

INDICADORES DE PRESERVAÇÃO DIGITAL EM PROJETOS DE CIÊNCIA CIDADÃ

DIGITAL PRESERVATION INDICATORS IN CITIZEN SCIENCE PROJECTS



Fabiano Couto Corrêa da Silva

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
E-mail: fabianocc@gmail.com
Porto Alegre – RS – Brasil



Larissa Weber Umpierre

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
E-mail: larissaumpierre@gmail.com
Porto Alegre – RS – Brasil



Amanda Santos Witt

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
E-mail: amandawitt.asw@gmail.com
Porto Alegre – RS – Brasil



Resumo

Introdução: A ciência cidadã tem crescido como uma abordagem eficaz para envolver o público na coleta e análise de dados em diversos campos da pesquisa científica. A preservação digital dos dados gerados nesses projetos é crucial para garantir a sustentabilidade e acessibilidade dos recursos para futuras pesquisas e aplicações práticas. **Objetivo:** Este estudo tem como objetivo propor indicadores e um workflow de preservação digital para projetos de ciência cidadã. **Metodologia:** Através de uma revisão da literatura sobre preservação digital e ciência cidadã, identificamos princípios e desafios relevantes e selecionamos indicadores de preservação digital. Com base nesses indicadores, desenvolvemos um workflow para processos de preservação digital em projetos de ciência cidadã. **Resultados:** Os indicadores selecionados incluem acessibilidade, autenticidade, integridade, interoperabilidade e sustentabilidade. Um workflow de cinco etapas foi desenvolvido, abrangendo coleta e armazenamento de dados, normalização e padronização, preservação e redundância, acesso e compartilhamento, e monitoramento e avaliação. **Conclusão:** A aplicação dos indicadores e do workflow proposto em projetos de ciência cidadã pode garantir a preservação eficaz e sustentável dos dados e recursos digitais coletados e gerados, promovendo a colaboração e a inovação na pesquisa científica. A implementação deste workflow e a avaliação contínua dos indicadores podem orientar projetos de ciência cidadã na gestão adequada dos recursos digitais e na promoção do avanço do conhecimento científico.

Palavras-chave: Ciência cidadã; Preservação digital; Gestão de dados; Indicadores; Workflow.

Abstract

Introduction: Citizen science has grown as an effective approach to involve the public in data collection and analysis in various fields of scientific research. Digital preservation of the data generated in these projects is crucial to ensure the sustainability and accessibility of the resources for future research and practical applications. **Objective:** This study aims to propose indicators and a digital preservation workflow for citizen science projects. **Methodology:** Through a literature review on digital preservation and citizen science, we identified relevant principles and challenges, and selected digital preservation indicators. Based on these indicators, we developed a workflow for digital preservation processes in citizen science projects. **Results:** The selected indicators include accessibility, authenticity, integrity, interoperability, and sustainability. A five-step workflow was developed, covering data collection and storage, normalization and standardization, preservation and redundancy, access and sharing, and monitoring and evaluation. **Conclusion:** The application of the proposed indicators and workflow in citizen science projects can ensure the effective and sustainable preservation of collected and generated data and digital resources, promoting collaboration and innovation in scientific research. The implementation of this workflow and the continuous evaluation of the indicators can guide citizen science projects in the proper management of digital resources and in promoting the advancement of scientific knowledge.

Keywords: Citizen Science; Digital preservation; Data management; Indicators; Workflow.

LICENÇA DE USO

Os autores cedem à [Revista Brasileira de Preservação Digital](#) os direitos exclusivos de primeira publicação, com o trabalho simultaneamente licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Esta licença permite que terceiros remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial neste periódico. Os autores têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada neste periódico (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial neste periódico.

PUBLISHERS

Universidade Estadual de Campinas – Sistema de Bibliotecas / Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia – Rede Brasileira de Serviços de Preservação Digital – Cariniana. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião dos editores ou da universidade.

EDITORES

Gildenir Carolino Santos, Miguel Angel Márdero Arellano.

CREDIT

RECONHECIMENTOS: Não aplicável.

FINANCIAMENTO: Não aplicável.

CONFLITOS DE INTERESSE: Os autores certificam que não têm interesse comercial ou associativo que represente um conflito de interesses em relação ao manuscrito.

APROVAÇÃO ÉTICA: Não aplicável.

DISPONIBILIDADE DE DADOS E MATERIAL: Não aplicável.

