Tendências da Pesquisa Brasileira em Ciência da Informação

ONTOLOGIA E INTEGRAÇÃO DE DADOS CLÍNICOS NO DOMÍNIO OBSTÉTRICO E NEONATAL[1]

ONTOLOGY AND CLINICAL DATA INTEGRATION IN THE OBSTETRIC AND NEONATAL DOMAIN

Fernanda Farinelli[2]
Amanda Damasceno de Souza[3]

Resumo: Este artigo discute o uso de ontologias de domínio como estratégia para promover a interoperabilidade semântica entre sistemas de informação em saúde, com ênfase na integração de dados clínicos relacionados ao cuidado obstétrico e neonatal. O objetivo é demonstrar como a representação formal do conhecimento pode contribuir para a superação da fragmentação informacional, especialmente no contexto do acompanhamento pré-natal. A pesquisa é de natureza aplicada, com abordagem qualitativa e caráter descritivo-exploratório. Foram adotados procedimentos de revisão bibliográfica e análise documental, além da modelagem ontológica fundamentada em metodologia específica. A ontologia analisada, denominada OntONeo, foi desenvolvida para representar conceitos e processos do ciclo gravídico-puerperal e está estruturada segundo princípios do realismo ontológico. A prova de conceito realizada com base nessa ontologia demonstrou sua capacidade de integrar bancos de dados heterogêneos por meio de mapeamentos semânticos, permitindo consultas unificadas e melhorando a continuidade do cuidado. Os resultados apontam benefícios como maior clareza na interpretação dos dados, redução de redundâncias, economia de tempo e apoio à tomada de decisão clínica. A OntONeo revelou-se particularmente útil para qualificar o atendimento à saúde da mulher, favorecendo práticas mais humanizadas e integradas. O estudo também aponta desafios relacionados à adaptação do modelo a sistemas legados e à atualização contínua da ontologia, além de sugerir o aprofundamento de testes em diferentes contextos institucionais.

Palavras-Chave: Representação do conhecimento. Ontologias de domínio. Ontologias aplicada. Interoperabilidade semântica em saúde. Ontologia obstétrica e neonatal.

[1] O presente texto foi submetido, avaliado, aprovado, apresentado e premiado no XXIV ENANCIB.

[2] Doutora em Gestão e Organização do Conhecimento. Universidade de Brasília. E-mail: fernanda.farinelli@unb.br. https://orcid.org/0000-0003-2338-8872.

[3] Doutora em Gestão e Organização do Conhecimento. Universidade FUMEC. E-mail: amanda.dsouza@fumec.br. https://orcid.org/0000-0001-6859-4333.

Abstract: *This paper discusses the use of domain ontologies as a strategy to promote semantic interoperability among health information systems, with emphasis on the integration of clinical data related to obstetric and neonatal care. The objective is to demonstrate how formal knowledge representation can help overcome data fragmentation, particularly in the context of prenatal care. The study is applied in nature, with a qualitative and descriptive-exploratory approach. Methodological procedures included bibliographic review, document analysis, and ontology modeling based on structured methodology. The analyzed ontology, named OntONeo, was developed to represent concepts and processes of the pregnancy-puerperal cycle and was structured according to principles of ontological realism. The proof of concept demonstrated the ontology's ability to integrate heterogeneous databases through semantic mappings, enabling unified queries and improving the continuity of care. Results showed benefits such as clearer interpretation of clinical data, reduced redundancies, time savings, and greater support for clinical decision-making. OntONeo proved particularly useful in qualifying maternal care, supporting more humanized and integrated practices. The study also identified challenges related to adapting the model to legacy systems and ensuring its continuous update. Future work should focus on expanding testing in diverse institutional contexts and automating integration processes.*

Keywords: *Knowledge representation. Domain ontologies. Applied ontologies in healthcare. Semantic interoperability in health. Obstetric and neonatal ontology.*

1 INTRODUÇÃO

A interoperabilidade entre sistemas de informação em saúde representa um desafio significativo para a eficácia da assistência médica. A fragmentação dos registros clínicos e a ausência de acesso unificado dificultam a gestão da saúde por parte de profissionais e pacientes, além de comprometer a continuidade do cuidado (Azarm; Peyton, 2018). A falta de integração semântica entre prontuários eletrônicos pode gerar duplicidade de dados, interpretações equivocadas e decisões clínicas inadequadas (Chad, 2025).

