

Técnica e ideologia, ecossistema e comunidade: algumas considerações sobre as redes *blockchain* enquanto realidade jurídica

MARTINHO LUCAS PIRES*

I. Introdução

As tecnologias de registo partilhado (*distributed ledger technologies* ou “TRP”¹, das quais a *blockchain* é um tipo) são dos fenómenos tecnológicos que mais atenção têm despertado nos últimos anos, dado o seu potencial para alterar de forma substancial o modo como armazenamos e trocamos valor (*e.g.*, informação, direitos, moeda). O impacto social e económico da tecnologia e das suas aplicações mais conhecidas (os *smart contracts* e os denominados criptoativos) não têm escapado à atenção da ciência jurídica, que tem começado a debruçar-se cada vez mais e de forma mais profunda sobre o tema². Apesar do (ainda) reduzido tamanho do mercado de TRP, vislumbram-se tempos de grande transformação no horizonte, seja pelo crescimento do mercado de finança descentralizada, ou *DeFi*³, seja através de melhoramentos técnicos dos atores atuais

* Assistente convidado da Faculdade de Direito da Universidade Católica Portuguesa.

¹ O presente texto é a continuação possível da exploração iniciada em LUCAS PIRES (2020). Desde a sua elaboração até à publicação houve muita coisa que mudou: o valor de mercado da Bitcoin está quase no trilião de dólares, fruto de um investimento crescente de fundos de investimento tradicionais; alguns projetos como a Cardano e Polkadot tornaram-se os mais sérios concorrentes da Ethereum, face à EOS e à Tezos, aqui discutidas; a Libra, do Facebook, mudou de nome e é um projeto que parece, para já, suspenso; e a Comissão Europeia já apresentou uma proposta de regulamento sobre o Mercado de Investimento em Cripto-Ativos. A questão abordada no presente texto não teve, no entanto, grandes desenvolvimentos.

² De publicações de referência, *vide* FINCK (2019), FOX e GREEN (2019), RAUCHS *et al.* (2018). Em Portugal, de destacar, entre outros, MENDES CORREIA (2017), DUARTE (2018), VIEIRA DOS SANTOS (2019) e ROLO (2019).

³ *Vide* ZETSCHÉ *et al.* (2020).

(atualização da rede *Ethereum*⁴), da entrada de novos atores no espaço (o projeto *Libra* do *Facebook*⁵) e da criação de moedas digitais por Bancos Centrais nacionais⁶. Desenvolvimentos esses que serão acompanhados de novas iniciativas legislativas e regulatórias, como a que a Comissão Europeia já veio anunciar recentemente, no âmbito das propostas que se encontra a elaborar sobre o mercado digital europeu⁷.

O funcionamento das redes TRP assenta não no poder de um só ator ou gestor de rede, mas sim na ação concertada dos seus vários utilizadores, que têm funções na atividade de definição de armazenamento e gestão de valor que as redes desenvolvem. Esta “descentralização” funcional, que releva depois na forma de “governo” das redes (isto é, no modo como são decididos e aceites os melhoramentos e alterações técnicas) leva a que os utilizadores se sintam investidos no projeto da rede, não apenas por um critério comercial, mas sim intelectual e moral. Cada rede TRP tem, assim, a sua “comunidade”, os seus membros, que partilham e participam na rede e investem na mesma o seu tempo e trabalho e também, arriscaríamos dizer, “um pouco de fé”. Mais do que isso, muitos destes utilizadores perfilham da ideologia libertária e anarcocapitalista que inspirou o desenvolvimento da tecnologia, o que inevitavelmente informa a relação dos utilizadores com a rede e com o futuro destes projetos, causando por vezes tensões que levam, em certos casos, a graves divisões e litígios.

Observando este dinâmico quadro humano que se organiza em redor de uma estrutura de código informático, interessa-me aqui refletir sobre o carácter jurídico das redes TRP e das ligações entre os seus membros, isto é, sobre o que são as TRP enquanto realidade jurídica, e como podem ou devem ser consideradas, do ponto de vista legal, as relações que se estabelecem entre os utilizadores das redes e a própria rede, e entre os utilizadores entre si, e quais as dificuldades ou limitações que se encontram e que tornam necessário a elaboração de regulação própria.

A presente reflexão encontra-se organizada da seguinte forma. Na primeira parte, apresento e explico brevemente o fenómeno das TRP, concentrando-me sobretudo nas suas características técnicas e no seu enquadramento ideológico. Na segunda parte exploro o tema das

⁴ CONSENSYS (2020).

⁵ LIBRA (2020).

⁶ PFISTER (2019).

⁷ COMISSÃO EUROPEIA (2019).

comunidades TRP, do seu impacto e importância, das suas dinâmicas e tensões no desempenho e gestão das redes. Na terceira parte debruço-me sobre o carácter jurídico das TRP, quer do ponto de vista do direito positivo quer do ponto de vista do direito a desenvolver.

II. TRP: técnica e ideologia

II.1 A tecnologia

As TRP⁸ são o que se designa em linguagem informática por “protocolos”, *i.e.* um conjunto de regras e procedimentos para a transmissão de dados entre computadores. Assim, numa definição simples, as TRP são bases de dados distribuídas entre vários computadores diferentes e autónomos entre si. Este modelo de base de dados opõe-se a um modelo mais centralizado, em que a informação se encontra toda registada num computador ou em vários computadores pertencentes à mesma pessoa ou entidade. A distribuição da base de dados por computadores diferentes traz, segundo os proponentes da tecnologia, maiores ganhos de segurança, pois em vez de haver apenas um ponto de ataque localizado existem vários, tantos quantos os computadores que quiserem participar na rede. Por outro lado, existem ganhos de transparência, visto que todos os computadores que detêm a base de dados acabam por poder verificar e gerir os movimentos de dados na rede. Existem igualmente ganhos de custo, visto que se eliminam intermediários indesejados: as pessoas usam a rede para interagirem umas com as outras, sem terem de contactar com outra entidade (por exemplo, um gestor de rede) para o fazer.

É preciso dizer que quando falamos de dados podemos estar a referirmo-nos a diversos tipos de informação, como por exemplo a informação relativa à propriedade de um determinado ativo (físico ou digital), ou código informático utilizado para desenvolvimento de aplicações e programas – por exemplo, outras TRP⁹. Uma rede TRP é, assim, dividida em três níveis: o código onde estão escritos o funcionamento da rede,

⁸ Para uma compreensão simples das TRP, *vide* LUCAS PIRES (2020). Para uma explicação mais completa, *vide*, por todos, RAUCHS *et al.* (2018), pp. 18-28.

