

**Contratos *ex machina*: breves notas sobre a introdução da
tecnologia *Blockchain* e *Smart Contracts***

**Contracts *ex machina*: brief notes about the introductions of Blockchain
technology and Smart Contracts**

Delber Pinto Gomes

Advogado Associado de Sousa Batista & Associados, Sociedade de Advogados, SP, RL
Edifício Burgo, Avenida da Boavista, n.º 1837, 1.º piso, 1.1, 4100-133, Porto, Portugal

dpintogomes@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-1998-894X>

Maio de 2018

RESUMO: Perante o advento de novas e desafiantes figuras provenientes dos avanços tecnológicos da nossa era, procuramos abordar no nosso artigo os *Smart Contracts*, abarcando o enquadramento histórico e jurídico que lhes subjaz e não olvidando as possíveis implementações e impactos deste novo modelo tecnológico em diversas áreas, com especial ênfase no sector financeiro. Consideramos preponderante efetuar esta análise de forma a perspetivar os potenciais riscos e benefícios da utilização de *Smart Contracts* por parte de profissionais das áreas financeiras em geral, perscrutando-se a base tecnológica deste novo tipo de contratos, a sua conexão com a tecnologia *Blockchain*, a convergência automática envolvida e os seus efeitos jurídicos. A adoção dos *Smart Contracts* parece quase certa, devido à forma espontânea e prática como os *Smart Contracts* permitem articular a tecnologia com as obrigações jurídicas a que os sujeitos diariamente se vinculam online, sendo por esta razão que os *Smart Contracts* surgem como uma figura de extrema importância nas *Fintech*.

PALAVRAS-CHAVE: *Smart Contracts*; *Blockchain*; Sector Financeiro; *Fintech*; Direito Contratual; Comércio.

ABSTRACT: Given the forthcoming advent of new and challenging figures coming from the technological advances of our time, we seek to address in our essay the Smart Contracts, covering the historical and legal framework underpinning them and the possible implementations and impacts of this new technological model in various fields, with particular emphasis on the financial sector. We found very important to carry out this analysis in order to foresee the potential risks and benefits of the Smart Contracts' application for the professionals in the financial areas in general, by examining the technological base of this new type of contracts, the link with Blockchain technology, its automatic convergence and its legal effects. The adoption of Smart Contracts seems fairly certain due to the spontaneous and practical forms as Smart Contracts allow to articulate the technology with the legal obligations people bound online in a daily basis, and for this reason the Smart Contracts arise as a figure of great importance for Fintech.

KEY WORDS: Smart Contracts; Blockchain; Financial Sector; Fintech; Contract Law; Commerce.

SUMÁRIO:

1. Nota introdutória
 2. Smart Contracts e a tecnologia Blockchain: de Hero a Szabo e Buterin
 3. Brevíssimas notas sobre a legalidade dos Smart Contracts à luz do ordenamento jurídico português
 4. Perspetivas futuras e aplicação no sector financeiro
 5. Conclusões
- Bibliografia

1. Nota introdutória

A forma mais avançada de utilização da tecnologia *Blockchain* são os denominados “*Smart Contracts*”: algoritmos informáticos que executam automaticamente os termos contratuais, verificadas as condições previamente programadas.

Trata-se de uma temática que tem o condão de, em determinados momentos, poder assumir um certo esoterismo tecnológico, do qual nem sempre será fácil escapulir-se, sobretudo quando se abordam as ideias mais inovadoras. Não obstante, pretendemos não resvalar para uma visão orwelliana destes desenvolvimentos tecnológicos, centrando a nossa atenção em aspetos técnicos e de Direito, sem olvidar as perniciosidades resultantes da implementação imponderada de novas tecnologias¹.

Começaremos, assim, por fazer um enquadramento histórico dos *Smart Contracts*, desde a sua conceção enquanto ideia de contrato automático até aos dias de hoje, passando por uma breve introdução da tecnologia *Blockchain*. Será mais adnumaiante feita uma análise superficial sobre a legalidade dos *Smart Contracts* à luz do regime jurídico nacional para, seguidamente, apresentar perspetivas sobre a aplicação desta nova tecnologia a diversas áreas do comércio jurídico, com ênfase na sua utilização no sector financeiro.

Como veremos, trata-se de uma ferramenta tecnológica com a capacidade de modificar profundamente a sociedade atual, mas cuja implementação absoluta poderá tomar algumas décadas, dada a necessidade da criação de vastas bases de dados informatizadas em *Blockchain*.

2. *Smart Contracts* e a tecnologia *Blockchain*: de Hero a Szabo e Buterin

O conceito fundamental por trás dos *Smart Contracts*, na sua atual aceção, remonta há muito mais de 2.000 anos. Com efeito, a referência mais antiga a uma máquina de vendas automática (o antepassado dos modernos *Smart Contracts*) foi feita por Hero Ctesibius (Heron de Alexandria), matemático Grego, na sua obra *Pneumathica* datada do ano 62 a.C. Tratava-se de uma dispensadora automática de água benta para templos Egípcios, composta por um engenho simples no qual a colocação de moedas num mecanismo de balança despoletava a abertura de uma pequena comporta, uma vez atingido um peso predeterminado².

Outros exemplos são as máquinas de venda automática de tabaco (Inglaterra, no Séc. XVI), assim como a utilização de aparelhos de venda automática de livros (Inglaterra, Séc. XIX)

¹ KARL KRAUS, “O desenvolvimento técnico só vai deixar um único problema por resolver: a debilidade da natureza humana”, Áustria.

² MAX RASKIN, *The Law and Legality of Smart Contracts*, *Georgetown Law Technology Review* [Em linha], 2016, p. 315. [Consult. 24 mar. 2018]. Disponível em WWW: <URL: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2959166>.

como meio de evadir a censura e as penas decorrentes da violação da proibição do comércio de obras literárias “blasfemas”³.

