

BLOCKCHAIN – A TECNOLOGIA DO FUTURO

André Silvestre (nº104532); afgse1@iscte-iul.pt

Diogo Catarino (nº104745); dacoe@iscte-iul.pt

Francisco Gomes (nº104944); fsgss1@iscte-iul.pt

ISCTE-IUL

Av. Forças Armadas, 1649-026 Lisboa, Portugal

RESUMO

A *Blockchain* é uma tecnologia que possui características de descentralização, autonomia, integridade, imutabilidade, verificação, anonimato, auditabilidade e transparência. Este artigo, aprovisiona uma visão da metodologia desta tecnologia, as suas aplicabilidades, vantagens e desvantagens, e a dificuldade em enquadrar legalmente a mesma.

O objetivo central é investigar a tecnologia *Blockchain* e suas aplicações, destacar como as suas características intrínsecas podem revolucionar o mundo nos mais diversos domínios que nos rodeiam, identificar os benefícios e as lacunas na aplicação desta tecnologia, assim como, umas das áreas que foi parcamente investigada a ser uma simbiose de alta proficuidade, a *Data Science*.

Palavras-chave — *Blockchain*, descentralização, segurança, dados

1. INTRODUÇÃO

O mundo está mais ligado do que nunca. É indubitável que, com a evolução tecnológica ocorrida no último século, as pessoas estejam mais ligadas à internet e a todos os dispositivos eletrónicos que as rodeiam.

Neste sentido, é necessário a criação e o desenvolvimento de novas tecnologias que permitam as mais diversas aplicações no quotidiano, e que atentem numa das problemáticas mais preocupantes da atualidade, a segurança.

Assim, foi criada a *Blockchain* como um sistema de registo de informações compartilhado e imutável que facilita o processo de registo de transações, impossibilitando alterar, *hackear* ou enganar o sistema.

Esta tecnologia funciona como protocolo de segurança para a transferência de instâncias únicas (dinheiro, propriedades, contratos, credenciais de identidade, entre outras) via internet sem exigir um intermediário de terceiros, como um banco ou o governo, tratando-se, por isso, numa tecnologia descentralizada.

Tendo por base a preponderância e emergência desta tecnologia na sociedade, razão que levou à escolha deste tema a desenvolver no artigo, pretendemos expor de forma detalhada e objetiva o impacto desta no presente e no futuro.

2. HISTÓRIA E EVOLUÇÃO

2.1. Evolução da *Blockchain*

A primeira pessoa a descrever uma tecnologia semelhante à atual *Blockchain* foi David Chaum, um cientista da computação e criptógrafo americano, na sua tese de doutoramento em 1982.

Posteriormente, em 1991, Stuart Haber e W. Scott Stornetta descreveram uma cadeia de blocos criptograficamente segura onde os registos de data e hora dos documentos não pudessem ser adulterados; mais tarde, em 1993, juntamente com Dave Bayer, incorporaram *Merkle/Hash Trees*, uma estrutura de dados, nesse projeto para aumentar a sua eficiência e permitir o armazenamento de vários documentos no mesmo bloco.

2.2. Blockchain 1.0: O Surgimento do *Bitcoin*

Apenas anos mais tarde, em 2008, foi aplicada esta tecnologia a uma das áreas da sociedade, as finanças. Satoshi Nakamoto criou o *Bitcoin*, a primeira criptomoeda descentralizada. Foi no mesmo ano que o termo *Blockchain* entrou em uso, como sendo a tecnologia responsável pelas transações desta criptomoeda.

2.3. Blockchain 2.0: O Desenvolvimento de *Ethereum*

Vitalik Buterin, co-fundador da *Bitcoin magazine* e programador, sabia que a tecnologia *Blockchain* conseguia ter uma maior potencialidade do que a já usada, e por isso criou o *Ethereum* em 2013, só tendo sido oficialmente lançada ao público em 2015.

