26º ENANCIB
Encontro Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Ciência da Informação
A Amazônia na sociedade global em rede: assimetrias e potencialidades informacionais, tecnológicas e ambientais
Belém, Pará, 09 a 13 de novembro de 2026
Universidade Federal do Pará

ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO
ISSN 2177-3688

GT 8 – Dados, Informação e Tecnologia

INTEGRAÇÃO DE ONTOLOGIAS E BLOCKCHAIN PARA INTEROPERABILIDADE SEMÂNTICA NA **BIBLIOTECA 4.0:** UMA REVISÃO INTEGRATIVA DE LITERATURA

INTEGRATION OF ONTOLOGIES AND BLOCKCHAIN FOR SEMANTIC INTEROPERABILITY IN LIBRARIES 4.0: *AN INTEGRATIVE LITERATURE REVIEW*

Edvaldo Rodrigo Oliveira Andrade – Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)
Renato Rocha Souza – Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

Modalidade: Trabalho Completo

Resumo: No contexto da Biblioteca 4.0, a ausência de padronização semântica nas Tecnologias de Registro Distribuído (DLT), como a *blockchain*, pode comprometer o vínculo arquivístico e a presunção de validade probatória dos registros digitais a longo prazo. A partir desse problema de pesquisa, este artigo objetiva analisar a integração entre ontologias e a tecnologia *blockchain*, investigando as potencialidades operacionais e as limitações técnicas dessa convergência para a efetivação da interoperabilidade semântica em unidades de informação. Metodologicamente, trata-se de uma pesquisa qualitativa pautada em revisão integrativa da literatura, a qual analisou 40 artigos científicos (2015-2026) extraídos das bases *Web of Science*, *Scopus* e BRAPCI. Os resultados demonstram que as DLTs, isoladamente, atuam prioritariamente no nível datalógico. Para buscar contornar essa limitação, a literatura aponta para a necessidade de integração com modelos semânticos fundamentados em ontologias e para a adoção da Identidade Autossoberana (SSI) mediante Identificadores Descentralizados (DIDs). Conclui-se que uma arquitetura híbrida, integrando custódia *off-chain* (em aderência aos modelos OAIS e RDC-Arq) e selagem criptográfica *on-chain*, apresenta o potencial de elevar os repositórios rumo ao modelo de *Knowledge Blockchains*. Constata-se que, desde que condicionada a uma governança arquivística e políticas institucionais robustas, essa simbiose favorece a rastreabilidade, pode apoiar a mitigação de fraudes e oferece suporte infraestrutural à ciência aberta.
Palavras-chave: blockchain; ontologias; preservação digital; interoperabilidade; ciência da informação.

Abstract: In the context of Library 4.0, the lack of semantic standardization in Distributed Ledger Technologies (DLT), such as blockchain, may compromise the archival bond and the long-term evidentiary validity of digital records. To address this issue, this article aims to analyze the integration between ontologies and blockchain technology, investigating the operational potentialities and technical limitations of this convergence for establishing semantic interoperability in information units. Methodologically, a qualitative integrative literature review was conducted, analyzing 40 scientific articles (2015-2026) retrieved from the Web of Science, Scopus, and BRAPCI databases. The results indicate that DLTs, when applied in isolation, operate primarily at the datalogical level. To overcome this limitation, the literature suggests the need for semantic enrichment through ontology-based models and the adoption of Self-Sovereign Identity (SSI) via Decentralized Identifiers (DIDs). It is concluded that a hybrid architecture—combining off-chain custody (compliant with OAIS and RDC-Arq models) with on-chain cryptographic sealing—presents the potential to elevate static repositories toward the concept of Knowledge Blockchains. Furthermore, provided it is supported by robust archival governance and institutional policies, this technological symbiosis favors continuous traceability, can aid in mitigating institutional fraud, and offers infrastructural support for open science.
Keywords: blockchain; ontologies; digital preservation; interoperability; information science.

1 INTRODUÇÃO

A consolidação da Indústria 4.0 impulsionou o desenvolvimento de novas infraestruturas informacionais, culminando na emergência do conceito de Biblioteca 4.0. Diferentemente das bibliotecas digitais e dos repositórios institucionais tradicionais, a Biblioteca 4.0 caracteriza-se por incorporar tecnologias inteligentes e princípios aplicáveis à web semântica, visando oferecer serviços altamente interconectados e suportar ecossistemas informacionais complexos. No entanto, a evolução e a adoção fragmentada desses ambientes têm gerado silos informacionais que tendem a dificultar a descoberta e a reutilização do conhecimento (Laxmanrao, 2024; Sun; Zheng; Villalba-Díez; Ordieres-Meré, 2020). Para tentar mitigar essa fragmentação, a Ciência da Informação tem investigado a transição de modelos de custódia centralizados para arquiteturas distribuídas e interoperáveis (Belchior *et al*., 2023). Nesse cenáro, embora as Tecnologias de Registro Distribuído (DLT), como a *blockchain*, apresentem potencial para favorecer a imutabilidade técnica, a ausência de padronização semântica e a possível negligência do contexto de proveniência podem comprometer a admissibilidade legal e a validade probatória dos registros (Lemieux, 2017; Lohachab, 2025).

