

Association for Information Systems

AIS Electronic Library (AISeL)

ISLA 2021 Proceedings

Latin America (ISLA)

8-9-2021

Adoção de Blockchain para Apoio ao Cadastro e Inspeção de Barragens Hídricas: Uma Proposta de Pesquisa baseada em Design Science Research

Antonio Jefferson Macedo

Universidade Federal do Ceará, jeffersonmacedo@alu.ufc.br

Allyson Allex Araújo

Universidade Federal do Ceará, allysson.araujo@crateus.ufc.br

Itamara Taveira

Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará, itamaramary@gmail.com

Follow this and additional works at: <https://aisel.aisnet.org/isla2021>

Recommended Citation

Macedo, Antonio Jefferson; Araújo, Allyson Allex; and Taveira, Itamara, "Adoção de Blockchain para Apoio ao Cadastro e Inspeção de Barragens Hídricas: Uma Proposta de Pesquisa baseada em Design Science Research" (2021). *ISLA 2021 Proceedings*. 14.

<https://aisel.aisnet.org/isla2021/14>

This material is brought to you by the Latin America (ISLA) at AIS Electronic Library (AISeL). It has been accepted for inclusion in ISLA 2021 Proceedings by an authorized administrator of AIS Electronic Library (AISeL). For more information, please contact elibrary@aisnet.org.

Adoção de *Blockchain* para Apoio ao Cadastro e Inspeção de Barragens Hídricas: Uma Proposta de Pesquisa baseada em *Design Science Research*

Artigo em Desenvolvimento

Antonio Jefferson Macedo
Aluno de Graduação, GESID,
Universidade Federal do Ceará
(Campus de Crateús)
jeffersonmacedo@alu.ufc.br

Allysson Alex Araújo
Professor, GESID, Universidade
Federal do Ceará (Campus de Crateús)
allysson.araujo@crateus.ufc.br

Itamara Taveira
Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH)
itamaramary@gmail.com

Abstract

During the last decades, Brazilian regulations have been created to promote water dams safety. However, there are communication noises among the entities involved in the dam registration and inspection processes that impact both confidence and data interoperability. Thus, blockchain reveals to be particularly useful due to its unique ability to record digital events in a transparent, secure, and resilient way. In this sense, this work aims to present a research proposal grounded on Design Science Research for the development and evaluation of a blockchain-based Application Programming Interface that helps in the registration and inspection of water dams. This paper contributes by discussing a multi-method framework with unprecedented scope in the Brazilian domain of blockchain-based dam safety solutions.

Keywords

Water dams, dam safety, blockchain, API.

Resumo

No Brasil, durante as últimas décadas, foram estabelecidas regulamentações para promover a segurança de barragens hídricas. Porém, ainda se constatam ruídos na comunicação entre as entidades envolvidas nos processos de cadastro e inspeção dos barramentos, gerando desafios críticos quanto à confiabilidade e interoperabilidade de dados. Diante de tais particularidades, a tecnologia *blockchain* demonstra-se especialmente pertinente devido sua capacidade única de registro imutável de eventos digitais de forma transparente, segura e resiliente. Nesse sentido, este trabalho tem como objetivo apresentar uma proposta de pesquisa orientada por *Design Science Research* para desenvolvimento e avaliação de uma Interface de Programação de Aplicação baseada em *blockchain* que forneça suporte ao cadastro e inspeção de barragens hídricas. Dito isso, este artigo contribui ao discutir um enquadramento multimétodo com escopo inédito no domínio de soluções baseadas em *blockchain* para segurança de barragens brasileiras.

Palavras-chave

Barragens hídricas, segurança de barragens, *blockchain*, API.

Introdução

As barragens possuem um papel fundamental para o desenvolvimento da sociedade, uma vez que, por meio destas, ocorrem atividades como o abastecimento de água potável, controle de enchentes, irrigação e hidroeletricidade (COELHO, 2017). Mediante o fato de que não se pode extinguir o risco de acidentes ou incidentes em um barramento, pois toda e qualquer construção passará pelo processo de envelhecimento e danificação, a segurança de barragens revela-se uma pauta crítica (ZUFFO, 2005). Nesse sentido, a adesão de novas tecnologias construtivas, informações hidrológicas e o crescimento populacional nas proximidades das barragens revelam-se como fatores cruciais para o estabelecimento de legislações com objetivo de aumentar e melhorar a avaliação de segurança deste tipo de obra (ALMEIDA, 1998).

