

VESTÍGIOS – Revista Latino-Americana de Arqueologia Histórica
Volume 20 | Número 2 | Julho – Dezembro 2026
ISSN 1981-5875
ISSN (online) 2316-9699

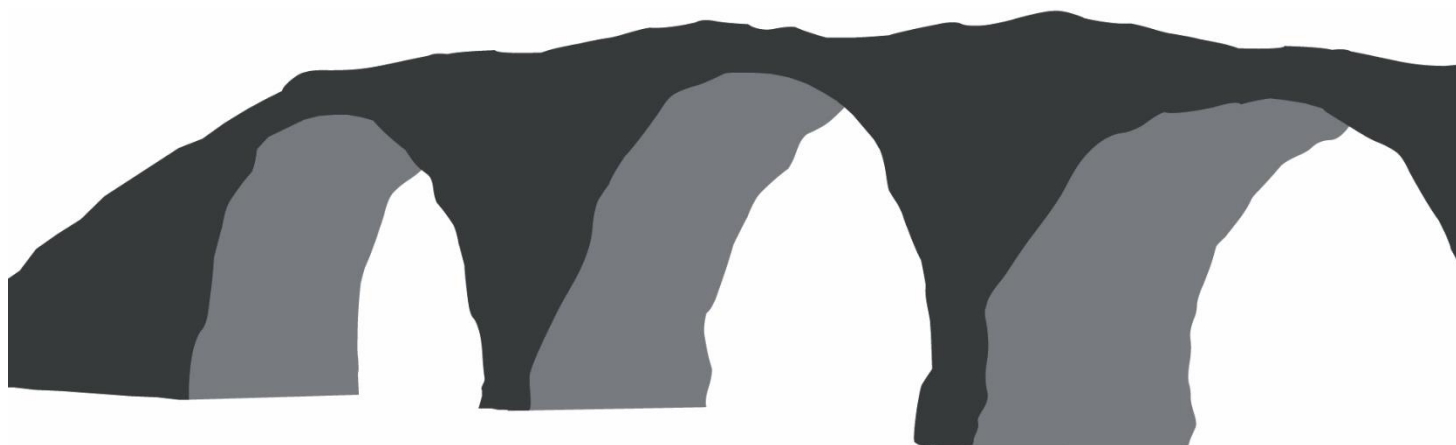
**ONTOLOGIAS PLURAIS NA ARQUEOLOGIA SUBAQUÁTICA:
ENTRE A FORMALIZAÇÃO DIGITAL, A MULTIVOCALIDADE
E A PROPOSTA DE UMA ONTOLOGIA SITUADA**

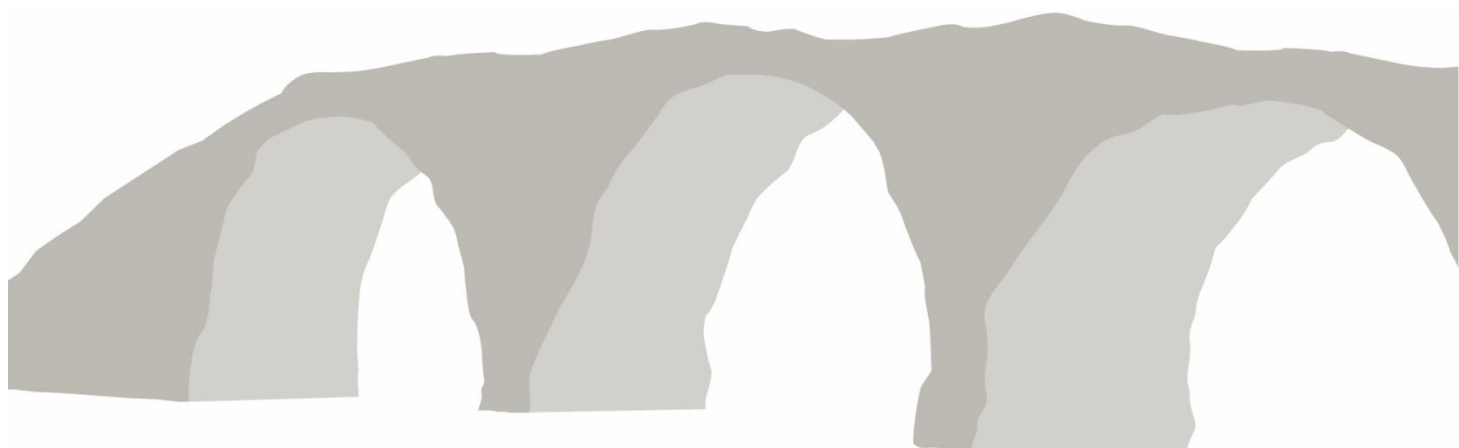
**ONTOLOGÍAS PLURALES EN LA ARQUEOLOGÍA SUBACUÁTICA:
ENTRE LA FORMALIZACIÓN DIGITAL, LA MULTIVOCALIDAD
Y LA PROPUESTA DE UNA ONTOLOGÍA SITUADA**

**PLURAL ONTOLOGIES IN UNDERWATER ARCHAEOLOGY:
BETWEEN DIGITAL FORMALIZATION, MULTIVOCALITY,
AND THE PROPOSAL OF A SITUATED ONTOLOGY**

Caio Cezar Pereira Demilio

Marcelo Rolim Manfrini





Submetido em 30/03/2026.

Aceito em: 07/07/2026.

Publicado em 29/07/2026.

**ONTOLOGIAS PLURAIS NA ARQUEOLOGIA SUBAQUÁTICA:
ENTRE A FORMALIZAÇÃO DIGITAL, A MULTIVOCALIDADE
E A PROPOSTA DE UMA ONTOLOGIA SITUADA**

**ONTOLOGÍAS PLURALES EN LA ARQUEOLOGÍA SUBACUÁTICA:
ENTRE LA FORMALIZACIÓN DIGITAL, LA MULTIVOCALIDAD
Y LA PROPUESTA DE UNA ONTOLOGÍA SITUADA**

**PLURAL ONTOLOGIES IN UNDERWATER ARCHAEOLOGY:
BETWEEN DIGITAL FORMALIZATION, MULTIVOCALITY,
AND THE PROPOSAL OF A SITUATED ONTOLOGY**

Caio Cezar Pereira Demilio¹

Marcelo Rolim Manfrini²

RESUMO

Este artigo analisa criticamente o uso de ontologias formais na arqueologia subaquática, com ênfase na tensão entre interoperabilidade semântica e multivocalidade interpretativa. Partindo da intensificação da virada digital e da crescente complexidade da gestão de dados arqueológicos, o texto discute o papel de modelos como BFO, CIDOC-CRM e ARIADNE na organização, integração e reutilização de informações patrimoniais. Em seguida, mobiliza contribuições do pós-processualismo, da arqueologia simétrica, do novo materialismo e das humanidades digitais críticas para demonstrar que toda modelagem ontológica envolve escolhas epistemológicas, políticas e interpretativas. Argumenta-se que, embora indispensáveis para a estruturação e a interoperabilidade dos dados, as ontologias formais apresentam limites para representar dimensões subjetivas, memoriais, éticas e conflitivas do patrimônio cultural subaquático. Como síntese conceitual, propõe-se a noção de ontologia situada, entendida como uma abordagem capaz de articular rigor formal, abertura à ambiguidade, pluralidade narrativa e sensibilidade às assimetrias epistêmicas.

Palavras-chave: Arqueologia subaquática, Ontologias formais, Ontologia situada, Multivocalidade, Patrimônio cultural subaquático.

¹ Marinha do Brasil, Brasil. E-mail: caiodemilio@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-5171-3586>.

² Marinha do Brasil, Brasil. E-mail: marcelo.manfrini@marinha.mil.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6118-4419>.

RESUMEN

Este artículo analiza críticamente el uso de ontologías formales en la arqueología subacuática, con especial atención a la tensión entre interoperabilidad semántica y multivocalidad interpretativa. A partir de la intensificación del giro digital y de la creciente complejidad en la gestión de datos arqueológicos, el texto examina el papel de modelos como BFO, CIDOC-CRM y ARIADNE en la organización, integración y reutilización de información patrimonial. Posteriormente, incorpora aportes del posprocesualismo, de la arqueología simétrica, del nuevo materialismo y de las humanidades digitales críticas para demostrar que toda modelización ontológica implica elecciones epistemológicas, políticas e interpretativas. Se sostiene que, aunque las ontologías formales son esenciales para estructurar e interoperar datos, presentan límites para representar dimensiones subjetivas, memoriales, éticas y conflictivas del patrimonio cultural subacuático. Como contribución conceptual, se propone la noción de ontología situada, entendida como una perspectiva capaz de articular rigor formal, apertura a la ambigüedad, pluralidad narrativa y sensibilidad frente a las asimetrías epistémicas.

Palabras clave: Arqueología subacuática, Ontologías formales, Ontología situada, Multivocalidad, Patrimonio cultural subacuático.

ABSTRACT

This article critically examines the use of formal ontologies in underwater archaeology, focusing on the tension between semantic interoperability and interpretive multivocality. Against the background of the digital turn and the growing complexity of archaeological data management, it discusses the role of frameworks such as BFO, CIDOC-CRM, and ARIADNE in structuring, integrating, and reusing heritage information. It then draws on post-processual archaeology, symmetrical archaeology, new materialism, and critical digital humanities to argue that ontological modeling is never neutral, but always shaped by epistemological, political, and interpretive choices. The paper contends that, although formal ontologies are indispensable for data organization and interoperability, they remain limited in capturing the subjective, memorial, ethical, and conflictive dimensions of underwater cultural heritage. As a conceptual contribution, it proposes the notion of a situated ontology, understood as an approach capable of combining formal rigor, openness to ambiguity, narrative plurality, and sensitivity to epistemic asymmetries.

