



7th INTERNATIONAL WORKSHOP ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION Academic

“CLEANER PRODUCTION FOR ACHIEVING SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS”

Aplicação da Arquitetura *Blockchain* na Gestão de Resíduos Sólidos em um Município de Pequeno Porte

FRANÇA, A. S. L.^{a,c,*}, AMATO NETO, J.^a, GONÇALVES, R.F.^{a,b}, ALMEIDA, C.M. V. B.^b

a. Universidade de São Paulo, São Paulo

b. UniversidadePaulista, São Paulo

c. Universidade Nove de Julho, São Paulo

*Corresponding author, Antonio.limongi@hx8.com.br

Resumo

Essa pesquisa trata da aplicação da arquitetura digital *Blockchain* na gestão de resíduos sólidos em um pequeno município do interior do estado de São Paulo, Brasil. A pesquisa em andamento está relacionada à transformação tecnológica de um sistema de remuneração à coleta de resíduos no município, voltado à inclusão social de catadores por meio do uso de moeda social. O sistema atual utiliza cartões impressos denominados Moedas Verdes, apresentando vulnerabilidades que deverão ser superadas com a implantação do novo sistema. A nova aplicação utiliza criptomoedas sociais e suporte de segurança através de *Blockchain* a fim de garantir a necessária integridade da informação, possibilitando a gestão de um número expressivo de coletores e contribuindo para a melhoria da qualidade de vida no município em relação aos aspectos típicos da sustentabilidade: educação, saúde, meio ambiente, inclusão social e economia locais.

Palavras-chave: *Blockchain*, criptomoeda, resíduos sólidos; sustentabilidade; inclusão social.

1. Introdução

A utilização de novas tecnologias aplicadas a situações do dia a dia das pessoas e das cidades, envolvendo questões relativas à sustentabilidade, é o ponto de partida desta pesquisa.

Conforme levantamento do Instituto de Pesquisas Econômicas Avançadas (IPEA, 2017), apenas 13% dos resíduos sólidos urbanos são reciclados no Brasil, o que evidencia a necessidade de maior atuação dos gestores públicos neste assunto.

O sistema de Moedas Verdes empregado no município em estudo traz ganhos em sustentabilidade, na medida em que resíduos sólidos são coletados e reciclados, proporcionando remuneração dos coletores - membros de famílias de baixa renda. Por outro lado, sendo um sistema manual, torna seu uso restrito a uma pequena escala operacional e, segundo os gestores municipais envolvidos no projeto, é sujeito a fraudes.

“CLEANER PRODUCTION FOR ACHIEVING SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS”

Barranquilla - Colombia - June 21st and 22nd - 2018

O objetivo deste trabalho é descrever a aplicação da arquitetura digital *Blockchain* na gestão de resíduos sólidos em um pequeno município do interior do estado de São Paulo, Brasil. O novo sistema utiliza *vouchers* na forma de criptomoedas sociais, com suporte da arquitetura *Blockchain*. Por ser totalmente informatizado, tem potencial de ganho de escala operacional e ainda pode ser replicado em centenas de outros municípios do Brasil e de outros países em desenvolvimento. O *Blockchain* é capaz de garantir a integridade das informações relativas à justa remuneração dos coletores e a integridade da informação pública ao longo do processo, o que também garante ao gestor público a transparência do processo.

Especificamente, esse trabalho: (1) descreve o sistema atualmente em funcionamento no município; (2) descreve o modelo lógico de um sistema baseado em criptomoedas sociais com suporte na arquitetura *Blockchain*; (3) Discute os resultados esperados com a implantação do novo sistema.

2. Revisão teórica

2.1 Gestão de resíduos sólidos

Para Diaz (2017), os problemas típicos dos países em desenvolvimento em relação à gestão dos resíduos sólidos gerados nos municípios relacionam-se com a falta de políticas públicas claras e exequíveis.