Estas máquinas de venda automática (*vending machines*) são definidas tradicionalmente como “máquinas automáticas e independentes que dispensam bens ou fornecem serviços quando o utilizador insere nelas moedas” e caracterizam-se por conformar um sinalagma contratual uma vez que se encontre verificada a aceitação unilateral por parte do comprador, na forma da introdução de moedas no seu interior.

A evolução tecnológica providenciou, entretanto, a invenção dos computadores que, graças à sua impressionante capacidade e velocidade de processamento de informação, têm vindo a substituir inúmeras formas de interação humana, desde a sua aparição em meados do século XX. São inúmeros os exemplos do impacto na sociedade, produto da introdução de processos automatizados, sendo que a celebração de contratos não tem sido exceção.

Os denominados contratos eletrónicos, enquanto contratos inseridos em *software*, são uma realidade, sobretudo desde a existência da internet (na sua vertente pública) e do comércio eletrónico.

O utilizador normal da internet acede a contratos digitais/eletrónicos cada vez que adere a um novo serviço de *e-mail*, faz a sua inscrição numa rede social, realiza uma compra junto de um comerciante através de uma página web, etc. Contudo, estes contratos eletrónicos não são mais do que contratos escritos num ambiente digital. Ou seja, são contratos eletrónicos apenas na sua forma, pois a sua substância e execução continuam dependentes da intervenção de pessoas físicas. O utilizador acede aos termos e condições de utilização da Amazon, Facebook, Google, mas na verdade está a ler um documento em português ou inglês (ou noutra língua à sua escolha) onde esses termos e condições estão vertidos. Os tribunais, regra geral, aplicam o Direito relativamente a estes contratos da mesma forma que o fazem aos contratos tradicionais, apenas com a particularidade de se poderem tratar de contratos de adesão, contratação à distância ou de contratos de consumo.

Os “*data-oriented*” *contracts* são uma modalidade de contratos eletrónicos⁴. Neste tipo de contratos eletrónicos, as partes colocam os termos e condições do contrato num formato capaz de ser processado por um sistema computacional.

É o caso dos programas informáticos utilizados por instituições financeiras (há já alguns anos) para processar transações nos contratos de opções (e outros instrumentos financeiros). Por exemplo, o contrato de opção poderá conferir o direito de adquirir um valor mobiliário a determinado preço, com termo da opção numa determinada data. Um “*data-oriented*” *contract* transporá esse acordo de forma precisa em código de programação. Um intermediário financeiro poderá então, caso as condições se encontrem reunidas, ordenar o

³ Cfr. o célebre caso de Richard Carlile, livreiro inglês julgado pela venda de literatura blasfema através de um artefacto automático.

⁴ HARRY SURDEN, “Computable Contracts”, *Law Review University of California* [Em linha]. Vol. 46, n.º 629 (2012), pp. 639-657. [Consult. 24 mar. 2018]. Disponível em WWW:<URL:https://lawreview.law.ucdavis.edu/issues/46/2/articles/46-2_surden.pdf>.

seu sistema informático a realizar a transferência do valor mobiliário para a conta do seu cliente e debitar o valor correspondente da sua conta.

Segundo a classificação desenvolvida por HARRY SURDEN, os denominados contratos computáveis ("*computable*" contracts) seguem-se em termos de desenvolvimento tecnológico aos "*data-oriented*" contracts. Aqueles são, na sua essência, "*data-oriented*" contracts com a capacidade de tornar automáticas determinadas disposições contratuais relativas à conformidade ou cumprimento do contrato⁵. No exemplo anteriormente referido, o sistema informático do intermediário financeiro poderia ser programado para avaliar, por si só, qual o preço e o momento em que os termos do contrato se encontram reunidos para o exercício da opção.

O principal requisito para os contratos computáveis ("*computable*" contracts) é que as semânticas (o significado dos termos contratuais) possam ser expressadas através de uma série de instruções (também denominada "lógica" em linguagem de programação) que um computador possa processar e que todas as informações necessárias para o processamento do contrato se encontrem disponíveis e acessíveis pelo computador em formato digital. Embora existam em muitos casos enormes dificuldades em transcrever de forma precisa as cláusulas contratuais e fazer refletir as semânticas em linguagem de programação, no setor financeiro este tipo de contratos tem tido uma grande adoção em virtude da redução dos custos por transação que representa.

A grande limitação dos contratos eletrónicos "*data-oriented*" contracts e contratos computáveis ("*computable*" contracts) reside em que apenas podem aferir, *prima facie*, o cumprimento das suas cláusulas. Mas, todos os mecanismos legais, incluindo os sistemas jurisdicionais, continuam disponíveis para as partes, caso o resultado dos mecanismos automatizados dos contratos não seja satisfatório⁶. Embora este tipo de contratos eletrónicos permita aos computadores a realização de contratações automáticas, a sua autonomia é ainda muito limitada.

É neste contexto que o termo "*Smart Contract*" surge na última década do século XX, cunhado pelo advogado e tecnólogo NICK SZABO, que o definiu como sendo "*cláusulas contratuais incorporadas em hardware e software de uma forma tal que torne a quebra contratual mais onerosa (em alguns casos, completamente inoportável) para a parte incumpridora*"^{7/8}.

Por outras palavras, "*um Smart Contract é um protocolo de transação computadorizado que executa os termos de um contrato. Os objetivos gerais são os de satisfazer as condições contratuais gerais (como são os termos do pagamento, as garantias, a confidencialidade e,*

⁵ HARRY SURDEN, [4], pp. 658-671.

