

Relatos de Experiências do Processo de Implantação do Testbed de Aplicações Blockchain Brasileiro

Murilo Silva¹, Alan Veloso¹, Antônio Abelém¹

¹ Grupo de Pesquisa em Rede de Computadores e Comunicação Multimídia (GERCOM)
Universidade Federal do Pará (UFPA) – Belém – PA – Brasil

`murilosilva@itec.ufpa.br`, `alan.veloso@icen.ufpa.br`, `abelem@ufpa.br`

Abstract. *This paper presents reports of experiences of IT teams in the creation of the Brazilian Blockchain Application Testbed (TABB). The TABB is an initiative project of the Technical Committee on Blockchain (CT-Blockchain), coordinated by the National Education and Research Network (RNP). Currently, this project comprises two blockchains from the Hyperledger project, Fabric and Indy, the former for general purpose and the latter for identity management. Questionnaires were designate and applied to collect the experiences of the IT teams doing the deployment. This survey identified that the methods currently used are not the most adequate for this process. It is hoped with this article a more assertive development will be made, through a new method or by improving the currently used ones.*

Resumo. *Este artigo apresenta relatos de experiências dos times de TI na criação do Testbed de Aplicações Blockchain Brasileiro (TABB). O TABB é um projeto de iniciativa do Comitê Técnico em Blockchain (CT-Blockchain), coordenado pela Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP). Atualmente, esse projeto compreende duas blockchains do projeto Hyperledger, o Fabric e a Indy, o primeiro de propósito geral e a segunda para gestão de identidade. Foram elaborados e aplicados questionários para coletar as experiências dos times de TI que fazem a implantação. Essa pesquisa identificou que os métodos atualmente utilizados não são os mais adequados para esse processo. Espera-se com esse artigo, que um desenvolvimento mais assertivo seja feito através de um novo método ou aprimorando os atualmente utilizados.*

1. Introdução

O uso de ambientes de experimentação é uma alternativa que tem o potencial de auxiliar no desenvolvimento, ensino e aprendizagem de novos paradigmas e novas tecnologias, trabalhando com recursos computacionais e cenários bem próximos do real [Ciuffo et al. 2016]. Esses ambientes estão se tornando cada vez mais comuns, principalmente no contexto de redes de computadores e sistemas distribuídos. Um bom exemplo nacional é o FIBRE (do inglês, *Future Internet Brazilian Environment for Experimentation*). Recentemente, novos ambientes vêm sendo desenvolvidos para diferentes paradigmas e para o caso de uma abordagem tão inovadora como Blockchain (BC), não poderia ser diferente.

BC é um livro-razão compartilhado e imutável que facilita o processo de registro de transações e o rastreamento de ativos em redes de computadores. Diferentes itens

(tangíveis e não tangíveis) podem ser rastreados e negociados em uma rede BC, visando reduzir riscos e custos para os envolvidos [Casino et al. 2019]. As aplicações de BC são exploradas em diferentes setores sociais, e, por esse motivo, tem-se a criação de BCs com diferentes propósitos, como Fabric¹ e Indy². A primeira tem por objetivo aplicações mais genéricas, enquanto, a segunda é voltada para aplicações de gestão de identidade.

Como uma forma de incentivar o desenvolvimento de aplicações em BC, o Comitê Técnico em Blockchain (CT-Blockchain), coordenado pela Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP), está desenvolvendo o Testbed de Aplicações Blockchain Brasileiro (TABB). Esse ambiente de experimentação possibilitará aos usuários realizarem testes de aplicações blockchain em um ambiente mais controlado em comparação com as redes de teste e em uma escala mais próxima do real do que simuladores e emuladores.

Nesse contexto, o presente trabalho tem por objetivo apresentar os relatos de experiências dos times de TI sobre a implantação do TABB. O propósito do compartilhamento da experiência é facilitar o trabalho de equipes que desejem aderir ao TABB ou de profissionais que tenham interesse nos métodos de implementação utilizados, bem como identificar falhas e definir uma metodologia mais assertiva no processo de implantação.

