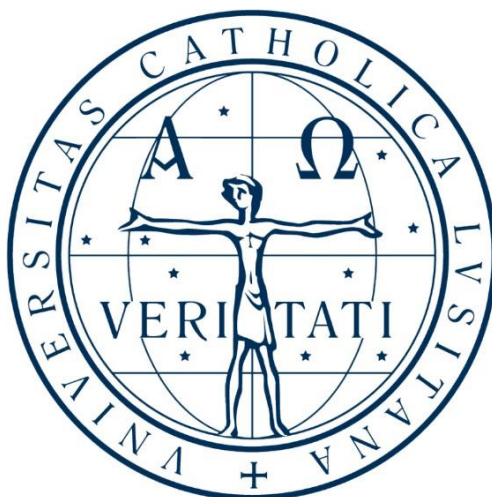


Universidade Católica Portuguesa

Escola de Lisboa



Os *smart contracts* enquanto contratos à luz da lei portuguesa e seu potencial de redução de custos de transação

Dissertação de Mestrado em Direito e Gestão

Sob orientação de:

Professor Doutor Fernando Ferreira Pinto

Professor Doutor João Confraria

Júlia Azevedo Lima da Costa Ribeiro

2021

“The creators of smart contracts have invited society to a party they are throwing. They say that this party has better food, booze, and music than the party being thrown down the street. But the other party has all of the people, even if the amenities are not as good. Whether society shows to this new party is an open question.”

Max Raskin

Agradecimentos

Aos meus orientadores, Prof. Dr. Fernando Ferreira Pinto e Prof. Dr. João Confraria, pela confiança, pela disponibilidade e pelo apoio durante a execução deste trabalho.

À *CCA Law Firm* por acreditar na importância deste trabalho para o meu futuro profissional e consequente incentivo e investimento realizado neste contexto.

A todos os meus amigos, em especial, à Marina e à Mariana, pela constante preocupação e por se mostrarem tão presentes.

A toda a minha família, que, mesmo à distância, demonstrou sua torcida incondicional, em especial a minha avó Diana e a Tia Lulu.

Aos meus pais, Virgínia e Sérgio, e à minha irmã, Laura, pela compreensão, pelas palavras de incentivo, pela paciência e pelo suporte que me ofereceram.

Ao meu noivo, Alessandro, pelo companheirismo, por todo o apoio e pelo interesse demonstrado ao longo de todo o processo.

Palavras-chave: *blockchain*, *smart contracts*, contratos, custos de transação, oportunismo, risco de incumprimento, erro de programação.

Índice

1.	Introdução	6
2.	<i>Smart Contracts</i> como Contratos Cíveis	8
2.1.	<i>Blockchain</i>	8
2.2.	Conceito de <i>Smart Contract</i>	10
2.3.	Conceito de contrato	13
2.4.	Panorama jurídico da contratação eletrónica em Portugal	16
2.5.	Paralelo legal entre <i>vending machines</i> e os <i>smart contracts</i>	20
2.6.	Teoria da Oferta Eletrónica e Teoria da Aceitação Eletrónica	22
2.7.	Subsunção dos <i>smart contracts</i> no quadro legal apresentado	23
2.7.1.	Assinatura Eletrónica	26
2.7.2.	Limitações à Liberdade de Contratação	26
2.7.3.	Inovações apresentada pelos <i>smart contracts</i>	27
2.8.	Problemas jurídicos suscitados	31
2.8.1.	Contratos inválidos	31
2.8.2.	Erro de programação	32
3.	Custos de Transação e <i>Smart Contracts</i>	34
3.1.	Enquadramento teórico	36
3.2.	<i>Smart contracts</i> como quarta forma de redução de custos de transação	40
3.3.	Potenciais aplicações dos <i>smart contracts</i>	45
4.	Conclusão	47
5.	Bibliografia	49

Lista de Abreviaturas

CC – Código Civil

Cf. – Conferir

DL – Decreto-Lei

Ed. – edição

IoT – *Internet of Things*

LCE – Lei da Contratação Eletrónica

N.º / N.ºs – Número / Números

Pg. / Pgs. – Página / Páginas

PoW – *Proof-of-Work*

SC – *Smart Contracts*

UE – União Europeia

Vol. – Volume

1. Introdução

A *blockchain* consiste numa tecnologia de registo descentralizado (*distributed ledger technology*), o que significa que não existe uma entidade centralizada que reúna toda a informação registada. O que ocorre é que o mesmo registo fica distribuído pelos computadores dos diversos utilizadores da rede, usando-se um método de registo através de blocos de informação, que são adicionados a uma cadeia destes mesmos blocos.

Os contratos inteligentes são acordos celebrados através da rede de *blockchain*, ou seja, são contratos que, quando celebrados, enviam um bloco ao sistema de registo descentralizado, não sendo possível apagá-lo depois disso. Isto significa que a execução do contrato passa a ser automatizada, quando possível, sem que haja necessidade de o devedor proceder ao cumprimento. No âmbito de uma compra de moeda, por exemplo, quando o contrato de compra e venda é celebrado, há uma transferência de propriedade da criptomoeda para o comprador, ao mesmo tempo em que as próprias criptomoedas são transferidas para o comprador.

As primeiras ideias acerca de contratos inteligentes surgiram na década de 1990, quando NICK SZABO propôs um novo modelo bancário, em que não fosse necessário haver uma figura centralizada para controlar as transações financeiras¹. Porém, a ideia só foi verdadeiramente implementada, em 2009, quando a rede *Bitcoin*² foi lançada por SATOSHI NAKAMOTO. A ideia de propor um novo sistema bancário descentralizado ainda não atingiu o seu objetivo final, uma vez que as criptomoedas ainda são pouco aceites como moeda de troca e não são adotadas como moeda oficial.

Entretanto, com o lançamento da rede *Ethereum*³, identificou-se um potencial muito maior para a utilização da *blockchain*, que não se reduz a transações financeiras.

¹ SZABO, Nick, *Smart Contracts: Building Blocks for Digital Markets*, 1996.

² NAKAMOTO, Satoshi, *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*, 2008.

³ BUTERIN, Vitalyk, *Ethereum Whitepaper*, 2013.

A *Ethereum*, ao contrário da *Bitcoin*, permite que, além de contratos de compra e venda de criptomoedas, seja possível realizar diversas outras operações, podendo uma *blockchain* ser utilizada para inúmeras possibilidades. Exemplos desse potencial são: a utilização da rede como livro de registos imutável, aplicável a sistemas de saúde com os dados dos utentes, podendo ser acedida de diversas formas; a celebração de contratos que passam a estar registados na rede e, dependendo do caso, serem automaticamente executados; a verificação da autenticidade de documentos oficiais.

Dado o potencial da rede, é natural almejar a implementação dessas facilidades na sociedade. Neste contexto, importa verificar de que garantias jurídicas gozam os acordos celebrados por forma de contratos inteligentes.

Este trabalho visa apurar se os contratos inteligentes, que têm por base um sistema de tecnologia *blockchain*, são subsumíveis ao conceito de contrato adotado na lei portuguesa, de modo a perceber o enquadramento legal deste novo fenómeno. Visa também verificar como esta nova figura pode aumentar a eficiência económica das empresas, nomeadamente, avaliar se esta nova forma de contratação automatizada através de contratos inteligentes é capaz de reduzir custos de transação e riscos de incumprimento no contexto empresarial e comercial.

2. *Smart Contracts* como Contratos Civis

2.1. *Blockchain*

A origem do sistema *blockchain* remonta à década de 1990, quando surgiu a ideia de criar um sistema de registo de documentos *online*, de forma que qualquer alteração na cadeia de registo fosse aparente e que fosse uma espécie de *time-stamping* digital⁴. Ou seja, um registo no âmbito do qual, a partir do momento em que fosse adicionado o documento seguinte, o documento anterior passaria a ser definitivo, irrevogável e imutável.

A ideia surgiu com o objetivo de criar uma rede descentralizada que pudesse, no futuro, substituir o sistema bancário centralizado, ou seja, dependente de uma entidade (*trusted third party*: os bancos) para realizar transações financeiras de forma segura.

Enquanto a ideia de um *time-stamping* digital evoluía, outra componente, posteriormente aproveitada na tecnologia *blockchain*, era desenvolvida. Em 1992, CYNTHIA DORK e MONI NAOR⁵ publicaram um artigo com uma possível solução para o problema dos *e-mails spam*, que veio a ser a primeira vez em que se falou na tecnologia de verificação *Proof-of-Work* (“PoW”). DORK e NAOR propuseram que houvesse uma verificação para envio de e-mails que se baseava num *puzzle*, que tinha de ser resolvido pelo computador remetente. O nível de complexidade do *puzzle* aumentava a utilização de recursos da máquina e levava a um gasto monetário que, apesar de ínfimo, era capaz de desincentivar o envio de emails automáticos, uma vez que a resolução destes puzzles de forma repetida e em grande escala geraria excessivos gastos financeiros a quem os enviasse.

Posteriormente, em 1996 e 1997, NICK SZABO escreveu dois artigos que abordavam o tema desta nova tecnologia. Pela primeira vez era mencionado o termo *smart contracts*, ou seja, os contratos celebrados através da *blockchain*, fazendo um

⁴ HABER, S. and STORNETTA, W. S., *How to time Stamp a Digital Document*, 1991.

⁵ DORK, Cynthia and NAOR, Moni, *Pricing via Processing or Combatting Junk Mail*, 1992.

paralelo entre a nova forma de contratação e a contratação através de autómatos: as *vending machines*⁶.

Em 2004, HAL FINNEY enviou um e-mail em que explicava a solução a que chamou *Reusable Proof of Work*⁷, que solucionava o problema de *double-spending*, ou seja, o problema de haver o gasto duplo de uma mesma criptomoeda. A solução proposta por FINNEY foi garantir que a informação da titularidade de cada criptomoeda ficasse registada na rede e fizesse parte do protocolo de verificação da idoneidade dos novos blocos por parte dos utilizadores da rede.

Entretanto, somente em 2008, SATOSHI NAKAMOTO escreveu o artigo através do qual criou a *Bitcoin*⁸, a primeira rede *blockchain*, que foi efetivamente implementada (em 2009). A rede utiliza a tecnologia de *Proof of Work*, como critério de consenso entre os diversos participantes da rede, para adicionar um bloco contendo a informação sobre determinados *smart contracts*. No entanto, a rede *Bitcoin* apenas permite transações que envolvam a criptomoeda, como, por exemplo, a pessoa 1 envia à pessoa 2 um certo número de *Bitcoins*.

Em 2014, VITALIK BUTERIN divulgou um *white paper* com vista a divulgar a criação de uma nova geração de *smart contracts*, que permitia não apenas transferir criptomoedas, mas também incluir dentro do *smart contract* qualquer tipo de informação que se quisesse adicionar à rede. Ou seja, nessa altura surgiu a possibilidade de utilizar a tecnologia *blockchain* como um livro de registo descentralizado e distribuído pela rede de utilizadores, sem que os registos tivessem de ser, necessariamente, transferências de criptomoedas. Passou a existir a possibilidade de fazer registo de informações como, por exemplo, um certificado académico, a propriedade de um instrumento financeiro ou até mesmo um contrato celebrado entre dois utilizadores da rede.

⁶ SZABO, Nick, *Smart Contracts: Building Blocks for Digital Markets*, 1996.

⁷ FINNEY, Hal, *RPOW - Reusable Proofs of Work*, 2004.

⁸ NAKAMOTO, Satoshi, *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*, 2008.

2.2. Conceito de *Smart Contract*

O primeiro passo da avaliação da natureza contratual dos *smart contracts* à luz do Direito português será estabelecer o conceito de *smart contract*. Vale salientar que essa questão não é unânime, tendo em conta o quão nova é a tecnologia subjacente, que permite realizar as operações a que chamamos *smart contracts*.

Muito se fala na natureza dos *smart contracts*, fenómeno que importa delimitar no âmbito de uma análise jurídica, tendo em conta que o mesmo utiliza o termo “contrato”, conceito legal e de significado delimitado pelo Direito e que é o objeto do próximo capítulo deste trabalho.

