

Implantação de Smart Contracts para formação de ventures tecnológicas acadêmicas através de redes Blockchain

Alfredo Colenci Neto¹, Matheus Stefan Benetton Immer¹, Daniel Capaldo Amaral¹

¹Departamento de Engenharia de Produção – Universidade de São Paulo (USP)
Av. Trab. São Carlense, 400 – 13566-590 – São Carlos – SP – Brazil

{alfredo.colenci}@fatec.sp.gov.br

{matheus.immer}@usp.br

{amaral}@sc.usp.br

Resumo. *A tecnologia blockchain permite construir bases de dados descentralizadas, distribuídas e seguras, o que permite, em tese, auxiliar na formação de ventures tecnológicas acadêmicas. A pesquisa faz parte de um projeto que identifica oportunidades no contexto específico do ecossistema da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP). Descreve-se a segunda etapa, desenvolvimento de uma aplicação do tipo demonstração, que implementa um Smart Contract para compartilhamento das entregas do projeto colaborativo. Utiliza-se o framework Hyperledger e a biblioteca CC-Tools para criar a solução demo. Analisa-se a viabilidade técnica de gerenciar entregas, e a aplicabilidade da ferramenta CC-Tools (Go-Ledger). Finaliza-se com orientações para a próxima etapa: desenvolver uma aplicação completa e validá-la com especialistas.*

Abstract. *Blockchain technology enables the construction of decentralized, distributed, and secure databases, theoretically facilitating its support for the development of academic technological ventures. This research is part of a project aimed at identifying opportunities within the São Paulo Research Foundation (FAPESP) ecosystem. The second stage involves the development of a demonstration application that implements a Smart Contract for sharing collaborative project deliverables. The Hyperledger framework and the CC-Tools library are utilized to create this demo solution. The study assesses the technical feasibility of managing deliveries and evaluates the applicability of the CC-Tools (Go-Ledger) tool. The document concludes with recommendations for the next phase: developing a complete application and validating it with experts.*

1. Introdução

A blockchain é formada à partir de um conjunto de tecnologias que resultam em um banco de dados distribuídos, cujas informações e transações são protegidas por números *hash*, algoritmos de verificação de blocos e outros artifícios. A capacidade de gerar redes concomitantemente distribuídas e seguras auxilia na criação de modelos de negócio em diversas cadeias, redes produtivas e ecossistemas (Trabucchi et al. [2020]).

As Technology Ventures são um exemplo de empreendimento com estas características: envolvem colaboração distribuída, com troca de informações e requisitos

exigentes no que diz respeito à confidencialidade, transparência e propriedade intelectual. Segundo Hirose [2018], o termo Technology Ventures se refere a uma atividade empreendedora para *startups* de tecnologia, universidades e *spin-outs* que persegue a comercialização de uma tecnologia desenvolvida, transformando-a em inovação.

A tecnologia *Blockchain* possibilita a construção de sistemas que apoiem o registro de transações, de forma fácil e imutável, utilizando algoritmo transparente, verificável pelos computadores de cada ponto da rede (*peer*), capazes, portanto, de contribuir com os dois problemas. Piccirillo et al. [2022] apontam estes potenciais benefícios para a área de planejamento de tecnologia, identificados por meio de revisão bibliográfica sistemática.

O desafio é avançar para o campo das soluções práticas e descobrir como utilizar o potencial da tecnologia *blockchain* e gerar conhecimento capaz de desenvolver indicar aos especialistas como fazer uso dela. Dada a diversidade de tipos de *technology ventures* e heterogeneidade de projetos, trata-se de problema complexo, sem solução de acordo com as revisões bibliográficas realizadas.

Como contribuição para o problema, iniciou-se um programa de pesquisa para identificar as oportunidades no ecossistema da FAPESP e verificar a viabilidade técnica. A primeira etapa envolveu o uso de técnicas de pesquisa documental, entrevistas e análise de conteúdo para a identificação de oportunidades. O resultado foi publicado em Immer et al. [2023]. Este artigo descreve a segunda etapa, a análise da viabilidade técnica por meio do desenvolvimento de uma aplicação do tipo demonstração, utilizando o *framework Hyperledger Fabric* e a biblioteca CC-Tools (Go Ledger). Implementou-se um Smart Contract que regula a manipulação de entregas do projeto colaborativo entre os parceiros.

