

Universidade Católica Portuguesa – Escola de Lisboa

Faculdade de Direito

Mestrado em Direito Administrativo

2022/2023



UNIVERSIDADE
CATÓLICA
PORTUGUESA

Blockchain e Contratação Pública: na vertente dos Smart Contracts

Gonçalo Trovão do Rosário

Lisboa | 2023

Orientação: Professor Doutor Luís Sousa da Fábrica

Aos meus pais, pelo auxílio incondicional
A todos os que me apoiaram nos últimos meses
Ao Professor Luís Fábrica
Ao Professor Martinho Lucas Pires
O meu profundo agradecimento

Índice

1. Introdução.....	7
2. Conceitos de <i>Blockchain e Smart Contracts</i>	8
3. Relação dos conceitos de <i>Blockchain e Smart Contracts</i> com os princípios de contratação pública.....	14
4. Análise de Casos de Estudo.....	29
a. Caso de Estudo – Perú Compras.....	29
b. Caso de Estudo – Aragão.....	31
c. Caso de Estudo – <i>World Economic Forum</i> Colômbia.....	36
d. Apreciação dos resultados dos Casos de Estudo.....	40
5. Conclusão.....	44
Referências Bibliográficas.....	46

Resumo

As tecnologias *Blockchain* e *Smart Contracts* têm vindo a obter reconhecimento em contexto de implementação em conjunto com o Direito, onde sobressai as suas relações com o Direito Administrativo e mais especificamente com o ramo da contratação pública. As funcionalidades destas tecnologias trazem uma nova perspetiva à utilização dos meios no seio desta ramificação do Direito Público.

Com essas funcionalidades, a contratação pública consegue-se adaptar aos avanços tecnológicos, oferecendo um maior nível de transparência e segurança tanto para as entidades públicas como para os particulares que queiram participar dos procedimentos. Desta forma, e devido a essa transparência, as novas tecnologias poderão oferecer uma maior confiança ao público em geral, que resultará numa maior crença dos cidadãos na atuação das entidades públicas.

Assim, propomo-nos a analisar as particularidades das tecnologias *Blockchain* e *Smart Contracts* em contexto de contratação pública, analisando três casos de estudo e discutindo as vantagens e desvantagens no recurso a estas novas tecnologias.

Palavras-chave: **blockchain; contratação pública; contratação pública eletrónica; smart contracts; dados pessoais; critérios de adjudicação; Direito e Tecnologia; Colômbia; Aragão; Perú.**

Abstract

Blockchain and Smart Contracts technologies have been gaining recognition in the context of implementation alongside with Law, where their relationships with Administrative Law and more specifically with the field of public procurement.

The functionalities of these technologies bring a new perspective to the use of means within this field of Public Law. With these functionalities, public procurement can adapt to technological advances, offering a greater level of transparency and security both for public entities and for individuals who want to participate in the procedures. In this way, and due to this transparency, new technologies will be able to offer greater confidence to the general public, which will result in a greater belief of citizens in the performance of public entities.

Thus, we propose to analyze the particularities of Blockchain and Smart Contracts technologies in the context of public procurement, analyzing three case studies and discussing the advantages and disadvantages of using these new technologies.

Keywords: **blockchain; public procurement; e-procurement; smart contracts; personal data; award criteria; law and technology; Colombia; Aragon; Peru.**

Siglas e Abreviaturas

CCP – Código dos Contratos Públicos

CPA – Código do Procedimento Administrativo

CRP – Constituição da República Portuguesa

DLT – Distributed Ledger Technology

EU – European Union

IPA – Interface de programação de aplicações

NFT – Non-Fungible Token

PoC – Proof of Concept

PoW – Proof of Work

PoS – Proof of Stake

RGPD – Regulamento Geral de Proteção de Dados

SECOP – Sistema Electrónico de Contratación Pública

WEF – World Economic Forum

Nota prévia: Todas as traduções são da responsabilidade do Autor.

1. Introdução

Com o nascimento de novas tecnologias, o Direito acaba por se relacionar com as mesmas numa lógica de integrar as funcionalidades destas nos seus mais diversos ramos. O Direito depara-se com a evolução do mundo da Tecnologia, sendo que mais recentemente se tem encarado mais especificamente com a *Blockchain e Smart Contracts*. Como qualquer tecnologia, o Direito regula a sua forma de utilização e operação, acabando por ser inevitável o seu envolvimento com estas novas tecnologias emergentes do séc. XXI.

Com a emergência e sucesso de forma crescente das tecnologias *Blockchain e Smart Contracts*, surgem inevitavelmente interrogações sobre a possibilidade de aplicação à atividade administrativa, para que se evidencie um maior nível de transparência e segurança no contexto das relações entre a Administração Pública e os particulares.

A contratação pública consegue-se relacionar com estes fenómenos tecnológicos, sendo que se irá posteriormente apresentar a relação dos seus conceitos com os da *Blockchain* e dos *Smart Contracts*, com o intuito de demonstrar que os princípios da contratação pública, tanto a nível nacional como europeu, se relacionam com as características destas duas tecnologias.

A *Blockchain* e os *Smart Contracts* podem possuir diferentes características consoante o caso de aplicação em que estejam inseridos e os propósitos da sua implementação. Para isso, nesta dissertação irão ser expostos três casos de estudo, em três ordenamentos jurídicos diferentes, para se compreender a funcionalidade e o resultado da integração destas duas tecnologias nos universos jurídicos destes países.

Com estas exposições, pretende-se responder a duas questões: Será que existem dificuldades na implementação tanto da *Blockchain* como dos *Smart Contracts*? Será que é mesmo necessário utilizar as duas tecnologias conjuntamente na contratação pública?

2. Conceitos de *Blockchain* e *Smart Contracts*

Em termos gerais, a *blockchain* é uma tecnologia distribuída e descentralizada de registo eletrónico de dados¹. Por um lado, caracteriza-se por ser distribuída, na medida em que os utilizadores da mesma possuem uma cópia atualizada da informação nela armazenada. Por outro, é descentralizada, pois nenhuma entidade detém o controlo da *Blockchain*, ficando os utilizadores enquanto controladores da informação que é incluída nesta. Por outras palavras, esta tecnologia consubstancia uma base de dados digital partilhada por um conjunto de utilizadores, que tem como alicerce a Internet².

Por sua vez, a informação fica depositada em blocos, que estão ligados entre si, evidenciando assim o fator de imutabilidade da informação³. Dessa forma, os blocos são guardados por ordem cronológica e preservados através da criptografia⁴. Uma característica particular da *Blockchain* é o facto de que os dados introduzidos não podem ser alvo de alterações ou de eliminações, acabando por ser algo também com uma variante tanto positiva como negativa, tal como se irá expor adiante nesta exposição.

Assim sendo, percebe-se que a *Blockchain* compreende uma cadeia de blocos, em que cada bloco abrange um conjunto de informação (*data*), um identificador do bloco (*hash*) e um *hash* ligado ao bloco imediatamente anterior na cadeia. Porém, a única exceção é o facto de o bloco inicial não ter o *hash* associado ao bloco imediatamente anterior na cadeia, uma vez que não existe⁵.

A primeira versão de uma tecnologia parecida com o que é a *Blockchain* foi apresentada pelo criptógrafo David Chaum numa dissertação⁶. Aí, o autor sugeriu que determinadas organizações que não depositassem confiança numa e nas outras desenvolvessem um sistema computacional altamente seguro em que todos pudessem aí confiar⁷. Posteriormente, em 1991, as ideias apresentadas por Chaum foram desenvolvidas por Stuart Haber e W. Scott Stornetta, onde foi proposto um sistema no

¹ Cfr. FREIRE, João Pedro – “Blockchain e Smart Contracts - Implicações Jurídicas” – ed. Almedina, pág. 17

² Cfr. *Idem*, pág. 17

³ Sendo que a mesma leva a que se possa certificar uma grande quantidade de informação de diferentes áreas de prática, tais como direitos de propriedade a informação fiscal ou registos médicos.

⁴ Cfr. *Idem*, pág. 18

⁵ Cfr. *Idem*, pág. 18

⁶ Cfr. David Chaum, *Computer Systems Established, Maintained, and Trusted by Mutually Suspicious Groups*, Electronics Research Laboratory, College of Engineering, University of California Berkeley, 22 de fevereiro de 1979. Disponível em: <https://www2.eecs.berkeley.edu/Pubs/TechRpts/1979/ERL-m-79.10.pdf>

⁷ Cfr. ROCHA, Francisco Chilão – “Regime Jurídico dos Non-Fungible Tokens” – ed. Almedina, pág. 11

qual existiria a possibilidade de registar o momento de criação ou de modificação de um documento⁸.

Hoje, o que caracteriza a *Blockchain* é o facto de todas as versões desses tokens apresentarem a sua imutabilidade e persistência, encontrando-se replicadas pelos computadores que dão vida ao sistema, havendo uma cópia exata de todas as versões em cada um desses computadores⁹.

Assim sendo, cabe expor certas configurações que contribuem para o funcionamento da tecnologia *Blockchain*.

Desta forma, um dos aspetos que a constitui é o protocolo. Este consubstancia um leque de regras pelas quais a *Blockchain* funciona¹⁰. Tendo em conta que o protocolo se caracteriza por ser um conjunto de regras fixadas em linguagem de programação, então o protocolo pode permitir que os utilizadores auxiliem na governação da *Blockchain*. Por esse motivo, não é preciso existirem intermediários¹¹ e quem cria e conceptualiza o protocolo são os criadores da plataforma¹².

No que toca aos utilizadores, ou aos *nodes* na terminologia anglo-saxónica, os mesmos são uma parte importante da *Blockchain*. Cada utilizador tem uma cópia da *Blockchain* armazenada no respetivo dispositivo, havendo uma atualização recorrente da mesma através da integração dos blocos mais recentes. Aqui, os utilizadores têm a possibilidade de proceder à verificação da validade dos blocos, havendo agora uma possível ou aceitação ou rejeição, com o armazenamento, distribuição e preservação da informação no seguimento do mesmo¹³.

Relativamente às tipologias de utilizadores, os mesmos podem ser de diferentes características e propósitos. Ora, tem-se então os seguintes tipos de utilizadores: (1) os *full nodes*, (2) os *lightweight nodes*, (3) os *master nodes*, (4) os *miner nodes* e (5) os *super nodes*. Primeiramente, um *full node* consubstancia uma cópia do registo completo da *Blockchain* armazenado em qualquer dispositivo seu¹⁴, sendo que são estes utilizadores que suportam e salvaguardam a segurança da rede *Blockchain*. Além disso, estes têm a

⁸ Cfr. *Idem*, pág. 12

⁹ Cfr. *Idem*, pág. 15

¹⁰ Cfr. FREIRE, João Pedro – “Blockchain e Smart Contracts - Implicações Jurídicas” – ed. Almedina, pág. 21

¹¹ Fazendo-se aqui uma nota de que os intermediários podem existir com o intuito de, a título de exemplo, melhorar a própria experiência do utilizador.

¹² Existem diversos protocolos, sendo que se destacam os dois principais, que acabam por ser os mais emblemáticos e revolucionários: o protocolo *Bitcoin* e o protocolo *Ethereum*.

¹³ Cfr. *Idem*, pág. 25

¹⁴ Cfr. *Idem*, pág. 25

incumbência de averiguar a validade da informação e dos blocos e têm também a possibilidade de transferir os blocos pelos diversos utilizadores da rede.

Aos utilizadores de uma *Blockchain* é conferido um par de chaves: uma chave pública (*public key*) e uma chave privada (*private key*)¹⁵. Estas chaves proporcionam ao utilizador a forma de interagir com a *Blockchain*¹⁶.

Seguidamente, os blocos são outra característica importante da *Blockchain*, pois são estes que arquivam a informação constante da última¹⁷. A ligação de blocos através dos *hashes* dos blocos imediatamente prévios na cadeia confere a averiguação da integridade da respetiva informação integrada neles, na medida em que, caso o conteúdo do bloco sofra algum género de alteração, o *hash* deste acabará por ser atingido¹⁸.

Com esta exposição, cumpre mencionar a importância do *gas*¹⁹ no *Ethereum*. Este consubstancia a quantidade de poder computacional necessário para efetuar operações na plataforma *Ethereum*²⁰. Com isto, o poder computacional reveste-se na quantidade de energia necessária para que se realize o processamento de operações, que podem ser, a título de exemplo, a concretização dos *smart contracts*. Por outras palavras, para que possam efetuar as suas operações, os utilizadores precisam de pagar aos *miners* uma taxa de *gas* enquanto *ether* de forma que os últimos possam despende dos seus recursos nestas operações. No entanto, o utilizador tem a possibilidade de determinar o máximo de *gas* que está disposto a pagar para acrescentar a sua operação ao bloco, não se podendo esquecer que os *miners* podem fixar o limite de *gas*, na medida em que são os últimos que definem a quantidade total de *gas* que estão prontos a empregar para criar o bloco no seu todo²¹.

Ora, a *Blockchain* mais conhecida é a pertencente à rede do *Ethereum*, que utiliza a criptomoeda *Ether*. O *Ethereum* foi criado em 2013, e lançado em 2015, pelo

¹⁵ Para uma melhor compreensão, remete-se para o seguinte artigo: KONSTANTINOS CHRISTIDIS; MICHAEL DEVETSIKIOTIS. *Blockchains and Smart Contracts for the Internet of Things*, Department of Electrical and Computer Engineering, North Carolina State University, Raleigh, NC 27606, USA, 10 de maio de 2016.

¹⁶ Existe assim um sistema de criptografia aassimétrica, fornecendo aos utilizadores a possibilidade de encriptar mensagens e assegurar a autenticidade das mesmas.

¹⁷ Cfr. FREIRE, João Pedro – “Blockchain e Smart Contracts - Implicações Jurídicas” – ed. Almedina, pág. 28

¹⁸ Cfr. FREIRE, João Pedro – “Blockchain e Smart Contracts - Implicações Jurídicas” – ed. Almedina, pág. 29

¹⁹ Em complemento, veja-se What is Gas?. District0x Educational Portal, 2023. Disponível em: <https://education.district0x.io/general-topics/understanding-ethereum/what-is-gas/>. Acesso em: 26 de abril de 2023.

²⁰ Cfr. FREIRE, João Pedro – “Blockchain e Smart Contracts - Implicações Jurídicas” – ed. Almedina pág. 29

²¹ Cfr. *Idem*, pág. 30

programador Vitalik Buterin, evidenciando-se um aprofundamento do trabalho realizado por Satoshi Nakamoto, o criador da *Bitcoin*²². Comparativamente com esta última criptomoeda, a fundamental novidade deve-se à introdução de linguagem *Turing-complete*²³, levando a que fosse possível processar código complexo de forma mais eficiente. Contrariamente à *Bitcoin*, a *Blockchain* do *Ethereum* possui diversos usos para além da característica de criptomoeda enquanto alternativa monetária. Por sua vez, o *Ethereum* consubstancia uma rede que proporciona a utilização das *dapps* (*decentralized applications*), que são aplicações descentralizadas construídas em código-fonte aberto, sendo o mesmo descentralizado, de carácter gratuito e em serviços *peer-to-peer* ou numa *Blockchain*²⁴.

