



KODEFI-FRAMEWORK: um arcabouço conceitual para a organização do conhecimento nas finanças descentralizadas

KODEFI-FRAMEWORK: a conceptual framework for knowledge organization in decentralized finance

Fábio Cossenzo¹

Universidade Federal de Minas Gerais

Ricardo Bruno da Cruz Costa²

Universidade Federal de Minas Gerais

Marcello Peixoto Bax³

Universidade Federal de Minas Gerais

RESUMO

O objetivo deste artigo é propor um arcabouço conceitual (*Framework*) para a organização do conhecimento (KO) nas finanças descentralizadas (DeFi), denominado KODEFi-Framework. DeFi é um sistema descentralizado de finanças que permite que serviços e instrumentos financeiros sejam oferecidos e utilizados sem a necessidade de intermediários, uma vez que o sistema é baseado em redes *blockchains* públicas e em contratos inteligentes. A metodologia adotada para este artigo teórico é a abordagem narrativa com a proposição de um arcabouço conceitual, justificado pelo estágio inicial de investigação científica neste novo domínio. O KODEFi-Framework se diferencia pelo foco na organização do conhecimento e pela contribuição para o desenvolvimento teórico e prático da Ciência da Informação neste contexto de transformação digital. O arcabouço proposto foi corroborado por outros arcabouços conceituais da literatura em relação à importância da integração e análise dos dados, e da interoperabilidade entre DeFi, finanças tradicionais e moedas fiduciárias digitais.

Palavras-Chave: Organização do Conhecimento; Finanças Descentralizadas; Arcabouço Conceitual; *Blockchain*; *Analytics*.

ABSTRACT

This paper aims to propose a conceptual framework (Framework) for knowledge organization (KO) in decentralized finance (DeFi), called KODEFi-Framework. DeFi is a decentralized finance system which allows for financial services and instruments to be provided and used without the need of

¹ Doutorando pelo Programa de Pós-Graduação em Gestão e Organização do Conhecimento da Escola de Ciência da Informação da Universidade Federal de Minas Gerais. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3084-4904>. E-mail: cossenzo@ufmg.br.

² Mestrando pelo Programa de Pós-Graduação em Gestão e Organização do Conhecimento da Escola de Ciência da Informação da Universidade Federal de Minas Gerais. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7569-5391>. E-mail: ricardobrunoc@ufmg.br.

³ Doutor em Ciência da Computação, docente do Programa de Pós-Graduação em Gestão e Organização do Conhecimento da Escola de Ciência da Informação da Universidade Federal de Minas Gerais. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0503-3031>. E-mail: bax@ufmg.br.

intermediaries, since it is based on public blockchains and smart contracts. The methodology adopted for this theoretical article is the narrative approach with the proposition of a conceptual framework, justified by the initial stage of scientific investigation in this new domain. KODeFi-Framework is distinguished by its focus on knowledge organization and its contribution to both theoretical and practical development of Information Science in this context of digital transformation. The proposed framework was supported by other conceptual frameworks in the literature regarding the importance of data integration and analysis, and interoperability among DeFi, traditional finance and digital fiat currencies.

Keywords: Knowledge Organization; Decentralized Finance; Conceptual Framework; Blockchain; Analytics.

1 INTRODUÇÃO

As finanças descentralizadas (*Decentralized Finance – DeFi*) são um sistema descentralizado de finanças que permite que serviços e instrumentos financeiros sejam oferecidos e utilizados sem a necessidade de intermediários, uma vez que o sistema é baseado em redes *blockchains* públicas e em contratos inteligentes (GRAMLICH *et al.*, 2023).