Embora o *Ethereum* e o *Bitcoin* sejam semelhantes, este primeiro permite realizar contratos inteligentes, sendo por isso uma das maiores aplicações atuais da tecnologia *Blockchain*.

2.4. Blockchain 3.0: A Terceira Geração

Em 2015, a *Linux Foundation* começou um projeto designado *Hyperledger* que procura usar a tecnologia *Blockchain* para melhorar o desempenho e a segurança das transações comerciais. Contrariamente ao *Bitcoin* e ao *Ethereum*, as *Hyperledger Blockchains* são privadas, logo os participantes precisam de ser aprovados antes de se juntarem à *network*.
[1][2]

3. METODOLOGIA DA BLOCKCHAIN

Segundo [4], a *Blockchain* trata-se de “uma cadeia de blocos distribuídos que é estruturada numa lista de nós ligados”, em que “cada bloco contém um conjunto ordenado de transações”.

Assim, trata-se de uma tecnologia digital emergente que congrega criptografia, gestão de dados, *networking* e mecanismos de incentivo para apoiar a verificação, execução e registo de transações entre partes.

Tal como infere a designação, *Blockchain* é uma corrente/lista (‘*chain*’) de blocos (‘*blocks*’) de transações. As partes que proponham uma transação podem adicioná-la a um conjunto destinado a ser registado nessa lista/corrente. [3][4]

3.1. Funcionamento da Blockchain

O funcionamento da *Blockchain* sistematiza-se em 3 etapas distintas, tal como ilustrado na **Figura 1**.

Primeiramente, conforme cada transação ocorre, esta é registada como um bloco de dados. É de notar que uma transação congrega quer uma movimentação de um ativo, quer o registo de informações de diferentes naturezas.

Posteriormente, cada bloco é ligado aos anteriores e posteriores. Esses blocos formam uma cadeia de dados à medida que um ativo se move ou as suas propriedades modificam.

Por último, as transações são unificadas numa cadeia irreversível, uma *Blockchain*. Cada bloco adicional fortalece a verificação do bloco anterior e, conseqüentemente, de toda a *Blockchain*. Assim, este torna-se inviolável, eliminando a possibilidade de adulteração por parte de alguém mal-intencionado. [5]

O conteúdo contido na *Blockchain* é replicado em diversos blocos distribuídos geograficamente, que operam simultaneamente o sistema, sem o controlo central de qualquer entidade terceira.

No entanto, o sistema garante que todos os nós obtenham consenso sobre a integridade e conteúdos partilhados dessa lista de nós, permitindo assim que se possa aceder aos dados que o mesmo possui.

Esta tecnologia, tal como já referido, foi originalmente utilizada para a moeda digital *Bitcoin*, mas os *Blockchain* estão agora a ser implementados em muitas outras plataformas e usados para outras finalidades.

Tal como uma base de dados tradicional, uma *Blockchain* pode ser usada para representar informações dos mais variados domínios de aplicação. Porém, ao contrário destas, as informações armazenadas em *Blockchain* são criptografadas garantindo privacidade e segurança. [3][4]

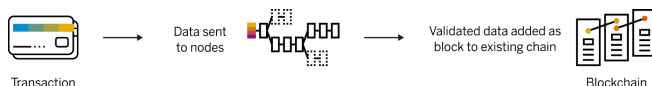


Figura 1. – Representação do Funcionamento da Blockchain
(Fonte: SAP [6])

3.2. Propriedades da Blockchain

Devido às suas características, a *Blockchain* denota diversas propriedades, tais como, ser **programável**, podendo ser usado como contrato inteligente; **seguro**, uma vez que todos os registos são individualmente encriptados; **anónimo**, protegendo a identidade dos intervenientes; **unânime**, possibilitando a validação de cada um dos registos por parte dos intervenientes; **imutável**, em virtude do facto de quaisquer registos validados serem irreversíveis e não poderem ser alterados; e **distribuído**, assegurando que os intervenientes tenham uma cópia para total transparência. [7]

3.3. Tipos de Blockchain

A *Blockchain* pode ser classificada em quatro tipos (**Figura 2**): **pública**, **privada**, **semiprivada/híbrida** e de **consórcio**, mediante a área de aplicação.