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES: Conceituação, Curadoria de Dados, Análise Formal, Aquisição de Financiamento, Investigação, Metodologia, Administração de Projetos, Recursos, Software, Supervisão, Validação, Visualização, Redação – rascunho original; Redação – revisão & edição: SILVA, F.C.C.; UMPIERRE, L.; WITT, A. S.

1 INTRODUÇÃO

A ciência cidadã é uma abordagem colaborativa e inovadora que permite a participação do público em geral na pesquisa científica, abrangendo áreas como ecologia, astronomia, biologia e ciências sociais (APPEL; ALBAGLI, 2019). Conrad e Hilchey (2010) identificam diversos benefícios proporcionados pela ciência cidadã, por exemplo, incluir a sociedade e grupos afetados por questões de ciência e tecnologia nos processos decisórios que envolvem questões locais; beneficiar instituições governamentais através de monitoramento participativo; beneficiar os ecossistemas monitorados.

A proposta da Ciência Cidadã, por meio dos seus projetos, consiste em produzir resultados científicos genuínos, possibilitados pelo amplo volume de dados científicos coletados, os quais constituem a base para a construção do conhecimento científico. Sempre que possível, os dados científicos, juntamente com os seus metadados, devem ser tornados públicos na modalidade de acesso livre (EUROPEAN CITIZEN SCIENCE ASSOCIATION, 2015).

Com vistas à reutilização efetiva dos resultados da ciência cidadã, de forma ampla por diferentes atores, os produtos oriundos desta precisam estar sujeitos a elementos como métodos de curadoria, padronização e preservação, garantindo assim, o máximo de benefícios para a sociedade em geral (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA, 2022). No entanto, a natureza descentralizada e a falta de orientação para a preservação digital nesses projetos podem levar à perda ou inacessibilidade dos dados, prejudicando seu potencial de uso futuro.

O *workflow* pode ser definido como uma série de tarefas que envolvem um processo global, que, para ser finalizado, necessita cumprir determinadas tarefas, do início ao fim, o que pode envolver uma sequência entre as etapas definidas (SPRINKS et al., 2017). Estabelecer um fluxo de trabalho de preservação digital é de suma importância para garantir a sustentabilidade e a acessibilidade dos dados gerados pelos projetos de ciência cidadã (NAHUZ, 2021). Um fluxo de trabalho bem estabelecido permite:

1. Salvar os dados coletados pelos cidadãos cientistas, garantindo que sejam armazenados, gerenciados e preservados adequadamente.
2. Facilitar a reutilização dos dados em futuras pesquisas, ajudando a impulsionar a inovação e expandir o conhecimento científico (ARAUJO, 2018).
3. Promover a colaboração entre pesquisadores e cidadãos cientistas, criando uma rede de conhecimento compartilhado e contribuindo para a solução de problemas globais (CARVALHO; LEITE, 2021).

O objetivo deste estudo é propor indicadores e um fluxo de trabalho para projetos de ciência cidadã focados na preservação digital. A implementação desse fluxo de trabalho proposto pode garantir a preservação adequada dos dados e permitir que futuros pesquisadores os utilizem, reforçando o papel crítico da preservação digital na longevidade da ciência cidadã.

2 INDICADORES DE PRESERVAÇÃO DIGITAL PARA AVALIAÇÃO DE PROJETOS DE CIÊNCIA CIDADÃ

Os indicadores de *workflow* de preservação digital em projetos de ciência cidadã são etapas importantes para garantir a integridade e a disponibilidade a longo prazo dos dados coletados. Eles ajudam a garantir que os dados sejam armazenados corretamente, documentados adequadamente e protegidos contra a perda ou danificação. Para indicar o *workflow* dos processos de preservação digital em projetos de ciência cidadã, estabelecemos com base na revisão de literatura os indicadores que constam na Quadro 1.