Keywords: Underwater archaeology, Formal ontologies, Situated ontology, Multivocality, Underwater cultural heritage.

INTRODUÇÃO

A arqueologia contemporânea tem experimentado uma transformação em seus modos de produzir, registrar, integrar e interpretar dados. Nas últimas décadas, a ampliação do uso de tecnologias digitais, sensores remotos, sistemas de informação geográfica, modelagem tridimensional, fotogrametria e plataformas de documentação tem multiplicado de forma exponencial a quantidade de informações geradas pelas pesquisas arqueológicas (Richads-Rissetto & Landau, 2019; McCarthy *et al.*, 2019). No caso da arqueologia subaquática, esse processo se assume mais intenso, uma vez que a investigação de contextos submersos depende de aparatos técnicos especializados e produz conjuntos documentais densos, heterogêneos e frequentemente distribuídos entre diferentes formatos, instituições e escalas analíticas (Calantropio & Chiabrande, 2024; Demilio & Castro, 2025).

Esse cenário tornou mais visível o problema de produção e gestão de dados, pois não basta produzir dados em grande quantidade; é necessário estruturá-los de modo semanticamente consistente, preservá-los adequadamente, conectá-los entre si e torná-los interpretativamente úteis. Em outras palavras, a questão não reside somente na aquisição de informações, mas na construção de modelos capazes de organizar relações entre objetos, contextos, eventos, temporalidades, agentes e narrativas (Richads-Rissetto & Landau, 2019; Wilkinson *et al.*, 2016). É nesse contexto que as ontologias passaram a ocupar posição crescente nos debates sobre gestão de dados arqueológicos, interoperabilidade semântica e infraestruturas digitais de patrimônio cultural (Tibaut & Guerra de Oliveira, 2022; Meghini *et al.*, 2017).

No campo da arqueologia e da gestão do patrimônio, ontologias formais como a *Basic Formal Ontology* (BFO) e modelos conceituais como o *Conceptual Reference Model* CIDOC-CRM vêm sendo empregados como instrumentos para padronizar descrições, explicitar relações semânticas e permitir a integração entre bases de dados distintas (Otte, Beverley & Ruttenberg, 2022; Bekiari *et al.*, 2024).

Em paralelo, iniciativas internacionais como o projeto ARIADNE demonstram o potencial dessas arquiteturas para a agregação e a disponibilização interoperável de informações arqueológicas em larga escala (Meghini *et al.*, 2017; Baerdi *et al.*, 2024). Sob essa perspectiva, as ontologias oferecem melhorias para a organização do conhecimento, a rastreabilidade documental, a reprodutibilidade analítica e o reuso qualificado dos dados (Niccolucci, 2017; Wilkinson *et al.*, 2016).

Entretanto, a adoção de ontologias na arqueologia não pode ser tratada como uma solução meramente técnica ou neutra, haja vista que toda modelagem do conhecimento implica escolhas conceituais, recortes analíticos, hierarquizações e exclusões. Em consequência, as ontologias, além de organizarem dados, estabilizam determinadas formas de ver, classificar e relacionar o passado (Richads-Rissetto & Landau, 2019; Tibaut & Guerra de Oliveira, 2022).

Essa questão se torna sensível quando considerada à luz de debates oriundos do pós-processualismo, da arqueologia simétrica, do pós-humanismo, do novo materialismo e das humanidades digitais críticas, correntes que chamam atenção para a subjetividade da interpretação, a pluralidade de significados, a agência não humana, os limites da neutralidade classificatória e as assimetrias epistêmicas presentes nos regimes de produção de conhecimento arqueológico (Mol, 2023; Olsen & Witmore, 2015; Demilio & Castro, 2025).

Na arqueologia subaquática, essa tensão se apresenta relevante na medida que naufrágios, paisagens marítimas, vestígios dispersos, processos tafonômicos e contextos patrimoniais submersos não se esgotam em atributos técnico-descritivos. Eles também envolvem memória, trauma, simbolismo, disputas de valor, afetos

sociais, regimes de visibilidade e políticas de patrimonialização (Demilio & Castro, 2025; Demilio, Manfrini, & Torres, 2025).

Embora modelos ontológicos formais sejam eficazes para representar entidades, eventos, localizações e relações estruturadas, sua capacidade de capturar dimensões subjetivas, dissonantes, imateriais e politicamente situadas do patrimônio permanece limitada (Mol, 2023; Olsen & Witmore, 2015).

Partindo desse problema, o artigo analisa criticamente o uso de ontologias formais na arqueologia subaquática, com especial atenção à tensão entre interoperabilidade semântica e multivocalidade interpretativa. A pergunta que orienta a discussão é a seguinte: em que medida ontologias formais aplicadas à arqueologia subaquática são capazes de acomodar a complexidade interpretativa, a pluralidade de vozes e as dimensões éticas e políticas do patrimônio cultural submerso?

Argumenta-se que, embora tais ontologias sejam indispensáveis para a estruturação, integração e gestão dos dados arqueológicos, sua aplicação precisa ser complementada por uma abordagem reflexiva, crítica e epistemologicamente sensível, aqui denominada ontologia situada (Bekiari *et al.*, 2024; Demilio & Castro, 2025). Entende-se, neste trabalho, que uma ontologia situada é aquela que preserva o rigor formal necessário à interoperabilidade, mas reconhece que toda classificação é histórica, política e interpretativamente condicionada, devendo incorporar margens de ambiguidade, camadas narrativas, disputas de significado e sensibilidade às desigualdades de representação (Richads-Riseto & Landau, 2019; Mol, 2023).

Com base nisso, o artigo está organizado em cinco tópicos estruturais. Inicialmente, discute-se o contexto da virada digital e os desafios da gestão de dados na arqueologia subaquática. Em seguida, apresentam-se as ontologias formais e sua relevância para a organização do conhecimento arqueológico, com destaque para modelos e infraestruturas voltados à interoperabilidade.

Na sequência, mobilizam-se perspectivas críticas que tensionam a pretensão de neutralidade dos sistemas classificatórios. Por fim, porém não menos importante, analisa-se a relação entre formalização semântica e multivocalidade, culminando na proposição da noção de ontologia situada, além de discutir as implicações dessa abordagem para a gestão patrimonial, a musealização e as políticas públicas relacionadas ao patrimônio cultural subaquático.

PROCEDIMENTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS

Este artigo se configura como um ensaio teórico-crítico, de natureza qualitativa, orientado pela articulação entre debates sobre ontologias formais, arqueologia digital, gestão de dados patrimoniais e perspectivas críticas da teoria arqueológica contemporânea. Em vez de apresentar um estudo empírico baseado em um único conjunto documental ou em um caso fechado, o texto realiza uma análise conceitual e interpretativa de bibliografia selecionada, com o objetivo de examinar os alcances e limites da formalização ontológica na arqueologia subaquática (Jaakkola, 2020; Oliveira, 2010).

O corpus teórico mobilizado reúne, de um lado, trabalhos voltados à modelagem semântica, à interoperabilidade e à organização do conhecimento arqueológico, com ênfase em ontologias formais, no CIDOC-CRM, em estruturas de alto nível como a BFO e em iniciativas de integração de dados arqueológicos. De outro lado, o artigo articula contribuições do pós-processualismo, da arqueologia simétrica, da Ontologia Orientada a Objetos, do novo materialismo e das humanidades digitais críticas, de modo a tensionar a pretensão

de neutralidade classificatória e discutir questões como multivocalidade, agência não humana, injustiça epistêmica e despolitização dos sistemas de representação.

A bibliografia foi selecionada por pertinência temática, relevância para o debate contemporâneo e capacidade de enrijecer criticamente a relação entre formalização semântica e pluralidade interpretativa (Jaakkola, 2020). Não se trata, portanto, de uma revisão sistemática exaustiva, mas de um recorte teórico orientado pela coerência do problema de pesquisa e pela interlocução entre campos conceituais distintos, porém convergentes para a análise proposta.

A estratégia analítica adotada consiste em colocar esses dois conjuntos de literatura em diálogo crítico, onde se examinam as potencialidades das ontologias formais para a padronização, integração, reusabilidade e análise de dados arqueológicos; e se discutem seus limites na representação de dimensões subjetivas, simbólicas, memoriais e politicamente situadas do patrimônio cultural subaquático.

A partir desse contraste, o artigo propõe a noção de ontologia situada como síntese conceitual, entendida como uma abordagem capaz de combinar rigor formal, interoperabilidade e abertura à pluralidade interpretativa. Essa forma de articulação entre referenciais distintos é compatível com abordagens qualitativas orientadas teoricamente, nas quais a interpretação depende da clareza com que a teoria é mobilizada, contrastada e tornada visível no percurso analítico (Jaakkola, 2020; Herber *et al.*, 2026).