A literatura da área evidencia que a adoção isolada de DLTs pode não ser suficiente para cumprir integralmente os requisitos do modelo *Open Archival Information System* (OAIS) e as diretrizes estipuladas para Repositórios Arquivísticos Digitais Confiáveis (RDC-Arq). A gestão arquivística deve orientar e preceder a execução tecnológica, a fim de apoiar adequadamente a

manutenção do contexto de produção e a garantia da cadeia de custódia (Mori; Duque; Orlandi; Pequeno, 2020; Xavier; Duque, 2021).

Diante disso, argumenta-se que a aproximação e a integração de ontologias sejam elas de (fundação e de domínio) e as redes DLT podem contribuir para o aprimoramento da interoperabilidade semântica. O emprego da Ontologia permite estruturar a informação e distinguir as camadas que compõem o registro digital, abarcando os níveis datalógico, infológico e essencial (De Kruijff; Weigand, 2017). Essa abordagem favorece a evolução da *blockchain,* que passa de um mero repositório focado no armazenamento estrutural de dados par ambientes voltados à estruturação e à verificação sistêmica do conhecimento referenciados na literatura como *Knowledge Blockchains* (De Kruijff; Weigand, 2017; Fill, 2019). Na Biblioteconomia e Ciência da Informação (BCI), essa modelagem possui o potencial de auxiliar a automação descentralizada na gestão de direitos autorais e no controle de identificadores persistentes, com o suporte de *smart contracts* ou contratos inteligentes (Rocha; Lima; Araújo, 2025).

A partir da lacuna apontada quanto à ausência de padronização semântica nas DLTs, o problema de pesquisa que norteia este estudo é: como a aplicação de metadados semânticos e ontologias pode favorecer a estruturação de ecossistemas DLT interoperáveis e apoiar a preservação do vínculo arquivístico no contexto da Biblioteca 4.0? Para responder a essa questão, o objetivo deste artigo é analisar a integração entre ontologias e a tecnologia blockchain, investigando as potencialidades operacionais e as limitações técnicas dessa convergência para a efetivação da interoperabilidade semântica em unidades de informação.

Metodologicamente, a pesquisa foi conduzida por meio de uma revisão integrativa da literatura, delineando o percurso para a busca, seleção e análise qualitativa das evidências em torno da arquitetura tecnológica proposta. Como contribuição esperada, o estudo busca oferecer subsídios teórico-conceituais para a formulação de uma Arquitetura da Informação sistêmica que auxilie as instituições de memória em suas práticas de preservação e curadoria digital. Tais contribuições podem atuar como vetores tecnológicos que favorecem a rastreabilidade e oferecem suporte infraestrutural aos preceitos da ciência aberta (Motta, 2024; Oliveira Filho, 2024).

Para tanto, o artigo está estruturado de modo a apresentar a fundamentação teórica sobre o cruzamento teórico entre DLT e Organização do Conhecimento, descrever os procedimentos metodológicos abordados para a revisão de literatura, discutir a síntese dos resultados obtidos nos estudos selecionados e, por fim, apresentar as considerações finais.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A Biblioteca 4.0 configura-se como um ecossistema informacional complexo que, diferentemente das bibliotecas digitais tradicionais, incorpora tecnologias descentralizadas e princípios semânticos para a oferta de serviços interconectados. Nesse contexto, a representação e o compartilhamento de conhecimento exigem a integração entre a exatidão descritiva, a modelagem via ontologias e a interoperabilidade sistêmica. Na Ciência da Informação, essa articulação conceitual pode apoiar a transição de repositórios isolados para arquiteturas de conhecimento distribuído baseadas em Tecnologias de Registro Distribuído (DLT) (Belchior *et al*., 2023; Lohachab, 2025).

Os metadados estruturam o contexto e favorecem o valor probatório da informação. A eficácia da gestão documental demanda a preservação do vínculo arquivístico, elemento que conecta o registro à sua atividade geradora (Lemieux, 2017). A gênese de documentos digitais em sistemas de negócio exige parametrização diplomática rigorosa para apoiar a organicidade e a validade jurídica dos dados (Lacerda; Chagas, 2024). Consequentemente, a implantação de redes distribuídas deve buscar alinhamento a normativas, a exemplo do e-ARQ Brasil, visando viabilizar a selagem criptográfica dos metadados de proveniência já na origem documental (Rabelo, 2023).

A literatura aponta que a preservação isolada da estrutura física de *bits* em uma *blockchain* pode ser insuficiente ante o risco de perda semântica a longo prazo (Lemieux, 2017). A interoperabilidade sistêmica requer uma infraestrutura de dados compartilhada e alicerçada na Ontologia, que permite estruturar e segmentar a informação em seus níveis datalógico (forma), infológico (conteúdo) e essencial (compromisso social) (De Kruijff; Weigand, 2017).