⁶ Em determinados casos, podem os lesados peticionar uma indemnização aos responsáveis pelo contrato computável: DAVID Z. MORRIS, *Compute error costs T. Rowe Price \$190 Million in Dell Buyout Settlement*, 2016. [Consult. 24 mar. 2018]. Disponível em WWW:<URL:http://fortune.com/2016/06/04/computer-error-t-rowe-price-dell/>.

⁷ NICK SZABO, *Formalizing and Securing Relationships on Public Networks*, 1997. [Consult. 24 mar. 2018]. Disponível em WWW:<URL:http://ojphi.org/ojs/index.php/fm/article/view/548/469>.

⁸ MARK S. MILLER, *Computer Security as The Future of Law*, 1997. [Consult. 25 mar. 2018]. Disponível em WWW:<URL:http://www.caplet.com/security/futurelaw/>.

inclusivamente, a sua execução), minimizando incumprimentos tanto intencionais como acidentais e minimizar a necessidade de intermediários de confiança. Os ganhos económicos associados incluem a diminuição dos prejuízos por fraude, custos com litigância e execução coerciva e outro tipo de custos relacionados com as transações⁹.

Para além das já descritas máquinas de venda automática, NICK SZABO assinala como exemplo paradigmático dos *Smart Contracts* os dispositivos de retoma da posse de automóveis com reserva de propriedade (*Repossessing Automobile-collateral Devices*)^{10/11}. Trata-se de dispositivos instalados nos automóveis, capazes de imobiliza-lo caso o seu utilizador não tenha realizado o pagamento da prestação mensal à entidade financiadora. O *Smart Contract* permite que este dispositivo funcione, de forma automática, em caso de incumprimento.

Contudo, o maior avanço em matéria de *Smart Contracts* é relativamente recente e resultou, maioritariamente, do desenvolvimento da tecnologia de bases de dados distribuída (também denominada *Blockchain/Distributed Ledger Technology/DLT*). A tecnologia *Blockchain* tornou-se rapidamente conhecida por estar na base da criptomoeda “*Bitcoin*”, lançada no ano de 2008 e concebida por um grupo de programadores informáticos anónimos¹².

A *Blockchain* é uma tecnologia polivalente destinada a tornar as transações fiáveis e seguras, sendo que um dos grandes segmentos das transações que se pretendem fiáveis e seguras são precisamente os contratos.

Blockchain, enquanto base de dados distribuída (descentralizada), garante a imutabilidade das cadeias de informação que a compõem, através de sistemas de verificação algorítmica e criptográfica¹³. Trata-se de uma tecnologia com um elevado grau de segurança, que a tornam atualmente no método informático mais fidedigno para o registo de informações, evidenciado pela sua crescente utilização em grande escala em diversos setores de atividade e, em particular, no sector financeiro.

Entre as várias virtudes desta tecnologia, quando aplicada, destaca-se a inexistência/desnecessidade de intermediários centralizados que validem e garantam que não ocorre uma dupla alienação (*double spending problem*), tarefa que tradicionalmente competia aos bancos e outras instituições financeiras oficiais.

Assim, o desenvolvimento desta tecnologia *Blockchain* tem permitido que códigos de programação personalizados sejam armazenados de forma descentralizada e de forma mais

⁹ NICK SZABO, *The idea of Smart Contracts*, 1997. [Consult. 25 mar. 2018]. Disponível em WWW:<URL: <http://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vww.net/idea.html>>.

¹⁰ MICHAEL CORKERY/JESSICA SILVER-GREENBERG, “Miss a Payment? Good Luck Moving That Car”, *The New York Times* [Em linha]. (2014). [Consult. 25 mar. 2018]. Disponível em WWW:<URL: <https://www.cnbc.com/2014/09/25/miss-a-payment-good-luck-moving-that-car.html>>.

¹¹ FEDERAL TRADE COMMISSION, *Vehicle Repossession*, 2008. [Consult. 21 mar. 2018]. Disponível em WWW:<URL: <https://www.consumer.ftc.gov/articles/0144-vehicle-repossession>>.

¹² Mas cujo crédito foi atribuído a um (desconhecido) cientista japonês chamado Satoshi Nakamoto.

¹³ JAN HENDRIK WITTE, *The Blockchain: A Gentle Introduction* (2016). [Consult. 25 mar. 2018]. Disponível em WWW:<URL: <https://arxiv.org/pdf/1612.06244.pdf>>.

simplificada, o que tornou tecnicamente exequíveis as ideias mais utópicas associadas aos *Smart Contracts*.

Contudo, resta responder a uma das questões centrais: o que garante a inviolabilidade/incorruptibilidade das informações armazenadas de acordo com a tecnologia *Blockchain*?

A resposta é o denominado Consenso Descentralizado (*decentralized consensus*).

Todos os sistemas de *Blockchain* têm como alicerce e objetivo operacional a produção de consensos descentralizados. O consenso descentralizado é um estado específico ou um conjunto de informações a ser acordadas entre todos os agentes de acordo com regras e protocolos, sem a necessidade de confiar ou delegar a sua aprovação a uma entidade centralizada. O consenso descentralizado é alcançado pela validação de registos descentralizados, que geralmente é assegurado por uma comunidade de utilizadores que funcionam como “*recordkeepers*”. É esta característica que torna o sistema, alegadamente, incorruptível^{14/15}.

Ora, é essa incorruptibilidade baseada em sistemas criptográficos e descentralizados que tornou a tecnologia *Blockchain* o substrato perfeito para o desenvolvimento de uma nova geração bastante mais sofisticada de *Smart Contracts*. Trata-se de um ambiente computacional mais fidedigno para a realização de transações e para o resguardo de dados dos utilizadores (que podem interagir, inclusivamente, sob anonimato), ao passo que apresenta o enorme potencial de integração nos contratos de bases de dados em *Blockchain*, de modo a garantir, p.ex., execução dos contratos, como veremos mais adiante.