Relativamente à **pública**, qualquer pessoa pode aderir e participar, como o *Bitcoin*. As desvantagens deste tipo são a necessidade de elevado poder computacional e a pouca privacidade e segurança, comparando com os restantes tipos.

Contrariamente, numa *Blockchain* do tipo **privada**, uma entidade gere a rede, controlando e limitando a permissão de acesso à mesma.

Já a **semiprivada**, articula a pública e a privada, sendo controlado por uma única entidade que concede acesso a qualquer usuário que satisfaça os critérios pré-estabelecidos.

Por fim, a classificação de **consórcio** é dada às *Blockchain*, cuja gestão fica ao encargo de um grupo pré-selecionado. Assim, o direito de ler o blockchain e enviar transações pode ser público ou restrito aos participantes, conforme o objetivo estabelecido. [3][5][7]

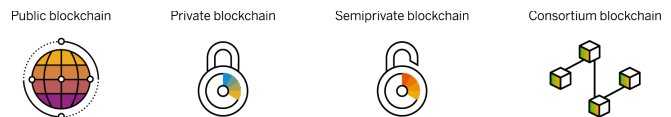


Figura 2. – Tipos de Blockchain
(Fonte: SAP [6])

3.4. Relação da Blockchain com a Ciência de Dados

Desde a concetualização dos termos *Data Science* e *Blockchain* em 2008 e 1991, respetivamente, ambas as tecnologias viram melhorias massivas, sendo usadas, quer a nível corporativo, como a nível individual, mas, tal como referido nas conferências [8] e [9], foi parcamente investigada a possível simbiose entre ambas.

Futuramente, a fim de elevar o potencial de ambas, seria proveitoso integrar o *Blockchain* com o *IoT* (*Internet of Things*), possibilitando extrair dados e enviá-los através da *Blockchain*, privilegiando a segurança e a privacidade dos dados entre indivíduos e empresas.

4. APLICABILIDADES

A tecnologia *Blockchain* está presente em diversas áreas da nossa sociedade, tais como as representadas na **Figura 3**.



Figura 3. – Aplicações da *Blockchain*
(Fonte: [11])

4.1. Finanças

Tal como já referido, a área de aplicação primordial da *Blockchain* foi a das criptomoedas, como o **Bitcoin** e **Ethereum**, sendo responsável por registar as transações realizadas.

Outra das aplicações ligada às finanças, são os pagamentos e as transferências, uma vez que esta tecnologia tem capacidade de processar transações monetárias de forma mais rápida e mais segura, do que as transações tradicionalmente realizadas por instituições financeiras. [10]

4.2. Indústria

Nas indústrias transformadora, retalhista e agrícola, as cadeias de abastecimento são fundamentais na circulação de bens e serviços através das fronteiras organizacionais. O uso da *Blockchain* verifica-se na monitorização e gestão de uma cadeia de mantimentos/produtos (**Supply Chain**). [3]

Estas cadeias envolvem, geralmente, avultadas quantidades de informação que, com os métodos tradicionais de armazenamento de dados, obstaculiza a deteção de falhas que possam afetar a eficiência da cadeia de mantimentos. A *Blockchain* beneficia a monitorização destes dados, o que leva a uma gestão mais eficaz, permitindo aumentar a segurança, transparência e rastreabilidade da cadeia. [11]

Das maiores multinacionais, a *Amazon* e a *Microsoft* apresentam já soluções de armazenamento de dados e gestão dos mesmos para as empresas, tais como as visíveis em [12] e [13], respetivamente.

4.3. Educação

Numa das áreas basilares da sociedade e que necessita de uma revolução tecnológica de fundo, a educação, a *Blockchain* pode vir a ser essencial para a sua reestruturação, tal como desenvolvido em [14].