⁹ Por exemplo: nos protocolos *Bitcoin* ou a *Litecoin* o que está em causa é somente o registo de dados de transações de criptoativos, enquanto nos protocolos *Ethereum*, *EOS* e *Tezos* registam-se dados de aplicações e programas.

a rede em si (onde está o registo de dados) e as aplicações/serviços/sistemas construídos em cima do nível de rede¹⁰.

Este modo de armazenar e gerir dados, apesar de trazer alguns ganhos de transparência e de segurança, tem bastantes custos de eficiência em comparação com modelos mais centralizados. Isto porque há limitações de espaço para registo de dados, o processamento dos mesmos é mais lento, e é difícil crescer em termos de dimensão. Cada computador tem uma cópia inteira da base de dados armazenada no seu servidor a correr mais ou menos em simultâneo com as dos outros computadores, e que tem de ser constantemente atualizada, o que implica uma grande capacidade de processamento (que por sua vez leva a crescentes gastos de energia) e uma consequente perda de velocidade de atualização. Se um computador é mais lento do que os outros, criam-se assimetrias e demoras. Quanto mais informação for inserida, maior será a necessidade de processamento, o que levará inevitavelmente ao recurso a maiores computadores com maior velocidade de processamento, e, portanto, a uma menor distribuição da rede e sua consequente “centralização”. Um dos grandes temas dentro do ecossistema é precisamente a forma de melhorar estes gastos, sem que tal implique perdas do ponto de vista de transparência e segurança¹¹.

O termo *blockchain* foi utilizado para definir a TRP da *Bitcoin*. Neste sentido, uma TRP é uma forma de organização do registo de dados em pequenas “blocos” ou “secções”, arrumados cronologicamente e ligados entre si por uma marca digital. Na rede *Bitcoin* os dados são inseridos do seguinte modo. Em primeiro lugar, é preciso que a informação em causa (por exemplo, o acordo entre duas pessoas para a transferência de um ativo) seja comunicada aos utilizadores da TRP; esta comunicação é efetuada através da utilização, por parte dos participantes da transferência, de uma chave criptográfica, que certifica a identidade do utilizador e confirma a sua autorização para a transmitir. Em segundo lugar, encontra-se a decorrer em paralelo com esta comunicação um processo de resolução, através de tentativa-erro, de um problema matemático aleatoriamente gerado pela rede. Existem utilizadores, denominados *miners*, que se dedicam exclusivamente a procurar resolver estes problemas com

¹⁰ RAUCHS *et al.* (2018), pp. 33-40.

¹¹ Uma das hipóteses sugeridas é o *sharding*, que consiste na repartição da base de dados por vários computadores, por oposição à partilha da base de dados por inteiro. Vide DANG *et al.* (2018).

os seus computadores. O computador que dispor de maior capacidade de processamento terá maior probabilidade de conseguir resolver o problema. Quando este último for resolvido, caberá ao *miner* vencedor a possibilidade de formar um bloco com a informação que foi comunicada à rede. O novo bloco terá a marca do bloco cronologicamente anterior; é esta marca que permite a verificação da integridade da rede, garantindo a continuidade entre cada bloco. Uma vez que um bloco fique finalizado, já é muito difícil que possa ser alterado, porque seria necessário que todos os computadores da rede o revertissem. Por fim, o protocolo da TRP automaticamente recompensa o *miner* vencedor com um número de ativos digitais gerados pela rede naquele momento de resolução do problema. Esta recompensa tem três objetivos: garante a continuação da rede com a formação de mais um bloco; incentiva os *miners* a dedicar os seus esforços (ou seja a energia dos seus computadores) para resolver os problemas; e, por fim, permite a geração dos ativos da rede, que podem depois entrar em circulação no mercado (o *miner* pode vendê-los ou convertê-los por dinheiro).

Esta forma de inserir dados e de desenvolver a rede serve para conseguir evitar o risco maior associado ao facto da mesma ser distribuída e descentralizada, *i.e.*, de não ser controlada por nenhuma entidade em específico: o desconhecimento e falta de confiança entre utilizadores, que pode levar a que alguns se aproveitem das regras do sistema a seu favor, contra os interesses da rede e de outros utilizadores. Em ciência computacional define-se esta situação como “ambiente adversário”¹²; as TRP são, assim, uma estrutura digital construída para transferir dados de forma distribuída, contra os riscos que normalmente existem neste tipo de ambientes. Em vez de terem de confiar diretamente uns nos outros, os utilizadores confiam no “código”, ou seja, nas regras da rede e no seu modo de funcionamento.

III. A ideologia

A tecnologia, como qualquer forma de expressão humana, não é neutra: é desenhada para conseguir atingir um determinado objetivo, seja esse social, comercial ou ideológico¹³. Como o sentido da própria palavra indica, o que está em causa é a técnica, o modo de agir, mas esse modo

¹² RAUCHS *et al.*, (2018), p. 15.

¹³ *Vide* OBERDIEK (2008), pp. 67-77.

(os seus efeitos, os seus propósitos, a sua forma) não são nunca irrelevantes, pois pressupõem uma opção por uma maneira determinada de fazer as coisas, de tentar atingir um fim (que normalmente é a obtenção de maior conforto, maior eficiência, maior segurança). Os próprios valores e benefícios relacionados com a adoção de uma determinada tecnologia nunca são absolutos, mas sim relativos – são benefícios e valores quando vistos e analisados em comparação com *outras* tecnologias e realidades, com outros modos de ação e de atuação, com outros ganhos, vantagens e custos. E os ganhos são definidos enquanto tal por considerações morais e ideológicas de quem analisa. Dependendo da posição adotada, as vantagens podem na realidade ser desvantagens. Da mesma forma que não há ações perfeitas, também não há tecnologias perfeitas; o que há são projetos tecnológicos que, tal como outros projetos discursivos (como o Direito, por exemplo), representam uma determinada posição sobre o que deve ser o desenvolvimento, coabitação e interação humana.