A aplicação de DLTs em unidades de informação impõe a observância contínua do modelo *Open Archival Information System* (OAIS) e das diretrizes de RDC-Arq. Embora a *blockchain* atue na fixidez do objeto digital mediante Árvores de Merkle e carimbos de tempo (Galiza; Costa, 2020), a presunção de autenticidade exige a articulação estrutural entre integridade e identidade (Schwaitzer, 2018). Para mitigar as restrições de escalabilidade e armazenamento inerentes às DLT's, pesquisadores adotam uma arquitetura híbrida: metadados e resumos criptográficos *hashes* são registrados *on-chain*, enquanto conteúdos volumosos permanecem custodiados *off-chain*. Esse arranjo apresenta o potencial de viabilizar a futura migração de suportes tecnológicos sem necessariamente invalidar a âncora de segurança (Mori;

Duque; Orlandi; Pequeno, 2020).

Nesse panorama a literatura expõe uma tensão epistemológica entre a eficácia técnica e estrutural das redes descentralizadas e o rigor metodológico exigido para a manutenção da cadeia de custódia (Ballandies; Dapp; Pournaras, 2022). Para atuarem como sistemas de registro confiáveis, e não apenas como depósitos de dados, as DLTs devem estar amparadas por políticas institucionais que resguardem a integridade também nos níveis infológico e essencial (De Kruijff; Weigand, 2017; Lemieux, 2017).

Visando superar essas limitações, estudos evidenciam que a combinação de ontologias formais e blockchain abre caminho para uma nova camada de sistemas distribuídos, em que o foco transcende o armazenamento de dados estruturais para abranger a verificação sistêmica do conhecimento, caracterizando o modelo referenciado como *Knowledge Blockchains* (Fill, 2019; Sun; Zheng; Villalba-Díez; Ordieres-Meré, 2020). A partir desse suporte infraestrutural, infere-se que as instituições de memória, caso amparadas por governança arquivística e políticas de curadoria maduras, possuem o potencial de consolidarem-se como ecossistemas distribuídos que promovem o acesso e a colaboração científica. Em vez de substituir as práticas de curadoria mediante garantias absolutas, essa simbiose tecnológica atua como uma ferramenta para potencializar a rastreabilidade e dar suporte aos preceitos da ciência aberta (Motta, 2024; Oliveira Filho, 2024).

3 METODOLOGIA

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa qualitativa, exploratória e teórico-conceitual, delineada com o objetivo de analisar as evidências científicas acerca da integração entre a Ciência da Informação, por intermédio da Organização do Conhecimento e as Tecnologias de Registro Distribuído (DLT). A escolha de uma abordagem exploratória justifica-se pela necessidade de aprofundar a compreensão sobre um fenômeno sociotécnico ainda em fase de maturação em unidades de informação, auxiliando na delimitação do problema e no direcionamento de investigações futuras (Gil, 2008 *apud* Roman, 2018). No âmbito qualitativo, esse delineamento é fundamental para a observação holística de ecossistemas complexos, como a Biblioteca 4.0, onde as fronteiras entre a infraestrutura de dados e as normativas arquivísticas não operam de forma isolada (Yin, 2005 *apud* Roman, 2018).

Para estruturar e avaliar as evidências, a pesquisa adotou o método de Revisão Integrativa da Literatura (RIL). Com a finalidade de mitigar vieses e assegurar o rigor analítico, o

percurso foi norteado pelas fases estruturantes estabelecidas por Botelho, Cunha e Macedo (2011 *apud* Cesar 2020), integradas aos protocolos de Kitchenham e Charters (2007 *apud* Loffi 2025). Em alinhamento aos critérios de inclusão adotados e para garantir a compatibilidade e a validade científica das análises, o corpus do estudo foi delimitado exclusivamente a artigos científicos revisados por pares, removendo-se fontes não indexadas cientificamente nas bases selecionadas.

O Quadro 1 sistematiza a estratégia metodológica de busca aplicada na fase de levantamento documental.

Quadro 1 - Detalhamento da estratégia de busca e seleção da Revisão Integrativa

Parâmetro Metodológico	Descrição Aplicada
Período de Coleta	2015 a 2026 (lapso temporal que reflete a maturação e a disseminação acadêmica das tecnologias *blockchain* aplicadas à Ciência da Informação e afins).
Bases de Dados	*Web of Science* (WoS), *Scopus* e Base de Dados Referenciais de Artigos e Periódicos em Ciência da Informação (BRAPCI).
Strings de Busca	("*Blockchain*" OR "*Distributed Ledger*") AND ("*Ontology*" OR "*Semantic Web*") AND ("*Library*" OR "*Information Science*" OR "*Archives*").
Critérios de Inclusão	Artigos científicos revisados por pares; disponíveis na íntegra *online*; redigidos em português, inglês ou espanhol; com aplicação pragmática e abordagem informacional bem definida.
Critérios de Exclusão	Estudos duplicados nas bases; resumos expandidos ou artigos curtos (menos de 5 páginas); trabalhos puramente teóricos da Ciência da Computação sem viés em Organização do Conhecimento.
Seleção Final (*Corpus*)	Total de 40 artigos retidos e analisados qualitativamente na matriz de síntese de evidências.

