



PEDRO DE ALMEIDA FERNANDES
Advogado PLMJ

Smart Contracts: o Fenómeno, o Direito Privado e o Mercado de Valores Mobiliários*

Smart Contracts: Phenomenon, Private Law and Securities Markets

RESUMO: A construção teórica dos *smart contracts* não sendo uma novidade, apenas ganhou verdadeiro destaque com a emergência das plataformas de registo distribuído – depositando particulares, empresas e restantes atores económicos as suas esperanças na possibilidade de simplificação e segurança nas transações ocorridas no comércio internacional. O presente estudo está estruturado em três partes, visando cada uma destas analisar o fenómeno jurídico associado à utilização de contratos inteligentes no comércio jurídico. Na primeira parte, iremos abordar o fenómeno em si, especialmente do ponto de vista histórico, tecnológico, filosófico e funcional. Na segunda parte, deslocaremos a questão para o enquadramento jurídico (jus-civilístico e contratual), salientando as principais problemáticas jurídicas que avultam do recurso a contratos inteligentes e as fronteiras que o sistema jurídico define para os mesmos. Na terceira parte, procuraremos explorar algumas das potencialidades aplicativas dos contratos inteligentes quando direccionadas para o mercado de valores mobiliários, em particular, no que concerne às fases de compensa-

* O presente texto corresponde, com limitadíssimas alterações, ao relatório elaborado para o Seminário de Direito dos Valores Mobiliários, no ano letivo 2019/2020, no âmbito do Curso de Mestrado em Direito e Ciência Jurídica na Faculdade de Direito da Faculdade de Direito de Lisboa, na especialidade em Direito Comercial, sob a regência do Senhor Professor Doutor António Barreto Menezes Cordeiro.

ção e liquidação, assim como o surgimento de novos contratos de derivados com uma “faceta inteligente”.

Palavras-Chave: *smart contracts; blockchain; mecanismo escrow; executoriedade; smart derivatives.*

ABSTRACT: *The concept of smart contracts is not new, but only gained real importance with the rise of distributed ledger technology platforms – with individuals, companies and other economic actors investing their hopes in the possibility of simplifying and enhancing the efficiency and reliability of transactions in international trade. This study is structured in three parts, each of which aims to analyse the legal phenomenon associated with the use of smart contracts in legal trade. In the first part, we will address the phenomenon itself, especially from a historical, technological, philosophical, and functional point of view. In the second part, we will focus on the legal framework (notably, from a civil and contractual perspective), highlighting the main legal issues that arise from the use of smart contracts and the boundaries that the legal system sets out for them. In the third part, we will explore some of the potential applications of smart contracts towards the securities market, particularly regarding the clearing and settlement phases, as well as the expansion of new derivative contracts with a “smart side”.*

Keywords: *smart contracts; blockchain; escrow mechanism; enforceability; smart derivatives.*

SUMÁRIO: 1. Introdução e indicação de sequência; 2. Evolução histórica dos contratos digitais; 3. Os *smart contracts*: o fenómeno e o conceito; 3.1. Os *smart contracts* na visão de Nick Szabo; 3.2. O conceito (relevante) de “*smart contract*”; 3.3. Principais características; 3.4. A ligação com o “mundo real”: os oráculos; 4. A blockchain enquanto “veículo” ideal para a afirmação dos contratos inteligentes; 4.1. A blockchain: síntese; 4.2. Os *smart contracts* embutidos na rede blockchain: resultados; 5. Os *smart contracts* são efetivamente contratos no âmago do conceito? A autossuficiência enquanto mecanismo contratual; 6. O enquadramento normativo: a LCE; 7. Garantias de cumprimento: virtualidades da utilização de contratos inteligentes; 7.1. Os *smart contracts* e o seu mecanismo *escrow*: enquadramento e relacionamento com o princípio do *par conditio creditorum*; 7.2. O mecanismo de satisfação dos credores – a sua acionabilidade; 7.3. Outros problemas de direito civil relativos à implementação de *smart contracts*; 7.3.1. Os *smart contracts* e a *criptolaw*: problemas dogmáticos; 7.3.2. A inabilidade em “lidar” com conceitos indeterminados – crise covid-19 e o instituto da alteração das circunstâncias; 7.3.3. O problema

da inabilidade dos contratos inteligentes na verificação da capacidade negocial dos participantes (anonimização e pseudonimização) – uma possível resposta na LBCFT?; 7.3.4. O regime do erro e os *smart contracts*; 7.3.5. A responsabilidade civil dos oráculos: o simples transporte e o fornecimento de conteúdos; 8. Introdução: os contratos inteligentes e a blockchain como sumos catalisadores de um mercado à escala global?; 9. Os possíveis riscos na utilização de *smart contracts* no mercado de valores mobiliários; 10. A liquidação e compensação: unificação? 11. Os *smart derivatives*; 11.1. Conceito; 11.2. Os *smart derivatives*: uma possível solução?; 11.3. Operacionalização de uma *wallet* para cumprimento quanto a um *smart derivative*; 12. Nótulas conclusivas.

1. Introdução e indicação de sequência

Desde o início da década passada, muitas transformações ocorreram em relação à disseminação de informação e ao desenvolvimento de ferramentas assentes na *Internet*, sendo, rigorosamente, neste âmbito que emergiu a tecnologia de registo distribuído (a “*blockchain*”)¹ – além de outras inovações, tais como: a computação em nuvem (também conhecida como *cloud computing*), a *internet* das coisas, a *big data*, etc².

Com fundamento nas plataformas de registo distribuído, têm vindo a ser desenvolvidos o desenvolvimento novos e inovadores métodos de armazenamento e processamento de dados, habilitando particulares, empresas e restantes atores económicos a simplificarem as transações económicas, atalhando, ademais, as camadas de entidades que intervêm nos negócios jurídicos³.

¹ Cfr. Thibault Schrepel, *Collusion by blockchain and smart contracts*, Harvard Journal of Law & Technology, Vol. 33, n.º 1 (Outono, 2019), 117 e ss. Disponível em: <https://jolt.law.harvard.edu/assets/articlePDFs/v33/03-Schrepel.pdf>.

² Cfr. Alexander Savelyev, *Contract Law 2.0: «Smart» Contracts As the Beginning of the End of Classic Contract Law*, Higher School of Economics Research Paper No. WP BRP 71/LAW/2016 (2016), 3-4. Disponível em https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2885241.

³ Advait Deshpande/Katherine Stewart/Louise Lepetit/Salil Gunashekar, *Distributed Ledger Technologies/Blockchain: Challenges, opportunities and the prospects for standards*, BSI Group (2017), 1-3.

Justamente, neste cenário, surge a tipologia de contratos que será alvo de uma profusa análise ao longo do nosso estudo: os contratos inteligentes ou *smart contracts*⁴.

Com efeito, numa primeira parte, iremos tentar compreender o fenómeno do ponto de vista histórico, tecnológico, filosófico e funcional. De onde surgiram os contratos inteligentes? Como funciona um *smart contract*? O que é um oráculo? Até que ponto estão os contratos inteligentes e as plataformas de registo distribuído interligadas?

De seguida, na segunda parte da presente análise, iremos deslindar os principais problemas que avultam em relação a estes especiais contratos, sendo estes transversais a várias áreas do Direito. Não obstante, o espaço que, neste momento, pode ser considerado o busílis da discussão jurídica situa-se nos domínios do Direito Civil e do Direito dos Contratos, já que, por ser um fenómeno relativamente recente e tendo em consideração as características da autoexecutoriedade e imutabilidade do acordo, a admissibilidade e compatibilização com o ordenamento jurídico encontra-se em aberto. Neste sentido, iremos dissecar as várias pistas que o sistema jurídico indica para, desse modo, interpretarmos se há lugar para a celebração de contratos inteligentes e, pressupondo uma resposta positiva, quais os seus limites e em que termos se encontram estes definidos.

Por fim, na terceira e última parte deste estudo, procuraremos explorar algumas das potencialidades aplicativas dos contratos inteligentes quando direcionadas para o mercado de valores mobiliários, em particular, no que concerne às fases de compensação e liquidação, assim como o surgimento de novos contratos de derivados com uma “faceta inteligente”.

Por conseguinte, é rigorosamente com fundamento nestas problemáticas e questões associadas que iremos desenvolver e aprofundar o presente estudo. Sendo que, para o efeito, procuraremos explorar não só o ponto de vista jurídico, mas também outras áreas

⁴ Tal como afirmado no relatório da ISDA, *Whitepaper Smart Derivatives Contracts: From Concept to Construction* de 2018, os *smart contract* têm a virtualidade de facilitarem e tornarem mais eficiente a infraestrutura relativa à contratação (ISDA, *Whitepaper Smart Derivatives Contracts: From Concept to Construction* (2018), 4. Disponível em <https://www.isda.org/2018/10/03/smart-derivatives-contracts-from-concept-to-construction/>).

do conhecimento (nomeadamente, computação, finanças, economia, *etc.*) que se encontram em íntima relação com o fenómeno dos *smart contracts*. Note-se, contudo, que esta análise não será amplamente holística, uma vez que muitas outras áreas do Direito poderiam ser chamadas à colação e outras pistas poderem ser deslindadas em função da justiça referente ao caso concreto. Portanto, o que será abordado *infra* pretende-se, logicamente, lançar somente as bases sobre algumas temáticas que julgamos mais pertinentes no âmbito destes novos instrumentos que podem ser a “*next big thing*” – como vaticina um dos maiores *players* do mercado no mercado das plataformas de registo distribuído, a rede *Ethereum*⁵ – no comércio eletrônico mundial.

2. Evolução histórica dos contratos digitais

A história do Direito Civil, em particular do Direito dos Contratos, como é consabido, é milenar, remontando os seus princípios aos primórdios civilizacionais. Comprar, vender, arrendar, locar, doar, ceder, *etc.*, são conjuntos de ações que os seres humanos estão habituados a efetuar quase naturalmente e de forma sequencial ao longo da vida.

Porém, desde o advento do surgimento dos computadores e da *internet*, as soluções e regras postuladas pelo Direito do Contratos têm vindo a sofrer algumas alterações com fundamento nos novos fenómenos tecnológicos que emergem sequencialmente como consequência daquelas duas invenções.

Em concreto, os contratos digitais tiveram o seu “nascimento” na Alemanha, no ano de 1948, em virtude do estabelecimento da

⁵ A *Ethereum* desenvolveu uma linguagem computacional denominada *Solidity*, especificamente para a implementação de contratos inteligentes. Desde o lançamento da rede *Ethereum*, têm sido desenvolvidos uma gama bastante distinta de contratos comerciais com vista a regularem a transferência de moedas e/ou ativos digitais (tangíveis ou não tangíveis). – Primavera De Filippi/Aaron Wright, *Blockchain and the Law: the Rule of Code*, Harvard University Press: Cambridge (2019), 75-76.

“cortina de ferro” e da proibição de deslocação e acesso à República Democrática da Alemanha (“RDA”)⁶.

Em resposta, os Aliados começaram a enviar mantimentos diariamente para Berlim Oeste e para restante RDA. Para o efeito de organização e acompanhamento dos materiais enviados, aqueles criaram um sistema que poderia ser transmitido através de telex, rádio telétipo ou telefone.

Daí em diante as ferramentas tecnológicas e, por consequência, os vários modelos de contratos digitais foram surgindo “em catadupa”.

O *e-mail* permitiu a emissão de propostas contratuais mais rápidas, substituindo a comunicação postal. Os *smartphones* admitem que os viajantes apresentem um *QR code* em vez de um bilhete de avião impresso. As *apps* de monitorização de entregas dão a possibilidade aos compradores de acompanharem o momento da entrega do bem. O *excel* capacita os contabilistas de criarem documentos mais aptos a refletirem a situação patrimonial das empresas (acompanhando, desta forma, as diretrizes exigidas pela Estrutura Conceptual do Sistema de Normalização Contabilística⁷).

Todos estes exemplos correspondem a um limitado conjunto, dentro de uma esfera quase ilimitada, de situações que a *internet* e a computação modificaram e forçaram a uma adaptação das regras jurídicas.

Neste espetro de novidades, surgiram os contratos automatizados – *i.e.*, muito sinteticamente, aqueles que são incorporados em código computacional –, podendo, alguns destes, proceder ao cumprimento automático das prestações do seu “criador”.

Os *smart contracts* fazem parte desta evolução sinérgica e constante. Ou seja, antecipando já um princípio de resposta quanto às soluções vigentes e enquadramento normativo, estes não conformam uma completa revolução ou sequer um fenómeno totalmente

⁶ Primavera De Filippi/Aaron Wright, *Blockchain and the Law* cit., 72-73.

⁷ Introduzido pelo Decreto-Lei n.º 158/2009, de 13 de julho. Sobre esta temática, *Cfr.* Ana Maria Rodrigues/Rui Pereira Dias, *Código das Sociedades Comerciais em Comentário – Volume I* (Coord: Coutinho de Abreu), Almedina: Coimbra (2010), 759 e ss.

novo e distinto com o qual os ordenamentos jurídicos necessitam de lidar.

Posto isto, cumpre realçar que embora não conformem uma autêntica revolução no seio do Direito dos Contratos, os contratos inteligentes enquadram-se numa evolução e concretizam um fenómeno que significa um avançar na página da (curta, mas intensa) história dos contratos digitais.

Na senda de HARRY SURDEN⁸, é possível decompor os diversos contratos digitais em três tipos cronologicamente organizados em função da forma como o convénio é expresso: (i) os contratos eletrónicos; (ii) os contratos orientados para dados; e (iii) os contratos computáveis.

O exemplo fundacional de contratos eletrónicos funda-se na tecnologia EDI (que em concreto significa: *electronic data interchange*), cujo aparecimento permitiu de diversas formas aumentar a produtividade das cadeias de produção das empresas, dado que esta tecnologia permite a transmissão de informação *in-house*⁹.

O sistema EDI transformou para sempre o mundo transaccional, tendo, sequencialmente, surgido uma tendência para transpor os termos contratuais para a forma digital ao invés do tradicional método em papel¹⁰. Ademais, foi a sua adoção que possibilitou o *boom* que se relacionou com o estado atual das indústrias da alimentação, dos transportes, do mercado automóvel, entre outras¹¹.

Na sequência evolutiva, emergiu também o comércio eletrónico (*e-commerce*), que possibilitou o acesso dos consumidores a este género de contratos, bem como, essencialmente, banalizou de modo progressivo o consumo até aos termos que encontramos atualmente.

⁸ Cfr. Harry Surden, *Computable Contracts*, UC Davis Law Review, Vol. 46, 2012, *passim*. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2216866.

⁹ Sobre a tecnologia EDI, por todos, Jane K. Winn/Benjamin Wright, *Law of Electronic Commerce*, 4.ª ed., Wolters Kluwer (2001), § 5-09.

¹⁰ A história do EDI é pautada por sucesso. Posto que, como apontava Lawrence A. Cunningham, em 2006, “Na história de quatro décadas da EDI, não existiu nenhum litígio referente a contratos formado com base na tecnologia EDI” – Cfr. Lawrence A. Cunningham, *Language, Deals and Standards: The Future of Xml Contracts*, Washington University Law Review, Vol. 84 (2006), 321, nota de rodapé 113.

¹¹ Cfr. Primavera De Filippi/Aaron Wright, *Blockchain and the Law* cit., 73.

Todavia, em rigor, este tipo de contratos não difere muito dos contratos celebrados no dia-a-dia em formato não-eletrónico. De facto, os contratos eletrónicos¹² são tipo de contratos cuja diferença face aos contratos não-eletrónicos reside, mormente, na sua forma eletrónica. Dito de outro modo, a substância e a execução do contrato continuam a carecer da atuação humana¹³.

Em segundo lugar, surgem os contratos orientados para dados. Este género de contratos eletrónicos, na visão de HARRY SURDEN, corresponde justamente aos convénios onde “*as partes expressaram um ou mais termos ou condições do seu contrato numa forma desenhada para ser processada por um sistema de computador*”¹⁴.

Traçando uma distinção entre os contratos eletrónicos e os contratos orientados para dados: estes são primariamente definidos para serem processados por um computador ao invés daqueles que visão principalmente o processamento da informação por uma pessoa. Muito resumidamente, o contrato em vez de ser expresso em cláusulas ou frases escritas, é-o afinal em dados e regras computadorizados.

Aliás, nas áreas económico-financeiras, o núcleo dos negócios que envolvem transações é realizado com base em contratos orientados para dados¹⁵. O que se compreende, dado que, muitas vezes, embora a complexidade destes contratos seja enorme, a maioria dos seus termos é possível de traspor para linguagem processável.

Por exemplo, num *warrant* de tipo americano, as variáveis que subjazem à técnica de derivação acordada podem exigir a realização de cálculos complexos que, não obstante, são facilmente traduzidos

¹² Entendidos desta forma para efeitos da teoria evolutiva dos contratos digitais, pois, como veremos, a categoria de contratos eletrónicos tem um significado mais abrangente quando abordarmos *infra* o enquadramento normativo dos *smart contracts* na LCE.

¹³ Cfr. Kevin Werbach/Nicolas Cornell, *Contracts Ex Machina*, Duke Law Journal, Vol. 67 (março 2017), 321. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2936294.

¹⁴ Cfr. Harry Surden, *Computable Contracts* cit., 639.

¹⁵ No entender de Harry Surden são dois os aspetos que conferem esta especial apetência: (i) a capacidades de os elementos nucleares serem facilmente transpostos para código; (ii) a facilidade na compreensão dos dados inseridos neste género de contratos pelas máquinas. – Cfr. Harry Surden, *Computable Contracts* cit., 641-642, 659-661.

em linguagem *Boolean* (a linguagem computacional utilizada para o efeito)¹⁶. Caso as condições antecipadamente convencionadas se encontrem verificadas, o negócio concretiza-se (no nosso exemplo, poderia ser acionada a compra do ativo subjacente e, sequencial, liquidação do mesmo).

Todavia, HARRY SURDEN esclarece ainda que o facto de um contrato ser orientado para dados, não é equivalente a dizer que todo o contrato é representado em termos computacionais¹⁷.

Concluindo o autor, por fim, que a diferença entre os contratos eletrónicos e os contratos orientados para dados assenta na forma como ambos os contratos adquirem substancialidade. Enquanto os primeiros derivam do entendimento comum das partes pelo meio do exercício da linguagem, os segundos conferem esse sentido através de processos explícitos de atribuição semântica de conteúdo a um determinado conjunto de condições inseridas em sistema¹⁸.

Em último lugar, os contratos computáveis correspondem à última vaga tecnológica, segundo a qual os contratos adquirem uma razoável – por vezes, plena – autonomia decisória sobre o cumprimento e execução contratual¹⁹.

Dito de outro modo, os computadores e os códigos que estes implementam adquirem a capacidade de negociar, celebrar, executar e confirmar a execução da contraparte. Permitindo, desta forma, que todas estas fases ocorram rapidamente e eficientemente (evitando-se, no outro lado da moeda, o erro humano)²⁰, bem como se

¹⁶ Cfr. Harry Fairhead, *Introduction to Boolean logic* (2017), disponível em <https://www.i-programmer.info/babbages-bag/235-logic-logic-everything-is-logic.html>.

¹⁷ Cfr. Harry Surden, *Computable Contracts* cit., 641.

¹⁸ Cfr. Harry Surden, *Computable Contracts* cit., 641 (em especial, nota de rodapé 40).

¹⁹ Cfr. Kevin Werbach/Nicolas Cornell, *Contracts* cit., 321-322.

²⁰ Embora como veremos em maior detalhe *infra*, os erros associados à contratação pelo meio de computadores serem uma possibilidade (até associada a defeitos imputáveis ao próprio programador), estes são mais reduzidos que o puro erro humano. Veja-se ainda, a título de exemplo, o “escândalo T. Rowe” que custou o equivalente a 190 milhões de dólares americanos devido a um erro informático (Cfr. <https://fortune.com/2016/06/04/computer-error-t-rowe-price-dell/>). Posteriormente, os sujeitos foram considerados judicialmente responsáveis e, em consequência, tiveram de restituir os montantes perdidos aos investidores que se opuseram ao negócio.

limitam os custos transacionais inerentes aos convênios celebrados pelos atores económicos.

Desta forma, o computador poder-se-á tornar numa ferramenta que continuamente pode centrar as atenções humanas para outros aspetos da vida transaccional, deixando para os computadores a negociação, a execução e o cumprimento dos contratos. Tudo isto com rapidez e qualidade de processamento inerentes ao poder computacional.

Sem embargo, a visão de SURDEN apenas acautelava a existência de contratos regidos por protocolos informáticos que têm a capacidade de efetuar “*avaliações prima facie sobre o cumprimento e execução do contrato*”²¹. Por outras palavras, a ação dos protocolos implementados pode ser depois revertida em função da submissão do contrato às regras jurídicas aplicáveis (sejam elas as normas relativas aos vícios da vontade, as regras relativas à hierarquia de credores, as regras sobre a alteração das circunstâncias, etc.).

Como veremos *infra*, a visão de HARRY SURDEN encara este particular aspeto como uma “fraqueza” ou “limitação” deste género de contratos digitais²². Quanto a nós, esta fraqueza não existe, dado que se trata de uma mera evidência – ou melhor dizendo: uma condição de validade jurídica e constitucionalidade – para a existência destes convênios digitais. Ainda por cima, tendo em consideração as limitações funcionais que lhes são inerentes, já que, sem razão de exaustividade, o estabelecimento das condições que desencadeiam o cumprimento automatizado podem esconder um dissenso oculto, a imutabilidade da rede de registo distribuído pode implicar o favorecimento de um credor que utiliza a plataforma ou até as condições iniciais poderem ser usurárias ou tornarem-se usurárias.

Significa isto que, na nossa visão, os contratos inteligentes enquadram-se, justamente, na categoria dos contratos computáveis – ainda que forcem a revisitar o conceito e o entendimento da sua “limitação”. Assim sendo, os contratos computáveis consubstanciarão a *tipologia de contratos que, através de processos explícitos de*

²¹ Harry Surden, *Computable Contracts* cit., 636, nota de rodapé 15.

²² Harry Surden, *Computable Contracts* cit., 637.

atribuição semântica de conteúdo a um determinado conjunto de condições inseridas em sistema, tem a capacidade de realizar avaliações prima facie sobre o cumprimento e execução do contrato, podendo ou não, inclusive, reger todo o ciclo da vida contratual automaticamente (sem embargo de recurso à via jurisdicional para compor os litígios que eventualmente ocorram das soluções automatizadas que resultem da aplicação dos protocolos implementados).

3. Os *Smart Contracts*: o fenómeno e o conceito

3.1. Os *Smart Contracts* na visão de Nick Szabo

Os contratos inteligentes ou *smart contracts* foram pela primeira vez, decorria o final da década de 90 do século passado, teorizados pelo jurista e criptógrafo norte-americano NICK SZABO²³.

Entre todos os *papers* que o autor agradavelmente publicou, possivelmente, o mais notável e completo corresponderá ao artigo, datado de 1996, intitulado “*Smart Contracts: Building Blocks for Digital Markets*”, onde o autor expõe aprofundadamente a sua visão fundacional quanto aos instrumentos que são objeto da nossa presente análise.

Neste último trabalho, o visionário autor norte-americano procedeu à análise dos contratos inteligentes, subdividindo-a em dois pontos distintos:

- (i) o modo como são celebrados contratos juridicamente vinculantes; e,
- (ii) a importância que os contratos jurídicos detêm na sociedade²⁴.

²³ Cfr. Nick Szabo, *Smart Contracts* (1994). Disponível em <https://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart.contracts.html>; Nick Szabo, *Smart Contracts: Building Blocks for Digital Markets* (1996). Disponível em: http://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart_contracts_2.html; Nick Szabo, *Formalizing and Securing Relationships on Public Networks* (1997). Disponível em: <https://firstmonday.org/ojs/index.php/fm/article/view/548/469>.

²⁴ Cfr. Nick Szabo, *Smart Contracts* cit..

No primeiro plano, o norte-americano observou que o método tradicional de formalização e execução dos negócios bilaterais assentava na consubstanciação das liberdades de celebração e estipulação²⁵ – independentemente da sua natureza ou função –, *i.e.*, o processo de “*meeting of minds*” entre os contratantes²⁶, busílis do princípio da autonomia privada²⁷.

No segundo plano, com bastante destaque na realidade presente nos ordenamentos de *common law*, o autor procurou explanar o papel que os contratos possuíam na nossa sociedade e nas várias que a antecederam, funcionando como o veículo paradigmático para uma economia assente na livre iniciativa económica²⁸.

Perante as ínfimas possibilidades que a criptografia poderia deslocar para o universo jurídico, especialmente no que concerne à razão custo-benefício de incumprimento do convénio, o autor definiu os *smart contracts* como “*um conjunto de promessas, especificadas digitalmente, incluindo os protocolos nos quais as partes realizam as suas promessas*”²⁹.

A ideia que está na base teórica dos contratos inteligentes não é nova: o robustecimento da estabilidade contratual. Aliás, a virtualidade de tornar o incumprimento mais dispendioso para a parte faltosa, já se encontrava em variadas cláusulas contratuais (como as garantias, as cláusulas penais, *etc.*).

Na sequência o “criador” dos *smart contracts* acaba por utilizar como analogia o sistema subjacente ao funcionamento de uma “*humilde*” máquina de venda automática (as “*vending machines*”)³⁰.

²⁵ Cfr. Diogo Pereira Duarte, “*Smart Contracts*” e *Intermediação Financeira* in *FinTech II – Novos Estudos sobre Tecnologia Financeira*, Almedina: Coimbra (2019), 172.

²⁶ Nick Szabo, *Smart Contracts* cit..

²⁷ Sobre este, veja-se, por todos, Ana Prata, *A Tutela Constitucional da Autonomia Privada*, Almedina: Coimbra (2017).

²⁸ Nick Szabo, *Smart Contracts* cit.

²⁹ Nick Szabo, *Smart Contracts* cit: “*a set of promises, specified in digital form, including protocols within which the parties perform on these promises*”.

³⁰ A primeira referência conhecida a este instrumento remonta a 215 A.C. numa obra do matemático grego Hero (“*Pneumatika*”). Este autor helénico descreveu a existência de um aparelho que dispensava água sagrada nos templos egípcios. O seu funcionamento era muito simples: o utilizador inseria uma moeda num determinado local, puxava uma alavanca e

Estes aparelhos são, na ótica de NICK SZABO, justamente os antepassados remotos dos contratos inteligentes³¹⁻³².

O autor, embora num outro artigo, também dá o exemplo dos contratos de venda sob reserva de propriedade como passíveis de serem utilizados para implementar os contratos inteligentes³³. Assim sendo, segundo NICK SZABO, na hipótese de incumprir no pagamento das prestações devidas, o *smart contract* poderia bloquear imediatamente o carro, devolvendo, por conseguinte, o controlo do automóvel ao banco ou à sociedade financiadora³⁴.

Para concretizar a ideia explanada, o autor definiu que a figura deveria observar um conjunto de quatro princípios no seu desenho contratual³⁵:

uma válvula vertia o “líquido sagrado”. Este mecanismo também era utilizado na Inglaterra do século XVII, em pleno vigor das abomináveis leis de sedição, tendo sido inventado por Richard Carlile um mecanismo automatizado que tornava a verificação por parte da Coroa de que um determinado alfarrabista tinha vendido material que poderia conter blasfémias. O inventor argumentava que o contrato era celebrado com a máquina, descartando, assim, o envolvimento formal do efetivo vendedor. Posto que, embora a ideia do inventor britânico não tenha vingado naquele concreto momento da história, este acabou por abrir o caminho para a democratização das *vending machines* no mercado (bem como venceu o destaque que estes aparelhos poderiam ter no campo político e económico). – Cfr. Max Raskin, *The Law and Legality of Smart Contracts*, 1 Georgetown Law Technology Review, Vol. 305 (2017), 315-316. Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=2959166>.

³¹ Nick Szabo, *Smart Contracts* cit: “A canonical real-life example, which we might consider to be the primitive ancestor of smart contracts, is the humble vending machine. Within a limited amount of potential loss (the amount in the till should be less than the cost of breaching the mechanism), the machine takes in coins, and via a simple mechanism, which makes a beginner’s level problem in design with finite automata, dispense change and product fairly”.

³² Sobre os contratos realizados com autómatos em geral, cfr. António Menezes Cordeiro, *Tratado de Direito Civil*, Vol. II – *Negócio jurídico, formação, conteúdo e interpretação, vícios da vontade, ineficácia e invalidades*, 4.ª ed., Almedina: Coimbra (2017), 343-345; Luís A. Carvalho Fernandes, *Teoria Geral do Direito Civil*, Vol. II, 5.ª ed., Universidade Católica Editora: Lisboa (2017), 125; e Pedro Pais de Vasconcelos/Pedro Leitão Pais de Vasconcelos, *Teoria Geral do Direito Civil*, 9.ª ed., Almedina: Coimbra (2019), 485-486.

³³ Cfr. Nick Szabo, *Smart Contracts* cit..

³⁴ Sobre os possíveis problemas associados aos “*starter interrupters*”: Cfr. Hugo Ramos Alves, *Smart Contracts entre a Tradição e a Inovação in FinTech II – Novos Estudos sobre Tecnologia Financeira*, Almedina: Coimbra (2019), 210-211.

³⁵ Cfr. Nick Szabo, *Smart Contracts* cit..

- (i) Observabilidade;
- (ii) Verificabilidade;
- (iii) Privacidade; e
- (iv) Executoriedade.

Em primeiro lugar, a observabilidade permitira às contrapartes atestarem o cumprimento de uma e de outra, assim como provarem esse mesmo cumprimento com relativa facilidade³⁶.

Em segundo lugar, a verificabilidade deve consentir que as partes provem o cumprimento, bem como um terceiro (juiz ou árbitro) poderá realizar igual exercício³⁷.

Em penúltimo lugar, o contrato não deve ser público e, por conseguinte, o conhecimento e controlo sobre o conteúdo e o cumprimento do contrato será distribuído entre as partes somente quando esse conhecimento seja requisito essencial para o cumprimento³⁸.