As TRP não são exceção: o seu propósito, espelhado nas suas características técnicas e desenho estrutural, é o de facilitar a criação de sistemas para a transferência de dados que sejam colaborativos, descentralizados e semiautónomos, funcionando através da ativação de pequenos programas que depois correm de forma automática (os comandos informáticos erroneamente definidos como *smart contracts*, pois não são nem *smart* nem *contracts*, mas sim comandos pré-programados para iniciar uma sequência de ações quando ativados por uma ordem definida¹⁴). O grande objetivo destas redes é conseguir criar uma estrutura que seja mais resiliente e segura a ataques externos e internos do que os sistemas que temos atualmente em funcionamento, que seja mais transparente para permitir uma melhor fiscalização da atividade dos utilizadores, e que seja o mais automático possível, isto é, com o mínimo de comandos humanos necessário. No fundo, a rede serve para garantir o maior espaço possível de autonomia individual face a constrangimentos externos. A descentralização técnica da rede é, assim, um caminho para atingir um objetivo, o que não quer dizer que seja o único ou até o melhor caminho. É mais seguro confiar num sistema de armazenamento de dados criado por uma empresa multinacional, formada de maneira lícita, publicamente conhecida e sediada numa jurisdição definida, cujos programadores e administradores são identificáveis (por exemplo, a Microsoft ou a Apple), ou no código de uma rede desenvolvida por um autor desconhecido, e cujo funcionamento

¹⁴ RAUCHS *et al.* (2018), p. 37.

depende de uma série de pessoas espalhadas por diferentes jurisdições (como, por exemplo, a *Bitcoin*)? Queremos um sistema mais eficiente, mas centralizado, ou mais transparente, mas menos privado? Sem querer entrar a fundo na discussão destas questões¹⁵, gostaria de chamar a atenção para o facto de que uma possível resposta às mesmas depende irremediavelmente de uma posição sobre o que são, coletivamente falando, os valores que estão em causa e a melhor forma de os prosseguir.

A opção ideológica por este tipo de características técnicas foi assumida desde início no protocolo *Bitcoin*¹⁶. O desconhecido autor do protocolo, Satoshi Nakamoto, queria criar um sistema de pagamentos autónomo, livre das ações dos Bancos Centrais, dado aquilo que considerou serem os efeitos desastrosos da política monetária seguida por estas instituições durante a crise de 2008. A *Bitcoin* seria assim uma forma de “contrapoder” monetário e digital, a nova “tocha” de um movimento tecnolibertário e anarcocapitalista, que procurava uma segunda internet, ou seja, um segundo momento (visto que a internet se tornou hoje um domínio controlado por Estados ou grandes empresas multinacionais) de desenvolvimento tecnológico que permitisse ao indivíduo viver livre de qualquer forma de coação estatal ou privada. A rede *Bitcoin*, cujo funcionamento depende dos utilizadores do protocolo, seria uma forma de permitir que qualquer pessoa que tivesse uma ligação à internet pudesse trocar valor entre si, sem estar dependente de qualquer espécie de intermediário poderoso (e que, na ótica libertária, seria passível de comportamentos “abusivos”), e sem ter de se preocupar com qualquer intervenção de autoridades estatais. Estas características ganharam, para várias pessoas, um significado moral, axiológico, e converteram-se num autêntico “movimento” à escala global, com fóruns próprios, onde se defende e desenvolve uma sociedade digital descentralizada.

É preciso ter em conta, no entanto, que a concretização prática deste quadro ideológico está longe de ser simples. Aliás, é interessante ver como os grandes desenvolvimentos que as TRP nos trouxeram – os criptoativos ou “criptomoedas” – foram adotados por grandes empresas multinacionais ou bancos centrais e os seus propósitos originários “harmonizados” com tradicionais interesses comerciais ou soberanos. É igualmente interessante ver como o princípio fundamental ideológico

¹⁵ Discuto isto em LUCAS PIRES (2020). *Vide* o artigo de Ana Taveira da Fonseca nesta coletânea.

¹⁶ MAGNUSON (2020), pp. 16-40, e POPPER (2016), pp. 7-13.

por trás das TRP – a descentralização – foi subvertido num novo tipo de linguagem empresarial que pouco ou nada se relaciona com as ideias originais dos projetos desenvolvidos¹⁷. Isto tem que ver não só com o interesse em utilizar a palavra para representar (erroneamente) um determinado tipo de projeto, por forma a colocar esse projeto dentro de um determinado mercado ou movimento, mas também com a própria amplitude do significado da palavra. Descentralização, mais uma vez, não é um princípio absoluto, mas sim relativo; não há um grau “ótimo” de descentralização, e toda a descentralização exige sempre algum nível de centralização para que a realidade em causa possa atuar eficazmente¹⁸.

Outro desenvolvimento que não veio abonar a favor da tecnologia, criando dúvidas sobre a utilidade do princípio da descentralização e da ideologia libertária foi a utilização de criptoativos e das redes TRP para negócios ilícitos, como lavagem de dinheiro ou comércio de bens proibidos¹⁹. A utilização de técnicas criptográficas nas TRP permite a pseudonimização dos seus utilizadores, facilitando o encobrimento de atividades dos serviços de supervisão estatais. O problema de existir um sistema financeiro a funcionar fora do quadro regulatório instituído nacional e internacionalmente é a possibilidade desse mesmo sistema poder ser usado para fins à margem da legalidade, tornando-o desse modo uma ameaça a importantes bens jurídicos sociais. A descentralização pode ser vista, assim, tanto como uma forma de evitar abusos de determinados autores, como um modo de perpetuar outros tipos de abuso por parte de outro conjunto de autores. A crescente regulação financeira sobre a compra e venda, depósito e câmbio de criptoativos tem incidido fortemente sobre o combate ao branqueamento de capitais através da utilização desta tecnologia, o que tem facilitado a sua progressiva e segura adoção; no entanto, isso implica que estas redes acabam por ficar, de uma certa maneira, dentro da órbita regulatória, e não à sua margem, como pretendiam os seus proponentes.

Acrescente-se ainda que os exemplos comerciais de TRP e *blockchain* existentes têm muitas diferenças técnicas e ideológicas com o protocolo “original” da *Bitcoin*. A título de exemplo, há protocolos que só podem

¹⁷ Veja-se, por exemplo, o desenvolvimento de *blockchain* empresariais pela IBM, Ernst and Young ou a Ripple Labs.

¹⁸ Sobre a descentralização e o seu alcance *vide* LUCAS PIRES (2020) e BODÓ e GIANNOPOULOU (2019).

¹⁹ Vide MAGNUSON (2020), pp. 70-72.

ser descarregados e utilizados por entidades previamente autorizadas para o efeito pelos criadores da rede, enquanto outras redes são de acesso livre. O modo de consenso (*i.e.*, a forma de inserir e validar informação na rede) também é diferente, com algumas redes a adotarem modelos em que o processo não depende de gastos energéticos (modelo *proof of work*) mas do montante de criptoativos que um utilizador tem (chamado *proof of stake*). As redes têm, igualmente, diferentes formas de “governo”, como iremos passar a desenvolver de seguida.

Tudo o que foi dito anteriormente tem como propósito demonstrar três coisas. A primeira é que as TRP e a sua vertente *blockchain* não são, na sua base, uma tecnologia neutra em termos de propósito e de características: foi criada para um determinado fim, para resolver um determinado problema de uma determinada maneira. A segunda é que muitas vezes existe um desfasamento entre o discurso ou narrativa sobre os valores da tecnologia e a sua adoção prática e desenvolvimento. Isto porque as características da tecnologia permitem o seu uso para fins que não os pretendidos pelos proponentes das TRP, e porque não há acordo sobre o significado e alcance último dos princípios fundamentais da tecnologia. A terceira e última é de que o funcionamento destas redes depende de um compromisso moral e de identificação dos seus utilizadores com o propósito da rede em si e da tecnologia. Passo a desenvolver este último ponto na secção seguinte.