Segundo Jensen *et al.* (2021), uma *blockchain* é um tipo de arquitetura distribuída de banco de dados em que uma rede descentralizada de partes interessadas mantém uma máquina de estados única. Uma máquina de estados é um dispositivo que armazena o status de um objeto em um dado momento e pode mudar de status, via transições de estado, ou causar ações baseado nas entradas que recebe. Estados indicam as diferentes combinações de informações que determinam o estado atual em que o objeto pode estar. As transações em uma *blockchain* representam estados disseminados entre os participantes da rede em blocos de dados, cuja segurança e confiabilidade é garantida por criptografia. Um protocolo de consenso define as regras para tornar perene uma transação legítima no banco de dados distribuído.

As raízes históricas que motivaram o surgimento de DeFi foram: (a) as falhas das finanças tradicionais, tais como falta de transparência e de interoperabilidade, restrições de acesso aos clientes e controle centralizado, culminando na crise financeira global de 2008 (OJOG, 2021); e (b) a consolidação das tecnologias que se resumem no acrônimo ABCD: **A**rtificial Intelligence, **B**ig Data, **C**loud Computing e **D**istributed Ledger Technologies (ZETZSCHE *et al.*, 2020).

Organismos e reguladores internacionais do mercado financeiro demonstram tanto interesse quanto preocupações com o ecossistema DeFi. Por exemplo, o Banco de

Compensações Internacionais (*Bank for International Settlements* – BIS), que é considerado o banco central dos bancos centrais⁴, entende que DeFi é um importante desenvolvimento porque aproveita uma tecnologia inovadora que pode moldar o futuro ecossistema financeiro (AUER *et al.*, 2023).

A Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (*Organisation for Economic Co-operation and Development* – OECD), organismo internacional cujo objetivo é desenhar políticas que promovam prosperidade, igualdade, oportunidade e bem-estar para todos⁵, também se dedica a analisar a importância e as implicações políticas de DeFi. A OECD (2022) atesta que os reguladores estão investindo em aprimorar seus conhecimentos sobre os mercados e os produtos de DeFi, uma vez que um melhor entendimento permitirá uma avaliação mais acurada sobre a necessidade de novas abordagens regulatórias ou de atualização dos arcabouços existentes.

Segundo a OECD (2022), apesar da disponibilidade dos dados das transações e dos códigos dos contratos inteligentes em uma *blockchain*, um dos aspectos relevantes que precisa ser mais explorado é justamente a qualidade dos dados e a organização das informações para suporte à tomada de decisões, até mesmo para melhor gestão dos riscos.

Em sintonia com essas considerações da OECD está o Comitê para Estabilidade Financeira (*Financial Stability Board* – FSB), que coordena autoridades financeiras nacionais e os órgãos internacionais de definição de padrões para promover a estabilidade financeira internacional, fomentando políticas regulatórias, de supervisão e outras políticas do setor financeiro⁶. Segundo o FSB (2023), um cenário plausível é que DeFi continue a crescer no futuro e se torne ainda mais interconectado à economia real e ao sistema financeiro mais amplo, de modo que as potenciais ameaças à estabilidade financeira requerem um monitoramento cuidadoso. Contudo, o que dificultaria esse monitoramento é justamente a ausência ou baixa qualidade dos dados disponíveis ou formas pouco precisas de coleta e análise dos dados.

Portanto, surge o problema de pesquisa que se pretende elaborar em mais detalhes: como explorar, compreender, organizar e recuperar as informações disponíveis em DeFi, bem como buscar sua integração e interoperabilidade com as finanças

⁴ <https://www.bis.org/about/index.htm>

⁵ <https://www.oecd.org/about/>

⁶ <https://www.fsb.org/about/>

tradicionais e as futuras moedas fiduciárias⁷ digitais (ou *Central Bank Digital Currencies* – CBDC)?

Por ora, o objetivo geral deste artigo é propor um arcabouço conceitual (*Framework*) para organizar o conhecimento (KO) disponível em finanças descentralizadas (DeFi), denominado KODeFi-Framework. Como objetivos específicos, em linha com a metodologia adotada, foram definidos: (i) prover uma estrutura para organizar o conhecimento disponível na literatura científica em DeFi; (2) descrever tal estrutura de uma maneira clara e precisa, com foco específico que permita aprofundar no problema de pesquisa acima declarado e (3) contribuir para gerar conhecimentos sobre o tema na área de Ciência da Informação.

