



GESEL
Grupo de Estudos do Setor Elétrico
UFRJ

20
anos

Perspectivas da tecnologia *blockchain* no Setor Elétrico: Aplicações na Europa, na Austrália e nos Estados Unidos¹

Nivalde de Castro²

Antônio Lima³

Guillermo Pereira⁴

Este artigo pretende analisar as aplicações de *blockchain* em projetos piloto, desenvolvimento experimental e testes no Setor Elétrico (SE) europeu, australiano e norte americano. De início, é necessário definir e entender a forma operacional desta nova tecnologia. Em seguida são examinadas as possibilidades desta nova tecnologia no setor elétrico. A terceira seção apresenta as aplicações concretas no SE das experiências internacionais indicadas. Ao fim são sistematizadas as conclusões que, ao nível mais geral, indicam a necessidade de inovações regulatórias para viabilizar e estruturar novos negócios derivados desta tecnologia.

I- Definição

O *blockchain* pode ser definido como um banco de dados distribuído em rede, consensual e que garante integridade da informação. Neste banco de dados, as transações são agrupadas sequencialmente em “blocos” em uma “cadeia” e a autenticidade das informações é garantida devido à criptografia e às assinaturas digitais. Trata-se, portanto, de uma maneira segura, descentralizada e altamente eficiente para monitorar e gerir infinitas transações. Além disso, esta tecnologia promove transparência e confiança, garantindo a execução de determinados

¹ Artigo publicado pela Agência Canal Energia. Disponível em: <https://www.canalenergia.com.br/artigos/53058212/perspectivas-da-tecnologia-blockchain-no-setor-eletrico-aplicacoes-na-europa-na-australia-e-nos-estados-unidos>. Acesso em: 17 de abril de 2018

² Professor do Instituto de Economia da UFRJ e coordenador do GESEL – Grupo de Estudos do Setor Elétrico

³ Pesquisador do GESEL e mestrando do Instituto de Economia da UFRJ

⁴ Pesquisador associado do GESEL e doutorando de Sistemas Sustentáveis de Energia da Universidade de Coimbra.

processos e produzindo registros imutáveis, com o registro de data e hora de todas as transações.

A tecnologia *blockchain* é capaz de transformar os modelos operacionais de uma indústria por completo, considerando que permite gerar confiança em ambientes de incerteza e de desconfiança, além de reduzir possíveis atritos comerciais ao fornecer acesso transparente às informações da cadeia. Em 2009, o *blockchain* foi uma inovação disruptiva para os sistemas de pagamentos ao implementar um sistema eletrônico em uma plataforma distribuída.

Em essência, a tecnologia *blockchain* permite transações *peer-to-peer* (P2P) – de uma pessoa a outra – em uma rede que não depende de intermediários ou de uma instituição central. Enquanto que no sistema centralizado de pagamentos apenas o banco possui o registro das transações, em um sistema distribuído P2P todos os participantes conectados à rede podem acessar os registros. Nota-se que, no sistema distribuído, as transações ocorrem a um preço reduzido, pois não são pagas tarifas a intermediários. Devido a esse caráter disruptivo, os grandes *players* do setor financeiro, incluindo bancos e seguradoras, estão investindo significativamente em soluções com *blockchain*, visando aprimorar processos internos de suas empresas.

A desintermediação é uma característica-chave da tecnologia *blockchain*. As transações passam a ser realizadas e verificadas pelos participantes da rede na plataforma, os quais são sistemas de computadores conectados à rede; ou seja, são nós em redes, sendo que cada nó pode iniciar transações. O processo de validação e de registro das transações segue um conjunto de etapas e o mecanismo de consenso (ver etapa iv, a seguir) utilizado para validar a transação garante a desintermediação. O passo a passo das transações via *blockchain* é o seguinte:

- (i) Um participante da rede (A) quer realizar uma transação de 50 unidades de uma moeda (X) para um outro participante da rede (B);
- (ii) O registro da transação pretendida tem o nó de identificação de A, o nó de identificação de B e as especificidades da transação, formando um “bloco”;
- (iii) O bloco é difundido para todos os nós da rede, para que saibam do pedido de transação de A;
- (iv) A rede verifica, por meio de um mecanismo de consenso, se A tem fundos suficientes em sua carteira digital para executar a transação. Em caso afirmativo, a rede aprova e valida a transação;
- (v) Para tornar a transação indelével pelos participantes da rede, ela é registrada em uma lista com o histórico dos registros. O “bloco”, portanto, é adicionado à “cadeia”, o que forma a cadeia de blocos (*blockchain*); e
- (vi) As 50 unidades de X são, finalmente, transferidas de A para B, com a devida atualização da quantidade de moedas em cada carteira.

