



TEXTO PARA DISCUSSÃO

ISSN 0103-9466

316

Considerações sobre o delineamento de criptomoedas para conservação de biomas ameaçados

Ranulfo Paiva Sobrinho
Ademar Ribeiro Romeiro

Setembro 2017

Considerações sobre o delineamento de criptomoedas para conservação de biomas ameaçados

Ranulfo Paiva Sobrinho
Ademar Ribeiro Romeiro

Resumo

A conservação e restauração de biomas podem ser beneficiadas com o advento da tecnologia blockchain, que facilita a criação de criptomoedas delineadas de modo a ter em conta as características específicas de cada bioma. Dessa forma, ações que necessitam financiamento e que não são atendidas pelo dinheiro convencional poderão ser realizadas uma vez que as pessoas passem a aceitar as criptomoedas como meio de pagamento, o que já vem acontecendo em vários países. Para que as criptomoedas auxiliem os biomas ameaçados, seu delineamento deve: a) conter mecanismos que incentivem tanto o “feedback” positivo como o “feedback” negativo; b) aplicar os mecanismos mencionados tanto no nível individual como na sua rede social, conforme mostram os conhecimentos da Social Physics.

Palavras-chave: Blockchain; Criptomoedas; Biomas ameaçados; Mecanismos de “feedback”; Social physics.

Abstract

The advent of blockchain technology can benefit the conservation and restoration of biomes as , for example, it facilitates the creation of cryptocurrencies outlined considering the specific features of each biome. In this way, actions that require funding which is difficult to access through the current monetary market can be performed once people accept the cryptocurrencies as means of payment, what is already happening in several countries. As for the cryptocurrencies help the endangered biomes, they must be designed as follow: a) contain both the positive feedback as the negative feedback mechanisms; b) apply the these mechanisms both at the individual level as on your social network, as shown by Social Physics.

Keywords: Blockchain; Cryptocurrencies; Threatened biomes; Feedback mechanisms; Social physics.

1 Introdução

A conservação e restauração de biomas pode ser beneficiada com o advento da tecnologia blockchain na medida em que, por exemplo, ela facilita a

criação de criptomoedas delineadas considerando as características socioecológicas específicas de cada bioma, bem como o registro seguro de informações vitais que devem ser preservadas para a humanidade, ao abrigo da sua destruição ou supressão em função de interesses de terceiros. Essa tecnologia tem elevado potencial para transformar a forma de governança para a sustentabilidade, principalmente pelo fato de permitir criar novos tipos de dinheiro imunes às falhas estruturais do atual sistema monetário internacional (Duncan, 2005; Milne, 2009; Paiva Sobrinho; Romeiro, 2016a). Dessa maneira, ações que necessitam financiamento e que não são atendidas pelo sistema bancário, podem ser realizadas uma vez que as pessoas passem a aceitar as criptomoedas criadas especificamente para solucionar problemas socioecológicos relativos a determinados biomas.

A criação das criptomoedas é um fenômeno recente e cada vez mais os agentes econômicos vem aceitando-a como meio de pagamento. Inicialmente, a criptomoeda Bitcoin tem sido a mais aceita e, muito possivelmente, com o surgimento de criptomoedas para conservação de biomas ameaçados, essas também passarão a ser aceitas.

Desde seu surgimento (Nakamoto, 2008), a tecnologia blockchain vem possibilitando formas inovadoras de governança na emissão do dinheiro, como a OAD (organizações autônomas descentralizadas) que é formada por rede descentralizada de computadores conectados pela internet e trabalhando para atender determinados objetivos como manter as transações entre pessoas usando criptomoedas como Bitcoin, Ethereum entre outras.

Na seção 2 é feita uma digressão sobre o dinheiro, em especial sobre as formas atuais de sua criação. Na seção seguinte (3) apresenta-se brevemente as principais características da tecnologia blockchain. A seção 4 mostra porque o delineamento de criptomoedas deve considerar o fato que os biomas são complexos podendo conter vários ecossistemas e, por isso, deve conter algumas características inerentes à dinâmica dos sistemas (Forrester, 1968), isto é, mecanismos que incentivem tanto o “feedback” positivo como o “feedback” negativo. Em outras palavras, é preciso que haja mecanismos que gerem a aceleração de ações necessárias para atingir objetivos desejados, assim como mecanismos que levem à desaceleração por período limitado quando os objetivos já foram alcançados, ou ainda, quando algum indicador de risco apontar que há risco de consequências negativas para o sistema socioecológico associado a cada bioma.