Este artigo está organizado da seguinte forma: na próxima seção, enumeram-se alguns trabalhos relacionados que propuseram arcabouços conceituais para DeFi, e discute-se em que medida eles satisfazem a necessidade de organização do conhecimento desta pesquisa. Em seguida, apresenta-se a metodologia adotada neste trabalho. Na seção seguinte, a estrutura do KODeFi-Framework utilizada para organizar conhecimentos em DeFi é disposta de maneira visual e de fácil compreensão, acompanhada de uma descrição de seus componentes, detalhados dentro do limite máximo de páginas permitido neste artigo. Depois, elucidam-se as limitações da presente pesquisa e indicam-se oportunidades para pesquisas futuras. As principais contribuições deste trabalho são destacadas nas considerações finais.

2 TRABALHOS RELACIONADOS

A proposição de arcabouços conceituais coerentes e ricos em sentido contribuem para investigações científicas que estão em estágio inicial, ajudando a organizar as observações empíricas (SHAPIRA, 2011). Algumas das pesquisas da literatura que propuseram arcabouços para organizar conhecimentos e observações em DeFi serão sucintamente relacionadas nesta seção.

Risius e Spohrer (2017) propõem um arcabouço de pesquisa em DeFi, composto pelos eixos “nível de análise” (usuários e sociedade, intermediários, plataformas, e firmas e indústrias) e “atividades” (projeto e características, métricas e valor, e gestão e organização). Propõe-se que a pesquisa não deve focar somente em tecnologias, mas

⁷ As moedas fiduciárias são emitidas e controladas pelo governo e seu valor depende da confiança que se tem no país emissor, enquanto as criptomoedas baseadas em *blockchain*, como o Bitcoin, emergiram como uma alternativa ao dinheiro transacional (OJOG, 2021, p. 1).

incluir também questões relativas à aplicação, criação de valor e governança. O arcabouço proposto é de aplicação geral e inclusive aborda os sistemas de informação, contudo não enfoca especificamente a organização do conhecimento. Além disso, trata da integração e interoperabilidade de DeFi e finanças tradicionais, mas não trata das CBDC, talvez porque na data da elaboração do estudo essa temática ainda não estivesse tão desenvolvida quanto agora. Os autores reconhecem a relevância de estudo de DeFi por múltiplas áreas, inclusive as Ciências Sociais, porém não exploram de forma mais específica como poderia contribuir para o desenvolvimento da Ciência da Informação.

Schär (2021) apresenta uma proposta de arcabouço conceitual frequentemente citada na literatura de DeFi. Esse arcabouço é de aplicação geral, com foco nos componentes da arquitetura de uma aplicação DeFi, incluindo padrões de *tokens*, corretoras descentralizadas, mercados de crédito descentralizados, derivativos em *blockchain* e protocolos de gestão de ativos *on-chain*. Embora o autor reconheça que a transparência das aplicações de DeFi permite tanto a mitigação de eventos indesejáveis mesmo antes de sua concretização como também um entendimento mais célere sobre sua origem e potenciais consequências, a pesquisa não desenvolveu questões relacionadas à exploração, representação, organização e recuperação de informação ou conhecimentos em *blockchains* que compõem aplicações DeFi. O arcabouço proposto reconhece que a arquitetura pode criar um sistema financeiro altamente interoperável com transparência ímpar, igualdade de direitos de acesso e baixa necessidade de custodiantes ou outros intermediários, uma vez que esses papéis são assumidos por contratos inteligentes. Entretanto, a proposta não explica como essa interoperabilidade poderia ser alcançada envolvendo finanças tradicionais e CBDC. Finalmente, não há indicação direta ou indireta acerca de como a pesquisa realizada poderia favorecer o desenvolvimento dos conhecimentos sobre o tema na área de Ciência da Informação.