O documento está organizado da seguinte forma: na Seção 2 expõe o que é o TABB e a sua arquitetura. A Seção 3 apresenta detalhes da metodologia utilizada. Na Seção 4 apresenta as atividades realizadas para fazer a implantação das BCs Fabric e Indy. Enquanto a Seção 5 apresenta o resultado e a análise dos dados coletados. Por fim, a Seção 6 é destinada às conclusões e a apresentar alguns trabalhos futuros.

2. Testbed de Aplicações Blockchain Brasileiro

O TABB é uma plataforma para experimentação de aplicações baseada em blockchain, cuja finalidade é prover uma infraestrutura para realizar experimentação com aplicações em um contexto próximo do real. Sua arquitetura é apresentada na Figura 1 e descrita a seguir.

Servidor: Infraestrutura de componentes que acomoda as plataformas blockchains. Esse servidor pode ser físico ou virtual, da própria organização ou de terceiros.

Plataforma blockchain: É a blockchain utilizada para instanciar aplicações. Cada plataforma possui suas próprias especificações para instalação.

Time de TI: Cada organização deve possuir um time de TI ou pelo menos um responsável com conhecimento da instalação e manutenção das plataformas blockchains para manter o nó da organização.

Gestor: Cada organização também deve possuir um gestor responsável por gerir o time de TI, interagir com outros gestores para discutir direções do TABB e outras questões de governança. Um membro do time de TI também pode desempenhar esse papel.

Consórcio: As organizações formam um consórcio para a construção do TABB. O gestor é o representante da organização nesse consórcio.

Canal de operação: A gerência da rede blockchain é feita pelos times de TI através de um canal de operação na blockchain.

¹<https://www.hyperledger.org/use/fabric>

²<https://www.hyperledger.org/use/hyperledger-indy>

Chaincode: Um *chaincode* (ou contrato inteligente) é utilizado para automatizar regras de negócio. Esse *chaincode* também é a interface de acesso dos usuários às blockchains.

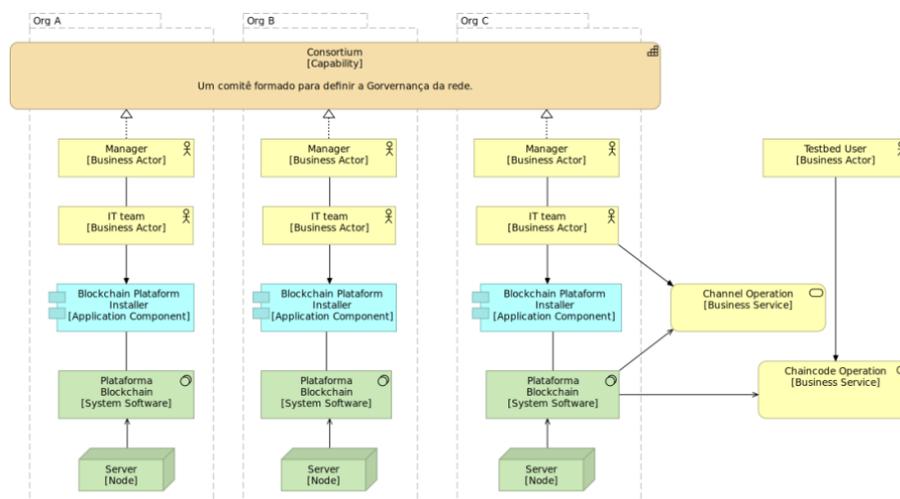


Figura 1. Arquitetura do TABB

3. Metodologia

O GT-Infraestrutura possui pessoas diretamente responsáveis por explorar e instalar as blockchains que farão parte do TABB, os responsáveis de TI. Esses responsáveis de TI são membros dos times de TI de diferentes organizações. Segundo levantamento realizado no dia 11 de fevereiro de 2022 nas documentações disponibilizadas pelo CT-Blockchain, o número total de responsáveis de TI é de 20 integrantes de diferentes organizações. Esta pesquisa coletou os relatos de experiências desses integrantes.