A conceção original de Nick Szabo previa que a criptografia era a chave para tornar as transações eletrónicas seguras. Mas, na verdade, Szabo não tinha desvendado um mecanismo que fizesse executar de forma autónoma, por exemplo, a transferência de uma quantia monetária ou da titularidade de um bem. Com o desenvolvimento do Bitcoin (e da tecnologia *Blockchain*) esta realidade foi modificada uma vez que esta tecnologia, sendo capaz de descentralizar de uma forma segura transações financeiras, pode fornecer uma descentralização similar aos contratos eletrónicos.

Assim, a principal distinção entre os *Smart Contracts* e os demais contratos eletrónicos é a sua executabilidade automática. Enquanto os contratos eletrónicos *supra* descritos poderão ter um determinado grau de automatização, a sua execução pode ser interrompida pela intervenção humana em qualquer momento. No caso dos *Smart Contracts*, a execução completa do acordo, incluindo a transferência de valores e bens ocorre de forma automática e imutável.

¹⁴ Embora se trate de sistemas extremamente seguros, vejam-se os incidentes de pirataria (*hacking*) em *Blockchain*, sendo talvez o mais conhecido o ocorrido na *Decentralized Autonomous Organization* (DAO) no sistema *Etherium*.

¹⁵ DAVID SIEGEL, *Understanding the DAO Attack*, 2016. [Consult. 25 mar. 2018]. Disponível em WWW:<URL:<https://www.coindesk.com/understanding-dao-hack-journalists/>>.

Precisamente no âmbito desta tecnologia emergente, destaca-se a plataforma denominada *Etherium*. O seu inventor e um dos seus desenvolvedores, o programador russo-canadiano VITALIK BUTERIN.

Trata-se, em termos simples, de uma plataforma onde podem ser desenvolvidos e operados contratos inteligentes, uma vez que permite que a tecnologia *Blockchain* possa ser incorporada em, virtualmente, tudo o que possa ser transformado em código de programação¹⁶. Este é o motivo pelo qual o protocolo *Etherium* é o mais utilizado atualmente para a elaboração de *Smart Contracts*.

Com o propósito de continuar o desenvolvimento desta tecnologia, BUTERIN apresentou recentemente uma nova plataforma para a criação de *Smart Contracts* denominada *Plasma*¹⁷. Nesta nova estrutura, é alegadamente possível a criação de *Smart Contracts* de forma escalável, não só para serviços financeiros mas também para a sua aplicação em diversas áreas de atividade, sendo possível, p.ex., o acesso a outras bases de dados “parentes” em *Blockchain*, abrindo assim um novo leque de possibilidade na fase de execução dos *Smart Contracts*.

3. Brevíssimas notas sobre a legalidade dos *Smart Contracts* à luz do ordenamento jurídico português

Um dos múltiplos tópicos que permanecem envolvidos em controvérsia é o de saber se os *Smart Contracts* são efetivamente contratos à luz do Direito.

ANTUNES VARELA define contrato como um “*acordo vinculativo, assente sobre duas ou mais declarações de vontade (oferta ou proposta, de um lado; aceitação, do outro), contraposta mas perfeitamente harmonizáveis entre si, que visa, estabelecer uma composição unitária de interesses*”¹⁸.

Consultando o nosso regime geral relativo aos contratos contido nos artigos 405.º a 463.º do Código Civil, não encontramos à primeira vista impedimentos para o enquadramento dos *Smart Contracts* na definição clássica de contratos. Na verdade, os cânones clássicos da nossa raiz contratualista continental, como são o princípio da autonomia privada e liberdade contratual, da confiança (*pacta sunt servanda*), da equivalência das prestações ou da justiça comutativa, não resultam comprometidos pelo conceito de *Smart Contracts*.

¹⁶ Vejam-se as iniciativas: *Etherparty (Smart Contracts)*, *Adept (Internet das Coisa – parceria entre IBM e Samsung)*, *Augur e Gnosis (mercados futuros descentralizados)*, *Airlock e Slock.it (contratos de propriedade e objetos operados via Blockchain)*, *Maker (moedas digitais inovadoras e serviços bancários autónomos)*, *Boardroom (mecanismos de corporate governance e de votações descentralizadas)*, *HitFin (derivados financeiros e outros produtos financeiros)* e *WeiFund (crowdfunding)*.

¹⁷ JOSEPH POON/VITALIK BUTERIN, *Plasma: Scalable Autonomous Smart Contract*, 2017. [Consult. 21 mar. 2018]. Disponível em WWW:<URL:https://plasma.io/plasma.pdf>.

¹⁸ J. M. ANTUNES VARELA, *Das Obrigações em Geral*, Volume 1. 10ª ed. Coimbra, 2000, p. 223.

Recordemos que a definição de *Smart Contract* reporta-se ao instrumento ou documento onde as partes vertem as suas declarações negociais, permitindo que sejam executadas de forma automática, de acordo com o(s) algoritmo(s) contido(s) no contrato. Ao mesmo tempo, os *Smart Contracts* visam a formação de um acordo entre partes, acordo esse que se pretende vinculativo do ponto de vista legal, ao passo que regula interesses económicos entre as partes, que constitui um dos objetos do Direito Civil.

Outro aspeto é que, apesar de a execução dos *Smart Contracts* ser automática, a mesma não dispensa a manifestação da vontade das partes para se tornar efetiva, o que ocorre aquando da celebração do contrato.

Contudo, encontramos outro tipo de impedimentos de carácter formal, como é o caso dos contratos cuja validade a lei faz depender da sua celebração através de escritura pública, de documento autêntico ou de documento particular autenticado (p.e., art. 364.º e 413.º do Código Civil). Nesses casos, a inobservância da forma legal implica em regra a nulidade da declaração negocial (artigo 220.º do Código Civil).