Na seção 5 o esforço é feito para esclarecer em que parte do sistema se deve aplicar os mecanismos mencionados, considerando-se que se trata de

sistemas complexos com diferentes graus de conexão entre pessoas, bem como com instituições que atuam em determinada região e que variam ao longo do tempo. Para incentivar que ações desejadas tenham amplo alcance é preciso delinear as intervenções de modo que incentivos ocorram ao longo da rede social, e não somente em nível individual, conforme mostram os conhecimentos da Social Physics (Pentland, 2014). Essa abordagem é diferente das tentativas de incentivos econômicos como pagamentos por serviços ambientais (PSA) sejam Pigouviana ou Coaseana. Por último, uma breve conclusão (6) sumariza os principais pontos discutidos.

2 O dinheiro

Gradativamente as pessoas estão se tornando cientes da forma como o dinheiro por elas usado é criado e isso está gerando demandas populares para que o banco central e os demais bancos mudem a forma de criá-lo. A sociedade possui à sua disposição informações para escolher qual é a definição de dinheiro adotar. Por um lado há definições viesadas para os interesses de instituições financeiras cujos negócios consistem em endividar os setores da economia, como a definição proposta pelo banco central da Inglaterra (BoE, 2014), “dinheiro é um tipo de dívida”. Por outro lado, há definições isentas de vieses empresariais como a definição proposta por Paiva Sobrinho e Brenes (2016) “Dinheiro é um acordo feito por uma comunidade para usar algo padronizado que serve, ao menos, como meio de pagamento”. Neste artigo adota-se a segunda definição, pois, no contexto atual mundial novos tipos de dinheiro estão sendo desenvolvidos, os quais podem evitar os efeitos colaterais negativos do dinheiro criado pelo atual sistema financeiro conforme explicam Lietaer et al. (2012).

Por outro tipo de dinheiro entende-se a forma como ele é criado. As moedas oficiais de um país são criadas quando o banco central compra algo (FED 1982), tais como títulos de dívida governamentais, moedas criadas por outros bancos centrais, entre outros (Paiva Sobrinho e Brenes, 2016). Isto significa que no atual sistema monetário internacional as moedas oficiais dos países são criadas a partir do nada (Paiva Sobrinho e Romeiro, 2016), inserindo um número digital em uma conta específica. A criptomoeda Bitcoin é criada quando alguém prova que resolveu um problema matemático específico (Nakamoto, 2008). Esses são apenas dois tipos de dinheiro, porém, há outros (Kennedy; Lietaer, 2012).

Historicamente, as implicações práticas decorrentes da existência de múltiplos tipos de dinheiro em um sistema econômico têm se mostrado benéficas para a sociedade (Kennedy; Lietaer 2012). O exemplo contemporâneo mais

exitoso é o banco WIR que funciona desde 1934 emitindo e administrando o tipo de dinheiro, conhecido por WIR (WIR significa “nós” e é a sigla da palavra alemã “Wirtschafting” que, por sua vez, significa circuito econômico). O referido banco emite crédito através do sistema de compensação de crédito mútuo, isto é, as pequenas e médias empresas obtêm crédito sem se endividar como seria em um banco tradicional. Análises realizadas por Stodder (2009) apontam que a existência do banco WIR é favorável para o desenvolvimento dos negócios das pequenas e médias empresas, principalmente, em momentos de crises econômicas em que o acesso ao crédito dos bancos tradicionais é mais difícil. Neste contexto, os empreendedores obtêm crédito para seu negócio através do banco WIR, via sistema de compensação de crédito mútuo.

Os resultados obtidos por Stodder são explicados sob a ótica da sustentabilidade de sistemas complexos de fluxos, porque tanto o sistema ecológico quanto o econômico, e sua interação (sistema socioecológico), fazem parte de um sistema complexo de fluxo, cuja sustentabilidade depende do balanço entre eficiência e resiliência (Ulanowicz et al. 2009).