2. Metodologia

A pesquisa adota uma abordagem multimétodos, conforme Mingers [2003], Venkatesh et al. [2013]. Optou-se por delimitar o escopo nas etapa inicial do processo de formação das Technology Ventures até a submissão do projeto, seguindo a recomendação de Hirose [2018]. Outra delimitação foi a escolha do ecossistema de projetos que gravitam em torno da Fundação de Amparo à Pesquisa (FAPESP). O resultado principal da primeira etapa foi uma lista de potenciais benefícios da tecnologia *blockchain* no contexto da formação de ventures, apoiadas por uma fundação de apoio, a FAPESP, disponível em Immer et al. [2023]. Dentre eles, está a possibilidade de monitorar entregas e *feedback* nas transações, escolhida para a verificação.

Iniciou-se pelo estudo da ferramenta Blockchain Canvas para delimitar o escopo da aplicação e identificar as regras gerais do Smart Contract. Em seguida, por meio da biblioteca CC-Tools, da empresa Go Ledger que oferece um *framework* para o desenvolvimento de redes, realizou-se a implementação do Smart Contract. A análise abordou duas dimensões. Em primeiro lugar, a adequação do protótipo ao caso de uso derivado da oportunidade, verificando se a solução demonstração atende o caso de uso. Em segundo lugar, a aplicabilidade da biblioteca CC-Tools para construção de redes desta natureza, vantagens e pontos críticos.

3. Referencial Teórico

3.1. Ventures tecnológicas acadêmicas

Define-se *venture* tecnológica, segundo Hirose [2018], como colaborações onde se dá o projeto de inovação no contexto de um ecossistema. Hirose [2018] analisou o resultado de um número significativo de estudos de casos de desenvolvimento de *Technology Ventures*, considerando as diferenças segundo os níveis de incerteza dos projetos. Como resultado, identificou um conjunto de cinco fases: I – Iniciação (Emergência da oportunidade); II Transição 1 para 2 (Decisão de formar a *venture* e criação do projeto); III - Transição de 2 para 3 (Obtenção de *funding* ou formação de startup / criação do projeto); IV – Transição de 3 para 4 (Testes com clientes e definições de estratégias); V – Transição de 4 para 5 (Lançamento do produto); VI – Fim da *venture* (consolidação da empresa com novas estratégia). As duas primeiras são as mais importantes para a pesquisa, inicialização e decisão para uma nova *Venture* ou Project Creation. Na primeira fase acontece a identificação dos potenciais parceiros, que exploram as complementaridades. Na segunda fase é quando é feita a decisão de iniciar o projeto.

3.2. Blockchain aplicado à *technology management*

Badzar [2016] define critérios necessários para definir uma solução com blockchain como: múltiplas partes interessadas (pessoas ou organizações), transações independentes; existência de terceiro ou parceiro que pode não ser confiável, e a necessidade de se garantir a autenticidade das transações, assegurada pela rede. A validação de transações é uma prioridade, tornando a autenticidade e a integridade dos dados fundamentais.

A tecnologia blockchain é composta pelos denominados *Smart Contracts*, que são contratos transparentes e com transferência de valores automático e peer-to-peer na internet Ante [2023]. Ela permite que os dados sejam armazenados de forma distribuída e segura. São o "coração" da aplicação Menezes and Colenci Neto [2022], com impacto significativo nas transações de ativos de forma colaborativa e distribuída.

Este tipo de solução pode dar origem a uma nova classe de ferramentas para a gestão de tecnologia, no caso específico de *Technology Ventures*. Há, porém, lacunas para a implementação de soluções reais. Considerando este desafio, iniciou-se a pesquisa para a etapa descrita neste artigo.