II- Aplicação no Setor Elétrico

O Setor Elétrico difere do exemplo do setor financeiro por transacionar um produto físico, a eletricidade. As transações econômicas não envolvem apenas valores e informações, mas, também, a troca de energia, a qual é transportada por meio da infraestrutura da rede. No SE, o *blockchain* pode oferecer maneiras mais confiáveis, rápidas e de baixo custo para registrar e validar transações financeiras e operacionais, as quais podem incluir a compra e venda de eletricidade. A eletricidade é um bem homogêneo, isto é, 1 kWh equivale a 1 kWh, e pode ser transacionado, com o *blockchain* transformando este processo econômico para uma forma digital.

O SE está passando por uma transição no que diz respeito à participação dos consumidores. Antes, estes se limitavam à simples função de consumir energia da rede e pagar suas respectivas faturas de energia elétrica. Agora, com a difusão da micro e mini geração distribuída, o consumidor pode também gerar e consumir sua própria energia, tendo sempre a possibilidade de obter energia da rede, caso sua geração seja inferior ao seu consumo. Neste contexto de transformações tecnológicas, surge a possibilidade de utilização do *blockchain*.

Em diversos países, os recursos energéticos distribuídos estão cada vez mais interligados em sistemas de armazenamento e de consumo inteligente de energia. A descentralização reduz as perdas com a transmissão, tendo em vista que a geração está mais perto dos centros consumidores, além de diminuir as emissões de carbono, devido ao aumento da participação das energias renováveis, com a geração solar e eólica representando uma fração cada vez maior do *mix* de geração em vários países do mundo.

O aumento da participação de energias renováveis na matriz de geração acarreta, no entanto, níveis mais altos de imprevisibilidade e de incerteza nos sistemas elétricos, resultando em maior demanda por flexibilidade nos sistemas. Neste sentido, o sistema precisa se adaptar aos novos padrões de geração e de consumo de eletricidade, com a finalidade de manter o equilíbrio entre oferta e demanda e assegurar a qualidade do serviço com custos adequados ao consumidor final.

Uma possível solução para resolver a questão da flexibilidade seria investir em tecnologias capazes de conferir maior flexibilidade ao sistema e que integrem as fontes renováveis de forma mais eficiente. A tecnologia *blockchain*, por exemplo, poderia tornar possível o controle das redes de energia por meio de contratos inteligentes (*smart contracts*), sinalizando ao sistema quando as transações devem ser iniciadas. Isso se basearia em regras predefinidas, destinadas a garantir que os fluxos de energia e de armazenamento sejam controlados automaticamente, de modo a equilibrar a oferta e a demanda.

No contexto da digitalização, as tecnologias de redes inteligentes, inteligência artificial e sistemas de monitoramento de energia oferecem um controle cada vez maior, mas trazem novos desafios, como a coordenação das informações, a interpretação das informações e a segurança dos dados. O *blockchain* mostra-se como uma alternativa, ao permitir resolver a questão da coordenação das

informações dos diferentes aparelhos, sistemas e instrumentos, além de prover segurança dos dados, devido à criptografia.

Ressalta-se que a digitalização aportará uma série de benefícios para o SE. Do lado da oferta, permite o aumento da produtividade de operação e a eficiência dos ativos, além do controle dos sistemas de transmissão e de distribuição por meio de monitoramento remoto, controle e automação. Do lado da demanda, os consumidores poderão se beneficiar de novas soluções tecnológicas das concessionárias e de outros fornecedores de bens e serviços para o SE.

No cenário de difusão da micro e mini geração distribuída, a tecnologia *blockchain* auxiliará as empresas do SE com um conjunto cada vez mais complexo de transações entre pequenos e grandes produtores e os consumidores. Além disso, com esta tecnologia, as empresas de energia poderão ter uma série de benefícios para suas atividades e consumidores, como (i) redução de riscos, (ii) melhoria de processos de *back office*, (iii) redução de custos, (iv) proteção contra possíveis ataques cibernéticos e (v) coordenação de dados entre diferentes aparelhos nas residências.

O *blockchain* pode oferecer às empresas uma maneira mais eficaz de registrar e processar dados, além de permitir aos consumidores um modo mais eficiente de administrar suas faturas de energia elétrica, uma vez que, pela plataforma, os usuários poderiam ter acesso aos dados e às transações em andamento.

Quanto às trocas de energia (P2P), a tecnologia *blockchain* constituiria uma plataforma para a realização de compra e venda de energia. O objetivo destas trocas seria balancear a oferta e a demanda, em tempo real, de forma autônoma e descentralizada. Para isso ocorrer, contudo, são necessários alguns requisitos básicos, como, obrigatoriamente, um medidor inteligente e, preferivelmente, uma bateria.