Com isto, no que respeita à rede *Ethereum*, que acaba por ser a rede com o maior número de *dapps*, apresentam-se dois componentes essenciais: um *smart contract* e uma interface de utilizador, sendo que o primeiro se enquadra na matéria desta investigação. Por sua vez, a rede *Ethereum* utiliza uma fonte confiável, *Oracle*²⁵, que acaba por ligar a tecnologia *Blockchain* ao mundo físico²⁶. Assim, a *Ether*, criptomoeda da rede *Ethereum*, caracteriza-se por ser a principal *altcoin*²⁷, graças à comunidade que gere e desenvolve a *Blockchain Ethereum*. Assim sendo, num vasto leque de inovações, a *Ethereum* integra *standards* que certas funcionalidades ou serviços têm de obedecer para que possa figurar e utilizar a rede²⁸.

Com isto, deparam-se agora os *tokens*, que são utilizados na *Blockchain* e nos *smart contracts*. Desta forma, os *smart contracts* integrados numa *Blockchain* tal como o *Ethereum* possibilitam a criação de novos tipos de moeda ou ativos que se denominam enquanto *tokens*, que permitem interagir entre si. Por essa ordem de ideias, consegue-se perceber que os *tokens* consubstanciam um leque de informação digital assente numa plataforma de registo distribuído, “associado a um utilizador e que representa de direitos

²² Cfr. ROCHA, Francisco Chilão – “Regime Jurídico dos Non-Fungible Tokens” – ed. Almedina, pág. 23

²³ A linguagem *Turing-complete* é um conjunto de regras para manipulação de dados, que pode ser utilizado para resolver qualquer problema de computação. Assim, significa que regras seguidas em sequência sobre dados arbitrários podem produzir o resultado de qualquer cálculo.

²⁴ Cfr. ROCHA, Francisco Chilão – “Regime Jurídico dos Non-Fungible Tokens” – ed. Almedina, pág. 24

²⁵ Oracles. Ethereum, 2023. Disponível em: <https://ethereum.org/en/developers/docs/oracles/>. Acesso em: 26 de abril de 2023.

²⁶ Cfr. ROCHA, Francisco Chilão – “Regime Jurídico dos Non-Fungible Tokens” – ed. Almedina, pág. 26

²⁷ *Altcoin* é a expressão utilizada para designar todas as criptomoedas para além da inicial e mais famosa, *Bitcoin*.

²⁸ Cfr. *Idem*, pág. 27

e bens, desde a propriedade de um ativo, a acesso a um serviço ou recibo de pagamento, entre outros”²⁹.

Dentro do leque de *tokens* existentes, evidenciam-se, nomeadamente, três: *Utility tokens*, *investment/security tokens* e *commodity/currency/payment tokens*. Por sua vez, a Autoridade Europeia dos Valores Mobiliários e dos Mercados proferiu a definição de criptoativo, com base na utilidade económica do *token*³⁰.

O *utility token* possui a função de consagrar o acesso exclusivo a um serviço ou bem prestado, conferindo ao respetivo detentor direitos especiais, tais como participação, voto ou associação³¹. Aliás, o conceito de *utility token* encontra-se na Proposta de Regulamento do Parlamento Europeu e do Conselho relativo aos mercados de criptoativos e que modifica a Diretiva (UE) 2019/1937³², tendo a sua definição como sendo “um tipo de criptoativo destinado a fornecer acesso digital a um bem ou serviço, disponível através da DLT, e aceite apenas pelo emitente dessa criptoficha”³³.

O *investment/security token* é aquele cujo valor resulta de um ativo pré-existente, nomeadamente ações ou produtos financeiros. Por isso, são sempre objeto de negociação com base no ativo subjacente e acarretam os mesmos direitos que são conferidos aos detentores dos títulos.

Em terceiro lugar, evidencia-se o *commodity/currency/payment token*, que consubstancia uma utilização enquanto moeda virtual ou como comodidade³⁴, não tendo outra funcionalidade senão enquanto forma de pagamento a uma certa altura.

Tal como se referiu previamente, é possível encontrar a maior parte do número de *dapps* na *Blockchain* do *Ethereum*. Assim sendo, no seio do ramo dos *tokens*, evidenciam-se os NFT’s, isto é, *Non-Fungible Token* (*Token* Não-Fungível). Para determinar o conceito deste aspeto, pode-se recorrer, em primeiro lugar, ao entendimento do artigo 207.º do Código Civil. Isto é, “são fungíveis as coisas que se determinam pelo seu género, qualidade e quantidade, quando constituam objeto de relações jurídicas”³⁵. Por outras

²⁹ Retirado de *Idem*, pág. 28

³⁰ Cfr. Advice to ESMA – Own Initiative Report on Initial Coin Offerings and Crypto-Assets. Securities and Markets Stakeholder Group, 2018. Disponível em: https://www.esma.europa.eu/sites/default/files/library/esma22-106-1338_smsg_advice_-_report_on_icos_and_crypto-assets.pdf. Acesso em: 26 de abril de 2023.

³¹ Cfr. ROCHA, Francisco Chilão – “Regime Jurídico dos Non-Fungible Tokens” – ed. Almedina, pág. 30

³² Que pode ser consultada no seguinte link: https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:f69f89bb-fe54-11ea-b44f-01aa75ed71a1.0006.02/DOC_1&format=PDF. Acesso em: 26 de abril de 2023.

³³ Retirado de ROCHA, Francisco Chilão – “Regime Jurídico dos Non-Fungible Tokens” – ed. Almedina, pág. 31

³⁴ Cfr. *Idem*, pág. 32

³⁵ Retirado do artigo 207.º do Código Civil.

palavras, pode-se afirmar que um bem fungível será algo que poderá ser alvo de troca por outra coisa com o mesmo valor³⁶. Com base no que foi agora referido, seguindo uma interpretação *a contrario*, um bem não fungível caracterizará por ser um bem que será único e insubstituível por algo, independentemente de esse algo ser um bem móvel, imóvel³⁷ ou existente num espectro virtual³⁸, dando-se aqui o exemplo do famoso quadro da Noite Estrelada de Vincent van Gogh.

Por esta ordem de razão, um *NFT* consubstanciará um *token* único e indivisível, tendo como característica essencial a sua não fungibilidade³⁹. Desta forma, este *token* possuirá uma utilidade: como prova da titularidades quer de ativos ou bens digitais como físicos. No que respeita às diferentes finalidades de utilização, estes *NFT's* tanto podem ser empregues em itens colecionáveis, no meio dos ativos digitais, como podem ser utilizados em ligações a obras de artes, registo de bens e mesmo a ações ou títulos representativos de entidades coletivas, já no ramo dos bens físicos. Aliás, até certo ponto se pode tratar de metadados⁴⁰.

³⁶ Cfr. ROCHA, Francisco Chilão – “Regime Jurídico dos Non-Fungible Tokens” – ed. Almedina, pág. 37

³⁷ Cfr. *Idem*, pág. 37

³⁸ Cfr. NFT – Legal Token Classification. EU Blockchain Observatory and Forum, 2022. Disponível em: <https://www.eublockchainforum.eu/sites/default/files/research-paper/NFT%20%E2%80%93%20Legal%20Token%20Classification.pdf>

³⁹ Cfr. ROCHA, Francisco Chilão – “Regime Jurídico dos Non-Fungible Tokens” – ed. Almedina, pág. 38

⁴⁰ Cfr. *Idem*, pág. 38

3. Relação dos conceitos de Blockchain e Smart Contracts com os princípios de contratação pública

Existem diversos princípios no ramo da contratação pública, tanto a nível nacional como europeu. Dentro desse leque, primeiramente, pode-se falar no princípio da publicidade. Este assume-se como meio fundamental de preservação de qualquer dos seguintes valores: o princípio da concorrência, o princípio da igualdade e o princípio da imparcialidade.

O princípio da publicidade consiste na imposição de que sejam dados a conhecer, a todos os potenciais interessados os elementos fundamentais dos procedimentos adjudicatórios, com a finalidade de conferir uma maior concorrência⁴¹. Desta forma, consubstancia um dos instrumentos imprescindíveis para a preservação dos de outros princípios fundamentais da contratação pública⁴². Assim, este princípio⁴³ caracteriza-se por ser uma obrigação no decorrer dos procedimentos pré e pós-contratuais, ou seja, fala-se aqui de uma obrigação de publicitação dos procedimentos e seus resultados⁴⁴. Essa obrigação evidencia-se no facto de que, em cinco dos sete tipos de procedimentos pré-contratuais⁴⁵ (os que se justificam por um maior cuidado), estes têm de se iniciar com a publicação de um ou mais anúncios⁴⁶.

A tecnologia *Blockchain* caracteriza-se pela possibilidade de domínio público da informação⁴⁷. Na *blockchain*, os intermediários deixam de ser necessários e a própria arquitetura tecnológica garante a confiança⁴⁸. Dessa forma, os conhecidos *smart contracts* na *blockchain* propiciam a “confiança sem confiança”⁴⁹ (em inglês, *trustless trust*). Além disso, é de se referir que o *smart contract* pode ser utilizado enquanto uma espécie de

⁴¹ Cfr. ALVES, Ermelinda Cristina Damas da Silva. 2021. “O princípio da transparência na contratação pública: o caso dos ajustes diretos”. Dissertação de Mestrado, Instituto Politécnico do Porto.

⁴² Cfr. SÁNCHEZ, Pedro Fernández – “Direito da Contratação Pública” – Vol. I, ed. AAFDL, pág. 89

⁴³ Aliás, uma manifestação da transparência é a exigência de publicidade e de comunicação aos candidatos ou concorrentes de informações que possam ter relevo no desenvolvimento do respetivo procedimento pré-contratual.

⁴⁴ Cfr. *Idem*, pág. 89

⁴⁵ Os quais se submetem a princípios gerais de direito, tais como é referido pelo acórdão do STA, Proc. N.º 0587/12, de 19 de março de 2013.

⁴⁶ Consoante no Diário da República e/ou no Jornal Oficial da União Europeia.

⁴⁷ Tal como foi exposto no capítulo anterior sobre os “Conceitos de Blockchain e Smart Contracts”.

⁴⁸ Cfr. OLIVEIRA, Ana Perestrelo de – “Smart Contracts, Risco e Codificação da Desvinculação ou Modificação Negocial” – ed. Almedina, pág. 38

⁴⁹ Isto é, de início, a confiança centrava-se numa autoridade central que assegurava a “*rule of law*”, ou mesmo se baseava na relação entre pares e sob valores partilhados. No entanto, a tecnologia *blockchain* traz uma diferente perspetiva: a confiança não se baseia num só ator dentro do sistema, mas sim no próprio sistema.

fiduciário⁵⁰, acabando por garantir a confiança entre as partes, mesmo que estas não se conheçam e que não haja lugar a intermediários, sendo que a pessoa e a própria situação financeira dos contraentes⁵¹.

Assim a tecnologia *Blockchain* assegura o respeito pelo princípio da publicidade, ou pelo menos há essa possibilidade, caso se esteja diante de uma *Blockchain* pública cujo registo possa ser acedido por qualquer indivíduo⁵². Com a aplicação desta tecnologia no ramo da contratação pública, integrando os *smart contracts*⁵³ na elaboração dos procedimentos pré-contratuais, quando seja anunciado um procedimento pré-contratual, o mesmo será integrado na *Blockchain* e, tendo em conta a imutabilidade da mesma, não poderá ser removido, cumprindo-se assim o princípio da publicidade (e não só).

Aliás, com a *Blockchain*, fala-se aqui também nas DLT (*distributed ledger technology*⁵⁴). O carácter de imutabilidade das DLT⁵⁵ leva a que, mesmo oferecendo uma melhor proteção dos dados contra uma possível adulteração e manipulação dos mesmos, se ponha em causa a facilidade de apagar, cancelar, corrigir ou atualizar certos aspetos quando haja legitimidade para tal, ou seja, dentro dos termos da lei⁵⁶.

A imutabilidade dos dados pode colocar problemas em procedimentos como no diálogo concorrencial (artigo 204.º e seguintes do CCP), na medida em que neste procedimento será necessário de certa forma proceder à alteração dos dados, em contexto da fase de diálogo, nos termos do artigo 213.º do CCP⁵⁷.

⁵⁰ Cfr. *Idem*, pág. 38

⁵¹ Porém, aponta-se também aqui uma desvantagem da implementação dos *smart contracts* no contexto da tecnologia *Blockchain*: em matérias de segurança. O código do contrato pode apresentar erros, a chave de acesso pode estar quebrada e o comportamento do utilizador pode colocar em causa a segurança da rede. Já em Março de 2015, a Fundação *Ethereum* divulgou um relatório de segurança da *Least Authority* sobre a *Ethereum Virtual Machine*, integrando recomendações de melhores práticas.

⁵² Cfr. FREIRE, João Pedro – “Blockchain e Smart Contracts - Implicações Jurídicas” – ed. Almedina, pág. 79

⁵³ Cfr. SZABO, Nick. “Smart Contracts” - “o conceito de *smart contract* é fornecida por Nick Szabo, que a apresentou pela primeira vez em 1994. O mesmo definiu os *smart contracts* como sendo “um protocolo de transações computadorizadas que executa os termos de um contrato.”. Por outras palavras, os *smart contracts* ou contratos inteligentes são acordos de vontade automatizados através de código, acabando por facilitar, fazer cumprir e controlar a execução do contrato. Os mesmos são criados e integrados na *Blockchain*.

⁵⁴ É uma estrutura de dados que se distribui geograficamente, havendo vários servidores que tratam simultaneamente da informação de base, sem que seja necessário existir um administrador principal, ou seja, torna-se descentralizado.

⁵⁵ Cfr. ZETZSCHE, Dirk A.; ANKER-SØRENSEN, Linn; PASSADOR, Maria Lucia; WEHRLI, Andreas. “BIS Working Papers

No 1015 DLT-Based Enhancement of Cross-Border Payment Efficiency – a Legal and Regulatory Perspective”. Bank for International Settlements, pág. 13-14

⁵⁶ Cfr. LEMIEUX, Victoria L. “Blockchain and Recordkeeping: Editorial”. School of Information, The University of British Columbia, pág. 4

Para combater essa dificuldade de se alterar certos dados na rede, tal como se poderá impor na própria contratação pública, certos autores⁵⁸ sugerem que se conceba um sistema de dados de apoio, separado da rede da *Blockchain*, para que se permita aos utilizadores a modificação certas informações de metadados. Logo, ter-se-ia dois sistemas, o que poderia aliás incrementar a prossecução e confirmação do respeito pelo princípio da publicidade e transparência, entre outros.

A par do princípio da publicidade, refere-se o princípio da transparência, o qual consubstancia a necessidade de todos os interessados poderem ter conhecimento dos procedimentos e decisões destes integrantes, pois é inclusivamente uma característica da contratação pública neste plano. Tal como é oferecido pela jurisprudência, “*o princípio da transparência no contexto da contratação pública, implica, além do mais, uma publicação das regras de cada procedimento, que devem ser claras e postas no documento normativo de uma forma adequada, para evitar surpresas aos operadores económicos e exige uma definição clara e precisa das regras das principais decisões procedimentais*”⁵⁹. Por isso, considera-se uma notável importância no que toca à divulgação das informações essenciais para o decurso do procedimento a todos os interessados em contratar⁶⁰. Ora, esse mesmo princípio evidencia-se, por exemplo, no facto de o critério de adjudicação e os fatores ou subfatores que o densificam estarem anunciados nas peças do procedimento. Por essa razão, não existe possibilidade de a entidade adjudicante proceder a uma apreciação de algum elemento, informação ou característica da proposta ou da candidatura, que não tenha correlação com o respetivo fator ou subfactor⁶¹. Ainda aqui, com exceção do procedimento pré-contratual de diálogo concorrencial, nenhum procedimento pode ter o seu início sem que seja aprovado um caderno de encargos, onde sejam integradas as cláusulas do contrato que a entidade adjudicante pretenda celebrar⁶², ou seja, não podendo ser desde logo anunciado o verdadeiro projeto ou minuta de contrato⁶³.