As aplicações passam pelo uso da *Blockchain* nos sistemas de autenticação, reforçando a segurança; na criação dos currículos escolares, impossibilitando a sua adulteração; entre tantas outras aplicações.

Apenas enfatizando, aquele que parece ser uma das maiores lacunas na educação atual, a pesquisa de informação. A Internet é uma das maiores fontes de informação, mas nem sempre é a mais correta, e aquela que aparenta ter maior credibilidade é por vezes paga. Com a tecnologia *Blockchain*, seria possível controlar a divulgação e o acesso da informação na internet, por meio de livros, jornais, revistas, etc., cessando a obtenção através de pirataria, ou a divulgação ilícita da mesma.

4.4. Saúde

A organização e a gestão dos registos médicos dos pacientes é impreterível para um bom serviço de saúde. Sistemas de registos díspares podem resultar em formulários de consentimento do paciente e histórias médicas incompletas, conflituosas ou ambíguas.

Neste sentido, a aplicação da *Blockchain* possibilitaria o armazenamento destes registos com segurança, dando a todos os pacientes mais controlo sobre as suas próprias informações.

A gestão clínica cria quantidades massivas de dados, exigindo que os administradores de cuidados de saúde mantenham registos fiáveis e consistentes. O uso da *Blockchain* permite que os dados clínicos sejam automaticamente agregados, replicados e distribuídos, facilitando assim a sua análise pelos médicos. [5]

Adicionalmente, o setor da saúde exige produtos de alta qualidade e a tempo. Tal como explorado no tópico 4.2., esta tecnologia ajuda a gerir as cadeias de mantimentos, permitindo garantir o fornecimento de certos produtos a tempo útil, com a qualidade necessária para serem usados em pacientes.

4.5. Administração Governamental

Os processos de administração governamental não evoluíram ao passo da tecnologia, tornando-se retrógrados e demorados.

Relativamente a processos contratuais, os contratos inteligentes (**Smart Contracts**) podem revolucionar o modo como os negócios e os processos burocráticos são realizados. Através destes, quando as condições do contrato são atendidas, o contrato é automaticamente promulgado, não sendo necessária a verificação de terceiros. [10][11]

Durante vários anos, o **E-voto** foi considerado um desenvolvimento promissor e inevitável que poderia acelerar os processos de votação, simplificar e reduzir o custo das eleições e o desenvolvimento de democracias mais fortes. No

entanto, devido à falta de confiança nas tecnologias usadas, este processo nunca foi aprovado. Uma das aplicações que poderia revolucionar o processo eleitoral, seria realizar as eleições com um sistema baseado em *Blockchain*, o qual preveniria a fraude, uma vez que, os votos seriam submetidos no sistema, não podendo ser adulterados. Com esta solução, haveria, sem dúvida, uma mudança significativa nos resultados, com principal ênfase na percentagem de abstenção. [10]

Mais inovador ainda, seria passar todo o sistema que visa identificar os cidadãos, passaporte, a nível mundial, e documentos de identificação, a nível nacional. Para estes documentos passarem a ser digitais, terão de ser assegurados requisitos mínimos que garantam a fiabilidade de um sistema que privilegie a segurança e a incapacidade de adulteração, requisitos estes que estão assegurados na *Blockchain*. Como explorado no artigo [10], esta solução teria um enorme impacto principalmente junto dos imigrantes e dos refugiados, uma vez que “*um sexto da população mundial não tem provas documentadas da sua existência*”. Deste modo, o uso da *Blockchain* poderia torna-se num instrumento crucial para reforçar a igualdade e as oportunidades de cidadãos em todo o mundo.

4.6. Privacidade e Segurança

Organizações centralizadas, públicas e privadas, acumulam quantidades massivas de dados pessoais e confidenciais. Este pode vir a ser um dos maiores problemas a curto prazo.

Apesar da tentativa de regular a recolha e o uso de dados por parte dessas organizações, através do *Regulamento Geral sobre a Proteção de Dados* (RGPD) promulgado pela UE, parece ser não suficiente para impedir o problema, havendo ainda lacunas significativas para revolucionar. Neste sentido, e com base em tudo aquilo que foi anteriormente referido, a *Blockchain*, uma vez mais, seria uma solução a considerar.