Segundo Lietaer et al. (2012), o atual sistema monetário internacional é insustentável devido à alta eficiência e nula resiliência. Alta eficiência implica maior conexão e dependência dos componentes de um sistema a uma única fonte de recursos. No caso do sistema econômico, implica a conexão e dependência dos setores econômicos ao sistema bancário tradicional. Esse é um sério problema, porque geralmente os bancos não cedem crédito para solucionar problemas socioecológicos que não lhes rendem retornos financeiros. Além disso, quando ocorrem problemas com o sistema bancário os demais setores sofrem as consequências negativas, uma vez que o fluxo é interrompido ou não funciona como antes. Por isso é necessário que sejam criadas diferentes fonte de recursos para assegurar o funcionamento do sistema, mesmo quando existem problemas em uma das fontes. No caso do sistema econômico, vários autores (Lietaer et al. 2012; Paiva Sobrinho; Romeiro, 2015) apontam como solução a incorporação no sistema monetário de novos tipos de dinheiro, ou moedas complementares, os quais não seriam controlados pelas instituições financeiras tradicionais. Uma modalidade de dinheiro é a criptomoeda desenvolvida com base na tecnologia blockchain.

Vivemos em um período de transição onde as instituições financeiras ainda possuem apoio jurídico para continuar emitindo um tipo de dinheiro que vem causando sérios problemas sociais e ambientais (Lietaer et al., 2012), porém, esse contexto está mudando conforme mostram Paiva Sobrinho e Brenes (2016)

através de ações realizadas por administradores públicos de visão como o governador da Califórnia (Jerry Brown) que anulou um artigo da lei Money Dickson Law, a qual impedia que as pessoas se organizassem para criar novos tipos de dinheiro. Desde junho de 2014, cidadãos e cidadãs da Califórnia podem se organizar para criar novos tipos de dinheiro para atender as necessidades que o dólar não atende. Países como Japão passaram a adotar criptomoedas, como o Bitcoin, como meio de pagamento oficial ().

É uma questão de tempo que pessoas, empresas, governos passem a adotar como meio de pagamentos criptomoedas criadas com base em biomas a serem conservados.

3 A tecnologia blockchain

Existem várias maneiras de definir o blockchain conforme será apresentado nesta seção. Inicialmente, Nakamoto (2008) criou a tecnologia blockchain como suporte para a criação da criptomoeda Bitcoin. Narayanan et al (2016) definem o blockchain como sendo uma cadeia de blocos conectados por ponteiros criptografados (hash pointers). As funções “hash” são funções fáceis de calcular a partir de um valor de entrada, porém, praticamente impossível de encontrar o valor inicial a partir do valor modificado pela função. Essa característica da função “hash” confere ao blockchain a propriedade de imutabilidade uma vez que os dados são armazenados em blocos eles são submetidos a uma função “hash” e, conseqüentemente, não podem ser alterados. Qualquer tentativa de modificar os dados armazenados será notada, pois, alterará os valores finais da função “hash”.

O blockchain também é definido como um registro de dados armazenados em blocos que estão conectados uns aos outros por funções criptográficas que impedem a adulteração do conteúdo armazenado. O blockchain é armazenado em múltiplos servidores, computadores, de modo que cada um pode ter a cópia completa de todos os registros armazenados no sistema (Nakamoto, 2008).

A tecnologia blockchain vem e certamente continuará evoluindo na medida que surjam novas necessidades. No momento a tecnologia está rumo à quarta geração, brevemente descrita a seguir. A primeira geração do blockchain surge em 2009 com o trabalho seminal de Nakamoto (2008) que deu origem a criptomoeda Bitcoin, a qual usa como mecanismo de consenso o algoritmo “Proof of Work” (PoW). Este algoritmo requer elevado esforço computacional para resolver “charadas” matemáticas que são usadas para provar que a pessoa,

conhecida por “miner” (minerador), realizou tarefas necessárias para a inserção de novos dados no “blockchain”, e como recompensa por seu esforço ela recebe Bitcoins recém criados.

No início a mineração (resolução das charadas matemáticas) era realizada com um laptop comum, porém, isso não é mais possível. Em razão do elevado esforço computacional requerido somente empresas detentoras de computadores sofisticados, os quais são custosos, é que possuem melhores condições de resolver as “charadas” matemáticas. Este aspecto pode levar a centralização do acesso a novos Bitcoins eliminando a característica de ser uma criptomoeda descentralizada. Visando evitar esse risco surgiram novos mecanismos de consenso.