O facto de a pessoa que criou a figura dos *smart contracts* designá-la de contrato não significa que se trate efetivamente de contratos à luz do Direito português. Por esta razão é que se discute muito a natureza dos mesmos e a presente análise inicia-se por discutir o conceito de *smart contracts* delimitado por diversos autores que os tiveram por objeto de estudo.

Quando NICK SZABO falou em *smart contracts* pela primeira vez, em 1997, propôs a ideia como uma nova maneira de formalizar relações, definindo os mesmos como “um conjunto de declarações, especificadas em formato digital, incluindo protocolos por meio dos quais as partes executam os acordos baseados nas declarações”⁹. Ou seja, SZABO considera que os *smart contracts* abrangem tanto a parcela da celebração de um contrato, como a própria execução e cumprimento do mesmo.

MAHER ALHARBY e AAD VAN MOORSEL definem os *smart contracts* como “(...) código executável que corre numa *blockchain* para facilitar, executar e fazer cumprir um acordo entre partes que não se conhecem uma à outra sem envolvimento de uma terceira parte que seja confiável”¹⁰. Da mesma forma, para REGGIE

⁹ SZABO, Nick, *Smart Contracts: Building Blocks for Digital Markets*, 1996: “A smart contract is a set of promises, specified in digital form, including protocols within which the parties perform on these promises”.

¹⁰ ALHARBY, Maher and MOORSEL, Aad van, *Blockchain-Based Smart Contracts: A Systematic Mapping Study*, 2018: “A smart contract is executable code that runs on top of the blockchain to

O'SHIELDS, *smart contracts* são “(...) instruções electrónicas autoexecutáveis, redigidas em código de computador”¹¹. Estes autores consideram que os *smart contracts* são meros códigos que executam determinadas instruções, que, por sua vez, são codificadas por computador.

Para compatibilizar as ideias e desenvolver a discussão acerca da definição do conceito de *smart contract*, CHRISTOPHER D. CLACK, VIRKAM A. BAKSHI, LEE BRAINE vêm clarificar a definição de contratos inteligentes distinguindo entre "*smart contract code*" e "*smart legal contract*". O conceito de "*smart contract code*" corresponde ao próprio código inserido, certificado e executado por meio da tecnologia *blockchain*. O conceito de "*smart legal contract*" corresponde ao acordo em si mesmo e ao modo como os contratos são legalmente escritos e interpretados¹².

A partir das definições apresentadas pode ficar-se com a ideia de que os *smart contracts* nada mais são do que contratos celebrados à distância, sendo estes figuras amplamente discutidas e reconhecidas pelo Direito, nomeadamente através da Lei da Contratação à Distância (Decreto-Lei n.º 24/2014, de 14 de fevereiro). Segundo o referido diploma, o conceito de contratos celebrados à distância define-se por “*um contrato celebrado entre o consumidor e o fornecedor de bens ou o prestador de serviços sem presença física simultânea de ambos, e integrado num sistema de venda ou prestação de serviços organizado para o comércio à distância mediante a utilização exclusiva de uma ou mais técnicas de comunicação à distância até à celebração do contrato, incluindo a própria celebração*”.

Não se pode afirmar que os *smart contracts* são contratos como quaisquer outros celebrados por meios eletrónicos, uma vez que esse novo tipo de acordo é celebrado e executado automaticamente, caso as condições para a sua execução se verifiquem no

facilitate, execute and enforce an agreement between untrusted parties without the involvement of a trusted third party”.

¹¹ O'SHIELDS, Reggie, *Smart contracts: legal agreements for the blockchain*, 2017: “(...) smart contracts are selfexecuting electronic instructions drafted in computer code”.

¹² CLACK, Christopher D., BAKSHI, Virkam A., BRAINE, Lee, *Smart Contract Templates: foundations, design landscape and research directions*, 2017: "A smart contract is an automatable and enforceable agreement. Automatable by computer, although some parts may require human input and control. Enforceable either by legal enforcement of rights and obligations or via tamper-proof execution of computer code."

momento da celebração do contrato. De acordo com MAX RASKIN, um “*smart contract* é um acordo cuja execução é automatizada” e “esta execução automática é frequentemente efetuada através de um código computacional que converte o texto do acordo celebrado num programa executável”¹³.

A definição proposta por MAX RASKIN pode ser entendida sob dois aspetos: o facto de os *smart contracts* serem acordos e o facto desses acordos serem executados automaticamente, tendo por base uma programação através de códigos de computador. Ou seja, o que essa tecnologia propõe de inovador é o carácter automático da execução dos acordos celebrados na rede *blockchain*.

Assim sendo, é possível fazer um paralelo entre a definição de MAX RASKIN e a teoria de CHRISTOPHER D. CLACK, VIRKAM A. BAKSHI e LEE BRAINE. Pode-se considerar que o primeiro aspeto proposto por RASKIN, o facto de os *smart contracts* serem acordos, corresponde ao conceito de *smart legal contract*, proposto por CHRISTOPHER D. CLACK, VIRKAM A. BAKSHI e LEE BRAINE. Por sua vez, o segundo aspeto proposto por RASKIN, o facto de a execução automática destes acordos ser baseada em programação em código computacional, corresponde ao conceito de “*smart contract code*”.

Para efeitos deste trabalho e uma vez que importa diferenciar os dois referidos aspetos dos *smart contracts*, de modo a realizar uma análise adequada da sua natureza, consideraremos a definição proposta por CHRISTOPHER D. CLACK, VIRKAM A. BAKSHI e LEE BRAINE, que nos permite referir aos termos “*smart contract code*” e “*smart legal contract*” de forma clara.

¹³ RASKIN, Max, *The Georgetown Law Technology Review*, 2016: "A smart contract is an agreement whose execution is automated. This automatic execution is often effected through a computer running code that translated prose into an executable program".

2.3. Conceito de contrato

Para responder à questão de saber se os *smart contracts* são verdadeiros contratos à luz do Direito português, será necessário verificar se os mesmos cumprem os pressupostos de um contrato, tendo como base a definição estabelecida para *smart contracts* no ponto 2.2.

Sem entrar em grandes pormenores ou em situações particulares, a generalidade da Doutrina portuguesa adota o modelo de contrato que exige a existência de uma proposta e de uma aceitação, sendo este o modelo que se retira da interpretação dos artigos 232.º e 233.º do Código Civil¹⁴.

I. No que se refere à «proposta», MENEZES CORDEIRO define-a como "*a declaração feita por uma das partes e que, uma vez aceite pela outra ou pelas outras, dá lugar ao aparecimento de um contrato*"¹⁵. De modo a ser válida, a proposta deve cumprir três requisitos: deve ser completa; deve revelar uma intenção inequívoca de contratar; e deve revestir a forma requerida para o negócio em jogo. Dentro da mesma ordem de ideias, afirma CARLOS MOTA PINTO que uma proposta contratual apenas se verifica "*se for suficientemente precisa, dela resultar a vontade de o seu autor se vincular e houver consciência de se estar a emitir uma verdadeira declaração negocial*"¹⁶.

A proposta deve ser completa no sentido de abranger todos os aspetos a serem acordados pelas partes, de forma que "*para a formação do acordo bastará um "sim", um "aceito" do destinatário, a mera adesão à proposta, que em si já contém a substância do contrato, dependente apenas da aceitação*"¹⁷. Deve refletir uma intenção inequívoca de contratar, ou seja, deve ser notória a intenção do proponente de se vincular juridicamente. E deve ainda revestir a forma requerida para o contrato em causa.

¹⁴ FERNANDES, Luis A. Carvalho, *Teoria Geral do Direito Civil, Tomo II*, 5ª Edição, 2010, pg. 95.

¹⁵ CORDEIRO, António Menezes, *Tratado de Direito Civil Português, Tomo I*, 3ª Edição, 2011, pg. 552.

¹⁶ PINTO, Carlos Mota, *Teoria Geral do Direito Civil*, pg. 651.

¹⁷ TELLES, Inocêncio Galvão, *Manual dos contratos em geral*, 3ª Edição, 1965, pg. 194.

Abrangida pelo conceito de proposta está a noção de «oferta ao público», que se caracteriza por ser uma proposta com as características supra descritas, porém destinada a uma generalidade de pessoas. Trata-se de uma proposta completa relativamente à qual basta uma aceitação para que seja celebrado um contrato¹⁸.

De modo diverso, no designado «convite a contratar» faltam elementos para existir uma proposta, ou seja, “(...) *para que da sua simples aceitação, surja o contrato*”¹⁹. Corresponde a uma declaração que contém alguns elementos da proposta, entretanto insuficientes para compor uma proposta completa.

II. Em relação à «aceitação», MENEZES CORDEIRO define-a como a “*declaração recipianda, formulada pelo destinatário da proposta negocial, (...) cujo conteúdo exprima uma total concordância com o teor da declaração do proponente*”²⁰.

A concordância deve-se referir a todo o conteúdo da proposta, não bastando concordância a uma mera parte da mesma. Caso contrário, não se verifica uma aceitação, mas uma contraproposta, carente de aceitação da outra parte para que seja celebrado o contrato em causa. Desta opinião, partilha CARVALHO FERNANDES, que define aceitação como a “*declaração pela qual o destinatário de uma proposta negocial (...) manifesta a sua concordância com o seu conteúdo*”²¹.

Ou seja, a aceitação deve manifestar o consentimento do declarante relativamente a todo o conteúdo da proposta, sendo que, da sua eficácia, resulta a formação do contrato, uma vez que “*o contrato mais não é do que o encontro das declarações confluentes das partes (...)*”²².

¹⁸ CORDEIRO, António Menezes, *Tratado de Direito Civil Português, Tomo I*, 3ª Edição, 2011, pg. 557.

¹⁹ CORDEIRO, António Menezes, *Tratado de Direito Civil Português, Tomo I*, 3ª Edição, 2011, pg. 557.

²⁰ CORDEIRO, António Menezes, *Tratado de Direito Civil Português, Tomo I*, 3ª Edição, 2011, pg. 559.

²¹ FERNANDES, Luis A. Carvalho, *Teoria Geral do Direito Civil, Tomo II*, 5ª Edição, 2010, pg. 98.

²² CORDEIRO, António Menezes, *Tratado de Direito Civil Português, Tomo I*, 3ª Edição, 2011, pg. 559.

Desta forma, havendo coincidência total entre a proposta e a aceitação, existe um contrato, não bastando, para tal, o acordo em relação aos elementos essenciais do contrato. “*Em suma: tem de haver acordo sobre todos os problemas que qualquer das partes queira suscitar*”²³.

Um contrato forma-se no momento em que se manifesta a aceitação relativamente a todo o conteúdo da proposta.

²³ CORDEIRO, António Menezes, *Tratado de Direito Civil Português, Tomo I*, 3ª Edição, 2011, pg. 559.

2.4. Panorama jurídico da contratação eletrónica em Portugal

Conforme já estabelecido no ponto 2.2, para efeitos deste trabalho, o smart contract divide-se em duas parcelas: o *smart legal contract* e o *smart contract code*. O conceito de *smart contract code* corresponde apenas ao código computacional que executa o *smart legal contract* previamente celebrado.

Assim, no que respeita ao *smart contract code*, uma vez que se trata de meros códigos de execução de ações previamente programadas, parece não ser possível considerar que estejam verificadas a proposta e a respetiva aceitação. Isto porque o código de execução em causa o que faz é simplesmente dar cumprimento ao contrato previamente celebrado (*smart legal contract*).

Por sua vez, o *smart legal contract* é o acordo celebrado de forma a dar a ordem de execução automática (o *smart contract code*). Para que se verifiquem os pressupostos contratuais – proposta e aceitação – e de facto ser celebrado um verdadeiro contrato, é necessário estabelecer uma interface que consiga traduzir o acordo formado pelas partes (*smart legal contract*) no código de programação correspondente ao *smart contract code*, o que corresponderá, por fim, à forma de cumprimento do contrato.

Desta forma, esta *interface* não difere muito daquilo que é regulado pela Lei da Contratação Eletrónica (LCE) em vigor em Portugal²⁴.