Esse cenário é especialmente crítico no pré-natal, etapa essencial para a saúde materno-infantil, que demanda articulação entre diferentes níveis de atenção. No Sistema Único de Saúde (*SUS*), marcado por desigualdades regionais e sociais, os desafios da integração e do compartilhamento de dados são ainda mais complexos. A ausência de uma linguagem comum entre os sistemas das esferas federal, estadual e municipal gera lacunas assistenciais, retrabalho,

redundância de informações e impactos clínicos negativos, sobretudo para populações vulneráveis.

A interoperabilidade é definida como a capacidade de diferentes sistemas operarem de forma coordenada, trocando informações de maneira eficiente e compreensível, sem esforço adicional para os usuários (Arms et al., 2002; Bishr, 1997). A interoperabilidade semântica, por sua vez, assegura que os sistemas compartilhem significados, mesmo quando utilizam terminologias e formatos distintos (Heflin; Hendler, 2000; Heiler, 1995). Essa perspectiva exige estruturas que permitam não apenas a troca, mas a compreensão precisa dos dados em contextos heterogêneos.

Nesse sentido, a aplicação de ontologias tem se mostrado eficaz na integração de prontuários eletrônicos, melhorando a comunicação entre profissionais e reduzindo erros relacionados à heterogeneidade dos sistemas (Farinelli *et al.*, 2013). Para Souza, Almeida e Farinelli (2021), a interoperabilidade plena exige o alinhamento entre terminologias clínicas de interface, referência e agregação. Chad (2025) reforça que a interoperabilidade semântica é condição essencial para integração de dados em domínios complexos como a saúde, destacando o uso de ontologias, grafos de conhecimento e tecnologias da Web Semântica.

As ontologias de domínio se apresentam como solução promissora. Estruturadas formalmente, permitem representar, organizar e compartilhar conhecimento sobre domínios específicos, promovendo precisão terminológica, padronização e reuso em sistemas distintos. No campo da saúde, favorecem a criação de modelos computacionais alinhados às práticas clínicas e às políticas públicas orientadas por dados. Sua adoção facilita a personalização do cuidado, respeitando a dimensão assistencial e a complexidade dos contextos sociais e culturais.

Neste sentido, este artigo busca responder à seguinte questão de pesquisa: *Como as ontologias de domínio podem contribuir para a interoperabilidade entre sistemas de saúde voltados ao cuidado obstétrico e neonatal, promovendo práticas mais integradas e humanizadas?*

O cuidado à saúde da mulher no Brasil exige uma abordagem centrada na pessoa, especialmente durante a gravidez e o puerpério. A integração eficaz de dados clínicos, apoiada por ontologias de domínio, tem o potencial de qualificar o atendimento, ampliar o acesso às informações e contribuir para melhores desfechos em saúde. A demonstração prática da aplicação da OntONeo por meio de uma prova de conceito, com mapeamento de bancos de dados clínicos reais, foi realizada em pesquisa anterior (Farinelli, 2017) e é aqui referenciada como base. Neste artigo, o foco recai sobre os fundamentos conceituais, metodológicos e estruturais da ontologia, evidenciando seu potencial para promover a interoperabilidade semântica no cuidado obstétrico e neonatal.

2 DESENVOLVIMENTO

São apresentados os fundamentos teóricos que embasam o estudo, com foco em ontologias, e métodos de modelagem, e trabalhos correlatos.

2.1 FUNDAMENTOS SOBRE ONTOLOGIAS

As ontologias têm origem na Filosofia, onde estudam a natureza do ser e suas categorias fundamentais (Smith, 2003). No contexto da Ciência da Informação e Ciência da Computação, ontologias são representações formais de um conjunto de conceitos e relações dentro de um domínio específico (Gruber, 1993; Vickery, 1997). Ontologias são ferramentas de representação do conhecimento, possibilitam a padronização, compartilhamento e reutilização

do conhecimento por humanos e sistemas computacionais (Farinelli; Almeida, 2019).