Por outras palavras, o instrumento fundamental para assegurar a transparência é a publicidade, princípio anteriormente retratado. Ora, essa publicidade evidencia-se na

⁵⁸ Cfr. STANČIĆ, Hrovje; BRALIĆ, Vladimir – “Digital Archives Relying on Blockchain: Overcoming the Limitations of Data Immutability”. MDPI. Acesso em: 26 de abril de 2023.

⁵⁹ Cfr. Acórdão do Supremo Tribunal Administrativo, Processo 0587/12, de 19 de março de 2013.

⁶⁰ Cfr. SÁNCHEZ, Pedro Fernández – “Direito da Contratação Pública” – Vol. I, ed. AAFDL, pág. 90

⁶¹ Para isso, *vide* artigo alínea b) do n.º 2 do artigo 115.º; alínea n) do n.º 1 do artigo 132.º; alíneas m) e q) do n.º 1 do artigo 164.º do Código dos Contratos Públicos.

⁶² Cfr. *Idem*, pág. 91

⁶³ *Vide* n.º 1 do artigo 42.º do CCP.

projeção desta ao nível do público em geral, promovendo-se assim a visibilidade dos negócios jurídicos, e dos participantes do procedimento, ou seja, os mesmos deverão ter acesso a todas as decisões empregues no procedimento (desde a adjudicação até aos ajustamentos ao contrato)⁶⁴. Como se consegue observar, é um método para combater a corrupção, sendo que o ramo da contratação pública oferece segurança e confiança ao público em geral.

Além disso, neste plano, evidencia-se uma obrigação de transparência, que leva a que todos os concorrentes sejam informados da tomada de decisões do momento da adjudicação, e posteriores à mesma⁶⁵. Por essa ordem de razões, a própria adjudicação é comunicada a todos os concorrentes, com o objetivo de garantir que estes últimos possam fazer valer as suas pretensões, no caso de o assim decidirem. Da mesma forma, os concorrentes preteridos são igualmente informados da apresentação dos documentos de habilitação pelo adjudicatário, havendo a possibilidade de assegurar que a entidade adjudicante procedeu à adjudicação da proposta apresentada por alguém que não dispusesse de habilitações para executar o contrato, nos termos do artigo 85.º do CCP.

O princípio da igualdade desempenha também um papel fundamental no âmbito da contratação pública, assumindo um valor estruturante desde o sistema constitucional. Ora, primeiramente, impõe-se que cada uma das normas procedimentais não seja discriminatória e não consubstancie um favorecimento ou desfavorecimento a determinados concorrentes no mercado⁶⁶. Aliás, na jurisprudência europeia, já se assistiu a várias manifestações do princípio da igualdade na contratação pública. Mais especificamente, com o Acórdão *Succhi di Frutta*⁶⁷, o Tribunal Europeu veio mencionar que “o princípio da igualdade de tratamento entre os proponentes, que tem por objetivo favorecer o desenvolvimento de uma concorrência sã e efetiva entre as empresas que participam num concurso público, impõe que todos os proponentes tenham as mesmas oportunidades na formulação dos termos das suas propostas e implica portanto que estas estejam sujeitas às mesmas condições para todos os concorrentes.”⁶⁸

⁶⁴ Cfr. GONÇALVES, Pedro Costa – “Direito dos Contratos Públicos” – 5ª edição - ed. Almedina, pág. 142

⁶⁵ Cfr. SÁNCHEZ, Pedro Fernández – “Direito da Contratação Pública” – Vol. I, ed. AAFDL, pág. 92

⁶⁶ Cfr. *Idem*, pág. 82

⁶⁷ Cfr. Acórdão do Tribunal de Justiça, Processo C-496/99, de 29 de abril de 2004.

⁶⁸ Retirado do próprio acórdão.

Ora, com isto, ainda se exige que a igualdade seja mantida entre todos os potencialmente interessados em contratar, não sendo possível apenas incluir aqui aqueles interessados que efetivamente decidiram participar no procedimento⁶⁹.

Num momento posterior ao fim do prazo de apresentação de propostas, no caso de a entidade adjudicante resolver remover uma dessas condições sobre as quais os interessados tivessem formulado a sua decisão de apresentar ou não a respetiva proposta⁷⁰, essa tomada de decisão levaria a uma frustração de expectativas daqueles que já não pudessem integrar o procedimento. Aqui, esta violação do princípio de igualdade seria já insuprível.

Para além disso, o princípio da igualdade na contratação pública também se evidencia na igualdade na informação a que cada interessado tem acesso. Fala-se aqui, por exemplo, que sejam fornecidas todos esclarecimentos necessários e retificações a todos os interessados que integrem a plataforma eletrónica empregada no próprio procedimento.

Seguidamente, o legislador também garante que se consubstancie a concretização do princípio da igualdade no processo negocial, caso tal aspeto seja previamente estabelecido. Assim sendo, deve ser conferido a qualquer participante a oportunidade de sugerir, tanto positiva como negativamente, novas configurações e de aceder às atas das sessões no momento de realização da audiência prévia. Com isto, um concorrente estará numa posição protegida contra a possibilidade de ver as suas soluções sendo aproveitadas pelos seus competidores⁷¹.

Por fim, já relativamente a uma fase mais avançada no procedimento, o legislador vem proibir que haja qualquer ajustamento à minuta do contrato, quando se manifeste que a modificação aceite teria causado uma alteração da ordenação das propostas, caso tivesse sido executada num momento anterior à prática do ato de adjudicação. Por esse motivo, também se proíbe qualquer acerto que tenha por finalidade dispensar o cumprimento de uma condição imperativa do caderno de encargos⁷².

Para se assegurar esse aspeto da proibição de ajustamentos à minuta do contrato, na situação apresentada, a tecnologia tema desta investigação confere a configuração da

⁶⁹ Cfr. SÁNCHEZ, Pedro Fernández – “Direito da Contratação Pública” – Vol. I, ed. AAFDL, pág. 83

⁷⁰ Cfr. *Idem*, pág. 83

⁷¹ Cfr. *Idem*, pág. 84

⁷² Vide n.º 1 e 2 do artigo 99.º do CCP.

imutabilidade, isto é, não permitindo a sua posterior alteração⁷³. Por outras palavras, mesmo que a entidade adjudicante quisesse alterar a minuta do contrato, acabando-se por considerar que a mesma iria originar uma adulteração da ordenação das propostas, essa atuação não seria possível estando empregue a tecnologia. Deste modo, uma vez que a *Blockchain* se caracteriza por não permitir aos utilizadores alterar nem ajustar diversos aspetos relativamente ao procedimento, não haveria sequer essa possibilidade para a entidade adjudicante, havendo essa segurança para os concorrentes e cumprindo-se o n.º 1 e 2 do artigo 99.º do Código dos Contratos Públicos.

Além disso, como verdadeiro centro aglutinador do Direito da Contratação Pública, o princípio da concorrência consubstancia uma elevada importância no quadro dos ordenamentos constitucional e europeu⁷⁴. Este princípio pode ver-se mobilizado para justificar certas decisões da entidade adjudicante (em defesa da concorrência), quando o legislador integre a ideia de concorrência ou de transgressão da concorrência enquanto critério de decisão da entidade adjudicante⁷⁵. De outro modo, trata-se aqui também de uma mobilização direta do princípio da concorrência, ou seja, quando se aceite que a Administração Pública adjudicante averigue se sucedem situações ou práticas suscetíveis de promover o falseamento da concorrência, com a consequência de determinar a exclusão de concorrentes.

A garantia da concorrência expressa-se na intangibilidade das propostas. Isto é, enquanto não tiver finalizado o prazo para a apresentação das mesmas, não se evidencia nenhum impedimento a que uma proposta seja retirada⁷⁶. No entanto, a questão é diferente se se tratar de se encontrar num momento posterior à conclusão do prazo. Com isto, quando o prazo se der por terminado, as propostas não poderão ser mais alvo de alterações. Deste modo, assim que estejam abertas e conhecidas por todos, não é possível que o autor de uma delas tenha a possibilidade de modificar o respetivo conteúdo num momento no qual já tem conhecimento das condições sugeridas pelos restantes concorrentes e que possa integrar novos aditamentos que julgue terem um carácter pertinente para assegurar a adjudicação⁷⁷.

⁷³ Cfr. FREIRE, João Pedro – “Blockchain e Smart Contracts - Implicações Jurídicas” – ed. Almedina, pág. 92

⁷⁴ Cfr. SÁNCHEZ, Pedro Fernández – “Direito da Contratação Pública” – Vol. I, ed. AAFDL, pág. 67

⁷⁵ Cfr. GONÇALVES, Pedro Costa – “Direito dos Contratos Públicos” – 5ª edição - ed. Almedina, pág. 137

⁷⁶ Ou mesmo, se o proponente pretender substituí-la, ao abrigo do artigo 137.º do CCP.

⁷⁷ Cfr. SÁNCHEZ, Pedro Fernández – “Direito da Contratação Pública” – Vol. I, ed. AAFDL, pág. 72

A tecnologia *Blockchain* relaciona-se com os aspetos mencionados, na medida em que, tendo em conta a característica de imutabilidade da tecnologia, não seria possível a eliminação ou alteração dos dados, havendo assim um rastreamento dos mesmos, não existindo a possibilidade sequer de um concorrente poder alterar a sua proposta, num momento posterior ao término do prazo, estando a mesma inserida na rede. Isto significa que, a *Blockchain* pode aumentar a segurança desses dados, confirmando-se a veracidade dos mesmos, de forma imutável, segura e transparente⁷⁸. Aliás, é aqui que se nota um dos aspetos mais relevantes da aplicação da tecnologia *Blockchain* e dos *smart contracts*, uma vez que o objetivo da primeira é garantir a imutabilidade dos dados⁷⁹, o que, dessa forma, determina a impossibilidade da sua eliminação⁸⁰. Este caso corresponde a uma garantia de segurança que está no ADN da tecnologia, o que lhe permitiu, desde a sua génese, ter como caso de uso a criação de criptomoedas. Deste modo, a utilização tanto da *Blockchain* como dos *Smart Contracts* pode ser considerada como uma base de dados que propõe utilizar um registo distribuído e democrático das transações realizadas⁸¹. Portanto, todas as características são essenciais para prevenir a modificação dos dados gravados, assegurando a integridade dos mesmos, em detrimento da confiabilidade ao longo do tempo⁸².

Outro princípio presente tanto no ordenamento jurídico português (no artigo 1.º-A do CCP) como no Direito da União Europeia (no Considerando 74 e no n.º 2 do artigo 76.º, ambos da Diretiva 2014/24/EU do Parlamento Europeu e do Conselho de 26 de fevereiro de 2014⁸³). A causa da sustentabilidade tem sido uma preocupação contínua na União Europeia e encontra-se consagrada no artigo 11.º do Tratado sobre o Funcionamento da União Europeia. Ora, este aspeto consubstancia uma ferramenta central com a finalidade de executar o conceito de sustentabilidade e difundir a transição para o desenvolvimento sustentável⁸⁴. Isto é, o princípio da sustentabilidade tem a ver com ações de defesa da natureza, com o ambiente, com a adoção medidas para a

⁷⁸ Cfr. FREIRE, João Pedro – “Blockchain e Smart Contracts - Implicações Jurídicas” – ed. Almedina, pág. 58

⁷⁹ Que ao mesmo tempo é das suas maiores fraquezas, na medida em que diminui a sua capacidade de adaptação ao sistema jurídico.

⁸⁰ Cfr. MADEIRA, Paulo – “Blockchain: um contributo para uma nova contratação pública eletrónica”. Revista de Direito Administrativo Ano IV N.º 11

⁸¹ Cfr. *Idem*.

⁸² Cfr. *Idem*.

⁸³ Consultado no dia 15 de janeiro de 2023

⁸⁴ Cfr. RAIMUNDO, Miguel Assis – “Concorrência e Sustentabilidade: dois desafios para a contratação pública | Actas das II Jornadas de Direito dos Contratos Públicos (30 de setembro a 2 de outubro de 2020, FDUL)”, - ed. AAFDL, pág. 84

preservação dos recursos naturais e do equilíbrio ecológico, estando presente igualmente no n.º 2 do artigo 18.º da DC 2014/24/EU⁸⁵. Sem prejuízo do foco ser uma contratação pública sustentável, essas mesmas diretivas não deixaram de procurar compatibilizar esse desígnio com os imperativos de igualdade e de concorrência que continuam a comandar as compras públicas⁸⁶.

Deste modo, trata-se aqui de uma questão de contratação pública ecológica, sobre a qual a União Europeia tem vindo a desenvolver o seu conceito, sendo este último o que “as autoridades públicas procuram adquirir bens, serviços e obras com um impacto ambiental reduzido ao longo do seu ciclo de vida em comparação com bens, serviços e obras com a mesma função principal que de outra forma seriam adquiridos”⁸⁷. Por outras palavras, a sustentabilidade consubstancia um dever de ponderação dos diferentes interesses no contexto da decisão pública, tendo-se presente que a defesa dos valores ambientais poderá ter lugar contra o desenvolvimento económico⁸⁸.

Assim, consegue-se perceber que o conteúdo do princípio jurídico da sustentabilidade deve ser retirado do conceito de desenvolvimento sustentável. Isto é, o princípio da sustentabilidade deve ser interpretado enquanto uma prescrição de que a satisfação das atuais necessidades decorra sem que haja o comprometimento da capacidade das gerações futuras de satisfazerem as respetivas necessidades, integrando-se aqui uma vertente tanto ambiental, como social e económica.

Com isto, adiciona-se cinco possíveis momentos importantes para incluir considerações de índole ambiental na contratação pública, sendo a definição do objeto do contrato, os documentos do procedimento, caderno de encargos e as especificações técnicas, a seleção/admissão de concorrentes, os critérios de adjudicação e as condições de execução do contrato⁸⁹. Aliás, consegue-se perceber que o legislador procurou estabelecer a expressa previsão da possibilidade de inclusão de fatores ambientais na avaliação das propostas e a consideração do custo imputado a externalidades ambientais

⁸⁵ Cfr. SILVA, Jorge Andrade da – “Código dos Contratos Públicos Anotado e comentado” – 9ª Edição Revista e Atualizada, Ed. Almedina, pág. 52

⁸⁶ Cfr. GOMES, Carla Amado; PEDRO, Ricardo; SERRÃO, Tiago; CALDEIRA, Marco – “Comentários à revisão do Código dos Contratos Públicos”, 3ª edição – ed. AAFDL, pág. 881

⁸⁷ Cfr. “Green and Sustainable Public Procurement”. Comissão Europeia.

⁸⁸ Cfr. RAIMUNDO, Miguel Assis. “A contratação sustentável como prioridade no anteprojeto: do princípio aos mecanismos de implementação”.