Quadro 1: de Indicadores de Preservação Digital em Projetos de Ciência Cidadã

Indicador	Descrição	Exemplos de Métricas
Acessibilidade	Facilidade de acesso aos dados e recursos digitais Appel e Albagli (2019), Nahus (2021), Araujo (2018), e Carvalho e Leite (2021)	- Tempo médio de resposta do sistema
		- Taxa de sucesso no download de dados
		- Número de formatos de arquivo suportados
Autenticidade	Garantia de que os dados são genuínos e não foram adulterados Appel e Albagli (2019), Nahus (2021), Araujo (2018), e Carvalho e Leite (2021)	- Uso de assinaturas digitais ou outras técnicas de verificação
		- Taxa de conformidade com políticas de controle de qualidade
Integridade	Manutenção da completude e prevenção de corrupção ou perda de dados Appel e Albagli (2019), Nahus (2021), Araujo (2018), Carvalho e Leite (2021), Tullis e Kar (2021), Silveira <i>et al.</i> (2021)	- Taxa de recuperação de dados corrompidos
		- Percentual de dados verificados regularmente
Interoperabilidade	Capacidade dos dados de serem compartilhados e utilizados por diferentes sistemas e aplicações Appel e Albagli (2019), Nahus (2021), Araujo (2018), Carvalho e Leite (2021) e Fanitabasi, Gaere e Pournaras (2020)	- Número de padrões e formatos abertos suportados
		- Taxa de sucesso na importação/exportação de dados entre sistemas

Sustentabilidade	Capacidade de manter a preservação digital ao longo do tempo Appel e Albagli (2019), Nahus (2021), Araujo (2018), e Carvalho e Leite (2021)	- Estabilidade do financiamento
		- Capacidade de adaptação a novas tecnologias e formatos

Fonte: levantamento realizado pelos autores (2023)

Os indicadores de Preservação Digital em Projetos de Ciência Cidadã que constam na tabela podem ser usados para monitorar e avaliar o desempenho dos processos de preservação digital em projetos de ciência cidadã. A identificação de áreas de melhoria e a aplicação de estratégias apropriadas podem garantir a preservação eficaz e sustentável dos dados e recursos digitais coletados e gerados por esses projetos.

A avaliação periódica dos indicadores de preservação digital permite identificar problemas, tais como, a falta de documentação adequada ou o armazenamento inseguro de dados, e implementar soluções para corrigi-los. Isso garante que os dados coletados em projetos de ciência cidadã sejam preservados de forma eficaz e sustentável, tornando-os disponíveis para futuras gerações de pesquisadores e cientistas.

Esforços em nível universal em prol da preservação digital têm sido empreendidos segundo constatação de Adu (2018) ao lembrar que importantes instituições estão a frente desta questão traçando estratégias colaborativas a serem adotadas para preservar materiais digitais; é o caso da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), da Federação Internacional de Associações e Instituições de Bibliotecas, do Comitê Conjunto de Sistemas de Informação e da Coalizão de Preservação Digital (ADU, 2018).

Inicialmente, é importante estabelecermos o que entendemos por "qualidade de dados". A qualidade dos dados refere-se à condição dos dados e à sua adequação para atender aos propósitos pretendidos na operação, na tomada de decisões e no planejamento. Isso engloba diversos aspectos, como precisão, integridade, consistência, relevância e confiabilidade dos dados.

Em contrapartida, a "qualidade de submissão de dados" diz respeito à precisão e à integridade das informações fornecidas durante a etapa de submissão de dados nos projetos de ciência cidadã. Embora nosso artigo se concentre mais nesta última, ambas são cruciais para a eficácia e a integridade de qualquer projeto de ciência cidadã e, por isso, merecem atenção adequada.

Além disso, a avaliação dos indicadores de preservação digital permite ajustar as estratégias de preservação de acordo com as mudanças nas tecnologias e nas necessidades do projeto. Isso garante que a preservação digital seja uma parte dinâmica e evolutiva dos projetos de ciência cidadã, adaptada às necessidades e desafios futuros. Eles fornecem uma maneira de medir o progresso e identificar pontos

fracos nos processos de preservação, permitindo que as equipes de projeto tomem medidas para melhorar a qualidade e a eficiência dos processos, conforme detalhamos em cada etapa a seguir:

a. *Acessibilidade*

A acessibilidade é um princípio fundamental na preservação digital, pois garante que os dados e recursos digitais estejam disponíveis para usuários e pesquisadores (NAHUS, 2021). A acessibilidade também está alinhada com o conceito de Ciência Aberta, que promove o compartilhamento de conhecimento e dados em prol da colaboração e inovação (APPEL; ALBAGLI, 2019). A acessibilidade é medida por métricas como tempo de resposta do sistema, taxa de sucesso no download de dados e número de formatos de arquivo suportados. Ao garantir a acessibilidade, é possível estabelecer uma base sólida para a autenticidade dos dados, pois os usuários podem verificar e validar as informações com maior facilidade.