IV. As comunidades *blockchain* e o governo das redes

IV.1. Ecosistema e comunidade

O entusiasmo provocado pelo surgimento das TRP e produtos associados levou à criação de um agrupamento de entusiastas em seu redor, bem como de uma narrativa (com contornos por vezes mitológicos) que fortaleceu a ideia de “movimento”. Estes entusiastas incluem empresários, utilizadores, clientes, programadores, estudantes e investigadores, que investiram, trabalharam, estudaram ou dedicaram-se a desenvolver a tecnologia e formas de negócio acessórias. Mais do que um mercado – ou primeiro do que este – gerou-se um “ecossistema”, ou seja, um conjunto diferenciado e complexo de atores que se relaciona de forma intensa sobre os temas ligados às TRP.

Este ecossistema é complexo, composto por elementos muito diferentes e que ocupam/exercem diferentes tipos de funções e atuações face

à rede²⁰. Os elementos mais importantes são os utilizadores e os programadores²¹. São estas duas categorias de atores que detêm e exercem poder de forma mais decisiva nas TRP, e dos quais depende o sucesso último das mesmas. Existem diferentes tipos de utilizadores, bem como diferentes tipos de programadores, dependendo da função que exercem face à rede, que passarei a descrever nos parágrafos seguintes.

Por utilizador deve entender-se não tanto o cliente final ou beneficiário último do produto que a TRP oferece, mas sim aquele que participa ativamente no funcionamento da rede, ao fazer correr o protocolo no seu computador e/ou a participar na atividade de validação de informação²². Como as redes são distribuídas e descentralizadas, os utilizadores acabam por ter duas tarefas muito importantes. A primeira é o processamento da rede em si: cada computador que descarrega o protocolo acaba por ter uma cópia da rede inteira que tem de ser atualizada constantemente com as alterações (novos blocos, melhoramentos, atualizações, etc.). A segunda é a validação da informação que é inserida. Como foi explicado anteriormente, cabe aos utilizadores fazer com que a informação comunicada seja inserida na rede e confirmar a conformidade da comunicação dessa informação. O exercício e alcance desse poder vai depender do mecanismo de consenso em concreto, se é *proof of work*, *proof of stake*, ou outro.

Por outro lado, o programador é alguém que escreve e presta serviços de elaboração de linguagem informática. Existem os programadores que criaram a rede, que lançaram o seu projeto e lhe deram a sua marca comercial e ideológica. Estes programadores – como, por exemplo, Satoshi Nakamoto face à *Bitcoin* e Vitalik Buterin face à *Ethereum* – têm uma influência e autoridade sobre o funcionamento da rede, e o modo como o projeto se deve desenvolver²³. No caso da *Bitcoin*, o seu fundador acaba por ter um estatuto quase mitológico, dado o desconhecimento da sua verdadeira identidade e as constantes notícias sobre quem poderá ser²⁴. Existem igualmente os programadores que cuidam da rede, isto é, que

²⁰ RAUCHS *et al.* (2018), pp. 28-30.

²¹ Sobre os utilizadores *vide*, por exemplo, DE FILLIPI e LOVELUCK (2016); sobre os programadores *vide* WALCH (2019).

²² Veja-se, por exemplo, a definição de utilizador no acordo de utilizadores da rede EOS em EOS (2019).

²³ Os textos de Satoshi Nakamoto encontram-se num repositório digital, enquanto que Vitalik Buterin trabalha na fundação *Ethereum* e escreve regularmente nas redes sociais sobre tópicos do mercado e da tecnologia.

²⁴ *Vide* POPPER (2016), capítulos 1 a 3 e 30.

asseguram a manutenção do código do protocolo e procuram resolver situações críticas ligadas ao seu funcionamento, introduzindo alterações – os chamados *core developers*²⁵. Por fim, como muitas das redes são de código aberto (o código encontra-se disponível em repositórios *online* para que qualquer pessoa o possa estudar, analisar e trabalhar) existem programadores que analisam o código e sugerem as alterações, sem, no entanto, poderem introduzir diretamente essas alterações na rede.

A relação que se gera entre estes atores, bem como a relação que se estabelece entre os mesmos com os restantes atores do mercado – sejam eles entusiastas, investidores ou clientes – faz com que cada rede TRP acabe por ter à sua volta um grupo de entidades e pessoas que discute e decide, em fóruns próprios e muitas vezes indicados nos sítios das próprias redes, sobre o futuro do projeto TRP, dos seus melhoramentos, a sua relação com o projeto original, com outros projetos, e o seu futuro. Entre membros do ecossistema e na imprensa especializada estes grupos são muitas vezes apelidados de “comunidades”. São exemplos mais modernos daquilo que em 1993 Howard Rheingold batizou de “comunidades virtuais”²⁶ relativamente a grupos que se juntavam na internet: agregações sociais onde se estabelecem relações e laços pessoais suficientemente fortes ao ponto de criar uma identidade coletiva.

IV.II. As comunidades e o governo das redes TRP

A gestão e funcionamento das redes TRP é feito pelas comunidades, pelos seus utilizadores e programadores. Mas como é que este processo acontece? Fala-se, no mercado e na doutrina, no governo das redes, que parece indicar uma forma ou modelo de dirigir estas estruturas a partir de métodos deliberativos definidos.

O modo de governo numa rede TRP é o processo pelo qual são formadas, tomadas e aplicadas decisões relativas ao código da rede, como por exemplo a sua atualização ou retificação. Não se trata tanto da prática de atos de manutenção do código (tarefa a cargo dos *core developers*, que trabalham sobre o código de base da rede) mas sim de decisões mais estruturais, como resolução de um problema que afeta de forma grave o funcionamento da rede (*e.g.*, um erro num código ou aplicação que leva ao desvio inapropriado de fundos), ou de alteração do modo de consenso,

²⁵ Sobre os *core developers*, leia-se o testemunho de RETTIG (2018).

²⁶ RHEINGOLD (1993), p. 3.

ou de aumento do espaço disponível em cada bloco²⁷. O desempenho da rede depende do governo, e os processos que permitem o exercício deste pressupõem, em linha com a ideologia colaborativa, aberta e descentralizada das TRP, uma coordenação entre programadores e utilizadores. Os primeiros são os únicos que podem aceder e alterar o código, enquanto os segundos são os que o fazem correr; se cada um se recusar a fazer a sua tarefa, a rede fica estagnada.