A LCE transpõe a Diretiva (UE) 2000/31/CE e conforme refere o preâmbulo do diploma, “*não regula todo o comércio electrónico: deixa amplas zonas em aberto ou porque fazem parte do conteúdo de outras directivas ou porque não foram consideradas suficientemente consolidadas para uma harmonização comunitária ou, ainda, porque não carecem desta*”.

A matéria da contratação eletrónica consta do Capítulo V da LCE, sendo que o âmbito deste regime é estabelecido no artigo 24.º e corresponde a “*todo o tipo de*

²⁴ Decreto-Lei n.º 7/2004, de 07 de janeiro.

contratos celebrados por via electrónica ou informática, sejam ou não qualificáveis como comerciais". O artigo 25.º, n.º 1, da LCE, determina a liberdade da celebração de contratos por via eletrónica, sem que a validade ou eficácia destes seja prejudicada.

Entretanto, nos termos do artigo 25.º, número 2 da LCE e, tal como refere MENEZES CORDEIRO, *“a contratação eletrónica é livre, salvo negócios familiares e sucessórios, negócios que exijam intervenção de entidades judiciais, públicas ou notariais, negócios imobiliários e garantias”*²⁵.

Além disso, o artigo 26.º, n.º 1, da LCE determina que *“as declarações emitidas por via eletrónica satisfazem a exigência legal de forma quando contidas em suporte que ofereça as mesmas garantias de fidedignidade, inteligibilidade e conservação”*. Sendo que o seu número 2 remete para o Decreto-Lei n.º 290-D/99, de 2 de agosto, que corresponde à legislação sobre assinatura eletrónica e certificação.

No que se refere às *vending machines*, as mesmas são reguladas pela Lei da Contratação à Distância, que transpõe a Directiva n.º 2011/83/EU e, em termos gerais, é aplicável, de acordo com o artigo 2.º, n.º 1, *“aos contratos celebrados à distância e aos contratos celebrados fora do estabelecimento comercial, tendo em vista promover a transparência das práticas comerciais e salvaguardar os interesses legítimos dos consumidores”*.

As normas aplicáveis às *vending machines* são aquelas previstas pelos artigos 22.º a 24.º da LCE. Nos termos do artigo 2.º, n.º 2 da LCE, os artigos 4.º a 21.º do mesmo diploma não são aplicáveis aos contratos celebrados através de máquinas distribuidoras automáticas ou de estabelecimentos comerciais automatizados. O artigo 22.º, n.º 1 vem definir a referida forma de contratação como sendo *“a colocação de um bem ou serviço à disposição do consumidor para que este o adquira mediante a utilização de qualquer tipo de mecanismo, com o pagamento antecipado do seu preço”*.

Os referidos diplomas surgem para resolver o problema de, no âmbito da formação do contrato, o adquirente não ter contato com um interlocutor humano. Neste contexto,

²⁵ CORDEIRO, António Menezes, *Tratado de Direito Civil Português, Tomo I*, 3ª Edição, 2011, pg. 589.

existe o mesmo problema que se pretende resolver relativamente aos *smart contracts*, que é o de saber em que medida estão verificados os pressupostos contratuais à luz do Direito português.

No entanto, conforme proposto por MENEZES CORDEIRO, importa distinguir, “*a contratação por meios electrónicos ou através da Internet*” (contratos regulados pelos artigos 4.º a 21º da Lei da Contratação à Distância) daquela “*efetuada através de autómato ou de computador*” (contratos regulados pela Lei da Contratação Eletrónica e, no que se refere à venda automática, os contratos regulados pelos artigos 22.º a 24.º da Lei da Contratação à Distância)²⁶.

Os contratos relevantes para efeitos deste trabalho são aqueles efetuados através de computador, ou seja, aqueles que, além de serem realizados através da internet, não pressupõem interação com um interlocutor humano. Os contratos abrangidos pela chamada contratação eletrónica interpessoal²⁷, correspondentes ao primeiro tipo referido por MENEZES CORDEIRO, não relevam para análise em questão, uma vez que os *smart contracts*, por natureza, pressupõem que exista o *smart contract code*, que mais não é do que um código de programação destinado a executar determinado acordo, sem que seja necessária a participação humana.

No âmbito dos contratos celebrados através de computador, existe também a distinção entre a contratação eletrónica interativa e a contratação eletrónica intersistémica. Segundo FRANCISCO CARNEIRO PACHECO ANDRADE, o primeiro tipo corresponde àqueles contratos em que “*uma pessoa interage com um sistema, destinado ao processamento eletrónico de dados, predisposto (colocado à disposição) por outra pessoa*”. O segundo tipo corresponde aos contratos em que as declarações são todas proferidas pelos sistemas informáticos das partes, sem que haja interação humana, possibilidade legitimada pelo artigo 33.º, número 1, da Lei da Contratação Eletrónica, nos termos do qual: “*À contratação celebrada exclusivamente por meio de computadores, sem intervenção humana, é aplicável o regime comum, salvo quando este pressupuser uma actuação*”.

²⁶ CORDEIRO, António Menezes, *Tratado de Direito Civil Português, Tomo I*, 3ª Edição, 2011, pg. 583.

²⁷ ANDRADE, Francisco Carneiro Pacheco, *Contratação Eletrónica*, Revista CEJ, 2017, pg. 41.

Importa referir que se considera que as declarações emitidas por meio de computadores sem intervenção humana, nos termos do artigo 33.º da Lei da Contratação Eletrónica, têm na verdade um autor humano, o programador, “*funcionando o autómato como uma longa manus da vontade humana*”²⁸.

De uma análise do panorama geral da contratação eletrónica em Portugal e conforme considerado por HUGO RAMOS ALVES, “*temos que (...) a contratação eletrónica não concita particulares desvios às regras gerais de formação do negócio jurídico: apenas houve lugar a uma adaptação destes ao meio em que as declarações de vontade são emitidas (...)*”²⁹.

Neste mesmo ponto de vista, considera-se que é necessário analisar que aspetos novos são propostos pelos *smart contracts*, de modo a perceber em que medida seria necessário elaborar nova legislação com vista regular esta nova forma de contratação ou se a mera análise doutrinária e jurisprudencial do comportamento desta nova figura no ordenamento jurídico se seria suficiente para o efeito.

²⁸ ALVES, Hugo Ramos, *Smart Contracts: Entre a Tradição e a Inovação*, António Menezes Cordeiro, Ana Perestrelo de Oliveira, Diogo Pereira Duarte (coordenação), *Fintech – Desafios da Tecnologia Financeira*, Almedina, 2019, pg. 193.

²⁹ ALVES, Hugo Ramos, *Smart Contracts: Entre a Tradição e a Inovação*, António Menezes Cordeiro, Ana Perestrelo de Oliveira, Diogo Pereira Duarte (coordenação), *Fintech – Desafios da Tecnologia Financeira*, Almedina, 2019, pg. 191.

2.5. Paralelo legal entre *vending machines* e os *smart contracts*

A comparação da figura dos *smart contracts* com a realidade, já conhecida, das *vending machines* vem desde o seu surgimento e foi realizada, em primeiro lugar, pelo próprio precursor dos *smart contracts*.

Ainda em 1997, SZABO defendeu a ideia de que muitas cláusulas contratuais podem ser configuradas como código de programação de *softwares* e *hardwares*, com os quais estamos habituados a conviver. Neste contexto, utilizou como exemplo as *vending machines*, mencionando que poderíamos considerá-las um ancestral primitivo dos *smart contracts*³⁰.

As *vending machines* são dispositivos automáticos que, como refere MENEZES CORDEIRO, “*mediante a introdução de dinheiro, distribuem determinados bens aos seus utentes*”³¹. Esta realidade é regulada pela Lei da Contratação à Distância³². A explicação para isso é que, pelo facto de ser automática, a contratação envolve a não presença física de uma das partes no momento da celebração, conforme refere CARVALHO FERNANDES³³.

Assim, pode-se considerar que, mesmo sem a intervenção humana na resposta ao ato do utente de inserir dinheiro no dispositivo, existe um contrato celebrado, considerando que a declaração de vontade emitida pelo autómato é admitida pelo Direito como tal e atribuída ao seu autor: o programador³⁴.

Desta forma, uma vez que as *vending machines* são dispositivos que permitem a contratação eletrónica interativa, conforme suprarreferido, em que o contrato é

³⁰ SZABO, Nick, *The Idea of Smart Contracts*, 1996: “*A canonical real-life example, which we might consider to be primitive ancestor of smart contracts, is the humble vending machine*”.

³¹ CORDEIRO, António Menezes, *Tratado de Direito Civil Português, Tomo I*, 3ª Edição, 2011, pg. 581.

³² Nos termos do artigo 22.º da Lei da Contratação à Distância, “*a venda automática consiste na colocação de um bem ou serviço à disposição do consumidor, para que este o adquira mediante a utilização de qualquer tipo de mecanismo, com o pagamento antecipado do seu preço*”.

³³ FERNANDES, Luis A. Carvalho, *Teoria Geral do Direito Civil, Tomo II*, 5ª Edição, 2010, pg. 125.

³⁴ FERNANDES, Luis A. Carvalho, *Teoria Geral do Direito Civil, Tomo II*, 5ª Edição, 2010, pg. 126: “*Não restam hoje dúvidas quanto à natureza das vendas automáticas como verdadeiros negócios jurídicos, em que a vontade de uma das partes se expressa através da programação do autómato e da outra mediante o acionar do equipamento*”.

celebrado e cumprido sem a intervenção humana, são mesmo realidades bastante análogas aos *smart contracts*.

No entanto, do ponto de vista de SZABO, os *smart contracts* vão para além das *vending machines* ao proporem a celebração de contratos relativamente a todas as espécies de bens que sejam controlados por meios digitais³⁵.

Com efeito, as *vending machines* apresentam um mecanismo de contratação muito mais simples e elementar do que os *smart contracts*, conforme o próprio SZABO refere em seu artigo³⁶. Até pelo facto de realidades comparáveis às *vending machines* existirem há milhares de anos, como é de referir as dispensadoras automáticas de água benta que existiam nos templos egípcios, em que ao inserir uma moeda, o mecanismo liberava a abertura do respetivo recipiente, através da identificação do peso da moeda³⁷.

Os *smart contracts*, por sua vez, apresentam uma tecnologia subjacente muito mais complexa e avançada, permitindo muito mais utilidades e aplicações, mas com inovações *sui generis*, conforme se verá adiante e que, por essa razão, merecem atenção doutrinária.

³⁵ SZABO, Nick, *The Idea of Smart Contracts*, 1996: “Smart contracts go beyond the vending machine in proposing to embed contracts in all sorts of property that is valuable and controlled by digital means”.

³⁶ SZABO, Nick, *The Idea of Smart Contracts*, 1996.

³⁷ GOMES, Delber Pinto, *Contratos ex machina: breves notas sobre a introdução da tecnologia Blockchain e Smart Contracts*, Revista Eletrónica de Direito, 2018.

2.6. Teoria da Oferta Eletrónica e Teoria da Aceitação Eletrónica

Conforme já exposto anteriormente neste trabalho, os contratos são formados por uma proposta e uma aceitação. No âmbito da contratação à distância, importa esclarecer a que parte é atribuída a proposta e a que parte é atribuída a aceitação, para que seja possível aferir o momento da celebração do contrato. Isto, porque, nos termos do artigo 29.º, número 1 da Lei da Contratação Eletrónica, é obrigatório que o prestador envie um aviso de receção da encomenda realizada pelo utilizador.

Surge, a este propósito, a questão de saber se a mera disponibilização dos produtos ou serviços no sítio eletrónico (ou *vending machine*) já consubstancia uma proposta contratual na modalidade da oferta ao público, uma vez que é destinada a uma generalidade de pessoas; ou se a disponibilização dos produtos ou serviços consubstancia um convite a contratar, sendo a proposta de compra realizada pelo utilizador. Por outras palavras, a questão centra-se em determinar se o referido aviso de receção consubstancia um mero dever contratual previsto por lei, ou se assume carácter de aceitação da proposta de compra.

Sobre esta questão, existem duas teorias diferentes: a teoria da oferta eletrónica e a teoria da aceitação eletrónica.