b. *Autenticidade*

A autenticidade é um atributo essencial na preservação digital, pois garante que os dados e recursos digitais são genuínos e não foram adulterados (CARVALHO; LEITE, 2021). A autenticidade é especialmente importante em projetos de ciência cidadã, onde a qualidade dos dados coletados e gerados pelos cidadãos cientistas pode ser uma preocupação (SANTOS et al., 2017). A autenticidade é medida por técnicas de verificação, como assinaturas digitais, e pela taxa de conformidade com políticas de controle de qualidade. A garantia da autenticidade dos dados é essencial para preservar sua integridade, uma vez que dados autênticos são menos suscetíveis a corrupção ou perda involuntária. Nesta mesma direção, Adu (2018) assevera que esforços colaborativos associados à preservação digital de longo prazo de documentos autênticos, em geral, estão concentrados em elementos, tais como, padrões de metadados, formatos de arquivo, advocacia e rede, enfatizando-se os aspectos de a) interoperabilidade, b) autenticidade, c) confiabilidade e, por fim, d) precisão dos registros.

c. *Integridade*

A integridade refere-se à manutenção da completude e à prevenção da corrupção ou perda de dados (NAHUZ, 2021). A integridade é crucial para garantir a qualidade e confiabilidade dos dados e recursos digitais em projetos de ciência cidadã. Silveira et al. (2021) percebem que nesse cenário de maior abertura do acesso ao conhecimento, um importante perspectiva que se destaca é a filosófica, que inclui fatores como ética, integridade e transparência. Tullis e Kar (2021) argumentam sobre a importância de avaliar a qualidade dos dados e de se utilizar formatos interoperáveis, permitindo assim sua fácil integração, replicabilidade e reprodutibilidade de fluxos de trabalho. A integridade é medida por métricas como a taxa de recuperação de dados corrompidos e o percentual de dados verificados regularmente. Ao garantir a integridade dos dados, é possível alcançar uma interoperabilidade eficiente, já que

sistemas e aplicações podem trocar informações com maior precisão e confiança, evitando possíveis incompatibilidades ou erros.

d. *Interoperabilidade*

A interoperabilidade é a capacidade de compartilhar e utilizar dados e recursos digitais entre diferentes sistemas e aplicações (APPEL; ALBAGLI, 2019). Ela é especialmente importante em projetos de ciência cidadã, onde a colaboração entre pesquisadores e cidadãos cientistas é fundamental para o sucesso do projeto (ARAUJO, 2018). A interoperabilidade é medida por métricas como o número de padrões e formatos abertos suportados e a taxa de sucesso na importação/exportação de dados entre sistemas. A interoperabilidade eficiente é um fator-chave para a sustentabilidade dos processos de preservação digital, pois permite a adaptação a novas tecnologias e formatos, promovendo a continuidade dos projetos. Fanitabasi, Gaere e Pournaras (2020), por sua vez, sublinham que, no contexto da interoperabilidade, a natureza sócio-técnica dos sistemas descentralizados exige novos paradigmas de design que considerem a questão do valor para os cidadãos, possibilitando que se fortaleçam aspectos como confiança, transparência e alinhamento com os valores sociais, como a preservação da privacidade, a autonomia e a justiça.

e. *Sustentabilidade*

A sustentabilidade é a capacidade de manter os processos de preservação digital ao longo do tempo, mesmo diante de mudanças tecnológicas e desafios financeiros (NAHUS, 2021). A sustentabilidade é essencial para garantir a preservação e acessibilidade de dados e recursos digitais em projetos de ciência cidadã a longo prazo. A sustentabilidade é medida por métricas como a estabilidade do financiamento e a capacidade de adaptação a novas tecnologias e formatos. Ao alcançar a sustentabilidade, é possível garantir que a acessibilidade, autenticidade, integridade e interoperabilidade dos dados e recursos digitais sejam mantidas e aprimoradas continuamente, assegurando o sucesso dos projetos de ciência cidadã e promovendo a colaboração e inovação em diversas áreas do conhecimento.