Trata-se, portanto, de uma investigação de caráter reflexivo e propositivo, cujo objetivo não é rejeitar a modelagem ontológica, mas contribuir para seu aprofundamento crítico no âmbito da arqueologia subaquática e da gestão de dados patrimoniais. Portanto, a seção metodológica não tem a função de descrever procedimentos empíricos de coleta, mas de tornar explícitos o enquadramento qualitativo do estudo, o recorte bibliográfico adotado, a lógica de articulação entre os campos teóricos selecionados e o modo como dessa interlocução emerge a proposta conceitual apresentada no artigo (Jaakkola, 2020; Oliveira, 2010).

TRANSFORMAÇÕES DIGITAIS E O PROBLEMA DA GESTÃO DE DADOS NA ARQUEOLOGIA SUBAQUÁTICA

Nas últimas décadas, a Arqueologia tem passado por uma transformação em seus regimes de produção, registro, armazenamento e circulação da informação. Esse processo está diretamente relacionado à consolidação da chamada virada digital, entendida como incorporação instrumental de novas tecnologias e como uma reconfiguração das formas pelas quais o conhecimento arqueológico é produzido, organizado, visualizado e compartilhado (Garstki, 2020; Richads-Risseto & Landau, 2019; Hostettler *et al.*, 2024).

No caso da arqueologia subaquática, tal transformação assume pontos basais, uma vez que a investigação de contextos submersos depende, em grande medida, de tecnologias de detecção remota, documentação indireta e mediação digital da observação (Mccarthy *et al.*, 2019; Calantropio & Chiabrando, 2024; Demilio & Castro, 2025).

Nesse cenário, o desenvolvimento e a difusão de tecnologias como Sistemas de Informação Geográfica (SIG), *Light Detection and Ranging* (LiDAR), drones, fotogrametria tridimensional, softwares de modelagem, sonares de varredura lateral, sistemas multifeixe de alta resolução e veículos operados remotamente (ROVs) têm ampliado a capacidade de localização, documentação e análise de contextos arqueológicos (Mccarthy *et al.*, 2019; Benjamin *et al.*, 2019; Moullou *et al.*, 2024). Na arqueologia subaquática, em particular, tais ferramentas permitem mapear áreas extensas, operar em profundidades anteriormente inacessíveis, registrar

anomalias com maior precisão e produzir documentação métrica, densa e reproduzível dos sítios investigados (Drap *et al.*, 2019; Calantropio & Chiabrandio, 2024; Poglajen & Poklar, 2025).

Essa ampliação do volume de dados não deve ser compreendida unicamente em termos quantitativos, o que está em jogo é também uma transformação qualitativa na natureza do registro arqueológico. Em vez de depender exclusivamente de descrições textuais, croquis, fotografias pontuais ou observações diretas de mergulhadores, muitos projetos contemporâneos passam a operar com nuvens de pontos, mosaicos georreferenciados, modelos tridimensionais, superfícies batimétricas de alta resolução, vídeos de inspeção, bancos de dados espaciais e metadados associados a diferentes etapas do trabalho de campo e da análise posterior (McCarthy *et al.*, 2019; Calantropio & Chiabrandio, 2024; Hostettler *et al.*, 2024). Como resultado, o registro arqueológico se torna mais detalhado, replicável e passível de múltiplas reinterpretações; ao mesmo tempo, torna-se mais complexo de ser preservado, padronizado e articulado semanticamente (Richads-Riseto & Landau, 2019; Moullou *et al.*, 2024).

A arqueologia subaquática evidencia de maneira intensa essa tensão entre potencial analítico e complexidade informacional, pois a ampliação do uso de tecnologias de levantamento de dados, melhora a resolução da documentação, mas produz conjuntos documentais heterogêneos, distribuídos entre formatos distintos, softwares variados, escalas analíticas múltiplas e instituições frequentemente desconectadas (Benjamin *et al.*, 2019; Drap *et al.*, 2019; Demilio & Castro, 2025).

O problema central da arqueologia digital e, em especial, da arqueologia subaquática digital, não reside exclusivamente em documentar mais, mas em estruturar melhor. A crescente sofisticação dos meios de aquisição de dados pode produzir uma ilusão de completude ou neutralidade documental, quando, na prática, o acúmulo massivo de registros sem critérios consistentes de organização, descrição e relacionamento tende a gerar dispersão, opacidade e baixa reaproveitabilidade (Richads-Riseto & Landau, 2019; Vanvalkenburgh & Dufton, 2020; Demilio & Castro, 2025). Em outras palavras, o aumento da capacidade técnica de captar informações não elimina, por si só, os problemas epistemológicos e operacionais da sua gestão; ao contrário, em muitos casos os amplifica.

Nas últimas décadas, a intensificação da arqueologia preventiva e de outras modalidades de pesquisa vinculadas à gestão territorial, ao licenciamento e à mitigação de impactos ampliou o volume de dados produzidos, ao mesmo tempo em que deslocou parte importante do trabalho arqueológico para ambientes institucionais pressionados por prazos, padronização operacional e exigências de documentação em larga escala (Vanzetti & Marino, 2024; Vanvalkenburgh & Dufton, 2020). Apesar deste volume grande de dados da arqueologia preventiva possuir uma padronização exigida e convencionada pelo IPHAN (*Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional*) e pela legislação vigente, o seu acesso é complexo, já que a plataforma SEI (*Sistema Eletrônico de Informações*) é de difícil e lenta localização de dados; e o SICG (*Sistema Integrado de Conhecimento e Gestão*) apresenta apenas dados parciais dos sítios arqueológicos e suas pesquisas, com apenas uma pequena quantidade de metadados. Esse deslocamento é relevante porque modifica a escala da documentação, as prioridades da pesquisa, os ritmos de trabalho, as formas de registro e os critérios de seleção do que será transformado em dado, informação e patrimônio. Em contextos dessa natureza, o desafio deixa de ser puramente técnico e passa a ser também conceitual: como assegurar que grandes volumes de dados produzidos em ambientes digitais permaneçam inteligíveis, comparáveis, interoperáveis e criticamente interpretáveis?

A resposta a essa questão passa, cada vez mais, pela adoção de princípios de curadoria digital, padronização semântica e compartilhamento orientado por FAIR (Findability, Accessibility, Interoperability,

e Reusability), tal como vem sendo defendido por iniciativas como o ARIADNE e por diagnósticos recentes sobre preservação e abertura de dados arqueológicos, que apontam justamente a fragmentação institucional e a desigual capacidade de gestão como obstáculos centrais ao reuso qualificado da informação arqueológica.

É justamente nesse ponto que a discussão sobre ontologias se torna necessária: multiplicação de dados arqueológicos digitais, especialmente em contextos subaquáticos, exige modelos capazes de representar entidades, eventos, relações espaciais, temporalidades, agentes, materiais e processos interpretativos de forma consistente e interoperável (Richads-Rissetto & Landau, 2019; Demilio & Castro, 2025). Sem estruturas semânticas claras, corre-se o risco de produzir repositórios volumosos, porém fragmentados, de difícil integração e com baixa capacidade de reuso científico, patrimonial e público (Richads-Rissetto & Landau, 2019; Hostettler *et al.*, 2024). Assim, a virada digital expandiu as possibilidades da arqueologia subaquática e tornou urgente o desenvolvimento de modelos conceituais e semânticos que permitam transformar acúmulo documental em conhecimento estruturado.

ONTOLOGIAS FORMAIS, INTEROPERABILIDADE E ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO ARQUEOLÓGICO

O QUE É UMA ONTOLOGIA NO CONTEXTO DA GESTÃO DE DADOS

No campo da gestão da informação e da ciência da computação, uma ontologia pode ser entendida, em sentido amplo, como uma especificação formal de um domínio de conhecimento, destinada a tornar inteligíveis as entidades relevantes desse domínio, suas propriedades e as relações que mantêm entre si. Diferentemente de uma classificação simples ou de uma taxonomia hierárquica, a ontologia não se limita a agrupar elementos por semelhança ou por pertencimento a categorias gerais; ela procura explicitar estruturas de significado, dependências, eventos, agentes, relações espaciais e temporais, bem como restrições lógicas que tornam os dados semanticamente articuláveis e passíveis de interoperabilidade (Noy & McGuinness, 2001; Otte, Beverley & Ruttenberg, 2022).

Essa distinção é importante para a arqueologia ao passo que uma taxonomia pode organizar embarcações naufragadas por cronologia, nacionalidade, tipologia construtiva, causa de afundamento ou localização; já uma ontologia permite descrever, de modo mais robusto, como esses elementos se relacionam a eventos históricos, processos de deposição, intervenções de pesquisa, agentes humanos e não humanos, contextos documentais, trajetórias curatoriais e narrativas interpretativas. Em termos práticos, isso significa que a ontologia, além de classificar objetos, modela o conhecimento sobre eles (Vlachidis & Tudhope, 2015; Bekiari *et al.*, 2024).

Para a arqueologia digital, essa diferença é estrutural porque o desafio contemporâneo não consiste apenas em acumular dados, mas em fazer com que descrições produzidas por equipes, instituições e plataformas distintas possam ser integradas, comparadas e reutilizadas de maneira semanticamente consistente. É precisamente nesse ponto que as ontologias formais se tornam instrumentos estratégicos: elas fornecem um vocabulário estruturado para a representação de entidades, eventos e relações, reduzindo ambiguidades e ampliando a capacidade de integração entre bases heterogêneas (Vlachidis & Tudhope, 2015; Bekiari *et al.*, 2024).