O foco para a coleta de experiência foram os 2 métodos de implantação das blockchains, no caso o Minifabric e a fornecida oficialmente para a Indy, por ser o principal tópico ao tratar da implantação do TABB. Além de questões direcionadas a esse tópico, outras foram elaboradas para definir o perfil do participante e identificar a infraestrutura física que o responsável de TI usufrui para a implantação.

Para coletar o conhecimento dos responsáveis de TI, foi utilizado questionário contendo 34 perguntas, sendo 20 objetivas (obrigatórias) e 14 discursivas (não obrigatórias). As questões buscaram levantar problemas e soluções encontradas no processo de implantação das redes blockchain, os aspectos positivos e negativos dos métodos de implementação das blockchains. Além de tentar identificar se há alternativas mais indicadas, a partir da visão dos participantes, aos métodos de implementação atualmente utilizados, dado o propósito da rede. As questões foram divididas em 8 seções, sendo a primeira introdutória, a segunda para definir o perfil do participante, a terceira para definir a infraestrutura que o participante dispõe, a quarta e a quinta sobre a blockchain Hyperledger Fabric, a sexta e a sétima referente ao Hyperledger Indy, enquanto a oitava para o participante fazer comentários adicionais.

O questionário foi aplicado entre os dias 18/02/2022 e 28/02/2022. Os participantes concordaram em participar de forma espontânea e concordaram com termo de consentimento fornecido a eles. Os resultados dessa pesquisa são apresentados na Seção 5.

4. Implantação das Redes Blockchain

Os times de TI das organizações membro do consórcio devem instalar um nó BC do Fabric, Indy ou ambos. Esta seção lista quais as atividades devem ser realizadas pelos responsáveis de TI para a instalação de um nó de cada uma das BCs Fabric e Indy, usando respectivamente o Minifabric³ e a fornecida oficialmente pelo projeto Hyperledger⁴.

4.1. Hyperledger Fabric

A instalação de um nó pertencente ao TABB Fabric é composto pelas etapas descritas a seguir:

Instalação do Minifabric: Os responsáveis de TI devem preparar o local de instalação conforme os pré-requisitos para a instalação do Minifabric. Após o atendimento aos pré-requisitos, o *script* do Minifabric pode ser obtido e instalado através de seu repositório oficial⁵.

Configuração do Minifabric: Neste passo, é recomendado a criação de um diretório de trabalho, onde ficarão todos os arquivos e informações da rede. Além disso, dentro deste diretório, deve-se criar um arquivo de especificações (*spec.yaml*), onde pode-se definir o número de Autoridades de Certificação (Certificate Authority - CA), pares e ordenadores da BC, bem como, configurar *proxies*, *logs* e depurações. Após criar o arquivo, a rede Fabric pode ser instanciada com o Minifabric.

Requisição de entrada no canal: Com a BC já instanciada, para que uma nova organização possa ingressar no TABB Fabric, é necessário o envio de um arquivo de requisição, gerado durante o processo de instalação da rede. Este arquivo tem que ser submetido à organização criadora do canal para que este adicione a nova organização.

Admissão de novos participantes: Após o envio do arquivo de requisição, deve a nova organização seja aprovada pelos pares pertencentes ao canal. No Minifabric, isso ocorre por meio da adição das informações da nova organização ao arquivo de configuração do canal, sendo que este precisa ser assinado pela maioria dos pares pertencentes ao canal. Após a aprovação dos pares, o canal é atualizado e outro arquivo é enviado para a organização requisitante.

Ingresso no canal: A nova organização ao receber o arquivo enviado pelos pares no passo anterior, precisa mover este para uma pasta (*vars*) no diretório de trabalho criada durante o passo de configuração do Minifabric. Feito isso, é preciso agregar as informações da rede para o nó da nova organização e consolidar sua entrada no canal.

Instalação do *chaincode*: Para que a organização recém-adicionada ao canal possa realizar transações, é preciso instalar e aprovar o *chaincode*. Além disso, assim como no processo de entrada no canal, deve as organizações, que possuem o *chaincode* em funcionamento no canal, realizem a aprovação do novo *chaincode*.