Em último lugar, a executoriedade (ou melhor: a necessidade de executoriedade) é atingida em resultado da existência dos restantes princípios, na medida que seria aqui que estes instrumentos jurídicos podiam tornar-se um caso sério³⁹.

Observados estes quatro princípios, as infinitas potencialidades dos *smart contracts* poderiam ser finalmente atingidas. Ainda assim, o autor não deixa de realçar que o recurso à criptografia e aos mecanismos de chaves de encriptação eletrónicas poderiam contribuir de forma bastante evidente para a economia e produtividade no desenvolvimento das relações contratuais “integradas no mundo”⁴⁰.

³⁶ Cfr. Nick Szabo, *Smart Contracts* cit..

³⁷ Nick Szabo, *Smart Contracts* cit..

³⁸ Nick Szabo, *Smart Contracts* cit..

³⁹ Nick Szabo, *Smart Contracts* cit..

⁴⁰ Nick Szabo, *Smart Contracts* cit.. A título de exemplo, atente-se na conclusão do estudo citado: “*Digital cash is here today, and many more smart contract mechanisms are being designed. So far the design criteria important for automating contract execution have come from disparate fields like economics and cryptography, with little cross-communication: little awareness of the technology on the one hand, and little awareness of its best business uses other. The idea of smart contracts is to recognize that these efforts are striving after common objectives, which converge on the concept of smart contracts.*”

O que acabou por não ter a merecida atenção por parte de juristas, economistas, políticos, empresários, até há bastante pouco tempo.

Conquanto a desenvoltura conceptual – relembramos que nos encontrávamos em 1996 – das ideias basilares dos contratos inteligentes propostas pelo autor norte-americano, na linha do defendido por PAUL CATCHLOVE, não fosse acompanhada pelas infraestruturas disponíveis na altura – o que, por conseguinte, não permitia a frutificação daquelas em algo suficientemente consubstanciado materialmente – não se pode deixar de reconhecer a visão vanguardista de NICK SZABO⁴¹.

3.2. O conceito (relevante) de “*smart contract*”

Não obstante a valia da lição de NICK SZABO, os autores que lhe seguiram consideram a sua definição, de certo modo, problemática, não tendo sido esta, por conseguinte, universalmente adotada⁴². Em primeiro lugar, porque deixa em aberto a questão da possibilidade destes instrumentos poderem consubstanciar um contrato em si. Em segundo lugar, os contratos inteligentes não identificam somente os protocolos que permitem o cumprimento, os contratos inteligentes implementam esses mesmos protocolos como realidade dinâmica e automatizada⁴³.

Neste sentido, várias definições têm sido apresentadas por variados autores e legisladores⁴⁴. Por exemplo, o legislador italiano, no

⁴¹ Cfr. Paul Catchlove, *Smart Contracts: A New Era of Contract Use* (dezembro, 2017), 1. Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=3090226>.

⁴² Kevin Werbach/Nicolas Cornell, *Contracts* cit., 319.

⁴³ Kevin Werbach/Nicolas Cornell, *Contracts* cit., 319.

⁴⁴ De acordo com a lei HB2417 do Estado do Arizona, um *smart contract* corresponde a “an event-driven program, with state, that runs on a distributed, decentralized, shared and replicated ledger and that can take custody over and instruct transfer of assets on that ledger” (Disponível em <https://www.azleg.gov/ars/44/07061.htm>). Por seu turno, em Malta, nos termos e para os efeitos do *Virtual Financial Asset Act*, o legislador identificou um contrato inteligente como “a form of technology arrangement consisting of (a) a computer protocol; or (b) an agreement concluded wholly or partly in an electronic form, which is automatable and enforceable by computer code, although some parts may require human input and con-

art. 8-ter do *Decreto-Legge* n.º 135, de 14 de dezembro de 2018, definiu “contrato inteligente” como “*um programa de computador que opera com base em tecnologias baseadas em registo distribuído e cuja execução liga automaticamente duas ou mais partes com base em efeitos pré-definidos*”⁴⁵.

Contudo, na doutrina internacional, há quem questione se os contratos inteligentes são realmente “inteligentes”⁴⁶, e até quem questione se, efetivamente, estes instrumentos carecem ser regulados pelo sistema jurídico tradicional ou se são regulados por um sistema novel denominado *lex cryptographia*⁴⁷.

Com efeito, na linha do foi afirmando pela Câmara do Comércio Digital (“*Chamber of Digital Commerce*”), “o termo “*smart contract*” é em si mesmo imperfeito. Um *smart contract* não é nem inteligente, nem é necessariamente um contrato”⁴⁸.

Aliás, importa referir que, não obstante a ligação umbilical que o aparecimento destes instrumentos tem com o advento da rede *blockchain* (como veremos *infra* em maior detalhe), poderão ser criados contratos inteligentes sem o recurso a presença de uma plataforma de registo distribuído (“*Decentralized Ledger Technology*”)⁴⁹. Serão os casos de contratos celebrados e executados entre aparelhos ou

trol and which may be also enforceable by ordinary legal methods or by a mixture of both” (Disponível em https://www.consob.it/documents/46180/46181/Malta_act_XXX_2018.pdf/89dfef93-aa00-45d7-b9a8-127eace3c422).

⁴⁵ Cfr. Decreto-Legge n.º 135, de 14 de dezembro de 2018. Disponível em <https://www.normattiva.it/uri-res/N2Ls?urn:nir:stato:decreto.legge:2018-12-14;135>.

⁴⁶ Neste sentido, cfr. David M. Adlerstein, *Are Smart Contracts Smart? A Critical Look At Basic Blockchain Questions*. Disponível em: <https://www.coindesk.com/when-is-a-smart-contract-actually-a-contract>.

⁴⁷ Esta expressão é utilizada, por exemplo, por Primavera De Filippi/Aaron Wright (Cfr. Primavera De Filippi/Aaron Wright, *Decentralized Blockchain Technology and the Rise of Lex Cryptographia* (março, 2015). Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2580664).

⁴⁸ Chamber of Digital Commerce, *Smart Contracts Legal Primer – Why Smart Contracts Are Valid Under Existing Law and Do Not Require Additional Authorization to Be Enforceable* (jan. 2018). Disponível em: <https://digitalchamber.org/wpcontent/uploads/2018/02/Smart-Contracts-Legal-Primer-02.01.2018.pdf>.

⁴⁹ Cfr. Marco Dell’erba, *Demystifying Technology. Do Smart Contracts Require A New Legal Framework? Regulatory Fragmentation, Self-Regulation, Public Regulation*, University of

agentes eletrônicos assentes, predominantemente, na *internet* das coisas (“*Internet of Things*”, ou abreviadamente “IoT”)⁵⁰.

Vejam, do ponto de vista de Direito dos Contratos, a ideia que subjaz a estes instrumentos não é, de facto, nova. Nos finais do século XVII, já Thomas Hobbes lhe fazia referência na sua obra “*Leviathan*”, *i.e.*, que os contratos para serem vinculantes necessitam de um sistema – nesse caso político – que assegurasse que as contrapartes poderiam confiar que uma e outra cumpririam a sua parte do convénio⁵¹.

É, rigorosamente, neste sentido que nos parece que o conceito deve ser orientado, ou seja, para uma constatação simples apontada por MAX RASKIN, os contratos inteligentes, do ponto de vista jurídico legal, representam “*um acordo cuja execução é automatizada*”⁵².

Ainda MAX RASKIN propõe uma outra qualificação baseada numa distinção que evidencia, precisamente, a característica da autoexecutoriedade: os contratos inteligentes *fortes* e os contratos inteligentes *fracos*. Na sua ótica, os *smart contracts* fortes são aqueles que apresentam custos proibitivos para que a sua revogação ou modificação opere, enquanto, por outro lado, os *smart contracts* ditos fracos, permitem essa alteração, nomeadamente, através do recurso a tribunais judiciais ou arbitrais para reverter a transação. Destarte, para este último autor, o que acaba por definir a qualificação repousa na relação custo-benefício em recorrer a um tribunal para modificar o resultado da execução⁵³.

Posto que, de acordo com J. STARK, os contratos inteligentes podem ainda ser interpretados de duas formas distintas (podendo ou

Pennsylvania Journal of Law & Public Affairs (maio, 2018), a aguardar publicação, 12. Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=3228445>.

⁵⁰ Sobre este género de transações, *Cfr.* Stacy-Ann Elvy, *Hybrid Transactions and the Internet of Things: Goods, Services, or Software?*, Washington and Lee Law Review, Vol. 74, n.º 1 (janeiro, 2017), 77-172. Disponível em: <https://scholarlycommons.law.wlu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=4530&context=wlulr>.

⁵¹ Kevin Werbach/Nicolas Cornell, *Contracts* cit., 315.

⁵² *Cfr.* Max Raskin, *The Law and Legality* cit., 309. Para o autor construções alternativas e com um escopo ampliativo existem, todavia, serão mais adequadas às áreas das ciências informáticas (*vd.* 309, nota de rodapé 11).

⁵³ *Cfr.* Max Raskin, *The Law and Legality* cit., 310.

não ser complementares): (i) os *legal smart contracts*; e (ii) o código do *smart contract*⁵⁴. O segundo estará sempre presente quando abordarmos o fenómeno dos contratos inteligentes, enquanto, por outro lado, o primeiro nem sempre se verificará devido à ausência de pressupostos normativos.

O código do *smart contract* é terminantemente associado à rede *Ethereum*, cujo objetivo primacial é sustentar e disseminar o código de contrato inteligente e as operações assentes nesta. Porém, atualmente, o termo é utilizado genericamente em toda a comunidade para se referir a qualquer programa complexo que seja armazenado e executado numa rede de registo distribuído⁵⁵. Ou seja: em termos de programação um *smart contract* pode ser utilizado para descrever uma panóplia de fenómenos. Ora, quando abordamos o fenómeno dos *legal smart contracts*, referimo-nos a um caso específico de utilização de código de *smart contract*, no qual a rede *blockchain* é utilizada para complementar ou substituir contratos existentes.

Sendo que, à guisa de uma conclusão, independentemente da multitude de definições, distinções e particularidades apontadas, temos por certo que um contrato inteligente corresponde a um negócio jurídico no qual a totalidade ou parte de um acordo previamente definido é implementado de forma automatizada e executável.

Todavia, note-se que para o que nos interessa analisar terão especial enfoque os “*legal smart contracts*”, ou melhor dizendo, os contratos inteligentes que são efetivamente contratos no âmago do conceito. Em jeito de antecipação, temos por certo que a possibilidade da realidade conhecida como contrato inteligente só será um “contrato” na raiz jurídica do termo na eventualidade de preencher os requisitos gerais de formação do negócio jurídico e de não violar normas legais imperativas.

⁵⁴ J. Stark, *Making sense of blockchain smart contracts* (2016). Disponível em <https://www.coindesk.com/making-sense-smart-contracts>.

⁵⁵ J. Stark, *Making cit*.

3.3. Principais Características

a) Forma digital

A primeira característica que efetuamos menção é provavelmente uma das quais menos se sobressai quando pensamos em *smart contracts*: a sua forma digital.

Efetivamente, um qualquer contrato inteligente carece de ser objeto de programação informática. Aliás, de certo modo, um *smart contract* não passa de assentar num código informático, programado em linguagem binária, compreendendo um conjunto de condições/eventos contratuais que, a serem observados, desencadearam a verificação de determinados resultados.

Em grande medida, a maioria ou a totalidade dos termos contratuais são inseridos e representados em forma digital – em concreto, numa rede registo distribuído. Sendo que o mesmo é efetuado contratualmente pelo meio do registo de ativos digitais ou ativos físicos do “mundo *offline*” na *blockchain*, com base em técnicas criptográficas de registo e autenticação⁵⁶.

b) Condicionalismo: a autoimplementação

Os contratos inteligentes são desenhados com base numa lógica condicional (ou seja: se o evento X ser verificar, o efeito Y acontecerá). Ora, inserindo as denominadas condições (as “regras”) na rede de registo distribuído e assegurando que estas efetivamente ocorrem, o resultado/efeito convencionado ocorrerá automaticamente.

Portanto, os contratos inteligentes são contratos “autoimplementáveis”, visto que são os protocolos computadorizados que regem o momento do cumprimento do contrato, com fundamento no que foi transmitido pelo programador do contrato inteligente como sendo a real vontade das partes.

Deste modo, a particular natureza dos *smart contracts* permitem às partes assegurarem *ex ante* o cumprimento do contrato

⁵⁶ Cfr. Paul Catchlove, *Smart Contracts* cit., 7.

somente através do recurso a cláusulas condicionais “*if-this, then-that*”⁵⁷. Para exemplificar, imagine-se a celebração de um contrato para a prestação de serviços jurídicos na elaboração de um requerimento, as partes embutiram esse convénio na rede de registo distribuído, tendo acordado na segregação de uma determinada fatia do património do cliente (com a virtualidade desse montante poder ser mobilizado). Sucede que, no dia em que o contrato iria operar efetivamente a divulgação da peça processual requerida, o cliente não detinha dinheiro suficiente para o pagamento do preço (e, por conseguinte, para a libertação da peça). Por outras palavras, a condição imposta para a implementação do contrato não foi observada, logo o advogado, por intermédio do contrato inteligente, não cumpriu a sua parte e não disponibilizou a peça processual.

Desta feita, tal como afirma MAX RASKIN, “*a execução do contrato não é nada mais do que a verificação de uma circunstância de facto por uma cláusula condicional*”⁵⁸.

Para o efeito, do ponto de vista técnico, genericamente, terão de estar presentes quatro elementos:

- (i) Um código computadorizado com toda a informação relativa à transação;
- (ii) A existência de uma carteira (“*wallet*”) conectada à rede de registo distribuído que o seu titular pode aceder através de chaves criptográficas – se aplicável; posto que, de modo a garantir que o incumprimento do convénio (como verificado no exemplo anterior) não ocorre, é aconselhável que as partes acordem a segregação de ativos (*e.g.*, dinheiro, instrumentos financeiros, bens digitais, *etc.*) necessários para o cumprimento;
- (iii) Um espaço digital onde a transação pode ser armazenada antes, e depois, de ser registada (tradicionalmente, uma rede de registo distribuído); e

⁵⁷ Cfr. Paul Catchlove, *Smart Contracts* cit., 15.

⁵⁸ Cfr. Max Raskin, *The Law and Legality* cit., 313.

(iv) A existência de um registo onde as transações podem ser armazenadas⁵⁹.

Em todo o caso, importa frisar que as cláusulas condicionais são imprescindíveis para a criação dos contratos inteligentes, uma vez que o código a ser implementado é baseado numa estrutura de verificação de eventos.

c) Autoexecutoriedade

Importa, neste momento, realçar o aspeto que entendemos ser o *plus* ou a essencialidade que estes instrumentos podem trazer para o tráfego económico e jurídico: a sua autoexecutoriedade.

Se observarmos atentamente a configuração dos contratos inteligentes, reparamos, com bastante acuidade, que estes operam de um modo determinístico, tendo por base uma sucessão de eventos pré-determinados, em todas as suas fases: (i) na verificação das condições que desencadeiam o desfecho contratual; (ii) nos possíveis resultados do convénio; e (iii) na forma como são resolvidos os eventos críticos (as também denominadas contingências).

Por ora, à primeira vista, é plausível afirmar que os contratos não-inteligentes do “mundo real” no esquema contratual tradicional vigente em Portugal e nos restantes países, em teoria, também podem ser enquadrados da mesma forma que os contratos inteligentes, pois os sistemas jurídicos pretendem reger o contrato deterministicamente – seja pela via contratual (onde dimana o princípio geral do *pacta sunt servanda*) ou legal (pelo meio da interpretação da lei e da integração de lacunas). Não obstante, a grande diferença assenta precisamente na capacidade de efetivar essa pretensão. Os contratos não-inteligentes, como é consabido, por vezes, encerram um processo indefinido na sua execução. Melhor dizendo: um impasse na execução. Seja em virtude do incumprimento de uma das partes, do aparecimento de indefinições no corpo do contrato

⁵⁹ Cfr. Gabriel O. B. Jacard, *Smart Contracts and the Role of Law*, Jusletter IT, n.º 23 (novembro, 2017), 5.

ou de um qualquer imbróglio carregado de incerteza resultante da interação humana. As hipóteses são praticamente infundáveis. Não nos cabe a nós quantificar probabilidades – nem os valores são, em concreto, relevantes –, porém, é probabilissimamente igual que a vida de um determinado contrato se confirme pontual, como, no mesmo sentido, isso não se suceda.

Ao mesmo não se arriscarão as partes que optem pela introdução dos termos do contrato num sistema criptográfico de leitura de dados, formando para o efeito, por conseguinte, um *smart contract*. Porquanto o convénio e os possíveis desfechos emergentes deste submetem-se ao que foi embutido em código, não há espaço para contendas ou mudanças no que foi acordado sem a existência de consentimento de ambas as contrapartes.

Nesta linha, os *smart contracts* também consubstanciam uma ferramenta que poderá ser utilizada para aumentar o grau de segurança jurídica e confiança nas relações civis e comerciais estabelecidas entre os atores comerciais. Isto porque, segundo o design contratual dos *smart contracts*, estes são programados de forma clara e detalhada, o que possibilita uma tendência para uma diminuição dos dissensos relativos à formação e interpretação do contrato – sendo que estes não deixam de poder existir, especialmente, no caso de dissenso oculto⁶⁰, todavia, essa possibilidade é restringida.

d) Lógica de eficiência

A celebração de um contrato tradicionalmente tem custos associados à sua realização com profissionais com competência para o efeito, como é o caso de advogados (cujos custos podem ser incre-

⁶⁰ A figura caracteriza-se, segundo Maria Raquel Rei, pela existência de “*uma aparente concordância entre as partes que, depois da análise das declarações e das vontades reais em presença, revela (1) a existência de um contrato, com o valor x, e de duas vontades reais, com os valores y e z; (2) a inexistência de acordo por falta de fusão das declarações negociais; ou (3) a inexistência de acordo por indeterminação do conteúdo.*” – Cfr. Maria Raquel Rei, *Da interpretação da declaração negocial no direito civil português*, Tese de Doutoramento em Direito, ramo de Ciências Jurídicas, na especialidade de Direito Civil, Faculdade de Direito de Lisboa (2010), 268.

mentados com base em gastos acessórios empregues na realização da minuta do contrato) ou intermediários financeiros (quando esteja em causa a negociação de valores mobiliários).

Todavia, o recurso a um contrato inteligente permite a ambas as partes gerirem todas as etapas dos contratos (com a possibilidade de acompanharem a etapa específica em que se encontram), diminuindo a necessidade de se sobreporem camadas múltiplas de intermediários nos vários tipos de contratos celebrados.

Por conseguinte, a gestão contratual transforma-se mais concentrada e “queima” passos que podem ser considerados desnecessários, pois, ao invés de após um intenso processo de *due diligence*, as tarefas de preparação, aprovação, assinatura e execução serem tomadas separadamente, estas fases poderão ser conjugadas sob a veste de um único processo de verificação sequencial de eventos, em conformidade com o que já foi referido.

3.4. A ligação com o “mundo real”: os oráculos

Na linha do que verificámos anteriormente, o funcionamento de um *smart contract* assenta primordialmente na capacidade de verificação de eventos (condições) que despoletam efeitos negociais e, consequentemente, executar automaticamente o previamente acordado.

Por exemplo, Anton e Bilro acordaram que o negócio que envolvia a compra de uma obra de arte armazenada em ficheiro *jpg*. aconteceria no dia 31 do mês seguinte⁶¹. Para o efeito armazenaram,

⁶¹ Lembra-se que uma obra do artista digital Beeple (*“Everydays: The First 5000 Days”*, 2007) foi leiloadada recentemente por perto de 70 milhões de dólares americanos. A obra foi certificada através de um *token* não-fungível (NFT, na sigla anglo-saxónica), tendo também sido a primeira obra do género a ser adquirida com base numa criptomoeda. – Cfr. https://www.abc.es/cultura/arte/abci-obra-digital-subastada-christies-casi-70-millones-dolares-202103111706_noticia.html?ref=https:%2F%2Fwww.linkedin.com%2F. Sobre esta categoria de instrumentos, Cfr. Sylvie Chevet, *Blockchain Technology and Non-Fungible Tokens: Reshaping Value Chains in Creative Industries*, HEC Master Thesis (2018). Disponível em https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3212662; e, recentemente, Dowling,

numa conta *escrow*, os bens objeto da transação (o preço e a obra). No dia 31 do mês seguinte, o *smart contract* procede à verificação das condições acordadas e opera a transferência do bem e ao depósito das quantias acordadas na carteira do vendedor.

Esta é a tipologia de contrato inteligente “simplificado”, onde a verificação da concretização das condições acordadas é puramente interna, *i.e.*, dos dados inseridos criptograficamente no momento da inserção do contrato na rede⁶². Porém, não raras as vezes – o que

Michael M., *Is Non-fungible Token Pricing Driven by Cryptocurrencies?* (março, 2021). Disponível em https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3815093.

⁶² Este momento pode ser equivalente ou não ao *momento da celebração do contrato*. De acordo com António Menezes Cordeiro, “O critério final para decidir da completude de uma proposta é...a própria aceitação” (Cfr. António Menezes Cordeiro, *Tratado II* cit., 321). Para Pedro Pais de Vasconcelos/Pedro Leitão Pais de Vasconcelos, “O contrato conclui-se, segundo a regra do artigo 232.º do Código Civil, no momento em que as partes chegarem a acordo acerca de cada uma das questões que qualquer uma delas tenha suscitado e sobre as quais tenha considerado necessário o consenso.” (Cfr. Pedro Pais de Vasconcelos/Pedro Leitão Pais de Vasconcelos, *Teoria Geral* cit., 489). Retomando o que estávamos a aflorar quanto ao momento da inserção das obrigações assumidas na rede e se este é paralelo ao momento da celebração do contrato, muitas vezes, esse momento variará consoante a natureza da formação do *smart contract*. Portanto, se estivermos perante um contrato inteligente *ad hoc* ou um contrato/software pré-estabelecido. No caso anterior da obra de arte, em princípio, seria um *smart contract* elaborado para esse fim (não obstante, se fosse um leilão como a obra de Bepple, já se equacionaria que a leiloeira pudesse basear toda a contratação num contrato inteligente previamente definido). Naquela eventualidade, as partes primeiramente celebram o contrato – tendo por base o princípio da liberdade de forma ínsito no art. 217.º do CC – e só, posteriormente, passam os seus termos a escrita criptográfica. Destarte, as obrigações emergentes do convénio já vinculam ambas as partes antes da existência do software. Enquanto nas plataformas como a *Ujo Music*, desde logo, assentes na negociação através de contratos inteligentes, normalmente, o momento da celebração e o momento da vinculação em rede é exatamente o mesmo. As obrigações jurídicas emergem simultaneamente que as obrigações “criptográficas”. Sobre esta temática em concreto, Cfr. Joana Ribeiro de Faria, *O regime jurídico da formação e do (in)cumprimento dos “contratos inteligentes” (os smart contracts)*, *ob. cit.*, 734 e ss. A autora distingue quatro formas de formação de contratos inteligentes: (i) “contratos inteligentes negociados diretamente entre as partes através da plataforma”; (ii) “contratos inteligentes negociados diretamente entre as partes fora da plataforma” (iii) “contratos inteligentes cujos termos são negociados por agentes inteligentes inseridos pelas partes na plataforma”; (iv) “smart contracts cujos termos são definidos pela blockchain”. Estas quatro fases combinam a análise da formação do contrato, adicionando alguns pormenores que serão aflorados por nós em diferentes

será precípua na terceira parte do presente escrito —, o contrato inteligente carecerá de recorrer a um *oráculo*, de modo a apurar externamente se um determinado evento ocorreu e, por conseguinte, se as condições convencionadas se encontram satisfeitas *in casu*.

Será o caso, por exemplo, de a Márcia e o Márcio celebrarem um contrato de *swap* de taxa de juro com base na variação da *London Interbank Offered Rate* (“LIBOR”). Nesta eventualidade, a verificação das condições que despoletam o cumprimento ou incumprimento do contrato dependem de dados referente à variação da taxa indicada pelas partes do contrato de *swap*.

Para este efeito, surgem os mencionados *oráculos*. Muito sinteticamente, estes são uma “ponte” que se sobrepõe entre a rede blockchain e o “nosso mundo”⁶³. A consulta em rede pelas partes destas “pontes” consente no carreamento da informação necessária para a verificação das condições para a execução do convénio.

Segundo JENNY CIEPLAK/SIMON LEEFATT, os *oráculos* correspondem a “*um prestador de serviço de informações terceiro que irá digitalmente «subscrever» a transação, certificando a verificação das condições específicas*”⁶⁴.

Podem desempenhar esta função qualquer sujeito com vontade e capacidade jurídica para o efeito, nos termos gerais, podendo, inclusive, serem sistemas informáticos programados para transmitirem os dados acordados pelas partes⁶⁵. Por conseguinte, há a possibilidade de existirem contratos puramente automatizados, com a própria verificação externa dos dados inseridos também ela ser efetuada por um autómato⁶⁶.

termos na parte II do presente escrito (por exemplo, a concretização do fenómeno da contratação automatizada). Destarte, para o fim de determinar se o momento da celebração é concorrente do momento de inserção dos dados relativos ao convénio em rede, procedemos apenas à contraposição entre a categoria (ii) e as restantes enunciadas pela referida autora.

⁶³ *Oracles* (2021). Disponível em <https://ethereum.org/en/developers/docs/oracles/>.

⁶⁴ *Cfr.* Jenny Cieplak/Simon Leefatt, *Smart contracts: A Smart Way to Automate Performance*, Georgetown Law Tech Review, Vol. 1, n.º 417 (2017), 423.

⁶⁵ *Cfr.* Primavera De Filippi/Aaron Wright, *Blockchain and the Law* cit., 198.

⁶⁶ Sobre esta proposta, *Cfr.* Alec Liu, *Smart Oracles: Building Business Logic With Smart Contracts* (julho, 2014). Disponível em: <https://ripple.com/insights/smart-oracles-building-business-logic-with-smart-contracts/>.

Ou seja, as funções de oráculo poderão ser desempenhadas (i) pelo próprio código do contrato inteligente (por defeito, um caso de contratação automatizada); ou (ii) por um terceiro (que poderá ser uma pessoa ou um autómato).

Na hipótese do *outsourcing* a um terceiro (indiferentemente se a tarefa é desempenhada ou não por um autómato), o contrato celebrado enquadra-se na categoria dos contratos de prestação de serviços (arts. 1154.º e ss. do CC) em rede. Sendo ainda o oráculo, por conseguinte, qualificado como um auxiliar no cumprimento para os efeitos do disposto no art. 800.º do CC⁶⁷, uma vez que desempenha funções intimamente relacionados com o cumprimento da obrigação do devedor, constituindo-se como uma materialização da atuação deste último.

Posto que, se prevê que este possa ser um dos “papéis” que tem potencial para lograr fazer cumprir uma das previsões de DON TAPSCOTT/ALEX TAPSCOTT, no que concerne em especial à apetência dos *smart contracts* e as redes de registo distribuído funcionarem com um meio de deslocalização de trabalhadores do núcleo das atividades (neste caso, às camadas de intermediários) e expandirem o número de “*gig workers*” nas extremidades⁶⁸. Por outras palavras, a especialização da sociedade, dos mercados e da economia em geral poderá fundar-se na necessidade de serem fornecidas aos agentes económicos ferramentas – humanas ou tecnológicas – cabais para verificar o cumprimento das condições de um contrato.

Sendo que, no concerne à tipologia de dados que podem ser inseridos no sistema, como sintetiza JOANA RIBEIRO DE FARIA, os oráculos podem submeter três tipos de informação⁶⁹:

- (i) dados referentes a índices gerais;

⁶⁷ Acerca desta qualificação e regime, por todos, Cláudia Madaleno, *O conceito de auxiliar: contributo para a aplicação do artigo 800.º do Código Civil in Estudos em homenagem ao Professor Doutor Carlos Pamplona Corte-Real*, Almedina: Coimbra (2016), 489-512.

⁶⁸ Don Tapscott/Alex Tapscott, *Blockchain Revolution*, 2.ª ed., Penguin (2018), liii (o prefácio).

⁶⁹ Joana Ribeiro de Faria, *O regime jurídico da formação e do (in)cumprimento dos “contratos inteligentes” (os smart contracts)*, RDC, Ano V, n.º 3/4 (2020), 730-731.

- (ii) dados que são recolhidos através de dispositivos pertencentes à *internet* das coisas (*IoT*); e
- (iii) dados que são atestados por um terceiro.

No que diz respeito à primeira categoria, a multiplicidade de dados que constam de índices gerais, tais como: a taxa de câmbio (*e.g.*, a equivalente a uma *bitcoin*, a um *ether* ou a um metical moçambicano), índices meteorológicos (basta lembrar os derivados que pretendem efetuar o *hedging* das alterações climatéricas – os *weather derivatives*⁷⁰) ou de outros quaisquer índices financeiros (*e.g.*, LIBOR), económicos (*e.g.*, o EBIDTA de uma start-up nos últimos três anos) ou quaisquer outros que se imaginem (*e.g.*, a probabilidade, numa casa de apostas, de o Sporting vir a ganhar o campeonato nacional português de futebol na época 2022/2023). Neste grupo de situações, o oráculo recorreria aos valores concretos apresentados pela plataforma selecionada pelas partes para o fornecimento dos índices e introduziria os valores obtidos na plataforma, procedendo o contrato inteligente à verificação das condições para despoletar o cumprimento das obrigações contratuais acordadas.

No referente à segunda categoria, reportamo-nos a dados que são recolhidos pelo meio de um dispositivo que serve de suporte à *IoT* e são transmitidos ao contrato inteligente⁷¹. Tendo em consideração

⁷⁰ Sobre estes instrumentos financeiros (que geralmente assumem a forma de *forwards* ou opções), *Cfr.* John C. Hull, *Options, Futures and Other Derivatives*, 8.^a ed., Prentice Hall: Boston (2012), 758. Atente-se nas palavras do referido autor: “*Many companies are in the position where their performance is liable to be adversely affected by the weather. It makes sense for these companies to consider hedging their weather risk in much the same way as they hedge foreign exchange or interest rate risks.*” (758).

