

Governança Descentralizada em Ecossistemas de Inovação Social para Mitigação das Emissões de Gases de Efeito Estufa

Alexandre Pires Barbosa¹, Rodrigo Pereira dos Santos¹

¹Programa de Pós-Graduação em Informática (PPGI)
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO)
Avenida Pasteur, 458, Urca – Rio de Janeiro – RJ – Brasil

alexandre.barbosa@edu.unirio.br, rps@uniriotec.br

Abstract. *Global warming is a humanity's greatest challenge, and computer science plays a central role in the scalability of social impact solutions. Decentralized autonomous organizations (DAO) refers to an emerging topic that has been gaining prominence due to the growth of collaborative initiatives. This work proposes the investigation of decentralized governance in social innovation ecosystems, with the aim of accelerating the mitigation of greenhouse gas emissions through social participation. Potential models as resulting artifacts can establish guidelines and express relationships between stakeholders to orchestrate different interactions through DAO.*

Resumo. *O aquecimento global é o maior desafio da humanidade e a ciência da computação tem papel central na escalabilidade de soluções de impacto social. Organizações autônomas descentralizadas (do inglês, decentralized autonomous organization or DAO) se refere a um tema emergente que vem ganhando destaque devido ao crescimento de iniciativas colaborativas. Este trabalho propõe a investigação de governança descentralizada em ecossistemas de inovação social, com objetivo de acelerar a mitigação das emissões de gases de efeito estufa por meio da participação social. Potenciais modelos como artefatos resultantes podem estabelecer diretrizes e expressar relacionamentos entre os envolvidos para orquestrar diferentes interações por meio das DAO.*

1. Introdução

O aquecimento global é um dos maiores desafios da humanidade. Há décadas, cientistas, governantes e especialistas no tema vêm pesquisando os impactos deste fenômeno na sociedade e como limitar o aquecimento do planeta a um grau e meio até 2050 [Boehm et al. 2021]. A principal causa do aquecimento global ocorre pelo aumento da concentração de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera. As emissões descontroladas, geradas pela utilização de combustíveis fósseis, atividades agropecuárias, processos industriais, produção de resíduos e aumento dos desmatamentos, impõem para sociedade um grande desafio na identificação, medição e neutralização das emissões de GEE, a fim de contribuir para redução do aquecimento global [Goel e Bhatt 2012].

Uma das formas mais conhecidas para mitigação do aquecimento global é o estabelecimento dos mercados de carbono, como o voluntário e o regulado. O mercado voluntário se refere a ambientes de conformidade que permitem que empresas, organizações

não governamentais, governos e indivíduos compensem suas emissões como forma de responsabilidade socioambiental. Já o mercado regulado visa taxar as emissões com objetivo incentivar medidas de redução das emissões de GEE [Singh e Chaturvedi 2023].

A transição para uma economia de baixo carbono exige medidas concretas para mitigação das emissões de GEE, sendo a geração de créditos de carbono um mecanismo central nesse processo. No entanto, o mercado de créditos de carbono está predominantemente voltado para grandes projetos devido a sua viabilidade econômica, excluindo assim iniciativas de menor escala, dificultando a participação ativa da sociedade devido à falta de tecnologias habilitadoras e mecanismos de financiamento de projetos. Essa lacuna cria um descompasso significativo entre as metas climáticas globais e sua implementação prática, evidenciando a necessidade de uma abordagem inovadora que democratize o acesso à geração de créditos de carbono por meio da participação social.

Segundo [Phillips et al. 2015], uma das formas de atender a uma necessidade social é por meio da inovação social, que é definida por [Murray 2010] como novas soluções que atendem simultaneamente a uma necessidade social e levam a novas ou melhores capacidades e relacionamentos com melhor uso de ativos e recursos. O funcionamento de um ecossistema de inovação social (EIS) ocorre por meio de um ambiente de suporte, com múltiplas inovações interconectadas, que precisam ser desenvolvidas para viabilizar que inovações sociais atinjam o estágio de mudança sistêmica [Braithwaite 2018].