Assim, a partilha e o acesso a documentos oficiais e confidenciais poderia, futuramente, estar assegurado de ataques maliciosos, protegendo não só a identidade dos intervenientes, como diminuiria a facilidade de corrupção e outros atos de criminalidade neste setor. [10]

4.7. Integridade/Verificação

Um dos domínios mais emergentes relacionados à *Blockchain* é a verificação/integridade das informações/transações armazenadas/realizadas.

Segundo [10], estão já a ser desenvolvidas aplicações da *Blockchain* para deteção de falsificações, atividades ligadas às seguradoras e gestão de propriedades. De entre as três salienta-se o setor de seguros, uma vez que tem tido uma especial atenção na atualidade, cujas propriedades desta tecnologia poderão mitigar as atuais lacunas em várias áreas, incluindo vendas, subscrição, integração de clientes, processamento de sinistros, pagamentos e transferências de ativos.

4.8. Gestão de Dados

A gestão de dados é uma das principais aplicabilidades da *Blockchain*. Em conjunto com a *Data Science*, tal como referido em 3.4., as implementações baseadas nesta tecnologia para gerenciamento de dados, não só aprimoram a própria gestão de dados, como facilitam a sua auditabilidade, devido ao facto de todos os processos serem verificados. [10]

4.9. Internet of Thing (IoT)

A maioria dos dispositivos, sensores, etc. que usamos diariamente (os quais designam-se *IoT*) produzem quantidades significativas de dados. [3]

A interoperabilidade da *Blockchain*, provida das suas capacidades inerentes, permite uma diversidade de aplicações nos dispositivos que nos rodeiam. A título de exemplo, os serviços de pagamentos em tempo real, independentes e seguros. Esta aplicação, melhorará o comércio tradicional e eletrónico, e poderá revolucionar as formas de pagamentos dos transportes públicos, tornando-as mais simples e práticas.

Porém, uma das problemáticas dos dispositivos *IoT* é o baixo poder computacional e a capacidade de armazenamento, que pode limitar o uso da *Blockchain*. Todavia, há já propostas para transcender esta problemática, permitindo uma infinidade de aplicações que revolucionarão o paradigma de vida do ser humano. [10]

4.10. Estudo

O gráfico apresentado de seguida (**Figura 4**) refere-se aos casos de uso mais comuns da *Blockchain* nas organizações internacionais. O estudo foi realizado em 2021, tendo por base um inquérito, no qual participaram 1280 empresas do Brasil, China, Alemanha, Japão, Singapura, África do Sul, Emirados Árabes Unidos, Reino Unido e EUA.

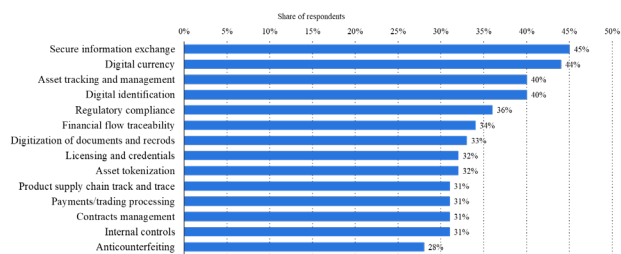


Figura 4. – Gráfico representativo de um estudo acerca do uso da tecnologia *Blockchain* nas organizações internacionais em 2021. (Fonte: Statista [15])

Através da análise do gráfico, verifica-se que, em 2021, 45% dos entrevistados afirmaram que as suas empresas davam um forte uso à tecnologia *Blockchain* para a troca segura de informação, tornando-o o caso mais popular do uso da tecnologia. O mercado de moedas digitais, como *Bitcoin* e *Ethereum*, e o rastreamento e gestão de ativos, são, também, casos comuns de uso de *Blockchain*, posicionando-se em segundo lugar como a aplicação mais respondida (44%).