Encontramos no Decreto-lei n.º 7/2004, de 7 de janeiro (relativo ao Comércio Eletrónico no Mercado Interno e Tratamento de Dados Pessoais), que resultou da transposição para o ordenamento interno português da Diretiva 2000/31/CE, de 8 de junho de 2000, o princípio geral da admissibilidade da contratação eletrónica, segundo o qual "*é livre a celebração de contratos por via eletrónica, sem que a validade ou eficácia destes seja prejudicada pela utilização deste meio*".

Todavia, neste mesmo diploma, não é permitida a celebração através de contratação eletrónica, de negócios familiares e sucessórios; de negócios 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; de negócios reais imobiliários, com exceção do arrendamento; de contratos de prestação de caução e de garantia, quando não se integrarem na atividade profissional de quem presta estes serviços (Cfr. art. 25, n.º 2).

Noutra perspetiva, e considerando que os *Smart Contracts* poderão ser utilizados em grande escala no domínio das relações de consumo, encontramos o regime das cláusulas contratuais gerais (Decreto Lei n.º 446/85, de 25 de outubro), onde resultam particularmente relevantes o dever de informação e o ónus de comunicação, previstos nos artigos 5.º e 6.º. Neste mesmo sentido, encontramos no artigo 31.º, n.º 1, do Decreto-lei do Comércio Eletrónico a imposição da comunicação dos termos contratuais e das cláusulas gerais "*de maneira que permita ao destinatário armazená-los e reproduzi-los*".

Uma outra questão será a de saber se um *Smart Contract* poderá ser considerado um documento escrito. Ou seja, se cumpre com os requisitos formais exigidos por lei (como é o caso da forma exigida nos contratos promessa de compra e venda e contratos de compra e venda, contratos de edição, contratos de mútuo em valor superior a € 2.500,00, etc.).

Parece-nos que, por um lado, a resposta será positiva pois o seu registo em documento fica salvaguardado (no mesmo sentido, encontramos o artigo 26.º do Decreto Lei n.º 7/2004, de 7 de janeiro)¹⁹. Contudo, é essencial que as partes conheçam o teor das cláusulas contratuais que compõe o acordo, sendo que em inúmeros casos apenas será possível tornar inteligível o teor do contrato através de uma versão escrita em linguagem corrente (e não apenas em linguagem de programação).

Por esse motivo, parece-nos que, mesmo fora das relações de consumo, nos casos em que as partes se encontram dentro da sua liberdade contratual, as boas práticas recomendarão a existência de uma versão do contrato em linguagem corrente, plenamente inteligível pelos outorgantes.

Nesse mesmo sentido, por outro lado, parece-nos inexistir qualquer tipo de impedimento ou proibição legal no nosso ordenamento nacional à possibilidade de contratos cuja validade dependa de forma escrita e do cumprimento de formalidades especiais serem precisamente celebrados com essas exigências e que, paralelamente, tenham uma versão em *Smart Contract*. A fidelidade e exatidão da transcrição das cláusulas contratuais e o seu sentido para o algoritmo do *Smart Contract*, assim como a sua inviolabilidade (através da criptografia) poderão ser garantidas, por um terceiro: o programador do *Smart Contract*. O *Smart Contract* configuraria, nesse caso, uma espécie de um instrumento "acessório" através do qual o contrato poderia ser executado de uma forma mais eficiente.

No campo da utilização de *Smart Contracts* no âmbito financeiro, verifica-se uma ausência de regras específicas no quadro regulatório nacional e europeu. Trata-se, sem dúvida, do sector de atividade onde a introdução dos *Smart Contracts* tem criado uma maior expectativa.

Embora seja ainda imprevisível a evolução do quadro regulatório relativo ao desenvolvimento e comercialização de produtos financeiros baseados nesta tecnologia, parece evidente que a atividade regulatória estará sempre associada à temática das *Blockchains*. Sobre esta matéria a ESMA prevê uma alteração substancial no papel e responsabilidades dos agentes do mercado, em duas fases, denominadas fases "*Optimized Model*" e "*New Model*"²⁰.

No primeiro modelo, o chamado "*Optimized model*", serão alcançadas algumas otimizações através da implementação da *Blockchain* (e conseqüentemente, *Smart Contracts*), mas as obrigações dos intermediários financeiros não serão substancialmente alteradas e,

¹⁹ Sobre esta mesma questão, o Regime Jurídico do Documento Eletrónico e da Assinatura Eletrónica (Decreto-Lei n.º 290-D/99 de 2 de agosto, na sua redação atualizada) é claro quando prevê no seu artigo 3.º, n.º 1, que o documento eletrónico "*satisfaz o requisito legal de forma escrita quando o seu conteúdo seja suscetível de representação como declaração escrita*". O facto de um documento eletrónico, existente em formato digital conter um texto e ser suscetível de impressão em formato papel, esclarece-nos desde logo relativamente à sua suscetibilidade de representação como declaração escrita.

²⁰ EUROPEAN SECURITIES AND MARKETS AUTHORITY, *Report: The Distributed Ledger Technology Applied to Securities Market*, ESMA REPORT [Em linha]. (2017) pp. 29. [Consult. 24 mar. 2018]. Disponível em WWW: <URL: https://www.esma.europa.eu/system/files_force/library/dlt_report_-_esma50-1121423017-285.pdf>.

consequentemente continuarão a ser responsáveis pelo cumprimento das normas regulatórias. A ESMA considera que este modelo será uma realidade a curto prazo.