Fonte: elaboração própria (2026).

A aplicação dos critérios de inclusão e exclusão seguiu o fluxo padronizado, de modo a registrar a quantificação dos resultados parciais desde a recuperação primária até a remoção de duplicatas, garantindo a reprodutibilidade da triagem. As etapas estão descritas no Quadro 2.

Quadro 2 - Fluxo de Seleção e Refinamento Bibliográfico

Fases do	Critérios de Inclusão e Estratégias de Busca (Selecionados)	Critérios de Exclusão (Rejeitados)
1. Identificação	Busca realizada nas bases de dados *Web of Science* (WoS), *Scopus* e BRAPCI, compreendendo o período de 2015 a 2026.	Registros que não retornaram no escopo da sintaxe de busca inicial nas referidas bases de dados.

	Aplicação da *string* de busca: ("*Blockchain*" OR "*Distributed Ledger*") AND ("*Ontology*" OR "*Semantic Web*") AND ("*Library*" OR "*Information Science*" OR "*Archives*").	
2. Triagem	Manutenção apenas de trabalhos disponíveis na íntegra *online* e que estivessem redigidos nos idiomas português, inglês ou espanhol.	Remoção de estudos duplicados entre as bases de dados pesquisadas.
3. Elegibilidade	Seleção de artigos científicos revisados por pares que apresentassem aplicação pragmática e abordagem informacional bem definida.	Exclusão de resumos expandidos ou artigos curtos (com menos de 5 páginas); rejeição de trabalhos puramente teóricos da Ciência da Computação que não tivessem viés em Organização do Conhecimento.
4. Inclusão	Consolidação do *corpus* da pesquisa com um total de 40 artigos finais retidos, os quais foram analisados qualitativamente para compor a matriz de síntese de evidências do estudo.	Estudos que, após a leitura integral, revelaram não atender aos rigorosos recortes pragmáticos e informacionais propostos no desenho da pesquisa.

Fonte: elaboração própria (2026).

Para atender aos objetivos da pesquisa e realizar a análise crítica do corpus de 40 estudos, adotou-se o procedimento de análise de conteúdo voltado à extração e síntese qualitativa de evidências. Os artigos incluídos foram inseridos em uma matriz de síntese composta pelas seguintes categorias analíticas: (a) caracterização das arquiteturas de integração (ex.: modelos *on-chain* e *off-chain*); (b) aplicação de modelos semânticos e metodologias de organização (ex.: ontologias em RDF, JSON-LD, *Linked Data*); (c) estratégias de atendimento aos requisitos arquivísticos e diplomáticos (ex.: aderência ao OAIS, RDC-Arq e preservação da cadeia de custódia); e (d) apontamento de potencialidades institucionais, custos de implementação e limitações técnicas inerentes às DLTs em ecossistemas informacionais.

A partir da matriz de síntese, o percurso analítico concentrou-se em mapear as discrepâncias epistêmicas entre implementações estritamente técnicas e os preceitos de preservação do vínculo arquivístico (Lemieux, 2017). A pesquisa comparou, de forma transversal, o desempenho e as limitações de esquemas de metadados convencionais frente a modelos otimizados para grafos distribuídos, a fim de extrair inferências fundamentadas sobre os requisitos infraestruturais necessários para a gestão semântica em unidades de informação. A organização dessas evidências e a distribuição comparativa das abordagens identificadas na

literatura fundamentam a síntese apresentada na seção de Discussão e Resultados deste trabalho.

4 DISCUSSÃO E RESULTADOS

A análise qualitativa dos 40 estudos que compõem o corpus desta revisão integrativa evidenciou uma predominância de abordagens voltadas à estruturação de arquiteturas híbridas (on-chain e off-chain) e ao uso de modelos semânticos para contornar as limitações nativas das DLTs. A partir das categorias de análise definidas metodologicamente, os resultados indicam que a tecnologia blockchain, tomada isoladamente, concentra-se no nível datalógico e necessita de integração ontológica para atender plenamente aos requisitos diplomáticos e arquivísticos em unidades de informação.