A teoria da oferta eletrónica defende que a mera disponibilização dos produtos ou serviços, reunindo os elementos essenciais do tipo contratual em causa, corresponde a uma oferta ao público, ou seja, a uma proposta completa. Nesta medida, a ordem de encomenda realizada pelo utilizador corresponde à aceitação e, por conseguinte, o contrato é celebrado no momento em que a mesma é submetida. Para quem defende esta teoria, o dever de envio do aviso de receção constitui um mero dever contratual previsto legalmente.

A teoria da aceitação eletrónica, por sua vez, defende que a disponibilização dos produtos ou serviços corresponde a um mero convite a contratar, não sendo, portanto, uma proposta negocial. Assim, quem realiza a proposta é o utilizador, quando submete a ordem de encomenda. Por sua vez, o prestador, quando envia o aviso de receção da referida ordem, realiza a aceitação, momento em que o contrato é celebrado.

Esta questão assume especial relevância, por exemplo, nos casos em que existe falta de *stock*. Imaginemos um caso em que é realizada uma ordem de encomenda de um livro através de um sítio eletrónico de uma livraria virtual e a livraria verifica posteriormente que o livro em questão está esgotado. No âmbito da teoria da oferta eletrónica, considera-se que, neste caso, o contrato foi celebrado e a livraria deve cumprir a obrigação de entregar o livro ao utilizador. Se, no entanto, a teoria aplicada for a da aceitação eletrónica, considera-se que, no caso em apreço, não foi celebrado nenhum contrato, porque não se verificou a aceitação (que seria proferida através do aviso de receção da ordem de encomenda).

A este propósito, MENEZES CORDEIRO posiciona-se em defesa da teoria da oferta eletrónica, referindo que a “*oferta de produtos ou serviços em linha, quando completa, representa uma proposta contratual; quando isso não suceda, é um convite a contratar (...)*”³⁸. No mesmo sentido, refere CARVALHO FERNANDES que “*é de aproximar esta modalidade de formação do negócio jurídico da oferta ao público, em que o proponente é, pois, quem dispõe o autómato*”³⁹. O mesmo defende OLIVEIRA ASCENSÃO⁴⁰.

Em termos legais, apesar de a Directiva 2000/31/CE não tomar posição nesta discussão, a Lei da Contratação Eletrónica, no seu preâmbulo, posiciona-se em defesa da teoria da oferta eletrónica, uma vez que considera que “*o aviso de receção destina-se a assegurar a efectividade da comunicação eletrónica, apenas, e não a exprimir uma posição negocial*”.

2.7. Subsunção dos *smart contracts* no quadro legal apresentado

Aqui chegados, já se percebe o panorama jurídico da contratação eletrónica em Portugal e já se percebe em que medida é possível comparar os *smart contracts* com as

³⁸ CORDEIRO, António Menezes, *Tratado de Direito Civil Português, Tomo I*, 3ª Edição, 2011, pg. 590.

³⁹ FERNANDES, Luis A. Carvalho, *Teoria Geral do Direito Civil, Tomo II*, 5ª Edição, 2010, pg. 126.

⁴⁰ ASCENSÃO, José de Oliveira, *Direito Civil. Teoria geral: ações e factos jurídicos. Vol. II*, Coimbra: Coimbra Editora, 2003, pg. 484.

realidades diretamente reguladas pelo legislador. Importa agora responder à questão de saber a razão pela qual tanto se discute acerca da natureza desta nova modalidade de contratação.

Ora, quem primeiro sugeriu o termo *smart contracts* foi um jurista (SZABO) que previu que no futuro existiria a possibilidade de se contratar de forma automática, aspeto que ele mesmo sugeriu ser algo de comparável às *vending machines*, porém realizado através da internet. No entanto, não se sabia de que forma é que seria possível chegar a esta ideia, sendo certo que SZABO sugeriu que a criptografia seria um caminho provável⁴¹.

Não tendo conhecimento da realidade que estava a sugerir ou prever, SZABO sugeriu o termo “*contract*” antes mesmo de ser possível verificar, na prática, os pressupostos contratuais em termos jurídicos. Assim, quando a *blockchain* foi implementada e a realidade prevista por SZABO ficou mais próxima, surgiu o natural ímpeto dos juristas que se depararam com a questão de verificar tal classificação e analisar a subsunção da realidade ao direito contratual já estabelecido.

Neste contexto, muito se falou em desvendar o mito dos *smart contracts* serem novos tipos de contratos. Tal posicionamento fundamentava-se em considerar *smart contracts* como meros códigos de programação que executavam um acordo previamente estabelecido. Ora, por esta razão é que se mostra fundamental estabelecer criteriosamente o conceito a considerar como *smart contract*: “*smart contract code*” ou “*smart legal contract*”. De facto, o *smart contract code* é um mero código de programação que executa um acordo previamente estabelecido. Entretanto, existe outra parcela do *smart contract* que deve ser considerada nesta análise: o *smart legal contract*, que corresponde precisamente ao acordo previamente estabelecido.

HUGO RAMOS ALVES considera que o *smart contract* “*apenas será um vero contrato (...) na eventualidade de ser precedido de um concreto acordo prevendo sua utilização*”, tal como dispõe o artigo 25.º, número 2, da Lei da Contratação Eletrónica. Desta forma, o *smart contract*, quando perspectivado como sendo uma junção de duas

⁴¹ SZABO Nick, *Smart Contracts: Building Blocks for Digital Markets*, 1996.

parcelas, o “*smart contract code*” e o “*smart legal contract*”, e precedido de acordo sobre a utilização do respetivo meio de contratação, traduz-se numa nova forma de celebração de verdadeiros contratos, com a inovação de ser autoexecutável, aspeto que será melhor analisado adiante neste trabalho.

Além disso, mostra-se essencial que as partes envolvidas no contrato sejam capazes de compreender o que está escrito no mesmo, através da linguagem corrente, tal como referido por DELBER PINTO GOMES⁴². Este papel é cumprido pelo *smart legal contract*, escrito em linguagem perceptível para a generalidade das pessoas sem especial formação em programação de códigos computacionais, sendo certo que o acordo corresponde ao respetivo *smart contract code*, que vai executar automaticamente o acordo celebrado.

Assim, e conforme concluiu HUGO RAMOS ALVES, “(...) a partir do momento em que seja possível imputar declarações de vontade – seja pela via da adesão (*lato sensu*) de um sujeito a um programa pré-elaborado, seja num cenário de pura automação, temos, naturalmente, um contrato”⁴³.

No que se refere ao momento de celebração do contrato e à decisão entre a teoria da oferta eletrónica e a da aceitação eletrónica, importa referir que os *smart contracts* têm, por natureza, execução automática. Ganha, por isso, grande relevância o disposto no artigo 29.º, n.º 2, da Lei da Contratação Eletrónica. Na realidade, o que origina a discussão acerca das referidas teorias é a exigência do envio de um aviso de receção da ordem de encomenda. Tendo em conta que “*é dispensado o aviso de receção da encomenda nos casos em que há a imediata prestação em linha do produto ou serviço*”⁴⁴, então, ao que parece, as referidas teorias perdem relevância neste contexto.

⁴² GOMES, Delber Pinto, *Contratos ex machina: breves notas sobre a introdução da tecnologia Blockchain e Smart Contracts*, Revista Eletrónica de Direito, 2018.

⁴³ ALVES, Hugo Ramos, *Smart Contracts: Entre a Tradição e a Inovação*, António Menezes Cordeiro, Ana Perestrelo de Oliveira, Diogo Pereira Duarte (coordenação), *Fintech – Desafios da Tecnologia Financeira*, Almedina, 2019, pg. 206.

⁴⁴ Artigo 29.º, número 2 da Lei da Contratação Eletrónica.

2.7.1. Assinatura Eletrónica

Outro aspeto relevante a ser esclarecido é a forma pela qual os *smart contracts* são assinados. A assinatura de um *smart contract* é realizada através de criptografia, conforme previu SZABO, antes mesmo da implementação da primeira *blockchain*.

Este tipo de assinatura pode ser subsumido ao conceito de assinatura digital⁴⁵, previsto e regulado pelo Decreto-Lei 290-D/99, de 2 de agosto (que foi alterado pelo Decreto-Lei 62/2003, de 3 de abril) e, segundo MENEZES CORDEIRO, “*trata-se de um esquema que permite a uma entidade dotada de uma “chave”, reconhecer e autenticar uma sequência digital proveniente do autor dum missiva electrónica, de modo a autenticá-la*”⁴⁶.

2.7.2. Limitações à Liberdade de Contratação

Apesar do artigo 25.º, n.º 1 da LCE vir prever o princípio da liberdade de celebração de contratos por via eletrónica, existem determinados tipos de contratos excluídos do âmbito do referido princípio, nomeadamente aqueles listados no número 2 do mesmo artigo.

Apesar de a Lei da Contratação Eletrónica, conforme referido no seu preâmbulo, reconhecer que “*as declarações emitidas por via electrónica satisfazem as exigências legais de forma escrita quando oferecem as mesmas garantias de fidedignidade, inteligibilidade e conservação*”, o referido diploma exclui expressamente certos tipos de negócios jurídicos desta possibilidade.

Portanto, nos termos do referido número 2 do artigo 25.º da Lei da Contratação Eletrónica, não é admitida a contratação por via eletrónica dos seguintes negócios

⁴⁵ O’SHELDERS, Reggie, *Smart Contracts: Legal Agreements for the Blockchain*, 21 N.C. Banking Inst. 177, 2017.

⁴⁶ CORDEIRO, António Menezes, *Tratado de Direito Civil Português, Tomo I*, 3ª Edição, 2011, pg. 588.

jurídicos: familiares e sucessórios; negócios que exijam intervenção de entidades judiciais, públicas ou notariais; negócios imobiliários; e garantias.

2.7.3. Inovações apresentadas pelos *smart contracts*

Pelo exposto até esta altura, é possível perceber que a formação do contrato celebrado através de um *smart contract* não difere muito da realidade que já conhecemos no âmbito da contratação eletrónica. Neste contexto, as declarações negociais são expressas através de computador e, não só: parte delas é expressa pelo computador, como resultado da ativação de um código de programação anteriormente programado por um ser humano.

Já se percebe que estas declarações têm valor jurídico, mesmo quando exigida forma escrita, com exceção dos tipos contratuais excluídos pelo artigo 25.º, n.º 2, da Lei da Contratação Eletrónica.

Faz esta reflexão parecer que os *smart contracts* nada têm de novo em relação à generalidade dos contratos eletrónicos que já conhecemos. No entanto, essa visão acaba por ignorar a realidade dos *smart contract codes*, que é uma realidade *sui generis*, uma vez que a sua tecnologia subjacente (*blockchain*) foi apenas implementada em 2008, com a criação da rede *Bitcoin*.

O *smart contract code* confere ao *smart contract* a capacidade de ser autoexecutável e imutável.

Conforme refere HUGO RAMOS ALVES, “o *smart contract* é distinto das plataformas tradicionais de contratação eletrónica, pois o código traduz uma parte indissociável do *smart contract*, ao passo que nas tradicionais plataformas de contratação eletrónica, máxime lojas virtuais, a execução do código é apenas um instrumento para executar um contrato elaborado pela mão humana”⁴⁷.

⁴⁷ ALVES, Hugo Ramos, *Smart Contracts: Entre a Tradição e a Inovação*, António Menezes Cordeiro, Ana Perestrelo de Oliveira, Diogo Pereira Duarte (coordenação), *Fintech – Desafios da Tecnologia Financeira*, Almedina, 2019, pg. 213.

2.7.3.1. Autoexecutável: cumprimento automático do contrato

Um dos aspetos que distingue os *smart contracts* dos restantes tipos de contratos eletrónicos é justamente o facto de a sua execução ser automática. Quer isto dizer que, como refere REGGIE O'SHIELDS, os *smart contracts* autoexecutam as estipulações de um acordo quando são ativadas condições predeterminadas⁴⁸.