Chandra (2022) apresenta um arcabouço conceitual, porém específico para o empreendedorismo, com *tokens* não fungíveis (*non-fungible tokens* – NFT), que não aborda questões relativas à organização do conhecimento ou Ciência da Informação.

Bai *et al.* (2022) apresentam uma proposta de arcabouço conceitual que se relaciona com DeFi, porém de forma restrita às finanças da cadeia de suprimentos (*supply chain finance*).

Dounas *et al.* (2023), por outro lado, enfocam a área de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC), propondo um arcabouço conceitual em um contexto de adoção de DeFi para maior desempenho e integração em AEC.

Observa-se, a partir dos trabalhos relacionados, que apesar da existência de pesquisas gerais ou que abordem questões relativas à exploração, integração, interoperabilidade e importância das informações de DeFi, há carência de estudos que resolvam os aspectos relativos especificamente à organização do conhecimento e que favoreçam mais claramente o desenvolvimento científico do tema na área de Ciência da Informação.

3 METODOLOGIA

Esta é uma pesquisa teórica, que propõe um arcabouço conceitual a partir de uma abordagem narrativa, conforme discute Shapira (2011):

A pesquisa, seja empírica ou teórica, é expressada em uma linguagem para descrição e comunicação. (...) A narrativa é a forma de linguagem de pesquisa que proporciona descrições ricas, mas frequentemente a um custo de precisão (SHAPIRA, 2011, p. 1312, tradução nossa).

O problema proposto neste artigo é ainda recente de forma geral e, em particular, para a área de Ciência da Informação (CI), além de demandar uma multiplicidade de conhecimentos – CI, Economia e Ciência da Computação, por exemplo – para sua completa compreensão. Nesse sentido, pode-se dizer que se trata de um estágio inicial de investigação científica neste novo domínio.

Shapira (2011) complementa afirmando que nestas condições uma pesquisa que proponha teorias ou modelos pode não ser possível, uma vez que os critérios para tais tipos de proposição não seriam atendidos.

Contudo, em sintonia com a proposta deste artigo, o uso de arcabouços conceituais permite que os pesquisadores compreendam o campo e seus limites, bem como os principais resultados e desafios, devendo, para isso, atender a dois critérios, quais sejam: (i) prover uma estrutura para organizar as observações; e (ii) descrever a estrutura de uma maneira clara e precisa (SHAPIRA, 2011).