A quantidade total de resíduos sólidos gerados nos municípios é da ordem de 1 bilhão e trezentas toneladas por ano (DIAZ, 2017; JALIGOT e CHENAL, 2018). Para Coban, Ertis e Cavdarouglu (2018), se considerarmos uma população urbana de 4,3 bilhões de residentes em 2025, a uma taxa de geração de resíduos sólidos municipais em torno de 1,42 kg/pessoa/dia, teremos então um total de 2,2 bilhões de toneladas de RSU por ano, o que poderá gerar imenso problema de saúde se não houver tratamento adequado do problema. Li, Han e Lu (2018) verificaram em uma revisão sistemática da literatura que entre 2007 e 2016, boa parte dos artigos científicos pesquisados diz respeito ao tema dos resíduos sólidos municipais (6,6%, ou 143 artigos). O segundo tema mais pesquisado relaciona-se diretamente com gestão de resíduos, com 4,3%, ou 104 dos artigos publicados em revistas do campo (qual campo?). Esses autores relatam que os resíduos sólidos urbanos incluem os resíduos sólidos municipais, os resíduos sólidos comerciais, os industriais, os de construções e os oriundos de reformas e demolições de construções. Já os resíduos sólidos municipais incluem resíduos têxteis, metais, vidros, plásticos, papéis, metais e resíduos orgânicos. Informam ainda que, de 2007 a 2016 foi crescente o interesse em países em desenvolvimento pelo tema, enquanto que nos países desenvolvidos o tema se manteve com interesse estável, do ponto de vista do interesse acadêmico. Verificaram ainda que o tema da sustentabilidade relativa à gestão dos resíduos sólidos gera grande interesse em países em desenvolvimento, os quais estão muito atrasados em relação aos países desenvolvidos.

Fuss, Barros e Poganietz (2018) destacam na Agenda 21 global, uma oportunidade para que as cidades criem empregos dignos, incentivem o consumo responsável e protejam o meio ambiente. De acordo como Ministério do Meio Ambiente brasileiro (MMA, 2018), a Agenda 21 global pode ser definida como: um instrumento de planejamento para a construção de sociedades sustentáveis, em diferentes bases geográficas, que concilia métodos de proteção ambiental, justiça social e eficiência econômica. O Brasil criou sua própria agenda 21, com base na agenda 21 global. Criou ainda a Agenda 21 local (MMA, 2018), que objetiva a integração dos poderes públicos federal, estadual e municipal, sendo relevante a participação da sociedade civil neste processo.

Como política pública em âmbito nacional, a gestão dos resíduos sólidos encontra guarida na Lei Federal 12035, de 2010 (MMA, 2018), na qual se definem os resíduos sólidos urbanos, domésticos, industriais etc., bem como a definição de responsabilidades da União, dos Estados e dos Municípios.

Por outro lado, a geração de resíduos sólidos municipais tem sido um dos maiores problemas a serem enfrentados pelos gestores municipais, uma vez que há a tendência cada vez maior de migração das pessoas do campo para a cidade, com o aumento do consumo e da geração de resíduos sólidos. (Leal Filho et al, 2016).

O levantamento do MMA em 2015 sobre cidades com e sem gestão de resíduos sólidos Mostrou que do total de 2325 municípios brasileiros, 42% declararam ter planos de gestão integrada de resíduos sólidos e 58% declararam não ter planos (MMA, 2018). Os municípios com plano declarado totalizavam 107 milhões de habitantes e os municípios sem plano declarado totalizavam 97 milhões. O estudo considera a geração diária de resíduos em torno de 1,04 kg/pessoa, por dia.

2.2 Blockchain

O final do século XX trouxe ao mundo a Internet. Desde então verifica-se uma evolução antes inimaginável nos modos de relacionamento entre pessoas e grupos, na oferta de novos produtos e serviços e de novas profissões e mercados, bem como o declínio e morte de antigos produtos, serviços, profissões e mercados.

Recentemente, as moedas digitais, ou criptomoedas, surgem como um fenômeno tanto econômico quanto social à medida que introduzem o conceito de moeda desvinculada de governos ou bancos centrais. Essas moedas têm aceitação universal e são apoiadas unicamente em acreditação ao longo de uma rede descentralizada e uma tecnologia revolucionária: o *Blockchain*.

Segundo o documento de Satoshi-Nakamoto (2008), relativo ao lançamento da moeda *Bitcoin*, a sua arquitetura tecnológica em redes de blocos é a base de sustentação e integridade desta que é a pioneira moeda virtual no mundo.