⁷¹ A *IoT* representa uma rede ou conjunto de equipamentos que, através de sensores ligados entre si, servem uma finalidade específica. Cada um desses equipamentos (que fazem ou não parte de uma rede) possui um identificador específico que permite particularizar a fonte de emissão dos dados. Posto que estes aparelhos têm a capacidade de comunicar, pelo meio de transmissão de informação com seres humanos (a tipologia “M2H”, “*man to machine*”) ou com outros equipamentos (a tipologia “M2M”, “*machine to machine*”) através da rede implementada para o efeito. – Neste sentido, Helder Frias, *A Internet de Coisas (IoT) e o mercado segurador*, in *FinTech II – Novos Estudos sobre Tecnologia Financeira*, Almedina: Coimbra (2019), 237-239.

a miríade de dispositivos com vocação para enviarem e receberem dados através da *IoT* (fora os típicos computadores, telemóveis ou *tablets*, também podemos incluir termóstatos, relógios inteligentes, *pacemakers*, etc.), a afirmação de uma listagem fechada de um conjunto de dados que podem ser introduzidos é praticamente impossível. Ainda assim, é possível apontar alguns exemplos, como o sejam: os sensores presentes em termóstatos que transmitem qual é a temperatura concreta, o grau de humidade ou outra qualquer informação com referência a uma determinada localização⁷²; ou, o caso dos dados enviados por localizadores GPS instalados nas mercadorias a serem distribuídas, onde é proporcionada a oportunidade dos compradores localizarem e acompanharem, praticamente em tempo real, a sua mercadoria ao longo da cadeia de distribuição⁷³.

Por fim, em último lugar, encontra-se a tipologia de inserção de dados mais “humana”, a associação de pessoas (singulares ou coletivas) que procedem à verificação das condições que permitem a executoriedade do contrato. Esta categoria é tradicionalmente “mais humana”, visto que, em princípio, recorre a dados intelectuais – como o seja, por exemplo, o recurso a peritos para averiguar o cumprimento de uma obrigação relacionada com navios de carga internacional – ou sensoriais – por exemplo, a pintura de uma casa ou o reconhecimento de uma fragrância. Posto que, esta categoria de *oracles* tem potencial para lograr suportar o aparecimento de sistemas de resolução de litígios privados ou de sistemas de arbitragem⁷⁴.

⁷² Cfr. Primavera De Filippi/Aaron Wright, *Blockchain and the Law* cit., 199.

⁷³ Cfr. Stuart Rauch, *Leveraging Smart Contracts for IoT Applications* (abril, 2021), disponível em <https://www.simplilearn.com/leveraging-smart-contracts-for-iot-applications-article>.

⁷⁴ Sobre estas possibilidades, em particular a rede de arbitragem e mediação denominada DAMN que propende para ser implementada segundo a estrutura da Convenção da Nações Unidas de Nova Iorque (datada de 1958) – Cfr. Michael Del Castillo, *Lawyers Be DAMNed: Andreas Antonopoulos Takes Aim at Arbitration With DAO Proposal*. Disponível em <https://www.coindesk.com/damned-dao-andreas-antonopoulos-third-key>. Ver ainda, a interessantíssima análise de Michael Abramowicz, *Cryptocurrency-Based Law*, Arizona Law Review, Vol. 58 (2016), 359-420. Disponível em <https://heinonline.org/HOL/Page?handle=hein.journals/arz58&div=18&id=&page=&collection=journals>. O autor norte-americano realiza uma análise onde explica os meios como as redes de registo distribuído podem

Posto isto, importa antecipar que adiante no ponto 7.3.5 exploraremos a problemática da responsabilidade civil destes especiais elementos dos contratos inteligentes, assim como o regime do erro informático no ponto 7.3.4 que poderá eventualmente também ser relevante quando são autómatos a inserir os dados necessários para a verificação das condições do contrato inteligente.

4. A *blockchain* enquanto “veículo” ideal para a afirmação dos contratos inteligentes

4.1. A *blockchain*: síntese

Nos dias que correm, em plena “*crypto fever*”⁷⁵, podemos afirmar que a invenção de SATOSHI NAKAMOTO começa a atingir a dimensão global para a qual se encontrava vaticinada em 2008⁷⁶.

ajudar a arbitragem *peer-to-peer*, concluindo que esta opção acabaria por diminuir os custos de transação das partes e aumentar a confiança entre si.

⁷⁵ Em fevereiro de 2021, a Bitcoin, a “rainha” dos criptoativos, atingiu pela primeira vez o valor de mercado equivalente a \$ 51,000.00 (cfr. https://www.business-standard.com/article/markets/bitcoin-scales-51-000-for-the-first-time-as-crypto-fever-continues-121021700653_1.html). Muitos outros eventos ou sequência de eventos – por exemplo: a liquidez que se presenciou oriunda do fenómeno *Gamestop* ou o investimento em Mercados Forex, etc. – têm surgido desde que a pandemia COVID-19 se instalou na comunidade global, criando paralelamente a designada “*crypto fever*”. Independentemente dos desafios que esta nova tendência possa criar aos legisladores e reguladores nacionais e internacionais, nomeadamente (e novamente), no plano da proteção dos investidores não qualificados, não podemos deixar de referir que a temática da literacia financeira tende a ser cada vez mais abordada nos vários setores da sociedade (entre as várias faixas etárias). Neste particular, cumpre fazer menção ao interessante trabalho de investigação realizado por um conjunto de investigadores indianos quanto à possibilidade de a *blockchain* (ou melhor dizendo: uma plataforma assente na *blockchain*) ser o epicentro de uma possível solução para controlar a pandemia (cfr. A. Sharma/S. Bahl/A. K. Bagha *et al.*, *Blockchain technology and its applications to combat COVID-19 pandemic*. Research on Biomedical Engineering (2020). Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs42600-020-00106-3>).

⁷⁶ Cfr. Satoshi Nakamoto, *Bitcoin: A Peer-To-Peer Electronic Cash System* (2008). Disponível em: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>.

No entanto, as propostas mais otimistas sobre a implementação e potencialidades desta tecnologia ainda estão longe de atingirem a sua plenitude⁷⁷.

A ideia do seu criador passava pela criação de um “protocolo de confiança” alternativo aos serviços tradicionais dos mercados financeiros (a *banca, bolsa e seguros*⁷⁸), com sustentação na criação de um meio de troca eletrónica e descentralizado (*i.e.*, sem a necessidade de intermediários)⁷⁹. Desta forma, assentando numa rede pública criada para o efeito, os vários utilizadores podem descarregar para os seus aparelhos eletrónicos (*e.g.*, telemóvel ou computador), criando-se, em média, a cada 10 minutos, um novo bloco que se encontra imediatamente ligado ao bloco anterior – portanto, o bloco 10 encontra-se ligado ao bloco 9, o bloco 9 sucessivamente está ligado ao bloco 8 e o bloco 8 ao bloco 7, assim, continuamente, até ao bloco inicial – daí o nome de *blockchain*⁸⁰. Por princípio (uma vez que além das redes abertas, poderão existir redes fechadas), não existe entidade reguladora central, sendo possível, contudo, efetuar o rastreamento da cadeia de transmissões até ao detentor original.

Note-se que as transações que estão na raiz da criação de um novo bloco são aprovadas pelos vários *nodes* que integram a rede.

⁷⁷ Ainda não foram resolvidas algumas das ineficiências do mercado de capitais que permitiriam a extensão máxima destas plataformas. De acordo com as palavras de Djuri Baars e Chris Huls, líderes da rede blockchain do Rabobank, “*Blockchain is immature but its potential is enormous, including in emerging markets. It’s like the Internet in the early 1990s—it’s clearly a game-changer, but it will take some time to really understand its practical use*” (Cfr. International Finance Corporation, *Blockchain: The Potential and Pitfalls* (2018). Disponível em https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/news_ext_content/ifc_external_corporate_site/news+and+events/news/insights/perspectives-i2c5).

⁷⁸ Como o leitor facilmente antecipará, a expressão não é nossa, mas de João Calvão da Silva (Cfr. João Calvão da Silva, *Bolsa, Banca e Seguros*, 5.^a ed., Almedina: Coimbra (2017), *passim*).

⁷⁹ Esta moeda virtual tem origem prática nos *massive multiplayer online games* (MMOGs) que surgiram no meio dos anos 90 (*e.g.* *World of Warcraft*, *Diablo III*, *Everquest*, *Second Life*, etc.) – Cfr. Jun-Sok Huhh, *An Economic Analysis on Online Game Service*, 2009. Disponível em https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1335120.

⁸⁰ Cfr. Mark Gates, *Blockchain – Ultimate Guide to Understanding Blockchain, Bitcoin, Cryptocurrencies, Smart Contracts and the Future of Money*, Wise Fox Publishing (2017), 14-15.

Os *nodes* correspondem aos participantes da rede ou, no entendimento de SATOSHI NAKAMOTO, os “pontos de acesso” à rede.

Resta-nos, neste momento, observar quais são os principais princípios basilares em que a tecnologia *blockchain* se sustém. Nesta matéria, a leitura dos colossais trabalhos de DON TAPSCOTT/ALEX TAPSCOTT⁸¹ e PRIMAVERA DE FILIPPI/AARON WRIGHT⁸² é um *must* no entendimento desta tecnologia, na medida em que este conjunto de autores transcende, na exploração dos conceitos, o trilho aventado por SATOSHI NAKAMOTO (“desaparecido” desde 2011) para uma nova realidade.

Cada um dos referidos autores acaba por densificar o fenómeno em sete princípios distintos⁸³. Contudo, dado o objetivo deste escrito, optaremos por uma análise mais sintética e remetemos adicionalmente para o que em especial já foi escrito em solo nacional quanto a esta temática⁸⁴.

Destarte, como aponta TIAGO DA CUNHA PEREIRA, o sistema repousa em quatro pilares fundamentais⁸⁵:

⁸¹ Cfr. Don Tapscott/Alex Tapscott, *Blockchain Revolution* cit., *passim*.

⁸² Cfr. Primavera De Filippi/Aaron Wright, *Blockchain and the Law* cit., *passim*.

⁸³ Segundo Don Tapscott/Alex Tapscott os princípios subjacentes à *economia blockchain* (também aqui se percebe que o objetivo dos autores é macroeconómico e, de certo modo, filosófico) são os seguintes: (i) a integridade da rede; (ii) a distribuição de poder pelos membros da rede; (iii) o valor como incentivo; (iv) a segurança; (v) a privacidade; (vi) a preservação de direitos; e, por fim, (vii) a inclusão. – Cfr. Don Tapscott/Alex Tapscott, *Blockchain Revolution* cit., 29-51. Para Primavera De Filippi/Aaron Wright, com algumas variações, as características da rede *blockchain* são as seguintes: (i) a existência de uma rede desintermediada e transnacional; (ii) resiliência e resistência contra atuações abusivas; (iii) os dados são transparentes e não repudiáveis; (iv) pseudonimização; (v) estruturas de incentivo e de custos; (vi) o mecanismo do consenso; e, finalmente, (vii) autonomia da rede.

⁸⁴ Cfr. entre outros, Tiago da Cunha Pereira, *Guia Jurídico para a Tecnologia Blockchain* in *Revista de Direito Financeiro e dos Mercados de Capitais*, Vol. 1, n.º 4 (2019), 355-400. Disponível em: <https://blook.pt/publications/publication/91e5ba153c63/>; Francisco Mendes Correia, *A tecnologia descentralizada de registo de dados (Blockchain) no sector financeiro* in *O Novo Direito dos Valores Mobiliários – I Congresso sobre Valores Mobiliários e Mercados Financeiros* (Coord. Paulo Câmara), Almedina: Coimbra (2019), 447-451. Luís Guilherme Catarino, *Inovação Financeira e ICOS: Mercados Privados Alternativos?*, CEDI-PRE Online, n.º 36 (Janeiro, 2019). Disponível em https://governancelab.org/wp-content/uploads/2021/03/210322_WP_2_2021_BITCOIN_ANALISE-JURIDICA_vf.pdf.

⁸⁵ Tiago da Cunha Pereira, *Guia Jurídico* cit., 357 e ss.

- (i) o *timestamping*;
- (ii) a autenticação em rede;
- (iii) o incentivo; e
- (iv) a imparcialidade e privacidade.

Em primeiro lugar, o fator “carimbo do tempo”, com vista a garantir a fortificação da informação presente na rede, concretamente dos registos anteriores e presentes, a *blockchain* procede à certificação da informação sequencialmente nos termos dispostos. Falamos, por conseguinte, do também denominado: *mecanismo do consenso*⁸⁶.

A lógica subjacente a este processo é muito simples – SATOSHI NAKAMOTO equipara esta operação ao que acontece com um jornal de notícias⁸⁷ - na medida em que a operação é publicada em toda

⁸⁶ A finalidade da rede de registo distribuído é a de, simplificando, terminar com o *problema do gasto duplo*. Ora, quando transacionamos bens pecuniários (vulgarmente, dinheiro) online, os montantes transacionados não podem ser utilizados em mais que um movimento negocial – *i.e.*, o pagamento da conta da água no valor de EUR 15,00 impossibilita que o Luís utilize esses exatos EUR 15,00 para, por exemplo, comprar uma camisola (para tal o Luís terá de gastar outros EUR 15,00 ou então ficará sem camisola). Com efeito, o problema do duplo gasto lida justamente com esta “normalidade”, pois terá de existir um modo/algém que proceda à liquidação das operações que são realizadas, sob pena de pairarem quantias que são utilizadas para a realização de mais do que um negócio jurídico ou, no outro lado da moeda, alguém que não tenha recebido efetivamente o dinheiro, mas a quem o seu gasto lhe seja imputado. Assim sendo, comumente, existem entidades terceiras que procedem a estas operações de liquidação, como sejam os serviços de transferências monetárias (Western Union, *etc.*), uma instituição de crédito (CGD, *etc.*), uma entidade estatal (Commonwealth Bank of Australia, *etc.*), uma empresa de serviços financeiros (Visa, *etc.*) ou uma plataforma de pagamentos online (Paypal, *etc.*). Qualquer um deste tipo de entidades pode proceder à liquidação dos montantes nas contas das contrapartes de qualquer negócio jurídico (podendo aliás, por vezes, demorar dias para a efetivação da operação em alguns pontos do globo). Ora, a *blockchain* permite realizar a liquidação das operações sem, no entanto, se recorrer a um terceiro (e, consequentemente, sem custos) – *Cfr.* Don Tapscott/Alex Tapscott, *Blockchain Revolution, ob.cit.*, 30. Sobre este problema aplicado ao mercado de derivados *vd. infra*. Para uma resenha histórico-económica do fenómeno e da sua interligação com os criptoativos, *Cfr.* Usman W. Chohan, *The Double Spending Problem and Cryptocurrencies* (janeiro, 2021). Disponível em https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3090174.

⁸⁷ *Cfr.* Satoshi Nakamoto, *Bitcoin cit.*, 2.

a rede com um *hash code* (o carimbo), atestando que data e medida da transação.

Deste modo, torna-se praticamente impossível alterar a disposição da *blockchain*, assegurando a fiabilidade necessária para se dispensar a existência dos meios tradicionais de controlo (*e.g.*, reguladores, bancos centrais, *etc.*). Ademais, qualquer informação inserida pode ser rastreada através da análise da sequência de blocos anteriores.

Em segundo lugar, no que concerne à autenticação em rede, a *blockchain* repousa o seu método de autenticação na tipologia *Proof-of-Work*⁸⁸. Este passo é fundamental para alcançar o consenso desejado pela rede.

Com efeito, a introdução de novos dados (derivados das novas transações) carece em todos os momentos de ser validada pelos restantes membros da rede (portanto, necessita de um *consenso multilateral*⁸⁹). Este processo está talhado para, em média, ocorrer a cada 10 minutos.

Tendo em conta o método de incentivo definido pela rede, em termos simples, o método implementado repousa na ideia de que ninguém pode antecipar quem é o mineiro que irá dar seguimento à criação de um novo bloco, na medida em que a rede a cada transação cria um *puzzle* que antecede a autenticação. Este *puzzle* é altamente complexo, daí a exigência de muito trabalho, sendo que apenas existe um *hash* correto (ou seja: uma única solução). Encontrá-la representa, conseqüentemente, a confiança dos restantes atores do mercado na existência de um gasto enorme na produção daquela resposta, pois ninguém colocará em causa o exercício com base num método de tentativa-erro que envolve a ponderação de 500,000 triliões de hipóteses^{90,91}.

⁸⁸ Cfr. Satoshi Nakamoto, *Bitcoin* cit., 3.

⁸⁹ Cfr. Francisco Mendes Correia, *A tecnologia* cit., 448.

⁹⁰ Cfr. Don Tapscott/Alex Tapscott, *Blockchain Revolution* cit., 30-31

⁹¹ Existem outros mecanismos de consenso, por exemplo, a Ethereum 1.1 deverá assentar a sua estrutura de consenso no método de *proof of stake*. Segundo este método os mineiros passam a ser “aprovadores” e terão de investir e deter na rede algum valor (sob a forma de um qualquer *token* aceite na *blockchain*) para, deste modo, estarem mais capacitados

Em terceiro lugar, no respeitante ao incentivo, O papel dos *nodes* é simples: verificar informação. A retribuição pelo desempenho desta tarefa variará pela eficiência e qualidade da informação⁹².

Assim, são estabelecidos dois tipos de incentivo: (i) oferta de um criptoativo ao primeiro *node* que descobrir a sequência correta de blocos; e (ii) as partes podem acordar uma comissão por transação validada a ser paga aos *nodes*.

No primeiro plano, encontra-se estabelecido que ao *node* que atinja primeiramente a solução receberá um novo bloco – este conterá toda a informação do bloco antecedente.

Em complemento, as partes podem ainda acordar (diga-se: os membros da *blockchain*) o pagamento da referida comissão. Normalmente, há a definição de um preço por parte de um membro levando a que, num cenário concorrencial, os *nodes* se digladiam na busca de atingir mais rapidamente a solução correta para atingirem o *prize money*⁹³.

Por sua vez, é este especial esquema remuneratório que permite manter a segurança da rede, uma vez que o “possível prevaricador”

para proceder à autenticação em rede. Com efeito, os validadores são selecionados aleatoriamente para criar novos blocos e quando não o forem serão responsáveis pela validação as restantes operações. Sendo certo que quanto maior for o valor total de *tokens* detidos em rede maior será a probabilidade de os *nodes* serem selecionados para proceder à criação de um novo bloco. Neste método de consenso, os aprovadores não têm de votar como no método de *proof-of-work*, somente terão de atestar a informação transmitida (na eventualidade de atestarem erradamente uma operação a sua participação na rede é diminuída. Sobre este método de autenticação e as diferenças face ao método *proof-of-work*, cfr. *Proof-Of-Stake (POS)*, disponível em <https://ethereum.org/en/developers/docs/consensus-mechanisms/pos/>. Don Tapscott/Alex Tapscott efetuam ainda referência a outros métodos de consenso, tais como: o método *unique node list* que se adapta ao definido nas redes sociais (sistema utilizado pela Blockchain Ripple); o método *proof of activity*, que combina os métodos *proof of work* e *proof of stake*; e, por fim, o método *proof of storage*, que como indica exige que o mineiros aloquem e distribuam em rede o espaço livre do seu disco rígido. – Cfr. Don Tapscott/Alex Tapscott, *Blockchain Revolution* cit., 32.

⁹² Cfr, Jingzhong Wang/Mengru Li et al., *A Blockchain Based Privacy-Preserving Incentive Mechanism in Crowdsensing Applications*, IEEE Access, Vol. 6 (2018), 17548. Disponível em <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=8306424>.

⁹³ Note-se que os *nodes* não necessitam de obrigatoriamente participar e aceitar qualquer operação.

ou dissidente da ordem estabelecida terá sempre mais incentivos a jogar de acordo com as regras do jogo do que solapar o sistema em benefício próprio⁹⁴.

Por fim, em quarto lugar, quanto à privacidade, ao contrário do sistema bancário tradicional, não existe uma ocultação de informações em prol da proteção do sigilo bancário⁹⁵. Portanto, a maioria dos atores do mercado não tem a ciência que uma dada transação foi realizada no seu mercado de atuação.

Nada disto se passa na rede de registo distribuído, na medida em que todas as transações dão origem a um novo bloco, ficando, desta forma, os membros da *blockchain* a saber que ocorreu uma transação. Cria-se assim confiança nos membros da rede e, conseqüentemente, garante-se em toda a linha a *imparcialidade* da plataforma.

Todavia, estes últimos não saberão quem são as partes do negócio - à semelhança do que se passa nos mercados bolsistas⁹⁶ -, apenas terão acesso à informação relativa à existência de determinada transação.

A privacidade é garantida através de um sistema assimétrico de dupla autenticação, no qual cada utilizador detém uma chave privada e uma chave pública. A primeira permite o utilizador aceder à rede, enquanto a segunda possibilita a identificação daquele utilizador perante os restantes membros da rede⁹⁷. Ora, mantendo a chave pública anónima, os restantes membros da rede não conceberão quem é o sujeito concreto que executou a operação⁹⁸.

⁹⁴ Cfr. Satoshi Nakamoto, *Bitcoin* cit., 3.

⁹⁵ Cfr. Satoshi Nakamoto, *Bitcoin* cit., 5.

⁹⁶ Cfr. Satoshi Nakamoto, *Bitcoin* cit., 5.

⁹⁷ Cfr. Tiago da Cunha Pereira, *Guia Jurídico* cit., 360-361.

⁹⁸ De acordo com Weisiyu Jiang, a encriptação pelo meio da utilização de uma chave pública baseia-se num método de encriptação simples. Encriptar algo equivale à utilização de um algoritmo, segundo o qual os passos a seguir no processo permitem converter a mensagem que o emissor pretende enviar para o recetor em algo indecifrável. Pelo que o recetor, para compreender a mensagem, necessitará da chave para transformar os dados encriptados na sua forma original – cfr. Weisiyu Jiang, *Public Key Encryption*, Georgetown Law Tech, Vol. 1, n.º 105 (2016), 105. Este autor densifica ainda o binómio estabelecido entre a chave pública e a chave privada designando que “*Num esquema de encriptação com chave pública, a chave pública é necessária para encriptar a mensagem, porém, não precisa de ser guardada como*

Assim sendo, muito sinteticamente, podemos condensar o processo inerente às transações ocorrida na *blockchain* (que retém todas as características evidenciadas *supra*), da seguinte forma:

- (i) Na ação de um usuário que solicita uma transação;
- (ii) Essa transação dá origem à criação de bloco na cadeia de blocos;
- (iii) O bloco é difundido para todos os *nodes* da rede;
- (iv) Todos os *nodes* procedem à validação do bloco criado e da transação que lhe está subjacente;
- (v) O novo bloco é adicionado à *blockchain*; e, por fim,
- (vi) A transação é verificada e executada.

A “revolução” anunciada por DON TAPSCOTT/ALEX TAPSCOTT aproxima-se! Contudo, a preparação dos instrumentos jurídicos e regulatórios passados, presentes e futuros haverão de acompanhar a realidade como sempre o fizeram e, sem utopias, o continuarão a fazer. Basta-nos debater antecipadamente os possíveis caminhos que o espírito do sistema jurídico nos indica.

4.2. Os *Smart Contracts* embutidos na rede *blockchain*: resultados

Feita a apresentação à *blockchain*, facilmente se compreende o porquê desta última ser veículo perfeito para a implementação da visão de NICK SZABO: a confiabilidade e segurança que garante na aprovação e realização de operações.

O incumprimento torna-se caro – ou praticamente impossível –, adstringindo, conseqüentemente, as partes a respeitarem as obriga-

um segredo. Embora a chave privada necessite de ser armazenada em segurança, a vantagem corresponde à possibilidade de se suceder a encriptação sem o recurso à chave privada. Isto significa que a chave privada nunca precisa de ser transferida e, portanto, não há a hipótese de poder ser interceptada por terceiros” (107). Finalizando o referido autor: “Portanto, as duas chaves estão intimamente ligadas uma à outra, no entanto, é praticamente impossível deduzir uma chave privada através de uma chave pública isoladamente.” (109).

ções que assumiram na celebração do contrato⁹⁹. Os devedores que cumprem são desejáveis, mas devedores que se sabe de antemão que cumprirão indiscriminadamente, ainda se tornam mais apetecíveis.

Aliás, com recurso a uma imagem comum é possível afirmar que os *smart contracts* andam à boleia da *blockchain*. O que não tem razão de descredibilizar em nada o fenómeno dos contratos inteligentes, mas somente de dignificar o papel que ambos os parceiros de viagem podem ter no seu desenvolvimento mútuo – os problemas legais que podem estar associados a esta característica serão abordados *infra*.

Ora, as virtualidades da *blockchain* analisadas *supra* capacitam os contratos inteligentes de forma que estes se possam tornar num instrumento negocial verdadeiramente distinto. Neste sentido, poderemos decompor os efeitos da inclusão de um *smart contract* numa rede assente na tecnologia de registo distribuído em duas consequências principais:

- (i) A *imutabilidade* do convénio; e
- (ii) O contrato torna-se num contrato *distribuído*.

Ora, no que concerne em especial à característica da *imutabilidade*, a ideia de consenso das plataformas de registo distribuído torna as transações efetuadas através de dados computadorizados em operações (praticamente) imutáveis, permitindo, por consequência, a implementação da autoexecução do contrato inteligente. Desta forma, caso o mecanismo do consenso não seja subvertido – o que, como já vimos, é muito difícil, dado o design das redes *blockchain* – o código do contrato inteligente será executado sem existir a possibilidade de um terceiro o alterar. Sendo que este fator pode revelar-se de extrema utilidade na consecução de transações internacionais, eliminando as barreiras físicas que possam existir e garantindo a confiança dos atores económicos no cumprimento da prestação da sua contraparte¹⁰⁰.

⁹⁹ Cfr. Kevin Werbach/Nicolas Cornell, *Contracts* cit., 330.

¹⁰⁰ Cfr. Gabriel O. B. Jacard, *Smart Contracts* cit., p.7

No que diz respeito à característica da *distribuição* do contrato, como verificámos, o conteúdo do contrato inteligente é validado por toda a rede utilizada em concreto. Desta forma, um indivíduo que opere na rede não poderá forjar as condições erigidas para sustentar a execução do *smart contract*, revertendo os montantes globais ou prestações acordadas a seu favor. Porquanto, os restantes participantes da rede, segundo a lógica do mecanismo do consenso, irão perpecionar essa tentativa de fraude e marcarão a transação como inválida. Por conseguinte, adulterar contratos inteligentes torna-se praticamente impossível.

5. Os *smart contracts* são efetivamente contratos no âmago do conceito? A autossuficiência enquanto mecanismo contratual

A primeira questão concreta a que dedicaremos algumas linhas reporta-se a deslindar a problemática jurídica de saber se os contratos inteligentes são, de facto, *contratos* – uma vez que verificámos na primeira parte da presente análise que, pelo menos, estes são *inteligentes*.

Com efeito, como dissemos anteriormente, um *smart contract* só será um *legal smart contract* quando os requisitos da formação do negócio jurídico (nomeadamente, quanto à forma, conteúdo e formação da vontade) se encontrarem verificados *in casu*, uma vez que o contrato é entendido como um negócio jurídico bilateral assente no acordo de “*duas ou mais vontades, com conteúdos diversos, prosseguindo distintos interesses e fins, até opostos, mas que se ajustam reciprocamente para a produção de um resultado unitário*”¹⁰¹.

O que quer dizer que os contratos inteligentes programados para o efeito que mesmo que detenham as seguintes características: (i) forma digital, (ii) autoimplementáveis; (iii) autoexecutáveis; e, ainda, (iv) beneficiarem da lógica de eficiência que os demarca face

¹⁰¹ Cfr. Mário J. de Almeida Costa, *Direito das Obrigações*, 12.^a ed., Almedina: Coimbra (2020), 220-221.

a um contrato dito “normal”, só serão efetivamente considerados contratos, na medida em que cumpram com os elementos dispostos no CC para a validade do negócio em causa.

Na hipótese de não cumprirem os requisitos exigidos, estaremos apenas um *smart contract* na sua vertente puramente informática (*i.e.*, um código em linguagem *boolean*, cujo conteúdo expressa determinados resultados pré-determinados em função da verificação das condições, também elas pré-determinadas, inseridas na rede de registo distribuído). Por conseguinte, sem qualquer efeito vinculativo para as partes do “contrato”.

Conclui-se, assim, que os *smart contracts* não são contratos *per se*, mas podem-no ser (na modalidade de contrato atípico), em função do modo como o código é executado e do respeito pelos requisitos do negócio jurídico. Destarte, afastamo-nos terminantemente da visão ajurídica perspetivada por vários autores (principalmente, os oriundos de países de língua anglo-saxónica) de que seria possível através destes instrumentos tecnológicos criar uma “nova ordem jurídica” (a corrente do “*Code is Law*”)¹⁰².

Partindo das premissas antecedentes, podemos afirmar que, em linha com o que é defendido por HUGO RAMOS ALVES, cumpridos os requisitos para a sua formação, nada obstará a que um *smart contract* seja considerado um contrato legalmente vinculante e com plenos efeitos na ordem jurídica portuguesa¹⁰³. Aplicando-se, por consequência, as disposições referentes à contratação eletrónica – nomeadamente, o art. 25.º da LCE.

Com esta ideia em mente, cumpre somente realçar, na linha do que é defendido por KEVIN WERBACH/NICOLAS CORNELL, que o aspeto que definitivamente transmuta os “*smart contracts*” num fenómeno substancialmente distinto dos seus “antepassados” corresponde à sua *autossuficiência* enquanto mecanismo contratual.