No Brasil, foram estabelecidas a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) e o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB), segundo a Lei n.º 12.334/2010 da Presidência da República (BRASIL, 2010), alterada pela recente Lei n.º 14.066/2020 (BRASIL, 2020), visando aumentar os cuidados referentes à segurança de barragens com a regulamentação e padronização de ações de segurança durante toda a vida útil de um barramento. Enquanto a PNSB impõe ao empreendedor a responsabilidade legal pela segurança da barragem, pelos danos decorrentes de seu rompimento, vazamento ou mau funcionamento, no SNISB são registradas todas as informações cadastrais de barragens regularizadas conforme a legislação (BRASIL, 2010). Além disso, cada registro de barramento deve conter um Plano de Segurança de Barragem (PSB) e documentações referentes às inspeções de segurança com intuito de apurar a situação de perigo de rompimento e manutenções necessárias para evitar possíveis desastres (ANA, 2016). Atualmente, o Brasil apresenta uma estrutura de gestão para segurança de barragens, incluindo um manual para o empreendedor, onde são discutidos o cadastro e inspeção dos barramentos aos seus donos (desde órgãos públicos a empresas privadas) e designados órgãos federais e estaduais responsáveis pela fiscalização (ANA, 2016). As inspeções devem ser realizadas periodicamente, sendo estabelecido o período de tempo de acordo com a categoria de risco e dano potencial associado ao barramento (ANA, 2019).

Ainda que se perceba um esforço contínuo na garantia da segurança das barragens, constata-se um desafio flagrante em lidar com a fragilidade nas medidas de controle concernentes à gestão de riscos e prevenção de fraudes (ANA, 2020). Adicionalmente, após uma série de acidentes ocorridos ao longo dos anos, alguns órgãos responsáveis pela fiscalização de barragens têm sido considerados altamente expostos à fraude (CPI, 2019). Essa fragilidade potencializa os riscos de gerenciamento dessas estruturas, o que compromete a transparência dos dados e contribui para a incorrência de novos desastres. Alicerçado pelos avanços na temática de governo digital, identifica-se uma urgência quanto ao desenvolvimento de soluções que venham fortalecer a transparência e confiabilidade dos dados técnicos de cadastro e inspeção de segurança visando fortalecer as ações de fiscalização ao longo da vida útil de um barramento.

Diante dos requisitos previamente contextualizados, a tecnologia *blockchain* demonstra-se particularmente promissora devido sua capacidade única de registro imutável de eventos digitais de forma transparente, segura e resiliente (FILHO; BRAGA; LEAL, 2017). Combinando uma série de recursos tecnológicos, como a criptografia e a tecnologia *peer-to-peer* (P2P), a *blockchain* utiliza-se de um mecanismo de consenso entre as entidades conectadas em rede para chegar a um acordo sobre uma versão única e imutável de dados, evitando, assim, a manipulação e fraudes de registros (ZUMKELLER, 2018). Conseqüentemente, potencializado por tal ascensão tecnológica, tem-se a consolidação das Aplicações Descentralizadas (em inglês, *Decentralized Applications* ou *dApps*) as quais possibilitam o desenvolvimento de programas com uma arquitetura distribuída e descentralizada que se comunicam com a *blockchain* cuja lógica de negócios é descrita a partir de contratos inteligentes (em inglês, *smart contracts*) (RAVAL, 2016). Tais contratos, em forma de código-fonte, especificam as obrigações a serem cumpridas de forma automática, viabilizando um relacionamento ímpar entre as entidades da rede (ZUMKELLER, 2018). A adoção de *blockchain* vem se mostrando especialmente relevante como uma tecnologia para provimento de transparência de dados em diferentes áreas como, por exemplo, gestão de cadeia de suprimentos (TOYODA *et al.*, 2017) e saúde (SARAIVA *et al.*, 2021, SOARES *et al.*, 2021). Porém, percebe-se que, em particular, não há nenhuma proposta baseada em *blockchain* na área de segurança de barragens aderente à PNSB, evidenciando, assim, uma lacuna teórica e empírica.