BFO, CIDOC-CRM E A MODELAGEM SEMÂNTICA DO PATRIMÔNIO CULTURAL

Entre os modelos ontológicos mais influentes para a organização do conhecimento em patrimônio cultural e arqueologia, destacam-se a *Basic Formal Ontology* (BFO) e o *CIDOC Conceptual Reference Model* (CIDOC-CRM). Embora desempenhem funções distintas, ambos são relevantes para a construção de arquiteturas semânticas mais robustas (Otte, Beverley & Ruttenberg, 2022; Bekiari *et al.*, 2024).

A BFO é uma ontologia de alto nível, desenvolvida para oferecer categorias ontológicas gerais e logicamente consistentes, aptas a sustentar a integração de domínios diversos. Sua distinção entre continuantes e ocorrentes, por exemplo, fornece uma moldura para modelar entidades persistentes e eventos e ou processos, algo particularmente fecundo em arqueologia, onde objetos, sítios, transformações tafonômicas, ações de escavação, usos pretéritos e interpretações contemporâneas coexistem em diferentes escalas temporais (Otte, Beverley & Ruttenberg, 2022).

O CIDOC-CRM, por sua vez, constitui hoje uma das principais referências internacionais para a modelagem semântica do patrimônio cultural. Mantido pela comunidade do CIDOC e alinhado à norma ISO 21127:2023, ele foi concebido para favorecer interoperabilidade, documentação rica de contexto e integração entre fontes, instituições e sistemas de informação patrimonial. A própria documentação oficial define o CIDOC-CRM como uma ontologia formal destinada a facilitar a integração, mediação e intercâmbio de informação heterogênea sobre patrimônio cultural, e informa que o conteúdo da ISO 21127:2023 corresponde à versão comunitária oficial 7.1.3 (Bekiari *et al.*, 2024; CIDOC CRM Special Interest Group, 2024a, 2024b).

O CIDOC-CRM não é mais do que uma taxonomia ampliada, ele é um modelo orientado a relações e eventos, capaz de articular objetos, atores, lugares, tempos, documentos, produções, descobertas, transferências de custódia, interpretações e condições de existência. Isso o torna adequado à arqueologia, e mais ainda à arqueologia subaquática, na qual raramente lidamos apenas com ‘coisas’; lidamos com processos de naufrágio, abandono, dispersão, redescoberta, documentação, remediação digital, patrimonialização e musealização (Bekiari *et al.*, 2024; CIDOC CRM Special Interest Group, 2024a, 2024b).

Além disso, o CIDOC-CRM possui estrutura suficientemente madura para sustentar descrições muito mais ricas do que aquelas produzidas por bancos de dados descritivos tradicionais. Sua sofisticação decorre da padronização terminológica e da própria estrutura relacional do modelo ontológico, baseada em classes e propriedades formalmente definidas para descrever relações entre entidades patrimoniais de maneira semanticamente explícita e interoperável (Bekiari *et al.*, 2024). Em suma, sem modelos semânticos robustos, a arqueologia digital tende a produzir repositórios fragmentados; com eles, passa a produzir ecossistemas de conhecimento articulado (Vlachidis & Tudhope, 2015; Bekiari *et al.*, 2024).

ARIADNE, FAIR E INFRAESTRUTURAS DE INTEROPERABILIDADE ARQUEOLÓGICA

Se a BFO e o CIDOC-CRM fornecem bases conceituais para a modelagem semântica, iniciativas como o *ARIADNE Research Infrastructure* demonstram, em escala infraestrutural, como esses princípios podem ser aplicados à agregação, integração e disponibilização de dados arqueológicos distribuídos. O ARIADNE se consolidou como uma das principais infraestruturas europeias voltadas à interoperabilidade de dados arqueológicos, reunindo serviços, diretrizes e catálogos orientados à descoberta e ao reuso de informação proveniente de múltiplos repositórios e provedores (Meghini *et al.*, 2017; Bardi *et al.*, 2024).

A título de conhecimento, a estrutura ARIADNE é importante por três razões: a primeira, é que ela exemplifica concretamente como a interoperabilidade semântica pode sair do plano conceitual e tornar-se uma arquitetura de pesquisa efetiva. A segunda é que evidencia que semântica e metadados são fatores-chave para interoperabilidade, já que sua base de conhecimento em *Linked Open Data* é modelada segundo uma ontologia arqueológica baseada no CIDOC-CRM (Bardi *et al.*, 2024). A terceira é que dialoga diretamente com os princípios FAIR, sobretudo no que diz respeito à necessidade de tornar dados encontráveis, acessíveis, interoperáveis e reutilizáveis em contextos arqueológicos (Wilkinson *et al.*, 2016; Richards *et al.*, 2022).

Esse aspecto é relevante porque FAIR não diz respeito apenas à abertura genérica dos dados, mas à sua qualidade semântica, ao uso de metadados consistentes, a vocabulários controlados, a identificadores persistentes e a condições reais de reuso. Em arqueologia, isso é decisivo, porque grande parte da documentação é produzida em formatos heterogêneos, com diferentes níveis de granularidade e sob regimes institucionais distintos (Wilkinson *et al.*, 2016; Richards *et al.*, 2022).

Assim, ARIADNE figura não apenas como exemplo europeu bem-sucedido, mas como demonstração de que a gestão de dados arqueológicos em grande escala exige mais do que digitalização: exige modelagem conceitual, padronização semântica, infraestrutura de metadados e compromisso com reuso qualificado. Em outras palavras, ele mostra que a questão não é apenas ‘ter dados’, mas ser capaz de conectá-los de modo inteligível (Meghini *et al.*, 2017; Richards, 2023; Bardi *et al.*, 2024).

Modelos como BFO, CIDOC-CRM e infraestruturas como ARIADNE são eficazes para a integração de dados e para a construção de ecossistemas documentais robustos. Contudo, sua força técnica não elimina a necessidade de perguntar que narrativas entram, que categorias prevalecem, que ambiguidades são estabilizadas e que experiências ou vozes permanecem sub-representadas no processo de modelagem.

PERSPECTIVAS CRÍTICAS: MULTIVOCALIDADE, AGÊNCIA E INJUSTIÇA EPISTÊMICA

PÓS-PROCESSUALISMO E PLURALIDADE INTERPRETATIVA

Se as ontologias formais oferecem instrumentos para estruturar, relacionar e tornar interoperáveis os dados arqueológicos, elas não esgotam o problema da interpretação. Desde o final do século XX, a arqueologia pós-processual tem insistido que o conhecimento arqueológico não é produzido a partir de uma posição neutra, exterior ou desinteressada, mas por meio de escolhas teóricas, enquadramentos culturais, sensibilidades analíticas e relações de poder que influenciam aquilo que é observado, classificado e narrado. Sob essa perspectiva, a interpretação arqueológica não consiste em simplesmente recuperar significados já dados no registro material, mas em produzir leituras situadas, reflexivas e inevitavelmente parciais (Hodder, 1991, 1997; Shanks, 2008).

Esse ponto é importante porque desloca o debate ontológico de uma questão exclusivamente técnica para uma questão epistemológica. Se toda classificação envolve seleção, recorte e estabilização de categorias, então a modelagem ontológica não pode ser entendida apenas como um procedimento neutro de organização de dados. Em vez de tratar subjetividade, ambiguidade, dissonância e perguntas não respondidas como defeitos a serem eliminados, a arqueologia pós-processual as assume como parte constitutiva do trabalho interpretativo (Hodder, 1991, 1997; Shanks, 2008).

Para a arqueologia subaquática, isso tem implicações diretas; naufrágios, paisagens marítimas e artefatos submersos não são apenas agregados de atributos mensuráveis: eles constituem condensações materiais de experiências, disputas de memória, lutos coletivos, relações de trabalho, violências históricas e regimes desiguais de patrimonialização (Demilio & Castro, 2025; Gonzalez-Ruibal & Moshenska, 2015; Perez-Alvaro, 2022). Os sítios de naufrágios gerados em contexto de conflitos são ainda sepulturas de guerra, guardando não apenas os restos das embarcações, mas também as memórias daqueles que perderam suas vidas em batalhas navais (Robertshaw & Kenyon, 2008; Neyland, 2011).

Quando um modelo classificatório privilegia apenas localização, cronologia, tipologia ou estado de preservação, ele produz uma descrição tecnicamente útil, mas potencialmente insuficiente para dar conta da espessura interpretativa desses contextos. Dito de outra maneira, o pós-processualismo chama atenção para o fato de que a formalização semântica pode ser necessária, mas não é suficiente. Nesse sentido, a contribuição pós-processual para o debate ontológico não está em rejeitar toda forma de sistematização, mas em lembrar que a organização do conhecimento arqueológico deve permanecer aberta à reflexividade, à contestação e à pluralidade de leituras. Essa é uma inflexão importante, porque impede que a ontologia seja tratada como um espelho do real, recolocando-a como uma construção analítica situada (Hodder, 1991, 1997).

ANT, ARQUEOLOGIA SIMÉTRICA, OOO E NOVO MATERIALISMO

A crítica à neutralidade classificatória foi aprofundada por correntes que buscaram descentralizar o humano como eixo único da explicação arqueológica. Nesse campo, destacam-se a Teoria Ator-Rede (ANT), a arqueologia simétrica, a Ontologia Orientada a Objetos (OOO) e diferentes vertentes do novo materialismo. Embora distintas entre si, essas abordagens convergem ao questionar dualismos tradicionais, como sujeito e objeto, natureza e cultura, humano e não humano, e ao insistir que a produção do mundo social envolve redes heterogêneas de agentes, materialidades, ambientes, infraestruturas e processos (Olsen & Witmore, 2015; Mol, 2023).