Os referidos autores são bastante elucidativos. Posto que, atente-se nas seguintes palavras: “*Smart contracts are distinct from*

¹⁰² Veja-se sobre esta questão o ponto 7.3.1 *infra*.

¹⁰³ *Cfr.* Hugo Ramos Alves, *Smart Contracts* cit., 207.

*preexisting forms because the digital code is not just a representation of the agreement; it is the agreement*¹⁰⁴.

Na verdade, os contratos inteligentes contêm toda a vida do contrato inserida no seu código – a dúvida situa-se na probabilidade ou não de regularem o seu momento formativo –, o que, por conseguinte, impossibilita uma qualquer ação externa no sentido de modificar o embutido em código. O contrato atravessa as águas do oceano contratual sem que a maré abrande: o fim designado ocorrerá, de uma forma ou de outra.

Se num momento subsequente, o tribunal judicial ou arbitral considerar que a vontade das partes não era aquela, devido à respetiva demonstração probatória, a solução passará por reverter a transação, não obstante, o contrato inteligente produzirá todos os seus efeitos. O que quer dizer que o resultado pretendido pelas partes no momento genético (na eventualidade de não existir qualquer vício que enferme a vontade das partes) será efetivamente implementado, independentemente do que se suceda nos momentos que se seguem ao acionamento desta ferramenta. Os tribunais terão a sua palavra a dizer, todavia, só num momento subsequente.

Assim sendo, na linha do que já foi afirmado, esta composição do litígio puramente *ex post* tem as suas vantagens e as suas desvantagens. O grau de segurança no cumprimento efetivo pesará na decisão de contratar das partes, na medida em que a rigidez deste esquema em conjugação com o tempo médio que uma sentença judicial ou arbitral demora a ser proferida serão certamente fatores a ter em elevada consideração para o efeito.

6. O enquadramento normativo: a LCE

A configuração das soluções normativas que serão aplicáveis aos contratos inteligentes dependem obviamente do seu correto enquadramento normativo, contando que a especialidade da tipologia de

¹⁰⁴ Kevin Werbach/Nicolas Cornell, *Contracts Ex Machina*, *Duke Law Journal* 313, Vol. 67 (Março 2017), 344.

contratos objeto do presente escrito é passível de ser enquadrada legalmente num regime típico.

Neste particular, importa referir a LCE – que transpôs para território nacional a Diretiva n.º 2000/31/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 8 de junho de 2000, relativa a certos aspetos legais dos serviços da sociedade de informação, em especial do comércio eletrónico, no mercado interno¹⁰⁵ – dado que, para os termos e para os efeitos do art. 24.º da LCE (referente ao âmbito de aplicação do diploma): “*as disposições deste capítulo são aplicáveis a todo o tipo de contratos celebrados por via electrónica ou informática, sejam ou não qualificáveis como comerciais.*”¹⁰⁶

Dito de outro modo, consagra-se neste preceito uma cláusula aberta que permite abarcar todo e qualquer género de contrato celebrado pela via eletrónica ou informática. Ora, como verificámos *supra*, uma das características fundamentais dos contratos inteligentes acaba por ser, curiosamente, a sua forma eletrónica e digital. Sendo que, em conformidade com a intenção do legislador, consideramos que um *contrato eletrónico*, na senda de ENGRÁCIA ANTUNES, corresponde simplesmente a negócios jurídicos nos quais “*as declarações de vontade dos contraentes são produzidas e transmitidas por meios electrónicos.*”¹⁰⁷

Nesta sequência, importa clarificar que a contratação automatizada, como subespécie da contratação eletrónica *lato sensu*, corresponde, na senda do introduzido por PAULA COSTA E SILVA, às hipóteses em que “*as declarações de vontade são produzidas e trans-*

¹⁰⁵ Sobre a transposição da Diretiva n.º 2000/31/CE no ordenamento jurídico português, *cfr.* José de Oliveira Ascensão, *Bases para uma transposição da Diretriz n.º 00/01, de 8 de Junho (Comércio Electrónico)*, Revista da Faculdade de Direito de Lisboa, Vol. XLIV, n.ºs 1 e 2 (2003), 215-252.

¹⁰⁶ É importante recordar que o comércio eletrónico enquanto tal corresponde a um tipo social. Sendo que este floresceu, como vimos desde meados do século XX, enormemente num quadro de livre regulação jurídica específica – *Cfr.* Pedro Pais de Vasconcelos/Pedro Leitão Pais de Vasconcelos, *Teoria Geral cit.*, 485.

¹⁰⁷ *Cfr.* José Engrácia Antunes, *Direito dos Contratos Comerciais*, Almedina: Coimbra (2012), 14.

*mitidas através de meios informáticos*¹⁰⁸. Ou seja: estamos perante situações onde a emissão e transmissão da declaração negocial é realizada por um computador¹⁰⁹.

Pelo que, em qualquer dos casos, os *smart contracts* cabem rigorosamente no âmbito de aplicação da LCE.

Destarte, no plano das consequências, em primeiro lugar, quem pretender celebrar contratos inteligentes em Portugal terá de respeitar os limites que emergem do enquadramento normativa identificado. O que quer dizer que as seguintes limitações, previstas no n.º 2 do art. 25.º da LCE, que decorrem das exclusões ao princípio da admissibilidade dos negócios jurídicos eletrónicos (art. 25.º, n.º 1, da LCE)¹¹⁰ serão aplicáveis aos contratos inteligentes:

- (i) Negócios jurídicos familiares e sucessórios;
- (ii) Negócios jurídicos que exijam a intervenção de tribunais, entes públicos ou outros entes que exerçam poderes públicos, nomeadamente quando aquela intervenção condicione a produção de efeitos em relação a terceiros e ainda os negócios legalmente sujeitos a reconhecimento ou autenticação notariais;
- (iii) Negócios jurídicos reais imobiliários (salvo a celebração de contratos de arrendamento); e
- (iv) Negócios jurídicos que envolvam a prestação de caução ou garantias, quando não se integrem na atividade profissional de quem as presta.

¹⁰⁸ Cfr. Paula Costa e Silva, *A Contratação Automatizada in Direito da Sociedade da Informação*, Vol. IV, Coimbra Editora: Coimbra (2003), 290. No mesmo sentido, explicando que na contratação automatizada a negociação é levada a cabo sem intervenção humana contemporânea – cfr. David de Oliveira Festas, *A Contratação Electrónica Automatizada in Direito da Sociedade da Informação*, Vol. VI, Coimbra Editora: Coimbra (2006), 413.

¹⁰⁹ Assim, cfr. Hugo Ramos Alves, *Smart Contracts* cit., 192.

¹¹⁰ Fora estas limitações, postula-se um princípio de plena equiparação entre a celebração de contratos por meios eletrónicos e contratos não-eletrónicos. Por conseguinte, um princípio de plena liberdade contratual – Cfr. Hugo Ramos Alves, *Smart Contracts* cit., 187. Na vertente de princípio normativo – sobre este princípio, cfr. António Menezes Cordeiro, *Tratado de Direito Civil*, Vol. I – *Introdução, fontes do direito, interpretação das leis, aplicação das leis no tempo, doutrina geral*, 4.ª ed., Almedina: Coimbra (2012), 951.

Por ora, ao atentarmos nestas exclusões, verificamos que a maioria poderá ser interpretada como limitativa de algumas das potencialidades vaticinadas para a implementação dos *smart contracts* no comércio jurídico, uma vez que não poderão ser criados negócios jurídicos que envolvam a transação de direitos reais – o que ainda assim não impede a criação de uma plataforma de registo predial implementada numa *blockchain* como é pretendido na Suécia¹¹¹.

A prestação de garantias e caução poderá ser problemática, em função da forma como o contrato inteligente se encontra formulado (em particular, se detém um ativo sem possibilidade de mobilização a “garantir” o cumprimento – esta temática será abordada *infra* no ponto 7 *infra*).

Ademais, surge a questão de interpretar o cumprimento automatizado. Será um mecanismo que contraria a divisão estruturada entre os meios de autotutela e heterotutela dos particulares? Em concreto, violarão os contratos inteligentes as regras definidas para o recurso à ação direta (art. 336.º do CC) por parte dos particulares? Estas questões também tentarão ser respondidas *infra* no ponto 7.3.1.

Em segundo lugar, no n.º 1 do art. 26.º da LCE, é estabelecido um princípio de equiparação formal, nos termos do qual “*As declarações emitidas por via electrónica satisfazem a exigência legal de forma escrita quando contidas em suporte que ofereça as mesmas garantias de fidedignidade, inteligibilidade e conservação.*” Por outras palavras, a regras relativas à forma dos negócios jurídicos são plenamente replicáveis no âmbito da LCE.

Em terceiro lugar, segundo a limitação imposta pelo n.º 4 do art. 25., da LCE, são proibidas a imposição de cláusulas contratuais gerais na celebração de contratos eletrónicos dos contratos com con-

¹¹¹ O governo sueco calcula atingir uma poupança de 100 milhões de euros anuais com esta inovação – *Cfr.* Jonathan Keane, *Sweden Moves to Next Stage With Blockchain Land Registry* (2017), disponível em <https://www.coindesk.com/sweden-moves-next-stage-blockchain-land-registry>. Ainda sobre esta temática, *Cfr.* Lantmäteriet, Telia Company, ChromaWay and Kairos Future, *The land registry in the blockchain*, (2016), disponível em http://lica-it.org/pdf/Blockchain_Landregistry_Report.pdf.

sumidores¹¹². Neste caso, como bem assinala HUGO RAMOS ALVES, a ideia que subjaz a esta opção é simples: o campo das cláusulas contratuais gerais tem uma regulamentação própria (*i.e.*, o Decreto-Lei n.º 446/85, de 25 de Outubro ou LCCG) que detém soluções mais adequadas a proteger os sujeitos que se enquadrem subjetivamente no conceito de consumidor¹¹³.

Não obstante, nada nos impede de aplicar por analogia as disposições previstas na LCE nos casos de contratação eletrónica com consumidores quando tal se afigure necessário, ainda que as disposições potencialmente aplicáveis devam ser interpretadas no escopo sistemático da LCCG (por exemplo, tendo em conta os princípios interpretativos nos arts. 10.º e 11.º da LCCG). No caso dos *smart contracts*, pensa-se nos casos das disposições, que serão analisadas em detalhe, no que concerne ao regime do erro em contratação sem intervenção humana (art. 33.º da LCE)¹¹⁴.

Em jeito de conclusão, conclui-se que o intérprete e julgador poderão recorrer a soluções presentes na LCE para definir a base para a definição de soluções a aplicar às situações em que estejam envolvidos contratos inteligentes, pois este diploma conforma a base normativa geral para a regulação dos *smart contracts*. Ainda assim, devemos alertar que o enquadramento efetuado pela LCE é, por natureza, tolhido pela sua incompletude e atipicidade quando aplicado ao fenómeno dos *smart contracts*.

Sendo que, na ausência de disposições normativas emitidas *ad hoc* pelo legislador para regular o regime dos contratos inteligentes¹¹⁵, o primeiro passo para encontrar a correta solução normativa

¹¹² Sobre a definição de consumidor: “a pessoa singular que, nos negócios jurídicos abrangidos pelo presente decreto-lei, atua com objetivos alheios à sua atividade comercial ou profissional” (art. 4.º, n.º 1, al. a) do Decreto-Lei n.º 133/2009, de 2 de junho).

¹¹³ *Cfr.* Hugo Ramos Alves, *Smart Contracts* cit., 188.

¹¹⁴ *In casu*, imaginam-se (em termos meramente hipotéticos) dois *smart contracts* que tratam entre si, havendo, não obstante, um que recorre a CCG's e outro tem um beneficiário que se enquadra subjetivamente no conceito de consumidor.

¹¹⁵ A título de exemplo, no que diz respeito à adoção de diplomas legais com vista à regulação de alguns aspetos relevantes para a prestação de serviços de intermediação financeira, no âmbito do Direito dos Mercados de Valores Mobiliários, *cfr.* em França, a *Ordonnance* n.º 2017-1674, de 8 dezembro de 2017, disponível em <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/>

é compreender que o juízo subjacente a esta tem um carácter sistemático, valorativo e, acima de tudo, sinéptico.

Ademais, em resultado da análise à relação de interconexão que se estabelece entre o fenómeno tecnológico e o fenómeno jurídico, percebe-se que a atipicidade legal permite a atuação do *smart contract* e é a atuação do *smart contract* que autoriza a atipicidade legal¹¹⁶. A interposição de um contrato inteligente transmuta o enquadramento legal dos contratos típicos, uma vez que, por exemplo, um contrato de mútuo ou um contrato para a gestão de carteiras que seja inserido numa rede de registo distribuído, deixa de ser um mero contrato de mútuo ou um contrato para a gestão de carteiras para albergar uma panóplia de características funcionais e tecnológicas que o tornam num “*contrato de mútuo inteligente*” ou num “*contrato de gestão de carteiras inteligente*”.

Significa isto que haverá que proceder ao seguinte raciocínio interpretativo:

- (i) Identificação do lugar relevante no sistema jurídico para, com base neste, proceder à aplicação dos critérios normativos para destrinçar a solução jurídica a aplicar¹¹⁷;

JORFTEXT000036171908/; Na Austrália também se encontra em curso um projeto para o desenvolvimento de soluções assentes numa rede de registo distribuído para serem implementadas no mercado de capitais australiano (Cfr. Hammon, Stephen, *ASX selects digital asset to develop distributed ledger technology for the Australian equity market*, Australian Securities Exchange (Janeiro, 2016), disponível em <http://www.asx.com.au/documents/about/ASX-Selects-Digital-Asset-to-Develop-Distributed-Ledger-Technology-Solutions.pdf>).

¹¹⁶ Sobre o tema dos contratos atípicos, por todos, Pedro Pais de Vasconcelos, *Contratos Atípicos*, 2.^a ed., Almedina: Coimbra (2009), *passim*. Vide ainda Maria Helena Brito, *O Contrato de Concessão Comercial*, Almedina: Coimbra (1990), 169 e ss.

¹¹⁷ De acordo com Maria Helena Brito, nos contratos atípicos puros, deve atender-se, sequencialmente, (i) “às regras fixadas pelos contraentes, desde que lícitas”; (ii) “às normas e princípios fixados na lei para categorias contratuais, dentro das quais o contrato se inclua”; (iii) “se tal não bastar, deve recorrer-se às normas e princípios estabelecidos na lei para a generalidade dos contratos e, em geral, para os negócios jurídicos e as obrigações”; e, por fim, (iv) “só depois de esgotadas todas estas possibilidades se deve atender às normas reguladoras do ou dos tipos contratuais com que o contrato apresente mais afinidades, aplicando-se por analogia, as disposições não excepcionais desse ou desses tipos contratuais”. – Cfr. Maria Helena Brito, *O Contrato* cit., 169. Pedro Pais de Vasconcelos, por seu turno, e com quem

- (ii) Identificação dos vetores e conflitos valorativos em questão – por exemplo, se observarmos os princípios que se digladiam no seio do regime dos vícios da vontade negocial (arts. 236.º e ss. do CC), compreendemos que as soluções práticas concretas emergem do confronto valorativo entre o princípio da autodeterminação e o princípio da confiança¹¹⁸; e
- (iii) Ponderação sinéptica das soluções aplicáveis – *i.e.*, se a solução resultante da ponderação sistémica e valorativa for tomada como injusta, ou seja, que a ideia de Direito não é perpassada *in casu* - devendo, sempre que a solução não postule uma ideia de “justiça”, o intérprete procurar uma solução alternativa à luz dos critérios anteriores.

7. Garantias de cumprimento: virtualidades da utilização de contratos inteligentes

7.1. Os *smart contracts* e o seu mecanismo *escrow*: enquadramento e relacionamento com o princípio do *par conditio creditorum*

Os contratos inteligentes quando embutidos numa rede de registo distribuído detêm a virtualidade de facilitarem o cumprimento das obrigações que as partes se encontram adstritas, visto que, por natureza, a rede *blockchain* enquanto veículo de atuação funciona como um mecanismo *escrow*¹¹⁹.

concordamos, considera que uma hierarquia estanque não permite acompanhar a evolução dos contratos atípicos (Cfr. Pedro Pais de Vasconcelos, *Contratos Atípicos* cit., 329-334). Contudo, na linha do exposto no corpo do texto, verificamos que a adoção do método sugerido pela primeira autora poderá ser útil na consubstanciação de qualquer solução que depois se submeta aos “testes” da ponderação valorativa e sinéptica.

¹¹⁸ Sobre este conflito, cfr. Cláudia Trindade, *Da Relevância de Estados Subjectivos nos Vícios da Vontade Negocial* in André Paulino Piton e Ana Teresa Carneiro (coord.), *Liber Amicorum: Manuel Simas Santos*, Rei dos Livros: Lisboa (2016), 294 e ss.

¹¹⁹ Sobre a figura do depósito de *escrow*, por todos, João Tiago Morais Antunes, *Do Contrato de Depósito Escrow*, Almedina: Coimbra (2007).

Ora, inspirado na definição proposta por CARLOS FERREIRA DE ALMEIDA, o contrato de depósito *escrow* corresponde ao tipo contratual que decorre de um convénio segundo o qual uma das partes procede ao depósito (o “*depositante escrow*”) de bens móveis (e.g., dinheiro ou valores mobiliários) junto de uma entidade terceira (e.g., um banco ou intermediário financeiro), obrigando-se esse terceiro (o “*agente escrow*”) a gerir os bens depositados, de acordo com o fim determinado a dar a tais bens¹²⁰.

Com efeito, ao observarmos a mecânica operacional de um contrato inteligente – nomeadamente, através da submissão do preço numa *wallet* detida na rede *blockchain* que fica suspensa até ao momento de verificação (ou não) do cumprimento das condições estabelecidas pelas partes, não podendo o depositante movimentar as quantias depositadas até esse momento (as denominadas “*wallets para cumprimento*”) – verifica-se que estes conformam justamente um “*meio idóneo [e, possivelmente, paradigmático no futuro] à resolução dos problemas originados pela falta de confiança entre as partes de um determinado contrato*”¹²¹.

Um *smart contract* (com fundamento na operacionalização da rede *blockchain*) abre portas a que confiança bilateral que as partes colocam num terceiro seja avocada para si, concluindo-se, portanto, que este mecanismo contratual se assemelha tanto a um contrato de depósito *escrow* como às funções desempenhadas pelo “*agente escrow*”. O que quer dizer que os *smart contracts* nesta específica vertente – na linha do que vai ser descrito *infra* quanto à sua aplicabilidade nos mercados financeiros – tornam desnecessária a existência de um depositário ou agente *escrow* (em termos simples: pelo menos, de uma camada de intermediários).

Exemplificando, o António pretendia adquirir ações da sociedade X ao Bráulio, para o efeito celebraram complementarmente um contrato inteligente de opção de compra (de tipo americano) no prazo de 6 meses, caso o preço da ação em mercado regulamentado

¹²⁰ Carlos Ferreira de Almeida, *Contratos II*, 3.^a ed., Almedina: Coimbra (2012), 41. No mesmo sentido, M. Januário da Costa Gomes, *Contratos Comerciais: Contratos Comerciais em Geral*, Almedina: Coimbra (2012), 181-182.

¹²¹ Fátima Fonseca, *O contrato de depósito escrow*, RDS, Ano IX, Vol. IV (2017), 801.

atingisse um determinado valor. Com base neste quadro factual, António previamente e com base no contrato celebrado, reuniu a quantidade suficiente de fundos - para caso o valor pretendido das ações da Sociedade X fosse atingido para que este exercesse a opção - numa carteira que foi introduzida na rede de registo distribuído. O “armazenamento” descrito, em princípio, impossibilita o António de movimentar os fundos durante 6 meses, garantindo que se as condições se verificassem o António detém os fundos suficientes para adquirir as ações da Sociedade X.

Através do exemplo é possível aventar duas conclusões: (i) as quantias alocadas à *wallet* embutida na rede de registo distribuído configuram um depósito fiduciário junto de uma “entidade” diferente das partes (*i.e.*, o “agente *escrow*” é o *smart contract*); e (ii) o *smart contract* gere a carteira de acordo com o previamente definido pelas partes (o fim pré-definido).

Por consequência, o depósito fiduciário efetuado na rede de registo distribuído poderá deter ambas as configurações clássicas de negócio fiduciário - a *fiducia cum amico* ou a *fiducia cum creditore*¹²² - dependendo da especial configuração da *wallet* pelas partes.

¹²² Falamos da principal distinção - e talvez a mais importante -, a ser realizada entre os diferentes institutos fiduciários, a que se reporta ao fim desejado pelas partes com a celebração do negócio. Para o efeito, temos de recorrer à longínqua lição de GAIUS para as podermos distinguir: por um lado, a *fiducia cum amico* e, por outro, a *fiducia cum creditore* (Cf. A. A. Vieira Cura, *A “fiducia romana” e a alienação fiduciária em garantia do direito atual* in Jorge Miranda (coord.), *O Sistema Contratual Romano: de Roma ao Direito Actual*, Coimbra, Faculdade de Direito de Lisboa (2010), 174, nota de rodapé 10). A primeira configura uma gestão de bens por conta alheia, enquanto a segunda corresponde a uma alienação de bens em garantia, salvaguardando, desta forma, o possível incumprimento do devedor do crédito subjacente à alienação do bem. Fundamentalmente, é esta distinção intemporal que permite preencher o conteúdo do *pactum fiduciae* (Cf. Miguel Pestana de Vasconcelos, *A cessão de créditos em garantia e a insolvência - em particular da posição do Cessionário na insolvência do Cedente*, Coimbra Editora: Coimbra (2007), 46-52). Nos negócios fiduciários subsumíveis à categoria de *fiducia cum amico*, o fiduciário vincula-se, durante o período da gestão, a atuar por conta e no interesse do beneficiário designado. Desta forma emergem na esfera do fiduciário dois grandes grupos de deveres que adstringem a sua atuação: (1) deveres de lealdade e (2) deveres de cuidado (Cf. António Barreto Menezes Cordeiro, *Do Trust no Direito Civil*, Almedina: Coimbra (2017), 955-957). Precisamente, entre a configuração modelar da *fiducia cum amico*, é possível encontrar várias categorias consoante

Destarte, esta pode recriar as duas modalidades principais apresentadas pela doutrina nacional de depósito *escrow* (i) com finalidade de cumprimento (como o apresentado no exemplo *supra*); e (ii) com finalidade de garantia (nomeadamente, pelo meio do acionamento da denominada “*termination fee*”, como será apresentado adiante no capítulo III)¹²³.

Na prática, em qualquer das modalidades, o código confirma as condições embutidas criptograficamente e, na hipótese destas se verificarem (portanto, cumprindo tanto o depositante como o beneficiário as suas obrigações), este procede ao envio das quantias depositadas para o beneficiário, solvendo, por conseguinte, as obrigações entre ambas as partes¹²⁴. Se tiver sido estipulada uma qualquer “*termination fee*”, registando-se um incumprimento, de igual modo, o código leva a cabo a transferência dos montantes que foram acordados com garantia do cumprimento.

o fim concreto da gestão: para aquisição, para alienação, para cobrança, para representação ou para administração. Todavia, quando nos deparamos com negócios fiduciários na modalidade *cum creditore*, verificamos que o credor garantido com os bens fiduciados não detém um especial interesse nos bens, nem se vincula atuar em benefício de ninguém, o fim é somente salvaguardar o risco de incumprimento. Na maioria dos casos, o bem objeto do negócio nem chega a sair materialmente da esfera do fiduciante (Cf. Luís Menezes Leição, *Garantias das obrigações*, 3.^a ed., Almedina: Coimbra (2012), 278). Consequentemente, neste caso, os deveres atribuídos ao fiduciante não se equiparam ao que impendem sobre o “fiduciante *cum amico*”, no entanto, exige-se sempre uma atuação conforme à natureza provisória do bem dado em garantia. Sobre esta temática, *cfr.*, ainda, André Figueiredo, *O negócio fiduciário perante terceiros – com aplicação especial na gestão de valores mobiliários*, Almedina: Coimbra (2012), em particular, capítulos I e II.

¹²³ No depósito com finalidade de garantia, os montantes são acionáveis em caso de incumprimento por parte do depositante ou de um terceiro que emerge do negócio principal ou secundário celebrado. No depósito com finalidade de cumprimento, por outro lado, o agente *escrow* assume a obrigação de guardar o bem e o entregar ao beneficiário como consequência de uma obrigação do depositante ou de terceiro. – Cf. Fátima Fonseca, *O contrato cit.*, 818-819.

¹²⁴ À semelhança do que é descrito por Miguel Pestana de Vasconcelos em *O depósito com finalidade de cumprimento, o depósito para administração, o depósito em garantia e os seus regimes insolvenciais* in *Estudos em Homenagem ao Professor Doutor Heinrich Ewald Hörster*, (coord.) Luís Couto Gonçalves *et al.*, Almedina: Coimbra (2012), 725-752 (em especial 726-739).

Não obstante, estas características (que resultam das duas últimas conclusões), na pureza dos princípios, não conferem uma identidade absoluta entre os contratos de depósito de *escrow* e os *smart contracts*, na medida em que, tipicamente, os primeiros necessitam de um terceiro em que as partes “depositam” a sua confiança. É esta especial interposição subjetiva que confere ao negócio o apátrio de imparcialidade e segurança das partes no cumprimento das obrigações convencionadas. Sendo que os *smart contracts* executam materialmente as mesmas funções que um agente *escrow* - através da utilização da rede *blockchain* -, contudo, sem o típico agente *escrow*. O que impossibilita uma identidade material concreta entre ambos¹²⁵.

Ainda assim, nesta particular vertente dos contratos inteligentes, podemos replicar as soluções normativas aplicáveis ao contrato de depósito *escrow* – que corresponde a um contrato atípico e social¹²⁶. Destarte, se as partes, à semelhança do que ocorre quando existe uma especial interposição subjetiva (*i.e.*, um agente *escrow* – por regra, uma instituição de crédito), convencionarem, ao abrigo da alínea a) do art. 770.º do CC, que o cumprimento da obrigação ocorrerá quando as quantias forem provisionadas na *wallet*, essa escolha será plenamente válida e legalmente inatacável.

Fora desta hipótese, o risco de qualquer erro informático que ocorra em momento antecedente ao cumprimento – como analisaremos *infra* – encontrar-se-á na esfera de risco do depositante, uma vez que, a acrescer ao que será dito quanto aos particulares aspetos do regime do erro, as obrigações do depositante que emergem do *smart contract*, na maioria das vezes e até à verificação da totalidade das condições contratuais, conformam obrigações de carácter meramente eventual¹²⁷.

Com particular acuidade emerge a questão da oponibilidade deste “depósito” na rede de registo distribuído relativamente a terceiros (especialmente, nas hipóteses de insolvência e execução

¹²⁵ Neste sentido, Kevin Werbach/Nicolas Cornell, *Contracts* cit., 344-345.

¹²⁶ M. Januário da Costa Gomes, *Contratos Comerciais* cit., 181.

¹²⁷ Assim, João Tiago Morais Antunes, *Do Contrato* cit., 239.

do património). O depósito de fundos na *wallet* cria uma segregação material do património global do depositante, dado que, geralmente, a movimentação ou ataque por parte de terceiro aos fundos por parte, respetivamente, do seu titular ou terceiros, será materialmente impossível devido aos princípios que regem as várias redes de registo distribuído.

Sem embargo, em qualquer um dos casos, esta – à primeira vista – impossibilidade material não configura uma impossibilidade jurídica equivalente. Isto porque, em termos de natureza jurídica, importa ter presente que, tal como defendem PEDRO ROMANO MARTINEZ/PEDRO FUZETA DA PONTE, os contratos de depósito de *escrow* configuram uma mera *garantia aparente*¹²⁸. Portanto, a garantia geral dos credores do depositante corresponde à totalidade dos seus bens suscetíveis de penhora (art. 601.º do CC) – incluindo, por conseguinte, os fundos “segregados” na *wallet* utilizada para a efetuar a transação. Logo, a não ser que exista, à luz do n.º 2 do art. 604.º do CC, uma qualquer preferência legal ou convencionada (*e.g.*, a constituição de um penhor sobre os fundos, nos termos do n.º 1 do art. 623.º do CC), o depositante (devedor) e o beneficiário (credor) não poderão socorrer-se das especiais características da rede de registo distribuído para obnubilarem o princípio do *par conditio creditorum* (art. 604.º, n.º 1, do CC).

Caso contrário – o que, embora, configurasse um fator extra de atratividade dos contratos inteligentes – os atores económicos passariam a utilizar os *smart contracts* para, juridicamente, protegerem o seu património face a ataques de credores terceiros¹²⁹. Uma solução que, obviamente, é de rejeitar. Conclui-se, assim, que a utilização do mecanismo *escrow* subjacente à mecânica dos contratos inteligentes é inoponível a terceiros.

Aliás, só esta especial característica poderá estar em conformidade com o disposto na LCE, em especial na alínea d) do art. 25.º, uma vez que a celebração de contratos de garantia ou caução

¹²⁸ Cfr. Pedro Romano Martinez/Pedro Fuzeta da Ponte, *Garantias de Cumprimento*, 4.ª ed., Almedina: Coimbra (2003), 62.

¹²⁹ Em termos semelhantes, Fátima Fonseca, *O contrato cit.*, 826.

encontram-se excluídos do âmbito do princípio da equiparação (art. 25.º da LCE), a não ser que a prestação de garantias seja parte integrante da atividade profissional de quem as presta (*e.g.*, uma instituição de crédito, uma empresa de seguros, um intermediário financeiro, *etc.*).

Mais, as dificuldades técnicas na aplicação prática da solução que propomos, dado que implicarão uma reversão da transação operacionalidade na rede de registo de registo distribuído – que criam desconfiança na plataforma utilizada por parte de outros utilizadores – não importarão, por um lado, um motivo que justifique a ilegalidade dos contratos inteligentes e, por outro lado, a aplicação das regras basilares do direito das obrigações e garantias portuguêsas. Nesta medida, a opção poderá passar pelo recurso a uma transação em rede que anule a que ocorreu – na eventualidade dos interessados terem a necessidade ou desejem que a transação seja realizada na plataforma – ou, quando possível, pela prestação do equivalente ao montante judicialmente devido ao credor terceiro (art. 566.º, n.º 1, do CC).