3 METODOLOGIA

A metodologia adotada neste estudo envolveu uma revisão da literatura sobre preservação digital e ciência cidadã, síntese e seleção de indicadores, desenvolvimento do *workflow*, e integração e validação dos indicadores propostos. O método consistiu nas seguintes etapas:

- *Revisão da literatura*: Realizamos uma revisão da literatura na Base de Dados Referencial de Artigos de Periódicos em Ciência da Informação (BRAPCI), Web of Science (WOS) e Scopus sobre preservação digital e ciência cidadã para identificar os princípios, desafios e melhores práticas relevantes para a preservação de dados e recursos digitais nesses projetos. A pesquisa foi

realizada utilizando os termos “*citizen science AND digital preservation*”, restringindo o levantamento aos artigos que contivessem no mínimo 3 citações nas bases Wos e Scopus. Na BRAPCI não ocorreu nenhum ponto de corte sobre os artigos identificados.

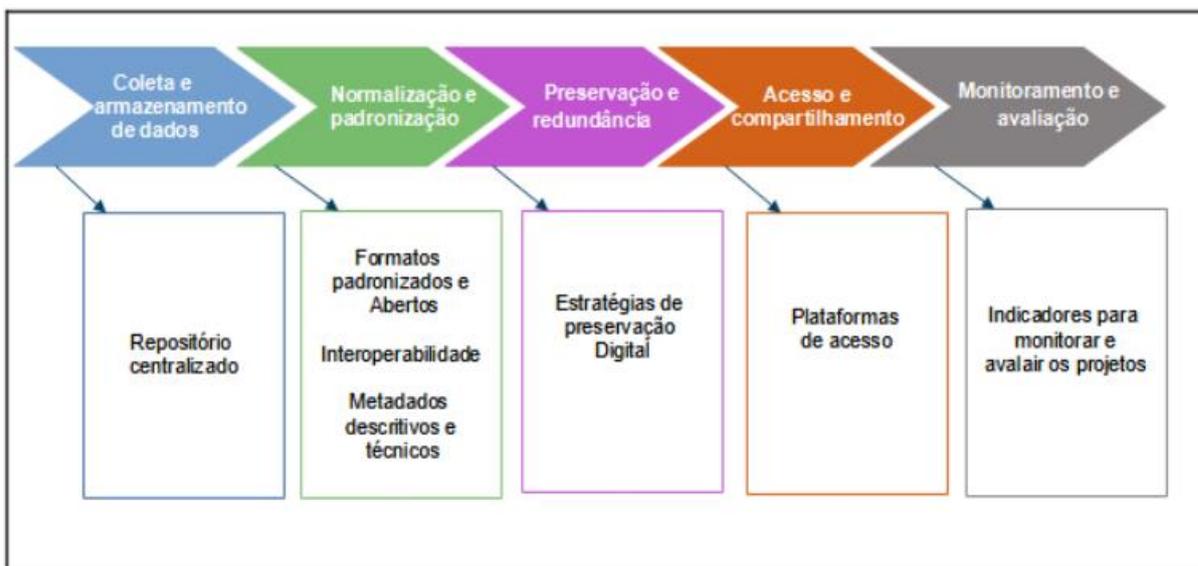
- *Síntese e seleção de indicadores*: Com base na revisão da literatura, sintetizamos os principais conceitos e princípios de preservação digital e ciência cidadã e selecionamos os indicadores que melhor refletem esses conceitos. Os indicadores escolhidos são acessibilidade, autenticidade, integridade, interoperabilidade e sustentabilidade. Esses indicadores são abrangentes e refletem os aspectos críticos da preservação digital em projetos de ciência cidadã.
- *Desenvolvimento do workflow*: Após a seleção dos indicadores, desenvolvemos um *workflow* que incorpora esses indicadores em etapas distintas, mas interconectadas, do processo de preservação digital. O *workflow* foi projetado para ser flexível e adaptável às necessidades específicas de cada projeto de ciência cidadã, garantindo a preservação eficaz e sustentável dos dados e recursos digitais.
- *Integração e validação*: Com o *workflow* desenvolvido, integramos os indicadores e suas métricas associadas para monitorar e avaliar o desempenho do processo de preservação digital. A validação do *workflow* e dos indicadores é baseada na aplicação desses conceitos aos desafios e requisitos específicos dos projetos de ciência cidadã, conforme identificado na revisão da literatura.

Este método, baseado em pesquisa e práticas estabelecidas, possibilitou o desenvolvimento de indicadores e um *workflow* que aborda as necessidades específicas de preservação digital em projetos de ciência cidadã. A aplicação desse *workflow* e a avaliação contínua desses indicadores podem garantir a preservação eficaz e sustentável dos dados e recursos digitais, promovendo a colaboração e a inovação na pesquisa científica.