4. Resultados

4.1. *Blockchain Context Canvas*

A etapa anterior da pesquisa, descrita em Immer et al. [2023] foi composta de uma análise documental sobre o processo de apoio atual da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e identificaram as oportunidades de uso da tecnologia *blockchain*, a partir de entrevistas com pesquisadores experientes na submissão de projetos com empresas. Dentre os potenciais benefícios estão o de monitorar entregas do projeto e regular feedbacks e acordos entre eles [Immer et al., 2023, p.12].

A identificação do escopo da solução é o primeiro passo. Para isso aplicou-se o método *Blockchain Canvas de Contexto*, proposto por Colenci Neto and Amaral [2023]. Trata-se de uma ferramenta para auxiliar na definição dos pontos importantes para um projeto *blockchain*, envolvendo aspectos técnicos da rede e também do processo de negócio

da aplicação desejada. A figura 1 a seguir mostra o resultado do uso do Blockchain Canvas na proposta para formação de ventures tecnológicas.

Figura 1 - Blockchain Canvas de Contexto.

Blockchain - Context Canvas			
Project Name: BlockDemo V2 (RESchain)		Field: Agência de Financiamento	
Date: Jan. 2024			
Use Case: Demonstração simples, protótipo MVP com três orgs para entendimento das features e desenvolvimento de rede		Actors: (Peers)	
Context description: Proposição de entrada em projeto de inovação financiado para a FAPESP. Um pesquisador líder pretende participar de projeto com pesquisador associado, propondo entregas dentro de projetos.		<ul style="list-style-type: none"> • Agência de financiamento (AG: Org1) • Pesquisador líder (PL: Org2) • Pesquisadores associados (PA: Org3) 	
Assets:	Project Type:	Infrastructure :	Permisson:
Projeto	<input type="checkbox"/> Public	<input checked="" type="checkbox"/> Cloud	<input type="checkbox"/> Permissionless
Entrega	<input checked="" type="checkbox"/> Private	<input type="checkbox"/> On-Premisse	<input checked="" type="checkbox"/> Permissioned
Pesquisador	<input type="checkbox"/> Hibrid		
Macro Processes:		Main Datas:	Transactions:
<ul style="list-style-type: none"> • Agência cria o projeto • Pesquisador líder entra no projeto • Pesquisador líder convida pesquisadores associados a participarem do projeto • Pesquisadores associados entram no projeto • Pesquisador associado pede para entrar, a ser liberado pelo pesquisador líder 		Project: <ul style="list-style-type: none"> • name • ID • researchers Researchers: <ul style="list-style-type: none"> • name • institution • role 	<ul style="list-style-type: none"> proporProjeto aprovarProjeto encerrarProjeto proporEntrega: solicitarVerba aprovarVerba proporEntrega aprovarEntrega concluirEntrega

A técnica permitiu identificar que o Smart contract deveria ser criado para uma rede privada e fechada, formada pelos pesquisadores pré-credenciados na agência. Os três principais atores são: org1 – Agência de Fomento, org 2 – Pesquisador principal, e org3 – Pesquisador Associado. As transações envolvem a criação de entregas entre o Agência de Fomento que cria um Projeto, e dentro desse projeto o pesquisador principal possui permissão para alocar uma ou mais Entregas; além disso, o pesquisador líder pode criar pesquisadores, os quais são associados às entregas correspondentes. O pesquisador associado consegue também alterar o status das entregas. Em seguida a possibilidade de delegar tarefas para outros pesquisadores que podem de forma transparente, flexível e iterativa se associar ao longo do projeto, com muito maior flexibilidade do que no procedimento formal. Dado que o pesquisador que participa da rede já foi credenciado pela agência, é possível que o pesquisador principal busque, dentre a rede de credenciados, o especialista que necessita, depois do projeto ser aprovado. Esta divisão de tarefas que permite a elaboração do projeto entre pesquisador principal e agência, leva a uma simplificação de várias etapas de envio de documentação e da necessidade de definir detalhes da participação de parceiros que, em projetos complexos, atingem cifras de dezenas de pesquisadores.