O segundo modelo, designado como “*New model*”, correspondente a uma fase posterior, haverá uma nova estrutura do mercado de valores, alicerçado na tecnologia *Blockchain*. Neste Segundo modelo, o rol e as responsabilidades a assumir pelos intermediários são para já uma incógnita, na ótica do reporte emitido por esta entidade reguladora. Acredita-se, contudo, que as políticas regulatórias deverão sofrer alterações importantes, dado que necessitarão de atingir novas necessidades, tendo em consideração os riscos e benefícios destas novas tecnologias.

4. Perspetivas futuras e aplicação no sector financeiro

Investigadores como AARON WRIGHT e PRIMAVERA DE FILIPPI referem que a mudança que se avizinha com o novo paradigma *Blockchain*, seguida pela implementação de sistemas descentralizados e *Smart Contracts*, conduzirão à ascensão de uma *Lex Cryptographia*.²¹ Trata-se, no pensamento destes autores, de regras administradas através de *Smart Contracts*, auto-executáveis. Através de bases de dados muito mais extensas com informações das mais variadas naturezas (não apenas financeiras), baseadas em tecnologia *Blockchain*, seria possível assegurar uma vasta gama de serviços através de *Smart Contracts*, muito para além de serviços financeiros. Tudo com as características de inviolabilidade/imutabilidade, irreversibilidade, descentralização, execução automatizada e autonomia²².

Para além do sector financeiro, perspectiva-se que a introdução da *Blockchain* e dos *Smart Contracts* resultem em alterações profundas em áreas como, por exemplo:

- Registos (civil, criminal, predial, comercial e automóvel): utilização da tecnologia *Blockchain* para os registos públicos.
- Imobiliário: registo de bens imóveis em bases de dados descentralizadas, transmissão da propriedade de imóveis e celebração de *Smart Contracts* relativos a transmissão de imóveis e do seu arrendamento;
- Fornecimento de serviços básicos e de telecomunicações: utilização de *Smart Contracts* na contratação de serviços de fornecimento de água, eletricidade, gás natural e serviços de telecomunicações, com capacidade de ser autoexecutáveis.

²¹ AARON WRIGHT/PRIMAVERA DE FILIPPI, *Decentralized Blockchain Technology and the Rise of Lex Cryptographia* 2015. [Consult. 23 mar. 2018]. Disponível em WWW: <URL: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2580664>.

²² Esta tendência foi também referenciada pela BLOOMBERG, *Blockchain Technology and legal implications of "Crypto 2.0", BNA's Banking Report* [Em linha]. (2015). [Consult. 23 mar. 2018]. Disponível em WWW: <URL: <https://www.gibsondunn.com/wp-content/uploads/documents/publications/Lee-Long-Blockchain-Technology-BNA-Banking-03.31.2015.pdf>>.

— Sociedades comerciais e corporate governance: celebração de contratos de sociedade, contratos parassociais e controlo do governo societário através de *Smart Contracts*. Emissão e registo de ações. Compra e venda de ações.

— Propriedade intelectual e Direitos de autor: registo de patentes e de Direitos de autor, *Smart Contracts* em matéria de pagamento de royalties;

Contratação pública;

— Prestação de serviços e fornecimento de bem e mercadorias: entre outras aplicações, no âmbito da Internet of Things (IoT), no fornecimento de serviços de reparação ou reposição de mercadorias;

— Transportes: no sector aeronáutico e dos transportes marítimos e terrestres através da utilização de registo em *Blockchain* e celebração de *Smart Contracts* em combinação com a automatização da transportação de pessoas e bens.

Como já foi mencionado, espera-se que numa primeira fase a tecnologia *Blockchain* seja implementada de forma progressiva, segmentada e paulatina no sector financeiro, tornando mais eficientes alguns processos de mercado²³. Esta implementação da *Blockchain* será o substrato para a introdução, numa escala significativa, de *Smart Contracts* na atividade financeira.

Uma das áreas na qual se antevê transformações revolucionárias com a introdução de *Blockchain* e dos *Smart Contracts* é sector o segurador. Com as novas ferramentas, registos de sinistralidade poderão ficar registados numa plataforma *Blockchain*, utilização de *Smart Contracts* em grande escala para os mais variados contratos de seguro.

Contudo, no atual momento, a aplicação da tecnologia *Blockchain* tem tido uma penetração predominante em duas atividades do sector financeiro: os sistemas de pagamento e o comércio internacional (*trade finance*).

4.1. Sistemas de pagamento

A verificação das informações de identificação dos titulares das contas bancárias, as comissões e custos associados às operações de transferências e cambiárias, os casos de “*double-spending*” e as significativas demoras na transferência de valores em operações transnacionais são os constrangimentos mais comumente associados a operações de pagamento.

Aplicando a tecnologia *Blockchain* do *Bitcoin*, start-ups do segmento Fintech como a *Lightning*²⁴, *Stellar*²⁵ e *Counterparty*²⁶ oferecem na atualidade alternativas aos sistemas de

²³ O denominado “Optimized model” referido pela ESMA no seu relatório citado em [20].

²⁴ Disponível em WWW:<URL:https://lightning.network/>.

²⁵ Disponível em WWW:<URL:https://www.stellar.org/>.

²⁶ Disponível em WWW:<URL:https://counterparty.io/>.

pagamento da banca tradicional, através de transações *peer-to-peer* (utilizador a utilizador, de forma direta), usando o sistema de consenso descentralizado para validar as transações.

A Monax²⁷ e Phi (String Lab)²⁸, por sua vez, desenvolveram autênticos *Smart Contracts* que operam sistemas de pagamento sofisticados com interfaces idênticas a websites para facilitar o seu uso²⁹.