4 WORKFLOW PARA OS PROCESSOS DE PRESERVAÇÃO DIGITAL EM PROJETOS DE CIÊNCIA CIDADÃ

O *workflow* de preservação digital é um conjunto de cinco etapas sequenciais que são seguidas para garantir a integridade e a disponibilidade a longo prazo dos dados coletados em projetos de ciência cidadã. Ele é projetado para garantir que os dados sejam coletados, armazenados, documentados e protegidos de forma adequada, tornando-os disponíveis para futuras gerações de pesquisadores e cientistas. A figura 2 apresenta as etapas comuns do *workflow* de preservação digital em projetos de ciência cidadã elencados com base na análise de literatura.

Figura 2. Síntese das etapas do workflow de preservação digital



Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

A seguir, nos detemos em cada uma das fases do *workflow* proposto acima:

4.1 Coleta e armazenamento de dados

Nesta etapa, os dados gerados pelos cidadãos cientistas são coletados e armazenados em um repositório centralizado. É importante garantir a qualidade e integridade dos dados, implementando políticas de controle de qualidade e medidas de segurança.

Os cidadãos cientistas utilizam dispositivos móveis, kits de teste e sensores para coletar amostras e registrar informações sobre parâmetros de qualidade dos dados coletados. Após a coleta, eles enviam essas informações por meio de um aplicativo móvel ou site, que conta com protocolos de criptografia e autenticação para garantir a segurança dos dados. No repositório centralizado, são aplicadas medidas de controle de qualidade, como verificação de consistência e validação de dados, para garantir a confiabilidade das informações coletadas.

4.2 Normalização e padronização

Os dados coletados são convertidos para formatos padronizados e abertos, facilitando a interoperabilidade e a preservação a longo prazo. A normalização também incorpora a inclusão de metadados descritivos e técnicos para facilitar a pesquisa, recuperação e uso dos dados.

Nesta etapa, os dados brutos são processados e convertidos para formatos padronizados e abertos, facilitando a interoperabilidade e reutilização por diferentes sistemas e aplicações. Metadados descritivos e técnicos são gerados e associados aos dados, incluindo informações como método de coleta, instrumentos utilizados e

detalhes dos cidadãos cientistas. Isso facilita a pesquisa, recuperação e análise dos dados por pesquisadores e outras partes interessadas.

4.3 Preservação e redundância

Os dados normalizados são preservados utilizando estratégias de preservação digital, como migração, emulação e redundância. Isso inclui a criação de várias cópias dos dados e o armazenamento destas em locais geograficamente dispersos para proteger contra a perda de dados devido a falhas de hardware, corrupção de dados ou desastres naturais.

Os dados normalizados são submetidos a processos de preservação digital, como migração para novos formatos e armazenamento em sistemas redundantes, garantindo a sua preservação mesmo diante de mudanças tecnológicas e de desafios financeiros.

4.4 Acesso e compartilhamento

Os dados preservados em projetos de ciência cidadã são disponibilizados para acesso e compartilhamento por cidadãos cientistas, pesquisadores e outras partes interessadas. Para garantir a disseminação adequada dos materiais digitais, é importante abordar questões legais e de propriedade intelectual, como direitos autorais e restrições de acesso.

Os dados são disponibilizados por meio de uma plataforma de acesso, que permite aos usuários pesquisar e filtrar dados com base em parâmetros específicos, como localização geográfica, data e parâmetros de qualidade. Além disso, a plataforma facilita a colaboração entre usuários, promovendo a troca de conhecimento e a inovação na gestão dos recursos. Com interfaces de usuário amigáveis e suporte para diversos formatos de arquivo, a plataforma fornece uma maneira simplificada para acessar e baixar os dados preservados.

4.5 Monitoramento e avaliação

O desempenho dos processos de preservação digital é monitorado e avaliado com base nos indicadores propostos (acessibilidade, autenticidade, integridade, interoperabilidade e sustentabilidade). A análise desses indicadores permite identificar áreas de melhoria e ajustar as estratégias de preservação digital conforme necessário.

Nesta etapa, o desempenho dos processos de preservação digital é monitorado e avaliado com base nos indicadores propostos. A análise desses indicadores permite identificar áreas de melhoria, ajustar as estratégias de preservação digital e garantir a qualidade e confiabilidade dos dados ao longo do tempo. Além disso, o feedback dos usuários e pesquisadores é coletado e utilizado para melhorar continuamente a plataforma e os processos de preservação digital.