Essa formulação é interessante para a arqueologia subaquática, pois os contextos marinhos evidenciam, com força singular, a atuação combinada de correntes, salinidade, pressão, bioincrustação, sedimentação, corrosão, visibilidade, dinâmica costeira e intervenção humana. O naufrágio, nesse enquadramento, deixa de ser unicamente um objeto passivo da análise e passa a ser compreendido como nó de relações materiais e temporais complexas (Demilio & Castro, 2025).

Essa mudança tem pelo menos duas consequências analíticas importantes, sendo a primeira que ela amplia o campo do que conta como agente relevante na interpretação arqueológica. O mar, os materiais, os dispositivos técnicos de detecção, os processos tafonômicos e as próprias infraestruturas digitais de registro passam a participar ativamente da constituição do conhecimento. A segunda é que ela tensiona modelos excessivamente estabilizadores, que tendem a reduzir a complexidade relacional do mundo material a categorias fixas e hierarquias rígidas.

Quando a arqueologia simétrica propõe uma atitude mais igualitária em relação às coisas, ela não está negando a especificidade da ação humana, mas recusando a ideia de que apenas o humano produz história, sentido ou transformação (Olsen & Witmore, 2015; Mol, 2023). Ao mesmo tempo, esse deslocamento não está isento de problemas. A ‘virada para as coisas’ pode, se adotada de modo acrítico, contribuir para processos de despolitização ou mesmo para um apagamento indireto de sujeitos historicamente marginalizados,

especialmente quando a ênfase na agência não humana substitui, em vez de complementar, a escuta das vozes humanas silenciadas. Boa parte do diálogo com a arqueologia pós-processual acaba por envolver essa agência da materialidade, e o entendimento que os objetos possuem biografias, abarcam narrativas e possuem a capacidade de influenciar e moldar o comportamento humano (Appadurai, 2010; Stammers, 2023; Miller, 1998).

Uma arqueologia sensível à agência material não pode converter a crítica ao antropocentrismo em novo pretexto para negligenciar desigualdades coloniais, raciais, sociais e epistêmicas (Mol, 2023; Stobiecka, 2020). Por isso, a incorporação de ANT, OOO e novo materialismo deve ser feita de maneira seletiva e crítica. Seu valor está em mostrar que os sistemas ontológicos precisam ser capazes de lidar com relações mais densas entre humanos e não humanos, entre materialidade e processo, entre presença física e efeitos históricos. Seu limite aparece quando essas correntes são mobilizadas como se a simples descentralização do humano fosse, por si só, suficiente para produzir uma arqueologia mais justa (Mol, 2023).

HUMANIDADES DIGITAIS CRÍTICAS E INJUSTIÇA EPISTÊMICA

É nesse ponto que as humanidades digitais críticas oferecem um complemento indispensável ao debate. Pois ao contrário de perspectivas celebratórias da digitalização, esse campo insiste que infraestruturas, bases de dados, plataformas, classificações e sistemas de metadados não são recipientes neutros de informação, mas dispositivos que incorporam valores, exclusões e hierarquias (Stobiecka, 2020; Demilio & Castro, 2025).

Sob essa perspectiva, a questão não é apenas se um sistema ontológico funciona tecnicamente bem, mas também quem ele representa, quem ele silencia e quais formas de conhecimento ele considera legíveis. Em ambientes de patrimônio cultural e arqueologia, essa pergunta é importante porque muitos sistemas de documentação foram historicamente construídos a partir de categorias eurocêntricas, institucionais ou disciplinarmente estreitas, nem sempre capazes de acolher modos locais, comunitários ou subalternizados de compreender objetos, lugares e paisagens.

A injustiça epistêmica, nesse contexto, ocorre quando certos sujeitos, comunidades ou regimes de conhecimento são sistematicamente desautorizados, sub-representados ou traduzidos de maneira empobrecida por infraestruturas de classificação e descrição (Fricker, 2006; Christen, 2012, 2018).

Esse questionamento dialoga diretamente com a necessidade de evitar apropriação intelectual, despolitização e universalizações abstratas que recobrem diferenças históricas e culturais sob rótulos genéricos. Na arqueologia subaquática, isso significa reconhecer que a modelagem de um sítio não deve absorver integralmente sua inteligibilidade em categorias técnico-administrativas.

Um naufrágio pode ser simultaneamente evidência arqueológica, lugar de memória, marcador identitário, paisagem de trauma, herança de violência colonial, espaço de trabalho marítimo ou referência cosmológica para determinados grupos. Uma ontologia que represente apenas um desses níveis como se fosse o todo corre o risco de tecnicamente ordenar aquilo que epistemologicamente empobrece (Demilio & Castro, 2025; Christen, 2012; Stobiecka, 2020).

As humanidades digitais críticas, portanto, não invalidam o uso de ontologias; elas exigem que esse uso seja reflexivo. Seu principal aporte é mostrar que a questão central não está entre ‘usar’ ou ‘não usar’ ontologias formais, mas entre empregá-las como instrumentos fechados de estabilização ou como estruturas abertas à revisão, ao dissenso e à coexistência de camadas narrativas distintas. É justamente dessa tensão que emerge a

necessidade de uma abordagem capaz de conciliar rigor formal e sensibilidade crítica (Christen, 2018; Stobiecka, 2020; Demilio & Castro, 2025).

ANÁLISE E DISCUSSÃO: ENTRE A FORMALIZAÇÃO SEMÂNTICA E A MULTIVOCALIDADE

O QUE AS ONTOLOGIAS FORMAIS CAPTURAM BEM

As ontologias formais desempenham papel importante na arqueologia contemporânea ao oferecer estruturas consistentes para a organização, descrição e integração de dados heterogêneos. Em contextos marcados pela crescente digitalização da pesquisa arqueológica, sua principal virtude reside na capacidade de explicitar relações entre entidades, eventos, agentes, lugares, tempos e documentos, permitindo que informações produzidas em bases distintas possam ser conectadas de maneira semanticamente controlada (Bekiari *et al.*, 2024; Otte, Beverley & Ruttenberg, 2022).

No caso da arqueologia subaquática, essa capacidade é necessária, pois os dados costumam ser gerados por meio de tecnologias variadas — como sistemas acústicos, fotogrametria, modelagem tridimensional, registros geoespaciais e documentação visual — e, sem um modelo semântico articulador, tendem a permanecer dispersos e de difícil reuso (Mccarthy *et al.*, 2019; Demilio & Castro, 2025).

Essas vantagens não são estruturais, elas correspondem precisamente ao que torna as ontologias tão relevantes no contexto da arqueologia digital. A possibilidade de transformar grandes volumes de documentação em ecossistemas de conhecimento interoperáveis, preserváveis e passíveis de reaproveitamento futuro (Meghini *et al.*, 2017; Bardi *et al.*, 2024; Richads *et al.*, 2022).

Além disso, ontologias formais favorecem a replicabilidade analítica, na medida em que tornam mais explícitos os critérios de descrição, as categorias empregadas e as relações assumidas entre os elementos modelados. Em vez de operar apenas com bancos de dados descritivos ou planilhas sem semântica explícita, a ontologia força o pesquisador a explicitar como compreende entidades, eventos e conexões, produzindo um registro mais transparente das escolhas classificatórias. Essa formalização também beneficia a preservação de longo prazo, a padronização da documentação e a possibilidade de reuso dos dados por diferentes públicos e instituições (Wilkinson *et al.*, 2016; Richads *et al.*, 2022; Bekiari *et al.*, 2024).

Sob essa perspectiva, as ontologias formais não devem ser tratadas como simples acessórios técnicos, mas como infraestruturas de inteligibilidade. Elas permitem que dados arqueológicos existam em suporte digital e sejam efetivamente encontráveis, comparáveis, articuláveis e reutilizáveis. Em um campo como a arqueologia subaquática, no qual a produção de dados é tecnicamente intensiva e frequentemente distribuída entre equipes, softwares e repositórios distintos, esse ganho é estrutural (Meghini *et al.*, 2017; Bardi *et al.*, 2024; Wilkinson *et al.*, 2016).

O QUE AS ONTOLOGIAS FORMAIS CAPTURAM MAL

Entretanto, a força técnica das ontologias formais não elimina seus limites; o problema central não está no fato de que elas organizam demais, mas no fato de que, ao organizar, inevitavelmente selecionam, estabilizam e priorizam certos tipos de relação em detrimento de outras. Em patrimônio cultural, a própria literatura sobre ontologias reconhece que modelos semânticos são construções formais orientadas por escolhas

conceituais e por critérios de qualidade e adequação, e não espelhos neutros do real (Tibaut & Guerra de Oliveira, 2022; Bekiari *et al.*, 2024).

Nesse sentido, aspectos como emoção, trauma, simbolismo, herança cultural imaterial e raciocínio humano complexo escapam, ao menos em parte, à formalização semântica estrita, não apenas por dificuldade técnica, mas porque sua inteligibilidade depende frequentemente de ambiguidade, contexto e disputa interpretativa (Hodder, 1991; Demilio & Castro, 2025).