Na forma mais conhecida e estabelecida de plataforma digital, o contrato é celebrado através de computador, envolvendo declaração negocial realizada através de um código de programação. O facto é que, depois do processamento da ordem de encomenda, se verifica o momento da execução do contrato. Quer isto dizer que, como é habitual, apesar de ter sido celebrado um contrato, isso não levará necessariamente ao cumprimento do mesmo. Por este motivo é que se mostra necessária tanta legislação acerca do incumprimento contratual. Pelo princípio *pacta sunt servanda*, princípio basilar da ordem jurídica, é essencial que haja confiança da generalidade das pessoas de que, ao celebrar um contrato, este será cumprido.

Não obstante, tendo em conta que o cumprimento, na maior parte dos casos, não é automático, a certeza do cumprimento do contrato fica enfraquecida. Ao celebrar-se um contrato-promessa, não existe nada que garanta sem mais que o contrato prometido será devidamente cumprido. Ao celebrar-se um contrato compra e venda, nada garante sem mais que haverá cumprimento da obrigação de pagamento do preço. O que existe é a legislação necessária para que as medidas judiciais possam ser tomadas e o eventual incumprimento possa ser remediado, seja pelo interesse contratual negativo, seja pelo interesse contratual positivo.

A novidade proposta pelos *smart contracts* é justamente garantir que o contrato só é efetivamente celebrado se se verificarem as condições necessárias para que seja automaticamente cumprido. Quer isto dizer que, se é celebrado um *smart contract* para

⁴⁸ O'SHIELDS, Reggie, *Smart Contracts: Legal Agreements for the Blockchain*, 21 N.C. Banking Inst. 177, 2017: "Smart contracts self-execute the stipulations of an agreement when predetermined conditions are triggered".

transferir uma determinada quantidade de *Bitcoins* de um utilizador para o outro, o negócio apenas é celebrado e registado na rede descentralizada, caso se verifique que o utilizador que pretende transferi-las tem na sua carteira a quantidade determinada de *Bitcoins*. Caso contrário, o contrato não chega sequer a ser celebrado.

A possibilidade de um *smart contract* ser autoexecutável é conferida pelo código de programação subjacente ao mesmo, que contém determinadas ordens que serão automaticamente executadas. Ou seja, *smarts contracts* não se resumem ao *smart contract code*, uma vez que se verificou um acordo prévio que reúne os pressupostos necessários para ser um vero contrato perante à ordem jurídica. No entanto, o que os *smart contracts* têm de novidade é justamente o *smart contract code*, que confere o carácter autoexecutável a esta nova forma de contratação.

2.7.3.2. Imutável

Além de ser autoexecutável, uma outra característica bastante relevante dos *smart contracts* é o facto de que, a partir do momento em que são registados na rede *blockchain*, eles tornam-se imutáveis. Não é possível alterar o código programado registado na *blockchain*, pela própria natureza desta tecnologia.

Quando um bloco é criado por algum participante da rede, é implementado um protocolo de consenso entre os demais participantes. Uma vez que o consenso seja atingido, este novo bloco é então inserido na *blockchain* de todos os participantes. Cada bloco contém o número *hash* do bloco anterior, o texto do *smart contract* e o número *hash* do bloco em questão, o que se concretiza na suprarreferida ideia de *time-stamp*⁴⁹. Um número *hash* é um número de tamanho predefinido que resulta da aplicação de uma função matemática a uma cadeia de caracteres de tamanho variável⁵⁰.

Esta função deve ser complexa o suficiente para que seja impossível fazer a função inversa. Ou seja, a partir do número *hash* é impossível conhecer a cadeia de caracteres

⁴⁹ NOFER, Michael, GOMBER, Peter, HINZ, Oliver and SCHIERECK Dirk, *Blockchain*, 2017, pg. 184.

⁵⁰ PILKINGTON, Marc, *Blockchain Technology: Principles and Applications*, 2016.

inicial. A função matemática que gera o *hash* deve ser complexa o suficiente para nunca serem gerados dois números *hash* iguais. Isto porque o número *hash* de um bloco faz parte do bloco seguinte. Por outras palavras, o bloco inserido na cadeia contém o *hash* do bloco anterior⁵¹.

O cálculo do número *hash* de um bloco é a aplicação da função de *hash* no conteúdo do bloco inteiro. Ou seja, a referida função matemática será aplicada a todo o texto do *smart contract* e demais caracteres que fazem parte do bloco, incluindo o número *hash* do bloco anterior.

Desta forma, a mais simples alteração feita no texto de um *smart contract* já registado na *blockchain* causaria uma alteração do número *hash* do respetivo bloco, que por sua vez causaria a alteração do número *hash* do bloco seguinte e assim sucessivamente até o último bloco da cadeia.

Assim, para alterar um *smart contract*, mostra-se necessário alterar toda a *blockchain* em 50%+1⁵² dos utilizadores da rede ao mesmo tempo, com vista a atingir a maioria, formando assim um novo consenso, num período limitado de tempo. Por isso, quanto maior a rede *blockchain*, mais difícil será atingir o referido consenso e mais difícil será realizar a alteração desejada. Pode-se dizer que, nos dias de hoje, é muito pouco provável, se não impossível, com a capacidade computacional que existe atualmente, que se consiga realizar a operação de alteração de um bloco registado numa grande rede de *blockchain*, como a *Bitcoin* ou a *Ethereum*, que possuem milhares de participantes distribuídos pelo mundo inteiro integrando a sua rede.

⁵¹ Goldman Sachs, *Putting Theory into Practice* (2016), pg. 9.

⁵² SHETTY, Sachin S., KAMHOUA, Charles A., NJILA, Laurent L., *Blockchain for Distributed Systems Security*, IEEE Computer Society, 2019, pg. 57: O ataque 50%+1 consiste numa operação de ataque à rede blockchain através da qual alguém deve ser capaz de, no intervalo de tempo pré-determinado pela rede para inserir um novo bloco, controlar mais de 50% dos computadores da rede. Quando existe mais de um bloco com informações divergentes para serem inseridos na rede, uma vez que o critério para inserir um novo bloco à rede é o da maioria, a informação que estiver registada em mais de 50% dos computadores da rede é aquela que é registada à mesma. Ou seja, o bloco que estiver a ser inserido por mais da metade dos utilizadores da rede será o registado à *blockchain*.

2.8. Problemas jurídicos suscitados

2.8.1. Contratos inválidos

Depois de celebrado um negócio jurídico, pode dar-se o caso de a respetiva validade ou eficácia ser afetada por um vício. A *“ineficácia ou não-produção normal de efeitos opera mercê da presença, no negócio celebrado, de vícios ou desconformidades com a ordem jurídica”*⁵³.

No contexto do regime das invalidades, importa distinguir brevemente os principais tipos de invalidades: a nulidade e a anulabilidade. Conforme refere MENEZES CORDEIRO, ao *“contrário da nulidade, a anulabilidade não traduz uma falha estrutural do negócio. Ela apenas nos diz que o interesse de uma determinada pessoa não foi suficientemente atendido, aquando da celebração do negócio”*⁵⁴. Por esta razão, o ordenamento jurídico confere uma gravidade maior aos vícios que geram a nulidade do que aos vícios que geram a anulabilidade, sendo o regime da primeira mais gravoso do que o da segunda.

Apesar disso, o artigo 289.º, número 1, do Código Civil prevê que *“tanto a declaração de nulidade como a anulação do negócio têm efeito retroativo, devendo ser restituído tudo o que tiver sido prestado, ou, se a restituição em espécie não for possível, o valor correspondente”*.

Ora, como bem recorda HUGO RAMOS ALVES, *“por definição, a blockchain é tendencialmente imutável, situação que pode brigar com regimes como os da nulidade ou da anulação, que têm como efeito primacial a restituição de tudo o que tiver sido prestado”*⁵⁵.

⁵³ CORDEIRO, António Menezes, *Tratado de Direito Civil Português, Tomo I*, 3ª Edição, 2011, pg. 856.

⁵⁴ CORDEIRO, António Menezes, *Tratado de Direito Civil Português, Tomo I*, 3ª Edição, 2011, pg. 861.

⁵⁵ ALVES, Hugo Ramos, *Smart Contracts: Entre a Tradição e a Inovação*, António Menezes Cordeiro, Ana Perestrelo de Oliveira, Diogo Pereira Duarte (coordenação), *Fintech – Desafios da Tecnologia Financeira*, Almedina, 2019, pg. 206.

Acerca de uma possível solução para esta questão e, conforme refere HUGO RAMOS ALVES, “*Schrey e Thalhoffer observam que, atenta a imutabilidade é a introdução de transações fictícias (“reverse transactions”), que materialmente permitem um resultado equivalente ao da nulidade*”⁵⁶. Isto é, a solução proposta por estes autores para o caso em que haja um *smart contract* inválido é justamente registar um outro *smart contract* de sinal contrário que tenha capacidade de reverter o que foi registado e executado pelo *smart contract* inválido. Este *smart contract* de correção serviria apenas para tal, sendo esta a razão por que são apelidados de “*reverse transactions*”.

O problema que os referidos autores apontam para esta solução é o perigo de gerar desconfiança em relação ao histórico de transações registado na rede *blockchain*. Isto, porque, apesar de o resultado material juridicamente correto ter sido atingido, as transações estarão lá registadas, mesmo depois de revertidas por uma transação fictícia posterior àquela atingida por alguma causa de invalidade.

2.8.2. Erro de programação

Importa referir outro problema prático que surge da realidade da contratação eletrónica e que se refere aos casos em que ocorram erros de programação.

Nos termos do artigo 33.º, número 1, da Lei da Contratação Eletrónica, mesmo nos casos em que não haja nenhuma interação humana, é aplicável o regime comum acerca da formação da vontade. Este mesmo artigo, no seu número 2, determina que “*são aplicáveis as disposições sobre erro:*

- a) *Na formação da vontade, se houver erro de programação;*
- b) *Na declaração, se houver defeito de funcionamento da máquina;*
- c) *Na transmissão, se a mensagem chegar deformada ao seu destino.”*

⁵⁶ ALVES, Hugo Ramos, *Smart Contracts: Entre a Tradição e a Inovação*, António Menezes Cordeiro, Ana Perestrelo de Oliveira, Diogo Pereira Duarte (coordenação), *Fintech – Desafios da Tecnologia Financeira*, Almedina, 2019, pg. 213.

3. Custos de Transação e *Smart Contracts*

Tendo já reconhecido que, do ponto de vista jurídico, os *smart contracts* são verdadeiros contratos, importa ainda analisar estes contratos do ponto de vista económico. Designadamente, importa avaliar os benefícios económicos que esta nova forma de contratação pode conferir às partes contratantes.

Quando alguém se propõe avaliar a eficiência económica da celebração de um negócio, um aspeto central que deve ser analisado é o dos custos incorridos com a sua celebração, ou seja, os custos de transação⁵⁷ envolvidos. Independentemente do preço que se paga por algum serviço ou produto, a forma de contratação daquele mesmo serviço ou produto gera diferentes custos intrínsecos ao contrato em si.

Numa análise superficial, a impressão com que se fica é a de que os *smart contracts* devem reduzir bastante os custos de transação associados à celebração de um contrato. Exatamente pela natureza que assume o *smart contract code*: a de cumprimento contratual automático. Foi o próprio precursor dos *smart contracts* (SZABO) quem adiantou esta ideia pela primeira vez⁵⁸. Isto, porque se torna possível realizar uma transação de forma automática, sem que seja necessária a intervenção de um terceiro para impor a sua observância (*third trusted party*). Ou seja, desta forma, mitiga-se o risco de incumprimento contratual, uma vez que o cumprimento é automático. Além disso, como é possível realizar a operação de forma *peer-to-peer*, mitiga-se o custo com a remuneração de um intermediário.

⁵⁷ PINTO, Fernando Ferreira, *Os Contratos de Distribuição, Da Tutela sucessiva: a organização dos efeitos da cessação do vínculo*, Tese de Doutoramento, Universidade Católica Portuguesa, pg. 6: “O conceito abrange, desde logo, os custos relativos à obtenção de informações que viabilizem a possibilidade de uma troca (busca dos parceiros negociais e caracterização dos mesmos, informação sobre os bens a permutar, etc.). Mas nele se compreendem, também, os custos de negociação e redação de um contrato («ink costs»), os custos de monitorização ex ante e ex post da contraparte, os relativos ao cumprimento e à reacção ao incumprimento e, até, os custos da protecção do negócio contra a interferência de terceiros”.