Fazendo transações: Neste passo, com o *chaincode* já aprovado, a nova organização poderá fazer as transações de escrita e leitura no livro-razão, finalizando aqui o seu processo de entrada para participar do TABB Fabric.

³<https://labs.hyperledger.org/labs/minifabric.html>

⁴<https://hyperledger-indy.readthedocs.io/en/latest/>

⁵<https://github.com/hyperledger-labs/minifabric>

4.2. Hyperledger Indy

A instalação de um nó pertencente ao TABB Indy é composto pelas etapas descritas a seguir:

Instalação do nó: Antes de proceder com a instalação, os responsáveis de TI devem estar executando sua máquina, como pré-requisito, o Ubuntu em sua versão 16.04.7 LTS ou anterior. Além disso, as portas 9701 a 9708 precisam estar disponíveis para conexões TCP. Após o cumprimento dos pré-requisitos, é preciso adicionar as chaves para acesso ao repositório da Sovrin e, em seguida, instalar o componente que incorpora toda a funcionalidade para executar nós (validadores e/ou observadores), o Indy Node.

Instalação da interface de linha de comando: Neste passo, deve-se instalar a Interface de Linha de Comando (*Command Line Interface - CLI*) da Indy, uma ferramenta que possibilita o gerenciamento e a execução de transações na BC Indy. Assim como na instalação do Indy Node, é necessário adicionar as chaves e o repositório da Sovrin. Após isso, a CLI pode ser instalada.

Configuração da rede: Os arquivos de configuração do nó Indy, após sua instalação, ficam localizados em `/etc/indy`. Dentro desta pasta, é recomendável editar o arquivo `indy_config.py` para definir o nome da rede a ser instanciada. Além disso, o novo nó precisa requisitar a um dos nós em execução no TABB Indy os arquivos gênese da rede. Estes precisam ser salvos para dar prosseguimento à etapa de configuração do nó.

Configuração do nó: Para haver comunicação entre os nós dentro da BC Indy, é preciso gerar as chaves de transporte e as chaves para suporte às provas de estado e multi-assinatura. Existem vários *scripts* que podem ajudar na geração dessas chaves, um deles o `init_indy_node` que já vem presente na instalação do Indy Node. Após gerar estas informações, elas devem ser enviadas para um nó administrador que possui permissões de escrita no livro-razão, pertencente ao TABB Indy para serem adicionadas ao *pool*.

Inicialização do nó: Após configurar e enviar os parâmetros do nó, o serviço pode ser inicializado. Quando o nó é iniciado pela primeira vez, ele lê o conteúdo dos arquivos gênese da rede e o adiciona ao livro-razão. Ele faz isso apenas uma vez durante a primeira inicialização, portanto, é necessário verificar se os arquivos estão corretos antes de iniciar o serviço. Após a inicialização, o nó estará pronto para prosseguir com as transações dentro do TABB Indy, finalizando aqui o processo de entrada.

5. Resultados

Dos 20 responsáveis de TI declarados, 6 responderam ao questionário, correspondendo a cerca de 25% do total. Os respondentes são os mais ativos na implementação do TABB, baseado na observação dos meios de comunicação. Nas seções a seguir, são apresentados os resultados obtidos a partir das respostas. Em um primeiro momento, o perfil dos responsáveis de TI e a infraestrutura que eles dispõem para fazer parte do TABB são descritos. Posteriormente, são apresentadas as opiniões deles sobre os métodos de instalação atualmente utilizados para a criação do TABB. Em seguida, as declarações desses profissionais são expostas. Por fim, uma análise dos resultados é realizada.

5.1. Perfil dos Responsáveis de TI

Como pode ser constatado na Figura 2, o grau acadêmico dos responsáveis de TI participantes que responderam à pesquisa é de graduação em andamento, mestrado em andamento, mestrado e doutorado. Possivelmente, o motivo da maioria dos responsáveis de TI serem da graduação é de terem sido convidados por um professor membro do CT-Blockchain para desempenhar essa função.