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

O *workflow* apresentado consiste em uma série de passos que visam ajudar os projetos de ciência cidadã a gerenciar de forma eficiente e segura os dados gerados ao longo do projeto. Estes passos foram desenvolvidos com base em uma análise de literatura sobre a gestão de dados e podem ser adaptados às necessidades específicas de cada projeto.

Ao seguir este *workflow*, os projetos de ciência cidadã poderão preservar de forma eficaz e sustentável os dados e recursos digitais coletados e gerados, garantindo sua integridade, acessibilidade e confiabilidade a longo prazo. Além disso, o *workflow* também promove a colaboração e a inovação na pesquisa científica, tornando mais fácil a compartilhar os dados e recursos entre cidadãos cientistas, pesquisadores e outras partes interessadas, de várias maneiras.

Em primeiro lugar, ao garantir a integridade, acessibilidade e confiabilidade dos dados coletados e gerados, o *workflow* torna mais fácil para os cidadãos cientistas e outras partes interessadas, compartilhar e utilizar esses dados de forma efetiva. Isso pode estimular a colaboração entre diferentes grupos e indivíduos, ajudando a alimentar novos insights e descobertas na pesquisa científica.

Em segundo lugar, o *workflow* promove a transparência e a abertura na gestão de dados, tornando mais fácil para os cidadãos cientistas e outras partes interessadas compreender e confiar nos dados coletados e gerados. Isso pode incentivar a colaboração, ajudando a construir relações de confiança entre diferentes grupos e indivíduos.

Além disso, o *workflow* pode ajudar a promover a colaboração entre cidadãos cientistas, pesquisadores e outras partes interessadas, tornando mais fácil compartilhar dados e recursos. Isso pode ajudar a fomentar novas descobertas e inovações na pesquisa científica, além de aumentar a eficiência e a efetividade da pesquisa.

Em resumo, o *workflow* apresentado pode promover o aumento da eficiência e da eficácia dos procedimentos que envolvem uma iniciativa em Ciência Cidadã, favorecendo uma maior transparência no uso e no processamento de informações e assegurando o aumento da colaboração entre os participantes bem como a melhoria contínua dos processos. Ademais, cabe salientar que o *workflow* é dinâmico, pois uma vez iniciado um processo e, à medida em que este passa a gerar dados, estes são analisados, para identificação, avaliação e correção de eventuais erros constatados.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo, abordamos o tema "Indicadores de Preservação Digital em Projetos de Ciência Cidadã", apresentando um *workflow* de preservação digital composto por cinco etapas sequenciais. Essas etapas visam assegurar a integridade, disponibilidade a longo prazo e confiabilidade dos dados coletados em projetos de ciência cidadã, facilitando a colaboração e inovação na pesquisa científica.

Entendemos que, apesar da relevância e aplicação do *workflow* proposto, há espaço para incorporar questões adicionais, como a criação de um plano de gestão de dados, para agregar ainda mais transparência e clareza no tratamento de dados coletados em tais projetos. Isso pode não ter sido observado durante a revisão e análise proposta para a pesquisa, mas certamente é um aspecto que merece ser considerado em trabalhos futuros.

Além disso, é notável que o artigo focou em projetos de ciência cidadã voltados para a coleta de dados. Reconhecemos, no entanto, que existem outras realidades onde o cidadão participa de outras fases da pesquisa, como análise, discussão, estruturação metodológica ou desenvolvimento conceitual. Nesse sentido, acreditamos que o *workflow* proposto também pode ser adaptado e usado em tais cenários, potencialmente trazendo benefícios para uma gama ainda mais ampla de pesquisas.

Através do estudo das etapas do *workflow*, foi possível compreender a importância de garantir a qualidade e integridade dos dados, bem como a necessidade de normalização e padronização dos mesmos. Além disso, destacou-se a relevância de estratégias de preservação digital e redundância, garantindo que os dados estejam sempre disponíveis e protegidos contra perdas.

O acesso e o compartilhamento dos dados preservados promovem a disseminação de informações e conhecimento científico, incentivando a colaboração entre cidadãos cientistas, pesquisadores e outras partes interessadas. O monitoramento e avaliação das etapas do *workflow* possibilitam a identificação de áreas de melhoria e ajustes nas estratégias de preservação digital, assegurando a qualidade e confiabilidade dos dados ao longo do tempo.