Em EIS, a colaboração é um dos principais elementos de sustentação. Segundo [Kumari et al. 2019], o baixo nível de colaboração reduz as chances de desenvolvimento e cocriação. Diante deste cenário, devido ao caráter dinâmico, com multiplas interações entre *stakeholders*, torna-se necessário a utilização de tecnologias digitais para garantir o equilíbrio, auto-organização e engajamento do ecossistema [Barbosa et al. 2023]. É possível observar que faltam tecnologias habilitadoras para fortalecer a governança descentralizada em EIS com o objetivo de gerar créditos de carbono. Desta forma, este trabalho apresenta a proposta de discutir e investigar o uso de organizações autônomas descentralizadas, do inglês, *decentralized autonomous organization* ou DAO [Liu et al. 2021], como ferramentas para fortalecer a interação e coparticipação entre os *stakeholders* e facilitar acesso ao financiamento de inovações sociais sustentáveis.

2. Organizações Autônomas Descentralizadas

DAO é um tipo de tecnologia baseada em *blockchain*, operando com registro distribuído e imutável que organiza transações em blocos encadeados. Essa estrutura garante segurança e transparência, além de prevenir problemas como o gasto duplo em redes descentralizadas [Miyachi e Mackey 2021].

A operação das DAO é realizada por meio de contratos inteligentes, nos quais as decisões são tomadas por consenso entre seus membros, sem necessidade de uma autoridade central [Liu et al. 2021]. De acordo com [Santana e Albareda 2022], os contratos inteligentes são automatizados e a governança ocorre de forma autônoma por meio de mecanismos *on-chain*, que correspondem a dados e transações diretamente registrados e validados dentro da *blockchain*. Já o *off-chain* se refere a dados ou processos que ocorrem fora da rede *blockchain*, visando reduzir a carga computacional e o armazenamento dentro da rede [Miyachi e Mackey 2021]. Sendo assim, pelo fato de ser baseada em *blockchain* em rede *peer-to-peer* (P2P) de colaboradores, com gestão descentralizada, as DAO re-

presentam um grande avanço e oportunidade na governança descentralizada em EIS para mitigação das emissões de GEE.

3. Aspectos Metodológicos para Investigar o Tema

A partir da definição deste tema emergente, *Design Science Research Methodology* (DSRM), proposta por [Peffers et al. 2007], pode ser aplicada para investigar problemas e soluções por representar um paradigma para conduzir e comunicar pesquisas aplicadas com sistemas de informação. A DSRM visa criar e avaliar artefatos que abordam problemas do mundo real, seguindo um processo de seis etapas, que envolvem identificação e motivação do problema, definição dos objetivos para solução, design e desenvolvimento, demonstração, avaliação e comunicação.

Seguindo os passos da DRSM, o problema a ser explorado envolve inicialmente a investigação e criação de uma estrutura de governança descentralizada para promover o financiamento de projetos de inovação social para gerar créditos de carbono. Sendo assim, propõe-se investigar se um modelo conceitual poderá orientar a governança descentralizada em EIS para mitigar as emissões de GEE.

4. Estágio da Investigação do Tema

Inicialmente, foi realizada uma busca exploratória nas principais bibliotecas digitais nos últimos 10 anos para compreender a evolução do tema de pesquisa. Foram encontrados 590 estudos, com destaque a partir de 2022, quando houve um grande crescimento do número de publicações. Os dados podem ser analisados na Figura 1.