Bitcoin surgiu como uma moeda virtual, eletrônica, que permite transações em tempo real diretamente de uma pessoa a outra sem passar por uma entidade financeira centralizadora da operação. A solução é composta de assinaturas digitais em redes ponto a ponto, distribuídas, sem a utilização de um banco de dados e de um computador central. A cada nova transação é criada uma identidade única (hash). A cada unidade de tempo essas várias transações oriundas de algum lugar do planeta são compactadas em um novo bloco, em rede. Cada novo bloco recebe uma identificação única, incluindo todas as transações anteriores com suas próprias identidades únicas. Computadores ao redor do mundo, todos conectados entre si no modo ponto a ponto, processam o algoritmo de constituição do novo bloco. Conseguirá formar o novo bloco, em ordem cronológica, aquele computador que resolver antes dos outros um novo problema matemático, denominado prova de trabalho. A validação será auditada pelos outros computadores da rede. O prêmio ao computador que resolver o problema antes dos outros é o recebimento de um número pré-determinado de *Bitcoins*, tendo como obrigação a criação do novo bloco na rede (SATOSHI-NAKAMOTO, 2008). A Fig. 1 ilustra a formação de um novo bloco no *blockchain*.

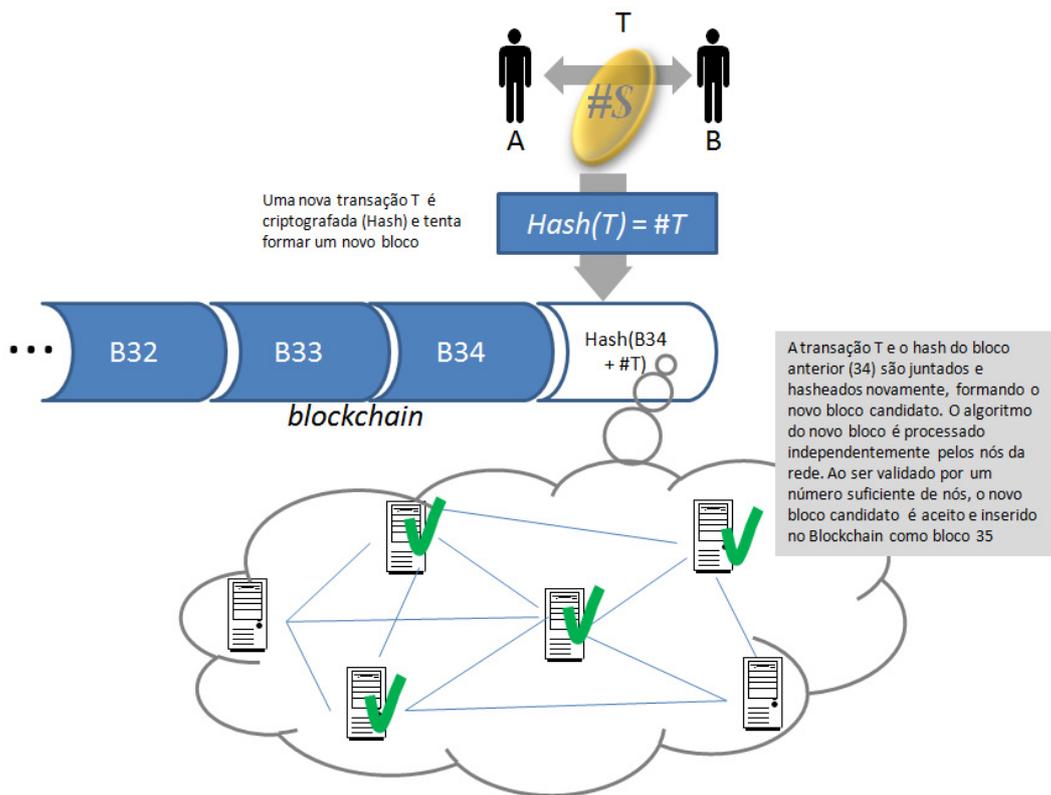


Fig. 1. Geração de um novo bloco, contendo a transação T. O *hash* inclui a identificação das partes A e B e dados da transação. Fonte: os autores.

Dá-se o nome de *Blockchain* à rede de blocos com estrutura ponto a ponto, a qual foi popularizada a partir do surgimento da criptomoeda *Bitcoin*. Tem-se, deste modo, o *Blockchain* do *Bitcoin* (ASTE, TASCA e DI MATTEO, 2017). Os autores destacam as características típicas do *Blockchain*, que levou sua utilização a diversas outras aplicações em negócios.

Desde 2014 observa-se que a infraestrutura que tornou a moeda *Bitcoin* um sucesso, por sua integridade, confiabilidade e transparência pública é, na verdade, oportunidade maior que o produto lançado com seu suporte estrutural de segurança (MOUGAYAR, 2017). Segundo Schwab (2017) desde 2015 a Estônia utiliza *Blockchain* oficialmente como tecnologia digital em seus sistemas para atendimento aos cidadãos.