⁵⁸ SZABO, Nick, *Smart Contracts: Building Blocks for Digital Markets*, 1996: “Smart contracts have the potential to greatly reduce the fraud and enforcement costs of many commercial transactions.”

Entretanto, além de referir os aspetos que demonstram potencial de redução dos custos de transação trazidos pelos *smart contracts*, importa analisar esta nova forma de contratação como um todo, de modo a verificar se ela não gera custos que podem ser até mais altos do que aqueles que vem mitigar.

3.1. Enquadramento teórico

Em 1937, COASE vem propor o seu teorema, segundo o qual propunha que, na ausência de custos de transação, os bens seriam distribuídos da forma mais eficiente através do mecanismo do preço, independentemente da alocação inicial dos mesmos⁵⁹.

Entretanto, COASE admite que, tendo em conta que um mercado sem fricções é muitas vezes utópico, será muito difícil, se não impossível, eliminar os custos de transação das operações. Desta forma, inicia uma análise acerca das formas através das quais seria possível diminuir estes custos, de modo a tornar a atividade económica mais eficiente, passa a analisar e comparar as formas de governo das transações, ou seja, os mecanismos de controlo e organização da produção e das transações.

Conforme sumaria FERREIRA PINTO, “*a empresa e o mercado devem ser encarados como distintos métodos de organização da produção, como formas alternativas de governo das transacções: enquanto no mercado o instrumento de coordenação é o mecanismo do preço, nas empresas essa função é desempenhada pela hierarquia, pela direcção autoritária do empresário*”⁶⁰.

Ou seja, segundo COASE, uma determinada atividade económica torna-se mais eficiente quando estruturada dentro de uma empresa. Isto porque, tendo em conta que as decisões são tomadas de forma hierárquica, apesar de existirem custos de manutenção de uma estrutura empresarial, os custos de negociação e celebração de um contrato são eliminados caso o produto ou serviço que se está a contratar seja integrado verticalmente na empresa, fazendo com que os custos totais de transação diminuam.

Os contratos deveriam ser elaborados de modo a que fosse, para todas as partes, mais vantajoso o cumprimento do mesmo do que o seu incumprimento. Entretanto,

⁵⁹ COASE, R. H., *The Nature of the Firm*, Economica, 1937.

⁶⁰ PINTO, Fernando Ferreira, *Os Contratos de Distribuição, Da Tutela sucessiva: a organização dos efeitos da cessação do vínculo*, Tese de Doutoramento, Universidade Católica Portuguesa, pg. 3.

existem diversos fatores intrínsecos aos contratos tradicionais que levam à conclusão de que os contratos são incompletos⁶¹.

O primeiro destes fatores é a racionalidade limitada, que FERREIRA PINTO define como a “*incapacidade de, em numerosas situações, conhecer e processar todas as informações relevantes para uma tomada de decisão e de apreender todos os possíveis estádios de evolução futura da realidade*”⁶².

Depois, existe o problema da assimetria de informação, que parte do pressuposto de que, não havendo transparência e transferência de informação entre as partes, de modo a uma das partes ter mais informação do que outra⁶³, principalmente, durante a execução do contrato, pode-se verificar uma situação em que as partes suspeitam uma da outra e tomam medidas de precaução excessivas, prejudicando a eficiência do contrato⁶⁴.

Outro aspeto relevante, que foi proposto por WILLIAMSON, é a ideia de oportunismo, que é definida como “*a busca do interesse próprio com perfídia ou astúcia*”⁶⁵. Como sintetiza FERREIRA PINTO, o conceito corresponde a “*todas as formas de exploração ou aproveitamento, ilícito ou meramente desleal, de uma situação de desvantagem ou de uma vulnerabilidade alheia, em benefício próprio*”⁶⁶.

Uma das formas mais conhecidas de comportamento oportunista desemboca no problema de *hold up*⁶⁷. Ou seja, contratos são incompletos e contêm lacunas. Estas

⁶¹ HART, OLIVER, and MOORE, John, *Property rights and the nature of the firm*. Journal of Political Economy 98(6): 1119-1158, 1990: “(...) the incompleteness of contracts means that the future return on an individual's current action will depend on his "marketability" or bargaining position tomorrow in ways that cannot be controlled via the original contract”.

⁶² PINTO, Fernando Ferreira, *Os Contratos de Distribuição, Da Tutela sucessiva: a organização dos efeitos da cessação do vínculo*, Tese de Doutoramento, Universidade Católica Portuguesa, pg. 7.

⁶³ SCHARTZ, Alan and SCOTT, Robert E., *Contract Theory and the Limits of Contract Law*, 2003

⁶⁴ SZCZERBOWSKI, Jakub J., *Transaction Costs of Blockchain Smart Contracts*, Law and Forensic Science, Volume 16, 2018/2.

⁶⁵ WILLIAMSON, Oliver E., *The Economic Institutions of Capitalism, Firms, Markets, Relational Contracting*, 1985: “(...) *self-interest seeking with guile*”. Cfr. tradução em PINTO, Fernando Ferreira, *Os Contratos de Distribuição, Da Tutela sucessiva: a organização dos efeitos da cessação do vínculo*, Tese de Doutoramento, Universidade Católica Portuguesa, pg. 8.

⁶⁶ PINTO, Fernando Ferreira, *Os Contratos de Distribuição, Da Tutela sucessiva: a organização dos efeitos da cessação do vínculo*, 2013, Tese de Doutoramento, Universidade Católica Portuguesa, pg. 8.

⁶⁷ MEIER, Olivier, SANNAJUST, Aurélie, *Blockchain revolution: a new issue for the hold-up problem?*, 2018: “The concept is defined as a situation in which two parties could work more effectively by

lacunas, aliadas a investimentos específicos realizados por uma das partes, podem gerar uma posição de vantagem para a outra parte, o que favorece o comportamento oportunista desta última.

O problema do *hold up* é caracterizado justamente quando se verifica a vantagem de renegociação do contrato causada pela atuação oportunista de uma das partes, que, por sua vez, foi permitida pela incompletude do contrato, aliada à realização de investimentos específicos⁶⁸. Investimentos específicos, por sua vez, são aqueles que não podem ser realocados em outras relações comerciais, criando uma situação de dependência de uma parte relativamente à outra⁶⁹. Por exemplo, se uma empresa investe numa máquina para fabricar as garrafas da Coca-Cola, o investimento nesta máquina é um investimento específico.

Nos casos em que há investimentos específicos por parte de A, existe uma tendência maior para que B aja oportunisticamente, gerando um problema de *hold up*. Ou seja, B passa a ter uma vantagem negocial em relação a A, o que pode gerar resultados economicamente ineficientes. Caso haja uma demanda de B em relação a A, existem duas opções: (i) A cede à vontade negocial de B, mesmo que seja ineficiente para o negócio, o que a longo prazo pode levar à sua saída do mercado; (ii) B integra verticalmente a atividade de A.

Como refere FERREIRA PINTO, “a presença de avultados investimentos relacionais específicos cria estímulos para remover as transações do mercado e deslocá-las para o interior da empresa (integração vertical)”. Ou seja, a integração vertical acontece quando a parte em situação de vantagem de renegociação acaba por adquirir a parte em desvantagem, de modo a que o objeto do negócio desta última passa a integrar as operações internas da estrutura empresarial da adquirente. A integração vertical acaba por corroborar a ideia proposta por COASE de que certas atividades económicas se tornam mais eficiente quando estruturadas dentro de uma empresa.

cooperating but choose not do so as they do not wish to give the other party increased negotiating power which would, in turn, reduce their own profits”.

⁶⁸ KLEIN, Benjamin, CRAWFORD, Robert G., ALCHIAN, Armen A., *Vertical Integration, Appropriable Rents, and the Competitive Contracting Process*, 1978.

⁶⁹ ROKKAN, Aksel I., HEIDE, Jan B., and WATHNE, Kenneth H., *Specific Investments in Marketing Relationships: Expropriation and Bonding Effects*, 2003.

Até este momento, referimos dois modos de governo de transações: a empresa e o contrato tradicional (aquele celebrado no mercado). Um terceiro tipo de governo de transação é o contrato relacional. Como refere VATIERO, no âmbito deste tipo de contrato, as partes dependem da sua reputação e bom nome. O risco de perder esta boa reputação e ter seu nome estigmatizado na rede socio económica faz com que estes negócios sejam considerados como autoexecutáveis⁷⁰.

Neste contexto, os *smart contracts* vêm sendo apontados como uma nova forma de governo das transações, considerando a sua característica autoexecutável, como se verá no capítulo seguinte.

Importa esclarecer também a diferença entre custos de transação *ex ante* e custos de transação *ex post*. Designadamente, custos de transação *ex ante* são aqueles relacionados com a elaboração do contrato, a negociação e a salvaguarda do acordo⁷¹. Caso a etapa *ex ante* não seja adequadamente realizada, o resultado é um contrato incompleto. Em relação aos custos de transação *ex post*, estes podem ser (i) custos por inadaptação quando as transações desviam do que foi esperado e previsto pelas partes *ex ante*, (ii) custos pela tentativa de ambas as partes de dirimir disputas surgidas depois da celebração do contrato, (iii) custos com o recurso a estruturas judiciais de resolução de litígios; e (iv) custos como o estabelecimento de mecanismos de garantia dos compromissos⁷².

⁷⁰ VATIERO, Massimiliano, *Smart Contracts and Transaction Costs*, 2018, pg. 2: “The enforcement in a relational contract is based on the fact that parties care about the reputation. The risk of losing their reputation and the threat of a stigma in a socio-economic “network” (for instance, in a given community) encourage parties to abide by agreements, even without the intervention of an external third party”.

⁷¹ WILLIAMSON, Oliver E., *The Economic Institutions of Capitalism, Firms, Markets, Relational Contracting*, 1985: “The first are the costs of drafting, negotiating, and safeguarding an agreement”.

⁷² WILLIAMSON, Oliver E., *The Economic Institutions of Capitalism, Firms, Markets, Relational Contracting*, 1985: “*ex post* costs of contracting take several forms. These include (1) the maladaptation costs incurred when transactions drift out of alignment in relation to what Masahiko Aoki refers to as the “shifting contract curve” (2) the haggling costs incurred if bilateral efforts are made to correct misalignments, (3) the setup and running costs associated with the governance structures (often not the courts) to which disputes are referred, and (4) the bonding costs of effecting secure commitments.”

3.2. *Smart contracts* como quarta forma de redução de custos de transação

Segundo VATIERO, a *blockchain* fornece um sistema económico capaz de propor um quarto tipo de governo de transações. O primeiro é a teoria da empresa, que refere a integração vertical para a solução do problema de *hold up*. O segundo é a teoria do contrato tradicional, que necessita de uma terceira parte em que ambas as partes confiam para monitorizar o cumprimento contratual. O terceiro é o contrato relacional, em que a própria rede socioeconómica confere incentivos para o cumprimento do contrato. A quarta seria a teoria dos *smart contracts*, em que a *blockchain* executa automaticamente o contrato⁷³.

Pelo facto de ter como característica intrínseca o ser autoexecutável, pode parecer que os *smart contracts* eliminam os custos com imposição externa da observância do contrato⁷⁴. Isto é, pelo facto de o *smart contract* ser imediatamente executado, o código realiza automaticamente o cumprimento do contrato, sendo então mitigado o risco de incumprimento que poderia levar à geração de custos com o recurso à imposição externa do respetivo cumprimento.

O risco de incumprimento ou cumprimento inadequado do contrato existe nos contratos tradicionais, porque, tendo em conta que o contrato não é automaticamente executado, torna-se difícil garantir o efetivo e adequado cumprimento do contrato pela parte contrária. Desta forma, havendo falta de possibilidade de observação e vigilância do cumprimento do contrato, aliado a uma lacuna contratual, surge o risco de incumprimento ou cumprimento inadequado do contrato, gerado por um comportamento oportunista de uma das partes.