O *workflow* proposto pode ser adaptado às necessidades específicas de cada projeto de ciência cidadã, contribuindo para uma gestão eficiente e segura dos dados gerados. Ao seguir esse *workflow*, projetos de ciência cidadã podem preservar de forma eficaz e sustentável os dados e recursos digitais coletados, promovendo a colaboração e inovação na pesquisa científica.

Em síntese, o artigo contribui para a compreensão e aplicação de indicadores de preservação digital em projetos de ciência cidadã, enfatizando a importância de garantir a integridade, acessibilidade e confiabilidade dos dados. Além disso, destaca a relevância de promover a transparência e abertura na gestão de dados, fomentando a colaboração entre cidadãos cientistas, pesquisadores e outras partes interessadas e, assim, impulsionando novas descobertas e inovações no campo da pesquisa científica.

REFERÊNCIAS

- ADU, K. K. A multi-methods study exploring the role of stakeholders in the digital preservation environment: The case of Ghana", **The Electronic Library**, Bingley, v. 36, n. 4, p. 650-664, 2018. Disponível em: <https://bit.ly/434iynd>. Acesso em: 06 maio 2023.
- APPEL, A. L.; ALBAGLI, S. Acesso aberto em questão: novas agendas e desafios. **Informação & Sociedade: Estudos**, João Pessoa, v. 29, n. 4, p. 187-208, 2019. Disponível em: <http://hdl.handle.net/20.500.11959/brapci/147969>. Acesso em: 21 abr. 2023.
- ARAUJO, K. M. Por uma ciência democrática e cidadã. **Revista Eletrônica de Comunicação, Informação e Inovação em Saúde**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 4, 2018. DOI: <https://doi.org/10.29397/reciis.v12i4.1662>. Acesso em: 21 abr. 2023.
- CARVALHO, R. R. S.; LEITE, F. C. L. Análise do atual cenário da pesquisa científica sobre a ciência cidadã no campo da ciência da informação. **Páginas A&B, Arquivos e Bibliotecas** (Portugal), n. Especial, p. 26-32, 2021. Disponível em: <http://hdl.handle.net/20.500.11959/brapci/157371>. Acesso em: 21 abr. 2023.
- CONRAD, C. C.; HILCHEY, K. G. A review of citizen science and community-based environmental monitoring: issues and opportunities. **Environmental Monitoring and Assessment**, Berlin, v. 176, n. 1-4, p.273-291, 17 Jul. 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s10661-010-1582-5>. Acesso em: 21 abr. 2023.
- EUROPEAN CITIZEN SCIENCE ASSOCIATION - ECSA. Ten Principles of Citizen Science. Berlin: ECSA, 2015. Disponível em: <http://doi.org/10.17605/OSF.IO/XPR2N>. Acesso em: 21 abr. 2023.
- FANITABASI, F. GAERE, E. POURNARAS, E. A self-integration testbed for decentralized socio-technical systems. **Future Generation Computer Systems**, v. 113, p. 541 - 555, 2020. Disponível em: <https://www.osti.gov/biblio/1684672>. Acesso em: 06 maio 2023.
- NAHUZ, L. D. S. Ciência cidadã como coprodução do conhecimento científico. **Páginas A&B, Arquivos e Bibliotecas** (Portugal), n. esp., p. 218-220, 2021. Disponível em: <http://hdl.handle.net/20.500.11959/brapci/157384>. Acesso em: 21 abr. 2023.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA – UNESCO. **Recomendação da UNESCO sobre Ciência Aberta**. UNESCO Brasil: 2022. 34 p. Disponível em: <https://bit.ly/3oti4l8>. Acesso em: 21 abr. 2023.
- SPRINKS, James *et al.* Task Workflow Design and its impact on performance and volunteers' subjective preference in Virtual Citizen Science. **International Journal of Human-Computer Studies**, Amsterdam, v. 104, August 2017, p. 50-63. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2017.03.003>. Acesso em: 22 abr. 2023.

TULLIS, J. A.; KAR, B. Where Is the provenance? ethical replicability and reproducibility in giscience and its critical applications. **Annals of the American Association of Geographers**, London, v.111, 2021. Disponível em: <https://bit.ly/3qaGIh2>. Acesso em: 06 maio 2023.