O Quadro 1 sintetiza as principais interpretações de ontologia em diferentes campos.

Quadro 1 – Visões sobre ontologia em diferentes campos

Distinção	Campo	O que é?	Propósito	Exemplo
Ontologia como uma disciplina	Filosofia	Ontologia como um sistema de categorias	Entender a realidade, as coisas que existem e suas características	Sistemas de Aristóteles, Kant, Husserl
Ontologia como um artefato	Ciência da Computação	Ontologia como uma teoria (baseada em lógica)	Entender um domínio e reduzi-lo à modelos	BFO, DOLCE (genéricas)
		Ontologia como um artefato de software	Criar um vocabulário para representação em sistemas e para gerar inferências	OWL (linguagem de RC)
	Ciência da Informação	Ontologia como uma teoria (informal)	Entender um domínio e classificar termos	Sistema de classificação de Ranganathan
		Ontologia como um sistema conceitual informal	Criar vocabulários controlados para recuperação da informação a partir de documentos	um catálogo, um glossário, um tesauro

Fonte: Adaptado de Farinelli e Almeida (2019).

As ontologias podem ser classificadas com base na abrangência do escopo e no nível de detalhe e dependência do domínio. Guarino (1997) distingue ontologias de referência e compartilháveis pelo grau de detalhamento, e identifica quatro tipos por domínio: ontologias de alto nível, de domínio, de tarefa e de aplicação. Arp, Smith e Spear (2015) complementam essa tipologia, considerando o propósito da ontologia e o nível de abstração, refletindo a diversidade de abordagens para representar formalmente o conhecimento. O

Quadro 2 resume os tipos de ontologias, com suas características, exemplos de entidades e ontologias correspondentes.

Quadro 2 – Quadro sinótico dos principais tipos de ontologia

Tipo de ontologia	Descrição	Exemplos de entidades	Exemplos de ontologias
Ontologia de Alto Nível	Ontologias neutras em relação ao domínio, representando entidades gerais e básicas, que existem em qualquer domínio de conhecimento.	Processo, Objeto, Lugar, Papel, Qualidade, etc.	Basic Formal Ontology (BFO), Descriptive Ontology for Linguistic and Cognitive Engineering (DOLCE), Unified Foundational Ontology (UFO)
Ontologia de Referência	Ontologias que descrevem entidades amplas de um domínio científico geral, servindo como referência conceitual para diferentes especialidades.	No domínio geral da medicina: Doença, Paciente, Vírus, sintomas, Vacina, Tratamento, etc.	Ontologia de Doenças Humanas (DOID), Information Artifact Ontology (IAO), CIDOC-CRM, IFLA LRM
Ontologia de Domínio	Ontologias que representam entidades específicas de um domínio científico, como Doenças cardíacas, Coronavírus, ou cibersegurança.	No domínio específico da Coronavírus: Doença Covid-19, coronavírus, Sintomas da Covid-19, Vacina para a Covid-19, etc.	Ontologia da Doença de Alzheimer (ADO), Ontologia de Doenças Cardiovasculares (CVDO), Ontologia de doenças infecciosas por coronavírus (CIDO)

Fonte: Baseado em (Almeida, 2013; Arp; Smith; Spear, 2015; Guarino, 1997; ISO/IEC, 2021)

Conforme a norma ISO/IEC 21838-1:2021, ontologias de alto nível são formais e descrevem conceitos gerais e neutros, aplicáveis a qualquer domínio independentes de contexto (ISO/IEC, 2021a). Oferecem uma base conceitual para garantir a interoperabilidade semântica, facilitando a integração e reuso do conhecimento, ao definirem categorias amplas como objetos e processos, promovendo comunicação precisa e reduzindo ambiguidades (Farinelli; Souza, 2021).