A segunda geração do blockchain utiliza o mecanismo de consenso conhecido por “Proof of Stake” (PoS), o qual não requer a mineração e nem elevado esforço computacional e energético. A segurança do sistema usando o PoS se baseia no fato de que os detentores da criptomoeda tem interesse em manter os dados do blockchain atualizados, em troca recebem comissões pela tarefa. A criptomoeda NXT é a principal criptomoeda representante desta geração, a partir da qual outras foram desenvolvidas. A terceira geração do blockchain é marcada por criptomoedas voltadas para a realização de “smart contracts”, como o Ethereum que permite aos desenvolvedores criar aplicações sobre o blockchain. Empresas como Microsoft estão adotando o Ethereum como código base para fornecer aos usuários serviços com base no blockchain. A quarta geração do blockchain envolve uma interface amigável ao usuário final, facilitando sua adoção pela maioria das pessoas. Um exemplo, de criptomoeda desta geração é o PascalCoin.

Um ponto muito importante em relação à evolução da tecnologia blockchain é como a sociedade irá se empoderar dessa tecnologia para resolver seus problemas. Atualmente já temos condições para iniciar a criação de um sistema de governança global descentralizado em que coexistam múltiplas criptomoedas criadas para solucionar problemas globais (como aquecimento global), nacionais, locais. Assim como, temos condições de criar OAD para manter criptomoedas específicas para atender as necessidades de determinados biomas.

Essas criptomoedas não devem ser criadas para fins especulativos, mas, sim para incentivar as pessoas adotarem ações necessárias para resolver problemas ambientais, sociais, entre outros. Para isso ocorrer, é preciso que a

tecnologia blockchain continue evoluindo, assim como, também evolua a forma de pensar das pessoas para que possam criar novas soluções via a mencionada tecnologia; é preciso aprender a pensar fora da caixa e ousar criar novas estruturas.

O uso da tecnologia blockchain para solucionar problemas socioecológicos está apenas iniciando. Existem criptomoedas criadas para promover o uso de energia solar, SolarCoin (SolarCoin, 2017). Paiva Sobrinho e Romeiro (2016b) propõem um protótipo de criptomoedas para o desenvolvimento sustentável. Essa criptomoeda, “Oxys”, baseia-se na ideia do oxigênio. Cada “Oxys” é criado quando alguém realiza ações verificáveis que visem solucionar problemas socioecológicos em escalas locais, regionais e internacionais. Esta criptomoeda ainda está em fase de desenvolvimento. Paiva Sobrinho et al (2017) estão desenvolvendo uma criptomoeda para incentivar a recuperação de bacias hidrográficas.

Conforme mencionado na introdução, delinear criptomoedas para conservação, recuperação de biomas requer a adoção de mecanismos de retroalimentação dinâmicos, como os “feedback” positivo e negativo oriundos da dinâmica de sistemas.

4 Mecanismos de “feedback” positivo e negativo incorporados na criptomoeda

A dinâmica de sistemas foi criada por Jay W. Forrester (Forrester, 1958) e desde o início foi utilizada no auxílio em resolver problemas práticos e complexos envolvendo sistemas socioecológicos (Meadows et al., 1972), negócios e demais áreas sociais (Sterman, 2000). Dentre os conceitos inerentes à essa área do conhecimento neste artigo destacamos duas: mecanismos de “feedback” positivo e negativo. O primeiro envolve adoção de ações que levam o aumento ou redução de forma acelerada em um ou mais estoques. Entende-se por estoque a quantidade de algo em um determinado momento; exemplificando, a área florestal do bioma da Mata Atlântica ou da Amazônia é um estoque. A mudança dessa cobertura medida temporalmente (por exemplo, anual) representa o fluxo de saída do referido estoque (redução do estoque) ou fluxo de entrada (aumento do estoque). O fluxo representa variação do estoque (aumento ou redução) ao longo do tempo.