Como bancos de dados descentralizados estruturados em redes peer-to-peer, as Tecnologias de Registro Distribuído (DLT) e a *blockchain*, encadeiam transações criptograficamente, atuando como infraestruturas baseadas em imutabilidade técnica e mecanismos de consenso (Ballandies; Dapp; Pournaras, 2022; Lohachab, 2025). Na Ciência da Informação, os contratos inteligentes apresentam potencial para apoiar a automação da gestão de direitos autorais e identificadores persistentes (Laxmanrao, 2024; Rocha; Lima; Araújo, 2025). Contudo, a imutabilidade técnica protege precipuamente a estrutura de bits. A ausência de padronização semântica e a não captura de metadados de contexto na origem podem comprometer o vínculo arquivístico e afetar o valor probatório dos registros (De Kruijff; Weigand, 2017; Lacerda; Chagas, 2024; Lemieux, 2017, p. 5).

Para buscar suprir tais limitações, a literatura indica adoção de ecossistemas *blockchain* deve alinhar-se ao modelo *Open Archival Information System* (OAIS) e às diretrizes de Repositórios Arquivísticos Digitais Confiáveis (RDC-Arq). Enquanto o uso de Árvores de Merkle e carimbos de tempo favorece a fixidez do objeto (Galiza; Costa, 2020), a presunção de autenticidade a longo prazo é mais bem suportada por uma arquitetura híbrida. Nesse modelo, *hashes* e metadados probatórios são ancorados na rede *on-chain*, ao passo que os conteúdos volumosos permanecem em custódia externa *off-chain*, um arranjo que pode viabilizar futuras migrações de suporte tecnológico sem invalidar a âncora criptográfica (Mori; Duque; Orlandi; Pequeno, 2020; Rabelo, 2023). O quadro 3 consolida o mapeamento dessas relações.

Quadro 3 - Requisitos arquivísticos versus recursos em blockchain

Requisito Diplomático / Arquivístico (InterPARES e e-ARQ)	**Recurso Criptográfico e Tecnológico em *Blockchain* que o Atende**
Fixidez (*Fixity*) e Integridade Temporal	Utilização de Árvores de Merkle e carimbos de tempo (*timestamps*), que criam provas temporais irrefutáveis da existência do objeto informacional.
Identidade e Vínculo Arquivístico (*Archival Bond*)	Aplicação de Identificadores Descentralizados (DIDs) e Credenciais Verificáveis (VCs) na captura dos metadados desde a origem (Sistemas de Negócio), atrelando o contexto antes de o bloco ser gerado.
Autenticidade e Presunção Probatória	Algoritmos de consenso (como *Proof-of-Work* e *Proof-of-Stake*) operando como um "cibernotário", resolvendo o dilema dos generais bizantinos para validação sem a necessidade de uma autoridade central.
Trilha de Auditoria (Transparência)	Funções *hash* encadeadas (ex: SHA-256) que tornam computacionalmente inviável a alteração retroativa, garantindo a imutabilidade do histórico.

Fonte: elaboração própria (2026).

No que tange à interoperabilidade semântica, o uso de modelos como o *Resource Description Framework* (RDF) exige parametrizações específicas. Conforme Thrid e Domingue (2017). para a geração de RDF nesses ecossistemas, é necessário mapear as entidades da blockchain para os termos semânticos relevantes. O avanço da estruturação tecnológica rumo a ecossistemas ontológicos em blockchains de terceira geração demonstra que a infraestrutura pode evoluir de meros repositórios de dados para o modelo conceitual de Knowledge Blockchains (Fill 2019; Sopek *et al*., 2022). Complementarmente, a certificação descentralizada da proveniência tem se apoiado no conceito de Identidade Autossoberana (SSI). O uso de Identificadores Descentralizados (DIDs) e Credenciais Verificáveis (VCs) pode chancelar a autoria na origem, colaborando para a consolidação da cadeia de custódia contra inserções não autorizadas (Loffi, 2025; Santos, 2024).

Quadro 4 - Arquitetura de Integração para a Cadeia de Custódia Digital

Fase	**Componentes Tecnológicos**	**Descrição Arquivística**
1. Origem	Sistemas de Negócio (SN) / IoT	Captura do dado e dos metadados de contexto, fundamentando o vínculo arquivístico preliminar.
2. Camada Semântica	Grafos RDF / *iHash*	Formatação por ontologias e selagem da integridade estrutural do conhecimento.

3. Validação (SSI)	DIDs e VCs	Assinatura digital que atesta a identidade unívoca e a autorização do emissor.
4. Bifurcação	*On-chain* e *Off-chain*	*Hashes* selados na *blockchain*; pacotes binários mantidos externamente no RDC-Arq.

Fonte: elaboração própria (2026), com base em Sopek *et al*. (2022), Loffi (2025) e Santos (2024).

Quanto às limitações técnicas identificou-se que redes de topologia linear enfrentam problemas de latência e custos crescentes ao processar volumes semânticos densos. Em contrapartida, tecnologias baseadas em Grafos Acíclicos Direcionados (DAG), como a IOTA, são apontadas na literatura como alternativas que oferecem validação paralela e maior escalabilidade (Khan; Den Hartog; Hu, 2022). Para contornar a fragmentação informacional, infere-se a necessidade de uma Arquitetura da Informação sistêmica, capaz de traduzir recursos de forma agnóstica (Lohachab, 2025). Essa convergência desloca a custódia de uma abordagem puramente instrumental para a gestão estratégica, amparada em fundamentação semântica robusta (Belchior *et al*., 2023; Oliveira Filho, 2024). O Quadro 5 sintetiza as aplicações observadas.