O funcionamento da plataforma, baseada na tecnologia *blockchain*, para trocas de energia é composto, *a priori*, pelas seguintes etapas:

- i. Primeiro, o prosumidor gera um excedente de energia;
- ii. Depois, esta energia é exportada para a rede e registrada em um medidor inteligente antes de ser registrada no *blockchain*;
- iii. Em seguida, a energia exportada é representada por um *token* (por exemplo, 1 *token* = 1 kWh);
- iv. Os *tokens* podem ser registrados no mercado aberto para que os consumidores possam adquiri-los; e
- v. Os consumidores têm acesso a uma lista com as vendas que estão ocorrendo, com o tipo de geração que foi realizada e a localização precisa.

Com a tecnologia *blockchain*, pode-se saber quanto um usuário poderia contribuir em termos de energia, uma vez que, na rede, haveria informações sobre quanto ele produziu e quanto deseja consumir, em kWh. O *blockchain* seria, portanto, um mecanismo de definição das preferências de consumo e de geração dos

prosumidores, operacionalizando regras preestabelecidas, por meio de contratos inteligentes, em função da variação de preço, de hora, de fluxo e de estoque de energia.

III- Experiência Internacional

Os estudos de caso de uso de *blockchain* são amplos e podem se estender a todas as fases da cadeia de fornecimento de energia. Neste artigo, são examinados projetos piloto, na Europa, na Austrália e nos EUA.

No Setor Elétrico, tanto grupos globais quanto *startups* estão envolvidos em aplicações de *blockchain*. Destaca-se que a maioria dos projetos ainda está em fase inicial, com foco na otimização dos resultados das empresas e nas trocas de energia P2P.

As empresas europeias têm realizado iniciativas de inovação aberta para enfrentar os desafios do atual cenário do SE, com a promoção de *blockchain*. Neste contexto, a atuação em conjunto com outras empresas e *startups* é fundamental para o desenvolvimento das aplicações.

Em 2018, a EDF Energy entrou em um consórcio liderado pela empresa de tecnologia Electron, em parceria com a Siemens e outras empresas do ramo, com o objetivo de desenvolver uma plataforma, baseada na tecnologia *blockchain*, para comercialização de energia⁵ e tornar o mercado de energia mais flexível. Para isso, as trocas de energia devem ser mais transparentes e os custos de infraestrutura mais eficientes. Neste caso, o *blockchain* poderia ser utilizado para automatizar o processo de *checks and balances*, pois criaria uma espécie de base de dados aprovada por todos os participantes, o que reduz os custos dos negócios e do *back office*.

Um dos objetivos da EDF Energy é a extração do valor máximo de cada kWh na flexibilidade, o que reduziria os custos de balanceamento dos sistemas e, conseqüentemente, os custos gerais para os consumidores⁶. Nesta direção, o consórcio deseja testar um mecanismo de trocas bilaterais até a metade de 2018. A plataforma que está sendo desenvolvida será um mercado compartilhado de ativos de energia que pode responder a sinais de preços. Em resumo, a ideia é criar um sistema de registros que não requer um sistema central de coordenação, pois está baseado na tecnologia *blockchain*. A plataforma poderá ser acessada pelas empresas que participam do consórcio para criação de serviços inovadores de valor acrescentado.

Destaca-se, ainda, que a plataforma desenvolvida pelo consórcio deseja aplicar o *blockchain* para explorar novos potenciais de flexibilidade que não são acessíveis,

⁵ Site da Electron. Disponível em: <http://www.electron.org.uk/> Acesso em: 03 de abril de 2018.

⁶ Disponível em: <https://www.ibtimes.co.uk/edf-energy-shell-join-electrons-blockchain-energy-consortium-1658271> Acesso em: 03 de abril de 2018.

devido aos altos custos de transação e às regras do mercado. Com o aumento dos pontos de consumo – em específico, os carros elétricos – e da geração distribuída, pode-se obter maiores benefícios de um sistema mais flexível.

Além da EDF Energy, outras empresas estão desenvolvendo aplicações relacionadas ao uso da tecnologia *blockchain*. A empresa austríaca Wien Energie, por exemplo, está realizando um teste de trocas de energia com outras duas concessionárias⁷.

Outro consórcio, chamado de Enerchain, congrega aproximadamente 40 empresas do setor de energia, incluindo a EDP, Enel, Engie e E.on. O objetivo deste grupo é desenvolver um *blockchain* privado, atualmente operado pela Ponton, uma consultoria de comercialização de energia alemã. Duas aplicações de *blockchain* que a Ponton está desenvolvendo são (i) a otimização de processos de gerenciamento de rede e (ii) a comercialização P2P. Além disso, a Ponton desenvolveu um protótipo que simula processos de gerenciamento de redes, com a finalidade de acelerar e sincronizar as atividades dos parceiros de mercado, e a ferramenta de negociação P2P Enerchain, que tem sido utilizada como plataforma para o comércio energético europeu no *blockchain*, sem um mercado central operado por terceiros.

