.org/doi.org/10.23925/cafi.v2i1.40601>
- Rooney, H., Aiken, B., & Rooney, M. (2017). *Technology Innovation Management Review* (Vol. 7, Issue 10).
- Same, M. (2022). *Blockchain Consensus Encyclopedia Infographic*.
- Sarmah, S. (2018). *Understanding Blockchain Technology*. <https://doi.org/10.5923/j.computer.20180802.02>
- Schär, F. (2019). BLOCKCHAINS: HOW THEY WORK AND WHAT THEY ARE USED FOR. Em *BUILDING BLOCKS - TOKENISATION & THE BLOCKCHAIN EVOLUTION* (Vol. 1, pp. 2–5). Crypto Finance.
- Sharples, M., & Domingue, J. (2016). The Blockchain and Kudos: A Distributed System for Educational Record, Reputation and Reward. Em *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence*

- and *Lecture Notes in Bioinformatics*): Vol. 9891 LNCS (pp. 490–496). Springer Verlag. https://doi.org/10.1007/978-3-319-45153-4_48
- Shermin, V. (2017). Disrupting governance with Blockchains and smart contracts. *Strategic Change*, 26(5), 499–509. <https://doi.org/10.1002/jsc.2150>
- Simoyama, F. D. O., Grigg, I., Bueno, R. L. P., & de Oliveira, L. C. (2017). Triple entry ledgers with Blockchain for auditing. *International Journal of Auditing Technology*, 3(3), 163. <https://doi.org/10.1504/ijaudit.2017.10007789>
- Soni, M., & Singh, D. K. (2021). Blockchain-based security & privacy for biomedical and healthcare information exchange systems. *Materials Today: Proceedings*. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.02.094>
- Steu, M.-F. (2020). Blockchain in education: Opportunities, applications, and challenges. *First Monday*, 25(9). <https://doi.org/10.5210/fm.v25i9.10654>
- Sutherland, W. J., Barnard, P., Broad, S., Clout, M., Connor, B., Côté, I. M., Dicks, L. v., Doran, H., Entwistle, A. C., Fleishman, E., Fox, M., Gaston, K. J., Gibbons, D. W., Jiang, Z., Keim, B., Lickorish, F. A., Markillie, P., Monk, K. A., Pearce-Higgins, J. W., ... Ockendon, N. (2017). A 2017 Horizon Scan of Emerging Issues for Global Conservation and Biological Diversity. *Trends in Ecology & Evolution*, 32(1), 31–40. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2016.11.005>
- Swan, M. (2015). *Blockchain: blueprint for a new economy*. O'Reilly Media.
- Swanson, T. (2015). *Consensus-as-a-service: a brief report on the emergence of permissioned, distributed ledger systems*.
- Szabo, N. (1994). Smart contracts. Em *Unpublished manuscript*.
- Szabo, N. (2005). *Bit Gold*. <https://nakamotoinstitute.org/bit-gold/>
- Tapscott, A., & Tapscott, D. (2016). Blockchain revolution – how the technology behind bitcoin is changing money, business and the world. Em *Ebook* (pp. 6–7).
- Tar, A. (2018, Janeiro 17). *Proof-of-Work, Explained*. Cointelegraph. <https://cointelegraph.com/explained/proof-of-work-explained>

- The great chain of being sure about things.* (2015). *The Economist*.
<http://www.economist.com/node/21677228/print>
- The Institutes. (2017). *Blockchain building blocks: Creating a world of opportunity for insurance from an evolving area of technology*.
https://www.theinstitutes.org/doc/riskblock/Blockchain_Building_Blocks.pdf
- Troy, S., & Pratt, M. K. (2021). *DEFINITION distributed ledger technology (DLT)*. TechTarget. <https://www.techtarget.com/searchcio/definition/distributed-ledger>
- Turkanović, M., Hölbl, M., Košič, K., Heričko, M., & Kamišalić, A. (2018). EduCTX: A Blockchain-based Higher Education Credit Platform. *IEEE Access*, 6, 5112–5127. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2789929>
- Uddin, M. A., Stranieri, A., Gondal, I., & Balasubramanian, V. (2020). Rapid health data repository allocation using predictive machine learning. *Health Informatics Journal*, 26(4), 3009–3036.
<https://doi.org/10.1177/1460458220957486>
- Ünalán, S., & Ozcan, S. (2020). Democratising Systems of Innovations based on Blockchain Platform Technologies. *Journal of Enterprise Information Management*, 33(6), 1511–1536. <https://doi.org/10.1108/JEIM-07-2018-0147>
- Wolfond, G. (2017). A Blockchain Ecosystem for Digital Identity: Improving Service Delivery in Canada's Public and Private Sectors. *Technology Innovation Management Review*, 7(10), 35–40.
<https://doi.org/10.22215/timreview/1112>
- Wood, G. (2014). Ethereum: a secure decentralised generalised transaction ledger. *Em Ethereum Project Yellow Paper*.
- Wright, A., & de Filippi, P. (2015). Decentralized Blockchain Technology and the Rise of Lex Cryptographia. *SSRN Electronic Journal*.
<https://doi.org/10.2139/ssrn.2580664>
- Zyskind, G., Nathan, O., & Pentland, A. S. (2015). Decentralizing Privacy: Using Blockchain to Protect Personal Data. *2015 IEEE Security and Privacy Workshops, SPW 2015*, 180–184. <https://doi.org/10.1109/SPW.2015.27>