A *Basic Formal Ontology* (BFO) é uma ontologia de alto nível , fundamentada na filosofia de Aristóteles e Husserl, amplamente adotada em domínios biomédicos. Seu objetivo é fornecer uma base comum para garantir coerência e interoperabilidade entre ontologias (Arp; Smith; Spear, 2015; Otte; Beverley; Ruttenberg, 2022). A BFO organiza entidades em duas categorias: : *continuantes* (que persistem no tempo, como objetos) e *ocorrentes* (processos ou eventos que se desenvolvem no tempo), estrutura que favorece a modelagem de dados em diferentes áreas (Smith; *et. al.*, 2015). Essa estrutura facilita a modelagem de dados e a interoperabilidade entre áreas como biologia e engenharia. Em 2021, a BFO foi reconhecida como norma ISO/IEC 21838-2 em 2021 (ISO/IEC, 2021b).

Ontologias de referência descrevem conceitos gerais de um macrodimônio científico e servem como base para diferentes microdomínios, promovendo interoperabilidade e precisão semântica ao integrar conceitos transversais (Farinelli; Souza, 2021). Já as ontologias de domínio representam o conhecimento específico de um campo delimitado, com termos e relações especializadas que estruturam com maior detalhamento os conceitos do microdomínio (Farinelli, 2017).

A partir dessa tipologia, destaca-se a importância de repositórios especializados que apoiam o reuso e a integração de ontologias, especialmente em projetos complexos da área biomédica. Um dos principais é o OBO Foundry[4], consórcio que coordena o desenvolvimento de ontologias interoperáveis, guiadas por princípios técnicos e pelo uso da BFO como ontologia de alto nível (Jackson *et al.*, 2021; Smith *et al.*, 2007). Com mais de 180 ontologias em áreas como biologia, medicina e genética, o OBO pode ser acessado por meio de

[4] Para mais informações, visite o site oficial: https://obofoundry.org/

plataformas como o Ontobee[5], que facilita sua exploração. Esses recursos sustentam a construção de modelos como a OntONeo, garantindo alinhamento às boas práticas da engenharia ontológica e promovendo ampla interoperabilidade semântica em saúde.

2.2 METODOLOGIA REBORM

A *Realism-Based Ontology engineeRing Methodology* (ReBORM), é uma metodologia estruturada para o desenvolvimento de ontologias fundamentadas no realismo ontológico, proposta por Farinelli (2017) e descrita em detalhes em Farinelli Farinelli e Elkin, 2017 e Farinelli (2020). A ReBORM reúne elementos da metodologia *NeOn*, voltada à engenharia de ontologias com processos bem definidos e diferentes cenários que ser aplicados no desenvolvimento de ontologias. Adota ainda uma abordagem é baseada no realismo ontológico, que propõe que as ontologias devem representar fielmente entidades e processos reais, assegurando que os conceitos correspondam a elementos que realmente existem, ao invés de construções abstratas ou subjetivas (Smith; Ceusters, 2010).

Organizada em cinco fases – conceitual, iniciação, projeto, implementação e disponibilização – a ReBORM adota um ciclo iterativo e incremental.

A fase conceitual ocorre uma única vez e define o escopo, os requisitos da ontologia – geralmente expressos como questões de competência e sus respectiva respostas – e o glossário inicial da ontologia, consolidando-os no Documento de Especificação de Requisitos (ORSD). Nessa fase também se iniciam a aquisição de conhecimento e a identificação de artefatos para reuso, como ontologias existentes e e *Ontology Design Patterns* (ODP).

A fase de iniciação, repetida a cada iteração, detalha os requisitos prioritários e aprofunda a coleta de conhecimento por meio de revisão

[5] Para mais informações, visite a plataforma no site oficial: https://ontobee.org/

documental, bibliográfica e entrevistas com especialistas. Também inclui a seleção final dos artefatos candidatos ao reuso, com base em sua relevância e aderência ao escopo da ontologia.

Na fase de projeto, é estruturado o núcleo conceitual da ontologia. Essa etapa compreende a definição da arquitetura, a conceituação dos termos, suas relações e hierarquias, além da elaboração do glossário, com recomendações do método OntoDef para formulação das definições (Souza; Farinelli; Felipe, 2021). Também são integrados fragmentos ontológicos previamente selecionados para reuso.

A fase de implementação realiza a formalização computacional do modelo, utilizando linguagens como como a *Web Ontology Language* (OWL) e ferramentas como *Protégé*. A validação ocorre por meio de consultas *SPARQL*, formuladas a partir das questões de competência, e por ferramentas de verificação automática, como o *Ontology Pitfall Scanner!* (OOPS!)[6], que verifica a conformidade com boas práticas.