⁸⁹ Cfr. GOMES, Carla Amado; PEDRO, Ricardo; SERRÃO, Tiago; CALDEIRA, Marco – “Comentários à revisão do Código dos Contratos Públicos”, 3ª edição – ed. AAFDL, pág. 850

no seio do custo das obras, bens ou serviços a adquirir, não se esquecendo da adoção de uma visão sobre o respetivo ciclo de vida⁹⁰.

No que toca à tecnologia *Blockchain* e aos *smart contracts*, os mesmos necessitam de um mecanismo de funcionamento, o que suscita aqui uma obtenção de consenso, tendo por base a operacionalidade da própria *Blockchain*⁹¹. Ora, a importância de um consenso distribuído na *Blockchain* é essencial, na medida em que é este que permite a uniformidade da mesma⁹². Assim, o consenso tem de seguir as regras estabelecidas pelo protocolo⁹³, sendo que existem dois que são os mais utilizados e sobre os quais irão ser alvo de análise: o *Proof of Work* e o *Proof of Stake*.

No mecanismo *Proof of Work*, a informação é agregada e registada na *Blockchain* através do *mining* de blocos⁹⁴. Para isso, é necessária uma grande rede de computadores ligados à própria *Blockchain*, para garantir que a mesma funciona de forma segura e eficiente. Para isso, é necessário realizar um elevado consumo de energia, o que acaba por ser intencional⁹⁵, porque será a forma de gerar mais poder computacional na rede para que se possa proteger a mesma de possíveis ataques.

Além disso, no que toca ao próprio *mining*, o mesmo é realizado pelos *miners*, que são os utilizadores da *Blockchain* a quem compete a execução deste processo⁹⁶. No caso de os utilizadores pretenderem integrar alguma informação na *Blockchain*, os mesmos remetem-na aos *miners*. Seguidamente, estes recebem-na e procedem à sua verificação. Se for respeitar as regras do protocolo, os *miners* incluem-na na *memory pool*⁹⁷. Para dar início ao *mining* de um bloco, os *miners* começam por sequenciar a informação, tendo em conta que num momento anterior irão acrescentar uma transação base que gerará uma certa unidade de criptomoedas com a finalidade de recompensar o *miner* pelo trabalho prestado⁹⁸. Com isto, observando-se o *proof of work* como algoritmo de consenso, retira-

⁹⁰ Cfr. *Idem*, pág. 882

⁹¹ Cfr. FREIRE, João Pedro – “Blockchain e Smart Contracts - Implicações Jurídicas” – ed. Almedina, pág. 31

⁹² Assim sendo, se não existir consenso, qualquer utilizador poderá ficar com uma cópia diferente da *Blockchain*, o que torna obsoleta esta tecnologia, na medida em que já não existe descentralização e distribuição do registo de dados.

⁹³ Cfr. *Idem*, pág. 32

⁹⁴ Aliás, a própria criptomoeda *Bitcoin* utilizada o *Proof of Work*, à data de escrita, sendo que o mesmo protege a rede contra possíveis ataques, na medida em que, para os realizar seria preciso um elevado poder computacional e tempo para fazer os cálculos envolvidos no trabalho de *mining*.

⁹⁵ Cfr. *Idem*, pág. 33

⁹⁶ Cfr. *Idem*, pág. 33

⁹⁷ Que pode ser descrita como sendo um espaço de gestão temporária de memória, na qual a informação se mantém armazenada até ao momento da sua inserção no próximo bloco, por parte dos *miners*.

⁹⁸ Para um maior aprofundamento, veja-se *Idem*.

se que mais poder computacional, ou *hashing power*⁹⁹, na *Blockchain* significa uma maior segurança contra ataques informáticos.

Por outro lado, o outro mecanismo de consenso mais conhecido é o *Proof of Stake*. Neste, o bloco não é *mined*, mas sim forjado (*forged*)¹⁰⁰. Para isso, neste mecanismo, a recompensa para quem cria blocos resulta de taxas de transação, ao contrário da criação de criptomoeda. Já neste algoritmo o mecanismo é diferente: em redes de criptomoeda com o mecanismo *Proof of Stake* inicia-se com a venda de criptomoeda que foi *mined* num momento anterior, ou por outro lado, modifica-se o algoritmo em utilização para o *Proof of Stake*¹⁰¹. Seguidamente, este algoritmo elege um utilizador¹⁰², baseando-se numa lógica pseudoaleatória, para validar o próximo bloco. Assim, os utilizadores que queiram integrar o processo terão que bloquear uma determinada quantidade de criptomoeda na *Blockchain*, e utilizando isso enquanto prova de participação ou intenção (estando aí inculcida a ideia de *proof of stake*). Deste modo, o utilizador terá de uma maior probabilidade de ser escolhido para forjar um bloco, caso maior seja a sua *stake*.

Depois, no momento em que um utilizador é selecionado para forjar um bloco, ele tem que garantir que a informação está em conformidade com a rede, assegurando da sua validade, e caso seja válida, procede à assinatura do bloco e remete-o para a *Blockchain*¹⁰³. Nessa altura, arrecadará taxas de transação referentes às transações contínuas do bloco¹⁰⁴.

Contrapondo os dois mecanismos, este último mostra-se vantajoso na sua utilização, pois na tomada de controlo sobre a rede, o processo de seleção do próximo utilizador a forjar um bloco se caracteriza por ser pseudoaleatório. Além disso, sendo que uma das críticas à utilização do *Proof of Work* é o facto de consumir um elevado nível de energia¹⁰⁵, o *Proof of Stake* mostra-se inclinado para a eficiência energética, na medida

⁹⁹ *Hashing* é o processo através do qual se obtém a conceção de um *output* (hash) de tamanho certo através de um *input* (por exemplo, um ficheiro) de tamanho variável. Curiosamente, as fórmulas matemáticas e os algoritmos de *hashing*, mais conhecidas por *cryptographic hash functions*, usadas para gerar *hashes* caracterizam-se por serem deterministas, isto é, caso um indivíduo introduza um certo *input* alcançará sempre o mesmo *output*. Aliás, essas fórmulas matemáticas são criadas para não ser difícil averiguar o *output* através do *input*, mas por outro lado, já é exigente descobrir o *input* no seguimento do *output*.

¹⁰⁰ Cfr. *Idem*, pág. 44

¹⁰¹ Cfr. *Idem*, pág. 44

¹⁰² Forger/validator

¹⁰³ Cfr. *Idem*, pág. 45

¹⁰⁴ Aliás, a *stake* pode ser vista como um verdadeiro incentivo ao utilizador para não gerar blocos ou permitir transações inválidas, na medida em que, se o fizer, terá prejuízo com essa atuação e o seu “direito de forjar” no futuro estará comprometido.

¹⁰⁵ Cfr. Cambridge Bitcoin Electricity Consumption Index

em que com este mecanismo, não se desperdiça toda a energia em *mining* de blocos, tendo em conta que só um *miner* (por regra) encontrará o *hash* do próximo bloco¹⁰⁶.

Tendo por base o que foi mencionado, consegue-se agora relacionar o princípio da sustentabilidade tanto a nível interno como europeu com os mecanismos próprios da tecnologia que é tema desta investigação. Isto é: como é que se podem relacionar os algoritmos de consenso (os apresentados: *Proof of Work* e *Proof of Stake*), tendo em conta as suas características e a sua forma de funcionamento, com um princípio a nível interno e europeu, o qual se pode sobrepor ao desenvolvimento económico, em nome da defesa dos valores ambientais?

Tendo em conta o anteriormente apresentado, relacionando com o princípio da sustentabilidade inerente ao ramo da contratação pública, a utilização do mecanismo de consenso *Proof of Work* deverá ser considerada, baseando-se numa aplicação das energias mais sustentáveis¹⁰⁷, para sustentar o grande consumo de energia, tendo em conta o grande poder computacional necessário para manter a segurança da rede¹⁰⁸. Porém, esta opção pelas energias “verdes” terá de ser uma medida utilizada pelos próprios *miners*, e inicialmente incentivada pelo legislador. Por outras palavras, para que se possa diminuir o impacto ambiental e para que se possa promova uma contratação pública mais sustentável, é necessário que o legislador tome o primeiro passo no caminho para abrir as portas à utilização de sistemas de obtenção de energia “verdes”, criando, por exemplo, legislação para diminuir os encargos da utilização dessas mesmas tecnologias no contexto da contratação pública.

Porém, pode-se mencionar alguns aspetos que a tecnologia *Blockchain* pode trazer para contribuir para a concretização do princípio da sustentabilidade no âmbito do ramo da contratação pública, mais especificamente na vertente do desenvolvimento sustentável. Ora, primeiramente, recorre-se aqui ao ponto 16 do leque dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável¹⁰⁹ das Nações Unidas, onde é referido que se deve “*promover sociedades pacíficas e inclusivas para o desenvolvimento sustentável, proporcionar o acesso à justiça para todos e construir instituições eficazes, responsáveis*

¹⁰⁶ Cfr. FREIRE, João Pedro – “Blockchain e Smart Contracts - Implicações Jurídicas” – ed. Almedina, pág. 45

¹⁰⁷ Fala-se aqui de obter energia através da energia solar, eólica e mesmo a hidroelétrica.

¹⁰⁸ Cfr. BADA, Abigael; DAMIANOU, Amalia; ANGELOPOULOS, Constantinos Marios; KATOS, Vasilios. “Towards a Green Blockchain: A Review of Consensus Mechanisms and their Energy Consumption”. ResearchGate.

¹⁰⁹ Sendo que as entidades públicas se encontram de uma certa forma vinculadas a estes mesmos objetivos de desenvolvimento sustentável.

e inclusivas a todos os níveis”¹¹⁰, onde se nota que é importante a “*redução substancial da corrupção e do suborno em todas as suas formas*”.

Para que se evidencie um crescimento verde e para que seja cumprido um desenvolvimento sustentável, a contratação pública e as compras públicas possuem um papel essencial no que respeita ao estímulo de alterações comportamentais dos cidadãos e das empresas. Isso nota-se tanto no volume de negócios associados, como também pela promoção da sustentabilidade e da participação na elaboração de um novo juízo de desenvolvimento¹¹¹. Por essa medida, acredita-se que o ramo da contratação pública se deve focar nos pressupostos de eficácia e eficiência, integrando igualmente critérios ambientais nos contratos públicos.

Tendo por base que a contratação pública consubstancia uma grande despesa no erário público¹¹², é também uma fonte de vestígios de corrupção¹¹³. A complexidade, a relativa opacidade e subjetividade abrangidas contribuem para um considerável desperdício de fundos. Assim, mesmo que se considere que a tecnologia por si só não é uma solução totalmente eficaz, mesmo assim poderá ser ponderada enquanto ferramenta no momento em que for associada a modelos de supervisão, tal como foi implementado pela *Transparency Internacional*¹¹⁴ ou no *The Partnership for Transparency Fund*.

Também o próprio objetivo n.º 12 do leque de Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, das Nações Unidas, que se caracteriza por defender a “*garantia de padrões de consumo e de produção sustentáveis*”¹¹⁵. Com isto, procura-se alcançar a gestão ambientalmente correta dos produtos químicos e de todos os resíduos, ao longo de todo o seu ciclo de vida. Para isso, e em conjugação com o princípio da sustentabilidade, como anteriormente explicado, a tecnologia *Blockchain* poderia desbloquear novas fontes de financiar e mobilizar promessas existentes da indústria e das entidades públicas com o

¹¹⁰ Retirado do próprio Objetivo 16.

¹¹¹ Cfr. “Contratação Pública – Crescimento Verde”. Crescimentoverde.org, 2023. Aliás, destacam-se várias orientações comunitárias, tanto a nível nacional como europeu. Em Portugal, concretizou-se a Estratégia Nacional para as Compras Públicas Ecológicas 2015-2018. Já no plano europeu, tem-se o Livro Verde, de janeiro de 2011, respeitante à modernização da política de contratos públicos da União Europeia.

¹¹² As entidades públicas encontram-se entre os grandes consumidores ao nível europeu, despendendo-se em aquisições, na União Europeia, mais de 19% do PIB.

¹¹³ Para complementar a visão do combate à corrupção nos procedimentos pré-contratuais de contratação pública, vide: SILVA, João Filipe Santiago da. 2016. “O combate à corrupção nos procedimentos de contratação pública: uma visão sobre a estratégia adotada na união europeia”. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Direito, Universidade Católica Portuguesa.

¹¹⁴ Em complemento, veja-se “Promise and peril: blockchain, bitcoin and the fight against corruption”. Transparency International, 2018.

¹¹⁵ Por outras palavras, procura-se a “redução do desperdício global de alimentos na produção e consumidor. Alcançar a gestão ambientalmente saudável de produtos químicos ao longo do seu ciclo de vida. Reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reutilização”.

fim de reduzir as emissões de carbono por meio da criação de novas plataformas de financiamento.

Igualmente, esta tecnologia pode fornecer visibilidade para existir conformidade com as metas de desenvolvimento sustentável, conferindo a possibilidade de as entidades públicas e os interessados procederem ao rastreamento dos dados e informações no que respeita aos projetos de infraestrutura. Assim, com a implementação desta tecnologia nestas circunstâncias, poderia existir uma padronização dos dados e uma avaliação do desempenho dos ativos, vinculando-se a análises profundas realizadas pela inteligência artificial¹¹⁶.

Em terceiro lugar, a integração da *Blockchain* na contratação pública com a finalidade de prossecução de interesses derivados do princípio da sustentabilidade, leva ao aumento da consciencialização e ao crescente acesso¹¹⁷, tendo em conta que atua enquanto uma infraestrutura de habilitação de transações de novos modelos de mercado. Este aspeto contribui para uma construção da sustentabilidade a longo prazo, forçando a adequação da conduta das indústrias e das entidades públicas ao comportamento do mercado e dos seus consumidores.

Logo, com o intuito de implementar uma solução com a tecnologia *Blockchain*, será necessária uma adequação da tecnologia de consenso, acreditando-se aqui que uma solução relacionada com o *Proof-of-Stake* será mais benéfica tanto para as entidades adjudicantes como para a prossecução dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, como já anteriormente expostos. Por outras palavras, com a integração do sistema de consenso *PoS*, ter-se-á uma valorização dos critérios ambientais na própria contratação pública. Deste modo, e também relacionando com o princípio da transparência, numa situação de incorporação de *Blockchain*, os sistemas de comércio de certificados de emissão podem possuir uma vertente mais eficiente, conferindo transparência e confiabilidade dos dados, e ajudando a uma melhor rastreabilidade da circulação dos certificados e uma verdadeira automatização das transações. Aliás, uma plataforma com *Blockchain* pode até vincular registos respeitantes ao Acordo de Paris¹¹⁸.

No que respeita a matérias de tratamento de dados pessoais, ou seja, relativas ao Regulamento Geral de Proteção de Dados (doravante “RGPD”), o legislador europeu, na

¹¹⁶ Cfr. “Blockchain Technologies as a Digital Enabler for Sustainable Infrastructure”. OECD.

¹¹⁷ Cfr. *Idem*.

¹¹⁸ A título de exemplo, no que respeita aos artigos 2.º e 6.º do Acordo de Paris.

Diretiva 2014/24/EU, faz referência ao tratamento de dados pessoais no ponto (77)¹¹⁹, evidenciando aqui princípios fundamentais, tais como o da minimização dos dados e conservação dos dados¹²⁰. Cumpre então referir agora a sua relação com as características e as funcionalidades das tecnologias *Blockchain* e *Smart contracts*.