Por oposição, o uso menos comum da tecnologia, segundo os inquiridos, são o controlo interno e o fim de antifalsificação de transações, tendo obtido apenas, 31% e 28% das respostas, respetivamente.

Através do gráfico, pretende-se corroborar a diversidade de aplicações da *Blockchain* e a relevância dada pelas empresas no uso desta tecnologia. [15]

5. VANTAGENS E DESVANTAGENS

A criação da tecnologia *Blockchain* acarreta muitas vantagens para as inúmeras áreas do quotidiano, proporcionando maior segurança em ecossistemas *Trustless* (que não dependem de confiança em terceiros).

No entanto, a sua natureza descentralizada integra algumas desvantagens. Por exemplo, quando comparados a bancos de dados tradicionais, a *Blockchain* apresenta eficiência limitada e exige maior capacidade de armazenamento e processamento.

5.1. Vantagens da *Blockchain*

Uma das vantagens da *Blockchain* é o facto de poder apresentar uma grande precisão nas transações, uma vez que as mesmas devem ser verificadas nó a nó e, por isso, mitiga-se a probabilidade de existirem erros. Deste modo, se algum nó no banco de dados possuir um erro, irá ter repercussões diretas nos restantes nós, tornando assim fácil a identificação de falhas. Contrastando com um banco de dados tradicional que, aquando da existência de falhas nos registos, a probabilidade de esta passar despercebida e ter consequências nefastas é colossal.

Esta tecnologia pode dizer-se descentralizada uma vez que dispensa a existência de um intermediário, tal como já referido. Esta característica traduz-se numa vantagem por permitir que uma transação seja feita apenas através das duas partes intervenientes, evitando possíveis custos a pagar a um intermediário, entre outras inconveniências.

A descentralização característica desta tecnologia confere-lhe ainda uma segurança acrescida, tornando inverosímil a realização de atividades fraudulentas. Devido à sua morfologia e complexidade, para executar transações fraudulentárias e alterar a cadeia de blocos seria necessário *hackear* cada nó existente na cadeia de blocos.

É também considerada uma tecnologia eficiente pelo facto de operar todos os dias a todas as horas. A título de exemplo, ao realizar uma transferência, não é necessário aguardar pela confirmação da parte de um banco, ou de outra instituição financeira, o que facilita deveras o processo da transação tanto em Portugal, como internacionalmente.

5.2. Desvantagens da *Blockchain*

Partindo para as desvantagens que podemos encontrar nesta tecnologia, abordamos o limite de transações por segundo. Dado que esta tecnologia necessita de um enorme número de aprovações, há uma necessidade acrescida de processamento na rede, podendo esta tornar-se instável, criando problemas de velocidade.

Uma vez que, para a verificação das transações é necessário percorremos todos os nós, a utilização desta tecnologia requer também um consumo de energia muito superior, comparativamente ao consumo numa base de dados tradicional. Consequentemente, por exigir um forte consumo de energia, contribui para a criação de uma grande carga de carbono prejudicial ao meio ambiente.

Outra desvantagem é o risco de perda de ativos, dado que o acesso a estes é feito através de uma palavra-chave. Perdendo-a, perdemos também todos os ativos uma vez que a tecnologia é descentralizada e não temos possibilidade de recorrer a uma entidade reguladora (como acontece se usarmos um banco).

Igualmente pela sua natureza descentralizada, existe uma maior privacidade e confidencialidade, o que torna mais apelativo para a atividade ilegal. Isto é, apesar de ser de difícil acesso os dados de indivíduos, é igualmente inacessível os dos criminosos, por parte das autoridades. Por exemplo, a fuga ao fisco, ou as transações entre mafias são de difícil rastreio, potenciando a criminalidade.