Sendo que ficam sempre à disposição dos credores, em função do enquadramento do caso concreto, todos os meios de reação que a lei prevê para sua proteção – particularmente, os mecanismos gerais da declaração de nulidade (art. 605.º do CC) ou da impugnação pauliana (arts. 610.º e ss. do CC), a providência cautelar de arresto (art. 619.º do CC)¹³⁰ ou, em caso de insolvência, da resolução em benefício da massa (arts. 120.º e ss. do CIRE).

7.2. O mecanismo de satisfação dos credores – a sua acionabilidade

Intimamente relacionado com o último ponto abordado, encontra-se o tema da acionabilidade das “*wallet para cumprimento*” (con-

¹³⁰ Sobre estas figuras previstas no CC e que configuram os meios gerais de conservação da garantia patrimonial, Luís M. T. Menezes Leitão, *Garantias das Obrigações*, 4.ª ed., Almedina: Coimbra (2012), 53-85.

trato de *escrow* com finalidade de cumprimento) e das “*termination fees*” (contrato de *escrow* com finalidade de garantia).

Estes fenómenos, por estarem integrado numa rede de registo distribuído, configuram um *plus face* à proteção advinda do mecanismo de *escrow* implícito à mecânica dos *smart contracts* e da rede de registo distribuído, na medida em que, além da segregação propriamente dita dos montantes necessários para assegurar o cumprimento numa conta *escrow*, também são associados efeitos automatizados ao cumprimento e ao incumprimento das condições contratuais (*i.e.*, através da transferência dos fundos acordados ou do acionamento da “*termination fee*”). Assim, operacionaliza-se uma transferência dos montantes acordados na eventualidade de se verificarem as condições acordadas ou um qualquer incumprimento contratual.

Na tarefa de avaliar a legalidade destes mecanismos garantísticos em caso de incumprimento, em primeiro lugar, deveremos ter em conta a qualificação jurídica destas figuras, dado que a sua configuração, pelo menos, à primeira vista, pode suscitar dúvidas interpretativas e trazer à colação diversos institutos – *inter alia*, cláusula penal¹³¹, depósito-caução, penhor irregular, alienação em garantia ou depósito com finalidade de garantia ou cumprimento.

Ora, fora a cláusula penal (que, apesar disso, também apresenta bastantes similitudes), as restantes comportam características bastante idênticas, sendo que, por vezes, as diferenças são bastante difíceis de destrinçar. Nesta medida, a interpretação do negócio jurídico *in casu* revela uma importância distintiva, podendo direcio-

¹³¹ Por sua vez, consideramos que não nos encontramos perante uma cláusula penal propriamente dita, já que nesta é formulada uma pena convencional que se consubstancia numa “*promessa para cumprir no futuro*” (Cfr. António Pinto Monteiro, *Cláusula Penal e Indemnização*, Almedina: Coimbra (1990), 53 e *ss.*), enquanto no caso das “*wallets para cumprimento*” existe, desde logo, a entrega da “pena” com a segregação dos montantes necessário para a satisfação imediata do contraente fiel em caso de incumprimento. Não deixa, todavia, de existir, ainda que tacitamente, uma cláusula penal (neste sentido, Domenico Rubino, *La compravendita*, 2.^a ed., Milão (1962), 487 (44-quater) *apud* António Pinto Monteiro, *Cláusula Penal* cit., 64, nota de rodapé 150), pelo que o regime deste também deverá ser objeto de ponderação na aplicação da solução jurídica concreta ao caso – em especial, o regime da não cumulação de cláusula penal com indemnização previsto no n.º 1 do art. 811.º do CC.

nar o intérprete para outra categoria que não o depósito com finalidade de garantia ou o depósito com finalidade de cumprimento como identificado *supra*. Contudo, em regra geral, a ausência de uma atribuição especial das partes para uma configuração distinta (e.g., através da entrega dos bens diretamente à sua contraparte), impedirá a existência de argumentos jurídicos para deslindar a presença de um penhor sobre os bens depositados na rede *blockchain*.

Em segundo lugar, impõem-se ponderar se as normas relativas à imposição de meios de autotutela¹³² – particularmente, no que concerne ao mecanismo da ação direta previsto no art. 336.º do CC, que como sabemos contém requisitos restritivos¹³³. A este respeito, consideramos que as regras da ação direta não serão propriamente aplicáveis, sendo a prática de tornar os bens – principalmente, o dinheiro – dados em garantia ou em função do cumprimento em propriedade do credor garantido uma prática – ainda que excepcional, atento o princípio basilar do direito das garantias: o princípio da proibição do pacto comissório – continuamente disseminada no comércio jurídico¹³⁴.

As regras da interpretação do negócio jurídico quando aplicadas à circunstância em que um ator económico recorre a um contrato inteligente para a efetivação do esquema contratual acordado, levam-nos a concluir que o devedor alocou as quantias na sua *wallet*, por forma a assegurar a satisfação das pretensões do credor. O que quer dizer que verificado o cumprimento ou o incumprimento, o objeto de satisfação passa a ser o bem que serve de garantia (normalmente, o dinheiro).

¹³² Cfr. Florian Möslin, *Legal Boundaries of Blockchain Technologies: Smart Contracts as Self-Help?* (2019), *passim*. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3267852.

¹³³ Sobre os requisitos da ação direta, António Menezes Cordeiro, *Tratado de Direito Civil*, Vol. V – *Exercício Jurídico*, 3.ª ed., Almedina: Coimbra (2017), 491 e ss.; e Miguel Teixeira de Sousa, *Introdução ao Direito*, Almedina: Coimbra (2012), 114-117.

¹³⁴ A título de exemplo, veja-se o regime do penhor financeiro, nomeadamente, o art. 9.º do Decreto-Lei n.º 105/2004, de 8 de maio: “1 – O contrato de penhor financeiro pode conferir ao beneficiário da garantia o direito de disposição sobre o objecto desta. 2 – O direito de disposição confere ao beneficiário da garantia financeira os poderes de alienar ou onerar o objecto da garantia prestada, nos termos previstos no contrato, como se fosse seu proprietário.”

Mais, desse mesmo exercício interpretativo resulta justamente que as partes pretenderam a efetivar o crédito que se constitui com o incumprimento quase automaticamente (em termos práticos, o crédito constitui-se e é transferido para a conta do credor em milésimos de segundo). Neste momento, os bens dados em garantia passam a desempenhar um papel distinto: são o objeto operacional da relação de liquidação e satisfação do crédito do credor¹³⁵. A denominada fonte de “autotutela” assemelha-se à figura da cessão de crédito pecuniário em função do cumprimento (art. 840.º do CC)¹³⁶.

Por fim, uma pequena nota ao princípio da proibição do pacto comissório (art. 694.º do CC), há que ter em consideração o objetivo que esta se presta a obstaculizar: que o valor da coisa dada em garantia ultrapasse o valor do crédito devido. Se as partes acordarem nesse sentido, obviamente, que o contrato será inválido por violação da lei (art. 280.º, n.º 1, do CC)¹³⁷. Agora, nas situações em que o mesmo não acontece, cremos que a interpretação do negócio jurídico e o sistema encaminham a resposta para a admissibilidade deste mecanismo de satisfação.

Vejamos, não existe qualquer transferência de propriedade para a esfera do credor garantido – com efeito, a propriedade, em termos jurídicos, permanece na esfera do devedor -, não obstante, em termos práticos essa propriedade encontra-se segregada num “terceiro” – a rede de registo distribuído – que, como analisamos, se comporta como um agente *escrow*. Assim sendo, verifica-se uma triangulação da relação – o “terceiro”, neste caso, é composto, por sua vez, por um conjunto de terceiros, os “nodes” que validam as transações e a existência de valor na *wallet* de um usuário – que se identifica de forma clarividente com o contrato de *escrow* com as funções de cumprimento e garantia. Por conseguinte, as soluções

¹³⁵ Note-se que na eventualidade de existir um qualquer excedente, as regras gerais neste particular são plenamente aplicáveis, devendo este ser entregue ao devedor.

¹³⁶ Em sentido semelhante, embora no que diz respeito ao penhor irregular, Miguel Pestana de Vasconcelos, *Direito das garantias*, 3.ª ed., Almedina: Coimbra (2019), 379-382.

¹³⁷ A proibição do pacto comissório é extensível a todas as figuras que tenham a função de garantia, sejam estas típicas ou atípicas – Assim, Miguel Pestana de Vasconcelos, *Direito das garantias* cit., 214-215.

que se aplicam a este género de convénios socialmente típicos deverão ser replicadas até ao limite da analogia possível. Significa isto que, face ao exposto, não visualizamos obstáculos a esta especificidade operacional dos *smart contracts*, encontrando-se esta em linha com a vontade das partes quando recorrem à solução tecnológica objeto do presente escrito.

7.3. Outros problemas de Direito Civil relativos à implementação de *smart contracts*

Nos próximos pontos, pretendemos tratar de alguns problemas dogmáticos, no seio do direito civil nacional, com os quais o intérprete e o julgador se poderão deparar quando digladiarem com a temática dos *smart contracts* nas suas atividades.

Não obstante o presente escrito se quedar por transversal, por um lado, é importante reter que os problemas apresentados não traduzem as únicas áreas que suscitam discussão ou exigem um esforço de compatibilização das soluções atuais. Porquanto (i) “somente” abordamos o Direito Civil e a imensidão de regras jurídicas que qualquer contrato deverá obedecer e respeitar; e (ii) as múltiplas potencialidades aplicativas dos contratos inteligentes convocam ponderações sinépicas próprias do ramo do direito chamado à colação *in casu* (quanto a isto, teremos a oportunidade de observar a integração dos contratos inteligente no Direito do Valores Mobiliários - e dos *smart derivatives* em pormenor - na terceira parte do presente escrito).

Ou seja: o objetivo não passará por retratar todos os pontos que suscitam dúvidas e reticências aplicativas, mas tão-só abordar algumas das problemáticas que achamos mais pertinentes de acordo com uma leitura integrada das linhas do presente escrito.

Por outro lado, antecipamos, desde já, que o ordenamento jurídico nacional, bem como a sua doutrina e jurisprudência, apresenta, no presente instante, soluções para a resolução dos problemas erigidos *infra*, com especial menção no que concerne à temática da contratação eletrónica.

Todavia, a regulação *ad hoc* deste género de instrumentos perfila-se, quanto a nós, como o caminho a ser trilhado no futuro¹³⁸.

Assim sendo, os problemas que pretendemos abordar podem ser agrupados nos seguintes pontos:

- (i) A interligação entre os *smart contracts* e a *criptolaw*;
- (ii) A inabilidade em lidar com conceitos indeterminados;
- (iii) O problema da inabilidade dos contratos inteligentes na verificação da capacidade negocial dos participantes;
- (iv) A imputação de conhecimento;
- (v) O regime do erro quando aplicado aos contratos inteligentes; e
- (vi) A responsabilidade civil dos oráculos (“*oracles*”) pela introdução de dados errados.

Vejamos:

7.3.1. Os *smart contracts* e a *criptolaw*: problemas dogmáticos

Um dos problemas que se encontra intimamente associado à figura dos *smart contracts*, tal como estes são configurados atualmente, corresponde à instituição através destes da denominada *criptolaw* ou *lex cryptographia* (também incluída sob escopo do chavão “*code as law*”¹³⁹) em paralelo como sistema jurídico clássico.

A ideia basilar deste “sistema jurídico alternativo” baseia-se na análise da evolução do comércio eletrónico e, em geral, da própria internet. Neste âmbito, entendem alguns autores que o desenvolvimento da tecnologia de registo distribuído permitirá que um novo conjunto de normas emergja: a *criptolaw* assente, em particular, em *legal smart contracts*. CARLA L. REYES define – enigmáticamente – esta nova realidade como “*a nova jurisprudência que irá surgir em*

¹³⁸ À semelhança do que é defendido por Hugo Ramos Alves em *Smart Contracts* cit., 213-215.

¹³⁹ Para uma análise compreensiva do fenómeno, Primavera De Filippi/Aaron Wright, *Decentralized Blockchain Technology and the Rise of Lex Cryptographia* (março, 2015). Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2580664.

*resultado da implementação e aplicação legal de qualquer matéria através da contração pelo meio de smart contracts, semiautónoma e desenvolvida em código criptográfico computadorizado*¹⁴⁰. Em particular, esta “nova jurisprudência” dispensará a “atual jurisprudência” – *i.e.*, os órgãos jurisdicionais e arbitrais –, consistindo o inserido em código criptográfico no início, meio e fim do universo contratual.

O presente ponto transporta-nos para uma discussão com dois pontos dogmáticos paralelos (porém, em certa medida, também paradoxais) que comungam de preocupações equivalentes, a saber: (i) a temática da renúncia antecipada a direitos; e (ii) a validade da “autocomposição” do contrato.

a) A renúncia antecipada a direitos

No primeiro ponto, a questão situa-se em averiguar se o recurso à via jurisdicional fica prejudicada pela utilização de um contrato inteligente; enquanto, no segundo ponto, a ideia que subjaz já se reporta à legitimidade de um *smart contract* implementar uma solução salutar independentemente da vontade subsequente das contrapartes e do recurso a um órgão jurisdicional. Conquanto, como é possível observar, a ideia central está em deslindar se os *smart contracts* são, efetivamente, instrumentos legalmente válidos e lícitos, atenta a consequência natural de estes postergarem a intervenção do julgador para final ou mesmo dispensando-a.

Vamos por partes. Em primeiro lugar, como atentámos na primeira parte do presente estudo, a autoexecutoriedade é a característica que transforma os contratos inteligentes enquanto instrumentos jurídicos em *something else*. A ideia de que o cumprimento é seguro e que acontecerá caso as condições previstas se verifiquem no caso concreto assegura às contrapartes que a confiança depositada no momento da celebração do contrato (e daí em diante) não será defraudada.

¹⁴⁰ Cfr. Carla L. Reyes, *Conceptualizing Cryptolaw*, Nebraska Law Review, Vol. 96 (2017), 400. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2914103.

O que não se pode concordar é com a afirmação de HARRY SURDEN - que, no entanto, como verificámos, não aborda a temática dos *smart contracts* no seu brilhante trabalho - segundo o qual se as partes sinalizarem *ex ante*, uma aceitação deliberada relativa às conclusões automatizadas alcançadas *prima facie*, as partes estarão explicitamente a aceitar erros ocasionais e a “absterem-se” de impugnarem essas decisões em prol da certeza e eficácia derivadas da automatização¹⁴¹.

As partes ao confiarem o processo contratual a um autómato não estão obviamente a abster-se de impugnarem os resultados negativos que surjam em consequência dos erros do contrato inteligentes. Os ganhos de eficiência e certeza existem, contudo, um contrato que impeça uma parte de recorrer à tutela jurisprudencial – entendida como uma submissão do contrato a uma materialmente “inexistente” *criptolaw* – enfermará tanto de nulidade por legalmente impossível e atentar contra a ordem pública, nos termos dos n.ºs 1 e 2 do art. 280.º do CC, como terá de ser considerado inconstitucional, por violação do n.º 1 do art. 20.º da CRP.

Isto porque, embora na ordem jurídica nacional vigore um regime não unitário no que à renúncia de direitos diz respeito¹⁴², a renúncia antecipada *tout court* ao exercício de direitos e, por conseguinte, ao recurso à via jurisdicional não reclama qualquer dúvida quanto à sua contrariedade ao Direito. Ademais, como identificado, o próprio princípio constitucional do acesso ao direito e da tutela jurisdicional efetiva (previsto no art. 20.º da CRP) apenas reforça esta conclusão.

Aliás, como é consabido, a renúncia antecipada a direitos só poderá ocorrer, em resultado de um ato abdicativo com intenção de renunciar – ou seja: produzir o efeito extintivo do direito em questão – que seja posterior à constituição do direito do seu titular (de acordo com o disposto no art. 809.º do CC)¹⁴³. O que não será o caso,

¹⁴¹ Cfr. Harry Surden, *Computable Contracts* cit., 680.

¹⁴² Cfr. Ana Filipa Morais Antunes, *Da irrenunciabilidade antecipada a direitos* in *Homenagem ao Professor Doutor Germano Marques da Silva* (Coord. José Lobo Moutinho et al), Vol. I, Universidade Católica Editora: Lisboa (2020), 81 e ss.

¹⁴³ Sobre a natureza do ato abdicativo, Francisco Pereira Coelho, *A Renúncia Abdicativa no Direito Civil*, *Studia Iuridica*, n.º 8, Coimbra Editora: Coimbra (1995), *passim*.

na medida em que, no entendimento propugnado pelos defensores da *criptolaw*, dois sujeitos ao celebrarem um contrato inteligente estão, desde esse momento, a vincular-se irremediavelmente ao embutido em código.

Sendo que o princípio da irrenunciabilidade antecipada a direitos – que dimana, justamente, do último preceito referido – obsta ao reconhecimento, em termos genéricos, da existência de uma permissão legal para os sujeitos contratuais renunciarem abstratamente, *ex ante* e genericamente a quaisquer direitos ou situações jurídicas que tenham direito¹⁴⁴.

Significa isto que a interpretação sugerida de *criptolaw* não conforma uma solução legalmente possível – nem constitucionalmente válida. O acesso aos tribunais, independentemente da solução definida pelo código do contrato inteligente, terá de ser sempre possível. Não obstante, o mesmo não é dizer que as partes de contrato inteligente, em concreto, não poderão renunciar a um direito ou direitos individualmente concretizados. O juízo nesses casos dependerá, a todo o momento, das circunstâncias do caso concreto, nomeadamente, a natureza do direito em apreço, a norma jurídica que fundamenta o ato de renúncia e as consequências deste para o sujeito abdicante¹⁴⁵.

b) Os *smart contracts* como negócios de “autocomposição de interesses”?

Por outro lado, um dos aspetos que também se encontra em íntima relação com o ponto anterior é a ideia que os *smart contracts* podem ser identificados como negócio jurídicos de *autocomposição de interesses* – sendo uma visão, pelo menos, bastante comum nos autores de língua anglo-saxónica¹⁴⁶.

¹⁴⁴ Cfr. Ana Filipa Morais Antunes, *Da irrenunciabilidade* cit., 101-108.

¹⁴⁵ Cfr. Ana Filipa Morais Antunes, *Da irrenunciabilidade* cit., 109.

¹⁴⁶ Posto que, na senda de Menezes Cordeiro, a lei delimita estes institutos a quatro pressupostos de base: (i) a impossibilidade de recurso aos meios judiciais comuns; (ii) a presença de situações de ofensa ponderosas; (iii) a contenção dos meios de defesa disponíveis; e (iv) a ponderação dos resultados (Cfr. António Menezes Cordeiro, “Artigo 336.º” in *Código*

De acordo com MAX RASKIN, os contratos inteligentes deverão ser qualificados como uma forma de exceção de não cumprimento preemptiva, sob o escopo de um meio de autotutela para o cumprimento de obrigações (os denominados “*self-help remedies*”¹⁴⁷)¹⁴⁸. A ideia imanente a esta construção baseia-se, novamente, na construção de um sistema de *private enforcement* fora da esfera do Estado – ou mesmo não é dizer que o recurso aos meios judiciais é alvo de renúncia por parte dos utilizadores. Efetivamente, o que está em causa é uma questão de *necessidade* no recurso aos tribunais judiciais ou arbitrais, não de desconsideração desses meios para efetivação de direitos.

Vejam, por um lado, esta visão invoca uma discussão que – por razões de exiguidade do presente escrito, não analisaremos em profundidade em termos de Filosofia do Direito– se relaciona com a compatibilização do recurso das partes a um contrato inteligente e as regras do exercício e autotutela de direitos¹⁴⁹.

Classicamente, a tutela privada por parte de particulares só é permitida em casos legalmente delimitadas, devendo estes recorrer à tutela jurisdicional para salvaguardarem as suas posições jurídicas. O sistema jurídico abre, contudo, algumas exceções para os casos em que não é possível recorrer aos meios jurisdicionais – nomeadamente, (i) a legítima defesa; (ii) o estado de necessidade; e (iii) a ação direta - embora os seus pressupostos sejam restritivos.

Neste particular, as regras relativas à ação direta, previstas no art. 336.º do CC, são as disposições que devemos ter em consideração para avaliar a compatibilização da autoexecutoriedade dos contra-

Civil Comentado – I Parte Geral (Coord. António Menezes Cordeiro), Almedina: Coimbra (2020), 952).

¹⁴⁷ Nos termos definidos por Douglas I. Brandon *et al.*, “*self-help remedies*” correspondem a “*legally permissible conduct that individuals undertake absent the compulsion of law and without the assistance of a government official in efforts to prevent or remedy a civil wrong.*” – Cfr. Douglas I. Brandon *et al.*, *Self-Help: Extrajudicial Rights, Privileges and Remedies in Contemporary American Society*, Vanderbilt Law Review, Vol. 37, n.º 4, (1984), 850.

¹⁴⁸ Max Raskin, *The Law and Legality* cit., 333.

¹⁴⁹ A compatibilização entre as regras europeias e nacionais relativas aos “*self-help remedies*” e os *smart contracts* são objeto de uma cuidada análise (em particular, no respeitante ao ordenamento jurídico europeu e alemão) por Florian Möslin em *Legal Boundaries* cit., 16 e ss.

tos inteligentes com o ordenamento jurídico. Esta questão coloca-se com bastante acuidade quando estão em discussão os reputados “*starter interrupt devices*”.

Para este efeito os pressupostos de base para se recorrer à ação direta são os seguintes: (i) necessidade de assegurar um direito próprio; (ii) a utilização de força; e (iii) a contenção nos meios utilizados¹⁵⁰. Note-se que, adicionalmente, a ação direta se encontra expressamente prevista nos arts. 1277.º e 1314.º do CC como um meio legítimo de posse e propriedade¹⁵¹.

Portanto, a ação direta é legítima e lícita, sempre que as contrapartes respeitem os pressupostos que lhe subjazem. Ora, o pressuposto mais “problemático” para estes efeitos é a necessidade de assegurar o direito próprio, pois é duvidoso que o efeito útil do direito em causa fique imediatamente inutilizado ou que seja impossível recorrer ao meios jurisdicionais. O que quer dizer que se a utilização de contratos inteligentes for interpretada como um mecanismo de “autotutela”, esta deverá sujeitar-se aos requisitos previstos no art. 336.º do CC.

Ainda assim, mesmo concordando com FLORIAN MÖSLEIN quanto à necessidade de harmonização europeia nesta matéria¹⁵² – uma vez que os *smart contracts*, em regra geral, terão um carácter transnacional¹⁵³ -, não podemos deixar de notar que, como o mesmo autor, os problemas relativamente ao recurso a um meio de autotutela no meio de cumprimento das obrigações imanente aos contratos inteligentes coloca problemas similares aqueles que emergem na prestação de garantias nas quais o mecanismo de satisfação do credor se

¹⁵⁰ António Menezes Cordeiro, *Tratado V* cit., 493-495.

¹⁵¹ A legitimidade no recurso à ação direta (*Selbsthilfe*) no ordenamento jurídico encontra-se, em termos semelhantes ao ordenamento jurídico português, nos §§ 229, 858 *et seq* do BGB – Florian Mösllein, *Legal Boundaries* cit., 17 e ss.

¹⁵² Florian Mösllein, *Legal Boundaries* cit., 19-20.

¹⁵³ Sobre a aplicação das regras do Regulamento Roma I aos contratos inteligentes, Gisela Ruhl, *Smart (Legal) Contracts, or: Which (Contract) Law for Smart Contracts?* in *Blockchain, Law and Governance*, Benedetta Cappiello/Gherardo Carullo (ed.), Springer. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3552004.

reporta à aquisição do objeto dado em garantia (cuja análise já foi realizada de forma incidental *supra*)¹⁵⁴.

Significa isto que as regras da interpretação do negócio jurídico transportam a análise para a conclusão que as partes ao recorrerem a um *smart contract* pretenderam facilitar a satisfação da prestação das suas contrapartes, através do seu consentimento e tendo por base as premissas da tecnologia de registo distribuído (sem, no entanto, renunciarem a qualquer direito antecipadamente). Efetivamente, as partes visaram através de uma solução tecnológica tornar somente o incumprimento praticamente impossível e o cumprimento automatizado. Verificadas as condições exigidas para a realização da prestação de cada uma das contrapartes, o sistema operacionaliza o acordo embutido criptograficamente.

O resultado da interpretação negocial indica, por conseguinte, que as partes pretenderam equivaler o momento da exigibilidade com o momento da liquidação das respetivas obrigações¹⁵⁵. É o próprio devedor, na linha do que se sucede na contratação com base em máquinas de venda automática, que se predispõe a realizar a prestação com recurso a um meio tecnológico. A ideia é justamente a mesma: as condições do contrato verificam-se *in casu* (seja a inserção de uma moeda ou o atingir de um determinado *rating* de mercado) e o mecanismo no qual o devedor escolheu como modo de cumprimento executa a sua parte do acordo (disponibiliza uma embalagem de sumo de laranja ou uma ação de uma sociedade).

Além disso, existem outros mecanismos no direito das garantias que permitem a autossatisfação do credor com fundamento em mecanismos de suposta “autotutela” (*e.g.*, penhor financeiro, penhor irregular, depósito com função de cumprimento ou garantia). Portanto, conclui-se que não nos parece que a imperatividade do art. 336.º do CC e os seus requisitos sejam suficientes para desconsiderar os mecanismos de “autotutela” respaldados em contratos inteligentes e na rede de registo distribuído. Aliás, para tanto aponta o sistema jurídico.

¹⁵⁴ Florian Möslin, *Legal Boundaries Legal Boundaries* cit., 17-18

¹⁵⁵ Cfr. Joana Ribeiro de Faria, *O regime jurídico* cit..

7.3.2. A inabilidade em “lidar” com conceitos indeterminados – Crise COVID-19 e o instituto da alteração das circunstâncias

Após concluirmos que os contratos inteligentes não impossibilitam a intervenção dos órgãos jurisdicionais, teremos de abordar uma questão – que embora esteja relacionada – tem um âmbito distinto: a dificuldade em proceder à modificação do conteúdo contratual em virtude da característica da *imutabilidade*.

Em princípio, as modificações contratuais exigirão (i) a reversão do acordado através de um novo contrato celebrado para o efeito; ou (ii) o recurso a um tribunal judicial ou arbitral para dirimir o litígio resultante da utilização deste meio. O que só não acontecerá se as partes definirem de base e com o recurso a um oráculo humano (um “*trusted third party*” ou “TTP”) determinadas *condições externas* que possibilitem a adaptação das obrigações emergentes do *smart contract*. Contudo, esta solução acaba por introduzir uma barreira nos benefícios dos contratos inteligentes, uma vez que as características da autoexecutoriedade e da imutabilidade serão condensadas, de modo a acautelar a adaptação do contrato às novas condições de facto.

O mesmo é dizer que, em termos materiais, é impossível implementar autonomamente nos contratos inteligentes as regras legais que atribuem ao sistema jurídico uma maior maleabilidade: os conceitos indeterminados. A linguagem *boolean* assente na lógica condicional “*if this, then that*” só obtém sucesso com regras que rígidas (nomeadamente, aquelas assente num silogismo judiciário). Sendo que o sistema jurídico não pode assentar num conjunto de regras hirtas e rígidas, sob pena de se cometerem atentados injustificados à justiça do caso concreto¹⁵⁶.

Assim, se nos situarmos no momento presente (e no passado recente), a crise sanitária e económica resultante da pandemia COVID-19 configura, sem qualquer margem para dúvidas, uma situação que poderia preencher os pressupostos do n.º 1 do art. 437.º

¹⁵⁶ Sobre os benefícios da atividade contratual através da utilização de fórmulas abertas, *cf.* Jeremy M. Sklaroff, *Smart Contracts and the Cost of Inflexibility in University of Pennsylvania Law Review*, Vol. 166, n.º 263 (2017), 279-286.

do CC na modalidade de grande alteração das circunstâncias. Na estrita medida em que como densifica MANUEL CARNEIRO DA FRADA, “[o] Covid-19 realiza uma alteração desse tipo porque a emergência sanitária surgida representa a modificação (brusca) de uma condicionante geral da coexistência social, com impacto generalizado e, em muitos casos, brutal, na possibilidade e forma da interação e cooperação de um número indeterminado de sujeitos.”¹⁵⁷

Num exercício meramente hipotético não é difícil de imaginar que, na ausência de um oráculo, os contratos inteligentes não assumiriam *per se* a crise COVID-19 como um evento cabal para alterar o esquema contratual programado e embutido na rede de registo distribuído. Mais, o contrato inteligente não atribuiria qualquer significado à alteração das condições em que as partes assentaram a sua vontade no momento da celebração do contrato.

Neste particular, cumpre relembrar os ensinamentos de BAPTISTA MACHADO no que diz respeito aos conceitos indeterminados, “Por virtude da sua capacidade de “osmose”, e ainda da sua função de “válvula de escape”, o conceito indeterminado (...) permite ao legislador abordar aquelas realidades sociais que, por isso mesmo que se acham informadas por um dinamismo crescente, escapam a uma disciplina regulamentadora minuciosa estabelecida pela via da tipificação de hipóteses previamente definidas (...).”¹⁵⁸ Ou seja, são os conceitos indeterminados que, muitas vezes, permitem a adaptação das regras “rígidas” existentes no Direito Civil Português.

Neste sentido, a impossibilidade em transformar estas cláusulas em código *boolean*, as partes que procuram os *smart contracts* terão invariavelmente de procurar soluções alternativas – que não o recurso a um TTP¹⁵⁹. À primeira vista, esta solução parece ser possível de atingir através (*i*) da listagem de um conjunto de causas/eventos que após verificação por oráculos não-humanos despo-

¹⁵⁷ Cfr. Manuel Carneiro da Frada, *A alteração das circunstâncias à luz do COVID-19: teses e reflexões para um diálogo*, ROA, Ano 80, n.º 1 e 2 (janeiro-junho, 2020), 154.