O RGPD baseia-se na ideia de que, em relação a cada ponto de dados pessoais, existe pelo menos uma pessoa singular ou coletiva, isto é, o responsável pelo tratamento dos dados, a quem os titulares dos dados se podem dirigir para fazer valer os seus direitos nos termos da legislação de proteção de dados da União Europeia. Contudo, tendo em conta as funcionalidades da tecnologia *Blockchain*, a mesma procura descentralizar a informação, substituindo assim um “único ator por vários participantes”¹²¹. Esse fator compromete a imputação de responsabilidade, particularmente à luz dos contornos incertos do conceito de controlo conjunto previsto na regulamentação.

Ademais, no RGPD, o legislador estabeleceu que os dados podem ser objeto de modificação ou de destruição quando necessário, em cumprimento dos artigos 16.º e 17.º do RGPD. Ora, na *Blockchain* impedem (dependendo do tipo de *Blockchain*) tais modificações de dados com a finalidade de garantir a integridade dos dados e de aumentar a confiança na rede¹²².

Outro exemplo da relação que predomina entre a tecnologia *Blockchain* e o RGPD evidencia-se no patamar do princípio de minimização de dados e limitação de finalidade. O RGPD impõe que os dados pessoais que são processados sejam reduzidos ao mínimo e processados somente para a finalidade a que foram especificados com antecedência. Com a aplicação da tecnologia *Blockchains*, esses princípios podem ser de difícil adoção. As *DLT* consubstanciam bancos de dados que crescem de forma contínua à medida que novos dados são adicionados. Esses mesmos dados são então replicados em vários computadores, e por esse motivo, se defende que estes princípios são de difícil aplicação.

¹¹⁹ “Ao elaborarem as especificações técnicas, as autoridades adjudicantes deverão ter em conta os requisitos decorrentes do direito da União no domínio da legislação em matéria de proteção de dados, nomeadamente no que respeita à conceção do tratamento de dados pessoais (proteção de dados na conceção).”

¹²⁰ Cfr. “Quais são os principais aspetos do Regulamento Geral sobre a Proteção de Dados (RGPD) de que as administrações públicas devem estar cientes?”. Comissão Europeia.

¹²¹

[https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2019/634445/EPRS_STU\(2019\)634445_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2019/634445/EPRS_STU(2019)634445_EN.pdf)
pág. 6

¹²² Debate-se hoje também se os dados normalmente armazenados numa DLT, tais como a chave pública (public key) e os dados transacionados, serão considerados enquanto dados pessoais ao abrigo do RGPD. Por outras palavras, questiona-se se os dados pessoais objeto de criptografias ou com hash ainda se qualifiquem como dados pessoais.

Igualmente não está clarificado o objetivo do processamento dos dados pessoais, não havendo o esclarecimento se isso integra somente a transação inicial ou se também inclui o processamento continuado dos dados pessoais¹²³.

Com base no que foi agora exposto, conclui-se que os “arquitetos” da *Blockchain* precisam de estar cientes da tensão entre o RGPD e esta tecnologia, certificando a conformidade desta com a regulamentação europeia em matérias de proteção de dados. Igualmente, com esta exposição, pode-se retirar que existe uma falta de enquadramento legal respeitante à forma como a tecnologia *Blockchain* pode ser estruturada de forma a estar em correspondência com a legislação já descrita.

Por outro lado, em contexto de RGPD ¹²⁴, a tecnologia *Blockchain* pode consubstanciar uma ferramenta de forma a atingir alguns objetivos estruturantes da legislação mencionada. Pode então ser uma ferramenta de governação de dados que pode suportar formas alternativas de gestão e distribuição de dados, e numa fase posterior, fornecer benefícios em comparação com outras soluções contemporâneas. Desta forma, *Blockchains* podem ser estruturadas para permitir o compartilhamento de dados sem a necessidade de um intermediário confiável central, acabando por conferir o fator da transparência, tal como anteriormente explicado, sobre quem obteve acesso aos respetivos dados. Além disso, os *smart contracts* pode automatizar o compartilhamento dos dados, reduzindo-se assim os custos de cada transação¹²⁵.

¹²³ Cfr. Scientific Foresight Unit (STOA) EPRS | European Parliamentary Research Service. “Blockchain and the General Data Protection Regulation: Can distributed ledgers be squared with European data protection law?”. Serviço de Estudos do Parlamento Europeu, 2019, pág. 6

¹²⁴ Mais recentemente, “a Comissão lançou a caixa europeia de regulamentação para a cadeia de blocos. Os ambientes de testagem são ambientes controlados em que as empresas podem testar os seus produtos e serviços ao mesmo tempo que colaboram com os reguladores pertinentes.”.

¹²⁵ Cfr. *Idem*, pág. 7

4. Análise de casos de estudos

4. a. Caso de Estudo – Perú Compras

Inicialmente, o organismo de contratação pública do Perú, “Peru Compras”¹²⁶ foi criado por via do Decreto Legislativo n.º 1018¹²⁷. Assim, esta entidade tem como funções, nomeadamente, efetuar as aquisições por encomenda de outras Entidades estatais, nos termos de acordo com o contrato correspondente, incluindo a determinação das características técnicas dos bens e serviços a serem contratados, e por exemplo, a promoção e a gestão dos processos seletivos para a execução de Acordos-Quadro com o fim de aquisição de bens e serviços, bem como a assinatura dos acordos correspondentes¹²⁸.

O Peru Compras implementou uma solução com a tecnologia *blockchain* numa circunstância de produção desde 2019, utilizando a *LAC-Chain*, uma *blockchain* com permissão desenvolvida pelo *Inter-American Bank for Development*. Este mecanismo, a *LAC-Chain*¹²⁹, foi concebido para dar começo a um ecossistema de *blockchain* na América do Sul e nas Caraíbas, com vista a aperfeiçoar a inclusividade financeira, o combate à corrupção e o fortalecimento da transparência.

O sistema foi implementado em abril de 2019¹³⁰, com o início do registo na *blockchain* das ordens de compra dos Catálogos Eletrónicos¹³¹, sendo um dos primeiros países da região a aplicar esta tecnologia. Com isto, através da *Blockchain*, é possível

¹²⁶ É o organismo público executor anexado ao Ministério da Economia e das Finanças, tendo autonomia técnica, funcional e administrativa. Além disso, tem a função de promover estratégias e mecanismos para assegurarem a eficiência da contratação pública.

¹²⁷ Este Decreto Legislativo pode-se encontrar no seguinte link: https://saeusceprod01.blob.core.windows.net/portalweb/leyes/decreto_legislativo_1018.pdf

¹²⁸ As presentes funções estão discriminadas no Decreto Legislativo n.º 1018, já mencionado.

¹²⁹ Esta tecnologia utilizada a *Stamping.io* como plataforma para registo de ativos digitais.

¹³⁰ A implementação foi notificada no *website* da entidade “Peru Compras”.

¹³¹ Os Catálogos Eletrónicos consubstanciam uma ferramenta que funciona como uma loja virtual, facilitando a participação dos fornecedores, que colocam à disposição das entidades públicas os bens ou serviços de que necessitam para cobrir as suas necessidades, conseguindo uma contratação mais eficiente e transparente. No que respeita aos benefícios para as entidades públicas, evidencia-se, nomeadamente, o facto de que permite que a formalização contratual seja realizada num dia tomando somente três etapas, caracterizadas por serem cem por cento via eletrónica, promovendo a verdadeira satisfação das necessidades, e também facilita a decisão de contratação fornecida à utilização de pesquisa de produtos, a possibilidade de comparação de condições técnicas e comerciais, de acordo com as necessidades de cada Entidade. Por outro lado, no que respeita aos benefícios para os prestadores dos serviços, ou seja, diga-se as entidades adjudicatárias, as mesmas teriam as vantagens, a título de exemplo, da redução dos custos relacionadas com a realização de procedimentos de seleção e a possibilidade de acesso a um módulo de gestão para o seguimento do estado das respetivas contratações. Para mais detalhes no que respeita aos Catálogos Eletrónicos, pode-se consultar o seguinte link: <https://www.gob.pe/10239-acceder-a-la-plataforma-de-catalogos-electronicos>

registrar cada ordem de compra e as suas respetivas ofertas em vários servidores (*nodes*), o qual assegura que a informação não é alvo de deturpação¹³². Em 2020, foi comunicado que o sistema fornecido pelo “Perú Compras” tinha já registado na *blockchain* mais de 150.000 ordens de compra. Posteriormente, em 2023 foi documentado que o Estado peruano economizou cerca de 334,37 milhões de euros (1378 milhões de Sol Peruano) através das ferramentas e estratégias de contratação pública promovidas pelo “Perú Compras”¹³³. Desde a implementação, que o objetivo é de promover a utilização da tecnologia *Blockchain* com os países da América Latina e as Caraíbas¹³⁴.

Assim, o sistema executado pela Peru Compras integrou tanto o processo de registo de ofertas como a próprio adjudicação. Esta última é realizada pelo processo BATCH com base no critério do preço mais baixo que automaticamente resulta numa ordem de aquisição ligada ao processo¹³⁵. A ordem de compra é registada como sendo um *token* e gerava um código de *QR* que é visto pelo destinatário dos bens adquiridos, utilizando uma aplicação para garantir a veracidade e autenticidade da ordem. Deste modo, cada ordem de compra está vinculada a um *non-fungible token* que seria por sua vez registado na *blockchain* da *LAC-Chain*¹³⁶. Assim, para além de uma economia significativa, a demora do processo foi diminuída para um mínimo de 6.6 dias, e o número de propostas submetidas aumentou para 70.8 por compra (em média)¹³⁷. Para garantir a necessidade de transparência da tecnologia, e tendo em conta a importância desta característica, o sistema pode ser monitorizado por qualquer indivíduo através da plataforma “Peru Observa”, que se caracteriza por ser um portal aberto de dados¹³⁸

Com isto, a entidade “Perú Compras” reportou um impacto satisfatório em matéria de custos, duração e competitividade, acabando por descer os níveis de corrupção e burocracia¹³⁹.

¹³² Cfr. “PERÚ COMPRAS registró en blockchain más de 154 mil órdenes de compra”. Gob.pe, 2020.

¹³³ Cfr. “El 2022 el estado ahorró S/1378 millones a través de las herramientas y estrategias de contratación pública que impulsa PERÚ COMPRAS”. Gob.pe, 2023.

¹³⁴ Cfr. CASALLAS, Jenny Alexandra Triana; CUEVA-LOVELLE, JUAN MANUEL; MOLANO, JOSÉ IGNACIO RODRÍGUEZ. “Smart Contracts with Blockchain in the Public Sector”. ResearchGate, 2020, pág. 69

¹³⁵ Cfr. TELLES, Pedro. “Existing and potencial uses cases for blockchain in public procurement”. SSRN, 2022, pág. 10

¹³⁶ Cfr. *Idem*, pág. 11

¹³⁷ Cfr. SAVA, Nadia-Ariadna; DRAGOȘ, Dacian. “The legal regime of smart contracts in public procurement”. RTSA, 2022, pág. 105

¹³⁸ Ou seja, um *open data portal*, tal como é transmitido *in idem*, pág. 105

¹³⁹ Cfr. *Idem*, pág. 105

4. b. Caso de Estudo - Aragão

Um exemplo de utilização da tecnologia *Blockchain* no ramo da contratação pública foi pela mão do governo regional de Aragão. A região espanhola de Aragão tem a sua própria lei de contratação pública, a Lei 3/2011, à qual foi aditada novas normas, no seguimento da transposição das Diretivas feitas através da Lei 9/2017. Seguidamente em 2018, aprovou-se um projeto de lei sobre o Uso Estratégico da contratação pública em Aragão, onde, na disposição adicional terceira sobre integridade de informação, se obtém a possibilidade de se recorrer à utilização de registos distribuídos com o fim de guardar informação, ou mesmo, automatizar trâmites do procedimento¹⁴⁰.

O projeto inicial desenvolvido pelo Governo de Aragão teve como finalidade a satisfação de uma necessidade de inovação e de promoção da mesma no ramo da contratação pública¹⁴¹. E, tal como se irá expor e com base no que foi anteriormente mencionado, a *DLT* acrescenta valor no caso, na medida em que adiciona valor económico, devido ao facto de o custo de utilização do sistema significar uma diminuição do custo da proposta, em contraponto com as outras plataformas já integradas no ramo da contratação pública. Além disso, a implementação da *DLT* implica uma igual diminuição do custo do registo da oferta, contrariamente ao sistema tradicional de registos administrativos¹⁴².

Para além disso, ainda é dito que a *DLT* traz um maior valor à problemática, para além do valor económico já exposto. Ora, em primeiro lugar, este sistema tecnológico incrementa a transparência, na medida em que existe a descentralização do registo da proposta, o que permite que a administração do processo se caracterize por ser mais transparente no que respeita à submissão das propostas. Por conseguinte, qualquer indivíduo poderá conferir o momento em que as propostas foram submetidas, o que garante a rastreabilidade e o controlo das mesmas, impossibilitando qualquer forma de adulteração¹⁴³.

Já em segundo lugar, existe uma garantia absoluta da integridade das ofertas aquando da utilização do *hash*, relacionando-se aqui o primeiro ponto em relação à

¹⁴⁰ Cfr. RAIMUNDO, Miguel Assis – “Concorrência e Sustentabilidade: dois desafios para a contratação pública | Actas das II Jornadas de Direito dos Contratos Públicos (30 de setembro a 2 de outubro de 2020, FDUL)”, - ed. AAFDL, pág. 234

¹⁴¹ Cfr. BLAY, Miguel Ángel Bernal – “Blockchain and Public Procurement: I have a dream”. European Review of Digital Administration & Law – Erdal, 2021.

¹⁴² Cfr. *Idem*, ponto 2.2.

¹⁴³ Cfr. *Idem*, ponto 2.2.

transparência assegurada. Em último lugar, a *DLT* oferece uma maior eficiência e eficácia na administração do processo, tendo em conta a automatização da avaliação da proposta¹⁴⁴.

O sistema caracterizou-se por ter três etapas. A primeira etapa focou-se no desenvolvimento e validação das funcionalidades associadas à submissão eletrónica do *hash* das ofertas por parte dos concorrentes no âmbito de um registo distribuído¹⁴⁵. Já na segunda etapa, deu-se um maior enfoque à avaliação automatizada de ofertas, onde se abrangeu a funcionalidade com base em *smart contracts* prevista nos documentos do concurso para proceder à identificação das ofertas economicamente mais vantajosas e para posteriormente se proceder à proposta de adjudicação das mesmas¹⁴⁶. Por fim, numa terceira fase, consistiu na aplicação de ambas as funcionalidades anteriormente descritas: a validação automatizada de ofertas e estas estarem integradas numa *DLT*.

Já em 2018, o Governo Regional tinha começado com o desenvolvimento da tecnologia *Blockchain* no âmbito da contratação pública, com uma experiência (*proof of concept*) na realização dos contratos licitados de acordo com o regime simplificado, ou seja, contratos de prestação de bens ou serviços com um valor inferior a 100 mil euros¹⁴⁷. Assim, a finalidade seria delinear e aplicar um sistema, no qual os operadores económicos tivessem a possibilidade de inserir a assinatura eletrónica (*hash*) da sua proposta, que acabaria por ficar armazenada de forma permanente, simultânea e sucessiva, num sistema distribuído em múltiplos nós (*blockchain*). Assim que se desse a conclusão do prazo para a apresentação de propostas, os operadores económicos enviariam a respetiva proposta em formato eletrónico à entidade contratante, sendo que esta última procedia à verificação da assinatura eletrónica e confirmaria a sua identidade com a memorizada na *Blockchain*¹⁴⁸.