Diante de tal lacuna, este trabalho objetiva apresentar uma proposta de pesquisa orientada por *Design Science Research (DSR)* (DRESCH; LACERDA; JÚNIOR, 2015) para desenvolvimento e avaliação de uma Interface de Programação de Aplicação (em inglês, *Application Programming Interface* ou API) baseada em *blockchain* para suporte ao cadastro e inspeção de barragens hídricas. Posicionando-se como uma pesquisa em desenvolvimento, este artigo contribui ao discutir um enquadramento multimétodo com escopo inédito no domínio de soluções baseadas em *blockchain* para segurança de barragens aderente ao contexto brasileiro.

Trabalhos Relacionados

Coelho (2017) sugere um sistema para armazenamento de dados visuais de inspeções de barragens com intuito de facilitar e agilizar o processo de análise e geração de dados, além de garantir a confiabilidade dos dados coletados. Martini (2008) apresenta uma plataforma baseada em arquitetura web para acompanhamento da documentação de inspeção de um barramento pelo seu dono e equipe técnica responsável, buscando reduzir atividades repetitivas que ocorrem no processo de fiscalização. Sob o contexto de *blockchain*, Saraiva *et al.* (2019) exploram tal tecnologia para o armazenamento de registros médicos propondo o uso da tecnologia *Hyperledger*. Os autores apresentam como motivação a necessidade de evitar fraudes e inconsistências de informações no processo de cadastro de registros médicos. Finalmente, Toyoda *et al.* (2017) examinam a problemática da falsificação de produtos apresentando a implementação de um sistema baseado em *blockchain* sob a plataforma *Ethereum* que registra as informações dos produtos, tornando-os registros únicos, imutáveis e rastreáveis podendo, assim, evitar fraudes e gerar registros transparentes a todas as partes de uma cadeia de suprimentos. As duas primeiras pesquisas citadas iluminam os desafios que dificultam um processo mais ágil e prático de cadastro e inspeção de barragens. Por sua vez, os dois últimos trabalhos evidenciam que a adoção de *blockchain* demonstra-se uma solução eficaz para problemas de auditoria e segurança de dados, mesmo em outros domínios. Diante de tais resultados, verifica-se o 1) potencial do uso de *blockchain* enquanto uma arquitetura valiosa para promover a transparência de informações no setor de gestão de barragens e que 2) há nenhuma proposta baseada em *blockchain* na área de segurança de barragens aderente à PNSB.

Procedimentos Metodológicos

Objetivando absorver os benefícios e desafios oriundos da adoção de *blockchain* no processo de cadastro e inspeção de barragens hídricas, a presente pesquisa trilha um caminho metodológico quali-quantitativo, de caráter exploratório-descritivo, que busca compreender a problemática estudada de forma profunda e multiarticulada. Para isso, optou-se por adotar uma estratégia multimétodo orientada pelo protocolo da DSR visando reduzir a distância entre a teoria e a prática, visto que a DSR orienta o processo de pesquisa com base no desenvolvimento de soluções para problemas específicos por meio da produção de um novo produto, chamado de artefato, que busca levar as condições dos processos estudados a um estado melhorado e desejável (DRESCH; LACERDA; JÚNIOR, 2015). Nesse caso, portanto, tem-se o papel de *blockchain* em DSR como uma inovação digital (HEVNER; BROCKE; MAEDCHE, 2019). Ademais, em consonância ao protocolo sugerido por Vaishnavi, Kuechler e Petter (2004) para DSR, apresenta-se na Figura 1 uma visão geral dos procedimentos metodológicos adotados neste trabalho.



Figura 1. Procedimentos Metodológicos baseados em DSR.

Inicialmente, durante a **Conscientização do Problema**, se planeja realizar uma análise de dados secundários através da revisão bibliográfica da literatura relacionada a i) transformação de digital na gestão de barragens e ii) transparência de dados baseado em *blockchain*, bem como uma profunda análise documental do arcabouço regimental brasileiro e das plataformas online oficiais que orientam o processo de cadastro e inspeção de barragens. Como *framework* analítico, busca-se utilizar as 8 etapas sugeridas por Bowen (2009) para avaliação de documentos: (1) reunir textos relevantes, (2) desenvolver um esquema de organização e gestão, (3) fazer resumos e anotações dos documentos originais, (4) avaliar a autenticidade dos documentos, (5) explorar a organização e vieses do documento, (6) explorar as informações básicas e propósito documental, (7) fazer perguntas sobre o documento e, finalmente, (8) explorar o conteúdo. Em seguida, segue-se um período de observação não-participante (COOPER; LEWIS; URQUHART, 2004) junto a técnicos especializados na inspeção de barragens visando complementar a análise documental com uma visão sobre a prática exercida. Tal observação consiste em um período de avaliação das atividades exercidas na empresa ou órgão de inspeção e, outro período em campo, como foco no processo de inspeção de um barramento. As observações, por sua vez, serão registradas em um diário de campo em prol da sistematização das práticas sociais e técnicas exercidas (EMERSON; FRETZ; SHAW, 2011). Por fim, visando consolidar a compreensão sobre o problema e validar o aprendizado obtido, planeja-se conduzir uma entrevista em profundidade (BOYCE; NEALE, 2006) com um engenheiro civil que tenha prática na inspeção ou fiscalização e validação dos dados de inspeção de barragens coletados em campo. A partir dessa triangulação e análise múltipla, torna-se possível compreender os desafios associados aos processos de cadastro e inspeção de barragens, bem como o mapeamento das entidades envolvidas.