Por fim, a fase de disponibilização trata da publicação da ontologia, controle de versões e documentação, podendo ser realizada em plataformas como o *BioPortal*[7] ou o *OBO Foundry*, ou ainda em repositórios institucionais.

2.3 PRONTUÁRIO DO PACIENTE E PRONTUÁRIO ELETRÔNICO DO PACIENTE

O prontuário do paciente é um instrumento essencial para a continuidade do cuidado, reunindo informações clínicas e apoiando a tomada de decisões, a comunicação entre profissionais e a rastreabilidade das condutas (Cruz *et al.*, 2011; Galvão; Ricarte, 2012; Miranda; Pinto, 2015). Com a digitalização, o Prontuário Eletrônico do Paciente (PEP) passou a cumprir esse papel em

[6] Para mais informações, visite a plataforma no site oficial: https://oops.linkeddata.es/
[7] Para mais informações, visite o repositório em: https://bioportal.bioontology.org/

ambiente informatizado, ampliando as possibilidades de acesso, compartilhamento e integração de dados (Galvão; Ricarte, 2011; Marin; Massad; Azevedo Neto, 2003). No pré-natal, o PEP permite o acompanhamento longitudinal da gestante, contribuindo para o cuidado personalizado e a prevenção de riscos (Farinelli, 2017).

Entretanto, a implementação do PEP no SUS enfrenta desafios de interoperabilidade devido à ausência de padrões comuns entre sistemas federais, estaduais e municipais. Essa fragmentação dificulta a troca de informações, gerando duplicidade de exames, perda de dados e descontinuidade do cuidado (Galvão; Antonio; Ricarte, 2020; Marin; Massad; Azevedo Neto, 2003; Miranda; Pinto, 2015). Nesse contexto, as ontologias biomédicas tornam-se estratégias eficazes para padronizar a representação dos dados clínicos, promovendo interoperabilidade semântica entre sistemas heterogêneos (Bodenreider, 2008). Essa capacidade é especialmente relevante para a atenção obstétrica, que demanda articulação entre diversos serviços e níveis de atenção.

2.4 ONTOLOGIA PROMOVENDO INTEROPERABILIDADE SEMÂNTICA

A interoperabilidade semântica é essencial para a integração de sistemas de informação em saúde, pois assegura que os dados sejam compreendidos de forma consistente, independentemente de sua origem (Chad, 2025; Berges *et al.*, 2012). Ontologias biomédicas têm papel central nesse processo ao oferecerem modelos formais e compartilháveis do conhecimento, permitindo que diferentes sistemas se alinhem conceitualmente (Bittner; Donnelly; Winter, 2005; Obrst, 2003; Schulz; Martínez-Costa, 2013)

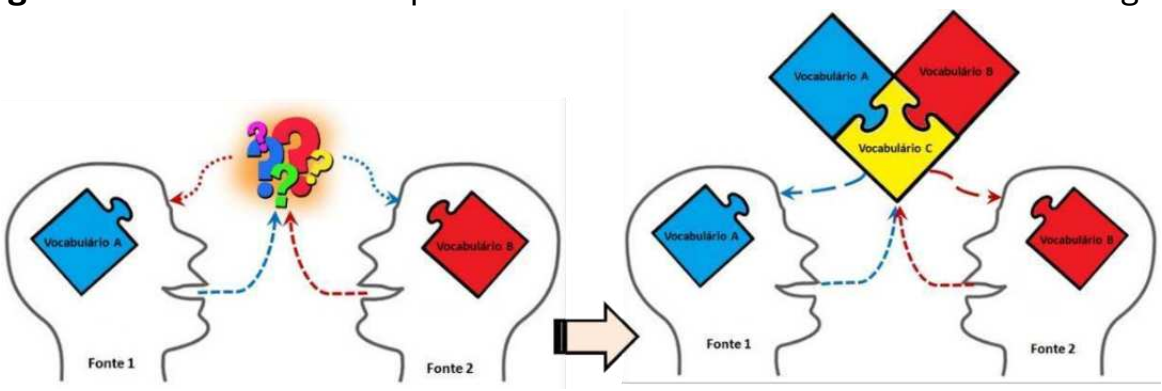
Bodenreider (2008) destaca como ontologias amplamente adotadas, como SNOMED CT, LOINC e *Foundational Model of Anatomy*, favorecem a padronização