Seguidamente, a assinatura eletrónica (*hash*) da proposta incluiria a sua encriptação numa certa data e qualquer alteração ao ficheiro resultaria numa assinatura eletrónica (*hash*) diferente da que havia sido gerada em primeiro lugar. Este mecanismo asseguraria a veracidade da data da proposta e a identidade do operador económico, tornando inexequível o acesso aos ficheiros que incluíssem a proposta num momento

¹⁴⁴ Cfr. *Idem*, ponto 2.2.

¹⁴⁵ Cfr. *Idem*, ponto 2.2.5

¹⁴⁶ Cfr. *Idem*, ponto 2.2.5.

¹⁴⁷ Cfr. RAIMUNDO, Miguel Assis – “Concorrência e Sustentabilidade: dois desafios para a contratação pública | Actas das II Jornadas de Direito dos Contratos Públicos (30 de setembro a 2 de outubro de 2020, FDUL)”, - ed. AAFDL, pág. 234

¹⁴⁸ Cfr. *Idem*, pág. 234

anterior ao prazo para finalização da mesma. Assim, a assinatura eletrônica estaria guardada permanente, simultânea e sucessivamente numa *DLT* em diversos *nodes*, o que permite: (1) salvaguardar a imutabilidade e integridade da informação; (2) certificar que se evidencia a “não rejeição” por parte do indivíduo que apresenta a oferta utilizando a respetiva assinatura eletrônica integrada na informação da qual o *hash* é realizado; (3) e por fim, reconhecer o momento em que a assinatura eletrônica foi enviada através de um carimbo de tempo¹⁴⁹.

Desde 2018, o Governo Regional tem utilizado uma *Blockchain* híbrida *Hyperledger*, que tem mais uma finalidade empresarial e é gerida de forma diferente de uma *blockchain* pública/maximalista¹⁵⁰. Em 2021, já se tinha realizado mais de 30 procedimentos pré-contratuais nesta rede pelo Governo Regional de Aragão, utilizando a *Blockchain Hyperledger*. Nestes, tem de se referir o procedimento pré-contratual que levou à aquisição de máscaras faciais, no combate à pandemia COVID-19, que prosseguiu através da tecnologia *Smart Contract*, estando registada na plataforma *Ethereum* e disponível para qualquer interessado poder observar. Com isto, este sistema proporciona uma publicidade no que respeita ao momento de entrada e número das propostas recebidas, o que até esse momento era impossível no regime de contratação pública em Aragão¹⁵¹.

O propósito desta prova de conceito evidenciou ter duas faces: (1) por um lado, para proceder à submissão de propostas e para a utilização da criptografia de forma a garantir que uma determinada proposta tenha sido submetida em tempo útil e que não tivesse sido alvo de análise ilegal no caso de se ter aberto a mesma num momento anterior ao término do prazo, sendo que esta última poderia colocar em risco a integridade do procedimento; (2) por outro lado, para tornar mais célere o próprio procedimento administrativo, tendo-se aqui por exemplo o caso do contrato, cujo objeto era a aquisição de máscaras faciais, ter sido realizado através de um procedimento pré-contratual de ajuste direto, o qual já se encontrava automaticamente inserido segundo as respetivas regras no próprio *smart contract*¹⁵².

¹⁴⁹ Cfr. BLAY, Miguel Ángel Bernal – “Blockchain and Public Procurement: I have a dream”. European Review of Digital Administration & Law – Erdal, 2021, ponto 2.2.4.

¹⁵⁰ Cfr. TELLES, Pedro. “Existing and potencial uses cases for blockchain in public procurement”. SSRN, 2022, pág. 7

¹⁵¹ Cfr. RAIMUNDO, Miguel Assis – “Concorrência e Sustentabilidade: dois desafios para a contratação pública | Actas das II Jornadas de Direito dos Contratos Públicos (30 de setembro a 2 de outubro de 2020, FDUL)”, - ed. AAFDL, pág. 235

¹⁵² Cfr. TELLES, Pedro. “Existing and potencial uses cases for blockchain in public procurement”. SSRN, 2022, pág. 8

No que toca ao primeiro objetivo deste projeto, poder-se-á afirmar que a solução de *blockchain* e de criptografia, incluindo os *smart contracts*, fornece um grande nível de transparência e de benefício de anti adulteração que o Governo Regional de Aragão estava à procura. Agora, contrapondo-se com o facto de Aragão ter tomado a decisão de implementar uma *blockchain* híbrida, existe aí sempre uma certa desconfiança no que respeita ao código subjacente ser controlado por uma entidade privada, ainda por cima tendo em conta que se poderiam evidenciar modificações que colocariam a segurança do sistema em perigo.

Em relação ao próprio escopo do sistema, de acordo com o artigo 159.6 da LCSP¹⁵³, tem-se um processo aberto, com três características: (1) a oferta será submetida num único envelope ou ficheiro eletrónico e será avaliada de acordo com um critério de adjudicação quantificável, por meio da aplicação de fórmulas padrão indicadas nos documentos de aquisição¹⁵⁴; (2) a avaliação das ofertas seria realizada automaticamente, através de dispostos informáticos ou, com a colaboração de uma unidade técnica, para ajudar as respetivas entidades adjudicantes¹⁵⁵; (3) A abertura das propostas não seria levada a cabo até ao momento em que se finalizasse o prazo para submissão das propostas, de forma a garantir que não se poderia ver o conteúdo das propostas antes do momento para tal ato¹⁵⁶.

Relativamente aos pontos positivos, é de se realçar que, devido ao objetivo do projeto, foi a solução com uma importante vertente inovadora, com referência ao critério de adjudicação. Aliás, o critério do preço, no âmbito do contrato, não era considerado o aspeto determinante, sendo que este critério foi somente atribuído 20 por cento dos pontos, acabando por ser inconcebível a aquisição de inovação por um baixo custo¹⁵⁷.

Ainda, a descrição das especificidades técnicas do projeto encontrava-se em conformidade com o princípio da neutralidade tecnológica¹⁵⁸, porque não era referido que haveria a obrigatoriedade de utilização ou implementação de uma solução tecnológica específica. Seria então da responsabilidade das empresas que oferecessem soluções técnicas, seguindo o seu julgamento, que satisfizessem melhor as necessidades da

¹⁵³ Ley de Contratos del Sector Público.

¹⁵⁴ Cfr. BLAY, Miguel Ángel Bernal – “Blockchain and Public Procurement: I have a dream”. European Review of Digital Administration & Law – Erdal, 2021, ponto 2.2.3.

¹⁵⁵ Cfr. *Idem*, ponto 2.2.3.

¹⁵⁶ Cfr. *Idem*, ponto 2.2.3.

¹⁵⁷ Cfr. *Idem*, ponto 2.2.1.

¹⁵⁸ Este princípio significa que o Estado não deve impor preferências a favor ou contra tipos específicos de tecnologia. A Comissão Europeia já definiu neutralidade tecnológica como significando “que as alterações legislativas não devem promover artificialmente certas opções tecnológicas em detrimento de outras”.

Administração. Aliás, para além da solução vencedora, a *Hyperledger Fabric*, outras soluções técnicas foram propostas, tais como as do *Ethereum*¹⁵⁹ e do *Quorum*, da rede *Alastria*.

Mais recentemente, além disso, já em 2021, houve um novo contrato no valor de 450.000 euros, com o objetivo de continuar a desenvolver o sistema de contratação pública em *blockchain* por mais 18 meses. Aqui pensa-se que a finalidade desta atuação tenha sido utilizar as mesmas funcionalidades, que já foram aqui expostas anteriormente, e não implementar novas soluções¹⁶⁰.

Adicionalmente, pode-se afirmar que o projeto do Governo de Aragão foi um alicerce para o objetivo de desenvolvimento para combater os níveis de corrupção no fornecimento de comida para as escolas na região, na Colômbia, sendo um projeto financiado pelo *The World Economic Forum*¹⁶¹. Com a existência deste caso de estudo, mais recentemente, o Banco Mundial inclui a análise do mesmo no documento “*Disruptive Technologies in Public Procurement*”¹⁶², concluindo que um projeto deste carácter poderia ser implementado com sucesso num país ou região onde haja apoio político e onde o ecossistema de negócios especializados na tecnologia *Blockchain* não desaparecesse¹⁶³.

¹⁵⁹ Que já foi introduzida nesta tese de Mestrado.

¹⁶⁰ Mais informação em relação ao contrato pode ser vista no seguinte link: <https://www.infopublic.net/concursos/contrato-desarrollo-evolucion-sistema-licitacion-electronica-tecnologia-registro-distribuido-blockchain-comunidad-autonoma-aragon-2863428>

¹⁶¹ Este caso de estudo é objeto de análise noutro capítulo nesta tese de Mestrado.

¹⁶² Cfr. VÁRIOS. “Disruptive Technologies in Public Procurement”. The World Bank, 2021.

¹⁶³ Cfr. BLAY, Miguel Ángel Bernal – “Blockchain and Public Procurement: I have a dream”. European Review of Digital Administration & Law – Erdal, 2021, ponto 2.2.

4. c. Caso de Estudo - *World Economic Forum* Colômbia

Um estudo recente realizado pela Provedoria de Justiça colombiana em matérias de Corrupção em colaboração com o projeto Transparência para a Colômbia e a Fundação Charles Leopold Mayer descobriu que aproximadamente 6 mil milhões de dólares estariam comprometidos pela contratação pública corrompida na Colômbia entre os anos de 2016 e 2018 (veja-se na internet).

O projeto da Transparência está inserido no desenvolvimento de um software de proof of concept (PoC)¹⁶⁴ para a contratação pública colombiana no que respeita aos programas de alimentação escolar. O software de proof of concept do projeto procura melhorar a oferta do interessado e a fase de seleção na contratação pública, através dos seguintes canais¹⁶⁵:

- 1) Manutenção dos registos, de forma permanente e inviolável.
- 2) Transparência processual e auditabilidade em tempo real
- 3) Funcionalidades automatizadas com os conhecidos “smart contracts”
- 4) Confiança reduzida na tomada de decisão discricionária de partes e autoridades centralizadas.
- 5) Maior envolvimento do cidadão.

O projeto defendia que se fossem tomadas estas cinco medidas, tendo como complemento políticas favoráveis e sistemas de governança, os governos poderiam aplicar uma mais transparente e responsável contratação pública eletrónica/digital.

A utilização de um sistema de blockchain público traz configurações com características vantajosas e por outro lado desvantajosas. Por um lado, todas as transações e as informações vinculativas são públicas, havendo escrutínio em tempo real e por parte do cidadão comum, onde a possibilidade de leitura por este último é crítica para o envolvimento do cidadão com a plataforma. Além disso, todas as ofertas são de visualização pública, sendo que nunca são encriptadas e deverão estar disponíveis para

¹⁶⁴ *Proof of Concept (PoC)*, ou em português Prova de Conceito, é uma prática de pesquisa que é desempenhado por organizações. Um *PoC* tem como finalidade consubstanciar um instrumento de construção do conhecimento no estudo e compreensão de certos temas, resultando num conjunto de atividades, que desempenham uma avaliação, compreensão, validação e compreensão para a aprendizagem sobre um tema numa determinada área de conhecimento. Como complemento, veja-se: NETO, António José Rodrigues; BORGES, Maria Manuel; ROQUE, Licínio. “A preliminary study of proof of concept practices and their connection with information systems and information science”. Universidade de Coimbra, 2018.

¹⁶⁵ Cfr. RAIMUNDO, Miguel Assis – “Concorrência e Sustentabilidade: dois desafios para a contratação pública | Actas das II Jornadas de Direito dos Contratos Públicos (30 de setembro a 2 de outubro de 2020, FDUL)”, - ed. AAFDL, pág. 237

acesso imediato ao público em geral. Seguidamente, todas as propostas dos concorrentes são públicas mas aí são objeto de encriptação até ao momento em que termine o prazo de apresentação de propostas. Após o proponente concluir cada ronda de avaliação de propostas, são publicadas todas as informações no que respeita às propostas durante a fase de avaliação de propostas.

Por outro lado, evidenciam-se desvantagens, tais como a escalabilidade e o processo de transação. Fala-se aqui do facto de, como se está perante um sistema de *blockchain* público (em inglês, no termo mais conhecido “permissionless”), se ter uma menor escalabilidade e inferior escoamento nas transações, devido ao elevado número de requisitos de aprovação de transações exigidos pelo algoritmo de consenso. Por média, a título de exemplo, utilizando a tecnologia *blockchain* do *Ethereum*, a mesma consegue processar somente quinze transações por segundo para todos os participantes, tornando inexequível a sua utilização em larga escala¹⁶⁶.

Com isto, na prática, evidenciaram-se entraves a que se considerasse o caso de Colômbia como um sucesso.

Primeiramente, tendo em conta o já existente sistema informático para matérias de contratação pública – SECOP¹⁶⁷, *Sistema Electrónico de Contratación Pública* – houve a necessidade de integração do sistema desenvolvido pelo Projeto pela Transparência¹⁶⁸, o que acabou por tornar o processo ainda mais demorado e complexo. Além disso, a entidade responsável pela criação do sistema de *blockchain* do Projeto mencionado requereu uma compensação pelo facto de ter sido necessária essa mesma integração, o que tornou o processo ainda mais custoso.

Seguidamente, como segunda razão que levou ao insucesso deste projeto, tem-se a questão de que na Colômbia aos participantes não podem ser requeridos pagamentos de certas quantias extra para poderem participar num novo sistema eletrónico de contratação pública. Porém, como já foi assinalado, existem taxas de transação que são um aspeto necessário para a submissão da proposta dentro da *blockchain* do *Ethereum*. Para tentar resolver esta problemática, o Projeto pela Transparência implementou um sistema de encriptação chamado “commitment scheme”, para proteger a anonimidade do

¹⁶⁶ Cfr. Exploring Blockchain Technology for Government Transparency: Blockchain-Based Public Procurement to Reduce Corruption”. World Economic Forum, 2020, pág. 17

¹⁶⁷ Utilizado por todas as entidades públicas e por todos os participantes, estando também na sua segunda geração – SECOP II.

¹⁶⁸ Cfr. *Idem*, pág. 27

participante, o que levava à criação de um *ID* anónimo no projeto¹⁶⁹. A conta desse *ID* anónimo seria apenas financiada com o montante aproximadamente idêntico à quantia necessária para realizar as transações essenciais. Se isso não acontecesse, acabaria por se evidenciar um caso de transferência dos restantes fundos para fora da conta, no momento em que a *private key* fosse divulgada. Alternativamente, assim que a mesma é divulgada, a conta com o *ID* anónimo poderá movimentar o restante montante para a conta principal do concorrente, sem existir um comprometimento da sua anonimidade.

No entanto, o Projeto pela Transparência seguiu outra abordagem. Ora, tanto por razões legais como por outras questões, os participantes não deverão adquirir criptomoedas, sendo que a conta com o *ID* anónimo deverá ser pré-financiada por outra parte. Neste cenário, a outra parte não saberia a identidade do mesmo participante, de forma a preservar a sua anonimidade no decorrer da fase de apresentação de propostas.