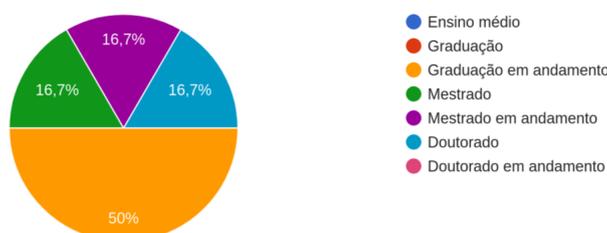


Figura 2. Grau acadêmico.

Como a maioria dos responsáveis de TI estão com alguma titulação acadêmica em andamento, isso possivelmente reflete na atuação deles na construção do TABB (Figura 3) como sendo principalmente acadêmica. É importante destacar a participação de 1 responsável de TI da indústria. Portanto, essa iniciativa também é de interesse da indústria.

Também foi perguntado como os responsáveis de TI identificam sua experiência (acadêmica ou industrial). Apesar da presença de responsáveis de TI da indústria, a experiência de todos os participantes da pesquisa se deu de forma acadêmica. Portanto, a experiência acadêmica também contribui no mercado de trabalho.

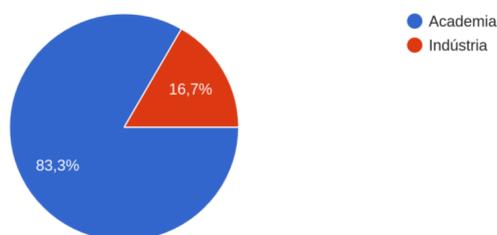


Figura 3. Classificação da atuação.

A maioria dos participantes tem experiência de pelo menos 1 à 3 anos com blockchain. Isso é mais que um iniciante no tema teria (menos de 1 ano), portanto, possuem conhecimento sobre a tecnologia blockchain. Como a maioria dos participantes ainda está na graduação, isso possivelmente refleti no tempo de experiência. Esse contato possivelmente se deu durante a graduação através de professores/orientadores.

Outro ponto avaliado é a infraestrutura que os responsáveis de TI dispõem para a instanciação do TABB (Figura 5). A maioria dos responsáveis dispõe de uma infraestrutura própria para realizar a instanciação do TABB, essa infraestrutura necessita de manutenção do responsável de TI ou da organização que ele representa. Isso pode gerar problemas associados a essa infraestrutura.

Foi observado também que até mesmo os responsáveis de TI da academia dispõem de uma infraestrutura de terceiros como a *Amazon Web Service*, pois como visto na Figura 3, 5 são os responsáveis de TI da academia, sendo que apenas 4 (Figura 5) dispõem

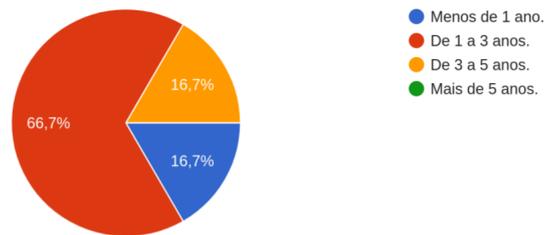


Figura 4. Tempo de experiência.

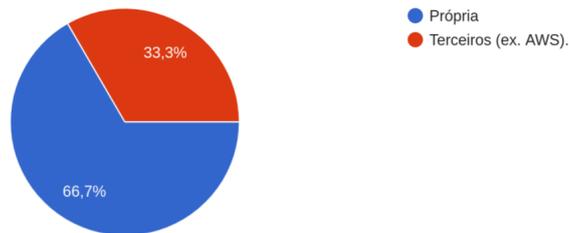


Figura 5. Infraestrutura à disposição.

de uma infraestrutura própria, ou seja, pelo menos 1 da academia utiliza uma infraestrutura de terceiros. Possivelmente, isso evita certas preocupações com configurações de rede.

5.2. Sobre os Métodos de Instalação do Fabric e Indy

Dos 6 responsáveis de TI que responderam o questionário, 4 participam do TABB Fabric enquanto 3 participam da Indy. Como a soma (7) é maior que a quantidade de participantes da pesquisa (6), pelo menos 1 participa de ambos os TABBs.