Outras organizações, além daquela responsável pelo lançamento da moeda *Bitcoin*, dispuseram-se a lançar arquiteturas *Blockchain* com aspectos específicos. Destaca-se a Fundação *Ethereum*, que apresenta um sistema de automação de contratos integrado ao sistema de geração de blocos em ordem cronológica e distribuída. Tem-se então o *Blockchain* do *Ethereum* (ETHEREUM FOUNDATION, 2018).

2.3 Aplicações Sociais com Blockchain

Yunus (2008) define negócios sociais como aqueles nos quais os lucros não podem ser distribuídos aos investidores em valores maiores que os investidos, devendo ser revertidos em benefício das populações de baixa renda, no âmbito do próprio negócio. Comini (2016) define o tema de modo diverso. Para a autora, os negócios sociais se referem à melhoria das condições de vida da “população do segmento de baixa renda e minorias no mercado formal e tem como preocupação a melhoria das condições devida desta população e/ou a conservação da biodiversidade”.

Neste contexto, sistemas que utilizam *Blockchain* podem propiciar segurança, integridade, dispensa da confiança entre partes, dispensa do intermediário garantidor da integridade e agilização das relações entre pessoas e entre organizações formais. Podem também levar à inclusão social das populações de baixa renda, marginalizadas ou com possibilidades restritas de atuação no mercado formal {REF}. Tal inclusão social poderá ocorrer em decorrência da arquitetura de *Blockchain*, aberta e distribuída, dispensando, em sua essência, a necessidade de autoridade centralizada, como o são os bancos e os cartórios de notas, de registros de imóveis etc. É o caso da atual tendência de implementação do conceito de “banco para quem não tem banco”, conforme pesquisas sobre países em desenvolvimento (OECD, 2017; OECD, 2016).

O fato de *Blockchain* se tornar uma oportunidade de inclusão social na medida em que poderá levar serviços financeiros e circulação de moeda a quem não tem acesso aos bancos (LEWIS, 2015), é ameaça às entidades financeiras tradicionais (MOUGAYAR, 2017), porque poderá permitir que pessoas que não tem acesso aos bancos, seja porque estão distantes de centros urbanos, seja porque não tem recursos para suportar os custos de manutenção de uma conta em banco, possam utilizar moedas virtuais para o pagamento das suas contas, por intermédio do uso de moedas virtuais (NEWMAN e TARASIEWICZ, 2015).

Um caso recente é o sistema elaborado para atender às necessidades da ONU (2017), que forneceu *vouchers* a 10.000 refugiados na Síria, garantidos por sistema que utilizou a arquitetura *Blockchain* do *Ethereum* (ONU, 2017). Com o uso da arquitetura *Blockchain* garantiu-se a validade de cada *voucher* e a sua característica de ser único e específico. Foram utilizados para comprar alimentos.

3. Método de pesquisa

A pesquisa baseia-se em Design Science Research (DSR) no desenvolvimento de um modelo de sistema de informação que pretende mostrar como *Blockchain* pode resolver o desafio da integridade e da garantia da qualidade da informação em no modelo de negócio adotado no município em estudo para gestão de resíduos sólidos, com o emprego de moeda social. (XU, 2001; VAN AKEN, 2005).

Para Hevner et al. (2004), a DSR aplicada ao projeto de Sistemas de Informação procura estender a fronteira do existente, seja em nível organizacional como humano, criando o Novo, por meio de artefatos inovadores. Os artefatos podem ser modelos de sistemas, protótipos, algoritmos, ou qualquer outro elemento criado.

Nesta pesquisa, segue-se os três passos iniciais dos seis passos referentes à DSR aplicada a Sistemas de Informação, conforme definidos por March e Storey (2007): (1) identificação e descrição clara de um Problema organizacional de TI relevante; (2) demonstração de que não existem soluções adequadas na base de conhecimento de TI existente; (3) desenvolvimento e apresentação de um novo artefato de TI (construções, modelos, métodos ou instâncias) que aborda o problema. Especificamente, é realizada a descrição do sistema atualmente em uso, denominado “sistema manual”, as restrições e limitações apresentadas por este e a descrição do sistema em desenvolvimento baseado em *Blockchain*, com artefato representativo do modelo lógico do sistema e protótipos de interfaces gráficas.