terminológica e apoiam a análise clínica. Entretanto, desafios como a qualidade dos modelos e a integração entre diferentes ontologias persistem. Garde et al. (2007) e Liyanage, Krause e Lusignan (2015) reforçam essa perspectiva ao evidenciar que a integração de registros clínicos eletrônicos depende da adoção de estruturas semânticas compartilhadas.

Abordagens recentes, como as propostas por Azarm e Peyton (2018) e Berges et al. (2012), utilizam ontologias e padrões como HL7 FHIR para integrar dados clínicos dispersos e harmonizar registros eletrônicos heterogêneos. De forma complementar, Mello et al. (2022) apontam a persistência de barreiras semânticas e sugerem o uso de ontologias como caminho para superá-las.

No campo obstétrico e neonatal, a fragmentação de dados entre serviços torna a interoperabilidade ainda mais crítica. Farinelli, Melo e Almeida (2013), com base na teoria de Weaver, mostram que as ontologias funcionam como mediadoras conceituais, promovendo o entendimento mútuo entre sistemas e agentes humanos. Farinelli e Almeida (2014) ilustram (Figura 1) esse papel com um modelo em que vocabulários distintos são integrados por uma ontologia comum, eliminando ambiguidades. Os autores defendem que apenas ontologias formais, por sua precisão axiomatizada, são capazes de garantir interoperabilidade confiável em contextos clínicos sensíveis.

Figura 1 - Modelo de Interoperabilidade Semântica Baseado em Ontologias



Fonte: Extraído de Farinelli e Almeida (2014).

Mais recentemente, Malgieri (2023) amplia essa discussão ao demonstrar que ontologias biomédicas, ao estruturar o conhecimento de forma padronizada, potencializam técnicas de inteligência artificial no domínio obstétrico. Sua pesquisa destaca ganhos na previsão de riscos gestacionais e no diagnóstico por imagem, evidenciando que ontologias não apenas organizam o conhecimento, mas também ampliam a precisão clínica e a capacidade preditiva dos sistemas.

Essas evidências reforçam que as ontologias são mais do que ferramentas de representação: constituem elementos-chave para garantir a interpretação semântica consistente, possibilitar a integração automatizada e promover o reuso seguro e eficiente de dados clínicos entre diferentes sistemas.

3 METODOLOGIA

Este estudo é uma pesquisa aplicada, de natureza interdisciplinar, com abordagem qualitativa e caráter descritivo-exploratório (Lakatos; Marconi, 2003). A abordagem qualitativa justifica-se pela complexidade do fenômeno estudado e pela necessidade de compreender os aspectos conceituais e estruturais da integração semântica de dados clínicos. Conforme Gil (2008), pesquisas descritivas e exploratórias permitem aprofundar temas pouco explorados e construir modelos conceituais alinhados a contextos específicos.

O objetivo da investigação é analisar o uso de ontologias de domínio como estratégia para superar barreiras de interoperabilidade semântica em sistemas de saúde, especialmente no cuidado obstétrico e neonatal. Para tanto, foram adotados procedimentos metodológicos de revisão bibliográfica e análise documental (Lakatos; Marconi, 2003), visando identificar os conceitos, terminologias e estruturas necessárias à modelagem ontológica do domínio.

A construção da ontologia de domínio baseou-se na metodologia ReBORM, descrita na seção 2.2, que orienta o desenvolvimento de ontologias alinhadas ao

realismo ontológico. Essa abordagem assegura fidelidade ao domínio, consistência semântica, clareza conceitual e potencial de reuso e interoperabilidade.

A aquisição de conhecimento e o refinamento dos requisitos ontológicos, foram realizados a partir de fontes diversas, como protocolos clínicos do Ministério da Saúde, literatura especializada, livros-texto da área médica, entrevistas com especialistas e técnicas de sombreamento junto a profissionais de saúde. Também foram analisados modelos reais de prontuários e registros clínicos, visando representar com precisão os dados relevantes ao cuidado materno e neonatal.