Entretanto, conforme VATIERO refere, a afirmação de que os *smart contracts* são capazes de reduzir custos de transação olvida que os custos de adaptação do mercado à nova forma de contratação também existem⁷⁵. Como já havia referido COASE,

⁷³ VATIERO, Massimiliano, *Smart Contracts and Transaction Costs*, 2018.

⁷⁴ VATIERO, Massimiliano, *Smart Contracts and Transaction Costs*, 2018: “Because BC protocol seems to eliminate the need for and the costs of external enforcement, SCs are sold as able to solve the problem of opportunism which characterizes traditional contracts”.

⁷⁵ VATIERO, Massimiliano, *Smart Contracts and Transaction Costs*, 2018.

“[a]lterações como o telefone e o telégrafo que tendem a reduzir custos de organização, a longo prazo, tenderão a aumentar o tamanho da empresa. Todas as mudanças que melhoram a técnica de gestão tenderão a aumentar o tamanho da empresa.”⁷⁶.

Os *smart contracts*, o que fazem é mitigar alguns custos de transação *ex post*, nomeadamente os relacionados com a adoção de medidas que assegurem o adequado cumprimento do contrato, através da fiscalização do comportamento da outra parte, ou até de recurso ao «*enforcement*» do contrato por via judicial.

Em relação aos custos com pesquisa e procura de informação sobre o negócio em causa, é possível afirmar que não existe especial distinção entre os *smart contracts* e os contratos tradicionais. No entanto, o que é certo é que, no âmbito dos contratos tradicionais, a informação sobre a contraparte revela-se muito mais importante do que em relação aos *smart contracts*, tendo em conta que, no âmbito destes últimos, a execução do contrato é automática, o que mitiga riscos de incumprimento⁷⁷ e, portanto, a identidade ou características da contraparte são menos relevantes

Entretanto, na tomada de decisão sobre celebrar ou não um contrato através de *smart contracts*, deve-se considerar também o risco de erro de programação e os custos com a correção desse erro depois de celebrado o contrato⁷⁸. Tendo em conta que os *smart contracts* são imutáveis, a simples renegociação toma formas mais complexas em termos práticos, uma vez que seria necessário reverter a transação através de uma operação de sinal contrário.

O que não pode ser olvidado é a participação que os tribunais (entidades externas à *blockchain*) assumem no contexto em que há a necessidade de realizar uma operação

⁷⁶ COASE, R. H., *The Nature of the Firm*, Economica, 1937: “Changes like the telephone and the telegraph which tend to reduce the cost of organising spatially will tend to increase the size of the firm. All changes which improve managerial technique will tend to increase the size of the firm.

⁷⁷ SZCZERBOWSKI, Jakub J., *Transaction Costs of Blockchain Smart Contracts*, 2018/2: “Looking for a particular deal in traditional setting seems to be as costly as within the smart contracts framework. Means of querying the market are approximately the same in both cases (use of http protocol over the Internet).”

⁷⁸ BARON, Richard, CHAUDEY, Magali, *Blockchain and Smart-contract: a pioneering Approach of inter-firms Relationships? The case of franchise networks*, 2019 “Automatic execution of these contracts present risk of errors, possibly irreversible or at least costly to be corrected. (...) The notion of amendment is not very compatible with existing smart contracts.”

de sinal contrário apenas para corrigir um erro de programação, por exemplo, numa situação em que a parte beneficiada pelo erro em causa se recusa a realizar tal operação. Seria necessário recorrer a entidades com poder e autoridade para determinar a realização da operação de correção, como os próprios tribunais ou entidades reguladoras, por exemplo.

Desta forma, numa situação como a descrita no parágrafo anterior, o *smart contract* faria a parte prejudicada incorrer nos custos de correção da transação em causa, além de incorrer também nos custos normalmente envolvidos em processos judiciais, como com taxas de justiça e a contratação de um advogado⁷⁹.

Conforme referem MEIER e SANAJUST, “*o trade-off entre um smart contract e a forma de contratação clássica é que os smart contracts reduzem o comportamento oportunista, mas causam rigidez em termos de possibilidade de renegociação*”⁸⁰. Segundo VATIERO, “*mesmo se reduzirem incerteza nas relações económicas, a característica automática dos smart contracts também abdica ex post de uma melhoria de eficiência na adaptação dos termos contratuais por um terceiro, produzindo, assim, custos de transação stricto sensu*”⁸¹.

Outro fator que pode ser bastante negligenciado nesta análise é o facto de que a capacidade computacional requerida para realizar o descarregamento do livro de registos de uma *blockchain* de tamanho razoável (de modo a poder celebrar contratos

⁷⁹ SZCZERBOWSKI, Jakub J., *Transaction Costs of Blockchain Smart Contracts*, 2018/2: “If we however, do not assume smart contracts exist outside of the legal system the transaction costs would have to include both costs of $x_s + p(x_s)e_s(x_s)$ and the cost of judicial enforcement: $C_s = x_s + p(x_s)e_s(x_s) + q(p(x_s)e_s(x_s))[y + z + e(x_s, y, z)]$. This conclusion allows to further deduce that the decision cost for smart contracts are higher than the same in relation to traditional contracts”. Sendo que, na referida fórmula, cada incógnita corresponde ao seguinte: C_s – custos de transação totais; x_s – custos de negociação e decisão; $p(x_s)$ – probabilidade de haver um erro de programação; $e_s(x_s)$ – custos decorrentes de erros; $q(p(x_s)e_s(x_s))$ – probabilidade de haver uma ação judicial decorrente do erro de programação; y – custos de contencioso; z – custos incorridos perante o Estado. Importa referir que as incógnitas acompanhadas pelo subscrito “s” são aquelas relacionadas especificamente com *smart contracts*. Além disso, o custo do erro (e) depende dos custos incorridos em x_s , y e z .

⁸⁰ MEIER, Olivier, SANAJUST, Aurélie, *Blockchain revolution: a new issue for the hold-up problem?*, 2018: “The trade-off between smart contracts and “classic contracts” is that smart contracts reduce opportunistic behavior but they cause rigidity in terms of the possibility of renegotiation.”

⁸¹ VATIERO, Massimiliano, *Smart Contracts and Transaction Costs*, 2018: “(...) even if it reduces uncertainty in economic relationships, the self-executing feature of SCs also precludes ex post efficiency-enhancing adaptation of contractual terms by an external third party and therefore produces transaction costs *stricto sensu*”.

diretos *peer-to-peer*) pode gerar altos custos para o utilizador, nomeadamente com a aquisição de aparelho capaz de suportar esta capacidade e com a energia elétrica demandada para esta atividade⁸².

Surge, ainda, um risco adicional, que é o risco de centralização no âmbito da *blockchain*. Isto é, tendo em conta que a forma de consenso mais utilizada nas diversas redes *blockchain* é a *proof-of-work* suprarreferida, quanto mais capacidade computacional, maior é a probabilidade de um utilizador ser o escolhido para adicionar um novo bloco à rede e receber uma remuneração por isso.

Desta forma, o que passou a acontecer no âmbito de diversas *blockchains* foi o agrupamento de diversos utilizadores (*mining pools*) para a realização da atividade de mineração referida acima (a adição de novos blocos na rede). Ou seja, não necessitam de competir uns com os outros em função da capacidade computacional, aumentam as chances de serem escolhidos para adicionar um novo bloco e repartem a remuneração entre eles.

Em agosto de 2018, quatro *mining pools* controlavam 55% da rede Bitcoin⁸³, número maior do que o necessário para realizar um ataque 50%+1, anteriormente referido. Se há poucos grupos a controlar uma *blockchain*, corre-se o risco de estes grupos agirem oportunisticamente, tendo o poder de impedir ou alterar determinadas transações.

Por fim, importa referir que os *smart contracts* podem envolver taxas de transação. Não é por ser possível realizar transações *peer-to-peer* que as taxas de transação são necessariamente eliminadas. É certo que não se mostra necessária a participação de uma *trusted third party* para a realização da transação, mas, de modo a ser adicionado um novo bloco na rede, o utilizador que valida este bloco é remunerado. Esta remuneração pode ter duas vias: (i) a própria rede *blockchain* atribui a este utilizador

⁸² BARON, Richard, CHAUDEY, Magali, *Blockchain and Smart-contract: a pioneering Approach of inter-firms Relationships? The case of franchise networks*, 2019: “Furthermore, decentralization incurs new costs, including infrastructure’s costs to support the required computational power”.

⁸³ VATIERO, Massimiliano, *Smart Contracts and Transaction Costs*, 2018.

uma remuneração, normalmente em criptomoedas; e (ii) o minerador pode exigir também uma taxa de quem celebrou o *smart contract*⁸⁴.

Apesar de os *smart contracts* serem uma solução passível de reduzir o risco de oportunismo, já que são autoexecutáveis, podem trazer novos riscos e custos à relação contratual, como por exemplo os custos de inadaptação e renegociação dos termos contratuais.

Assim, ao que parece, antes da implementação desta nova forma de contratação, mostra-se necessário realizar uma análise casuística de modo a ponderar os diversos aspetos referidos com o objetivo de verificar se efetivamente os *smart contracts* reduzem, no caso em concreto, os custos de transação.

⁸⁴ BAIRD, Kirk, JEONG, Seongho, KIM, Yeonsoo, BURGSTALLER, Bernd, SCHOLZ, Bernhard, *The Economics of Smart Contracts*, 2019: “Transaction fees are paid by the users issuing transactions”.

3.3. Potenciais aplicações dos *smart contracts*

De modo a salientar a relevância da tecnologia que é objeto deste trabalho, importa referir brevemente algumas das suas potenciais aplicações e formas como já vem sendo utilizada pelo mercado.

Pelo seu carácter automático e independente de intermediários, os *smart contracts* começaram por chamar a atenção do mercado financeiro, até pela *blockchain* ter surgido através da implementação de uma rede de criptomoedas (*Bitcoin*). Conforme exemplifica DELBER PINTO GOMES⁸⁵, existem diversas entidades já a aplicar a tecnologia dos *smart contracts* como sistemas de pagamento: *Lightning*⁸⁶, *Stellar*⁸⁷, *Counterparty*⁸⁸, *Monax*⁸⁹, *Ripple*⁹⁰.

Além disso, as instituições financeiras encontraram uma maneira de não serem excluídas do mercado (através da tecnologia que permite transações *peer-to-peer*). Assim, é possível encontrar entidades criadas através da parceria com e entre bancos, como é o caso da *Wave*⁹¹ e da *Digital Trade Chain*⁹², como refere DELBER PINTO GOMES.

Além do mercado financeiro, também é possível aplicar os benefícios trazidos pelos *smart contracts* ao mercado dos seguros, como faz a *Etheristic*⁹³, que é uma *start up* que aplica esta tecnologia ao mercado dos seguros, no âmbito da agricultura, através de *oracles*, conforme referem BARON e CHAUDEY⁹⁴. Apesar de os *smart contracts* serem imutáveis, é possível programá-los de forma a verificarem determinadas

⁸⁵ GOMES, Delber Pinto, *Contratos ex machina: breves notas sobre a introdução da tecnologia Blockchain e Smart Contracts*, Revista Eletrónica de Direito, 2018.

⁸⁶ <https://lightning.network/>

⁸⁷ <https://www.stellar.org/>

⁸⁸ <https://counterparty.io/>

⁸⁹ <https://monax.io/>

⁹⁰ <https://ripple.com/>

⁹¹ <https://wavebl.com/>

⁹² GOMES, Delber Pinto, *Contratos ex machina: breves notas sobre a introdução da tecnologia Blockchain e Smart Contracts*, 2018, Revista Eletrónica de Direito.

⁹³ <https://etherisc.com/>

⁹⁴ BARON, Richard, CHAUDEY, Magali, *Blockchain and Smart-contract: a pioneering Approach of inter-firms Relationships? The case of franchise networks*, 2019.

informações fora da rede. Neste caso, o que a *Etheristic* faz é condicionar determinada ação do *smart contract* à verificação de determinado evento meteorológico. A forma como obtém esta informação é através de *oracles*, ou seja, uma terceira parte que é chamada a fornecer uma determinada informação. Por exemplo, o *smart contract* é programado para, caso caia um nevão num determinado mês do ano, a seguradora pagar determinado valor ao segurado. A forma como o *smart contract* sabe que ocorreu o nevão é através de um *oracle*.