Esse limite é visível em contextos patrimoniais sensíveis, como por exemplo em um naufrágio que pode ser, simultaneamente, um sítio arqueológico, um vestígio de rotas comerciais, um cenário de morte, um lugar de luto, um marco identitário, um símbolo de guerra, uma paisagem de memória e uma referência afetiva. Ontologias formais tendem a representar com eficácia os aspectos mais estabilizáveis desse conjunto (localização, cronologia, materialidade, eventos documentáveis, agentes identificáveis), mas encontram dificuldade quando precisam lidar com camadas de sentido fluidas, disputadas, contraditórias ou não inteiramente redutíveis a entidades discretas (Demilio & Castro, 2025; Christen, 2012).

O ponto não é simplesmente que o intangível é ‘difícil de modelar’, mas que parte da experiência patrimonial é constituída justamente por ambiguidade, polissemia e dissenso. O pós-processualismo já havia mostrado que a interpretação arqueológica não se resolve pela eliminação da incerteza, mas pela explicitação reflexiva dos enquadramentos que a tornam possível (Hodder, 1991, 1997).

As humanidades digitais críticas reforçam esse argumento ao demonstrar que sistemas informacionais podem empobrecer aquilo que pretendem tornar legível quando traduzem toda complexidade em categorias excessivamente estabilizadas, especialmente em contextos marcados por desigualdades históricas e colonialidade informacional (Stobiecka, 2020; Christen, 2018).

Há ainda um segundo limite, mais sutil, mas igualmente importante: a ontologia formal pode sugerir uma aparência de completude ou neutralidade que não corresponde ao processo real de modelagem. Quando uma estrutura ontológica organiza um domínio com grande consistência lógica, pode transmitir a impressão de que está apenas espelhando o real, quando na verdade está cristalizando uma entre várias possíveis formas de constituí-lo como objeto de conhecimento. Esse é um ponto sensível, onde classificações nunca são meramente técnicas, mas envolvem escolhas sobre o que conta como evidência relevante, quais relações merecem destaque e quais narrativas se tornam visíveis (Hodder, 1991; Fricker, 2006; Tibaut & Guerra de Oliveira, 2022).

CLASSIFICAÇÃO E MODELAGEM COMO ATOS EPISTEMOLÓGICOS

Modelar é mais do que representar: é interpretar. Toda classificação arqueológica, por mais formal que seja, opera a partir de pressupostos teóricos, escolhas vocabulares, recortes institucionais e prioridades analíticas. Isso significa que a modelagem ontológica não deve ser tratada como um nível ‘neutro’ sobre o qual a interpretação viria apenas depois; a própria modelagem já é um momento interpretativo (Hodder, 1991; Tibaut & Guerra de Oliveira, 2022).

Em termos epistemológicos, isso implica reconhecer que toda infraestrutura de descrição carrega escolhas sobre o que pode ser dito, por quem e em quais categorias, de modo que o problema da modelagem não é apenas técnico, mas também hermenêutico e político (Fricker, 2006; Christen, 2018).

No âmbito da arqueologia subaquática, isso significa reconhecer que a escolha de classes, propriedades, relações e granularidades não é puramente operacional. Decidir se um naufrágio será descrito prioritariamente

como evento militar, sítio depositário, paisagem marítima, patrimônio sensível, evidência logística ou lugar de memória já implica um posicionamento epistemológico. Da mesma forma, escolher quais atores entram no sistema, que temporalidades são destacadas, como se registram interpretações conflitantes ou se há espaço para narrativas comunitárias não institucionais são decisões que excedem o plano estritamente técnico (Demilio & Castro, 2025; Bekiari *et al.*, 2024).

Tratar classificação e modelagem como atos epistemológicos também permite evitar dois extremos: de um lado, a crença ingênua de que a formalização resolve o problema da interpretação; de outro, a recusa igualmente simplificadora de toda tentativa de sistematização. O desafio, portanto, não é abandonar ontologias formais, mas compreendê-las como instrumentos situados, cuja eficácia depende tanto de sua consistência técnica quanto de sua abertura reflexiva (Hodder, 1991; Tibaut & Guerra de Oliveira, 2022; Demilio & Castro, 2025).

PROPOSTA CONCEITUAL: ONTOLOGIA SITUADA

Em diálogo com a crítica pós-processual à neutralidade interpretativa, com os debates sobre injustiça epistêmica e com a literatura recente sobre arqueologia digital crítica, a proposta de uma ontologia situada parte do reconhecimento de que sistemas de descrição e classificação, além de organizar dados, também condicionam formas de visibilidade, inteligibilidade e autoridade interpretativa (Hodder, 1991; Fricker, 2006; Demilio & Castro, 2025).

Entende-se por ontologia situada uma abordagem de modelagem e organização do conhecimento que preserva o rigor formal necessário à interoperabilidade, à gestão de dados e à integração entre sistemas, mas reconhece que toda classificação é histórica, política, relacional e interpretativamente condicionada. Em vez de aspirar a uma total neutralidade ou a uma representação exaustiva do real, a ontologia situada admite que os sistemas de descrição são produzidos a partir de perspectivas específicas e, por isso, devem incorporar mecanismos de reflexividade, pluralidade narrativa, registro de incerteza e sensibilidade às disputas de significado (Tibaut & Guerra de Oliveira, 2022; Christen, 2018; Stobiecka, 2020).

Essa proposta possui, pelo menos, quatro características estruturais: a primeira é a manutenção de uma base formal interoperável. A ontologia situada não rejeita CIDOC-CRM, BFO ou outras arquiteturas semânticas robustas; ao contrário, parte delas como infraestrutura necessária para integração, mediação e intercâmbio de informação heterogênea em patrimônio cultural (Otte, Beverley & Ruttenberg, 2022; Bekiari *et al.*, 2024); a segunda é a abertura à ambiguidade e à historicidade da interpretação. Nem todo significado patrimonial pode ser estabilizado em uma única formulação sem perda, e uma modelagem criticamente orientada deve ser capaz de reconhecer a provisoriidade e a parcialidade de certas descrições, em vez de mascará-las sob a aparência de completude (Hodder, 1991, 1997); a terceira é a possibilidade de registrar camadas narrativas múltiplas, incluindo versões concorrentes, controvérsias, memórias conflitantes e descrições oriundas de diferentes comunidades interpretativas. Esse ponto é relevante em ambientes patrimoniais e digitais, nos quais a documentação tende a ser tratada como registro estabilizado, quando muitas vezes ela deveria acolher relações, e não apenas registros fixos, bem como formas distintas de autoridade narrativa (Christen, 2018; Demilio & Castro, 2025); e a quarta é a atenção ética às assimetrias epistêmicas, de modo que a organização do conhecimento não reproduza silenciosamente exclusões, apagamentos ou apropriações indevidas.

Nesse aspecto, a ontologia situada exige que a interoperabilidade seja acompanhada por reflexividade crítica sobre quem é descrito, quem descreve, em que linguagem e sob quais pressupostos de legitimidade, evitando que a eficiência semântica se converta em simplificação epistemológica (Fricker, 2006; Christen, 2012; Stobiecka, 2020). Com isso, a ontologia situada não pretende substituir a formalização por relativismo, mas expandi-la criticamente. Seu objetivo é permitir que a modelagem semântica continue operando como ferramenta de integração e gestão, sem que isso implique reduzir a complexidade do patrimônio a uma única gramática autorizada.

Em termos mais diretos, trata-se de combinar consistência formal com consciência epistemológica. Nessa formulação, a proposta dialoga tanto com a necessidade de dados semanticamente articulados e reutilizáveis quanto com a exigência de que tais dados permaneçam abertos à revisão, ao dissenso e à pluralidade interpretativa (Wilkinson *et al.*, 2016; Meghini *et al.*, 2017; Demilio & Castro, 2025).

IMPLICAÇÕES PARA A ARQUEOLOGIA SUBAQUÁTICA, A GESTÃO PATRIMONIAL E AS POLÍTICAS PÚBLICAS

A adoção de uma perspectiva situada sobre ontologias tem implicações importantes para a arqueologia subaquática; ela favorece modelos de documentação capazes de articular melhor os diferentes níveis de existência do patrimônio submerso: material, histórico, espacial, afetivo, memorial, político e museológico. Isso significa que o sítio arqueológico não precisa ser reduzido à coordenadas, tipologias e eventos técnicos, podendo ser descrito também a partir de vínculos narrativos, sensibilidades sociais e disputas de valor (Demilio & Castro, 2025; Unesco, 2024).

Sistemas baseados exclusivamente em classificação técnico-administrativa tendem a ser eficientes para inventariar, mas menos aptos a acolher complexidades sociais e interpretativas. Uma ontologia situada, ao contrário, pode contribuir para uma gestão mais reflexiva, capaz de registrar controvérsias, lacunas, mudanças de interpretação e relações entre patrimônio, memória e comunidades de interesse. Essa preocupação dialoga com a ênfase contemporânea em gestão integrada do patrimônio subaquático, formação de capacidades institucionais e articulação entre proteção, pesquisa, educação e acesso público.

Em terceiro lugar, a proposta dialoga com agendas contemporâneas de abertura e reutilização de dados, inclusive em contextos vinculados a FAIR e a infraestruturas interoperáveis como ARIADNE. O ponto, porém, é que dados arqueológicos não devem ser apenas encontráveis, acessíveis e interoperáveis, eles precisam também ser epistemologicamente inteligíveis e eticamente responsáveis. A abertura de dados, sem crítica às estruturas de classificação, pode apenas ampliar a circulação de descrições empobrecidas ou assimetricamente construídas. A própria literatura sobre FAIR em arqueologia e sobre acesso aberto aos dados do domínio arqueológico mostra que interoperabilidade e reuso dependem de infraestrutura técnica, de qualidade semântica, curadoria e contexto documental adequados.