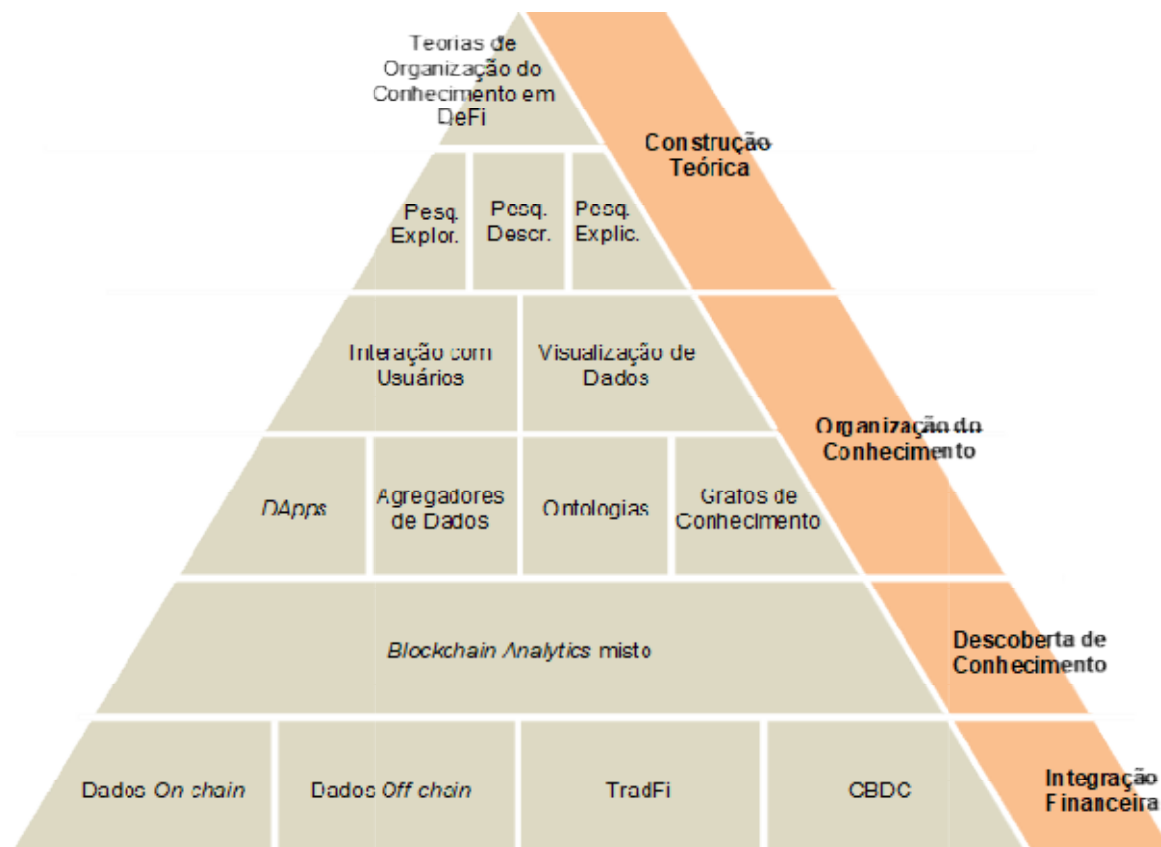
4 KODEFI-FRAMEWORK: ARCABOUÇO CONCEITUAL PARA ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO EM FINANÇAS DESCENTRALIZADAS

Conforme discorrido na seção anterior, os arcabouços conceituais encontrados na literatura carecem de uma abordagem sólida e consistente com relação à organização do conhecimento em DeFi, e não favorecem diretamente o desenvolvimento do tema no campo da Ciência da Informação. Por outro lado, o arcabouço conceitual proposto neste artigo, denominado KODEFi-Framework (Figura 1), visa suprir essas lacunas, além de suportar o seu uso por outros pesquisadores e a continuidade das pesquisas na área.

Shapira (2011) esclarece que um bom arcabouço conceitual pode tanto levar a novas ideias como também abrir novas avenidas de pensamento acerca de um fenômeno particular, neste caso, DeFi. Segundo o mesmo autor, o teste mais relevante de um arcabouço conceitual é se ele é capaz de levar a uma melhor organização das principais questões em um domínio particular de investigação.

Por este prisma, objetiva-se nesta seção apresentar de forma organizada a estrutura do arcabouço conceitual, e descrever seus principais componentes e as oportunidades de avanço científico identificadas.

Figura 1 – KODEFi-Framework: arcabouço conceitual para organização do conhecimento em DeFi



Fonte: Elaborado pelo Autor, 2023.

4.1 Camada de integração financeira

Nesta camada de mais baixo nível, os mercados incumbentes e emergentes devem se relacionar de forma interoperável. No contexto de DeFi, as redes *blockchain* possuem dados das transações, das contas e dos contratos inteligentes, conhecidos como dados *on-chain*. Há diversas plataformas disponíveis que fornecem esses serviços basilares, também conhecidas como tecnologias de registro distribuído (*distributed ledger technologies* – DLT).