4.2. O contrato inteligente

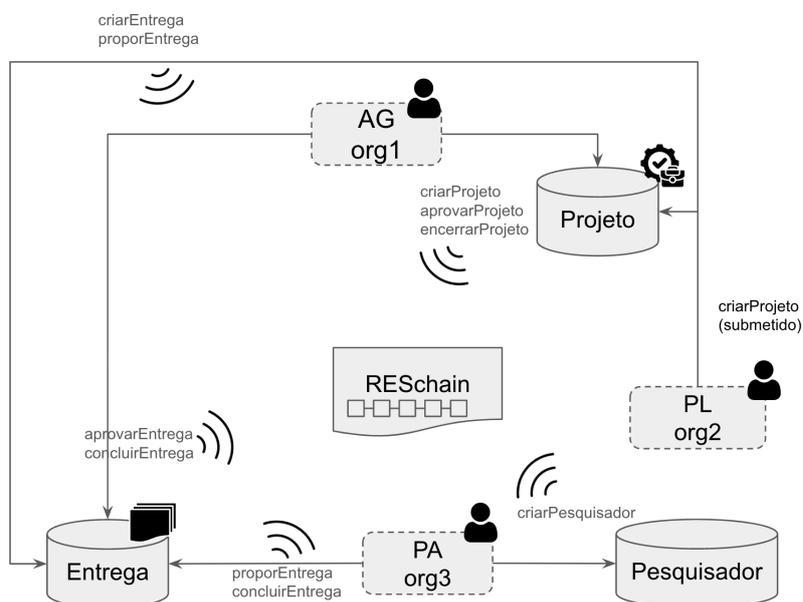
O contrato inteligente foi criado à partir das definições realizadas na etapa anterior e com os conhecimentos obtidos do estudo da biblioteca CC-Tools. Utilizando-se a linguagem de programação GoLang e a ferramenta Visual Code, alimentados com o framework Hyperledger Fabric e o conjunto de ferramentas da CC-tools, nos arquivos conforme figura 2 abaixo.

Figura 2 - Arquitetura da Rede.

```
reschain/
├── chaincode
│   ├── assettypes
│   │   ├── entrega.go
│   │   └── projeto.go
│   ├── assetTypeList.go
│   ├── txdefs
│   │   ├── proporProjeto.go
│   │   ├── aprovarProjeto.go
│   │   ├── encerrarProjeto.go
│   │   ├── proporEntrega.go
│   │   ├── aprovarEntrega.go
│   │   └── concluirEntrega.go
│   └── txList.go
```

O contrato inteligente possui a definição dos usuários e seus perfis, as regras e transações necessárias para a formação da venture tecnológica até a submissão do projeto ao órgão de fomento, sendo que na rede blockchain todas as operações realizadas por um usuário ficam gravadas de maneira imutável e transparente na Ledger. Na operação o pesquisador principal possui o papel de criar o projeto (Asset) e seus campos, sendo que os demais usuários podem editar o projeto e os entregáveis, mas sem permissão de criação ou deleção. Desta forma, todas as ações para confecção de um projeto de pesquisa a ser submetido a um órgão de fomento são registradas na *ledger*, conforme a figura 3 a seguir.

Figura 3 - Arquitetura da Rede.



Após a implementação foram feitas simulações de criação de entregas entre pesquisador principal e Fundação, seguidas de transações com o segundo pesquisador.

5. Análise

O SmartContract desenvolvido com o CC-Tools e a geração do Ledger permitiram simular uma primeira operação em que o Pesquisador principal cria entregas, estabelecendo um projeto com a fundação. Atende-se ao objetivo final do caso de uso, que era a flexibilidade para que um projeto de pesquisa possa ser estabelecido diretamente entre agência e pesquisadores ou parceiros principais, o que diminuiria a burocracia inicial e necessidade de identificação prévia de todos os parceiros. Um segundo teste verificou a possibilidade dos atores principais delegarem entregas para outros pesquisadores.