De acordo com a Indigo, mais de 50 *startups* operam, atualmente, em soluções, protótipos ou projetos pilotos de *blockchain* no Setor Elétrico⁸. Neste conjunto de experiências, destacam-se como mais relevantes ao SE as que seguem.

A *startup* austríaca Grid Singularity está utilizando *blockchain* para validar trocas de energia elétrica e monitorar os equipamentos da rede⁹.

A *startup* americana LO3 Energy, em parceria com a Siemens, criou o Brooklyn Micro Grid Project. Em 2016, esta iniciativa realizou a primeira troca de energia do mundo entre dois consumidores por meio de uma plataforma baseada na tecnologia de *blockchain*. Desenvolveu-se o *Transactive Grid*, que é constituído por um medidor inteligente e por um computador, os quais registram a produção e o consumo e, depois, compartilham as informações. Os medidores criados pela Siemens para o projeto têm algumas peculiaridades: (i) comunicam-se com outros medidores; (ii) realizam transações na *blockchain*, (iii) contribuem para a computação necessária visando a ocorrência das transações e (iv) comunicam-se com outros aparelhos, como, por exemplo, computadores.

Já a *startup* Power Ledger iniciou suas operações na Austrália, em 2016. Ela criou um *software* que permite aos consumidores venderem o excesso de energia de

⁷ Wien Energie testa *blockchain*. Disponível em: <https://www.wienenergie.at/eportal3/ep/contentView.do/pageTypeId/67831/programId/74495/contentTypeId/1001/channelId/-53365/contentId/1801137>. Acesso em: 03 de abril de 2018.

⁸ Indigo. Disponível em: <https://www.indigoadvisorygroup.com/blockchain> Acesso em: 03 de abril de 2018.

⁹ Grid Singularity. Disponível em: <http://gridsingularity.com/#/>. Acesso em: 03 de abril de 2018

seus painéis solares a vizinhos, com as informações registradas no *blockchain*. As transações de energia de uma pessoa para outra ocorrem por meio de uma unidade denominada Sparkz (*token*), a qual constitui uma representação digital do valor em centavos monetários de energia. O comprador recebe a energia e o vendedor recebe os pagamentos pela eletricidade de forma quase simultânea. Assim, quando o Sparkz vai para a carteira do vendedor, pode ser convertido para dólares. Além do Sparkz, com a finalidade de consolidar as operações internacionais, a Power Ledger criou um segundo *token*, denominado POWR, para que o mesmo pudesse ser transferido outros lugares e convertido no Sparkz *token*. Os Sparkz *tokens* possuem valores diferentes em função da localidade e estão lastreados na menor denominação de moeda local, o que foi realizado para compensar as diferenças de preços de energia nas várias localidades. A conversão dos *tokens* de POWR para Sparkz, portanto, é necessária para comprar e vender eletricidade.

Destaca-se que, em 2017, a Power Ledger possuía 11 mil participantes com medidores inteligentes, com o apoio do Governo Federal Australiano e da distribuidora envolvida em suas operações. Em cinco semanas, a Power Ledger recebeu 34 milhões do seu *Initial Coin Offering* (ICO), emitindo 540 milhões de POWR *tokens* para os consumidores.

III- Conclusões

Como destacado, há diversas iniciativas sendo realizadas com *blockchain* no Setor Elétrico, mas existe uma série de desafios para fazer esta tecnologia escalar. A questão da quantidade de energia consumida pela computação que realiza as verificações das transações em *blockchain* é uma delas, além do tempo de verificação de transações ainda não ser instantâneo.

Destaca-se que o êxito da aplicação desta tecnologia vai depender não só das capacidades técnicas do sistema, mas também do arcabouço regulatório, da escalabilidade da tecnologia, da resiliência e de aspectos relacionados à viabilidade econômica dos investimentos.

Por um lado, possíveis evoluções neste contexto podem depender de as empresas que atuam no SE, denominadas também por empresas incumbentes se mobilizarem fortemente na difusão de aplicações *blockchain*, rumo à maior digitalização do Setor Elétrico. Neste sentido, serão necessárias inovações regulatórias para dar suporte e garantia aos novos modelos de negócio que estarão se estruturando *via a vis* aos negócios vigentes. Por outro lado, pode-se observar, ao nível internacional e em mercados mais liberalizados, o crescente aparecimento de *startups* adjacentes às empresas do Setor Elétrico, com o foco em aplicações *blockchain* dedicadas à valorização dos dados disponíveis, cada vez mais granulares e imediatos, sobre consumos, geração distribuída e utilização de infraestrutura. Em qualquer destes cenários, há consistentes perspectivas de (i) novas oportunidades de interação dos consumidores finais com o Setor Elétrico, (ii) criação de novos serviços e (iii) preocupação com a aumento do bem-estar e qualidade do serviço prestado.