4. Descrição do Contexto de Aplicação

Nesta seção são discutidos o sistema atual “manual”, que utiliza as moedas verdes impressas, bem como o novo sistema, em desenvolvimento, com criptomoedas sociais e com suporte por *blockchain*.

4.1 Sistema atual de gestão dos resíduos sólidos municipais

Em 2017 implantou-se um sistema de gestão dos resíduos sólidos domésticos em um município do interior do Estado de São Paulo. Esta iniciativa foi inovadora nos aspectos relativos à estrutura e às consequências positivas para o município e para os seus cidadãos.

O sistema atual funciona do seguinte modo: Famílias de baixa renda coletam resíduos sólidos domésticos (plástico, papelão e alumínio), levam os resíduos sólidos aos postos da Prefeitura onde os resíduos são trocados pelas chamadas Moedas Verdes (cartões plastificados que representam valores monetários), as quais são utilizadas no comércio local credenciado para troca por alimentos e material escolar. Comerciantes credenciados apresentam à Prefeitura o movimento do mês com tais trocas, recebendo o correspondente em espécie (Reais). A Prefeitura vende os resíduos para empresas compradoras de material para reciclagem, encerrando o ciclo. Este modelo de atuação foi premiado, inclusive em âmbito internacional, sendo possível e altamente desejável a sua multiplicação por outros municípios do Brasil e de outros países.

Destacam-se, ainda, os seguintes aspectos do sistema:

1. A população se desloca até o Ponto de Coleta, e leva os resíduos recicláveis para venda e recebe as moedas verdes impressas- A quantidade de moedas recebidas depende da quantidade de resíduos levados.
2. O cidadão, em posse da sua Moeda Verde, se dirige até os comércios cadastrados (padaria, supermercado, farmácia, mercearia) e compra produtos com a Moeda Verde.
3. A cada 15 dias uma recicladora da região vem ao município e compra os resíduos coletados, fazendo o pagamento em reais. Este valor é depositado em conta específica do Projeto na Prefeitura Municipal e é utilizado para pagamento das Notas Fiscais emitidas pelo comércio local pelas vendas com Moedas Verdes ao final do mês.

O sistema atual utiliza cartões plastificados, os quais foram impressos em gráfica local, sem especificação de garantia de integridade e de proteção contra fraudes em virtude dos custos associados a itens de segurança anti-fraude.

Este sistema proporciona renda complementar às famílias envolvidas e estimula a economia local pela circulação da moeda verde. Segundo os gestores municipais, o sistema motiva e conscientiza jovens e crianças em relação a adoção de comportamentos ecologicamente corretos. Do ponto de vista ambiental, os benefícios do sistema vão desde a formação e motivação das pessoas, incentivo à política de reciclagem, redução de resíduos sólidos em aterro sanitário, redução de resíduos em terrenos, lotes baldios, quintais e estradas.

Para os gestores municipais, o sistema pode contribuir com os indicadores de saúde do Município, com a potencial redução de ocorrências das doenças *Dengue, Zika e Chikungunya*. Outra melhoria na saúde, além das arboviroses, e que poderá ocorrer, está relacionada a acidentes com animais peçonhentos. Ressaltam ainda que outras ações nesta área foram adotadas para controle destes agravos, como o fortalecimento e o aumento da equipe de Controle de Vetores, porém a associação com o sistema poderá ser efetiva, visto que o sistema é executado pela mesma equipe de Controle de Vetores do município.

4.2 *Blockchain como garantia da integridade de um sistema de gestão de resíduos sólidos*

Para os gestores municipais, o uso de criptomoedas sociais com suporte de *Blockchain* trará para o sistema uma relevante inovação nos padrões de negociação entre coletores e comércio local, bem como a confiabilidade e fidedignidade nas transações monetárias. Deverá principalmente aumentar significativamente o número de coletores envolvidos, em função da garantia de integridade da circulação das criptomoedas. Hoje apenas 3,14% da população está envolvida com o sistema manual. Com a implantação do novo sistema, baseado em *Blockchain*, tal participação deverá crescer significativamente.