Outro exemplo da utilização dos *oracles* nos *smart contracts* é o sistema de restituição automática do valor pago, caso se verifique algum fator que o justifique. Por exemplo, um *smart contract* que determine que, caso se verifique o atraso de um determinado voo, determinada quantia seja transferida da carteira da companhia aérea para a do passageiro. A informação do atraso do voo seria obtida através de um *oracle*.

Existe também a possibilidade da aplicação dos *smart contracts* ao pagamento de *royalties* referentes a direitos de autor e propriedade intelectual. Quando da utilização de determinada obra protegida, o *smart contract* transfere automaticamente os *royalties* devidos ao autor ou titular dos direitos.

A tecnologia dos *smart contracts* pode ainda ser aliada à *Internet of Things* (IOT)⁹⁵. A possibilidade de integrar as mais diversas coisas na *blockchain* permite uma infinidade de aplicações. Por exemplo, criando o *token* do sistema de um carro, é possível dar comandos através de *smart contracts* para, em caso de incumprimento do pagamento do preço de um contrato de aluguer do veículo, este ser impedido de ligar o motor.

Por fim, conforme refere DELBER PINTO GOMES⁹⁶, é possível também automatizar o fornecimento de serviços básicos e de telecomunicações através da utilização de *smart contracts*, como água, eletricidade, gás natural e serviços de telecomunicações.

⁹⁵ CHRISTIDIS, Konstantinos, DEVETSIKIOTIS, Michael, *Blockchains and Smart Contracts for the Internet of Things*, 2016.

⁹⁶ GOMES, Delber Pinto, *Contratos ex machina: breves notas sobre a introdução da tecnologia Blockchain e Smart Contracts*, Revista Eletrónica de Direito, 2018.

4. Conclusão

Com a descoberta do potencial de utilizações para a tecnologia *blockchain* decorrente da implementação da rede *Ethereum*, os contratos inteligentes tornaram-se tópico de discussões acerca da sua validade e exequibilidade, uma vez que a segurança jurídica é característica essencial de um sistema jurídico eficiente e justo.

Se considerarmos o conceito de contratos inteligentes no sentido de *smart legal contract*, os contratos inteligentes podem ser considerados contratos à luz da lei portuguesa, uma vez que ocorre neles uma proposta e uma aceitação. A única diferença é que elas ocorrem através de um meio inovador, mas subsumível à Lei da Contratação Eletrónica.

Entretanto, se apenas considerarmos o conceito de contratos inteligentes no sentido de *smart contract code*, os contratos inteligentes seriam resumidos a códigos informáticos, que apenas executam a ordem gerada pela celebração do *smart legal contract*. Não seria possível identificar neste contexto uma proposta e uma aceitação, porque elas já terão sido emitidas num passo anterior.

Desta forma, pode-se concluir que a grande inovação dos contratos inteligentes não se traduz somente na forma de contratação, porque esta já existia, conforme previsto pela Lei da Contratação Eletrónica; mas veio antes estabelecer uma nova forma de cumprimento dos contratos, em que este é automatizado e resulta de ordens codificadas advindas da celebração do verdadeiro contrato.

Neste contexto é que surge a questão de saber se esta nova forma de cumprimento dos contratos seria eficiente para reduzir os custos de transação, através da mitigação do risco relacionado com comportamento oportunista de uma das partes e da mitigação do risco de incumprimento.

Como se pôde observar, apesar desta nova tecnologia trazer inúmeros benefícios pelo seu carácter automático e imutável, a verdade é que estas mesmas características podem trazer outros riscos e custos associados que não são relevantes no âmbito dos

contratos tradicionais. Principalmente, os custos de renegociação do contrato, que se tornam muito mais elevados no âmbito dos *smart contracts* pela sua natureza imutável.

A verdade é que os *smart contracts* não são a solução mais adequada para todos os casos. Conforme a análise realizada, ao contrário do que pode parecer num primeiro momento, não se pode afirmar em termos gerais que os *smart contracts* reduzem custos de transação. Mostra-se antes necessário realizar uma verificação detalhada do caso concreto de todos os riscos e custos possivelmente envolvidos, de modo a perceber se naquele contexto esta tecnologia é capaz de, no total, reduzir os custos de transação.

5. Bibliografia

ALVES, Hugo Ramos, *Smart Contracts: Entre a Tradição e a Inovação*, António Menezes Cordeiro, Ana Perestrelo de Oliveira, Diogo Pereira Duarte (coordenação), *Fintech – Desafios da Tecnologia Financeira*, 2ª Edição, Almedina, 2019;

ASCENSÃO, José de Oliveira, *Direito Civil. Teoria geral: ações e factos jurídicos. Vol. II*, Coimbra: Coimbra Editora, 2003;

CORDEIRO, António Menezes, *Tratado de Direito Civil Português, Tomo I*, 3ª Edição, Almedina, 2011;

FERNANDES, Luis A. Carvalho, *Teoria Geral do Direito Civil, Tomo II*, 5ª Edição, Universidade Católica Editora, 2010;

PINTO, Carlos Mota, *Teoria Geral do Direito Civil*, Almedina, 2005;

TELLES, Inocêncio Galvão, *Manual dos contratos em geral*, 3ª Edição, Coimbra Editora, 1965;

SHETTY, Sachin S., KAMHOUA, Charles A., NJILA, Laurent L., *Blockchain for Distributed Systems Security*, 2019, IEEE Computer Society
https://books.google.pt/books?hl=pt-PT&lr=&id=dhaMDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA51&dq=majority&ots=QU_hi6Ixmz&sig=tABJfNEadN8d7LrMiEXfcmqr-1w&redir_esc=y&fbclid=IwAR2oq0sSR5Mp-NGnYUhqPRRBz98W0Z0Bf8kHLaFUtSThCggGJvRdTJUMX3o#v=onepage&q=majority&f=false

WILLIAMSON, Oliver E., *The Economic Institutions of Capitalism, Firms, Markets, Relational Contracting*, 1985;

WILLIAMSON, Oliver E., *Opportunism and its Critics*, 1993.

Trabalhos Universitários

ALHARBY, Maher and MOORSEL, Aad van, *Blockchain-Based Smart Contracts: A Systematic Mapping Study*, 2018, disponível em <https://ieeexplore.ieee.org/document/8756390>

BAIRD, Kirk, JEONG, Seongho, KIM, Yeonsoo, BURGSTALLER, Bernd, SCHOLZ, Bernhard, *The Economics of Smart Contracts*, 2019, disponível em <https://arxiv.org/pdf/1910.11143.pdf>

BARON, Richard, CHAUDEY, Magali, *Blockchain and Smart-contract: a pioneering Approach of inter-firms Relationships? The case of franchise networks*, 2019, disponível em https://www.researchgate.net/publication/333415498_Blockchain_and_Smart-Contract_A_Pioneering_Approach_of_Inter-Firms_Relationships_The_Case_of_Franchise_Networks

CHRISTIDIS, Konstantinos, DEVETSIKIOTIS, Michael, *Blockchains and Smart Contracts for the Internet of Things*, 2016, disponível em <https://ieeexplore.ieee.org/document/7467408>

CLACK, Christopher D., BAKSHI, Virkam A., BRAINE Lee, *Smart Contract Templates: foundations, design landscape and research directions*, 2017, disponível em <https://arxiv.org/abs/1608.00771>

COASE, R. H., *The Nature of the Firm*, *Economica*, 1937

DORK, Cynthia and NAOR, Moni, *Pricing via Processing or Combatting Junk Mail*, 1992, disponível em https://link.springer.com/chapter/10.1007/3-540-48071-4_10

HABER, S. and STORNETTA, W. S., *How to time Stamp a Digital Document*, 1991, disponível em <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00196791>

HART, OLIVER, and MOORE, John, *Property rights and the nature of the firm*. *Journal of Political Economy* 98(6): 1119-1158, 1990, disponível em https://dash.harvard.edu/bitstream/handle/1/3448675/Hart_PropertyRights.pdf

KLEIN, Benjamin, CRAWFORD, Robert G., ALCHIAN, Armen A., *Vertical Integration, Appropriable Rents, and the Competitive Contracting Process*, 1978, disponível em <https://www.jstor.org/stable/725234>

MEIER, Olivier, SANNAJUST, Aurélie, *Blockchain revolution: a new issue for the hold-up problem?*, 2018, disponível em <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11187-020-00339-7>

NOFER, Michael, GOMBER, Peter, HINZ, Oliver and SCHIERECK, Dirk, *Blockchain*, 2017, disponível em https://www.researchgate.net/publication/315462390_Blockchain

O'SHIELDS, Reggie, *Smart Contracts: Legal Agreements for the Blockchain*, 21 N.C. Banking Inst. 177, 2017, disponível em <https://scholarship.law.unc.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=https://www.google.com/&httpsredir=1&article=1435&context=ncbi>

PILKINGTON, Marc, *Blockchain Technology: Principles and Applications*, 2016 disponível em https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2662660

PINTO, Fernando Ferreira, *Os Contratos de Distribuição, Da Tutela sucessiva: a organização dos efeitos da cessação do vínculo*, 2013, Tese de Doutorado, Universidade Católica Portuguesa

RASKIN, Max, *The Law and Legality of Smart Contracts*, The Georgetown Law Technology Review, 2016, disponível em https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2959166

ROKKAN, Aksel I., HEIDE, Jan B., and WATHNE, Kenneth H., *Specific Investments in Marketing Relationships: Expropriation and Bonding Effects*, 2003, disponível em https://www.researchgate.net/publication/228716900_Specific_Investments_in_Marketing_Relationships_Expropriation_and_Bonding_Effects

SCHARTZ, Alan and SCOTT, Robert E., *Contract Theory and the Limits of Contract Law*, 2003, disponível em https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=397000

SZCZERBOWSKI, Jakub J., *Transaction Costs of Blockchain Smart Contracts*, *Law and Forensic Science*, Volume 16, 2018/2, disponível em https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3258285

VATIERO, Massimiliano, *Smart Contracts and Transaction Costs*, 2018, disponível em https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3259958

Fontes Digitais

ANDRADE, Francisco Carneiro Pacheco, *Contratação Eletrónica*, Revista CEJ, 2017, disponível em http://www.cej.mj.pt/cej/recursos/ebooks/civil/eB_Direitos_contratos.pdf

BUTERIN, Vitalyk, *Ethereum Whitepaper*, 2013, disponível em <https://ethereum.org/en/whitepaper/>

FINNEY, Hal, *RPOW - Reusable Proofs of Work*, 2004, disponível em <https://cryptome.org/rpow.htm>

Goldman Sachs, *Blockchain, Putting Theory into Practice*, 2016, disponível em <https://docplayer.net/19864954-Putting-theory-into-practice.html>

GOMES, Delber Pinto, *Contratos ex machina: breves notas sobre a introdução da tecnologia Blockchain e Smart Contracts*, Revista Eletrónica de Direito, 2018, disponível em https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3352031

NAKAMOTO, Satoshi, *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*, 2008, disponível em <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>

SZABO, Nick, *Smart Contracts: Building Blocks for Digital Markets*, 1996, disponível em

https://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart_contracts_2.html

SZABO, Nick, *The Idea of Smart Contracts*, 1997, disponível em <https://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/idea.html>

<https://lightning.network/>

<https://www.stellar.org/>

<https://counterparty.io/>

<https://monax.io/>

<https://ripple.com/>

<https://wavebl.com/>

Legislação

Decreto-Lei n.º 47344/66, de 25 de Novembro (Código Civil)

Decreto-Lei n.º 7/2004, de 07 de janeiro (Lei da Contratação Eletrónica)

Decreto-Lei n.º 24/2014, de 14 de fevereiro (Lei da Contratação à Distância)

Directiva 2011/83/UE do Parlamento Europeu e do Conselho de 25 de Outubro de 2011

Directiva 2000/31/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 8 de Junho de 2000