Os processos de governo podem ser internos – decorrem *através* da rede²⁸ – ou externos – decorrem *fora* da rede, em fóruns ou outros lugares de discussão. Alguns processos, como os da rede *EOS* e *Tezos*, são relativamente formais e encontram-se estabelecidos em documentos; caso das redes *Bitcoin* e *Ethereum* o processo é mais informal e encontra-se estabelecido em práticas passadas. *Grosso modo*, o governo das redes TRP, quer interno ou externo, consiste na apresentação de propostas e na sua discussão pela comunidade quanto às mesmas, acabando por se chegar a um acordo quanto à sua adoção ou rejeição, e em que termos. Segue-se um teste das alterações propostas; dependendo do sucesso das mesmas a comunidade decide-se pela sua implementação. No caso da rede *EOS*, as decisões são tomadas pelos utilizadores que produzem as secções ou blocos (“os produtores”), que são escolhidos e votados pelos utilizadores.

Nas redes *Bitcoin* e *Ethereum* não há uma diferença formal, em termos de participação no processo de governo, entre utilizadores, vigorando – pelo menos de forma presumida – o princípio de uma pessoa, um voto. Isto não quer dizer que todos os utilizadores estejam de facto na mesma posição em termos materiais: os *miners* com maior dimensão ou os investidores no protocolo, ou os fundadores da rede terão uma influência maior no processo de decisão. Noutros protocolos, como na rede *EOS* e na rede *DASH*, o voto está ligado à quantidade de criptoativos que os utilizadores detêm, pelo que o poder decisório está nas mãos de quem “investiu” mais na rede. A diferenciação entre utilizadores para efeitos de governo fica assim estabelecida de maneira formal pelo código da rede.

O governo das redes, tal como a estrutura técnica e a base ideológica das mesmas, assenta numa lógica de coordenação e de consenso. A falta

²⁷ *Vide* estes casos, que sucederam, respetivamente, nas redes *Bitcoin* e *Ethereum*, em DE FILLIPI e LOVELUCK (2016), pp. 7-9; sobre os programadores *vide* WALCH (2019), pp. 62-64.

²⁸ Casos das redes *EOS* e *Tezos*.

de acordo entre membros da comunidade, sobre questões de alteração do código da rede, pode levar a um evento de separação ou *hard fork*. Nesta situação, alguns membros que discordam das alterações propostas podem rejeitar atualizar a rede nos seus computadores, ficando com uma versão antiga da mesma, face à nova que passa a correr nos computadores dos utilizadores que decidiram descarregar a atualização. Referi anteriormente que estes *forks* podem acabar por prejudicar a rede, ao mostrar divisões no projeto, enfraquecendo o seu potencial²⁹. Hoje, após considerar as evoluções de algumas redes que resultaram de *hard forks* – a rede *Bitcoin Cash*, a rede *Bitcoin SV* e a rede *Ethereum Classic* – não estou tão certo disso; diria antes que são os projetos que se mantêm desatualizados que têm mais dificuldade em crescer e se distinguir do projeto principal. No fundo, o sucesso ou impacto de um *hard fork* dependerá sempre da capacidade de afirmação dos projetos, de onde a maioria dos programadores e utilizadores principais (e com maior competência técnica e financeira) estiverem.

Um exemplo recente e interessante desta dinâmica entre membros de uma comunidade TRP e o projeto, dos modelos de governo em ação e da forma como a defesa do mesmo (dos ideais e princípios) é encarada sucedeu na rede *Steem*³⁰. A *Steem* é uma TRP que tem como propósito a partilha de conteúdos *online* (vídeos, música, texto). A *Steem* foi criada por uma empresa chamada *Steemit Inc*, que lançou a rede e desenvolveu a comunidade. No início deste ano a *Steemit Inc* foi adquirida por Justin Sun, o fundador de uma outra rede, a *TRON*. A *Steem* tinha um modelo de consenso de *proof of stake* delegado, semelhante ao que existe na rede *EOS*, segundo o qual são produtores ou “testemunhas” votados por utilizadores que decidem alterações ao código da rede. Para se votar é preciso ter criptoativos gerados pela rede. Graças aos criptoativos *Steem* detidos pela *Steemit Inc*, e ao apoio de algumas *exchanges* (casas de câmbio onde se pode depositar e trocar criptoativos por outros criptoativos ou moeda nacional), que usaram os criptoativos *Steem* que tinham depositados nas contas de alguns utilizadores, Justin Sun tinha maior poder de voto e conseguiu eleger produtores que servissem os seus interesses e que tomassem a decisão para transferir a rede *Steem* para a rede *TRON*, contra a vontade de muitos utilizadores e programadores da plataforma original. Estes últimos reagiram, criando uma rede

²⁹ LUCAS PIRES (2020).

³⁰ DALE (2020).

que servisse “os propósitos originais”³¹ da *Steem*, contra este controle que consideraram abusivo e “centralizado”, apesar de ter sido efetuado segundo os modelos de governo em prática. Os utilizadores e programadores descontentes provocaram assim um *hard fork*, que levou à criação de uma nova rede, a *Hive*, para onde migraram. Um dos participantes neste processo afirmou, ao refletir sobre a situação, que “*the true power of blockchain is combining a strong community foundation with solid code to match*”³², enquanto outro participante disse que “*Anyone can run code and call it a blockchain. It’s open source and permissionless. What creates a real public blockchain is distributed consensus. Hive has that consensus. SteemTron does not. What matters, as always, is human conscious attention*”³³. Estas declarações demonstram o grau de compromisso e ligação dos membros de uma comunidade ao projeto de descentralização das TRP, e da importância que a ideologia descentralizada tem no ecossistema.

V. As redes TRP enquanto realidades jurídicas: considerações

Vimos que as redes TRP são estruturas digitais para a colaboração e coordenação de atividades humanas de forma descentralizada, isto é, sem intermediários. A sua existência e funcionamento dependem e são suportados por um substrato humano, um coletivo formado por entidades e pessoas que visam prosseguir e atingir um propósito comum, um objeto comercial e social, de contornos relativamente definidos. Existem assim algumas semelhanças, pelo menos materiais, com outras formas de manifestação de uma expressão coletiva: há uma organização, assente em princípios partilhados, e um objetivo que se visa atingir através desta expressão.

As figuras a que o Direito reconhece personalidade coletiva encontram-se tipificadas na lei. Assim, para que uma coletividade humana se forme e ganhe a possibilidade de ser sujeito autónomo de direitos e deveres tem de se registar junto das autoridades estatais através de um processo definido por lei, cumprindo vários requisitos, entre os quais a definição de um contrato social, onde se estabelecem, entre outras coisas, a firma, a sede, o objeto e os modelos de governo e administração, identificando-se

³¹ STOKES (2020).

³² HENSLEY (2020).