¹⁵⁸ Cfr. João Baptista Machado, *Introdução ao Direito e ao Discurso Legitimador*, Coimbra, Almedina, 2002, 119.

¹⁵⁹ Em determinadas situações, dependendo da complexidade do caso, estes oráculos podem mesmo ser peritos.

letarão um resultado automatizado previamente definido; ou (ii) da utilização de presunções que, na eventualidade de se verificarem os eventos relevantes, possibilitarão a modificação contratual¹⁶⁰.

Ainda assim, qualquer uma destas últimas soluções não apresenta atualmente capacidade para capturar, sem limitar, o mecanismo contratual subjacente à utilização de contratos inteligentes.

Por isso, pensamos que os contratos inteligentes deslocam os custos transacionais, de um modo geral, para a fase pré-contratual, já que o programa contratual na sua globalidade terá de ser definido antecipadamente com o intuito de abarcar a generalidade dos eventos que previsivelmente se poderão suceder durante a “vida” do contrato inteligente.

7.3.3. O problema da inabilidade dos contratos inteligentes na verificação da capacidade negocial dos participantes (anonimização e pseudonimização) – uma possível resposta na LBCFT?

Noutro prisma situam-se os problemas relacionados com a capacidade negocial, ou seja, em termos sintéticos, quem pode o contrato efetivamente vincular ao cumprimento. Sendo que devemos ter em consideração neste particular as exceções legalmente previstas no que diz respeito aos menores (arts. 123.º e ss. do CC), aos maiores acompanhados (arts. 138.º e ss. do CC) ou às pessoas coletivas (genericamente, o art. 6.º do CSC).

O problema está na inabilidade – muitas vezes, encapotada pela existência de pseudonimização – do *smart contract* ou da rede de verificarem *in concreto* se uma pessoa tem efetivamente capacidade negocial para a celebração de um contrato inteligente. Poderão ser implementados sistemas de barreira de acesso (“*wall access*”) – à semelhança do que ocorre quanto à restrição a investidores profissionais de determinados websites de investimento – para, através

¹⁶⁰ Assim, E.T. Tjin Tai, *Force Majeure and Excuses in Smart Contracts* (2018), 14. Disponível em: https://pure.uvt.nl/ws/portalfiles/portal/28903834/Smart_contracts_excuses_ERPL_1_postprint.pdf.

de uma solução tecnológica tentar impedir – ou melhor: colocar entraves – a que um conjunto de pessoas aceda ao conteúdo de um *website* ou rede. Não obstante a valia da ideia que subjaz a estas ferramentas, esta solução acaba por ser parca, uma vez que é facilmente contornável por parte dos incapazes, criando, por conseguinte, facilmente, situações de *vinculação imperfeita*.

Logo, podemos afirmar que os *smart contracts* podem possibilitar, a sujeitos sem a devida capacidade negocial para o efeito, o acesso a uma solução que, tecnologicamente, garante o cumprimento automatizado em toda a sua plenitude. Não só se assegura a celebração do negócio jurídico viciado como também se eliminam as hipóteses práticas que permitem a verificação de um incumprimento na prática.

Posto isto, nestes casos o regime geral relativo à incapacidade negocial deverá ser aplicado genericamente a anulabilidade ou a nulidade conforme a factualidade do caso concreto – embora só meramente *a posteriori*. Ou seja: se for prestada uma garantia ou a sociedade entrar num negócio sem a intervenção dos membros necessários para a sua vinculação, o negócio padecerá de uma invalidade que poderá ser sancionada extrajudicial ou judicialmente (arts. 56.º e 58.º do CSC); de igual modo, se um menor entrar num negócio para a aquisição de criptomoedas *ether*, facilmente se depreenderá que este negócio também padecerá de uma invalidade que poderá dar azo à anulabilidade do negócio (art. 125.º do CC).

Ainda assim, tal como referem KEVIN WERBACH/NICOLAS CORNELL, esta problemática encontra-se na “ponta do iceberg” das interrogações que derivam do design contratual implementado pelos contratos inteligentes, dado que estes são baseados em soluções criptográficas tecnologicamente avançadas que nos fazem questionar se realmente estamos a abordar contratos celebrados por entes personalizados ou por entes anonimizados ou pseudonimizados com base em chaves criptográficas de acesso, nos termos já descritos¹⁶¹.

Efetivamente, no outro lado da barricada surgem os problemas associados à multiplicação de “entidades” digitais. Um sujeito

¹⁶¹ Cfr. Kevin Werbach/Nicolas Cornell, *Contracts* cit., 370-371.

poderá deter múltiplas chaves criptográficas sob diferentes formas e localizações digitais. O que quer dizer que uma parte não se apresenta sob a veste da sua “identidade” real.

A avaliação da capacidade dos sujeitos que negociem como base num *legal smart contract* é virtualmente muito difícil de controlar e rastrear, na medida em que a exigência de uma chave criptográfica não implica um processo de identificação nos termos definidos na LBCFT, em especial no seu art. 23.º.

Não obstante, com a aprovação da Lei n.º 58/2020, de 31 de agosto, que alterou e introduziu na LBCFT algumas normas no que concerne à comercialização de ativos virtuais, nomeadamente obrigando as entidades que transacionem ativos virtuais a registarem-se para o efeito junto do BdP, assim como a aplicarem as regras e deveres previstos ao abrigo da LBCFT¹⁶²⁻¹⁶³. Segundo o disposto na alínea ll) do n.º 1 do art. 2.º, um ativo virtual corresponde a “*uma representação digital de valor que não esteja necessariamente ligada a uma moeda legalmente estabelecida e que não possua o estatuto jurídico de moeda fiduciária, mas que é aceite por pessoas singulares ou coletivas como meio de troca ou de investimento e que pode ser transferida, armazenada e comercializada por via eletrónica*”. Note-se, porém, que os poderes de supervisão do BdP se limitam às áreas relativas ao combate ao branqueamento de capitais e do financiamento ao terrorismo.

Tendo isto presente, cumpre esclarecer que a não ser que estejamos a abordar a transação de ativos virtuais ou se a entidade que recorre ao contrato inteligente não for considerada uma entidade obrigada (nos termos do disposto nos arts. 3.º a 7.º da LBCFT), este dever não é aplicável e, portanto, os procedimentos de identificação à distância – previstos no art. 38.º da LBCFT – também serão inaplicáveis.

¹⁶² Esta norma surge na sequência da aprovação da Diretiva (UE) 2018/843 do Parlamento Europeu e do Conselho de 30 de maio de 2018.

¹⁶³ Importa articular estas normas com o Aviso do BdP n.º 3/2021 que regulamenta os pedidos de registo pelas entidades que pretendam exercer, uma ou mais atividades com ativos virtuais, assim como os pedidos de alteração dos factos sujeitos a registo pelas entidades que exerçam atividades com ativos virtuais.

Sem embargo, parece-nos que o caminho trilhado pelo BdP até aqui – com as limitações do âmbito aplicativo e material – tem a virtualidade de nos direcionar e alertar para a necessidade das partes procederem a uma investigação quanto à identidade das partes com quem negociam. Por conseguinte, as partes quando negociam com a sua contraparte, ainda que anonimizados, devem proceder a uma análise com vista a descortinar se o sujeito que atua sob a capa de uma chave criptográfica tem capacidade negocial para entrar no negócio em concreto. A presente conceção assenta na ideia de que o sistema jurídico estabelece mecanismos de identificação quando exista um bem jurídico que mereça essa proteção. Ora, atendendo à natureza dos *smart contracts* (em particular a sua autoexecutoriedade), singelamente, se depreende que o recurso a medidas reativas não assegura as pretensões das partes. Nesta medida, exige-se que o sistema jurídico apresente uma solução preventiva.

Sendo que esta solução mesmo que não se considere suficientemente densificada em termos de *iure conditio* – o que não se concede, mas que se aceita -, deverá ser tida em conta num sentido que configurar uma *guideline* de melhores práticas ou uma forma de abordar a questão a abordar no futuro em termos de *iure condendo*.

Destarte, o resultado pretendido poderia ser atingido através das soluções previstas nas alíneas a) e b) do n.º 2 e no n.º 6 do art. 25.º, *ex vi*. art. 38.º, n.º 1, alíneas. a) e b) da LBCFT. Ou seja: pelo recurso a (i) meios de identificação eletrónica, assinatura eletrónica qualificada e autenticação segura do Estado disponíveis através do sítio na *Internet* autenticacao.gov.pt; ou (ii) plataformas de interoperabilidade entre sistemas de informação emitidos por serviços públicos, nos termos do Regulamento (UE) n.º 910/2014 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de julho de 2014; ou (iii) um sistema análogo aos demais que garanta a salvaguarda dos direitos dos particulares.

7.3.4. O regime do erro e os *smart contracts*

Na sequência dos pontos anteriores, convém abordar um dos aspetos onde mormente poderão surgir problemas: as malformações

permanentes ou momentâneas do código de raiz. Porquanto não podemos esquecer que um *smart contract* não deixa de ser informaticamente passível de padecer de erros também eles informáticos¹⁶⁴.

Sendo que, independentemente destes erros serem ou não objeto de um mecanismo de salvaguarda que permita uma intervenção *in loco* das partes ou de um terceiro (*máxime* um órgão jurisdicional), as disposições quanto aos vícios do negócio jurídico são plenamente aplicáveis.

Atente-se nas palavras de MIGUEL MARQUES VIEIRA: “*O erro ocorre quando a declaração de vontade emana de um erro substancial, ou seja, quando existe informação equivocada, ou imperfeita sobre algo imprescindível para a celebração do contrato. Isso é mais comum, na Internet, quando não se possui qualquer certeza no que se refere ao local e com que pessoa se está contratando*”¹⁶⁵.

Estes erros que chamam à colação o regime previsto nos arts. 247.º e ss. do CC, na medida em que o legislador nacional no art. 33.º da LCE definiu que, nos casos em que a contratação é realizada simplesmente pelo meio de computadores (ou melhor: os *softwares* implementados nestes), o erro releva nos termos gerais, a menos que se pressuponha uma atuação humana¹⁶⁶⁻¹⁶⁷.

Ainda assim, o legislador optou por definir expressamente que certas modalidades de erros seriam sujeitas a tipologias de “erros”¹⁶⁸,

¹⁶⁴ Consistindo no entender de José de Oliveira Ascensão, justamente, numa das questões que mais prurido causará entre os juristas na temática do comércio eletrónico (*vd.* José de Oliveira Ascensão, *Contratação* cit., 52).

¹⁶⁵ *Cfr.* Miguel Marques Vieira, *A Autonomia Privada na Contratação Eletrônica Sem Intervenção Humana* in *Estudos sobre o Direito das Pessoas* (Coord. Diogo Leite de Campos, Almedina: Coimbra (2007), 193.

¹⁶⁶ Segundo o art. 33.º da LCE: “*À contratação celebrada exclusivamente por meio de computadores, sem intervenção humana, é aplicável o regime comum, salvo quando este pressupuser uma actuação*”.

¹⁶⁷ Não obstante o preceito estar sistematicamente enquadrado para regular a contratação automatizada multilateral, poderão existir circunstâncias, em casos de contratação automatizada unilateral, que exijam a aplicação analógica do art. 33.º da LCE. – *Cfr.* David de Oliveira Festas, *A Contratação* cit., 434 (em especial, nota de rodapé 37).

¹⁶⁸ Por ora, poderão existir hipóteses que escapam ao elenco de situações definidas pelo legislador. Veja-se, a este propósito, o caso “Alexa e a Falta de Consciência na Declaração” (o título é nosso) exemplificado por Mafalda Miranda Barbosa (*Cfr.* Mafalda Miranda Barbosa,

foram elas: (i) o erro de programação; (ii) o defeito de funcionamento da máquina; e (iii) a deformação na mensagem transmitida.

Estabelecendo, ainda, uma norma interpretativa no que diz respeito ao regime de impugnabilidade da arguição do erro pela contraparte.

Passemos à sua análise em detalhe:

a) O Erro de Programação

No que concerne ao erro de programação¹⁶⁹, alínea a) do n.º 2 do art. 33.º da LCE postula que a este se aporá o erro na formação da vontade. Ou seja, aplicar-se-ão as disposições referentes à modalidade do erro-vício¹⁷⁰.

Erro na Formação do Negócio Jurídico e Contratação Eletrónica, Boletim da Faculdade de Direito da Universidade de Coimbra, Vol. 93, N.º 1 (2017), 177-209 (202). Nessa eventualidade, não podemos esquecer o conteúdo do n.º 1 do art. 33.º da LCE, ou seja, o intérprete deverá deter-se no regime geral, a menos que seja pressuposto a existência de uma atuação humana. A ponderação sobre a aplicação e enquadramento de uma determinada situação numa das modalidades de vício ou falta de vontade dependerá da situação de facto, enquadramento normativo e ponderação sinéptica *in casu*. Neste particular relembremos os ensinamentos de Castanheira Neves sobre a aplicação metodológica da interpretação da lei, vd. A. Castanheira Neves, *A Metodologia Jurídica – Problemas fundamentais* in *Boletim da Faculdade de Direito – Universidade de Coimbra*, Coimbra Editora: Coimbra (1993), *passim*. Destacamos a seguinte passagem do autor (148): «O que impõe que reconhecamos à norma jurídica a autonomia de um critério vinculante, uma vez que as normas oferecem preferentemente os critérios do sistema jurídico e lhe constituem o seu «núcleo duro» – como referimos já – ainda que devendo também inserir-se na global intencionalidade axiológico-normativa do sistema de validade, de que são apenas elementos, e não impedirem uma solução judicativa em que se releve o mérito normativo-jurídico específico do caso concreto decidendo.» Desta forma, a interpretação das normas deve observar estas duas exigências de modo a que, em concreto, se atijam os objetivos do sistema jurídico onde uma determinada norma pertence.

¹⁶⁹ O conceito de erro de programação é bastante amplo e abarca mais que o mero erro da digitação do código. Na senda de David de Oliveira Festas, acreditamos que o legislador não pretendeu somente compreender as situações relativas ao erro de *software*, visualizando também os casos que estão na antecâmara da programação *stricto sensu* (nomeadamente, os erros na montagem de *hardware*). – Cfr. David de Oliveira Festas, *A Contratação* cit., 438, nota de rodapé 65 (em especial, vd. a interessantíssima distinção proposta pelo autor citado entre os *erros de programação* e os *erros de preparação da máquina*).

¹⁷⁰ Cfr. Mafalda Miranda Barbosa, *Erro* cit., 198. Realça a autora que, dogmaticamente, o erro de programação não consubstancia concretamente um erro na representação da rea-

O erro de programação pode repercutir-se em situações de contratação automatizada *multilateral* e nos casos de contratação automatizada *unilateral*. Não obstante, este específico erro, sob pena de contrassenso lógico, no segundo caso é somente aplicável ao sujeito que utiliza e beneficia do programa informático¹⁷¹.

Havendo, no entanto, que distinguir duas situações que o legislador optou por unificar¹⁷²: por um lado, (i) o erro de programação em que o programador não representou adequadamente a realidade; e, por outro lado, (ii) o erro de programação em que o programador representa adequadamente a realidade, porém, introduz em código a informação errada.

Exemplificando, no primeiro caso, o utilizador programa o *smart contract* para adquirir um determinado conjunto de ativos da empresa DAO-SHI, julgando que esta é uma *decentralized autonomous organisation*¹⁷³, quando, na realidade DAO-SHI é uma sociedade japonesa que produz *tamagotchis* de última geração e procedeu à abertura do seu capital ao público.

Enquanto, na eventualidade de presenciarmos um exemplo do segundo caso, o utilizador sabe que a empresa DAO-SHI produz efetivamente *tamagotchis*, mas este queria adquirir ações da empresa DAO-SI, esta sim uma *decentralized autonomous organisation*, porém, introduz um “h” por engano no código que rege o contrato inteligente.

lidade, dado que o autómato simplesmente reproduz a vontade do seu programador (aqui entendido como o sujeito jurídico que utiliza o autómato em benefício próprio).

¹⁷¹ David de Oliveira Festas, *A Contratação* cit., 437, nota de rodapé 64.

¹⁷² Na senda de Mafalda Miranda Barbosa, o legislador nacional, na al. a) do n.º 1 do art. 33.º da LCE, “*parte de uma ficção (...), unificando hipóteses que podem apresentar contornos distintos que, na ausência da determinação legal, poderiam levar à sua assimilação por âmbitos de relevância normativa diversos*” – Cfr. Mafalda Miranda Barbosa, *Erro* cit., 199. Acaba a autora por concluir que a unificação não é problemática, dado que “*apesar de remeter para o regime do erro-vício, o DL n.º 7/2004 parece unificar os regimes que no Código Civil não são unitários*” (199).

¹⁷³ Sobre esta realidade, entre nós, António Garcia Rolo, *Challenges in the legal qualification of decentralised autonomous organisations (DAOs): the rise of the crypto-partnership?*, *Revista de Direito e Tecnologia*, Vol. 1, n.º 1 (2019), 33-87.

Como é consabido, só a primeira das situações identificadas corresponde efetivamente a um caso de erro na formação da vontade, pois somente neste caso existe uma divergência entre a vontade real do utilizador e a declaração negocial emitida pela máquina. No segundo caso, há um mero lapso de introdução cujo regime poderia pela proximidade chamar à colação o regime do erro de cálculo ou escrita (art. 249.º do CC)¹⁷⁴ ou do erro na declaração (art. 247.º do CC). Ainda assim, o legislador decidiu pela unificação de ambos os casos sob o mesmo espectro aplicativo.

Nestes casos, o intérprete deve aferir a vontade do utilizador no momento da programação¹⁷⁵. Só através da utilização desta ficção será possível aplicar as normas designadas pelo legislador. O mesmo é dizer que o erro de programação não é efetivamente um erro na formação da vontade, porém, o regime deste é-lhe aplicável nos mesmos termos.

Destarte, nos quadros da negociação automatizada, aplicar-se-ão as disposições do erro de cálculo ou escrita (art. 249.º do CC), do erro na declaração (art. 247.º do CC), do erro-vício da pessoa do declaratório ou do objeto do negócio (art. 251.º do CC), do erro-vício sobre os motivos (art. 252.º, n.º 1, do CC) ou o erro sobre a base do negócio (art. 252.º, n.º 2, do CC) em função das circunstâncias concretas do caso – conforme o grau de identificabilidade da factualidade subjacente com a situação tipológica que cada uma daquelas normas pretendeu regular¹⁷⁶.

Contudo, importa realçar que, em qualquer um dos casos, a avaliação da essencialidade do erro encontra-se prejudicada pela ficção anteriormente empreendida – a deslocação do momento relevante

¹⁷⁴ Não obstante, ao contrário do que será retratado *infra*, aqui a invocação do erro de escrita não será *a priori* tão problemática, na medida em que o art. 249.º do CC exige que o erro seja “revelado no próprio contexto da declaração ou através das circunstâncias em que a declaração é feita”. Por conseguinte, este não exige uma operação interpretativa igual à exigida pelo binómio da “essencialidade-conhecimento” constante do art. 247.º ou pela alteração da base do negócio presente no n.º 2 do art. 252.º, ambos do CC.

¹⁷⁵ Neste sentido, *cfr.* Paula Costa e Silva, *A Contratação* cit., 303-304.

¹⁷⁶ Assim, Mafalda Miranda Barbosa, *Erro* cit., 198-199; *Cfr.* David de Oliveira Festas, *A Contratação Electrónica Automatizada*, *ob.cit.*, 442-443.

para aferir da vontade de um sujeito é temporalmente antecedente à operacionalização do mecanismo contratual – nas hipóteses em que a formação do contrato inteligente é realizada por um ou dois autómatos ou ainda nos casos em que a negociação é efetuada diretamente na plataforma de registo distribuído¹⁷⁷. Pelo que, nos casos em que a vontade não é contemporânea, o intérprete tem duas opções: (i) a realização de uma interpretação ab-rogativa do disposto na LCE ou (ii) procurar coordenar o disposto na LCE e procurar o sentido útil possível.

Na linha do defendido por DAVID DE OLIVEIRA FESTAS, a segunda opção temos por acertada e, portanto, a necessidade de empreender uma leitura dos requisitos das normas referentes ao erro disposta no CC tendo em consideração o disposto no n.º 3 do art. 33.º da LCE¹⁷⁸. Essa respetiva análise será realizada *infra*.

b) Defeito de funcionamento da “máquina”

De acordo com a alínea b) do n.º 2 do art. 33.º da LCE, aplicar-se-ão as regras do erro na declaração, se existir erro no funcionamento da máquina. Destarte, aplicar-se-á, em princípio, aos casos que caíam no escopo desta “tipologia” de erros, o art. 247.º do CC.

¹⁷⁷ Recordando a divisão proposta por Joana Ribeiro Faria, a categoria denominada pela Autora como “*contratos inteligentes negociados diretamente entre as partes fora da plataforma*” não levanta os mesmos problemas, já que nesta hipótese o contrato é negociado “*offline*” e, utilizando uma expressão utilizada pela Autora (embora depois a desconstrua), ocorre uma “*transposição*” do convénio acordado entre as partes na plataforma de registo distribuído – o contrato inteligente corresponde a um “*instrumento de execução de uma relação jurídica previamente definida*”. A Autora propõe a existência de dois contratos: (i) o negociado fora da plataforma, que corresponderia a um contrato-promessa e (ii) o *smart contract*, configurando o contrato definitivo. A visão proposta assenta na ideia de que o código de software de *front-end* do contrato inteligente é um verdadeiro contrato e que as partes, expressa ou implicitamente, sujeitaram o contrato a uma específica forma – nos termos e para os efeitos do art. 223.º do CC. (Cfr. Joana Ribeiro de Faria, *O regime jurídico* cit., 737-739.

¹⁷⁸ Cfr. David de Oliveira Festas, *A Contratação* cit., 444-451.

Como assinala OLIVEIRA ASCENSÃO de forma muito simples, “*Há algo que respeita ao erro na declaração. A vontade subjacente era uma, mas a declaração foi outra*”¹⁷⁹.

Se compararmos esta situação com o caso do erro de introdução acima apresentado, verificamos que, ao contrário, da introdução do “h”, o código foi inserido exatamente como deveria ter sido feito (*i.e.*, “DAO-SI”), porém, o *smart contract* adquiriu, por defeito, ações da sociedade japonesa ao invés das que eram pretendidas pelo utilizador.

Importa referir que também aqui DAVID DE OLIVEIRA FESTAS faz uma distinção entre o defeito de funcionamento da máquina que tecnicamente apresenta deficiências do defeito da máquina que não apresenta deficiências, mas erra devido à introdução de dados erróneos¹⁸⁰. Não obstante serem duas situações que, do ponto de vista fáctico, são efetivamente distintas, em termos jurídicos, o mesmo já não se sucede.

Ainda assim, tendo em consideração o papel que *oracles* detêm na ligação com o mundo dos contratos inteligentes, em particular na introdução de dados “exteriores”, cujas algumas das implicações serão abordadas adiante, optámos por revelar a distinção efetuada pelo referido autor.

Sendo que o que ficou *supra* explicitado quando ao lapso na introdução de dados é plenamente replicável ao defeito de funcionamento da máquina, tanto a nível do raciocínio que subjaz à sua incorporação nos casos de erro, como nas soluções aplicativas. Ou seja, é possível equacionar a aplicação das disposições referentes ao erro na declaração (art. 247.º do CC) e ao erro de cálculo ou de escrita (art. 249.º do CC)¹⁸¹.

Constata-se novamente uma dificuldade de cariz prático em demonstrar a essencialidade do erro no que diz respeito ao erro na declaração, assim como na determinação do que é um verdadeiro

¹⁷⁹ Cfr. José de Oliveira Ascensão, *Contratação* cit., 66.

¹⁸⁰ Cfr. David de Oliveira Festas, *A Contratação* cit., 452-453.

¹⁸¹ Neste sentido, David de Oliveira Festas, *A Contratação* cit., 454.

caso de “erro de cálculo ou escrita” – este “erro” dificilmente resultará de um defeito informático¹⁸².

c) Deformação na mensagem transmitida

No que diz respeito aos casos em que a mensagem chega deformada ao destino, o intérprete deverá recorrer ao regime do erro na transmissão (art. 33.º, n.º 2, alínea c) da LCE). Logo, aplicar-se-ão as disposições que concernem aos arts. 247.º e 250.º, ambos do CC¹⁸³.

Destarte, há que ter presente que o art. 250.º coloca no espectro de risco do declarante as consequências de uma deformação na transmissão da declaração, apenas (i) na hipótese de o erro ser essencial e cognoscível se deverá ponderar a anulação do negócio; ou (ii) caso exista dolo do intermediário.

Ainda assim, importa ter em atenção que a remissão operada pela LCE para o regime do erro na transmissão deverá ser lida com algumas cautelas, existindo vozes na doutrina que duvidam do acerto da solução operada pelo legislador¹⁸⁴.

¹⁸² Isto só não ocorrerá nos casos de contratação automatizada unilateral. Porém, nesta hipótese o n.º 3 do art. 33.º deverá ser excluído por razões evidentes: o ser humano per se não é passível de implementação de um sistema de deteção de “erros de introdução”.

¹⁸³ Cfr. Miguel Marques Vieira, *A Autonomia* cit., 195. Igualmente, José de Oliveira Ascensão não encontra motivo para não aplicar as regras sobre o erro na transmissão – Cfr. José de Oliveira Ascensão, *Contratação* cit., 66.

¹⁸⁴ É o exemplo de Mafalda Miranda Barbosa, para quem a qualificação e enquadramento presente na alínea c) do n.º 2 do art. 33.º da LCE não representa fielmente o fenómeno que ocorre. No entender da autora, o legislador comete dois erros: (i) não esclarecendo o que se entende por deformação; e (ii) tomando o computador como um intermediário na emissão da declaração, ao invés de o considerar como instrumento que é utilizado na emissão da declaração. Deste modo, a solução revela algum desacerto, na medida em que a colocação do risco de utilização do computador no utilizador não se deve ao simples facto de este utilizar o computador – e, portanto, o risco de tal utilização lhe ser imputável –, mas sim, em função de o computador ser o próprio o veículo de emissão declaração de vontade. Ou seja: tal como na eventualidade de a transmissão for efetuada telefonicamente, estaremos perante um erro na declaração *stricto sensu* (art. 247.º do CC). Só fará sentido falar de erro na transmissão, caso surja na cadeia transmissiva um terceiro (por suposição: um programador), contudo, nesse caso voltaremos a estar perante um erro de programação (art. 33.º, n.º 2, alínea a),

Quanto ao antecedente, atente-se nas palavras de DAVID DE OLIVEIRA FESTAS, “a deformação da declaração no processo de transmissão, que pode igualmente ocorrer na contratação desenvolvida nos termos tradicionais, surge na contratação electrónica automatizada com um risco acrescido”¹⁸⁵. Quando damos o passo adicional de incluirmos nesta discussão os *smart contracts* percebemos que esforço de adaptação será também suplementar.

Logo, a primeira das adaptações é destrinçar se o suposto erro deriva do computador do declarante ou do servidor que transmitiu os dados. Na primeira situação excluiu-se, desde logo, a possibilidade de existir dolo de um intermediário, pois o computador é um mero meio/instrumento de transmissão de declarações (tais como: o e-mail, o computador, a língua gestual, *etc.*). Na segunda situação, muito remotamente, o mesmo já não se poderá afirmar, dado que a mensagem em rede terá de passar por servidores próprios e externos, e nestes momentos, terceiros poderão atuar com o mencionado dolo, desvirtuando, desta forma, a mensagem original inserida em código pelo declarante.

Vejam, quando comparamos o presente caso com os restantes, reparamos que esta hipótese se distingue das duas anteriores, conquanto estas ocorrem durante o processo de formação da vontade, enquanto aquela desenvolve-se somente depois de concluído o processo de emissão da declaração negocial¹⁸⁶.

Importa, porém, mencionar que, tendo em consideração o que ficou *supra* esclarecido no respeitante às características dos *smart contracts* e da rede *blockchain*, estas situações podem ser consideradas, em termos de probabilidades, como eventos muito difíceis de acontecerem. Todavia, essa ínfima possibilidade pode desencadear consequências bastante pesarasas, como seja o erro na transmissão dos dados de uma transação a um conjunto significativo de *nodes* que pode tornar em (quase) imutável uma transferência irreal –

da LCE) e não um erro de deformação na mensagem transmitida. (art. 33.º, n.º 2, alínea c), da LCE) – *Cfr.* Mafalda Miranda Barbosa, *Erro cit.*, 200-201.

¹⁸⁵ *Cfr.* David de Oliveira Festas, *A Contratação cit.*, 457.

¹⁸⁶ *Cfr.* David de Oliveira Festas, *A Contratação cit.*, 457.

levantando problemas jurídicos subsequentes, bem como o recurso à via jurisdicional.

Todavia, independentemente da bondade do pretendido pelo legislador, também neste grupo de casos, o *smart contract* não estará – pelo menos, por ora – preparado para averiguar os erros nas declarações negociais recebidas (fora os casos de erros de introdução) ou, em contrapartida, a deformação na mensagem não é essencial e/ou cognoscível¹⁸⁷.

d) A ressalva prevista no n.º 3 do art. 33.º da LCE: os “dispositivos de identificação e correção de erros”

Relembrar, todavia, que, nos termos e para os efeitos do n.º 3 do art. 33.º da LCE: “*A outra parte não pode opor-se à impugnação por erro sempre que lhe fosse exigível que dele se apercebesse, nomeadamente pelo uso de dispositivos de deteção de erros de introdução.*”

Embora como assinala, e bem, DAVID DE OLIVEIRA FESTAS, esta disposição apresente algumas limitações na sua formulação, a sua interpretação cuidada permite atingir o pensamento do legislador para a especificidade dogmática do regime do erro no seio do diploma do comércio eletrónico¹⁸⁸. Como afirmámos *supra*, esta alínea permite consubstanciar um regime que se apresenta “manco” devido à adoção de uma solução que parte de soluções expedidas pelo legislador de 1966 que tornam o regime bastante complexo no respeitante ao comércio eletrónico.