Este artigo apresenta parte dos resultados de uma pesquisa mais ampla, documentada por Farinelli (2017), que descreve o desenvolvimento da OntONeo e a aplicação da ReBORM. O foco aqui recai sobre os ganhos em interoperabilidade semântica viabilizados por essa ontologia, especialmente na integração de dados na atenção obstétrica e neonatal.

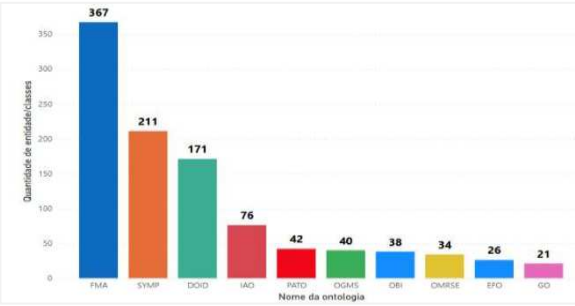
4 A ONTOLOGIA DO DOMÍNIO OBSTÉTRICO EM NEONATAL

A Ontologia do Domínio Obstétrico e Neonatal (OntONeo) foi desenvolvida para representar informações clínicas e institucionais relacionadas ao cuidado da mulher e da criança, desde o período pré-gestacional até o neonatal. Seu objetivo é promover a interoperabilidade semântica entre registros eletrônicos e sistemas de informação em saúde, apoiando a integração de dados e a continuidade do cuidado. Criada com apoio de especialistas do Hospital das Clínicas da UFMG, a ontologia abrange tópicos da saúde reprodutiva — como pré-natal, parto e puerpério —, cuidados neonatais e aspectos não reprodutivos, como doenças ginecológicas, imunizações e histórico clínico.

A OntONeo foi construída segundo os princípios do realismo ontológico e na metodologia ReBORM. Utilizou a BFO 2.0 como ontologia de alto nível, com tradução para o português realizada no próprio projeto. O modelo foi formalizado em OWL, publicado em RDF/XML e editado com a ferramenta Protégé. O versionamento é gerenciado via GitHub[8], permitindo controle de alterações e colaboração. A ontologia é bilíngue, com rótulos e definições em português e inglês, o que favorece sua aplicação local e interoperabilidade internacional.

Na versão atual (v.2.0), publicada em 14 de março de 2025, a ontologia possui um total de 1.419 classes, das quais 286 são definidas localmente e 1.133 são reutilizadas de outras ontologias, o que representa aproximadamente 20% de autoria própria e 80% de reuso. O projeto busca evitar a criação de termos já existentes no ecossistema da OBO Foundry, promovendo a reutilização eficiente de ontologias consolidadas. Ao todo, foram reutilizadas 36 ontologias. O Gráfico 1 apresenta as dez ontologias mais reutilizadas na construção da OntONeo, destacando o número total de classes e entidades incorporadas a partir de cada uma. Não foram consideradas nesta contagem a BFO e a e a *Relation Ontology (RO)*, por se tratar de ontologias fundacionais incorporadas como decisão arquitetural do projeto.

Gráfico **1 - Top 10 ontologias em número de classes reusadas na OntONeo.**



Fonte: Elaborado pelas autoras (2025).