³³ STOKES (2020).

os participantes (*e.g.*, associados, sócios, acionistas). A lei estabelece igualmente um conjunto de direitos e deveres dos órgãos de gestão e dos órgãos deliberativos das pessoas coletivas, pelo que a opção por modelos de governo é limitada ao que está legalmente prescrito. Assim, *de jure condito*, as TRP não são pessoas coletivas no ordenamento jurídico português nem se podem subsumir, devido ao seu modelo de governo descentralizado, a uma categoria típica já existente – o modelo mais próximo seria o das cooperativas, mas mesmo nesse regime seria necessário cumprir com um regime jurídico tipificado e eleger órgãos de administração centralizados³⁴. De notar que existe pelo menos uma jurisdição – o estado de Vermont, nos Estados Unidos da América – que reconhece a personalidade coletiva a uma TRP, desde que registada de acordo com os trâmites legais e se forme como uma sociedade de responsabilidade limitada³⁵, e que Malta já considerou estabelecer, legalmente, a personalidade jurídica de organizações digitais³⁶.

E de jure condendo? Devem as TRP ser reconhecidas pelo legislador como uma nova forma de pessoa coletiva? Julgo que apesar da sua organização, há elementos característicos que tornam muito difícil a consideração das TRP enquanto figuras coletivas autónomas. Em primeiro lugar, tenho muitas dúvidas de que na base da formação da rede exista um verdadeiro contrato ou pacto social, que demonstre inequivocamente uma vontade constitutiva de uma nova coletividade para o exercício de direitos e deveres e com um objetivo estável e permanente. Uma TRP é constituída pelos seus programadores e lançada na rede, como um mero programa; quem quiser participar só tem de descarregar a rede e ativá-la no computador. Os documentos que acompanham as redes, nos seus sítios da internet, incluem apenas a explicação técnica e ideológica da rede, e os seus objetivos comerciais a longo prazo, assemelhando-se mais a um manual de instruções ou a um prospeto do que a estatutos sociais, já para não falar de uma “constituição”, como algumas redes nomeiam o seu acordo entre utilizadores³⁷. A participação na rede é opcional, sendo que não são claros quais os direitos e obrigações que se geram por se descarregar o protocolo e tê-lo ativo no computador.

³⁴ De acordo com a Lei n.º 119/2015, de 31 de agosto, que institui o Código Corporativo.

³⁵ WALCH (II) (2019), p. 64.

³⁶ TENDON e GANADO (2018).

³⁷ Nome inicialmente dado ao acordo de utilizadores da rede *EOS*.

Em segundo lugar, a informalidade e limitação dos meios de governo e administração também criam algumas dificuldades quanto à definição de quais os direitos e deveres que os utilizadores têm perante a rede. Não existem eleições de programadores: os *core developers* são muitas vezes convidados por outros para participarem na manutenção da TRP, não existindo qualquer vínculo ou acordo formal entre a rede e estes (por exemplo, os programadores *Bitcoin* são pagos por outras empresas e entidades externas à rede³⁸), ou pelo menos não existindo nenhum acordo transparente entre os criadores da rede e os programadores³⁹. Também não existe relação formal entre os *miners* e a rede: não existe nenhuma obrigação deste tipo de utilizadores de gerar as secções ou de aceitar estas ou aquelas transferências, apenas sistemas de incentivo. Se existir um problema de rede em que esta não gere os incentivos, existe alguma espécie de incumprimento, no sentido de uma relação jurídica? Ou se os *miners* não gerarem blocos, isso gera algum tipo de ilícito ou é razão para incumprimento? Em terceiro lugar, as redes não têm sede, nem estão limitadas a uma única jurisdição, o que dificulta a aplicação de um critério normativo fixo de definição de pessoa coletiva.

Alguma doutrina estrangeira tem reconhecido certos fenómenos de organizações digitais criadas a partir de redes TRP, que têm o nome de *decentralized autonomous organizations* ou *DAO*, como sendo parcerias ou sociedades *de facto*, mas não de Direito⁴⁰. As *DAO* têm algumas semelhanças com as TRP – são ambas estruturas de código informático distribuído, com formas de deliberação descentralizadas, que funcionam a partir da introdução de comandos externos. A diferença é que as *DAO* correm por cima de uma rede TRP, e são geralmente organizações mais pequenas (com menos participantes do que as TRP) e com objetos ou propósitos mais definidos e imediatos (fundos de investimento, por exemplo). Pode-se questionar se as TRP não podem ser, tal como as *DAO*, consideradas como parcerias, sociedades irregulares, ou pessoas coletivas *de facto* e não de Direito. Independentemente dessas considerações, as consequências continuam a ser as mesmas, pelo menos do ponto de vista do ordenamento jurídico português: falta de personalidade jurídica, e de capacidade de se vincularem ou serem vinculadas.

³⁸ VAN WIRDUM (2016).

³⁹ WALCH (2019), pp. 66-67.

⁴⁰ ROLO (2019), pp. 62-72.

Num certo sentido, as redes TRP assemelham-se bastante a plataformas digitais de economia colaborativa. O produto de uma plataforma Uber, ou de uma plataforma Airbnb (só para dar alguns exemplos) não é propriamente a viagem de carro, nem a casa, nem a compra do bem que nos é trazido a casa. O produto de uma plataforma “partilhada” é a própria rede onde posso encontrar quem esteja disposto a prestar estes serviços. A mesma situação ocorre com as redes sociais, como o Facebook, o Twitter ou o LinkedIn: o produto é a rede em si, onde eu me posso inscrever para partilhar informação com os meus contactos⁴¹. As TRP são uma versão distribuída e descentralizada deste tipo de plataformas comerciais: a rede TRP da *Bitcoin* é utilizada para transferir Bitcoin para outro utilizador; a rede *Ethereum* é utilizada para o desenvolvimento de aplicações e programas; a rede *Compound* é utilizada para a realização de mútuos de criptoativos entre utilizadores, e por aí adiante. Podemos pensar nas redes TRP como a versão descentralizada e extrema da economia colaborativa, pois eliminam os próprios proprietários e gestores das plataformas. No entanto, este tipo de estruturas digitais da economia partilhada ou colaborativa dispõem de condições contratuais que regem a relação dos prestadores de serviço e dos seus clientes com a rede (ou seja, com a empresa que desenvolveu a rede), definindo e limitando as responsabilidades uns dos outros. Tal não existe nas TRP, ou pelo menos quando existe, como no caso do *EOS*, não é claro quem é a contraparte, isto é, com quem é que os utilizadores se estão a comprometer a cumprir com o definido nos termos e condições (com a rede? Uns com os outros? Com os criadores da rede?). Mas apesar disso, parece-me que o modelo das redes TRP, mesmo que descentralizado, se assemelha bastante com o destas plataformas, e que muitas discussões que se levantam atualmente sobre regulação das mesmas podem ser colocadas igualmente face às TRP⁴². Creio que seria um caminho mais interessante de tratamento jurídico e com maiores possibilidades de sucesso do que a atribuição de personalidade jurídica.