Em primeiro lugar, a norma destina-se ao declaratório (“*a outra parte*”) da declaração tingida pelo erro de programação (“*impugnação por erro*”).

Em segundo lugar, impugnação por erro corresponde às situações que se encontram postuladas no n.º 2 do preceito sobre análise.

Em terceiro lugar, a “*outra parte*” não poderá contrapor-se à anulação do negócio jurídico sempre que lhe fosse exigível que se apercebesse das anomalias da declaração emitida pelo declarante,

¹⁸⁷ Assim, Hugo Ramos Alves, *Smart Contracts* cit., 209.

¹⁸⁸ Cfr. David de Oliveira Festas, *A Contratação* cit., 446-451.

nomeadamente, através do uso de dispositivos de deteção de erros de introdução.

Sinteticamente, o sistema construído pelo legislador repousa na ideia de que mesmo na contratação automatizada (principalmente, multilateral) – uma vez que as pessoas singulares não estão abarcadas pela teleologia da presente disposição – as partes deverão introduzir mecanismos de salvaguarda de erros, os denominados dispositivos de deteção de erros de introdução (previstos, mas sem limitar, no art. 27.º da LCE¹⁸⁹). Justamente, no âmago do conceito podemos incluir os *oracles* – independentemente da sua natureza – na medida em que estes também poderão funcionar como uma barreira face à verificação dos casos-tipo identificados *supra*. Significa isto que caso o erro pudesse ter sido – previsível e adequadamente - antecipado pela introdução de um *oracle* no esquema contratual do contrato inteligente, a lei ficciona a presença dos elementos cognoscibilidade e essencialidade (quando aplicáveis).

Assim, como (bem) sintetiza DAVID DE OLIVEIRA FESTAS, o regime do n.º 3 do art. 33.º da LCE traduz-se basicamente no facto de “*a parte que incorreu em erro, querendo desvincular-se da declaração emitida, [ter] o ónus de provar os requisitos previstos no art. 247.º do Código Civil.º*”, sendo que “*a outra parte não poderá opor-se a essa anulação caso lhe fosse exigível a detecção do erro ou anomalia*”¹⁹⁰.

e) O que pensar?

Em suma, o regime previsto na LCE apresenta soluções que, por hipótese seriam simples, contudo, em termos práticos revelam uma enorme dificuldade na sua aplicação, dado que (*i*) a intenção do legislador de 1966 não tinha as hipóteses da contratação eletrónica

¹⁸⁹ Dispõe o art. 27.º da LCE no seguinte sentido: “*O prestador de serviços em rede que celebre contratos por via electrónica deve disponibilizar aos destinatários dos serviços, salvo acordo em contrário das partes que não sejam consumidores, meios técnicos eficazes que lhes permitam identificar e corrigir erros de introdução, antes de formular uma ordem de encomenda.*”

¹⁹⁰ Cfr. David de Oliveira Festas, *A Contratação* cit., 451.

em mente, e, por outro lado; e (ii) a própria adequação do sistema à multiplicidade de fenómenos que podem emergir da LCE.

Nestes termos, importa revisitar as palavras sábias de OLIVEIRA ASCENSÃO: «*A Solução que surge como a mais imediata – colocar, em lugar das máquinas, quem as disponibilizou – resolve muitos problemas*»¹⁹¹.

PAULA COSTA E SILVA recorre a um critério assente da repartição do risco para resolver os casos: os atos produzidos pelos autómatos são atos materiais que se identificam com os atos produzidos pelo homem (aliás, aqueles ocorrem pela impossibilidade e/ou escolha do homem para fazer uso do autómato), por conseguinte, os atos produzidos pela máquina deverão ser imputados aquele que a utiliza em seu benefício. Nas brilhantes palavras da autora: “*A autonomia pode ser encontrada no momento em que o homem escolhe a máquina. A partir de aqui, ele deve assumir os riscos próprios do seu funcionamento*”¹⁹².

Neste sentido, encontra-se também HUGO RAMOS ALVES, embora apenas do ponto de vista de *iure condendo*, na medida em que é apontado por este que a imputação pelo risco – segundo o n.º 2 do art. 483.º do CC – tem natureza meramente excepcional¹⁹³.

Porém, parece-nos que a solução aventada por PAULA COSTA E SILVA não se deve descartar do ponto de vista do direito constituído. A ideia de imputação pelo risco é, de facto, excepcional – ou melhor dizendo, tradicionalmente, tem um carácter excepcional, embora, surjam cada vez mais fenómenos assentes nesta particular distribuição de esferas de responsabilidade *lato sensu*¹⁹⁴. Todavia, a ideia de risco encontra-se subjacente – nem que se diga: em termos consequenciais – ao exercício que se efetua na verificação dos requisi-

¹⁹¹ Cfr. José de Oliveira Ascensão, *Contratação* cit., 67.

¹⁹² Cfr. Paula Costa e Silva, *A Contratação* cit., 305.

¹⁹³ Cfr. Hugo Ramos Alves, *Smart Contracts* cit., 210. Não deixa o autor de referir que, inexistindo erro e caso o contrato seja válido, a responsabilização contratual da parte que fez uso do contrato inteligente em benefício próprio tenderá a ser o caminho a seguir pelo lesado.

¹⁹⁴ Sobre a responsabilidade por facto de outrem e “culpa de organização”, Cfr. Manuel Carneiro da Frada, *Direito Civil, Responsabilidade Civil: O Método do Caso*, Almedina: Coimbra (2006), 86-87.

tos da essencialidade e da cognoscibilidade do erro. Ora, faltando a presença de um destes, os efeitos previstos no regime do erro serão inaplicáveis, logo, não se constitui na esfera do declarante o direito de anulação.

Significa isto que nas situações de contratação automatizada multilateral, onde -relembra-se - não é possível encontrar uma vontade contemporânea, também não se encontra ao dispor do declaratório os meios cabais para conhecer da essencialidade do erro – na verdade, o “declaratório” não controla o curso dos eventos.

De acordo com regime civil, há erros relevantes (os essenciais e cognoscíveis) e erros irrelevantes (os que lhes faltam as mencionadas características. A ordem jurídica somente atende aos primeiros, os segundos correm por conta do declaratório. Sendo que, como vimos, a LCE introduz um *plus* relativamente ao regime da lei civil: um ónus de introdução de sistemas de identificação e correção de erros (podendo estes ser oráculos). Consequentemente, caso a deteção do erro, mesmo através destes sistemas, não fosse exigida à contraparte, o erro será irrelevante e, portanto, o resultado deste correrá por conta do utilizador do autómato.

As esferas de risco estão identificadas e o resultado da distribuição desse risco *in casu* é determinável (com base nas mesmas normas referentes aos vícios da declaração negocial). Ou seja, consideramos que, no plano das consequências: “os atos materiais praticados pela máquina [deverão ser] imputados ao utilizador da máquina”¹⁹⁵.

7.3.5. A Responsabilidade Civil dos Oráculos: o *simples transporte* e o *fornecimento de conteúdos*

Em último lugar, importa retratar as situações de responsabilidade de uma especial categoria de terceiros que se coenvolve na celebração de contratos inteligentes, falamos da especial categoria de prestadores de serviços que são bastante utilizados quando os atores económicos recorrem a *smart contracts*: os oráculos.

¹⁹⁵ Cfr. Paula Costa e Silva, *A Contratação* cit., 305.

Na sequência do que ficou exposto relativamente aos sujeitos que podem desempenhar a função de oráculo num contrato inteligente, facilmente compreenderemos que a responsabilização dos oráculos neste capítulo se dirige às situações em que essas funções são terceirizadas a um prestador de serviços externo ao próprio *smart contract* que atuará como auxiliar do cumprimento da obrigação do devedor (art. 800.º, n.ºs 1 e 2, do CC).

Os oráculos retêm uma enorme quantidade de poder sobre o sucesso da forma como são executados os contratos inteligentes, porque os dados que fornecem acabam por determinar como os contratos inteligentes são executados. Portanto, a “alimentação de dados” a partir de fontes de informação terceiras atribui a esses dados uma influência substancial sobre a mecânica de um contrato inteligente, podendo eliminar a confiança que subjaz ao estar assente numa rede centralizada de registo distribuído¹⁹⁶. Tradicionalmente, isto conforma o denominado “*oracle problem*” – pois, é evidente que os *smart contracts* necessitam do “mundo real” para o seu sucesso. Daí a importância em estabelecer um quadro geral de responsabilização destas figuras¹⁹⁷.

Ora, de acordo com a definição proposta pelo legislador nacional no n.º 1 do art. 3.º da LCE, o serviço prestado pelos oráculos enquadra-se na definição de “*serviços da sociedade de informação*”. Na estrita medida em que o serviço dos oráculos é tradicionalmente providenciado (i) à distância; (ii) por via eletrónica; (iii) mediante o pedido individual do destinatário dos serviços; e (iv) contra o pagamento de remuneração pela prestação do serviço¹⁹⁸.

Na linha do art. 11.º da LCE, o regime de responsabilidade civil é especial, todavia, não afasta o regime comum em tudo o que não

¹⁹⁶ Cfr. Teex, *What are Oracles? Smart Contracts, & “The Oracle Problem* (2019), disponível em <https://medium.com/@teexofficial/what-are-oracles-smart-contracts-the-oracle-problem-911f16821b53>.

¹⁹⁷ Sobre a responsabilidade dos prestadores em rede, veja-se a profusa análise de Hugo Ramos Alves em *Da Responsabilidade dos prestadores de serviços em rede*, O Direito, Ano 145, Vol. III (2013), 553-640.

¹⁹⁸ Note-se, no entanto, que a prestação de serviços gratuitos por parte de oráculos também é possível.

for regulado. Em bom rigor, em sintonia com PEDRO DE PAIS VASCONCELOS, esta solução já derivaria da articulação geral de normas, não obstante, o legislador optou por clarificar este aspeto: positivando-o¹⁹⁹.

Face a este enquadramento – e afastando a temática das exclusões ao âmbito de aplicação destes serviços em rede²⁰⁰ –, cumpre realçar que, em função do modo como a informação é obtida pelos oráculos, devem ser distinguidos dois tipos de casos distintos:

- (i) Os dados inseridos são elaborados por outras entidades (e.g., empresas de *rating*, gestoras de mercados regulamentados, estações meteorológicas), sendo os oráculos selecionados pelas partes apenas “transportadores” da informação (i.e., reproduzem-na somente); e
- (ii) Os dados inseridos são efetivamente verificados e introduzidos pelos próprios oráculos, atuando estes como “fornecedores” do conteúdo (e.g., a verificação da entrega de um imóvel livre de pessoas e bens ou a avaliação de um determinado aparelho eletrónico por um profissional da área).

No primeiro caso, perante o disposto no art. 14.º da LCE, o oráculo encontra-se isento de responsabilidade das informações que divulga na rede, independentemente do conteúdo das informações

¹⁹⁹ Cfr. Pedro Pais de Vasconcelos, *Responsabilidade dos prestadores de serviços em rede in Lei do comércio electrónico anotada – aprovada pelo Decreto-Lei n.º 7/2004, de 7 de Janeiro, que transpõe para a ordem jurídica nacional a Directiva n.º 2000/31/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 8 de Junho de 2000, relativa a certos aspectos legais dos serviços da sociedade de informação, em especial do comércio electrónico, no mercado interno*, Ministério da Justiça, Coimbra Editora: Coimbra (2005), 286-287.

²⁰⁰ A LCE não é aplicável aos “serviços da sociedade da informação” que contendam com as seguintes matérias: (i) matéria fiscal; (ii) disciplina da concorrência; (iii) regime do tratamento de dados pessoais e da proteção da privacidade; (iv) patrocínio judiciário; (v) jogos de fortuna, incluindo lotarias e apostas, em que é feita uma aposta em dinheiro; (vi) atividade notarial ou equiparadas, enquanto caracterizadas pela fé pública ou por outras manifestações de poderes públicos.

inseridas em rede, sempre que atue negligentemente²⁰¹. Significa isto que o oráculo se atua dolosamente (e.g., o índice inserido pela empresa de *rating* trata-se de um claro erro de escrita que, à luz da tendência de mercado que se tinha vindo a verificar, tornaria o resultado apontado como inverosímil) será devidamente responsabilizado à luz das normas gerais (i.e., atuações dolosas ou que constituam um crime), ficando, desta forma, fora do escopo do suposto “*princípio da irresponsabilidade*” presente nos arts. 14.º e 15.º da LCE. Esta solução funda-se, primordialmente, na leitura conjugada entre o art. 14.º da LCE e o art. 485.º do CC, já que o preceito civilístico sobre a responsabilidade por informações prestadas determina, justamente, que esta não conforma uma tipologia de responsabilidade objetiva ou de responsabilidade por intervenções negligentes dos sujeitos que prestam informações²⁰².

No que diz respeito ao segundo caso, em princípio, não existem entraves dogmáticos na tarefa de responsabilizar estes sujeitos, na medida em que aqueles que efetuam o *input* do “mundo real” para o ecossistema do *smart contract* são responsáveis pelo conteúdo e qualidade das informações que fornecem e carregam para o contrato. Ou seja, não está em causa a mera transmissão de dados, mas sim o apuramento e verificação das condições que se transmutam nos dados que serão inseridos posteriormente em rede. Portanto, na eventualidade das informações - e a sua antecedente avaliação - serem ilícitas, falsas ou incorretas, obviamente que as regras gerais de responsabilidade contratual (arts. 798.º e ss. do CC) são plena-

²⁰¹ Assim, Pedro Romano Martinez, *Responsabilidade dos prestadores de serviços em rede in Lei do comércio electrónico anotada – aprovada pelo Decreto-Lei n.º 7/2004, de 7 de Janeiro, que transpõe para a ordem jurídica nacional a Directiva n.º 2000/31/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 8 de Junho de 2000, relativa a certos aspectos legais dos serviços da sociedade de informação, em especial do comércio electrónico, no mercado interno*, Ministério da Justiça, Coimbra Editora: Coimbra (2005), 272.

²⁰² Os utilizadores do contrato inteligente mantêm à sua disposição a prerrogativa de responsabilizar extracontratualmente o fornecedor dos conteúdos (seja este um prestador de serviços em rede ou não) nos termos gerais, com fundamento na (i) violação do direito de outrem ou (ii) numa disposição legal destinada a proteger interesses alheios (Cfr. art. 483.º do CC).

mente aplicáveis e, por conseguinte, os contraentes lesados poderão exigir em pleito a correspondente indemnização²⁰³.

8. Introdução: os contratos inteligentes e a *blockchain* como sumos catalisadores de um mercado à escala global?

Posto o que ficou explanado nos capítulos antecedentes, pretendemos nos próximos pontos explorar algumas das potencialidades aplicativas do fenómeno dos contratos inteligentes, particularmente, no que diz respeito aos mercados de valores mobiliários.

A procura de um mercado global e descentralizado sem as múltiplas amarras regulatórias e camadas de intermediários que, por conseguinte, criam ineficiências económicas, é uma das grandes interrogações dos politólogos financeiros²⁰⁴. Como resultado da adoção generalizada destes instrumentos, poderemos verificar uma maior democratização no acesso ao mercado e, em especial, no acesso ao crédito por parte de consumidores e PME²⁰⁵.

²⁰³ Posto que, embora seja mais complicado de perspetivar uma situação concreta, em geral, também as regras da responsabilidade extracontratual (arts. 483.º e ss. do CC) são plenamente aplicáveis.

²⁰⁴ De acordo com Primavera De Filippi/Aaron Wright: “*Because digital currencies and smart contracts enable parties to transfer value in a safe, secure, and largely irreversible way, without the need for a centralized intermediary, blockchain technology can be used to model and create digitized financial agreements that are settled and cleared on a bilateral basis with less of a need for third-party administration*” (Cfr. Primavera De Filippi/Aaron Wright, *Blockchain and the Law* cit., 89).

²⁰⁵ Com particular interesse no plano do acesso ao crédito, embora retratando a realidade norte-americana em 1999, *vd.* Martin Lewison, *Conflicts of Interest? The Ethics of Usury*, *Journal of Business Ethics*, n.º 22 (1999), 328. O autor destaca que «*Consumers with low incomes or poor credit histories are also frequently denied access to many mainstream consumer credit sources and often find themselves in the same borrowing class as those consumers who lack even a basic checking account*». Ora, estes dois grupos de consumidores, por via de não acederem ao crédito pelas vias normais, tendem a socorrer-se (dito de outro modo, são forçados) a recorrer ao que o autor designa de «*fringe banking*» (*i.e.*, instituições que fornecem crédito fora nos meios tradicionais – tais como: estabelecimentos de levantamento de cheques, casas de penhores ou lojas de «*rent-to-own*», *etc.* – que, por conseguinte,

Assim, no mercado de valores mobiliários, na senda do que tem vindo a ser antecipado, existem variadas possíveis aplicações do *smart contracts*, bem como da tecnologia *blockchain*, no processo de transação de instrumentos financeiros.

Justamente, é nesta sede que emergem duas tipologias de produtos (em ascensão) que se destacam quando pensamos na introdução de *smart contracts* nessa cadeia: os *smart securities* e os *smart derivatives*. O último, como mencionado anteriormente, será objeto de uma análise mais detalhada *infra* nos pontos subsequentes.

Observando a cadeia procedimental que está definida para a transação de instrumentos financeiros, deparamo-nos com múltiplas fases com especificidades subjetivas e objetivas – tradicionalmente: a emissão, a transmissão, a compensação, a liquidação e os correspondentes registos – onde, por vezes, em número superior às próprias fases, surgem subdivididos camadas de intermediários com diferentes funções que prestam os seus serviços tendo em vista ao sucesso das operações desenvolvidas em mercado.

Obviamente que a intervenção de cada um destes intermediários acarreta custos que, porventura, encarecem a transação do investidor muito além do valor individual do instrumento financeiro.

Ademais, a evolução das fases compota similarmente a passagem do tempo. Este fator é da maior relevância no que diz respeito à negociação de valores mobiliários, porquanto, a título de exemplo, o valor do instrumento financeiro (i) no momento da emissão da ordem ao intermediário financeiro²⁰⁶; (ii) no momento da transmis-

cobram taxas de juro inacreditáveis). Sendo que considerando a análise empreendida por, Benjamin Jessel e Alisa DiCaprio, as principais razões para as quais as instituições de crédito rejeitam negociar com particulares reportam-se a (i) problemas de *compliance* e KYC (29%); (ii) falta de informação (21%); e (iii) a adequação para efeitos de financiamento (20%) – Cfr. Benjamin Jessel/Alisa DiCaprio, *Can blockchain make trade finance more inclusive?*, Journal of Financial Transformation, Capco Institute, vol. 47 (2018), 37.

²⁰⁶ É de lembrar que a emissão de uma ordem a um intermediário financeiro “*desencadeia um conjunto de operações desde que é dada até à liquidação das operações ordenadas, mas não se confunde com elas*” – Cfr. Amadeu José Ferreira, *Ordem de Bolsa*, ROA, Ano 52, n.º 2 (julho, 1992), 470.

são do valor mobiliário²⁰⁷; ou (iii) no momento da liquidação não é exatamente o mesmo. Por conseguinte, esta constatação propicia uma maior probabilidade de verificação dos denominados “*gap risks*”²⁰⁸ ou de meras perdas de valor que, previsivelmente, aumentarão em função da quantidade de tempo que demorar a finalização da operação aquisitiva do instrumento financeiro.

A resolução para estes problemas poderá assentar numa solução *smart* e *on-chain*. O otimismo é de tal modo exacerbado quanto a estes instrumentos inteligentes que se vaticina que estes poderão estar para o mercado de valores mobiliários como as caravelas portuguesas estiveram na abertura das rotas marítimas para o “novo mundo”, *i.e.*, como veículos capacitados para a construção de um mercado de capitais a nível global.

Em jeito de síntese, podemos apontar o seguinte conjunto de potencialidades – sem razão de exaustividade - que subjaz à introdução de *smart contracts* no mercado de valores mobiliários:

²⁰⁷ O CVM define várias hipóteses para o momento do registo da transmissão de valores mobiliários, tendo em consideração a sua forma, a sua modalidade, se existir bloqueio e sua integração ou não em sistema centralizado (*cf.* arts 66.º, n.ºs 1 e 2, 69.º, n.ºs 1 a 4, 102.º, n.º 2 e 5, 80.º, n.º 2 e 210.º, todos do CVM). Em geral, dever-se-á distinguir entre a transmissão em mercado regulamentado e aquela que não é realizada nessa sede. No primeiro caso, o regime é “*assumidamente formal*”, repousando essencialmente no carácter constitutivo do registo (*cf.* arts. 69.º, n.º 2, 73.º a 75.º, 78.º, n.º 2 e 80.º, n.º 1, todos do CVM). No segundo caso, haverá que atender a diversos fatores: (i) o registo de valores mobiliários escriturais e titulados em sistema centralizado é efetuado (a) com data da transmissão, na eventualidade de o registo ser oficioso (*cf.* arts. 66.º, n.º 1, e 69.º, n.º 1, ambos do CVM); ou (b) na data do registo, se depender da iniciativa do interessado (*cf.* arts. 66.º, n.º 2 e 69.º, n.º 2, ambos do CVM); (ii) na eventualidade de estarem bloqueados, o registo só adquire eficácia quando o bloqueio cessar (*cf.* art. 69.º, n.º 4, do CVM); (iii) no caso de valores mobiliários titulados, ao portador e sujeitos a entrega, a transmissão reporta-se à data da entrega; (iv) no que diz respeito aos restantes valores mobiliários titulados, a data da transmissão é equivalente à data do registo. – *Cfr.* Paulo Câmara, *Manual de Direito dos Valores Mobiliários, ob.cit.*, 364-365.

²⁰⁸ O “*gap risk*” corresponde ao risco de o instrumento financeiro perder valor dramaticamente entre transmissões. Ou seja: sem que exista qualquer transmissão intercalar do instrumento financeiro em questão. Estes eventos, tradicionalmente, ocorrem na sequência da divulgação de informações negativas sobre a sociedade emitente.

- (i) Suprimento de ineficiências económicas subjacentes às fases da compensação e liquidação – nomeadamente, diminui-se o tempo de espera para a finalização da operação e o risco da contraparte;
- (ii) Incrementação da rapidez, segurança e consulta da fase registral²⁰⁹;
- (iii) Diminuição de litígios²¹⁰;
- (iv) Diminuição do risco da contraparte e do *settlement gap risk*²¹¹; e
- (v) Descentralização do mercado²¹² e negociações *peer-to-peer*²¹³.

9. Os possíveis riscos na utilização de *smart contracts* no mercado de valores mobiliários

Até aqui temos vindo principalmente a destacar os benefícios da adoção deste tipo de instrumentos contratuais, no entanto, como

²⁰⁹ Cfr. nota de rodapé 111 *supra*.

²¹⁰ As partes ao reportarem-se a um sistema assente na rede de registo distribuído conseguem, a todo o momento, requerer (se estiver previsto – o que normalmente estará) a prestação de montante adicional de margens, verificar os requisitos de capital, *etc.* Deste modo, se surgirem diferendos, a submissão das questões “problemáticas” a *oracles* para a resolução dos litígios emergentes de forma mais economicamente viável.

²¹¹ De acordo com Christian Kappen/Stefan Hamann/Christina Fangmeier, o “*settlement gap risk*” corresponde ao risco que reflete o facto de, tradicionalmente, a fase de liquidação ocorrer apenas após a ordem para a aquisição do instrumento financeiro. Este risco reporta-se à hipótese de uma parte não pagar o valor acordado ou o meio utilizado para pagamento aumentar o seu valor de mercado e o excedente não ser reivindicado. Por conseguinte, trata-se das diferenças que ocorrem entre o valor do portfolio e o montante apresentado como colateral da operação, nomeadamente, as diferenças que não se encontram cobertas pela margem inicial e pela margem de variação – *cfr.* Christian Kappen/Stefan Hamann/Christina Fangmeier, *Settlement Gap Risk* (dezembro, 2017), 1-3.

²¹² Além disso, no plano estrutural dos mercados de capitais, as redes *blockchain* capacitam as entidades reguladoras na coordenação dos mercados. Os mercados tornam-se mais descentralizados, diminuindo deste modo o papel que a movimentação centralizada de valores mobiliários.

²¹³ A informação pode ser inserida diretamente na rede, possibilitando que as partes possam calcular, em tempo real, o preço de um determinado instrumento financeiro, equilibrando, neste ponto, o preço de informação para os investidores, especialmente, quando comparadas as operações centralizadas e as realizadas através do mercado de balcão.

qualquer novidade – especialmente as ligadas à *blockchain* – apresenta também alguns problemas que exigem um claro cuidado do legislador na sua precoce regulação.

Neste particular, na senda do defendido por PRIMAVERA DE FILIPPI/AARON WRIGHT, iremos decompor os possíveis perigos e cuidados, em geral, que podem advir do recurso a *smart contracts*, nos seguintes pontos: (i) problemas relativos ao tratamento de dados pessoais; (ii) a “pseudonomização”; (iii) dificuldades em embutir no código do contrato inteligente cláusulas gerais e conceitos indeterminados; (iv) a standardização na atividade contratual; e, por fim, (v) a celebração de contratos ilícitos²¹⁴.

Tendo em consideração o que já ficou *supra* exposto e ao escopo da presente secção, iremos focar-nos numa outra tipologia de limitações (nomeadamente, aquelas que estão relacionadas com o próprio funcionamento do mercado).

Assim, atento o conteúdo dos relatórios elaborados pela ESMA (“*The Distributed Ledger Technology Applied to Securities Markets*”)²¹⁵ e pela ISDA (“*Smart Derivatives Contracts: From Concept to Construction*”)²¹⁶, existe um grupo de limitações que merecem um maior detalhe na nossa análise, são elas:

- (i) limitações legais e regulatórias;
- (ii) limitações tecnológicas; e
- (iii) limitações comerciais.

Em primeiro lugar, os *smart contracts* digladiar-se-ão permanentemente com os requisitos regulatórios dispostos na legislação nacional e, principalmente, europeia. Nomeadamente, no que diz respeito à liquidação, ao reporte financeiro, aos deveres de informação, aos requisitos de comercialização de determinados produtos, ao

²¹⁴ Cfr. Primavera De Filippi/Aaron Wright, *Blockchain and the Law: the Rule of Code*, ob.cit., 72 e ss.

²¹⁵ ESMA, *Report on The Distributed Ledger Technology Applied to Securities Markets* (2017). Disponível em <https://www.esma.europa.eu/document/report-distributed-ledger-technology-applied-securities-markets>.

²¹⁶ ISDA, *Whitepaper Smart Derivatives Contracts: From Concept to Construction* (2018).

registo junto das autoridades competentes, aos requisitos de capital, à constituição de seguros obrigatórios, à presença de entidades específicas (*e.g.*, contrapartes centrais ou intermediários financeiros, *etc.*). A lista de legislação aplicável e de obrigações a cumprir pelas entidades que pretendam negociar instrumentos financeiros é interminável. Portanto, a coordenação destes com o design dos contratos inteligentes terá de, necessariamente, ser analisada minuciosamente.

Posto que, na nossa análise, esta limitação deterá mesmo enfoque – de facto, em alguns pontos, será mesmo desconsiderado –, pois o nosso objetivo passa tão-só por apresentar as virtualidades que os *smart contracts* detêm e o que poderão trazer no futuro para o mercado de valores mobiliários. Significa isto que a nossa análise se reporta mais a um “porquê” do que um “como”. A integração com os restantes requisitos regulatórios terá de ser efetuada *ad hoc*, em função da concreta determinação do regime por parte do legislador.

Em segundo lugar, os *smart contracts* enfrentam um conjunto de desafios a nível tecnológico, nomeadamente, a construção de uma plataforma adequada a todos os requisitos regulatórios e legais – por exemplo, se o legislador optar pela não introdução de um modelo puramente bilateral, a definição dos acessos à blockchain por parte das entidades reguladoras.

Para esse feito, a definição de uma rede de registo distribuído privada ou pública – acima de tudo, essa opção dependerá do segmento que se considerará normalizado para este género de transações²¹⁷. Noutra âmbito, a existência de avanços e recuos, ou até erros, são práticas habituais na realização de transações, por conseguinte, a imutabilidade dos *smart contracts* e das redes de registo distribuído poderão ser problemáticas²¹⁸. A implementação de mecanismos de recurso poderá ser fundamental para impedir que casos como ataque à DAO ocorram – impedindo a frustração das legítimas expectativas dos investidores e restantes atores do mercado.

²¹⁷ Perspetivamos que, pelo menos, numa fase inicial, a opção dos vários legisladores (inclusive, o nacional) deverá passar pela implementação de uma “*regulatory sandbox*” num determinado trecho de mercado.

²¹⁸ ESMA, *Report cit.*, 9.

Em último lugar, e embora não seja uma limitação de cariz legal, existem as dificuldades comerciais, em particular, a adesão dos principais *players* do mercado à utilização dos novos métodos de transação e comercialização de instrumentos financeiros. Destarte, as entidades gestoras dos mercados que pretendam adotar *smart contracts* para a transação de instrumentos financeiros terão obrigatoriamente de criar consistência e harmonização entre as práticas que avultam nos ordenamentos jurídicos²¹⁹ – uma vez que este tipo de transações acontecerá normalmente numa lógica transnacional.

10. A Liquidação e Compensação: unificação?

Como constatámos anteriormente no capítulo relativo às potencialidades aplicativas dos *smart contracts*, a disseminação na utilização de *smart contracts* é, para muitos autores e entidades, como uma via para o desenvolvimento do mercado, especialmente, nas suas fases de compensação e liquidação²²⁰.