Sobre o método de instalação atual tanto do TABB Fabric quanto da Indy, respectivamente, Minifabric e a fornecida oficialmente pela Hyperledger, a maioria dos responsáveis de TI julgam que eles não são os métodos mais adequados para a construção do TABB.

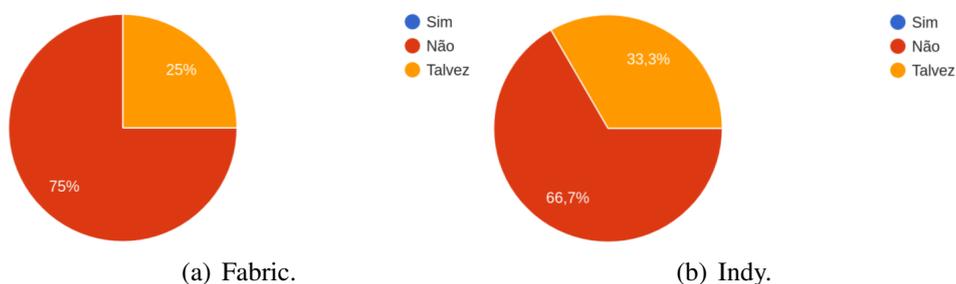


Figura 6. Métodos de instalação definitivos.

Contudo, no caso do TABB Fabric, apenas metade julga que haja métodos mais adequados para a instalação da blockchain. No caso da Indy, é unânime que há métodos melhores para fazer a instanciação da rede. Contudo, somente 1 participante do TABB Fabric nomeou uma alternativa, vista na Subseção 5.3.

Todos os participantes do TABB Fabric concordam que o conhecimento adquirido

com o método de instalação da rede será útil para eles de alguma forma. Isso não aconteceu no caso do Indy que possui 1 participante com dúvidas sobre isso.

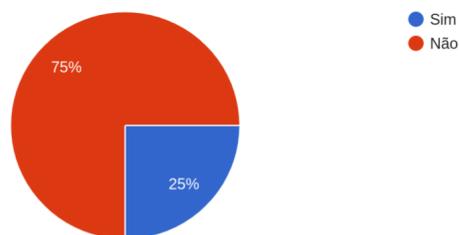


Figura 7. Problemas no Fabric.

Quando perguntados se os responsáveis de TI tiveram problemas com o método de instalação da rede, apenas 1 participante do TABB Fabric afirmou que teve problemas (Figura 7). Enquanto na Indy, todos tiveram problemas.

Entretanto, quando perguntados se conseguiram resolver os problemas encontrados durante a instalação do TABB Fabric, metade dos participantes disseram que sim, enquanto a outra metade disse que não tiveram problemas, inconsistente com a pergunta anterior, que apenas 1 afirmou ter tido problemas. Quando essa mesma pergunta foi realizada para os responsáveis de TI do TABB Indy, a maioria não conseguiu resolver os problemas encontrados durante a instalação (Figura 8(b)).

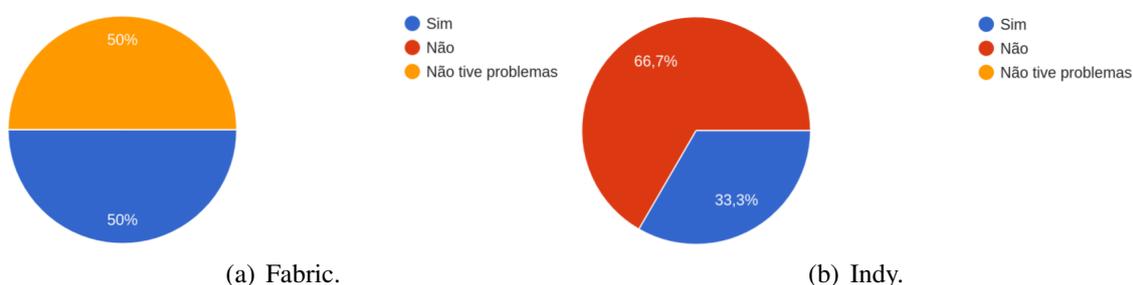


Figura 8. Resolução de problemas.