Quadro 5 - Aplicações e impactos sistêmicos da DLT na Ciência da Informação

Unidade de Atuação	Aplicação Tecnológica e Impacto Sistêmico
Biblioteca 4.0	Automação da circulação e validação de direitos autorais via contratos inteligentes.
Preservação Digital	Arquitetura híbrida (OAIS/RDC-Arq) com custódia *off-chain* e provas temporais *on-chain*.
Indústria 4.0	Automação segura com dados validados na borda (IoT) via SSI e VCs.
Identificadores	Registro inviolável e rastreabilidade forense de identificadores persistentes (ORCID, DOI, ISBN).

Fonte: elaboração própria (2026).

Diante da análise qualitativa dos estudos, constata-se que a orquestração entre metadados contextuais, ontologias formais e DLTs não substitui as políticas institucionais, mas atua como um vetor tecnológico que potencializa as instituições de memória como polos descentralizados de informação. Como inferência analítica desta revisão, argumenta-se que esse arranjo, desde que devidamente ancorado em governança arquivística e gestão de qualidade dos dados, possui potencial de apoiar a integridade probatória sistêmica, dificultar

fraudes e oferecer suporte infraestrutural aos preceitos da ciência aberta por meio da rastreabilidade do acesso (Motta, 2024).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo evidenciou que a mitigação da fragmentação informacional em ecossistemas baseados em Tecnologias de Registro Distribuído (DLT) demanda a superação de uma perspectiva estritamente instrumental. Ao retomar o problema de pesquisa que norteou o estudo, os achados indicam que a tecnologia *blockchain* apresenta maior potencial para consolidar-se como uma infraestrutura de preservação legítima apenas quando integrada a uma camada semântica estruturada por ontologias, a qual apoia a manutenção do sentido e do contexto a longo prazo.

A principal contribuição teórica do estudo reside na qualificação do enquadramento das DLTs sob a ótica da Ciência da Informação, destacando a necessidade de transição do nível puramente datalógico (armazenamento de bits) para os níveis infológico (conteúdo) e essencial (compromisso social). A pesquisa corrobora que a imutabilidade algorítmica não assegura, por si só, a presunção de autenticidade documental caso o vínculo arquivístico seja negligenciado. Depreende-se, portanto, que a confiabilidade arquivística requer parametrização estrutural prévia ao registro criptográfico, exigindo rigor diplomático na extração dos metadados de proveniência diretamente na origem, junto aos Sistemas de Negócio (Lacerda; Chagas, 2024, p. 22).

No âmbito prático, a adoção do paradigma das Identidades Autossoberanas (SSI), materializado em Identificadores Descentralizados (DIDs) e Credenciais Verificáveis (VCs), apresenta-se como um vetor tecnológico promissor para auxiliar no desafio da validação da proveniência. Na Biblioteca 4.0, a aplicação desse modelo arquitetural possui o potencial de apoiar identificação de atores e dispositivos (IoT), dificultar a injeção de dados espúrios e favorecer a criação de uma trilha de auditoria transparente, em alinhamento aos preceitos da ciência aberta (Loffi, 2025; Santos, 2024). Ressalta-se, contudo, que tais efeitos são potencialidades condicionadas; a tecnologia atua como suporte à rastreabilidade, mas não substitui a imperatividade de políticas institucionais robustas de gestão, curadoria e preservação digital.

As limitações desta pesquisa circunscrevem-se à atual fragmentação terminológica e à imaturidade na padronização universal de protocolos de interoperabilidade, fatores que podem

gerar o Paradoxo da Complexidade e elevar os custos de integração entre redes heterogêneas. Diante de tais lacunas, sugerem-se como diretrizes para pesquisas futuras: a) a análise empírica da integração de *Smart Contracts* e modelos DLT na governança e curadoria de Prontuários Eletrônicos do Paciente (PEP), no contexto da Saúde 4.0, visando equacionar a auditabilidade contínua com a privacidade e o controle descentralizado de dados sensíveis (Xavier; Duque, 2021); b) a validação técnica de cadeias de custódia em redes permissionadas para o rastreamento e a atestação de métricas Ambientais, Sociais e de Governança (ESG), com o objetivo de reduzir assimetrias informacionais corporativas e assegurar a fidedignidade dos relatórios perante os stakeholders (Roman, 2018); e c) o desenvolvimento de arquiteturas fundamentadas em grafos de propriedade conjugadas ao uso de inteligência artificial para a automação da rotulagem semântica em contratos inteligentes, mitigando falhas humanas na classificação de ativos informacionais.