Porém, a mesma abordagem demonstra uma fragilidade. A conta com o *ID* anónimo do participante envia um pedido a uma interface de programação de aplicações (mais adiante, IPA)¹⁷⁰ dentro do sistema de contratação pública, para proceder ao financiamento da sua conta, a partir do pré-designado leque de criptomoedas do IPA¹⁷¹. Após o financiamento ser concluído, suscita-se um problema: qualquer participante ou interessado poderia esgotar o montante existente no IPA e acabar por defraudar os mesmos. Por isso, a título de exemplo, apresenta-se uma possível solução para o problema exposto: aos participantes poderá ser requerido um código secreto que os mesmos recebem aquando do registo juntamente com o requerimento de financiamento da conta. O mesmo código impediria os atores fraudulentos de requererem fundos vindos da IPA sem revelar a identidade do participante¹⁷².

Outro aspeto relativamente à implementação do Projeto pela Transparência é o facto de existirem ataques informáticos¹⁷³ a vetores importantes. Fala-se aqui de questões relacionadas com o facto de o sistema funcionar numa *permissionless blockchain*: isto é, trata-se de ataques a entidades com o objetivo de denegrir a reputação das mesmas, sendo que os mesmos são inseridos no sistema, acabando por interromper ou atrasar o próprio

¹⁶⁹ Cfr. *Idem*, pág. 28

¹⁷⁰ Mais conhecido por *Application Programming Interface*, que se caracteriza por ser um intermediário de software que permite que dois aplicativos conversem entre si.

¹⁷¹ Onde o próprio participante não tem de apresentar nenhum documento de identificação, preservando-se assim a anonimidade do mesmo.

¹⁷² Cfr. *Idem*, pág. 29

¹⁷³ Exemplificando, ataques relacionados com comentários públicos na rede, tais como de carácter de “spam”, e até ataques respeitantes a utilizações e deturpações dos processos de financiamento destinados a taxas de transação dos fornecedores. Em complemento, veja-se *Idem*, pág. 29 e 30

procedimento de contratação pública. Mesmo que se considere que estes comentários possam ser uma forma de combater a corrupção, na medida em que incentiva o público em geral a atuar de forma mais responsável, os mesmos ataques em formato de comentário permanecerão anónimos para proteção do utilizador, sendo que não podem ser removidos nem bloqueados¹⁷⁴.

Estamos perante uma prova de conceito, tal como foi exposto anteriormente, e não exatamente uma utilização em sistemas de produção¹⁷⁵.

Este projeto criou um software de *Blockchain* que permitia uma manutenção do registo, da auditabilidade em tempo real¹⁷⁶, a automação por meio de *smart contracts* e um maior envolvimento do cidadão¹⁷⁷. Aqui, certos autores¹⁷⁸ defendem que o sistema implementado na Colômbia se assemelha muito aos sistemas regulares de contratação eletrónica em continente europeu. A título de exemplo, esses mesmos autores mencionam para isso os casos do sistema SEAP (*Electronic Public Procurement*) na Roménia, onde é garantido exatamente as mesmas características: inalteração das propostas, rastreabilidade e avaliação automática das propostas (por exemplo, o preço). Desta forma, os autores acabam por questionar se o sistema de *smart contracts* implementado na Colômbia consubstancia mais do que um sistema funcional de contratação pública eletrónica¹⁷⁹.

¹⁷⁴ E mesmo que se pudesse colocar a ideia de estabelecer medidas de segurança dentro do sistema para proteger contra este tipo de ataques, os infratores teriam sempre a oportunidade mais sofisticada de retornar à sua atividade fraudulenta só que com um *IP* diferente num dispositivo diferente.

¹⁷⁵ Cfr. RAIMUNDO, Miguel Assis – “Concorrência e Sustentabilidade: dois desafios para a contratação pública | Actas das II Jornadas de Direito dos Contratos Públicos (30 de setembro a 2 de outubro de 2020, FDUL)”, - ed. AAFDL, pág. 237

¹⁷⁶ Algo que, se fosse aplicado em território da União Europeia, com as necessárias adaptações, por um Estado-Membro, poderia vir a garantir o respeito pelos diversos princípios apresentados nos primeiros capítulos desta tese, tais como o respeito pelo princípio da transparência e da publicidade no ramo da contratação pública.

¹⁷⁷ Cfr. SAVA, Nadia-Ariadna; DRAGOȘ, Dacian. “The legal regime of smart contracts in public procurement”. RTSA, 2022, pág. 105

¹⁷⁸ Cfr. *Idem*, pág. 105

¹⁷⁹ Cfr. *Idem*, pág. 105

4. d. Apreciação dos resultados dos Casos de Estudo

Relativamente ao Caso de Estudo de Aragão, o facto de ter sido utilizado para fins de aquisição de máscaras faciais também torna o caso ainda mais peculiar. Isto é, uma vez que o critério de adjudicação não consubstanciou somente numa avaliação das propostas com base no preço, o processo de seleção das mesmas não demorou tanto tempo como noutros casos. Por outras palavras, a utilização das tecnologias *Blockchain* e *Smart Contracts* na contratação pública trouxeram vários benefícios, tal como anteriormente expostos.

Com base na demonstração das particularidades do caso de estudo apresentado em Aragão, caso se colocasse a hipótese de um procedimento pré-contratual com um critério de adjudicação multifator¹⁸⁰, em que o preço seria apenas um num vasto leque de critérios, em que se também incluíam critérios subjetivos, sujeitos a uma análise mais detalhada¹⁸¹, provavelmente colocar-se-ia a hipótese de recurso a novas tecnologias, tais como a Inteligência Artificial. Aqui, esta última tecnologia poderia proceder à avaliação dos critérios e dos materiais utilizados, removendo assim o toque humano e a possibilidade de deturpação dessa mesma avaliação. Desta forma, cumprir-se-ia os deveres de imparcialidade e transparência, algo característico das tecnologias que são tema desta dissertação.

O Peru Compras implementou uma solução com a tecnologia *blockchain* numa circunstância de produção desde 2019, utilizando a *LAC-Chain*, uma *blockchain* com permissão desenvolvida pelo *Inter-American Bank For Development*. Tal como anteriormente se expôs, com este sistema, foi possível proceder ao registo de cada ordem de compra e as suas respetivas ofertas em diferentes servidores. O Estado peruano acabou por conseguir poupar o correspondente a mais de 334 milhões de euros.

Da mesma forma que aconteceu noutros casos de estudo, o critério de escolha das propostas foi o do preço mais baixo, acabando por possuir a tecnologia uma vertente bastante objetiva. Mais uma vez se nota que ainda existe alguma limitação no recurso às tecnologias *Blockchain* e *Smart Contracts*, uma vez que se evidencia a necessidade de adaptar o critério de escolha das propostas a uma vertente mais subjetiva, ou seja, de análise de aspetos que necessitem do recurso, por exemplo, à Inteligência Artificial. No

¹⁸⁰ Artigo 74.º n.º 1 alínea a) do CCP.

¹⁸¹ Dando-se o exemplo dos seguintes critérios: qualidade do material, certa utilização de produtos, em que até se poderia privilegiar uns em detrimento de outros.

entanto, com base na satisfação da entidade *Perú Compras*, pode-se concluir que a maximização da utilização das tecnologias *Blockchain* e *Smart Contracts* não está tão longe como se poderia argumentar, uma vez que em matérias de custos, duração e competitividade se demonstra que estas tecnologias contribuem de uma forma bastante positiva.

Com base nas dificuldades e benefícios do caso de estudo colombiano, podem-se tecer alguns pontos.

Em primeiro lugar, a preferência por uma *blockchain* pública e com sistema de consenso através de *Proof of Work* levou a que se pudesse averiguar quais são os benefícios e as limitações da mesma em contexto de adjudicação de contratos públicos¹⁸². A título de exemplo, pode-se referir que as limitações são demasiadas para justificar a sua aplicação no ramo de sistemas de produção. Isto é, enquanto se estiver perante *blockchains* com consenso baseado em *Proof of Work*, as redes estarão sempre subordinadas a uma congestão, acabando por não conseguirem escalar o volume de transações de forma considerável, ou mesmo por outro lado, manter os custos de transação reduzidos.

Em segundo lugar, um problema que suscitou na aplicação desta tecnologia em contexto colombiano respeitou à questão da forma de pagamento, mais precisamente, das taxas de transação¹⁸³. Aqui, o facto de o pagamento ter de ser realizado em *ether* e não em moeda convencional trouxe também algumas limitações à boa aplicação desta tecnologia, sendo que é um dos pontos negativos a assinalar deste caso de estudo.

Pode-se igualmente concluir que este projeto em território colombiano permitiu assinalar as potenciais situações em que fará sentido o emprego desta tecnologia. Fala-se então de contextos que se caracterizam por não subsistir uma solução tecnológica anterior e por se consubstanciar um défice de confiança na conduta das entidades públicas. Isto é, são estes os dois grandes aspetos que se tem de ter em consideração aquando da possível transposição e posterior aplicação desta tecnologia em contexto europeu.

¹⁸² Em conformidade com TELLES, Pedro, “Blockchain em contratação pública”, in *Concorrência e Sustentabilidade: dois desafios para a contratação pública* - RAIMUNDO, Miguel Assis – “Concorrência e Sustentabilidade: dois desafios para a contratação pública | Actas das II Jornadas de Direito dos Contratos Públicos (30 de setembro a 2 de outubro de 2020, FDUL)”, - ed. AAFDL, pág. 239

¹⁸³ O software disponível não demonstrou facilidade na sua utilização, tal como é referido em: Pedro Telles, in *Idem*, pág. 239

Agora pergunta-se: com base nestes casos de estudo, será que é mesmo necessário utilizar as duas tecnologias (*Smart Contracts* e *Blockchain*) em conjunto na contratação pública?

Se o fundamento para a aplicação da tecnologia *Blockchain* for o de se querer acelerar o procedimento e automatizar os processos de decisão, crê-se que a resposta terá de ser negativa. Isto porque esses dois aspetos podem ser feitos independentemente de onde se recebe e publica a informação relacionada com o contrato¹⁸⁴. Defende-se assim que é inteiramente concebível desenhar-se todo um sistema de decisão automatizando que utilize a informação recolhida numa plataforma eletrónica sem que haja a necessidade de se envolver uma *blockchain* de maneira alguma¹⁸⁵.

Porém, de outro ponto de vista, pode-se argumentar que seja necessário que as soluções, que possam ser desenvolvidas no âmbito da utilização de *Blockchain* em conjunto com a tecnologia *Smart Contracts* para os procedimentos pré-contratuais e contratuais celebrados no setor público, sejam implementadas por meio de plataformas como *Ethereum* ou *Lisk*, tendo em conta principalmente a sua flexibilidade e desenvolvimento atual em casos com funcionalidades semelhantes¹⁸⁶.

Com isto, de certa forma, certos autores¹⁸⁷ defendem que seja essencial que a solução desenhada e implementada, sustentada com uma *blockchain* pública, leva a que qualquer cidadão aceda à *blockchain* e aos *smart contracts* sem qualquer tipo de restrição, dada a importância da transparência e da garantia enquanto combate à corrupção.

Como já se evidenciou, manifestam-se dificuldades na sua implementação, para além das dificuldades já expostas nos casos de estudo, certos autores¹⁸⁸ acreditam que é difícil transformar a maioria das disposições legais em linguagem de código, e no caso de isso ser possível, estas não são totalmente viáveis¹⁸⁹. Tal como demonstrado no capítulo referente à relação entre os conceitos de *Blockchain* e *Smart Contracts* e os princípios de contratação pública, é necessário que se conceda uma efetiva proteção dos Direitos Fundamentais relativos a dados pessoais, propriedade intelectual e direitos comerciais e segredos industriais (por exemplo, no que respeita a patentes). Raquel Carvalho refere

¹⁸⁴ Cfr. *Idem*, pág. 236

¹⁸⁵ Em conformidade com *Idem*, pág. 236

¹⁸⁶ Cfr. CASALLAS, Jenny Alexandra Triana; CUEVA-LOVELLE, JUAN MANUEL; MOLANO, JOSÉ IGNACIO RODRÍGUEZ. “Smart Contracts with Blockchain in the Public Sector”. ResearchGate, 2020, pág. 8

¹⁸⁷ Cfr. *Idem*, pág. 8

¹⁸⁸ Cfr. CARVALHO, Raquel. “Blockchain and public procurement”. Repositorio UCP.

¹⁸⁹ Cfr. *Idem*, pág. 46

que, ainda que se tente impedir a intervenção humana nos procedimentos de contratação pública, é impossível restringir por completo essa mesma intervenção, dada a complexidade dos contratos públicos.

Já relativamente aos *Smart Contracts* e a respetiva implementação na contratação pública, a utilização dos primeiros poderá ser mais eficaz no contexto de países sem sistema de contratação pública eletrónica, sendo que estes não possuem um mecanismo eletrónico de compras públicas que certifique níveis consideráveis de segurança, transparência, igualdade de tratamento e não discriminação. Por outro lado, aquando da existência de sistemas digitais que preencham já a verificação desses princípios, como ocorre na União Europeia, à mesma poderá ser integrada a tecnologia *Smart Contracts*¹⁹⁰.

Ora, tem de se ter em atenção que estas tecnologias estão ainda em construção, tanto a nível conceitual como prático. Apesar de se existir a possibilidade de abordar alguns dos problemas reais relativos ao uso de plataformas eletrónicas, tal como a atual tecnologia empregue na contratação pública, as tecnologias *Blockchain* e *Smart Contracts* ainda apresentam certas restrições.

¹⁹⁰ Cfr. SAVA, Nadia-Ariadna; DRAGOȘ, Dacian. “The legal regime of smart contracts in public procurement”. RTSA, 2022.

5. Conclusão

Para se garantir o respeito pelo princípio da transparência em contexto de implementação das tecnologias *Blockchain* e *Smart Contracts*, as *blockchains* podem ser estruturadas para permitir o compartilhamento de dados sem a necessidade de um intermediário confiável central. Desta forma, acaba por se conferir o fator da transparência, tal como anteriormente exposto, sobre quem obteve acesso aos respetivos dados.

A tecnologia *Blockchain* relaciona-se com os aspetos expostos, porque, tendo por base a característica de imutabilidade da tecnologia, não seria possível a eliminação ou alteração dos dados, havendo assim um rastreamento dos mesmos, não existindo a possibilidade sequer de um concorrente poder alterar a sua proposta, num momento posterior ao término do prazo, estando a mesma inserida na rede. No que respeita à necessidade de proibir ajustamentos à minuta do contrato, as tecnologias que são objeto deste texto conseguem assegurar a configuração da imutabilidade, ou seja, não permitindo a sua posterior alteração. Por outras palavras, mesmo que a entidade adjudicante pretendesse alterar a minuta do contrato, acabando-se por considerar que a mesma iria originar uma adulteração da ordenação das propostas, essa atuação não seria possível estando empregue a tecnologia.

Além disso, o princípio da sustentabilidade em contexto da contratação pública relaciona-se com as tecnologias tema desta dissertação, na medida em que se pode considerar a aplicação do mecanismo de consenso *Proof of Work*. Isto porque se baseia numa aplicação das energias mais sustentáveis, para sustentar o grande consumo de energia, tendo em conta o grande poder computacional necessário para manter a segurança da rede. No entanto, tal como foi explicado, esta via pelas energias “verdes” terá de ser uma medida utilizada pelos próprios *miners*, e num momento inicial, incentivada pelo legislador.