O propósito do novo sistema é proporcionar ganho de escala através da informatização do processo, juntamente com a garantia de integridade da informação e autenticidade da moeda em social em uso, na forma de criptomoedas, o que é assegurado pela arquitetura *Blockchain*. Especificamente, o uso

desta arquitetura deve: (a) garantir a integridade da informação do sistema, protegendo coletores de resíduos, comerciantes e a municipalidade; (b) suportar o ganho de escala operacional do processo visando aumentar significativamente a quantidade de resíduos sólidos que deixarão de ser despejados no atual aterro sanitário, com sua reciclagem e conseqüentes melhorias na sustentabilidade do município; (c) gerar dados confiáveis e auditáveis na contabilização dos resultados obtidos e indicadores de desempenho do novo sistema; (d) permitir a replicação do modelo para outros municípios.

4.3 Descrição do modelo lógico de um novo sistema, com uso da arquitetura Blockchain

O novo sistema adota a arquitetura do *Blockchain* do *Ethereum* e ambiente computacional em nuvem (*cloud computing*), propiciando maior segurança ao sistema, uma vez que estará protegido de situações de risco local, tais como perda de dados, queda de energia, tentativas de acesso indevido e outros problemas típicos. Para Park e Park (2017), tal combinação de uso de tecnologias (*Blockchain* em ambiente de computação em nuvem), aumenta a segurança geral do sistema em função da combinação das características de segurança inerentes a cada uma delas.

O novo sistema funciona de acordo com o seguinte modelo lógico:

A cada operação de entrega de resíduos sólidos pelo coletor à Prefeitura, ou compra de mercadorias no comércio credenciado ou ainda troca de moedas verdes pelo comerciante junto à Prefeitura, o sistema fará a operação com a garantia de integridade típica da arquitetura *Blockchain*. Para isso, o coletor utilizará o seu telefone celular ou mesmo um documento impresso com sua identificação pessoal e única, via *QR Code*, que será apresentada em suas operações com a Prefeitura. Cada coletor disporá de uma carteira virtual, de modo simples e seguro. O comerciante também disporá de sua carteira virtual. Tanto quando receber do coletor as Moedas Verdes quanto quando trocá-las na Prefeitura, as transações ocorrerão de modo virtual, sem possibilidade de erros ou fraudes. As moedas verdes virtuais, de posse da prefeitura, voltarão ao mercado de gestão de resíduos sólidos, para novas trocas com os coletores. A Fig. 2 apresenta os protótipos das interfaces de identificação do coletor e de registro de descarte.



Fig. 2. Protótipo da interface de identificação do coletor (*QR Code*) e saldo de moedas verdes e protótipo da interface de cadastro de descarte, para creditar moedas ao coletor. Fonte: Adaptado de documentação da equipe técnica do projeto.

5. Discussão Final

Segundo se pode inferir a partir das características da arquitetura *blockchain* e de acordo com a percepção dos gestores municipais envolvidos, o novo sistema deve trazer os seguintes resultados: a) garantia da integridade dos dados e das moedas verdes circulantes, pois o sistema novo, baseado em criptomoedas, impedirá qualquer eventual tentativa de fraude, perdas e erros em relação ao modo de receber/trocar/pagar itens com as moedas verdes virtuais, que substituirão os cartões impressos atuais b) possibilidade de relevante expansão do âmbito de atuação do sistema, atualmente restrito a 25 famílias do município. De acordo com a prefeitura, o novo sistema será aberto à população em geral, superadas as questões de segurança e dificuldades na gestão do sistema atual; c) melhorias nos aspectos da sustentabilidade já mencionados: saúde, educação, inclusão social, meio ambiente e economia do município, na medida em que a quantidade de usuários do sistema passará de 3,14% para um número praticamente ilimitado, pois uma das vantagens do sistema digital é sua escalabilidade. Desta forma, poderia envolver toda a população do município, tanto na área urbana quanto na área rural.

A continuidade da pesquisa envolve a implantação e teste do sistema em ambiente operacional real. Também deverão ser criados indicadores relativos aos aspectos socioeconômicos e ambientais, com o objetivo de permitir uma avaliação precisa das melhorias obtidas. Por fim, espera-se a replicação do modelo para outros municípios do Brasil e de outros países interessados.

6. Agradecimentos

Destaca-se um especial agradecimento aos gestores municipais e aos técnicos atuantes no

desenvolvimento do novo sistema.

Referências

ASTE, T.; TASCA, P.; DI MATTEO, T. (2017). *Blockchain technologies: The Foreseeable Impact on Society and Industry*. COMPUTER, V.50, Ed. 9, pp. 18-28.