Por outro lado, diversos dados relevantes da economia real, do mercado financeiro e de registro de ativos (dados *off-chain*) são necessários para implementações completas de casos de uso. Por exemplo, o registro de um imóvel em DLT pode demandar a verificação da inexistência de algum impedimento com relação àquele imóvel nos cartórios tradicionais. Essas informações são levadas para dentro das DLT por meio de um componente denominado oráculo, mas também são necessárias às finanças tradicionais, aqui denominadas pelo acrônimo TradFi (de *traditional finance*). As finanças tradicionais são caracterizadas por grandes intermediários, que centralizam funções e recursos financeiros (ZETZSCHE, 2020).

Nesse novo ambiente, está em fase de estudo e testes em diversas jurisdições, inclusive no Brasil, a adoção de moedas fiduciárias digitais, tais como o Real Digital⁸. Trata-se de uma forma digital e baseada em *blockchain* da moeda fiduciária nacional, garantida pelo banco central do país, de onde se origina o termo *Central Bank Digital Currency* – CBDC.

4.2 Camada de descoberta de conhecimento

A camada de descoberta de conhecimento é composta por um grande bloco denominado *blockchain analytics* misto, pois deve considerar toda a diversidade de dados advindos da camada anterior, abrangendo DeFi, TradFi, CBDC e ativos reais tokenizados⁹ ou não.

De acordo com Bartoletti *et al.* (2017), além das transações, informações adicionais são armazenadas com propósitos distintos e frequentemente não revelados, tornando as

⁸https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/real_digital

⁹ Tokenização é o processo de criar uma representação digital (*token*) de um ativo e realizar o seu registro em um DLT (FSB, 2023, p. 48).

redes *blockchain* uma fonte rica e crescente de informação valiosa, porém de difícil interpretação.

A descoberta de conhecimento em DeFi, segundo Liu *et al.* (2021), pode ser categorizada em três distintas direções de pesquisa: (i) questões de rastreabilidade e conectividade, (ii) comportamento coletivo de usuários e (iii) comportamento individual de usuários.

Apesar de todo o avanço científico até o momento, a descoberta de conhecimento em *blockchains* pode avançar substancialmente nos seguintes temas: aprendizado da representação em redes, rastreamento entre diferentes plataformas de DLT, novos padrões de *tokens*, atividades de mercado primário, DeFi e CBDC (LIU *et al.*, 2021).

4.3 Camada de organização do conhecimento

A partir da coleta, integração e análise preliminar dos dados das diversas fontes, a camada de organização do conhecimento assume um papel fundamental para a evolução de DeFi, sua facilidade de uso e compreensão pelos usuários e, por que não, para o desenvolvimento de teorias de Ciência da Informação decorrentes de pesquisas em DeFi. Nesta camada são implementados aplicativos e ferramentas que podem interagir diretamente com os diversos usuários de DeFi, envolvendo aplicativos descentralizados (*decentralized applications – DApps*), agregadores e visualizadores de dados ou serviços financeiros, painéis gerenciais etc.

Uma abordagem apropriada para lidar com essa complexidade de dados é o uso de ontologias, que permitem tanto a definição de entidades conceituais descritas pelos dados, em vez de apenas especificar os dados, como também a utilização de restrições de integridade para garantir a coerência e detectar erros de processamento de dados (GRUBER, 1995).

A partir das ontologias e do enriquecimento semântico dos dados, é possível a construção de grafos de conhecimento. Segundo Chen *et al.* (2020), os grafos de conhecimento podem organizar e representar o conhecimento e, a partir deles, pode ser desenvolvido um raciocínio que permite a obtenção de novos conhecimentos e conclusões a partir dos dados existentes.

4.4 Camada de construção teórica

Dentro da agenda de pesquisa em Ciência da Informação, o arcabouço conceitual proposto favorece o tratamento de alguns dos desafios colocados por Guizzardi *et al.* (2022), tais como: ciência de dados e gestão de dados, pesquisa e análise de informações, transformação digital e vida inteligente, modelagem conceitual e ontologias e aprendizado de máquina.