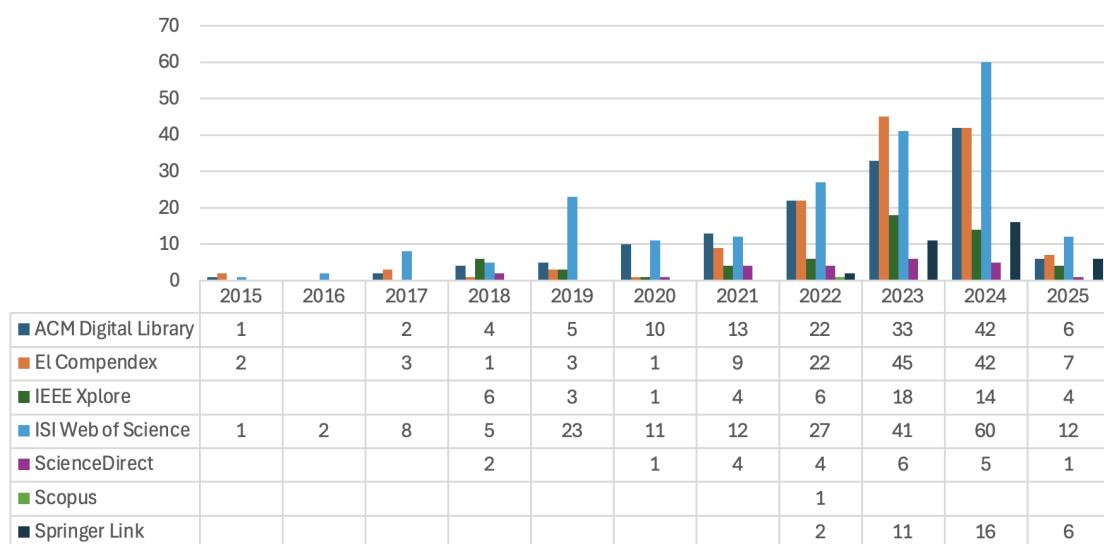


Figura 1. Evolução de Estudos Sobre DAO e EIS (elaboração pelo autor).

Para organizar o fluxo de informações a respeito do tema, é proposta a investigação do tema emergente a partir da construção de um modelo conceitual de governança descentralizada em EIS. O artefato terá o intuito de definir os relacionamentos entre os principais *stakeholders*, regras de governança e interações necessárias para promover a colaboração entre as DAO por meio da tecnologia *blockchain*. Como resultados, é esperado estabelecer uma estrutura para validar projetos por consenso, facilitar o financiamento climático

e contribuir para a redução das emissões de GEE, expressando relacionamentos e garantindo a transparência e a participação coletiva, o que vai contribuir para apontar desafios para pesquisa em sistemas de informação. Uma versão preliminar do modelo conceitual para apoiar a compreensão de conceitos envolvidos no tema emergente pode ser visualizada na Figura 2.

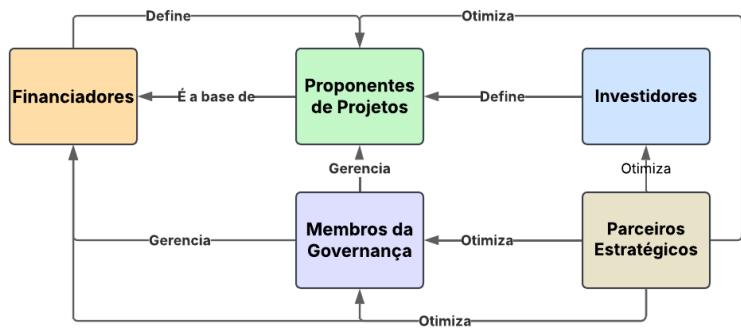


Figura 2. Versão preliminar de modelo conceitual de governança descentralizada em EIS (elaboração pelo autor).

A proposta é que o modelo conceitual consolidado do tema emergente seja avaliado por meio de um estudo longitudinal que, de acordo com [Klein e Myers 1999], pode ser aplicado um conjunto de sete princípios de pesquisa de campo interpretativa. A avaliação terá como objetivo principal a aplicação e o monitoramento do impacto da governança descentralizada em iniciativas de inovação social para redução das emissões de GEE [Chueri et al. 2019].