Um bioma pode ser composto por várias bacias e sub-bacias hidrográficas. A título de exemplificação dos mecanismos de “feedback” positivo e negativos, consideremos uma bacia hidrográfica hipotética contendo elevada

fragmentação florestal. Um dos objetivos da comunidade habitante nos domínios da bacia é conectar os fragmentos via implantação de corredores biológicos e para tal finalidade cria-se uma criptomoeda para incentivar a conexão entre os fragmentos.

Supondo que as pessoas que habitam a bacia hidrográfica confiem e aceitam usar a criptomoeda como meio de troca para determinados produtos e serviços. Elas sabem que a criptomoeda é criada em função da quantidade de áreas vegetais existentes, assim como, pelas áreas recuperadas do bioma onde vivem. O aumento da quantidade da criptomoeda em circulação no sistema econômico da bacia hidrográfica implica que as ações desejadas estão sendo realizadas e que os objetivos a serem alcançados estão sendo concluídos. Neste momento, é preciso que haja um mecanismo inteligente associado ao código da criptomoeda que reconheça os limites (ambientais, sociais, econômicos, ou sua combinação) estabelecidos pela comunidade e incentive a redução da emissão da criptomoeda, ou, redução do seu uso no sistema para determinadas ações.

Por exemplo, as pessoas podem usar a criptomoeda para comprar alimentos orgânicos produzidos localmente. Trata-se de um negócio que iniciou junto com a criptomoeda e está limitado às condições edafoclimáticas, assim como, área disponível. Esse negócio foi uma demanda das pessoas que habitam na localidade e que reconhecem as limitações físicas do proprietário do negócio.

A comunidade e o proprietário estão comprometidos a interagir de modo que a produção de alimentos orgânicos se dê de maneira a manter conservados elementos vitais, como conservação do solo, entre outros. O proprietário contando com auxílio de profissionais que estabelecem indicadores, os quais refletem os níveis de conservação do solo. Esses níveis são transmitidos online e reconhecidos pela criptomoeda que gera um sinal indicando o nível de conservação do solo daquele negócio. Se os níveis indicarem condições favoráveis, os clientes continuam a comprar do produtor (caso desejarem), porém, caso contrário, os clientes devem buscar outro produtor cuja qualidade do solo esteja melhor.

O sistema da criptomoeda reconhecerá os esforços dos clientes fiéis ao produtor que necessita agir para manter o solo conservado e irá recompensá-los com bônus definido pela comunidade no momento de delinear as regras para a implantação da criptomoeda. O mesmo ocorre com o proprietário que, ao reconhecer os limites do solo, adotou medidas para melhorar suas condições. Nesta bacia hidrográfica hipotética, seus habitantes decidiram que a riqueza é

medida pela quantidade de florestas conservadas, produtores agrícolas com solos conservados e produzindo para atender a demanda da população urbana; população urbana se alimentando com produtos orgânicos gerados localmente, entre outros critérios. Isso é possível, uma vez que o dinheiro que usam (criptomoeda) depende da boa qualidade do bioma onde vivem.

Os usuários detentores da criptomoeda deverão reconhecer esses limites, através de avisos em suas e-wallets, e com isso saber que se contribuirão para a redução estarão beneficiando o sistema no qual participam, seja a bacia hidrográfica que possui os fragmentos recuperados, assim como, outros objetivos secundários.

Com a adoção de mecanismos de “feedback” positivos e negativos no delineamento da criptomoeda, assegura-se que o sistema respeitará os limites inerentes ao ecossistema onde as atividades econômicas estão sendo desenvolvidos, dessa forma evitando que a capacidade de suporte seja ultrapassada. A adoção destes mecanismos deve ocorrer não a nível individual somente, mas sim, também, na rede social dos agentes envolvidos. Neste sentido, os conhecimentos da Social Physics devem ser considerados.

5 Social physics

Desde o surgimento do “blockchain” em 2008 (Nakamoto, 2008) a humanidade está vivendo em um período de transição rumo a um novo sistema monetário internacional em que podem coexistir múltiplos tipos de dinheiro. Neste contexto é possível delinear criptomoedas para promover ações em diferentes partes do planeta para atingir os objetivos do desenvolvimento sustentável (Paiva Sobrinho e Romeiro, 2016), assim como, escala regional para atender as necessidades de uma bacia hidrográfica específica, porém, há a possibilidade de delinear um sistema de criptomoedas que possa ser usada em diferentes bacias hidrográficas em um país, assim como, internacionalmente. Isso é possível devido a maior interconectividade das pessoas através da internet.