Durante a fase de **Sugestão**, concebe-se como *tentative design* (BECK *et al.*, 2013) um modelo arquitetural (incluindo papéis envolvidos e ativos de armazenamento) o qual representa uma visão abstrata, inicial e crítica do artefato a ser instanciado neste trabalho, que, neste caso, assume a forma de um produto de software (PRIES-HEJE; BASKERVILLE; VENABLE, 2008).

Na etapa de **Desenvolvimento**, tem-se a documentação e implementação do artefato orientada pela ideia de uma API para comunicação com o contrato inteligente e, por conseguinte, com os dados armazenados na *blockchain*. Através da disponibilização de tal API, torna-se possível que o serviço de cadastro e inspeção de barragens seja consumido por outras *dApps* ou sistemas pré-existentes.

Concluída a implementação do artefato, realiza-se a etapa de **Avaliação** pautada por uma análise quantitativa alicerçada pela redução da incerteza e do risco sob um ponto de referência técnico. Nesse contexto, tem-se a condução de um experimento computacional para avaliação do artefato quanto ao i) consumo de memória da *blockchain*, ii) tempo de mineração das transações, iii) tempo de busca de dados e iv) número de transações por bloco e v) latências das requisições *GET* e *POST*.

Por fim, na **Conclusão**, dar-se prosseguimento a discussão dos resultados obtidos por meio da apresentação do conhecimento adquirido após as fases anteriores, incluindo a análise de potencialidades e desafios atrelados à solução aqui proposta.

Considerações Finais

A gestão de barragens revela-se um domínio proeminente para desenvolvimento de soluções inovadoras, tendo em vista os impactos econômico, social e ambiental envolvidos. Entretanto, apesar da relevância das barragens hídricas enquanto domínio, constata-se ainda um campo vagamente explorado quanto ao desenvolvimento de projetos de cunho tecnológico e inovador para lidar com os desafios da área, incluindo a avaliação da segurança deste tipo de obras. Diante de tal escopo, a tecnologia *blockchain* demonstra-se promissora, devido sua capacidade única de registro imutável de eventos digitais de forma transparente, segura e resiliente. Nesse sentido, torna-se possível fomentar uma cultura de transparência e interoperabilidade de dados técnicos de cadastro e inspeção de segurança dos barramentos e, conseqüentemente, fortalecer as ações de fiscalização ao longo da vida útil de um barramento. Dito isso, este trabalho contribui ao discutir um enquadramento metodológico baseado em DSR com escopo inédito de inovação digital no domínio de soluções baseadas em *blockchain* para segurança de barragens no Brasil. Como trabalhos futuros, pretende-se concretizar o processo de desenvolvimento da API aderente à PNSB e a avaliação de desempenho, bem como o compartilhamento do conhecimento obtido.