REFERÊNCIAS

BALLANDIES, Mark C.; DAPP, Marcus M.; POURNARAS, Evangelos. Decrypting distributed ledger design: taxonomy, classification and blockchain community evaluation. **Cluster Computing**, New York, v. 25, n. 3, p. 1817-1838, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s10586-021-03256-w. Acesso em: 16 maio 2026.

BELCHIOR, Rafael; LUKE, Riley; HARDJONO, Thomas; VASCONCELOS, André *et al*. Do you need a distributed ledger technology interoperability solution? **Distributed Ledger Technologies**: Research and Practice, New York, v. 2, n. 1, p. 1-37, mar. 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1145/3564532. Acesso em: 16 maio 2026.

BOTELHO, Louise Lira Roedel; CUNHA, Cristiano Castro de Almeida; MACEDO, Marcelo. O método da revisão integrativa nos estudos organizacionais. **Gestão e Sociedade**, Belo Horizonte, v. 5, n. 11, p. 121-136, 2011. Disponível em: https://doi.org/10.21171/ges.v5i11.1220. Acesso em: 16 maio 2026.

CESAR, Denis. **Blockchain aplicada à aviação**: uma revisão integrativa da literatura. 2020. 159 f. Dissertação (Mestrado em Operações de Transportes Aéreos) - Instituto Superior de Educação e Ciências, Lisboa, 2020. Disponível em: https://comum.rcaap.pt/entities/publication/52d151ce-1994-43a2-bfd0-59254cf35a81. Acesso em: 16 maio 2026.

FILL, Hans-Georg. Applying the concept of knowledge blockchains to ontologies. *In*: AAAI SPRING SYMPOSIUM: COMBINING MACHINE LEARNING WITH KNOWLEDGE ENGINEERING, 2019, Palo Alto. **Anais** [...]. Palo Alto: AAAI, 2019. p. 1-5. Disponível em: https://www.unifr.ch/inf/digits/en/assets/public/files/research/papers/Applying_the_Concept_of_Knowledge_Blockchains_to_Ontologies_CAMERA_READY.pdf. Acesso em: 16 maio 2026.

GALIZA, Filipy; COSTA, Rostand. Uma Abordagem Baseada em DLTs para Garantia da Fixidez de Repositórios Digitais Confiáveis (RDCs). *In*: WORKSHOP EM BLOCKCHAIN: TEORIA, TECNOLOGIAS E APLICAÇÕES (WBLOCKCHAIN), 2020, Rio de Janeiro. **Anais** [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2020. p. 41-54. Disponível em: https://doi.org/10.5753/wblockchain.2020.12432. Acesso em: 16 maio 2026.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GONÇALVES, Nadynne Cristinne da Silva; RODRIGUES, Fernando de Assis. Arquivologia e blockchain: discussão teórica sobre oportunidades e barreiras. **Ciência da Informação em Revista**, Maceió, v. 7, n. 3, p. 21-38, dez. 2020. Disponível em: https://doi.org/10.28998/cirev.%25y721-38. Acesso em: 16 maio 2026.

KHAN, Misbah; HARTOG, Frank den; HU, Jiankun. A survey and ontology of blockchain consensus algorithms for resource-constrained IoT systems. **Sensors**, Basel, v. 22, n. 21, art. 8188, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.3390/s22218188. Acesso em: 16 maio 2026.

KITCHENHAM, Barbara; CHARTERS, Stuart. **Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering**. Keele: Keele University; Durham: Durham University, 2007. (EBSE Technical Report, EBSE-2007-01). Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Barbara-Kitchenham/publication/302924724_Guidelines_for_performing_Systematic_Literature_Reviews_in_Software_Engineering/links/61712932766c4a211c03a6f7/Guidelines-for-performing-Systematic-Literature-Reviews-in-Software-Engineering.pdf. Acesso em: 16 maio 2026.

KRUIJFF, Joost de; WEIGAND, Hans. Understanding the blockchain using enterprise ontology. *In*: DUBOIS, Eric; POHL, Klaus (ed.). **Advanced information systems engineering**. Cham: Springer, 2017. p. 29-43. (Lecture Notes in Computer Science, v. 10253). Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-319-59536-8_3. Acesso em: 16 maio 2026.

LACERDA, Marcelo; CHAGAS, Cintia. A produção do documento arquivístico digital pelo sistema de negócio: questões arquivísticas. **Em Questão**, Porto Alegre, v. 30, e-140109, p. 1-37, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1808-5245.30.140109. Acesso em: 16 maio 2026.

LAXMANRAO, Phugnar Prashant. Blockchain technology in library record management. **Cuestiones de Fisioterapia**, [*s. l.*], v. 53, n. 3, p. 4664-4684, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.48047/c0gkxm59. Acesso em: 16 maio 2026.

LEMIEUX, Victoria L. Trusting records: is blockchain technology the answer? **Records Management Journal**, [s. l.], v. 27, n. 2, p. 110-139, 2017. Disponível em: https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/RMJ-12-2016-0042/full/html. Acesso em: 10 nov. 2026.