Por fim, há implicações para a musealização e para as políticas públicas de patrimônio cultural subaquático. Se o patrimônio submerso for descrito apenas como objeto técnico de gestão, sua potência social, educativa e memorial tende a ser comprimida. Se, ao contrário, os sistemas de organização do conhecimento forem capazes de acolher dimensões narrativas, conflitos de interpretação e camadas imateriais, a documentação patrimonial poderá sustentar formas mais democráticas, plurais e socialmente relevantes de preservação e comunicação. Esse argumento é coerente com a orientação da UNESCO de promover acesso responsável, educação

patrimonial e valorização pública do patrimônio cultural subaquático como parte da sua proteção, bem como com a defesa recente de abordagens colaborativas e participativas na arqueologia subaquática digital.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A crescente digitalização da arqueologia subaquática tornou incontornável o debate sobre como organizar, integrar, preservar e reutilizar dados produzidos em contextos cada vez mais densos, técnicos e heterogêneos. Nesse cenário, ontologias formais e modelos semânticos como a BFO e o CIDOC-CRM assumem o protagonismo, na medida em que oferecem estruturas capazes de explicitar relações entre entidades, eventos, agentes, temporalidades e contextos documentais, favorecendo interoperabilidade, consistência descritiva e reuso qualificado da informação. Sob esse aspecto, o avanço da modelagem ontológica representa uma contribuição necessária para a arqueologia digital e para a gestão do patrimônio cultural submerso (Otte, Beverley & Ruttenberg, 2022; Bekiari *et al.*, 2024; Meghini *et al.*, 2017).

Entretanto, como este artigo procurou demonstrar, a eficácia técnica desses sistemas não esgota os problemas epistemológicos envolvidos na produção do conhecimento arqueológico. Ontologias não são instrumentos neutros de espelhamento do real, mas formas de seleção, estabilização e hierarquização de categorias, relações e narrativas.

Ao organizar o mundo arqueológico em termos semanticamente controlados, elas também delimitam o que se torna visível, o que permanece periférico e o que pode ser traduzido (ou não) em linguagem formal. Essa constatação é relevante na arqueologia subaquática, onde os contextos investigados não se reduzem a atributos materiais e eventos documentáveis, mas envolvem, como já mencionado, memória, trauma, simbolismo, afetos, disputas de valor e regimes desiguais de patrimonialização (Demilio & Castro, 2025).

A articulação entre ontologias formais e perspectivas críticas mostrou, assim, que o desafio contemporâneo não está entre aceitar ou rejeitar a formalização semântica, mas em compreender seus alcances e limites. O pós-processualismo, a arqueologia simétrica, as ontologias orientadas a objetos, o novo materialismo e as humanidades digitais críticas convergem, cada qual a seu modo, ao indicar que a classificação arqueológica deve ser tratada como ato epistemológico, e não como simples procedimento técnico. Isso implica reconhecer que toda modelagem carrega pressupostos teóricos, condicionamentos históricos e efeitos políticos, exigindo maior reflexividade sobre os modos pelos quais o patrimônio é descrito, conectado e disponibilizado (Hodder, 1991; Stobiecka, 2020; Fricker, 2006). É nesse quadro que se insere a principal contribuição conceitual deste artigo: a proposição da ontologia situada.

Em vez de abandonar as estruturas formais necessárias à interoperabilidade e à gestão de dados, essa abordagem defende sua complementação crítica por mecanismos capazes de acolher ambiguidade interpretativa, pluralidade narrativa, historicidade das classificações e sensibilidade ética diante de assimetrias epistêmicas. Uma ontologia situada preserva a consistência formal onde ela é necessária, mas recusa a pretensão de neutralidade total e admite que a organização do conhecimento arqueológico deve ser aberta à contestação, à revisão e à coexistência de múltiplas camadas de significado (Fricker, 2006; Demilio & Castro, 2025).

Para a arqueologia subaquática, ela aponta para formas mais robustas de documentação, capazes de articular dimensões materiais, espaciais, históricas, afetivas e memoriais dos sítios submersos. Para a gestão patrimonial, sugere sistemas menos restritos à lógica técnico-administrativa e mais atentos à complexidade social e política do patrimônio. Para iniciativas orientadas por interoperabilidade e reuso, como aquelas

associadas aos princípios FAIR e a infraestruturas como ARIADNE, a ontologia situada oferece um horizonte complementar: não basta que os dados sejam encontráveis, acessíveis, interoperáveis e reutilizáveis; é preciso que sejam epistemologicamente densos, reflexivamente modelados e eticamente responsáveis (Wilkinson *et al.*, 2016; Meghini *et al.*, 2017; Demilio & Castro, 2025).

Consoante ao exposto, sustenta-se a ideia de que o futuro da gestão de dados arqueológicos e, em particular, da arqueologia subaquática digital, não depende exclusivamente de maior sofisticação tecnológica, mas de maior maturidade conceitual. A construção de ecossistemas de dados usuais e robustos o suficiente para serem replicados, exige para além dos padrões, metadados e infraestruturas semânticas, também atenção às disputas de sentido, às pluralidades interpretativas e às condições históricas de produção do conhecimento. Portanto, a ontologia situada pode ser entendida como uma via alternativa e promissora para aproximar rigor formal e multivocalidade, permitindo que a arqueologia digital avance em capacidade de organização e em profundidade crítica.

REFERÊNCIAS

- Bardi, A., Baglioni, M., Artini, M., Mannocci, A., & Pavone, G. (2024). The ARIADNEplus Knowledge Base: a Linked Open Data set for archaeological research. *Digital Humanities Congress 2024*. S. l.: IRIS-CNR. Disponível em: <<https://iris.cnr.it/handle/20.500.14243/484001>>. [cons. 30 mar. 2026].
- Appadurai, A. (2010). Introdução: mercadorias e a política de valor. Em Appadurai, A. (org.). *A vida social das coisas: as mercadorias sob uma perspectiva cultural* (pp. 15-87). Niterói: Editora da Universidade Federal Fluminense.
- Bardi, A., Baglioni, M., Artini, M., Mannocci, A., Pavone, G. (2024). The ARIADNEplus Knowledge Base: a Linked Open Data set for archaeological research. *Digital Humanities Congress 2024*. S. l.: IRIS-CNR. Disponível em: <<https://iris.cnr.it/handle/20.500.14243/484001>>. [cons. 29 mar. 2026].
- Bekiari, C. Bruseker, G., Canning, E., Doerr, M., Michon, P., Ore, C. E., Stead, S., & Velios, A. (2024). *Definition of the CIDOC Conceptual Reference Model. Version 7.1.3*. S. l.: CIDOC CRM Special Interest Group. Disponível em: <<https://cidoc-crm.org/Version/version-7.1.3>> [cons. 30 mar. 2026].
- Benjamin, J., McCarthy, J., Wiseman, C., Bevin, S., Kowlessar, J., Astrup, P. M., Naumann, J., & Hacker, J. (2019). Integrating aerial and underwater data for archaeology: digital maritime landscapes in 3D. Em McCarthy, J., Benjamin, J., Winton, T., & van Duivenvoorde, W. (eds). *3D recording and interpretation for maritime archaeology* (pp. 211-231). Cham: Springer. DOI: 10.1007/978-3-030-03635-5_14.
- Calantropio, A., & Chiabrandio, F. (2024). Underwater cultural heritage documentation using photogrammetry. *Journal of Marine Science and Engineering*, 12(3). DOI: 10.3390/jmse12030413.
- Christen, K. (2012). Does information really want to be free? Indigenous knowledge systems and the question of openness. *International Journal of Communication*, 6, 2870-2893. Disponível em: <<https://ijoc.org/index.php/ijoc/article/view/1618/828>> [cons. 30 mar. 2026].
- Christen, K. (2018). Relationships not records: digital heritage and the ethics of sharing Indigenous knowledge online. Em Sayers, J. (ed.). *The Routledge companion to media studies and digital humanities* (pp. 403-412). New York: Routledge. Disponível em: <<https://www.kimchristen.com/wp-content/uploads/2018/05/41christenKimberly.pdf>>. [cons. 30 mar. 2026].
- CIDOC CRM Special Interest Group (2024a). *ISO 21127:2023 has been released*. S. l. Disponível em: <<https://cidoc-crm.org/Event/iso-211272023-has-been-released>>. [cons. 29 mar. 2026].
- CIDOC CRM Special Interest Group (2024b). *Last official release*. S. l. Disponível em: <<https://cidoc-crm.org/get-last-official-release>>. [cons. 30 mar. 2026].