Este entendimento ajuda-nos também a melhor compreender e delimitar as situações de responsabilidade que podem surgir dentro deste meio descentralizado. A atribuição de responsabilidade implica a imputação

⁴¹ O que não quer dizer que a rede não possa oferecer serviços para dinamizar os modos de interação com outros utilizadores (como promoções, funcionalidades especiais, ou descontos).

⁴² Sobre as plataformas, *vide* o relatório da COMISSÃO EUROPEIA (2018).

das consequências da prática de um ato; a pessoa ou entidade que agiu perante a realidade deve responder pelos efeitos que a essa ação provocou perante outros⁴³. De particular interesse para a ordem jurídica é a situação dos efeitos provocados serem lesivos da situação jurídica de outros, por quebra de acordo anteriormente celebrado (responsabilidade contratual) ou por prática de um facto ilícito (responsabilidade extracontratual).

A responsabilidade por incidentes ocorridos a partir de uma TRP tem de ser enquadrada dentro desta lógica. Por exemplo, numa situação em que um utilizador defrauda outro numa transferência de dados, estaremos perante uma situação de responsabilidade contratual. A falta, no entanto, de acordos precisos e claros de atribuição de direitos e deveres entre utilizadores acaba por criar zonas dúbias de atribuição de responsabilidade. No caso de um *miner* se recusar a formar o bloco, existe algum incumprimento perante os outros utilizadores? Se provocou um dano, pode dar azo a responsabilidade extracontratual, desde que se verifiquem os critérios estabelecidos na lei?

A falta de personalidade jurídica das TRP faz com que as mesmas não possam ser imputáveis, o que leva igualmente à questão de saber se alguém (e, se a resposta for afirmativa, quem?) deve responder pelo dano provocado por um erro da rede, por exemplo, no caso de existir um problema com o código. A resposta simples – se considerarmos que deve ser imputada responsabilidade a alguém por erros da rede, sendo uma outra hipótese entender que a participação neste tipo de redes é um risco, que corre por conta do utilizador – será atribuir a responsabilidade ao criador da rede, ou aos seus criadores, os programadores originais, pois foram eles que definiram as regras e lançaram o protocolo. A outra questão são os casos de *hard fork*, e resultados subsequentes, com possíveis danos para utilizadores, se tais atos devem ou não gerar responsabilidade dos que decidiram atualizar o protocolo, ou dos que recusaram e se mantiveram “fiéis” ao código original.

Deve igualmente falar-se do papel dos *core developers* face à rede, da importância que assumem perante o mercado e a comunidade, enquanto “fiduciários” de uma TRP. As suas ações e poderes devem ser alvo de atenção e escrutínio jurídico dada a possibilidade de conseguirem alterar o código, e das relações que mantêm (particularmente do ponto de vista financeiro) com os fundadores das redes, mesmo que estes estejam aparentemente desligados do projeto do ponto de vista formal.

⁴³ CORTÊS (2020).

As respostas a estas questões só podem ser dadas após consideração cuidada das relações que se estabelecem entre os utilizadores da rede em si, e os utilizadores e a entidade ou pessoa que gerou a rede, e perante uma situação concreta de dano ou incumprimento. A existência de um verdadeiro pacto com direitos e deveres, claros e precisos, que regulem a participação de todos os membros da comunidade na rede, gerando expectativas de uma colaboração estável e para o futuro, pode ajudar bastante neste sentido. Como referi anteriormente, algumas redes já têm uma espécie de “termos e condições” de participação; no entanto, torna-se necessário que esses termos sejam o mais definidos possível e não apenas um conjunto de conceitos tecnológicos com pouco significado jurídico. A existência de códigos de conduta pode ajudar a clarificar e a fortalecer o quadro de direitos e deveres dos utilizadores e, dessa forma, contribuir para a criação de um mercado digital mais estável e próspero⁴⁴.

VI. Notas finais

As redes TRP são um fenómeno de colaboração humana e digital que pode trazer benefícios para o desenvolvimento tecnológico e, consequentemente, social e económico. No entanto, existem riscos associados à participação e uso destas redes que têm de ser acomodados pelo Direito, sob pena de pôr em causa situações jurídicas que merecem proteção. Já referi isto noutra lugar; aqui gostaria de reforçar o ponto. As redes TRP propõem um modo de interação mais digital, mas não menos humano nem menos passível de controlo e respeito pelas posições dos seus participantes. Já em 1997 James Boyle alertava para a cegueira do “libertarianismo digital” face aos riscos colocados pelo poder privado⁴⁵. Os modelos de governo descentralizados podem trazer vantagens e permitir a criação de um espaço digital mais seguro e transparente, mas precisam, para ter sucesso, de uma maior clareza e precisão quanto aos direitos e deveres de todos os envolvidos no seu funcionamento. Cabe definir qual a melhor forma de o fazer, se por desenvolvimentos naturais de mercado e ultrapassagem de “dores de crescimento” pela prática, ou se através de alguma ação regulatória.

⁴⁴ *Vide*, neste sentido, HACKER (2019), REYES (2019) e NEITZ (2020).

⁴⁵ BOYLE (1997).