O fato da rede ser fechada garante que só participam da rede pesquisadores previamente aprovados pela Fundação. Garante-se somente pesquisadores previamente avaliados possam ser escolhidos, e que a fundação possa transferir-lhes os valores necessários para a realização da entrega acordada com o pesquisador principal. As operações, portanto, são suficientes para atender as necessidades do caso de uso e da oportunidade identificada no plano teórico, dentro da primeira etapa da pesquisa, considerando então que as metas foram atingidas.

A biblioteca CC tools ajudou na abstração das complexidades inerentes à criação de um Smart Contract facilitando a programação das regras para cada ator envolvido no processo, encapsulando ações importantes como a definição dos Assets e seus atributos, transações e permissões de cada usuário. Pode-se afirmar que após a confecção do Blockchain Canvas de Contexto a criação de toda a rede, incluindo o Smart Contract não foi superior a duas horas.

6. Considerações Finais

Sobre o uso da biblioteca CC-Tools pode-se concluir que a implementação da rede blockchain foi facilitada em função das abstrações e serviços de definição dos assets, atributos, atores e suas permissões, conforme apresentados na seção de análise. Além disso, a análise identificou que as ações relacionadas com a oportunidade identificada, isso é, monitorar entregas do projeto e regular feedbacks e os acordos entre parceiros, em relação a eles. A análise indica que as principais transações, relacionadas com a criação das entregas, acordo sobre execução e transmissão das responsabilidades foram implementadas na demonstração. A rede contempla: diferentes regras de edital, segundo a linha de cada agência; definição de equipes e líderes de projeto, com seus próprios atributos e permissões; organização da documentação em uma só rede; descentralizada; automatização de processos para a escrita, aprovação e submissão de projeto; verificação do atendimento às restrições de edital em primeira mão, de forma automatizada; gestão das tarefas de escrita em rede, por meio de acompanhamentos; Automatização da gestão de ganhos e contribuições em propriedade intelectual. O próximo passo do projeto é a validação com especialistas e desenvolver a camada de aplicação da solução.

Referências

- Lennart Ante. Non-fungible token (nft) markets on the ethereum blockchain: Temporal development, cointegration and interrelations. *Economics of Innovation and New Technology*, 32(8):1216–1234, 2023.
- Amina Badzar. Blockchain for securing sustainable transport contracts and supply chain transparency-an explorative study of blockchain technology in logistics. 2016.
- Alfredo Colenci Neto and Daniel Capaldo Amaral. Blockchain context canvas: A tool to align developers and stakeholders. In *International Congress on Blockchain and Applications*, pages 254–263. Springer, 2023.
- Yuta Hirose. *Technology venture emergence characterisation*. PhD thesis, University of Cambridge, 2018.
- Matheus Stefan Benetton Immer, Alfredo Colenci Neto, and Daniel Capaldo Amaral. Oportunidades da tecnologia blockchain para formação de ventures tecnológicas acadêmicas e apoio de fundações. In ABEPRO, editor, *Anais do ENEGEP 2023*, pages 1–14. Rio de Janeiro: ABEPRO, out 2023.
- Matheus Troni Menezes and Alfredo Colenci Neto. O uso da tecnologia blockchain of things na cadeia produtiva do café. In *41º Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP*, pages 100–112, Foz do Iguaçu, Brasil, 2022.
- John Mingers. The paucity of multimethod research: a review of the information systems literature. *Information systems journal*, 13(3):233–249, 2003.
- Isabela Neto Piccirillo, Daniel Capaldo Amaral, and Maicon Gouvêa De Oliveira. A research agenda for collaborative roadmapping supported by blockchain technology. *Sustainability*, 14(20):13093, 2022.
- Daniel Trabucchi, Antonella Moretto, Tommaso Buganza, and Alan MacCormack. Disrupting the disruptors or enhancing them? how blockchain reshapes two-sided platforms. *Journal of Product Innovation Management*, 37(6):552–574, 2020.
- Viswanath Venkatesh, Susan A Brown, and Hillol Bala. Bridging the qualitative-quantitative divide: Guidelines for conducting mixed methods research in information systems. *MIS quarterly*, pages 21–54, 2013.