Referências

- Almeida, J. N. A. De M. 1998. Um Projecto para a Segurança das Barragens Portuguesas. *4º Congresso da Água*, Lisboa, 23-27 de março de 1998.
- ANA. Agência Nacional de Águas. 2016. Guia de Orientação e Formulários para Inspeções de Segurança de Barragens. *Manual do empreendedor sobre segurança de barragens*, V. 2.
- ANA. Agência Nacional de Águas. 2019. *Relatório de Segurança de Barragens 2018*, Brasília - DF.
- ANA. Agência Nacional de Águas. 2020. *Relatório de Segurança de Barragens 2019*, Brasília - DF.
- Beck, R.; Weber, S.; Gregory, R. W. 2013. Theory-generating Design Science Research. *Information Systems Frontiers*, Springer, V. 15, N. 4, P. 637–651.
- Bowen, G. A. 2009. Document Analysis as a Qualitative Research Method. *Qualitative Research Journal*, RMIT Publishing, V. 9, N. 2, P. 27.
- Boyce, C.; Neale, P. 2006. Conducting in-depth interviews: A guide for designing and conducting in-depth interviews for evaluation input. *Monitoring and Evaluation*, Pathfinder International, V. 2, pp. 1-12.
- Brasil. 2010. *Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010*. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12334.htm>. Acesso em 10 de agosto de 2020.
- Brasil. 2020. *Lei nº 14.066, de 30 de setembro de 2020*. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/L14066.htm>. Acesso em 30 de novembro de 2020.
- Coelho, D. P. 2017. *Desenvolvimento de um Sistema Especializado em Inspeções Visuais Aplicado à Segurança de Barragens*. Dissertação — Programa de pós-graduação em desenvolvimento de tecnologia, Instituto de tecnologia para o desenvolvimento, Institutos Lactec, Curitiba.
- CPI. 2019. *Relatório final da CPI*. Disponível em: <<https://www.camara.leg.br/internet/comissoes/cpi/cpibruma/RelatorioFinal.pdf>>. Acesso em 17 de outubro de 2020.
- Cooper, J.; Lewis, R.; Urquhart, C. 2004. Using participant or non-participant observation to explain information behaviour. *Information Research*, V. 9, N. 4, P. 9–4.
- Dresch, A.; Lacerda, D. P.; Júnior, J. A. V. A. 2015. Design science research: Método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia. *Bookman Editora*.
- Emerson, R. M.; Fretz, R. I.; Shaw, L. L. 2011. *Writing ethnographic fieldnotes*. University Of Chicago Press.
- Filho, J. R. F.; Braga, A. M.; Leal, R. L. 2017. Tecnologia *blockchain*: Uma visão geral. *CPQD*.
- Hevner, A.; Vom Brocke, J.; Maedche, A. 2019 *Roles Of Digital Innovation In Design Science Research*.
- Martini, B. D. 2018. *Sistema Web para Gestão de Segurança de Barragens*. Dissertação (mestrado) — Programa de pós-graduação em geotecnia, Universidade Federal de Ouro Preto, Minas Gerais.
- Pries-Heje, J.; Baskerville, R.; Venable, J. R. 2008. *Strategies for Design Science Research Evaluation*.
- Raval, S. 2016. Decentralized Applications: Harnessing Bitcoin's Blockchain Technology. *O'Reilly Media, Inc.*
- Saraiva, R.; Araújo, A. A.; Soares, P.; Souza, J. 2021. MIRIAM: A Blockchain-based Web Application for Managing Professional Registrations of Medical Doctors in Brazil. *2021 IEEE International Conference on Blockchain and Cryptocurrency*, pp. 1-2 (doi: 10.1109/ICBC51069.2021.9461051).
- Soares, P., Araújo, A. A., Saraiva, R., Santos, R.; Souza, J. 2021. Prontuário Eletrônico do Paciente baseado em blockchain: Um Desenho de Pesquisa Sociotécnico. *Anais Estendidos do XVII Simpósio Brasileiro de Sistemas Colaborativos* (pp. 13-18). SBC.
- Toyoda, K; Mathiopoulos, P. T.; Sasase, I.; Ohtsuki, T. 2017. A novel blockchain-based product ownership management system (POMS) for anti-counterfeits in the post supply chain. *IEEE Access*, V. 5, P. 17465–17477.
- Vaishnavi, V; Kuechler, B; Petter, S. 2004. Design Science research in information systems. Disponível em: <<http://desrist.org/design-research-in-information-systems/>>. Acesso em 28 de agosto de 2020.
- Zuffo, M. S. R. 2005. Metodologia Para Avaliação Da Segurança De Barragens. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Campinas, SP.
- Zumkeller, S. 2018. *Using Smart Contracts For Digital Services: A Feasibility Study Based On Service Level Agreements*. Disponível em: <https://www.matthes.in.tum.de/file/103uy3gxqeabd/Sebis-Public-Website/-/Master-s-Thesis-Stephan-Zumkeller/MT_Zumkeller.pdf> Acesso em 28 de agosto de 2020.