Para exemplificar, imagine-se o seguinte caso prático: Andreia e Bruno pretendem celebrar um *smart contract* de compra e venda de ações “tokenizadas” da sociedade aberta “ChapaCerta”; ambos detêm, respetivamente, uma conta na rede *blockchain* “Comprefácil”. Esta rede de blocos dispõe de uma moeda virtual denominada “comprinha”. Ora, a Andreia pretende comprar 10 ações da sociedade “ChapaCerta” pelo valor de 500 “comprinhas”. O Bruno aceita os termos propostos do negócio e dá início à introdução da mesma na rede *blockchain*. De seguida, num processo quase instantâneo, a rede transmite a transação a todos os “nodes” da rede para aprovação. Assim, ao embutir o código algorítmico do contrato inteligente na rede e ao conceder os acessos necessários para que os fundos sejam acedidos, o registo, a compensação e a liquidação podem suceder-se num único passo, tornando o recurso a intermediários *lato sensu* dispensável. Desta forma, a conta de Bruno será creditada

²¹⁹ ISDA, *Whitepaper* cit., 7.

²²⁰ Entre nós, Diogo Pereira Duarte, “*Smart Contracts*” cit., 177-179.

com 500 “comprinhas” e a carteira de Andreia será fornecida com 10 ações tokenizadas da sociedade aberta X, tudo isto numa questão de segundos.

Destarte, os mais recentes desenvolvimentos na tecnologia *blockchain* aplicada aos mercados de capitais indicam precisamente que o futuro não muito distante poderá assentar num mercado cada vez mais descentralizado com as operações *post-trading* (essencialmente, a compensação e liquidação de valores mobiliários) a serem combinadas num único processo. Porém, sobre esse tema falaremos adiante quando abordarmos em concreto os *smart derivatives* e os seus possíveis benefícios e design contratual.

Observando o papel das redes *blockchain* numa transação que envolva instrumentos financeiros, compreendemos que uma operação considerar-se-á completa quando os operadores da rede verificarem e validarem a transação (por outras palavras, determinarem se a cadeia algorítmica inserida, efetivamente, corresponde ao instrumento financeiro “tokenizado” e se os fundos são suficientes para a operação, procedendo de seguida à atualização das carteiras dos contratantes).

Todavia, um dos campos mais propícios para que os contratos inteligentes surjam na vanguarda de uma (r)evolução é precisamente – relembra-se a “febre” que se vive neste campo atualmente -, nas fases de *post-trading*. Destarte, quando falamos de *post trading* referimo-nos às fases da liquidação e compensação de valores mobiliários. Segundo PAULO CÂMARA, a compensação “*compreende a determinação de posições creditícias e debitórias entre diversas partes, o apuramento de saldos líquidos e a confirmação sobre a disponibilidade dos valores e fundos para liquidar*”²²¹. Por seu turno, a liquidação envolve “*o pagamento do preço e a transferência de registos [do instrumento financeiro], mas também o pagamento de dividendos, de juros e de outros direitos pecuniários associados a instrumentos financeiros*”²²².

²²¹ Paulo Câmara, *Manual cit.*, 511.

²²² Paulo Câmara, *Manual cit.*, 511.

Obviamente que não só nestas fases os contratos inteligentes podem dar um passo em frente enquanto instrumentos de modernização económico-jurídica. Contudo, para os efeitos desta análise, focar-nos-emos sobretudo nestas fases, visto que é comumente salientado que o sistema implementado – excessivamente complexo – leva ao desenvolvimento de várias camadas de intermediários financeiros, encarecendo as transações. Em suma, excessiva complexidade resulta em excessiva onerosidade.

A explicação para este fenómeno encontra fundamento no modelo de detenção de instrumentos financeiros (essencialmente, uma detenção indireta). Esta virtualidade do mercado de valores mobiliários é indicada muito sucintamente (mas não menos assertivamente) por FRANCISCO MENDES CORREIA: “*Esta multiplicação de intervenientes no processo e transação de operações financeiras corresponde a uma consequência natural e necessária do sistema de detenção indireta de instrumentos financeiros, que prevalece na atualidade, e nos termos do quela a esmagadora maioria dos investidores detém os seus instrumentos financeiros de forma indireta, através de um ou mais intermediários financeiros.*”²²³

A forma como o sistema atualmente se encontra delineado deixa, à sociedade, demonstrado que a interposição de (várias) camadas de intermediários tende a tornar-se desnecessária por ser economicamente ineficiente.

A autoexecutoriedade da operação com uma inerente rapidez e segurança no pagamento da operação – *infra* serão exploradas e explanadas algumas possibilidades que lograrão ser aplicadas no mercado de derivados – poderiam ser as bandeiras de um sistema que diminui os riscos da verificação de uma situação incumprimento (da contraparte ou dos intermediários) pós-operação e maximiza os lucros dos investidores²²⁴.

²²³ Francisco Mendes Correia, *A tecnologia cit.*, 449.

²²⁴ Neste sentido, *cfr.* Diogo Pereira Duarte, “*Smart Contracts*” *cit.*, 179.

11. Os *Smart Derivatives*

11.1. Conceito

Após a passagem de mais de 10 anos desde a crise financeira de 2008 e às portas de uma nova crise financeira em resultado da pandemia COVID-19, o mercado de derivados mantém a sua importância como sede de transação de instrumentos fundamentais na gestão de risco empresarial²²⁵. Aliás, sucede que as transações desta tipologia de instrumentos financeiros conformam, na maioria dos casos, a formação de relações contratuais financeiras que perduram durante vários anos (quando não são décadas) e envolvem a transação de elevados valores nocionais²²⁶.

Na doutrina nacional os derivados (os mais comuns tipos de derivados consistem nas opções, *forwards*, futuros ou os *swaps*) são definidos por JOSÉ ENGRÁCIA ANTUNES como “os instrumentos financeiros resultantes de contratos a prazo celebrados e valorados por referência a um determinado ativo subjacente”²²⁷. Neste espectro,

²²⁵ O mercado de derivados assentes em ativos digitais cresceu bastante durante o ano de 2020, excedendo durante o período mencionado o valor de 15 biliões de dólares americanos/dia. – Cfr. Alfonso D. D. M. Rius/Eamonn Gashier, *Smart Derivatives: On-Chain Forwards for Digital Assets* (2020), 1.

²²⁶ O valor nocional (*notional amount*) corresponde ao montante global dos ativos de uma posição alavancada. Isto porque os instrumentos derivados permitem controlar uma grande proporção no ativo subjacente. Ou seja, o valor nocional é o valor total do ativo subjacente controlado pelo derivado. (Cfr. <https://corporatefinanceinstitute.com/resources/knowledge/trading-investing/notional-principal-amount/>).

²²⁷ José Engrácia Antunes, *Os Instrumentos Financeiros*, 4.^a ed., Almedina: Coimbra (2020), 187. Sobre instrumentos derivados entre nós, *vide* adicionalmente António Pereira de Almeida, *Instrumentos Financeiros: os Swaps in Estudos em homenagem ao Prof. Carlos Ferreira de Almeida*, Vol. II (Coord. José Lebre de Freitas *et al.*), Almedina: Coimbra (2011), 37-69; Carlos Ferreira de Almeida, *Contratos Diferenciais in Estudos Comemorativos dos 10 anos da Faculdade de Direito da Universidade Nova de Lisboa*, Vol. II, Almedina: Coimbra (2008), 81-116; Paulo Silva/Fernando Silva, *O Mercado de Produtos Financeiros Complexos em Portugal – Uma Abordagem Quantitativa* in *Cadernos do Mercado de Valores Mobiliários*, vol. 40, n.º 3 (2011), 9-25; Nuno Albuquerque Matos, *Produtos Financeiros Complexos – Regulamento da CMVM N.º 1/2009 – Sua Análise e Reflexão para Futuras Modificações* in *Cadernos do Mercado de Valores Mobiliários*, vol. 37, n.º 3 (2010), 33-55;

normalmente, encontramos a distinção tipológica respeitante ao mercado onde estes instrumentos financeiros são transacionados: (i) os derivados transacionados em mercado regulamentados; e (ii) os derivados de balcão (*Over-The-Counter Markets*)²²⁸ – que nos termos do Regulamento (EU) n.º 648/2012, de 4 de julho (“EMIR”), se encontram substancialmente sujeito a mecanismos de compensação centralizada através da presença de Contrapartes Centrais (“CCPs”)^{229, 230}.

Ora, a aplicação dos contratos inteligentes ao mercado de derivados pode ter um papel de destaque na reorganização do modelo atual de mercado de derivados – destacadamente, assente no modelo pós-crise 2007. Vejamos, um *smart derivative* ou um derivado inteligente corresponde a um *produto financeiro que contém incorporado um algoritmo para lidar com o processo de definição da margem*

José Lebre de Freitas, *Contrato de Swap Meramente Especulativo – Regime de validade e de alteração das circunstâncias*, ROA, Ano 72, Vol. IV (outubro-dezembro, 2012), 943-970; e José Ferreira Gomes, *A Discricionarietà Empresarial, a Business Judgement Rule e a Celebração de Contratos de Swap (e outros derivados)* in *Cadernos do Mercado de Valores Mobiliários*, vol. 51, n.º 2 (2015), 57-98. Por todos, a nível internacional, John C. Hull, *Options, Futures and Other Derivatives*, *ob.cit.*, *passim*.

²²⁸ Cfr. António Barreto Menezes Cordeiro, *Manual de Direito dos Valores Mobiliários*, 2.ª ed., Almedina: Coimbra (2019), 221.

²²⁹ Esta obrigação teve origem no denominado *Dodd-Frank Act* de 2010, cuja repercussão na legislação europeia apenas se verificou dois anos depois com a publicação do EMIR. – Sobre esta evolução, veja-se, a título de exemplo, Julia Lees Allen, *Derivatives Clearinghouses and Systemic Risk: a bankruptcy and Dodd-Frank analysis*, *Stanford Law Review* 64 (2012), 1079-1108; e Paul Tucker, *Central counterparties in evolving capital markets: safety, recovery and resolution*, *Banque de France Financial Stability Review*, n.º 17 (ano), 179-184.

²³⁰ Segundo o n.º 1 do art. 2.º do EMIR, a contraparte central (“CCP”) é uma “*pessoa coletiva que se interpõe entre as contrapartes em contratos negociados num ou mais mercados financeiros, agindo como comprador perante todos os vendedores e como vendedor perante todos os compradores*”. Ou, na senda de Paulo Câmara, a contraparte central corresponde à “*pessoa que se interpõe em negócios em mercado ou sistema multilateral de negociação, apresentando-se como uma contraparte exclusiva dos participantes do sistema*” (Cfr. Paulo Câmara, *Manual cit.*, 515). Em Portugal operam duas CCP’s: (i) a OMIClear; e (ii) a LCH, S.A. A primeira desempenha funções de câmara de compensação e contraparte central para produtos derivados do mercado energético; enquanto a segunda oferece serviços de câmara de compensação e contraparte central para as operações no mercado de capitais nacional. – Cfr. <https://www.bportugal.pt/page/outros-sistemas-de-liquidacao>.

*inicial e com risco de incumprimento (na maioria dos casos, o pagamento do preço) de uma forma determinística e automatizada*²³¹.

Dito de outro modo, os derivados inteligentes visam, através de um processo de autonomização, tornar estes instrumentos financeiros de cobertura de risco e a sua evolução temporal – em particular, a verificação dos eventos que despoletam as fases de compensação e liquidação – mais eficientes.

A formulação do design do *smart derivative* sofre flutuações de autor para autor, o que tem influência na concretização da qualificação jurídica do instrumento. Por exemplo, ALFONSO D. D. M. RIUS/EAMONN GASHIER assentam a sua solução num contrato de *forward*²³², enquanto CHRISTIAN P. FRIES/PETER KOHL-LANDGRAF, já repousam a sua solução sobre um contrato de opção de tipo americano²³³.

Ainda assim, independentemente da formulação do instrumento financeiro em concreto, através das características que abordamos nos capítulos anteriores, o *smart contract* é um instrumento contratual cabal para eliminar várias ineficiências de mercado, especificamente, (i) a excessiva colateralização²³⁴; (ii) a existência de uma margem entre a data da negociação e data de liquidação – o já referido “*settlement gap risk*”; e (iii) a verificação de litígios que decorrem do facto do processo de estabelecer as margens aplicáveis em concreto. Sendo que, no outro lado da moeda, o risco é reduzido ou limitado devido à operacionalização dos mecanismos inerentes ao design dos *smart contracts*.

²³¹ Neste sentido, *cfr.* Christian P. Fries *et al.*, *Implementing a Financial Derivative as Smart Contract* (2019), 10. Disponível em https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3342785.

²³² *Cfr.* Alfonso D. D. M. Rius/Eamonn Gashier, *Smart Derivatives: On-Chain Forwards for Digital Assets*, University College London – Centre for Blockchain Technologies (2020), 3 e ss.

²³³ Christian P. Fries/Peter Kohl-Landgraf, *Smart Derivative Contracts (Detaching Transactions from Counterparty Credit Risk: Specification, Parametrisation, Valuation)*, (2019). Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3163074, 6.

²³⁴ Por *colateralização* entende-se o processo de garantir com o depósito de um ativo a transação emergente.

11.2. Os *smart derivatives*: uma possível solução?

Repare-se, no mercado mundial de transação de derivados, há uma tendência acentuada para acautelar o risco inerente a estes produtos financeiros através da colateralização das transações. Este processo é repetidamente estabelecido, sendo um dos principais problemas do atual sistema de transação de derivados, nomeadamente tendo em consideração a ineficiência do processo de colateralização destes produtos financeiros. Já que, devido à ineficiência da utilização de mecanismos de *netting* e da determinação do valor de mercado correto por parte dos operadores económicos, a solução passa pelo aumento do colateral para compensar a falta de informação das contrapartes.

Destarte, a este método podem ser apontadas variadas críticas. Em primeiro lugar, o montante que corresponde ao colateral a depositar, na maioria dos casos, é determinado dentro de um intervalo temporal que leva a que este seja irreal, uma vez que, devido à passagem do tempo, o valor real já deixou de equivaler ao montante que foi depositado e se encontra em trânsito. Em segundo lugar, os lucros advenientes do “sucesso” do derivado despoleta uma “margem de lucro”, visto que o valor no momento da aquisição não corresponde exatamente ao valor da liquidação da transação. Ademais, os fluxos de caixas originados em virtude da carteira de ativos que serve de colateral e os derivados detêm as suas fases de liquidação e compensação a ocorrer separada e assincronamente – ao invés de se proceder à compensação dos valores devidos a cada uma das contrapartes. Em terceiro lugar, em caso de iminente estado de insolvência por parte de uma das contrapartes, em termos práticos, torna-se praticamente impossível de prever como se irá comportar os mecanismos de vencimento antecipado e resolução²³⁵.

²³⁵ Cfr. Christian P. Fries/Peter Kohl-Landgraf, A “*Smart Derivative Contract*”: *Constructing a Digital Financial Derivative*, Oxford Law Faculty (2018), 2. Disponível em <https://www.law.ox.ac.uk/business-law-blog/blog/2018/12/smart-derivative-contract-constructing-digital-financial-derivative>.

Por outro lado, no que diz respeito em especial aos contratos de derivados de balcão, existem outros aspetos que são dignos de nota, nomeadamente:

- (i) A definição dos termos do processo de avaliação, marginação, determinação do valor de mercado e resolução são definidas pela CCP e não pelas contrapartes; e
- (ii) possibilidade de incumprimento de um dos participantes todos os membros do mercado têm de participar em possíveis resoluções que ocorram na eventualidade de esta ocorrer relativamente a outro participante - podendo dar azo a um “*waterfall default*”²³⁶.

Justamente dadas as ineficiências *supra* expostas quanto à transação de derivados, cumpre realçar que os *smart contracts*, na sua versão de derivados inteligentes, podem consistir num verdadeiro paladino de eficiência na compensação e liquidação deste tipo de instrumentos financeiros.

Importa recordar que os *legal smart contracts*, e por consequência os *smart derivatives*, são uma realidade que pode ser configurada de modo bipartido: (i) como a representação digital de um contrato; e (ii) um algoritmo que executa na sua plenitude o contratualmente estabelecido. Segundo CHRISTIAN P. FRIES/PETER KOHL-LANDGRAF, um *smart derivative* pode ser visto como um algoritmo que:

- (i) Pode ter implementado o seu próprio processo de definição de margens²³⁷ e de valorização;
- (ii) Pode lidar com os fluxos de caixa que derivem do exercício transacional e da colateralização; e/ou
- (iii) Define o que acontece nos *events of default*²³⁸.

²³⁶ Cfr. Christian P. Fries *et al.*, *Implementing* cit., 8.

²³⁷ Muito simplesmente, a *margem* corresponde a um determinado valor que advém do cálculo da probabilidade de incumprimento devido ao funcionamento do mercado.

²³⁸ Cfr. Christian P. Fries/Peter Kohl-Landgraf, *Smart Derivative Contracts* cit., 6.

Concretizemos, para o efeito, em primeiro lugar, as partes deverão *a priori* e pessoalmente pré-definir, em termos compreensivos, o método de determinação do valor de mercado, dado que é com base neste processo que a correta colateralização do instrumento ou a sua liquidação poderá ser efetivada a cada momento pelo algoritmo.

Em geral, na linha do que citados autores defendem, as partes deverão de demarcar quais (i) os dados de mercado de referência (e.g., LIBOR, EURIBOR, etc.); (ii) o modelo de valorização e a sua parametrização; e, por fim, (iii) os momentos temporais para efetuar o cálculo das variações²³⁹.

Em segundo lugar, otimizando a função executada pelas CCPs e o seu modelo *settled-to-market*²⁴⁰ – já para não falar do mercado de derivados não-OTC, cujos eventos que despoletam a liquidação do instrumento financeiro em questão são, por vezes, períodos de meses ou anos²⁴¹ –, o derivado inteligente estruturar-se-á na existência de curtos e sequenciais períodos de liquidação (o exemplo prototípico aponta para a base diária, porém, o processo de liquidação apontado poderá assentar numa medida de tempo inferior).

Destarte, a cada evento o algoritmo procederá a verificação das posições contratuais de ambas e, em função do resultado, procede à compensação e liquidação do que houver a ser compensado e liquidado nas carteiras pré-financiadas de ambos os contraentes (as “*wallets*”).

Fundamentalmente, este método diminui o risco de incumprimento da contraparte para uma exposição de apenas um dia. Ou seja, um intervalo muito curto e limitativo de possíveis perdas, possibilitando uma margem segurança maior aos investidores que, assim, possuirão tutelada a possibilidade de investir e desinvestir com menor grau de perigo na verificação de um “*gap risk*” inesperado.

²³⁹ Cfr. Christian P. Fries *et al.*, *Implementing* cit., 10.

²⁴⁰ Este método praticado pelas CCPs assenta no tratamento da margem de variação (*Variation Margin*) em CCPs como pagamento em vez de ser tratado como colateral. Significa isto que as contrapartes têm a possibilidade de reduzir a alavancagem da operação e, consequentemente, de reduzir os encargos regulatórios.

²⁴¹ Primavera De Filippi/Aaron Wright, *Blockchain and the Law* cit., 91-92.

Nesta sequência, por estar em íntima ligação com o antecedente, em terceiro lugar, as contrapartes nos vários momentos (os eventos contratuais) serão forçadas a assegurar que a sua carteira apresenta liquidez suficiente, na medida em que, a cada um dos eventos de liquidação, aquelas são obrigadas a atualizar o montante em carteira para funcionar como margem, sob pena de automática do contrato, nos termos que adiante se explicarão.

Em último lugar, os *smart derivatives*, nestes termos, também podem ser conceptualizados com a agregação de uma funcionalidade que opera automaticamente em caso de cumprimento ou incumprimento – beneficiando, por conseguinte, da característica da autoexecutoriedade dos contratos inteligentes –, falamos, de um mecanismo de automatização contratual do derivado contratado.

Na senda do que é defendido por CHRISTIAN P. FRIES,/PETER KOHL-LANDGRAF, “*se o pagamento não puder ser efetuado devido à falta de montantes disponíveis na respetiva carteira, o contrato resolve-se*”²⁴². Em termos jurídicos, não existe uma verdadeira resolução, uma vez que, como sabemos, a resolução não opera automaticamente, a parte que pretende resolver deverá emitir uma declaração receptícia nesse sentido (art. 436.º, n.º 1, do CC). Na verdade, o que os autores designam de resolução corresponde à operacionalização do mecanismo *escrow* assente na *wallet* para garantia e/ou cumprimento densificados *supra*.

A ideia subjacente a esta funcionalidade repousa em dois postulados: (i) o mecanismo de automaticidade do cumprimento *per se*; e (ii) a segregação de um montante *on-chain* que servirá de caucionamento para o caso de término prematuro do contrato.

Na linha do que ficou já *supra* exposto, nos *smart derivatives*, a existência de oráculos torna-se ainda mais fulcral, na medida em que estes são baseados em eventos futuros, onde os termos do instrumento financeiro devem ser ajustadas em consequência de fatores externos: taxas de juro, a volatilidade da moeda, o comportamento de um determinado mercado, *etc.*

²⁴² Cfr. Christian P. Fries/Peter Kohl-Landgraf, *Smart Derivative Contracts* cit., 6.

Em jeito de conclusão, podemos sumariar o que pode a introdução dos *smart derivatives* representar na transação de instrumentos financeiros derivados:

- (i) Verdadeira bilateralidade aos mercados – tanto os mercados regulamentados e com o mercado de derivados de balcão;
- (ii) Um modelo de valorização baseado na autonomia das partes – reduzindo-se, por conseguinte, os litígios inerentes;
- (iii) Não há o risco de liquidação – uma vez que tudo se processa de forma automatizada, não existem os delongas que desvirtuam o valor económico real do derivado; e
- (iv) A forma como são desenhados otimiza a cessação dos contratos.

11.3. Operacionalização de uma *wallet* para cumprimento quanto a um *smart derivative*

Na celebração do derivado inteligente, de modo a salvaguardar o cumprimento, as partes têm de: (i) agregar duas carteiras na rede de registo distribuído, contendo os fundos que representam os montantes mínimos para satisfazerem as pretensões das contrapartes em virtude do cálculo dos eventos de liquidação, sendo transferidas as quantias entre ambas as contas em resultado do apuramento dos resultados; ou (ii) o recurso a um contrato de *escrow* tradicional. Iremos abordar com mais incidência a primeira situação, na medida em que a segunda não detém um grau de complexidade tão elevado – há a mera introdução de *oracle* que desempenhará uma função típica nos contratos de financiamento (aliás, regularmente, os *oracles* deverão ser instituições de crédito) -, porém, os princípios que subjazem a ambos são bastante semelhantes.

Assim sendo, cumpre realçar que, regra geral, o contrato especificará os montantes mínimos que deverão estar presentes nas carteiras de cada um dos participantes (“*minimum margin buffer*”)²⁴³.

²⁴³ Cfr. Christian P. Fries *et al.*, *Implementing* cit., 11.

Será com base nestes limites que o código do *smart contract* irá aferir os limiares mínimos para a aplicação do mecanismo de garantia – ou melhor dizendo: com fundamento nestes limites, as partes determinam os *events of default* e, por consequência, o cumprimento ou incumprimento do contrato. Encontrando-se os fluxos de caixa abaixo do limiar deterministicamente definido, o montante depositado *in escrow* será automaticamente transferido para a conta da contraparte fiel.

O montante depositado *in escrow* é denominado de penalidade (“*penalty*”) que terá como objetivo de cobrir o risco referente ao incumprimento, devendo, todavia, respeitar os limites impostos pelo Direito das Garantias (em particular, a proibição do pacto comissório, assim como evitar situações de sobregarantia). Posto isto, note-se que o *quantum* a definir como penalidade situa-se na esfera da autonomia das partes²⁴⁴. Sendo que, como mencionado *supra*, a *wallet* para cumprimento e/ou garantia, por definição, não poderá ser objeto de movimentação e será previamente financiada²⁴⁵.

Em suma, é possível decompor a operacionalização de uma *wallet* para cumprimento e/ou garantia em quatro fases distintas:

- (i) A definição contratual dos *minimum margin buffers* e da *penalty*;
- (ii) O pré-financiamento da carteira embutida na rede de registo distribuído (que não pode ser movimentada);
- (iii) O apuramento de resultados realizado nos eventos de liquidação (os “*settlement times*”); e
- (iv) Em função do cumprimento ou incumprimento, a operacionalização da transferência dos fundos para a conta do seu beneficiário legítimo.

²⁴⁴ Não obstante, Christian P. Fries/Peter Kohl-Landgraf consideram que, idealmente, o montante selecionado deverá – para ser economicamente viável – cobrir a (i) eventual “perda de chance” do mercado e (ii) outros custos associados ao possível incumprimento (e.g. encargos bancários, comissões, etc.) – Christian P. Fries/Peter Kohl-Landgraf, *Smart Derivative Contracts* cit., 11.

²⁴⁵ Caso contrário, qualquer uma das partes poderia terminar o contrato por iniciativa própria. O que, por conseguinte, levaria ao desvirtuar da ideia de auto executoriedade subjacente aos *smart contracts*.

12. Nótulas conclusivas

Não obstante a multitude de temáticas que abordámos na nossa análise ao fenómeno emergente dos contratos inteligentes – que nos transportaram para a análise do fenómeno, do seu enquadramento normativo e admissibilidade no ordenamento jurídico português, tendo, por fim, finalizado com o dissecar de uma das suas potencialidades aplicativas –, existem algumas conclusões que resultam do estudo empreendido e que gostaríamos de sinteticamente expor:

- (i) Os contratos inteligentes enquadram-se na categoria dos contratos computáveis. Assim sendo, os contratos computáveis consubstanciarão a *tipologia de contratos que, através de processos explícitos de atribuição semântica de conteúdo a um determinado conjunto de condições inseridas em sistema, tem a capacidade de realizar avaliações prima facie sobre o cumprimento e execução do contrato, podendo ou não, inclusive, reger todo o ciclo da vida contratual automaticamente (sem embargo de recurso à via jurisdicional para compor os litígios que eventualmente ocorram das soluções automatizadas que resultem da aplicação dos protocolos implementados)*;
- (ii) Um contrato inteligente corresponde a um negócio jurídico no qual a totalidade ou parte de um acordo previamente definido é implementado de forma automatizada e executável. Sendo que, para a análise jurídica, terão especial enfoque os “*legal smart contracts*”, *i.e.*, os contratos inteligentes que são efetivamente contratos no âmago do conceito;
- (iii) As principais características dos contratos inteligentes são: (a) a forma digital; (b) a autoimplementação; (c) a autoexecutoriedade; e (d) a lógica de eficiência;
- (iv) Os *oracles* são a “ponte” que se sobrepõe entre a rede *blockchain* e o mundo real. A consulta em rede pelas partes destas entidades consente no carreamento da informação necessária para a verificação das condições para a execução do convénio;

- (v) Ora, as virtualidades da *blockchain* capacitam os contratos inteligentes de forma a que estes se possam tornar num instrumento negocial verdadeiramente distintivo, uma vez que o convénio se torna (a) imutável; e (b) distribuído.
- (vi) Cumpridos os requisitos para a sua formação, nada obstará a que um *smart contract* seja considerado um contrato legalmente vinculante e com plenos efeitos na ordem jurídica portuguesa;
- (vii) Os *smart contracts* cabem rigorosamente no âmbito de aplicação da LCE;
- (viii) No que diz respeito às *wallets* para cumprimento, um *smart contract* abre portas a que confiança bilateral que as partes colocam num terceiro seja avocada para si, concluindo-se, portanto, que este mecanismo contratual se assemelha tanto a um contrato de depósito *escrow* como às funções desempenhadas pelo “*agente escrow*”;
- (ix) O acesso aos tribunais, independentemente da solução definida pelo código do contrato inteligente, terá de ser sempre possível;
- (x) A imperatividade do art. 336.º do CC e os seus requisitos não são suficientes para desconsiderar os mecanismos de “autotutela” respaldados em contratos inteligentes e na rede de registo distribuído;
- (xi) O programa contratual dos contratos inteligentes, na sua globalidade, terá de ser definido antecipadamente com o intuito de abarcar a generalidade dos eventos que previsivelmente se poderão suceder durante a “vida” deste;
- (xii) As partes quando negociam com a sua contraparte, ainda que anonimizados, devem proceder a uma análise com vista a descortinar se o sujeito que atua sob a capa de uma chave criptográfica tem capacidade negocial para entrar no negócio em concreto, sob pena de anulabilidade do negócio jurídico celebrado;
- (xiii) Nos casos de erro de programação, as esferas de risco estão identificadas e o resultado da distribuição desse risco *in casu* é determinável (com base nas mesmas normas referentes aos vícios da declaração negocial). Ou seja, conside-

- ramos que o utilizador da máquina deverá suportar o risco da utilização do autómato;
- (xiv) Relativamente à responsabilidade civil dos oráculos, devem ser distinguidos dois tipos de casos distintos: (a) os dados inseridos são elaborados por outras entidades (e.g., empresas de rating, gestoras de mercados regulamentados, estações meteorológicas), sendo os oráculos selecionados pelas partes apenas “transportadores” da informação; e (b) os dados inseridos são efetivamente verificados e introduzidos pelos próprios oráculos, atuando estes como “fornecedores” do conteúdo (e.g., a verificação da entrega de um imóvel livre de pessoas e bens ou a avaliação de um determinado aparelho eletrónico por um profissional da área);
 - (xv) A autoexecutoriedade da operação, unificando as fases de *post-trading*, com uma inerente rapidez e segurança no pagamento da operação poderiam ser as bandeiras de um sistema que diminui os riscos da verificação de uma situação incumprimento (da contraparte ou dos intermediários) pós-operação e maximiza os lucros dos investidores;
 - (xvi) Um *smart derivative* corresponde a um *produto financeiro que contém incorporado um algoritmo para lidar com o processo de definição da margem inicial e com risco de incumprimento (na maioria dos casos, o pagamento do preço) de uma forma determinística e automatizada*;
 - (xvii) Os derivados inteligentes podem introduzir no mercado de derivados: (a) uma verdadeira bilateralidade aos mercados; (b) um modelo de valorização baseado na autonomia das partes; (c) o suprimento do risco de liquidação; e (d) a cessação dos contratos poderia ser otimizada.