No caso de estudo de Aragão, o facto de ter sido utilizado para fins de aquisição de máscaras faciais também torna o caso ainda mais peculiar. Isto é, uma vez que o critério de adjudicação não consubstanciou somente numa avaliação das propostas com base no preço, o processo de seleção das mesmas não demorou tanto tempo como noutros casos.

Com a exposição do caso de estudo de Peru Compras, com base na satisfação da entidade *Perú Compras*, pode-se concluir que a maximização da utilização das tecnologias *Blockchain* e *Smart Contracts* não está tão longe como se poderia argumentar,

uma vez que em matérias de custos, duração e competitividade se demonstra que estas tecnologias contribuem de uma forma bastante positiva.

No caso de estudo de Colômbia, pode-se igualmente concluir que este projeto em território colombiano permitiu assinalar as potenciais situações em que fará sentido o emprego desta tecnologia. Fala-se então de contextos que se caracterizem por não subsistir uma solução tecnológica anterior e por se consubstanciar um défice de confiança na conduta das entidades públicas.

Com base nestes casos de estudo, será que é mesmo necessário utilizar as duas tecnologias (*Smart Contracts* e *Blockchain*) conjuntamente na contratação pública?

Se o fundamento para a aplicação da tecnologia *Blockchain* for o de se querer acelerar o procedimento e automatizar os processos de decisão, crê-se que a resposta terá de ser negativa. Isto porque esses dois aspetos podem ser feitos independentemente de onde se recebe e publica a informação relacionada com o contrato. Defende-se assim que é inteiramente concebível desenhar-se todo um sistema de decisão automatizando que utilize a informação recolhida numa plataforma eletrónica sem que haja a necessidade de se envolver uma *blockchain* de maneira alguma.

Será que existem dificuldades na implementação destas tecnologias?

Pode-se indicar a dificuldade de a maioria das disposições legais passarem para uma linguagem de código, e no caso de isso ser possível, estas não serem totalmente viáveis. Tal como demonstrado no capítulo referente à relação entre os conceitos de *Blockchain* e *Smart Contracts* e os princípios de contratação pública, é necessário que se conceda uma efetiva proteção dos Direitos Fundamentais relativos a dados pessoais, propriedade intelectual e direitos comerciais e segredos industriais (por exemplo, no que respeita a patentes). Já relativamente aos *Smart Contracts* e a respetiva implementação na contratação pública, a utilização dos primeiros poderá ser mais eficaz no contexto de países sem sistema de contratação pública eletrónica, sendo que estes não possuem um mecanismo eletrónico de compras públicas que certifique níveis consideráveis de segurança, transparência, igualdade de tratamento e não discriminação.

Referências bibliográficas

“Acceder a la plataforma de Catálogos Electrónicos”. Gob.pe, 27 de abril de 2023. Disponível em: <https://www.gob.pe/10239-acceder-a-la-plataforma-de-catalogos-electronicos>

“Blockchain Technologies as a Digital Enabler for Sustainable Infrastructure”. OECD. Disponível em: <https://www.oecd.org/finance/Blockchain-technologies-as-a-digital-enabler-for-sustainable-infrastructure-key-findings.pdf>

“Comissão lança caixa de regulamentação europeia para a cadeia de blocos”. Comissão Europeia, 14 Fevereiro 2023. Disponível em: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/pt/news/commission-launches-european-regulatory-sandbox-blockchain>

“Contratação Pública – Crescimento Verde”. Crescimentoverde.org, 2023. Disponível em: <https://www.crescimentoverde.gov.pt/compromisso/areas-tematicas/contratacao-publica-2/> Acesso em: 26 de abril de 2023.

“Contrato del desarrollo y evolución del sistema de licitación electrónica con tecnología de Registro distribuido (BLOCKCHAIN) de la comunidad Autónoma de Aragón”. Infopublic, 2021. Disponível em: <https://www.infopublic.net/concursos/contrato-desarrollo-evolucion-sistema-licitacion-electronica-tecnologia-registro-distribuido-blockchain-comunidad-autonoma-aragon-2863428>

“Decreto Legislativo n.º 1018, que crea la Central de Compras Públicas – Perú Compras”, Ministerio de Economía y Finanzas

“El 2022 el estado ahorró S/1378 millones a través de las herramientas y estrategias de contratación pública que impulsa PERÚ COMPRAS”. Gob.pe, 2023. Disponível em: <https://www.gob.pe/institucion/perucompras/noticias/694831-el-2022-el-estado-ahorro-s-1378-millones-a-traves-de-las-herramientas-y-estrategias-de-contratacion-publica-que-impulsa-peru-compras>

“Exploring Blockchain Technology for Government Transparency: Blockchain-Based Public Procurement to Reduce Corruption”. World Economic Forum, 2020. Disponível em: https://www3.weforum.org/docs/WEF_Blockchain_Government_Transparency_Report.pdf

“Green and Sustainable Public Procurement”. Comissão Europeia. Disponível em: https://ec.europa.eu/environment/gpp/versus_en.htm . Acesso em: 26 de abril de 2023.

“PERÚ COMPRAS ingresa al ecosistema digital de la blockchain”. Perú Compras, San Isidro, 16 de abril de 2019. Disponível em: <https://www.perucompras.gob.pe/informacion/noticia.php?npid=NP0222019>

“PERÚ COMPRAS registró en blockchain más de 154 mil órdenes de compra”. Gob.pe, 2020. Disponível em: <https://www.gob.pe/institucion/perucompras/noticias/297606-peru-compras-registro-en-blockchain-mas-de-154-mil-ordenes-de-compra>

“Promise and peril: blockchain, bitcoin and the fight against corruption”. Transparency International, 2018. Disponível em: <https://www.transparency.org/en/news/promise-and-peril-blockchain-bitcoin-and-the-fight-against-corruption>

“Quais são os principais aspetos do Regulamento Geral sobre a Proteção de Dados (RGPD) de que as administrações públicas devem estar cientes?”. Comissão Europeia. Disponível em: https://commission.europa.eu/law/law-topic/data-protection/reform/rules-business-and-organisations/public-administrations-and-data-protection/what-are-main-aspects-general-data-protection-regulation-gdpr-public-administration-should-be-aware_pt

Advice to ESMA – Own Initiative Report on Initial Coin Offerings and Crypto-Assets. Securities and Markets Stakeholder Group, 2018. Disponível em: https://www.esma.europa.eu/sites/default/files/library/esma22-106-1338_msg_advice_-_report_on_icos_and_crypto-assets.pdf . Acesso em: 26 de abril de 2023.

AGUIAR, Lilian. “Poder de compra público, Inovação e Blockchain”. ResearchGate, Novembro de 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/356143715_PODER_DE_COMPRA_PUBLICO_INOVACAO_E_BLOCKCHAIN

ALVES, Ermelinda Cristina Damas da Silva. 2021. “O princípio da transparência na contratação pública: o caso dos ajustes diretos”. Dissertação de Mestrado, Instituto Politécnico do Porto. https://recipp.ipp.pt/bitstream/10400.22/17742/1/Ermelinda_Alves_MGO-2020.pdf

BADA, Abigael; DAMIANOU, Amalia; ANGELOPOULOS, Constantinos Marios; KATOS, Vasilios. “Towards a Green Blockchain: A Review of Consensus

Mechanisms and their Energy Consumption”. ResearchGate. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/354818357_Towards_a_Green_Blockchain_A_Review_of_Consensus_Mechanisms_and_their_Energy_Consumption Acesso em: 26 de abril de 2023.

BLAY, Miguel Ángel Bernal – “Blockchain and Public Procurement: I have a dream”. European Review of Digital Administration & Law – Erdal, 2021. Disponível em: <https://www.erdalreview.eu/free-download/979125994752912.pdf>

BLAY, Miguel Ángel Bernal – “El Desarrollo autonómico de la normativo sobre contratos públicos”. Monografias de la Revista Aragonesa de Administración Pública. 2018. Disponível em: https://contratodeobras.com/images/Miguel-Angel-Bernal_-El-Desarrollo-autonoico.pdf

CARVALHO, Raquel. “Blockchain and public procurement”. Repositorio UCP. Disponível em: https://repositorio.ucp.pt/bitstream/10400.14/33201/1/BlockchainandPublicProcurement_Archive_4_.pdf Acesso em: 26 de abril de 2023.

CASALLAS, Jenny Alexandra Triana; CUEVA-LOVELLE, JUAN MANUEL; MOLANO, JOSÉ IGNACIO RODRÍGUEZ. “Smart Contracts with Blockchain in the Public Sector”. ResearchGate, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/343884451_Smart_Contracts_with_Blockchain_in_the_Public_Sector

David Chaum, *Computer Systems Established, Maintained, and Trusted by Mutually Suspicious Groups*, Electronics Resarch Laboratory, College of Engineering, University of California Berkeley, 22 de fevereiro de 1979. Disponível em: <https://www2.eecs.berkeley.edu/Pubs/TechRpts/1979/ERL-m-79.10.pdf>

FREIRE, João Pedro – “Blockchain e Smart Contracts - Implicações Jurídicas” – ed. Almedina, Coimbra, 2021

GOMES, Carla Amado; PEDRO, Ricardo; SERRÃO, Tiago; CALDEIRA, Marco – “Comentários ao Código dos Contratos Públicos Volume I”, 4ª edição – ed. AAFDL, Lisboa, 2021

GOMES, Carla Amado; PEDRO, Ricardo; SERRÃO, Tiago; CALDEIRA, Marco – “Comentários à revisão do Código dos Contratos Públicos”, 3ª edição – ed. AAFDL, Lisboa, 2019

GONÇALVES, Pedro Costa – “Direito dos Contratos Públicos” – 5ª edição - ed. Almedina, Coimbra, 2021

KONSTANTINOS CHRISTIDIS; MICHAEL DEVETSIKIOTIS. *Blockchains and Smart Contracts for the Internet of Things*, Department of Electrical and Computer Engineering, North Carolina State University, Raleigh, NC 27606, USA, 10 de maio de 2016. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=7467408>

LEMIEUX, Victoria L. “Blockchain and Recordkeeping: Editorial”. School of Information, The University of British Columbia. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-431X/10/11/135>

LU, Yuehong ; KHAN, Zafar A.; ALVAREZ-ALVARADO, Manuel S.; ZHANG, Yang; HUANG, Zhijia; IMRAN, Muhammad. “A Critical Review of Sustainable Energy Policies for the Promotion of Renewable Energy Sources”. MPDI. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/12/5078> . Acesso em: 26 de abril de 2023.

MADEIRA, Paulo – “Blockchain: um contributo para uma nova contratação pública eletrónica”. Revista de Direito Administrativo Ano IV N.º 11

NETO, António José Rodrigues; BORGES, Maria Manuel; ROQUE, Licínio. “A preliminary study of proof of concept practices and their connection with information systems and information science”. Universidade de Coimbra, 2018. Disponível em: https://estudogeral.uc.pt/bitstream/10316/86804/1/neto-borges-roque-TEEM18_paper_36-FINAL.pdf

NFT – Legal Token Classification. EU Blockchain Observatory and Forum, 2022. Disponível em: <https://www.eublockchainforum.eu/sites/default/files/research-paper/NFT%20%E2%80%93%20Legal%20Token%20Classification.pdf>

No 1015 DLT-Based Enhancement of Cross-Border Payment Efficiency – a Legal and Regulatory Perspective”. Bank for International Settlements. Disponível em: <https://www.bis.org/publ/work1015.pdf>

OLIVEIRA, Ana Perestrelo de – “Smart Contracts, Risco e Codificação da Desvinculação ou Modificação Negocial” – ed. Almedina, Coimbra, 2023

Oracles. Ethereum, 2023. Disponível em: <https://ethereum.org/en/developers/docs/oracles/>. Acesso em: 26 de abril de 2023.

RAIMUNDO, Miguel Assis – “Concorrência e Sustentabilidade: dois desafios para a contratação pública | Actas das II Jornadas de Direito dos Contratos Públicos (30 de setembro a 2 de outubro de 2020, FDUL)”, - ed. AAFDL, Lisboa, 2021

RAIMUNDO, Miguel Assis. “A contratação sustentável como prioridade no anteprojecto: do princípio aos mecanismos de implementação”. *Contratospublicos.net*, 2016. Disponível em: <https://contratospublicos.net/2016/10/16/a-contratacao-sustentavel-como-prioridade-no-anteprojecto-do-principio-aos-mecanismos-de-implementacao/>

ROCHA, Francisco Chilão – “Regime Jurídico dos Non-Fungible Tokens” – ed. Almedina, 2022

SÁNCHEZ, Pedro Fernández – “Direito da Contratação Pública” – Vol. I, ed. AAFDL, Lisboa, 2020

SAVA, Nadia-Ariadna; DRAGOȘ, Dacian. “The legal regime of smart contracts in public procurement”. *RTSA*, 2022. Disponível em: <https://rtsa.ro/tras/index.php/tras/article/download/698/693>

Scientific Foresight Unit (STOA) EPRS | European Parliamentary Research Service. “Blockchain and the General Data Protection Regulation: Can distributed ledgers be squared with European data protection law?”. Serviço de Estudos do Parlamento Europeu, 2019. Disponível em: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2019/634445/EPRS_STU\(2019\)634445_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2019/634445/EPRS_STU(2019)634445_EN.pdf)

SILVA, João Filipe Santiago da. 2016. “O combate à corrupção nos procedimentos de contratação pública: uma visão sobre a estratégia adotada na união europeia”. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Direito, Universidade Católica Portuguesa. <https://repositorio.ucp.pt/bitstream/10400.14/21573/1/Tese%20Completa%20word%20corrigida.pdf>

SILVA, Jorge Andrade da – “Código dos Contratos Públicos Anotado e comentado” – 9ª Edição Revista e Atualizada, Ed. Almedina, Coimbra, 2021

STANČIĆ, Hrovje; BRALIĆ, Vladimir – “Digital Archives Relying on Blockchain: Overcoming the Limitations of Data Immutability”. *MDPI*. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-431X/10/8/91>

SZABO, Nick. “Smart Contracts”. Disponível em: <https://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart.contracts.html>

TELLES, Pedro, “Blockchain em contratação pública”, *in* Concorrência e Sustentabilidade: dois desafios para a contratação pública - RAIMUNDO, Miguel Assis

– “Concorrência e Sustentabilidade: dois desafios para a contratação pública | Actas das II Jornadas de Direito dos Contratos Públicos (30 de setembro a 2 de outubro de 2020, FDUL)”, - ed. AAFDL, Lisboa, 2021

TELLES, Pedro. “Existing and potential uses cases for blockchain in public procurement”. SSRN, 2022. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4293311

VÁRIOS. “Disruptive Technologies in Public Procurement”. The World Bank, 2021. Disponível em: <https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/522181612428427520/disruptive-technologies-in-public-procurement>

What is Gas?. District0x Educational Portal, 2023. Disponível em: <https://education.district0x.io/general-topics/understanding-ethereum/what-is-gas/>. Acesso em: 26 de abril de 2023.

ZETZSCHE, Dirk A.; ANKER-SØRENSEN, Linn; PASSADOR, Maria Lucia; WEHRLI, Andreas. “BIS Working Papers