6. ENQUADRAMENTO LEGAL

Há uma necessidade incontornável de regulamentar as aplicações que usam a *Blockchain*. “A Comissão Europeia reconhece a importância da segurança jurídica e de um regime regulatório claro em áreas relacionadas a aplicativos baseados em *blockchain*.” [16]

Relativamente aos criptoativos qualificados como instrumentos financeiros, foram anteriormente sujeitos à legislação dos mercados de valores mobiliários da UE. No entanto, esta legislação ocorreu anteriormente ao surgimento de novas criptomoedas, cujas regras regulamentadas já não são apropriadas e adaptadas à criação de novas criptomoedas. Assim, foi proposto um novo regulamento que apoiará a inovação, protegendo os consumidores e a integridade das trocas de criptomoedas. Porém, daqui a uns meses, o problema ressurgirá, uma vez que estas questões de legalização e regulamentação não acompanham a evolução tecnológica que ocorre diariamente. [16]

A necessidade incessante de criar e atualizar os regulamentos para fazer face à regulação de tecnologias inovadoras dificulta o processo em tempo real de tecnologias baseadas em *Blockchain*, fundamentalmente, pelo facto de ainda não ser conhecida na sua totalidade.

A descentralização inerente a esta tecnologia é outro dos entraves aos processos reguladores, uma vez que os nós que compõem uma transação, estão espalhados por inúmeras regiões mundiais, o que origina problemas relativos às leis que deverão ser aplicados em diferentes situações. [17][18]

A tecnologia *Blockchain* continuará a desenvolver-se rapidamente, independentemente da forma como os governos e as entidades reguladoras enquadram a regulação. Todos beneficiarão se os legisladores conseguirem encontrar o equilíbrio certo entre a inovação e a regulamentação. [18]

7. PERSPECTIVAS FUTURAS

No futuro será de total interesse pôr em prática todas as potencialidades da *Blockchain*, visando otimizar os demais domínios do quotidiano.

Será de total relevância, desenvolver fundamentalmente a simbiose entre esta tecnologia e a *Data Science*, solucionando as lacunas de privacidade e segurança, problematizadas na atualidade, com a quantidade massiva de dados armazenados e o seu valor associado.

8. CONCLUSÃO

Este artigo procurou expor conhecimentos sobre alguns domínios da tecnologia *Blockchain*, sendo os domínios analisados a história e evolução, metodologia, aplicabilidades, vantagens e desvantagens, enquadramento legal e perspectivas futuras. Em cada um destes foi feito um levantamento exaustivo de informação tendo sempre em conta a fiabilidade das fontes de informação.

No enquadramento da metodologia, realçamos que a *Blockchain* é constituída por uma cadeia de blocos ligados nó a nó, tornando assim possível formar esta tecnologia digital emergente que congrega criptografia, gestão de dados, *networking* e mecanismos de incentivo para apoiar a verificação, execução e registo de transações entre partes. Abordamos ainda algumas das suas propriedades, os tipos de *Blockchain* e as suas classificações.

Relativamente às aplicabilidades, a *Blockchain*, pode ser enquadrada em vários domínios do nosso quotidiano. Desenvolvemos informação no que concerne a áreas como as finanças, indústrias, educação, saúde, administração governamental, privacidade, segurança e gestão de dados. Embora algum conteúdo que tenhamos exposto nesta secção não seja ainda posto em prática, acreditamos que num futuro próximo, tais serão utilizadas.

Mesmo apresentando largas aplicabilidades e vantagens, esta tecnologia acaba por ser limitadora apresentando algumas desvantagens. A título de exemplo, a tecnologia tem uma velocidade condicionada, resulta em impactos ambientais, possui um forte risco de perda dos ativos e ainda a possibilidade de atividade criminal.

Em suma, a *Blockchain* potencia uma forma totalmente inovadora de recolher e gerir dados, devido à descentralização. Deste modo, integra-se com outras tecnologias avançadas, como as soluções em nuvem, inteligência artificial (*AI*) e a *IoT*. Perspetiva-se assim, que, num futuro próximo, a tecnologia estará intrínseca a imensos domínios do nosso quotidiano.