COBAN, A; ERTIS, I.F.; CAVDAROGLU, N.A. (2018). Municipal solid waste management via multi-criteria decision making methods: A case study in Istanbul, Turkey, *Journal of Cleaner Production* (2018), doi: 10.1016/j.jclepro.2018.01.130.

COMINI, G. M. (2016). *Negócios sociais e inovação social: um retrato de experiências brasileiras*. Tese de livre docência – FEA/ISP. Disponível em: www.teses.usp.br/teses/disponiveis/.../Tese_livre_docencia_final_Graziella_Comini.pdf . f, 2016.

DIAZ, L.F., 2017. Waste management in developing countries and the circular economy. *Waste Management & Research* 2017, Vol. 35(1) 1 –2.

FUSS, M.; BARROS, R.T.V.; POGANIETZ, W.R., 2018. Designing a framework for municipal solid waste management towards sustainability in emerging economy countries - An application to a case study in Belo Horizonte (Brazil). *Journal of Cleaner Production* 178 (2018) 655e664.

ETHEREUM FOUNDATION (2018). Disponível em: <https://www.Ethereum.org/foundation>, , acesso em 02 03 2018.

HEVNER, A.R.; MARCH, S.T.; PARK, J.; RAM, S., *Design Science in Information Systems Research*, MIS Quarterly, 28(1), 2004, pp. 75-105.

IPEA (2017). Instituto de Pesquisa Econômica Avançada. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=29296, acesso em 26 02 2018.

JALIGOT, R.; CHENAL, J., 2018. Decoupling municipal solid waste generation and economic growth in the canton of Vaud, Switzerland. *Resources, Conservation & Recycling*. Volume 130 (2018) 260-266.

LEAL FILHO, W.; BRANDLI, L.; MOORA, H.; KRUIPIENE, J.; STENMARCK, A. (2016). Benchmarking approaches and methods in the field of urban waste management. *Journal of Cleaner Production* 112(2016) 4377-4386.

LEWIS, A (2015). *Blockchains and financial inclusion*. Disponível em: <https://bitsonblocks.net/2017/08/22/Blockchains-and-financial-inclusion>, 2015.

LI, N.; HAN, R.; H.; LU, X. (2018). Bibliometric analysis of research trends on solid waste reuse and recycling during 1992–2016. *Resources, Conservation & Recycling* 130 (2018) 109–117.

MARCH, S, T.; STOREY, V. C. *Design Science in the Information Systems Discipline: an introduction to the special issue on design science research*. MIS Quarterly, Vol. 32 No. 4, pp. 725-730/December 2008

MMA, 2018. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em <http://www.mma.gov.br>, acesso em 26 02 2018.

MOUGAYAR, W (2017). *Blockchain para negócios*. Alta Books, RJ, 2017.

NEWMAN, A.; TARASIEWICZ, M. (2015). Cryptocurrencies as Distributed Community Experiments. Handbook of Digital Currency, pp. 201-222, 2015.

OECD (2017). Making Innovation Benefit All: Policies for Inclusive Growth. Disponível em: <https://www.innovationpolicyplatform.org/system/files/Inclusive%20Growth%20publication%20FULL%20for%20web.pdf>, 2017, acesso em 11 11 2017.

OECD (2016). Disponível em: <https://www.oecd.org/sti/Megatrends%20affecting%20science,%20technology%20and%20innovation.pdf>, 2016, acesso em 11 11 2017.

ONU (2017). Disponível em: <https://www.criptomoedasfacil.com/onu-usa-o-Blockchain-doehtereum-para-enviar-ajuda-a-siria>, acesso em 02 03 2018.

PARK, J.H.; PARK, J.Hy. (2017). *Blockchain Security in Cloud Computing: Use Cases, Challenges, and Solutions*. Symmetry, 2017, V.9, Ed. 8, 164.

SATOSHI-NAKAMOTO (2008). *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*. Disponível em: www.Bitcoin.org, acesso em 02 03 2018.

SCHWAB, K. (2016). A quarta revolução industrial. Edipro, SP, 2016.

VAN AKEN, J. E. Management Research as a Design Science: Articulating the Research Products of Mode 2 Knowledge Production in Management. British Journal of Management, 16 (1) 19-36, 2005.

XU, L. Technological Rules Based Business Models Analysis: A Design Science Approach, International Journal of Business and Management, Vol. 6, No. 9; 2011.

YUNUS, M (2008). Creating a world without poverty: social business and the future of capitalism. In: Global Urban Development V. 4, issue 2. 2008.