Em resumo, as etapas previstas envolvem uma avaliação inicial diante do estado da arte do tema emergente a partir de um mapeamento sistemático da literatura. Nesta fase, serão estabelecidos os conceitos discutidos na comunidade científica e, ao final, será construída a primeira versão do modelo conceitual expandindo as reflexões da versão preliminar apresentada anteriormente. Em seguida, o artefato será avaliado por especialistas e pesquisadores no tema emergente a fim de aprimorar o artefato e complementar sua contribuição com o estado da prática.

5. Considerações Finais

No campo de sistemas de informação, a investigação do tema emergente proposto poderá contribuir para “Desafios do Mundo Aberto”, fortalecendo tecnologias de participação cidadã e abordando desafios organizacionais citados nos *Grandes Desafios da Pesquisa em Sistemas de Informação no Brasil*. Isto considera a oportunidade para dar apoio a soluções de inovação social por consenso, estabelecer mecanismos de financiamento e inserir a sociedade no centro das discussões sobre mitigação das emissões de GEE.

O modelo conceitual a ser construído para apoiar a investigação do tema emergente servirá de guia para orientar iniciativas focadas na redução das emissões de GEE, dando suporte a um ecossistema dinâmico para cocriação, inovação social e governança climática [Chueri et al. 2019]. Neste caso, a realização de um estudo longitudinal para descrever a evolução do tema emergente é uma estratégia.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, CNPq (Proc. 316510/2023-8), FAPERJ (Proc. E-26/204.404/2024) e UNIRIO.

Referências

- Barbosa, A. P., Malcher, P. e dos Santos, R. P. (2023). Reqsi-ci: Um catálogo de requisitos não-funcionais para sistemas de informação em cidades inteligentes sob a perspectiva de ecossistemas digitais. In *WER*.
- Boehm, S., Lebling, K., Levin, K., Fekete, H., Jaeger, J., Waite, R., Nilsson, A., Thwaites, J., Wilson, R., Geiges, A. et al. (2021). State of climate action 2021: Systems transformations required to limit global warming to 1.5 c.
- Braithwaite, P. (2018). Building change trust: Social innovation ecosystems. *Building Change Trust, Belfast*.
- Chueri, L., Vasconcelos, A. e dos Santos, R. P. (2019). An observational study on the challenges faced by actors in a social innovation ecosystem. In *Proceedings of the 11th International Conference on Management of Digital EcoSystems*, pages 219–223.
- Goel, A. e Bhatt, R. (2012). Causes and consequences of global warming. *International Journal of Life Sciences Biotechnology and Pharma Research*, 1(1):27–31.
- Klein, H. K. e Myers, M. D. (1999). A set of principles for conducting and evaluating interpretive field studies in information systems. *MIS quarterly*, pages 67–93.
- Kumari, R., Kwon, K.-S., Lee, B.-H. e Choi, K. (2019). Co-creation for social innovation in the ecosystem context: The role of higher educational institutions. *Sustainability*, 12(1):307.
- Liu, L., Zhou, S., Huang, H. e Zheng, Z. (2021). From technology to society: An overview of blockchain-based dao. *IEEE Open Journal of the Computer Society*, 2:204–215.
- Miyachi, K. e Mackey, T. K. (2021). hocbs: A privacy-preserving blockchain framework for healthcare data leveraging an on-chain and off-chain system design. *Information processing & management*, 58(3):102535.
- Murray, R. (2010). The open book of social innovation. *National endowment for science, technology and the art*.
- Peffers, K., Tuunanen, T., Rothenberger, M. A. e Chatterjee, S. (2007). A design science research methodology for information systems research. *Journal of management information systems*, 24(3):45–77.
- Phillips, W., Lee, H., Ghobadian, A., O’regan, N. e James, P. (2015). Social innovation and social entrepreneurship: A systematic review. *Group & Organization Management*, 40(3):428–461.
- Santana, C. e Albareda, L. (2022). Blockchain and the emergence of decentralized autonomous organizations (daos): An integrative model and research agenda. *Technological Forecasting and Social Change*, 182:121806.
- Singh, N. e Chaturvedi, V. (2023). Understanding carbon markets. *Council on Energy, Environment and Water*.