Convém igualmente realçar que a tecnologia *Blockchain* aplicada aos sistemas de pagamento também está a ser utilizada por instituições financeiras tradicionais. É o caso da Ripple^{30/31}. Fundada em 2012, esta empresa desenvolve soluções assentes nesta tecnologia que têm vindo a ser adotadas de forma significativa por bancos de grande dimensão e redes de serviços de pagamento, como uma infraestrutura tecnológica de base. Através das soluções desenvolvidas pela Ripple, é possível na atualidade realizar pagamentos transnacionais em tempo real. A transferência de valor é realizada uma vez validada pelos “*nodes*” (agentes que validam o consenso descentralizado) e automaticamente concluída pela comunicação eletrónica entre contas bancárias, usando uma moeda digital (*criptocurrency*) própria, denominada “XRP”.

Os sistemas desenvolvidos pela Ripple permitem que, caso o destinatário de um pagamento viole alguma das condições da transação, a transferência do montante possa ser revertida para a conta bancária do ordenante.

4.2. Comércio internacional

De acordo com o relatório da *World Trade Organization*³², nos anos de 2015 e 2016 foram registadas a nível mundial transações em valores superiores a 10 biliões de USD, o que demonstra o enorme volume de capitais que são movimentados neste tipo de transações.

Apesar de os diversos desenvolvimentos tecnológicos nas áreas financeiras, o comércio internacional permanece associado a documentação em suporte papel, a processamentos manuais, à sujeição a múltiplas jurisdições, a erros humanos, a atrasos e falhas na cadeia de fornecimento.

Nesta matéria, a introdução de *Smart Contracts* mitiga (senão mesmo elimina) muitas das usuais fricções características do comércio internacional. Através de uma *Blockchain*, os bens transacionados podem ser monitorizados durante o seu envio, pode ser garantida a

²⁷ Disponível em WWW:<URL:https://monax.io/>.

²⁸ Disponível em WWW:<URL:http://string.technology/>.

²⁹ Monax e Phi (String Lab) utilizam a tecnologia *Blockchain* desenvolvida pela *Etherium*.

³⁰ Disponível em WWW:<URL:https://ripple.com/>.

³¹ A Ripple atualmente reúne a parceria da American Express e Grupo Santander, entre outras entidades ligadas ao sector financeiro mais tradicional: CNBC, American Express, Santander team up with Ripple for cross-border payments via blockchain, The Fintech Effect [Em linha]. (2017) [Consult. 22 mar. 2018]. Disponível em WWW:<URL:https://www.cnbc.com/2017/11/16/american-express-santander-team-up-with-ripple-on-blockchain-platform.html>.

³² WORLD TRADE ORGANIZATION, *Trade and Tariff Data*. [Consult. 22 mar. 2018]. Disponível em WWW:<URL:https://www.wto.org/english/res_e/statis_e/statis_e.htm>.

identificação dos bens enviados e entregues, são facilitados os procedimentos de verificação da entrega e de autenticação e, sobretudo, é reduzido o tempo, os custos e as incertezas das transações financeiras no comércio internacional.

Um dos exemplos da aplicação desta tecnologia é a Wave³³. Esta start-up Fintech apresentou em 2016 o primeiro sistema integral de comércio internacional usando a tecnologia *Blockchain*. Destaca-se uma outra plataforma baseada na tecnologia *Blockchain*, que desenvolve operações através de *Smart Contracts*, denominada *Digital Trade Chain* (DTC), produto de um consórcio entre sete instituições financeiras de âmbito mundial³⁴.

Inclusivamente, encontramos que países como Singapura e Hong Kong celebraram recentemente protocolos para a adoção conjunta de plataformas *Blockchain* de comércio internacional (fundindo projetos inicialmente denominados *TradeSafe* e *HK Blockchain*, respetivamente)³⁵, facto que coloca em evidência as reconhecidas virtudes desta tecnologia no âmbito do comércio internacional.

Noutras áreas do sector financeiro, consideramos que o seu enquadramento regulatório será inevitável, dadas as enormes potencialidades desta tecnologia e o elevado volume de investimento que gravita no seu entorno. No mercado financeiro, onde a sua implementação se afigura mais iminente, assistiremos muito em breve à convivência das *Blockchains* e dos *Smart Contracts* com o atual regime regulatório.

De facto, o alastramento destas inovações é contínuo. Falamos em particular da anunciada utilização de *Blockchains* nas operações de compensação e liquidação (no *Pós-trading*) e da utilização de *Smart Contracts* nos contratos derivados *over-the-counter* ("OTC"). Estas são, de facto, um terreno fértil para a introdução destas tecnologias, dada a relativa simplicidade de conversão das suas cláusulas contratuais em código de programação (v.g., *swaps* de taxas de juro).

A ESMA, no supracitado *Report*³⁶ sobre a aplicação das novas tecnologias no mercado de valores mobiliários, sugere o desenvolvimento de uma *Blockchain*, especificamente concebida para o efeito, que funcione como base para o desenvolvimento de *Smart Contracts* em matéria de instrumentos financeiros de mercado regulamentado. Seria uma *Blockchain* com acesso restrito a determinados participantes³⁷. A administração da mesma estaria a cargo de uma entidade gestora que, conjuntamente com a participação das diversas

³³ Produto de uma parceria com o Barclays. [Consult. 24 mar. 2018]. Disponível em WWW:<URL: <http://wavebl.com/>>.

³⁴ Esta plataforma fornece serviços de empréstimos (*lending*), emissão de cartas de crédito, crédito para a exportação e seguros. A plataforma DTC foi desenvolvida pela IBM para 7 bancos, em consórcio: Deutsche Bank, HSBC, KBC, Natixis, Rabobank, Société Générale and Unicredit. [Consult. 22 mar. 2018]. Disponível em WWW:<URL: <http://www-03.ibm.com/press/us/en/pressrelease/52706.wss>>.