REFERÊNCIAS

- [1] Guo, H., & Yu, X. (2022). A Survey on Blockchain Technology and its security. *Blockchain: Research and Applications*, 100067. Acedido em 28 de abril de 2022, em <https://doi.org/10.1016/j.bcr.2022.100067>
- [2] Iredale, G. (2020). *History of Blockchain Technology: A Detailed Guide*. 101 Blockchains. Acedido em 28 de abril de 2022, em <https://101blockchains.com/history-of-blockchain-timeline/>
- [3] Xu, X., Weber, I., Staples, M. (2019). *Architecture for Blockchain Applications*, 1st Edition, Springer.
- [4] Warburg, B., Serres, T., & Wagner, B. (2019). *Basics of Blockchain: A guide for building literacy in the economics, technology, and business of blockchain*. Independently published.
- [5] IBM (2020). *What Is Blockchain Technology?* IBM. Acedido em 2 de maio de 2022, em <https://www.ibm.com/topics/what-is-blockchain>
- [6] SAP (2022) *What is blockchain technology?* SAP. Acedido em 2 de maio de 2022, em <https://www.sap.com/insights/what-is-blockchain.html>
- [7] Euromoney Learning (2020) *Blockchain Explained: What is blockchain?*. Euromoney Learning. Acedido em 2 de maio de 2022, em <https://www.euromoney.com/learning/blockchain-explained/what-is-blockchain>
- [8] A. Shugani, M. Namratha, S. Kumar (2021), Convergence of Data Science and Blockchain, *2021 19th OITS International Conference on Information Technology (OCIT)*. Acedido em 2 de maio de 2022, em <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9719444>
- [9] Thuraishingham, B. (2021). *Blockchain Technologies and Their Applications in Data Science and Cyber Security*. Acedido em 2 de maio de 2022, em <https://ieeexplore.ieee.org/document/9415693>
- [10] Casino, F., Dasaklis, T. K., & Patsakis, C. (2019). A systematic literature review of blockchain-based applications: Current status, classification and open issues. *Telematics and Informatics*, 36, pp. 55–81. Acedido em 2 de maio de 2022, em <https://doi.org/10.1016/j.tele.2018.11.006>
- [11] Rodeck, D. (2022). What Is Blockchain? Forbes Advisor. Acedido em 2 de maio de 2022, em <https://www.forbes.com/advisor/investing/cryptocurrency/what-is-blockchain/>
- [12] Amazon Managed Blockchain. (2022). *Amazon Web Services, Inc.* Acedido em 2 de maio de 2022, em <https://aws.amazon.com/pt/managed-blockchain/>
- [13] Blockchain Technology and Applications. (2022). *Microsoft Azure*. Acedido em 2 de maio de 2022, em <https://azure.microsoft.com/en-us/solutions/blockchain/>
- [14] *How Blockchain Is Used in Education*. (2021). Maryville Online. Acedido em 10 de maio de 2022, em <https://online.maryville.edu/blog/blockchain-in-education/>
- [15] Statista. (2022). *Use cases for blockchain technology in organizations worldwide 2021 [Dataset]*. Acedido em 2 de maio de 2022, em <https://www.statista.com/statistics/878732/worldwide-use-cases-blockchain-technology/>
- [16] Legal and regulatory framework for blockchain. (2022). *Shaping Europe's digital future*. Acedido em 6 de maio de 2022 em <https://digital-strategy.ec.europa.eu/pt/node/9710>
- [17] Fyrigou-Koulouri, M. (2018). *Blockchain Technology: An Interconnected Legal Framework for an Interconnected System*. Case Western Reserve University School of Law Scholarly Commons. Acedido em 6 de maio de 2022, em <https://scholarlycommons.law.case.edu/jolti/vol9/iss1/7/>
- [18] Neitz, M. B. (2021). *How to Regulate Blockchain's Real-Life Applications: Lessons from the California Blockchain Working Group*. GGU Law Digital Commons. Acedido em 6 de maio de 2022, em <https://digitalcommons.law.ggu.edu/pubs/939/>