A partir de pesquisas exploratórias, descritivas e explicativas com o uso dos dados disponibilizados pelas camadas inferiores, há a expectativa de se favorecer o processo de conversão do sistema conceitual para expressões simbólicas, também denominado de teorização ou construção de teoria (JACCARD; JACOBY, 2019, p. 28).

Bartoletti *et al.* (2021) consideram que teorias suportadas por métodos formais podem fornecer instrumentos úteis para melhor entender, especificar e analisar os sistemas de DeFi, então, nesse sentido, propõem primeiros passos em direção a uma teoria de DeFi baseada em métodos formais.

Portanto, o arcabouço aqui proposto pode favorecer o desenvolvimento teórico e aplicado de Ciência da Informação em DeFi.

5 LIMITAÇÕES E TRABALHOS FUTUROS

Uma limitação deste artigo é que ainda não foram realizados estudos empíricos para validar o arcabouço conceitual proposto. Contudo, essa limitação é intrínseca ao estágio de evolução deste conhecimento no campo da Ciência da Informação, o que abre uma avenida de oportunidades de pesquisas futuras.

Há diversas oportunidades para pesquisas relacionadas à camada de integração financeira e a utilização de CBDC, seja no atacado ou no varejo, para pagamentos domésticos ou transfronteiriços.

No que se refere à camada de descoberta de conhecimento, deve ser desenvolvida em mais detalhes a proposta de *blockchain analytics* misto, abrangendo todos os dados financeiros disponíveis, não se restringindo aos dados *on-chain* e algumas outras fontes

de dados específicas. Há evidências de que o mercado privado (por exemplo, Elliptic¹⁰, Chainalysis¹¹ e CipherTrace¹²) esteja produzindo soluções justamente nesta direção.

A camada de organização do conhecimento é especialmente cara à área de Ciência da Informação, uma vez que abre espaço para o desenvolvimento do seu potencial no que se refere à representação do conhecimento por meio de ontologias e grafos de conhecimento, ou mesmo aos estudos de usuários. Adicionalmente, há necessidade de aprofundamento no que se refere às plataformas agregadoras de dados sobre DeFi, *DApps* e diferentes DLT. Métodos e ferramentas de visualização de dados podem também elevar o nível de compreensão dos usuários sobre DeFi.

Finalmente, todo este novo fenômeno de DeFi precisa ser melhor compreendido, não só sob o ponto de vista econômico, financeiro e tecnológico, mas também sobre o ponto de vista do conhecimento gerado e das interações dos usuários neste novo ambiente.

Portanto, abre-se vasto espaço para pesquisas futuras a partir da utilização do KODeFi-Framework, inclusive aquelas de natureza multidisciplinar, envolvendo Ciência da Informação, Ciência da Computação, Economia e Finanças.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo descreveu o KODeFi-Framework, um arcabouço conceitual para a organização do conhecimento nas finanças descentralizadas, atendendo ao objetivo proposto do artigo. Dentro da limitação de tamanho máximo do artigo, considera-se que ambos os critérios definidos por Shapira (2011) para a proposição de arcabouços conceituais foram atendidos, na medida em que a estrutura para organizar as observações em DeFi foi definida visualmente para fácil interpretação, em um modelo hierárquico e modular, além de ser segmentado em camadas para melhor abstração. Em seguida, os componentes do arcabouço foram descritos de maneira concisa e coerente.

Em relação aos demais arcabouços conceituais encontrados na literatura, o KODeFi-Framework apresenta três importantes diferenciais: (i) possui foco na organização do conhecimento, (ii) favorece o desenvolvimento teórico e prático da Ciência

¹⁰ <https://www.elliptic.co/>

¹¹ <https://www.chainalysis.com/>

¹² <https://ciphertrace.com/>

da Informação e (iii) insere as discussões de organização do conhecimento neste novo contexto de transformação digital.