No contexto em que a sociedade está relativamente mais interconectividade é essencial aprender a motivar as redes de conexões a adotarem ações que visem atingir determinados objetivos, por exemplo, recuperar rios de áreas urbanas, entre outros. As contribuições da área de conhecimento denominada “Social Physics” (Pentland, 2014) são essenciais e merecem atenção para delinear novos sistemas de incentivos econômicos que usem tecnologias como o “blockchain”. Segundo Pentland (2014) “*social physics is a quantitative*

social science that describes reliable, mathematical connections between information and idea flow on the one hand and people's behavior on the other. Social physics helps us understand how ideas flow from person to person through the mechanism of social learning and how this flow of ideas ends up shaping the norms, productivity, and creative output of our companies, cities, and societies”.

Um exemplo do uso dos conhecimentos de Social Physics para solucionar problemas socioecológicos é apresentado em Mani et al. (2013). Segundo os autores a adoção de políticas públicas baseadas nos pressupostos Pigouvianos geram resultados sub-ótimos, pois, assumem uma população de indivíduos que atuam independentemente quando na realidade as decisões em nível individual são influenciadas principalmente pelas interações com os membros de suas redes de conexão e sociedade. Baseando-se em evidências teóricas e empíricas, as quais mostram que a pressão social dos membros de uma rede de contatos sobre um ou mais membros que causam externalidades, tal pressão leva a colaboração da rede para reverter a externalidade caso seja negativa, ou, amplificá-la supondo que seja positiva, os autores propõe um conjunto de mecanismos sociais para os delineadores de políticas que buscam solucionar problemas em que as externalidades são globais, porém, oriundas de interações locais.

O mecanismo visa induzir que os membros de uma rede social realizem pressões sobre o membro causador da externalidade e com isso promover a cooperação da rede para atingir objetivos desejados. Ao contrário da abordagem Pigouviana que foca no indivíduo causador da externalidade, o mecanismo proposto foca nos contatos da rede do referido indivíduo, visando, respectivamente, que a pressão (coercitiva ou incentivadora) reduza ou amplifique as ações causadoras da externalidade. Os resultados de seus experimentos sociais envolveram incentivos econômicos usando moeda oficial do país e não moeda complementar. Tais resultados mostram que tais mecanismos de intervenção nos membros, ao invés no indivíduo, geram resultados melhores que a abordagem Pigouviana usando o mesmo montante orçamento financeiro.

Paiva Sobrinho e Ademar (2016b) afirmam que os conhecimentos da Social Physics devem ser incorporados no delineamento de criptomoedas para o desenvolvimento sustentável. Uma vez que o uso das criptomoedas para incentivar adoção de ações relacionadas ao desenvolvimento sustentável estão iniciando é importante que os futuros delineadores considerem incorporar tais conhecimentos.

6 Conclusão

Apresentamos alguns pontos que consideramos importantes para o delineamento de criptomoedas para apoiar a conservação, restauração de biomas ameaçados. Discutimos sobre a importância da diversidade monetária para a sustentabilidade de sistemas complexos de fluxos. Entre os pontos importantes ressaltamos a incorporação de mecanismos de “feedback” positivos e negativos não somente em níveis individuais, mas, sim na rede de contatos conforme os ensinamentos oriundos da Social Physics.

O delineamento de criptomoedas deve ser feito que incentive sua circulação no sistema econômico evitando ações especulativas. A aceitação de criptomoedas para meio de pagamentos, como Bitcoin, pelas pessoas, empresas e governos está aumentando. Esse fato é um precedente importante indicando que, possivelmente, esses agentes econômicos poderão adotar criptomoedas criadas para conservar biomas ameaçados de extinção.

Conforme apresentado, não basta criar as criptomoedas, mas sim é preciso os agentes econômicos estabelecerem indicadores que visem evitar situações indesejadas ao bioma e seus ecossistemas. Dessa maneira, busca-se desenvolver atividades que gerem emprego, desenvolvimento, porém, respeitando a escala ecológica do ambiente.