Bibliografia

- BENEDETTO NEITZ, Michele, “Ethical considerations of blockchain: do we need a blockchain code of conduct?”, in *The FinReg Blog*, 21 de janeiro de 2020, disponível em <https://sites.law.duke.edu/thefinregblog/2020/01/21/ethical-considerations-of-blockchain-do-we-need-a-blockchain-code-of-conduct/> (consultado a 9 de junho de 2020).
- BODÓ, Balázs e GIANNOPOULOU, Alexandra, “The logics of technology decentralization: the case of Distributed Ledger Technologies”, in *Amsterdam Law School Legal Studies Research Paper No. 2019-05*, 2019.
- BOYLE, James, “Foucault in Cyberspace: Surveillance, Sovereignty, and Hardwired Censors”, in *University of Cincinnati Law Review*, n.º 66, 1997, pp. 177-205.
- COMISSÃO EUROPEIA, “Study to monitor the business and regulatory environment affecting the collaborative economy in the EU”, 2018, disponível em <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/79bee7ad-6d22-11e8-9483-01aa75ed71a1> (consultado a 9 de junho de 2020).
- COMISSÃO EUROPEIA, “Quadro regulamentar da UE para os criptoativos”, 2019, disponível em <https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12089-Directive-regulation-establishing-a-European-framework-for-markets-in-crypto-assets/public-consultation> (consultado a 9 de junho de 2020).
- CORTÉS, António, “Direito e responsabilidade – uma reflexão introdutória”, in *Católica Talks: Responsabilidade*, Elsa Vaz Sequeira (coordenação), UC Editora, Lisboa, 2020, pp. 17-30.
- DALE, Brady, “Justin Sun bought steemit. Steem moved to limit his power”, in *Coindesk*, 24 de fevereiro de 2020, disponível em <https://www.coindesk.com/justin-sun-bought-steemit-steem-moved-to-limit-his-power> (consultado a 9 de junho de 2020).
- DANG, Hung, *et al.*, “Towards scaling blockchain systems via sharding”, março de 2019, disponível em <https://arxiv.org/pdf/1804.00399.pdf> (consultado a 9 de junho de 2020).
- DE FILLIPI, Primavera, e LOVELUCK, Benjamin, “The invisible politics of Bitcoin: governance crisis of a decentralized infrastructure”, in *Internet Policy Review*, Volume 5, n.º 3, 2016.
- DUARTE, Paulo (“Obrigações de dinheiro (obrigações monetárias) e obrigações de *bitcoins*” in *Estudos de Direito do Consumidor*, Centro do Direito do Consumo, n.º 14, 2018, pp. 343-381.
- ETHEREUM 2.0 FAQ IN CONSENSYS, disponível em <https://consensys.net/knowledge-base/ethereum-2/faq/> (consultado a 9 de junho de 2020).
- FINCK, Michèle, *Blockchain regulation and governance in Europe*, Cambridge University Press, Cambridge, 2019.
- FOX, David, e GREEN, Sarah (coordenação), *Cryptocurrencies in public and private law*, Oxford University Press, Oxford, 2019.
- HACKER, Philipp, “Corporate governance for complex cryptocurrencies? A framework for stability and decision making in blockchain-based organizations”, in *Regulating Blockchain: techno-social and legal challenges*, Philipp Hacker *et al.* (coordenação), Oxford University Press, Oxford, 2019, pp. 140-166.

- HENSLEY, Dan, “Inside Tron’s Steem takeover attempt and the birth of the Hive blockchain”, in *Hackernoon*, 8 de abril de 2020, disponível em <https://hackernoon.com/inside-trons-steem-takeover-attempt-and-the-birth-of-the-hive-blockchain-ya1g63249> (consultado a 9 de junho de 2020).
- LIBRA disponível em <https://libracompendium.com/> (consultado a 9 de junho de 2020).
- LUCAS PIRES, Martinho “Breve nota sobre os desafios jurídicos da *blockchain*”, in *Homenagem ao Professor Doutor Germano Marques da Silva*, José Lobo Moutinho *et al.* (coordenação), Volume III, UC Editora, Lisboa, 2020.
- MAGNUSON, William, *Blockchain democracy: technology, law and the rule of the crowd*, Cambridge University Press, Cambridge, 2020.
- MENDES CORREIA, Francisco (“A tecnologia descentralizada de registo de dados (*blockchain*) no sector financeiro”, in *Fintech: desafios da tecnologia financeira*, António Menezes Cordeiro *et al.* (coordenação), Almedina, Lisboa, 2017, pp. 69-74.
- OBERDIEK, Hans, “Technology: Autonomous or neutral”, in *International Studies in the Philosophy of Science*, Volume 4, 1990, pp. 66-77.
- PFISTER, Christian, “Central Bank Digital Currency: one, two or none?” in *Banque de France Working Paper*, n.º 732, outubro de 2019.
- POPPER, Nathaniel, *Digital gold: the untold story of Bitcoin*, Penguin Books, 2016.
- RAUCHS, Michel *et al.*, *Distributed ledger technology systems: A Conceptual Framework*, Cambridge Centre for Alternative Finance, Cambridge, 2018.
- RETTIG, Lane, “So you think you want to be a core developer?”, in *Crypto NYC Medium*, julho de 2018, disponível em <https://medium.com/crypto-nyc/so-you-think-you-want-to-be-a-core-developer-87cca2cb475e> (consultado a 9 de junho de 2020).
- REYES, Carla L., “What Public Blockchain Protocol Governance Can Learn from Corporate Governance”, in *The CLS Blue Sky Blog*, 7 de maio de 2019, disponível em <https://clsbluesky.law.columbia.edu/2019/05/07/what-public-blockchain-protocol-governance-can-learn-from-corporate-governance/> (consultado a 9 de junho de 2020).
- RHEINGOLD, Howard, *The virtual community: homesteading on the electronic frontier*, MIT Press, Massachusetts, 1993.
- ROLO, António, “Challenges in the legal qualification of Decentralised Autonomous Organisations (DAOs): the rise of the crypto-partnership?”, in *Revista de Direito e Tecnologia*, Volume I, n.º 1, 2019, pp. 33-87.
- STOKES, Luke, “How Steem became Hive”, in *Peakd*, 5 de abril de 2020, disponível em <https://peakd.com/steem/@lukestokes/how-steem-became-hive?ref=hackernoon.com> (consultado a 9 de junho de 2020).
- TENDON, Steve, e GANADO, Max, “Legal personality for blockchains, DAOs and smart contracts”, in *Revue Trimestrielle de Droit Financier*, n.º 1, 2018, pp. 1-9.
- VAN WIRDUM, Aaron, “Who funds Bitcoin Core development? How the industry supports Bitcoin’s ‘reference client’”, in *Bitcoin Magazine*, 6 de abril de 2016, disponível em <https://bitcoinmagazine.com/articles/who-funds-bitcoin-core-development-how-the-industry-supports-bitcoin-s-reference-client-1459967859> (consultado a 9 de junho de 2020).

- VIEIRA DOS SANTOS, João (“Desafios jurídicos e regulatórios das *Initial Coin Offerings*”, in *Fintech: Novos estudos sobre tecnologia financeira*, António Menezes Cordeiro *et al.* (coordenação), Almedina, Lisboa, 2019, pp. 299-326.
- WALCH (I), Angela, “In code(rs) we trust: software developers as fiduciaries in public blockchains”, in *Regulating Blockchain: techno-social and legal challenges*, Philipp Hacker *et al.* (coordenação), Oxford University Press, Oxford, 2019, pp. 58-81.
- WALCH (II), Angela, “Deconstructing decentralization: exploring the core claim of crypto systems”, in *Cryptoassets: Legal, Regulatory, and Monetary Perspectives*, Chris Brummer (coordenação), Oxford University Press, Oxford, 2019, pp. 39-68.
- ZETZSCHE, Dirk Andreas *et al.*, “Decentralized Finance (DeFi)”, in *IIEL Issue Brief 02/2020*, disponível em <https://ssrn.com/abstract=3539194> (consultado a 9 de junho de 2020).