LOFFI, Leandro. **Arquitetura de gerenciamento da cadeia de custódia de evidências digitais utilizando identidades autossoberanas e blockchain**. 2025. 165 f. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2025.

Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/265768. Acesso em: 16 maio 2026.

LOHACHAB, Ankur. **The logic of distributed ledger technology**: a formal study. 2025. 417 f. Tese (Doutorado em Filosofia) - University of Tasmania, Hobart, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.25959/28147688.v1. Acesso em: 16 maio 2026.

MORI, Alexandre; DUQUE, Cláudio Gottschalg; ORLANDI, Tomás Roberto Cotta; PEQUENO, Wagner de Oliveira. Um paralelo entre a tecnologia blockchain e os requisitos da RDC-Arq. **Ibersid**: revista de sistemas de información y documentación, Zaragoza, v. 14, n. 1, p. 29-40, 2020. Disponível em: https://www.ibersid.eu/ojs/index.php/ibersid/article/view/4651. Acesso em: 16 maio 2026.

MOTTA, Tadeus Mariano Mucelli. Blockchain e descentralização. *In*: MOTTA, Tadeus Mariano Mucelli. **Cultura, arte, acervos e coleções digitais**: a produção, gestão e regime da informação por meio de sistemas autônomos, redes descentralizadas e tecnologia blockchain. 2024. Tese (Doutorado em Ciência da Informação) - Escola de Ciência da Informação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2024. p. 231-295. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/items/5061ba1e-e773-4bb0-bc20-0445a0429e2e. Acesso em: 16 maio 2026.

OLIVEIRA FILHO, Isaías de. **Portfólio de apoio à gestão do conhecimento institucional**: arquitetura da informação baseada em interoperabilidade e segurança de dados. 2024. 110 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação) - Universidade de Brasília, Brasília, 2024. Disponível em: http://repositorio.unb.br/handle/10482/48937. Acesso em: 16 maio 2026.

RABELO, Natália Bruno. **Uso de blockchain nos arquivos**: da autenticidade à autenticação de documentos. 2023. 145 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação) - Instituto de Arte e Comunicação Social, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2023. Disponível em: https://app.uff.br/riuff/handle/1/28912. Acesso em: 16 maio 2026.

ROCHA, Rafael; LIMA, Gercina Ângela de; ARAÚJO, Webert Júnio. Blockchain como tecnologia aplicada na elaboração de contratos inteligentes na Biblioteconomia e Ciência da Informação (BCI): uma revisão sistemática da literatura. **AtoZ**: novas práticas em informação e conhecimento, Curitiba, v. 14, p. 1-9, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.5380/atoz.v14.91194. Acesso em: 16 maio 2026.

ROMAN, Denys Pacheco. Como as blockchains podem ser utilizadas para gerar maior confiança na asseguração de dados ambientais, sociais e de governança corporativa. *In*: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE GESTÃO DE PROJETOS, INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE, 7., 2018, São Paulo. Anais [...]. São Paulo: SINGEP, 2018. Disponível em: https://singep.submissao.com.br/7singep/resultado/an_resumo.asp?cod_trabalho=473. Acesso em: 16 maio 2026.

SANTOS, Cristian Alves dos. **Uma abordagem para a integridade dos dados na preservação de evidências forenses usando identidades autossoberanas**. 2024. 128 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) - Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2024. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/257692. Acesso em: 16 maio 2026.

SCHWAITZER, Lenora de Beaurepaire da Silva. Autenticidade do documento arquivístico digital. **Revista Analisando em Ciência da Informação**, João Pessoa, v. 6, n. esp., p. 354-374, out. 2018. Disponível em: http://racin.arquivologiauepb.com.br/edicoes/v6_nesp. Acesso em: 16 maio 2026.

SOPEK, Mirek; TOMASZUK, Dominik; GLAB, Szymon; TUROBOS, Filip *et al*. Technological foundations of ontological ecosystems on the 3rd generation blockchains. **IEEE Access**, Piscataway, v. 10, p. 12487-12502, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3141014. Acesso em: 16 maio 2026.

SUN, Shengjing; ZHENG, Xiaochen; VILLABA-DÍEZ, Javier; ORDIERES-MARÉ, Joaquín. Data handling in Industry 4.0: interoperability based on distributed ledger technology. **Sensors**, Basel, v. 20, n. 11, art. 3046, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.3390/s20113046. Acesso em: 16 maio 2026.

XAVIER, Andréia Castro Costa; DUQUE, Claudio Gottschalg. Prontuário eletrônico do paciente: qual a contribuição da arquivística e do *smart contracts* para a sua gestão? **AtoZ**: novas práticas em informação e conhecimento, Curitiba, v. 10, n. 3, p. 1-10, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.5380/atoz.v10i3.81267. Acesso em: 16 maio 2026.

YIN, Robert K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. Tradução de Daniel Grassi. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.