- Demilio, C., & Castro, F. (2025). Digital archaeology underwater: ethical, epistemic, and climate challenges for a collaborative future. *Heritage*, 8(9). DOI: 10.3390/heritage8090383.
- Demilio, C. C. P., Manfrini, M. R., & Torres, R. de O. (2025). *Quando a inteligência artificial encontra a arqueologia: a análise da Corveta Camaquã*. *Memorare*, 12(2), 1-28. DOI: 10.59306/memorare.v12e22025e27237.
- Drap, P., Papini, O., Merad, D., Pasquet, J., Royer, J.-P., Nawaf, M. M., Saccone, M., Ellefi, M. B., Chemisky, B., Seinturier, J., Sourisseau, J.-C., Gambin, T., & Castro, F. (2019). Deepwater archaeological survey: an interdisciplinary and complex process. Em McCarthy, J. K., Benjamin, J., Winton, T., & van Duivenvoorde, W. (eds). *3D recording and interpretation for maritime archaeology* (pp. 135-153). Cham: Springer. DOI: 10.1007/978-3-030-03635-5_9.
- Fricker, M. (2006). Powerlessness and social interpretation. *Episteme*, 3(1-2), 96-108. DOI: 10.3366/epi.2006.3.1-2.96.
- Garstki, Kevin. (2020). *Digital innovations in European archaeology*. Cambridge: Cambridge University Press. DOI: 10.1017/9781108756792.
- González-Ruibal, A., & Moshenska, G. (eds.). (2015). *Ethics and the Archaeology of Violence*. New York: Springer.
- Herber, O. R., Taylor, J., & Bradbury-Jones, C. (2026). Theory in qualitative research: a qualitative study of research experts' views. *BMC Medical Research Methodology*, 26. DOI: 10.1186/s12874-025-02752-6.
- Hodder, I. (1991). Interpretive archaeology and its role. *American Antiquity*, 56(1), 7-18. DOI: 10.2307/280968.
- Hodder, I. (1997). 'Always momentary, fluid and flexible': towards a reflexive excavation methodology. *Antiquity*, 71(273), 691-700. DOI: 10.1017/S0003598X00085410.
- Hostettler, M., Buhlke, A., Drummer, C., Emmenegger, L., Reich, J., Stäheli, C. (ed.) (2024). The 3 dimensions of digitalised archaeology: state-of-the-art, data management and current challenges in archaeological 3D-documentation. Cham: Springer. DOI: 10.1007/978-3-031-53032-6.
- Jaakkola, E. (2020). Designing conceptual articles: four approaches. *AMS Review*, 10, 18-26. DOI: 10.1007/s13162-020-00161-0.
- McCarthy, J., Benjamin, J., Winton, T., & van Duivenvoorde, W. (2019). The rise of 3D in maritime archaeology. Em McCarthy, J., Benjamin, J., Winton, T., & van Duivenvoorde, W. (eds). *3D recording and interpretation for maritime archaeology* (pp. 1-10). Cham: Springer. DOI: 10.1007/978-3-030-03635-5_1.
- Meghini, C., Scopigno, R., Richards, J., Wright, H., Geser, G., Cuy, S., Fihn, J., Fanini, B., Hollander, H., Niccolucci, F., Felicetti, A., Ronzino, P., Nurra, F., Papatheodorou, C., Gavrili, D., Theodoridou, M., Doerr, M., Tudhope, D., Binding, C., & Vlachidis, A. (2017). ARIADNE: a research infrastructure for archaeology. *Journal on Computing and Cultural Heritage*, 10(3), 1-27. DOI: 10.1145/3064527.
- Miller, D. (ed.). (1998). *Material cultures: why some things matter*. UCL Press/Taylor & Francis.
- Mol, E. (2023). New materialism and posthumanism in Roman archaeology: when objects speak for others. *Cambridge Archaeological Journal*, 33(4), 715-729. DOI: 10.1017/S0959774323000124.
- Moullou, D., Vital, R., Sylaiou, S., & Ragia, L. (2024). Digital tools for data acquisition and heritage management in archaeology and their impact on archaeological practices. *Heritage*, 7(1), 107-121. DOI: 10.3390/heritage7010005.
- Neyland, R. S. (2011). Underwater archaeology of the World Wars. Em Catsamis, A., Ford, B., & Hamilton, D. (eds.). *The Oxford handbook of maritime archaeology* (pp. 708-729). New York: Oxford University Press.

- Niccolucci, F. (2017). ARIADNE e gli Open Data: come trasformare i dati archeologici da open a “FAIR”. *Archeologia e Calcolatori*, 9, 141-150. DOI: 10.19282/ACS.9.2017.13.
- Noy, N. F., & McGuinness, D. L. (2001). *Ontology development 101: a guide to creating your first ontology*. Technical Report KSL-01-05 / SMI-2001-0880. Stanford: Stanford Knowledge Systems Laboratory, Stanford Medical Informatics. Disponível em: <<http://www.ksl.stanford.edu/people/dlm/papers/ontology-tutorial-noy-mcguinness.pdf>>. [cons. 28 mar. 2026].
- Oliveira, C. L. de (2010). Um apanhado teórico-conceitual sobre a pesquisa qualitativa: tipos, técnicas e características. *Travessias*, 2(3), e3122. Disponível em: <<https://e-revista.unioeste.br/index.php/travessias/article/view/3122>>. [cons. 30 mar. 2026].
- Olsen, B., & Witmore, C. (2015). Archaeology, symmetry and the ontology of things: a response to critics. *Archaeological Dialogues*, Cambridge, 22(2), 187-197. Disponível em: <<https://www.cambridge.org/core/services/aop-cambridge-core/content/view/9392FB047D9BBC17CCEDFFC972F0EB5F/S1380203815000240a.pdf/div-class-title-archaeology-symmetry-and-the-ontology-of-things-a-response-to-critics-div.pdf>>. [cons. 29 mar. 2026].
- Otte, J. N., Beverley, J., & Ruttenberg, A. (2022). BFO: Basic Formal Ontology. *Applied Ontology*, 17(1), 17-43. DOI: 10.3233/AO-220262.
- Perez-Alvaro, E. (2022). Shipwrecks and graves: their treatment as intangible heritage. *International Journal of Intangible Heritage*, 17, 1-20.
- Poglajen, S., & Poklar, M. (2025). Underwater mapping in shallow coastal waters using MBES and photogrammetry: applications in archaeology and marine habitat monitoring. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLVIII-2/W10-2025, 223-230. DOI: 10.5194/isprs-archives-XLVIII-2-W10-2025-223-2025.
- Richards-Rissetto, H. & Landau, K. (2019). Digitally-mediated practices of geospatial archaeological data: transformation, integration, & interpretation. *Journal of Computer Applications in Archaeology*, 2(1), 251-265. DOI: 10.5334/jcaa.30.
- Richards, J. D., Wright, H., Moore, R., & Evans, T. (2022). *D5.15 Report on opening access to research data in the archaeology domain*. Zenodo. DOI: 10.5281/zenodo.6676395.
- Richards, J. D. (2023). Getting it together: combining information about archaeological sites and artefacts in ARIADNE. *Internet Archaeology*, 64. DOI: 10.11141/ia.64.14.
- Robertshaw, A., & Kenyon, D. (2008). *Digging the trenches: the archaeology of the Western Front*. Barnsley: Pen & Sword Military.
- Shanks, M. (2008). Post-processual archaeology and after. Em Bentley, R. A., Maschner, H. D. G., & Chippindale, C. (eds.). *Handbook of archaeological theories* (pp. 133-144). Lanham: AltaMira Press.
- Stammers, T. (2023). The rise and fall of the psychology of collecting: historiographical reflections. Em Wozniak-Koch, M. (ed.). *Mapping art collecting in Europe, 1860-1940: Eastern and Western sociocultural perspectives* (pp. 1-26). Leiden: Brill.
- Stobiecka, M. (2020). Archaeological heritage in the age of digital colonialism. *Archaeological Dialogues*, 27(2), 113-125. DOI: 10.1017/S1380203820000239.
- Tibaut, A., & Guerra de Oliveira, S. (2022). A framework for the evaluation of the cultural heritage information ontology. *Applied Sciences*, 12(2). DOI: 10.3390/app12020795.
- UNESCO (2024). *Access to Underwater Cultural Heritage*. Paris: UNESCO. Disponível em: <<https://www.unesco.org/en/underwater-heritage/access?hub=412>>. [cons. 25 mar. 2026].

- Vanvalkenburgh, P., & Dufton, J. A. (2020). Big archaeology: horizons and blindspots. *Journal of Field Archaeology*, 45(1), S1-S7. DOI: 10.1080/00934690.2020.1713287.
- Vanzetti, A., & Marino, S. (2024). Resources, opportunities and limits of data and open source tools used in preventive archaeology. *Proceedings*, 96(1). DOI: 10.3390/proceedings2024096003.
- Vlachidis, A., & Tudhope, D. (2015). A knowledge-based approach to information extraction for semantic interoperability in the archaeology domain. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 67(5), 1138-1152. DOI: 10.1002/asi.23485.
- Wilkinson, M. D., Dumontier, M., Aalbersberg, I., Appleton, G., Axton, M., Baak, A., Blomberg, N., Boiten, J.-B., Bonino, L., Bourne, P., Bouwman, J., Brookes, A. J., Clark, T., Crosas, M., Dillo, I., Dumon, O., Edmunds, S., Evelo, C. T., Finkers, R., Gonzalez-Beltran, A., Gray, A. J. G., Groth, P., Goble, C., Grethe, J. S., Heringa, J., 't Hoen, P. A. C., Hooft, R., Kuhn, T., Kok, R., Kok, J., Lusher, S. J., Martone, M. E., Mons, A., Packer, A. L., Persson, B., Rocca-Serra, P., Roos, M., van Schaik, R., Sansone, S.-A., Schultes, E., Sengstag, T., Slater, T., Strawn, G., Swertz, M. A., Thompson, M., van der Lei, J., van Mulligen, E., Velterop, J., Waagmeester, A., Wittenburg, P., Wolstencroft, K., Zhao, J., & Mons, B. (2016). The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship. *Scientific Data*, 3. DOI: 10.1038/sdata.2016.18.