A tecnologia blockchain está evoluindo facilitando o delineamento de novos tipos de criptomoedas que atendem as necessidades relativas ao desenvolvimento sustentável e conservação de biomas ameaçados. É preciso avançar nesta área do conhecimento para podermos solucionar os graves problemas que afetam a humanidade neste século.

Referências bibliográficas

BOE (Bank of England). Money in the modern economy: an introduction. *Quarterly Bulletin*, Q1, 2014.

D-CENT. 2016. Disponível em: <http://dcentproject.eu/>.

DUNCAN, R. *The dollar crisis*. New Jersey, EUA: Wiley, 2005.

FED. *Putting it simply*. Federal Reserve of Boston, 1982.

FORRESTER, J. W. *Principles of systems*. Cambridge, MA: Wright-Allen Press, 1968.

KENNEDY, M.; LIETAER, B.; ROGERS, J. *People money: the promise of regional currencies*. 2012.

LIETAER, B.; ARNSPERGER, C.; GOERNER, S.; BRUNNHUBER, S. *Money and sustainability: the missing link*. Club of Rome report. 2012.

MCKINSEY. *Financial globalization: retreat or reset?* 2013. Disponível em: https://asianbondsonline.adb.org/publications/external/2013/mgi_financial_globalization_report_mar2013.pdf.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT – MEA. *Ecosystems and human well-being: current state and trends: findings of the condition and trends*. Working Group, edited by Rashid Hassan, Robert Scholes, Neville Ash. The Millennium Ecosystem Assessment Series, v. 1, Washington – DC, 2005.

MANI, A.; RAHWAN, I.; PENTLAND, A. *Inducing peer pressure to promote cooperation*. Scientific Reports 3, Article number: 1735. 2013.

MEADOWS, D.H. et al. *The limits to growth*. New York: Universe, 1972.

MILNE, A. *The fall of the house of the credit*. Cambridge University Press, 2009.

NAKAMOTO, S. *Bitcoin: a peer-to-peer electronic cash system*. 2008. Disponível em: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>.

NARAYANAN, A.; BONNEAU, J.; FELTEN, E.; MILLER, A.; GOLDFEDER, S. *Bitcoin and cryptocurrency technologies: a comprehensive introduction*. New Jersey, USA: Princeton University Press, 2016.

NEVES, M. A.; PEREIRA, S. Y.; FOWLER, H. G. Impactos do sistema estadual de gerenciamento de recursos hídricos na bacia do Rio Jundiá (SP). *Ambiente & Sociedade*, v. X, n. 2, p. 149-160, 2007.

PAIVA SOBRINHO, R. *This is mutual credit clearing system*. Sustainability.School. 2015.

PAIVA SOBRINHO, R.; CÓRDOBA Brenes, K. V. *New money for sustainability*. 2016. Disponível em: <http://sustainability.school/new-money-for-sustainability/>.

PAIVA SOBRINHO, R.; ROMEIRO, A. R. *Moedas complementares para solucionar problemas socioecológicos? O caso do sustento*. 2015. Disponível em: <http://www.eco.unicamp.br/docprod/downarq.php?id=3388&tp=a>.

PAIVA SOBRINHO, R.; ROMEIRO, A. R. *Understanding the dollar standard in order to improve ecological macroeconomic theory*. Campinas: Instituto de Economia, Unicamp, 2016a. 20p. Disponível em: <http://www.eco.unicamp.br/docprod/downarq.php?id=3464&tp=a>.

PAIVA SOBRINHO, R.; ROMEIRO, A. R. *What features should have a cryptocurrency to promote sustainable development?* The International Society for Ecological Economics 2016 Conference, Washington DC, Jun. 26-29, 2016b.

PENTLAND, S. A. *Social physics*. London: Penguin Books, 2014.

SOLARCOIN. Disponível em: <https://solarcoin.org/en/front-page/>.

STERMAN, J. D. *Business dynamics: systems thinking and modeling for a complex world*. Boston: Irwin/McGraw-Hill, 2000.

STODDER, J. Complementary credit networks and macroeconomic stability: Switzerland's Wirtschaftsring. *Journal of Economic Behavior and Organization*, v. 72, p. 79-95, 2009.

ULANOWICZ, R. et al. Quantifying sustainability: resilience, efficiency and the return of information theory. *Ecological Complexity*, v. 6, n. 1, p. 27-36, 2009.