5.3. Testemunho dos Responsáveis de TI

Foi perguntado aos responsáveis de TI do TABB Fabric porque eles não consideram o Minifabric adequado para a construção do TABB Fabric. Algumas das justificativas podem ser vistas abaixo.

“Necessário automatizar algumas configurações básicas e diminuir a troca de arquivos manuais entre os participantes”.

“Devido a algumas configurações e mudanças que possam ocorrer na infraestrutura da rede, como, por exemplo, alterações na quantidade de pares, CAs (Autoridades Certificadoras) e ordenes (Ordenadores), como também, até mesmo a utilização de tecnologias como o Kubernetes, podem mudar o modo de como se instala a mesma”.

Também foram questionados se eles sugerem outra ferramenta, um participante comentou haver *frameworks* mais apropriados para o objetivo da rede, como a Multiledger.

Sobre os problemas enfrentados, a documentação desatualizada é um dos principais problemas com o Minifabric, como comentou 1 dos participantes: “*Principalmente a documentação, algumas vezes desatualizada*”. Para resolver os problemas enfrentados com o Minifabric, 2 participantes comentaram: um disse que pesquisa e teste ajudaram na resolução, enquanto o outro comentou que a colaboração com outros responsáveis de TI foi o que ajudou.

A maioria dos participantes concordou que o Minifabric é uma ferramenta que simplifica aspectos da rede Fabric. Segundo um dos participantes: “*A ferramenta Minifabric, automatiza muito o processo de instalação, fazendo com que um tempo considerável seja economizado durante este passo*”. Para outro, “*A utilização do framework minifabric simplifica e organiza os artefatos*”. Alguns participantes comentaram que essa simplicidade dá a “*possibilidade de se aprender mais com as características próprias da rede*”, dar “*flexibilidade para replicar testes*”, e “*facilita o processo de conexão com outras organizações, como também, possibilita o desenvolvimento e a testagem de aplicações para a Blockchain Fabric*”.

Segundo os participantes, apesar da facilidade proposta pelo Minifabric, ela é ainda uma ferramenta em desenvolvimento e possui uma documentação fragmentada e desatualizada. Apesar do Minifabric simplificar o processo de instanciação da rede, ele ainda possui aspectos que carecem de automação de comandos.

Sobre porque os participantes não consideram o método de instalação da rede Hyperledger Indy definitivo, segundo eles: “*A utilização do Docker para a Blockchain Indy, pode ser uma opção a ser considerada e que pode mudar o processo de instalação*”; “*Pouca informação ou não coesa*”; “*Pela grande quantidade de nuances e outras bibliotecas que se combinam, acaba gerando dificuldade na instalação e configuração da rede*”.

Todos os responsáveis de TI participantes dessa pesquisa responderam que o melhor método para instanciar a rede Indy é através de um método que utiliza container, sem mencionar uma específica. Eles veem isso como uma solução para o principal problema enfrentado, a configuração do ambiente. Contudo, para resolver de maneira imediata, a instalação de uma versão mais antiga do Linux foi a solução.

Um participante destaca que o principal ponto positivo é “*oferta de uma plataforma que visa exclusivamente identidade descentralizada acho o mais relevante*”. Contudo, esse é o benefício do propósito da rede e não do método de instalação. Portanto, os responsáveis não veem um ponto positivo no método de instalação atualmente utilizado.

Todos os participantes concordaram que a documentação é um dos principais pontos negativos para instalar a rede Indy. Outro ponto levantado é que o método de instalação fornecido pelo próprio projeto Hyperledger é antigo. Apesar disso, a comunidade de desenvolvimento está trabalhando para trazer atualizações.

Por fim, os participantes poderiam realizar qualquer comentário adicional. Eles destacaram a importância de um ambiente de experimentação para o desenvolvimento de novas tecnologias. Além disso, eles mencionaram o que o processo de instanciação de uma rede ajuda a desmistificar para necessidades futuras.

5.4. Análise dos Resultados

O levantamento realizado avaliou o processo de implantação do TABB, identificando virtudes e deficiências do processo com o intuito de aperfeiçoá-lo. A seguir alguns desses pontos identificados são discutidos.