Observa-se, ainda, que a proposta deste artigo está em sintonia com os demais trabalhos relacionados no que diz respeito à importância tanto da integração e análise dos dados, como também da interoperabilidade entre DeFi, TradFi e CBDC, abrangendo dados *on-chain*, *off-chain* e informações sobre ativos reais tokenizados ou não.

REFERÊNCIAS

AUER, Raphael *et al.* The Technology of Decentralized Finance (DeFi). **BIS Working Papers**, n. 1066, 2023.

BAI, Yutong; LIU, Yang; YEO, Wee Meng. Supply chain finance: What are the challenges in the adoption of blockchain technology?. **Journal of Digital Economy**, 2022.

BARTOLETTI, Massimo *et al.* A general framework for blockchain analytics. *In: Proceedings of the 1st Workshop on Scalable and Resilient Infrastructures for Distributed Ledgers*. 2017. p. 1-6.

BARTOLETTI, Massimo; CHIANG, James Hsin-yu; LAFUENTE, Alberto Lluch. Towards a theory of decentralized finance. *In: Financial Cryptography and Data Security*. Springer Berlin Heidelberg, 2021. p. 227-232.

CHANDRA, Yanto. Non-fungible token-enabled entrepreneurship: A conceptual framework. **Journal of Business Venturing Insights**, v. 18, p. e00323, 2022.

CHEN, Xiaojun; JIA, Shengbin; XIANG, Yang. A review: Knowledge reasoning over knowledge graph. **Expert Systems with Applications**, v. 141, p. 112948, 2020.

DOUNAS, Theodoros *et al.* A Crypto-Twin Framework for the AEC Industry-Enabling Digital Twins With Blockchain Technologies. **Architecture and Planning Journal (APJ)**, v. 28, n. 3, p. 20, 2023.

FSB. The Financial Stability Risks of Decentralised Finance. 2023.

GRAMLICH, Vincent *et al.* A multivocal literature review of decentralized finance: Current knowledge and future research avenues. **Electronic Markets**, v. 33, n. 1, p. 11, 2023.

GRUBER, Thomas R. Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing?. **International journal of human-computer studies**, v. 43, n. 5-6, p. 907-928, 1995.

GUIZZARDI, Renata; RALYTÉ, Jolita; FRANCH, Xavier (Ed.). Research Challenges in Information Science: 16th International Conference, RCIS 2022, Barcelona, Spain, May 17–20, 2022, Proceedings. 2022.

JACCARD, James; JACOBY, Jacob. **Theory construction and model-building skills: A practical guide for social scientists**. Guilford publications, 2019.

JENSEN, Johannes Rude; VON WACHTER, Victor; ROSS, Omri. An introduction to decentralized finance (DeFi). **Complex Systems Informatics and Modeling Quarterly**, n. 26, p. 46-54, 2021.

LIU, Xiao Fan *et al.* Knowledge discovery in cryptocurrency transactions: A survey. **IEEE Access**, v. 9, p. 37229-37254, 2021.

OECD. Why Decentralised Finance (DeFi) Matters and the Policy Implications. Paris, 2022.

OJOG, Silviu. The Emerging World of Decentralized Finance. **Informatica Economica**, v. 25, n. 4, p. 43-52, 2021.

RISIUS, Marten; SPOHRER, Kai. A blockchain research framework: What we (don't) know, where we go from here, and how we will get there. **Business & Information Systems Engineering**, v. 59, p. 385-409, 2017.

SHAPIRA, Zur. "I've got a theory paper—Do you?": Conceptual, empirical, and theoretical contributions to knowledge in the organizational sciences. **Organization science**, v. 22, n. 5, p. 1312-1321, 2011.

SCHÄR, Fabian. Decentralized finance: On blockchain-and smart contract-based financial markets. **FRB of St. Louis Review**, 2021.

ZETZSCHE, Dirk A.; ARNER, Douglas W.; BUCKLEY, Ross P. Decentralized finance (DeFi). **Journal of Financial Regulation**, v. 6, p. 172-203, 2020.