³⁵ REUTERS, Hong Kong, Singapore to link up trade finance blockchain platforms. (2017). [Consult. 22 mar. 2018]. Disponível em WWW:<URL: <https://www.reuters.com/article/us-hongkong-singapore-fintech/hongkong-singapore-to-link-up-trade-finance-blockchain-platforms-idUSKBN1CU0JY>>.

³⁶ [20].

³⁷ Sobre os conceitos de Blockchain abertas e fechadas, GARETH W. PETERS/ EFSTATHIOS PANAYI, *Understanding Modern Banking Ledgers through Blockchain Technologies: Future of Transaction Processing and Smart Contracts on the Internet of Money*, 2015. [Consult. 24 mar. 2018]. Disponível em WWW:<URL: <https://arxiv.org/pdf/1511.05740.pdf>>.

instituições financeiras, operacionalizaria a *Blockchain*, servindo estas últimas como os “*nodes*” do sistema descentralizado³⁸.

Posto isto, o âmbito das funcionalidades integradas na primeira geração de *Smart Contracts* permanece ainda incerto. Para além das vantagens nas tarefas de celebração, custódia, autenticação e análise de contratos, os estudiosos consideram possível a inclusão de mais algumas funcionalidades, entre elas, as de compensação e de liquidação.

Segmentos como os de disponibilização de carteiras para armazenamento e utilização de moedas digitais (*cryptocurrencies*), plataformas de empréstimos *peer-to-peer* e *crowdfunding*, *Initial Coin Offers* (ICO’s) são outras das inovações associadas à tecnologia *Blockchain* e que poderão beneficiar da introdução de *Smart Contracts* a médio prazo.

5. Conclusões

O objetivo deste estudo foi apresentar uma visão global do atual estado da arte em matéria de *Smart Contracts*. Não resulta, contudo, possível prever a evolução técnica e o impacto económico e social que esta matéria irá provocar nos próximos anos sendo certo, todavia, que existem evidências significativas de que a sua adoção será feita em grande escala nos mais diversos sectores de atividade. Por esse motivo, a abordagem atempada a esta temática poderá ajudar a antecipar e, quem sabe, mitigar os potenciais efeitos indesejados da sua utilização.

Os *Smart Contracts* são apenas um dos exemplos da gama de tecnologias informáticas que se preparam para substituir, de certo modo, a atividade decisória humana. Exemplos disso é a tomada de decisões financeiras por programas de inteligência artificial e a negociação algorítmica avançada.

A introdução de *Smart Contracts* e de inteligência artificial, por sinal, colocarão enormes desafios aos profissionais das áreas financeiras em geral, contabilísticas e do Direito (incluindo, naturalmente, as áreas da resolução de litígios). É fundamental que os profissionais dessas áreas desenvolvam a capacidade de entender estes avanços, assim como as aptidões técnicas na área da programação e da informática para responder de forma efetiva a estes novos desafios. Neste sentido, não será despiciendo ponderar a necessidade de disciplinas de programação informática em licenciaturas como as de Direito.

Outros desafios serão colocados aos *Smart Contracts*, como são as questões relacionadas com a confidencialidade do conteúdo dos contratos, uma vez que os mesmos se encontrarão distribuídos de forma descentralizada na *Blockchain*. Erros de programação dificilmente detetáveis que poderão produzir resultados injustos ou indesejados, a forma como serão

³⁸ A R3 é um consórcio de mais de 80 instituições financeiras, e procura fornecer o *Blockchain* de base para o desenvolvimento dos mencionados *Smart Contracts* no sector financeiro. [Consult. 22 mar. 2018]. Disponível em WWW:<URL:https://www.r3.com/>.

tributadas as transações realizadas através deste tipo de contratos e as dificuldades de regulação e supervisão. Todas estas são também barreiras que, à primeira vista, a tecnologia dos *Smart Contracts* terá de ultrapassar para conquistar o lugar que parece ter-lhe sido destinada no comércio jurídico.

Bibliografia

AUBERT, JEAN LUC, *Notions et rôles de l'offre et de l'acceptation dans la formation du contrat*, Librairie générale de droit et de jurisprudence, 1970.

MILLER, MARK, *Computer Security as The Future of Law*, 1997, in <http://www.caplet.com/security/futurelaw/>;

MORRIS, DAVID Z., *Compute error costs T. Rowe Price \$190 Million in Dell Buyout Settlement*, 2016, in <http://fortune.com/2016/06/04/computer-error-t-rowe-price-dell/>.

PETERS, GARETH / PANAYI, EFSTATHIOS, *Understanding Modern Banking Ledgers through Blockchain Technologies: Future of Transaction Processing and Smart Contracts on the Internet of Money*, 2015, in <https://arxiv.org/pdf/1511.05740.pdf>.

RASKIN, MAX, *The Law and Legality of Smart Contracts*, in Georgetown Law Technology Review, in https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2959166.

SURDEN, HARRY, *Computable Contracts*, in Law Review University of California, vol. 46, n.º 629, 2012.

SZABO, NICK, *Formalizing and Securing Relationships on Public Networks*, 1997, in <http://ojphi.org/ojs/index.php/fm/article/view/548/469>.

SZABO, NICK, *The idea of Smart Contracts*, 1997, in <http://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/idea.html>.

VARELA, J. M. ANTUNES, *Das Obrigações em Geral*, Volume 1, 10.ª Ed., Coimbra, 2000.

WITTE, JAN HENDRIK *The Blockchain: A Gentle Introduction*, 2016 in <https://papers.ssrn.com/>.

WRIGHT, AARON / FILIPPI, PRIMAVERA DE, *Decentralized Blockchain Technology and the Rise of Lex Cryptographia*, in https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2580664.

(texto submetido a 20.04.2018 e aceite para publicação a 14.09.2018)