Pouco envolvimento da indústria: A infraestrutura criada com o TABB pode auxiliar na homologação de aplicações blockchains de empresas. Portanto, é importante a participação da indústria na construção, para que as necessidades delas também sejam atendidas. Empresas também podem colaborar com o conhecimento prático com a tecnologia e visão de negócio.

Experiência para os participantes: Como visto na seção anterior, a maioria dos responsáveis de TI concordam que a experiência adquirida no desenvolvimento do TABB será útil. Esses profissionais podem ser contratados por empresas que necessitem do conhecimento adquirido por eles, ao participarem desse projeto, eles adquirem experiência.

Métodos de instalação em desenvolvimento ou desatualizados: Métodos de instalação como os utilizados podem trazer dificuldades para um projeto de grande porte como o TABB. Isso pode fazer com que parte do tempo seja perdido procurando soluções para problemas ou descobrindo como realizar a implantação do que com ela.

Documentação desatualizada: É possível identificar a importância da documentação atualizada e organizada. Sendo esse um dos pontos mais criticados pelos responsáveis de TI. Esta deveria ser uma das principais preocupações no desenvolvimento atualmente [Curcio et al. 2018]. Mediante isso, é importante que o conhecimento desenvolvido e os problemas solucionados sejam documentados para contribuir com as tecnologias utilizadas.

Método de implementação baseado em container: O uso de container foi uma das principais soluções apontadas pelos participantes para resolver o problema da Indy. Visto que é uma tecnologia que possibilita reduzir preocupações com o ambiente de instalação [da Silva et al. 2018]. Desse modo, a Indy pode ser instalada sob qualquer sistema operacional baseado em Linux.

6. Conclusões e Trabalhos Futuros

Este artigo apresentou e avaliou os relatos das experiências da implantação do TABB descrito pelos responsáveis de TI. Este trabalho possibilitará o desenvolvimento de uma metodologia mais assertiva para implementação do TABB. Além disso, permitirá também que organizações com interesse em participar possam adquirir conhecimento sobre.

Sugestões para os problemas encontrados na implantação do TABB podem ser a adoção de um método de instalação da BC Indy baseada na virtualização de containers, utilizando as imagens oficiais disponibilizadas pela própria Hyperledger. Assim, a BC Indy poderia se manter em funcionamento independente do sistema operacional utilizado no hospedeiro. Outra sugestão seria a automatização do processo de instalação das BCs utilizando uma ferramenta como o Hyperledger Bevel. Apesar deste solução apresentar mais pré-requisitos se comparado com o Minifabric, ela é uma solução escalável tanto para incorporar outros membros como outras blockchains ao TABB.

Possíveis trabalhos futuros são: a atualização da coleta de relatos de experiências com o conhecimento adquirido por novos integrantes do TABB; realizar uma atualização

caso o método de implementação mude; elaborar outra coleta de relato de experiência usando outras metodologias (e.g., entrevistas) ou realizando a coleta de experiência de outros tópicos não abordados pelo presente trabalho.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e da Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP). Os autores também agradecem ao Dr. Billy Pinheiro (Amachains) e a todos os membros do CT-Blockchain que direta ou indiretamente contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

Referências

- Casino, F., Dasaklis, T. K., and Patsakis, C. (2019). A systematic literature review of blockchain-based applications: Current status, classification and open issues. *Telematics and Informatics*, 36(May 2018):55–81.
- Ciuffo, L., Salmito, T., Rezende, J., and Machado, I. (2016). Testbed fibre: Passado, presente e perspectivas. In *Anais do WPEIF 2016 Workshop de Pesquisa Experimental da Internet do Futuro*, pages 3–6. sn.
- Curcio, K., Navarro, T., Malucelli, A., and Reinehr, S. (2018). Requirements engineering: A systematic mapping study in agile software development. *Journal of Systems and Software*, 139:32–50.
- da Silva, V. G., Kirikova, M., and Alksnis, G. (2018). Containers for virtualization: An overview. *Appl. Comput. Syst.*, 23(1):21–27.