[8] O repositório está disponível em https://github.com/ontoneo-project/Ontoneo

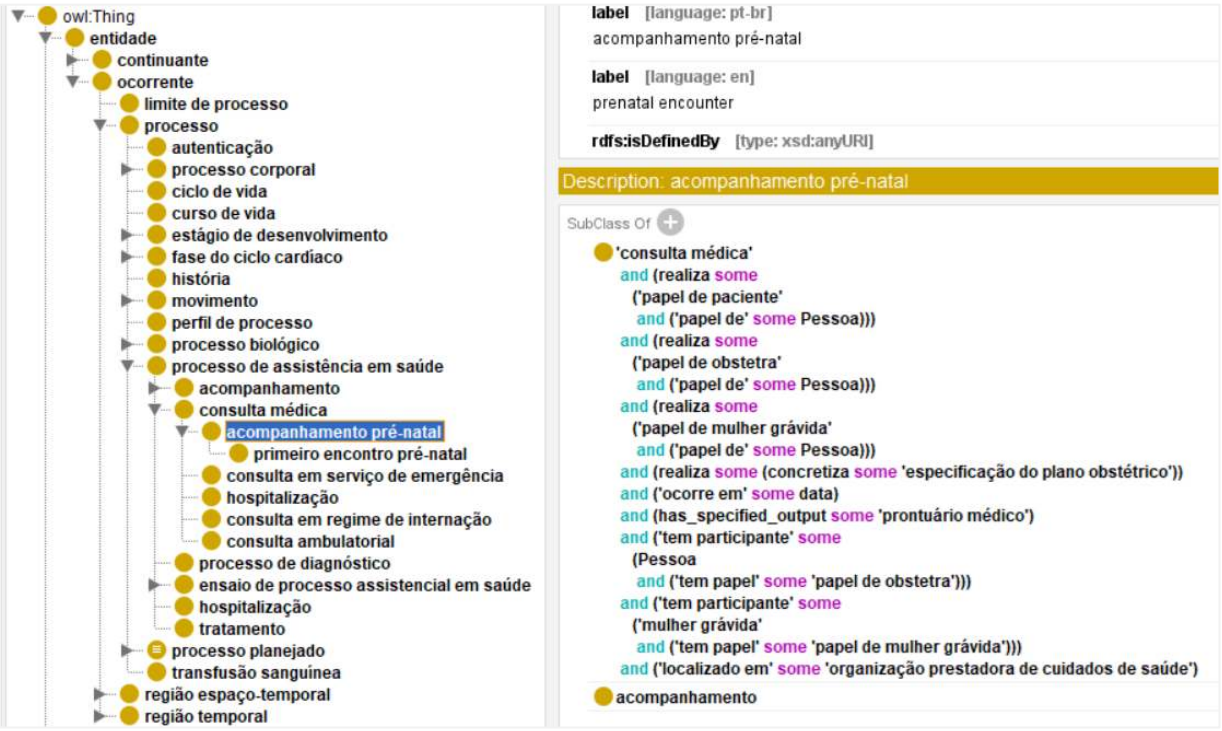
Entre as ontologias mais reutilizadas destacam-se a FMA (367 entidades), a *Symptom Ontology* – SYMP (211), a *Human Disease Ontology* – DOID (171) e a *Information Artifact Ontology* – IAO (76). A diversidade e o volume de reuso reforçam o compromisso da OntONeo com a integração semântica em saúde, especialmente no que diz respeito à anatomia, condições clínicas, sintomas, processos médicos e artefatos informacionais.

O reuso foi orientado pela modelagem centrada na saúde da mulher, com foco no pré-natal, parto e cuidado neonatal. As ontologias foram traduzidas para o português durante a localização, visando sua adequação ao contexto terminológico e assistencial brasileiro. Os critérios de seleção de ontologias para reuso na OntONeo, conforme Farinelli (2017), consideraram: (i) escopo de cobertura, priorizando ontologias com conceitos transversais ao domínio obstétrico e neonatal; (ii) coerência das definições, com criação de novas classes quando necessário; e (iii) preferência por ontologias mais antigas ou amplamente referenciadas, assegurando consistência e interoperabilidade.

A Figura 2 apresenta um recorte da OntONeo visualizado na ferramenta *Protégé*, ilustrando a definição formal da classe *acompanhamento pré-natal*.

Essa classe representa um *processo de assistência em saúde*, definido como uma especialização da classe *consulta médica*, e é caracterizada por um conjunto de restrições ontológicas que descrevem sua composição e contexto de realização. A entidade *acompanhamento pré-natal* está posicionada na hierarquia da ontologia como subclassificação de *processo*, que é subclasse de *ocorrente*, conforme a estrutura conceitual da BFO.

Figura 2 – Representação do acompanhamento pré-natal na OntONeo.



Fonte: Elaborado pelas autoras (2025).

Trata-se, portanto, de uma entidade que se desenvolve ao longo do tempo, representando um processo clínico, que visa capturar com precisão as condições clínicas e organizacionais envolvidas no atendimento pré-natal.

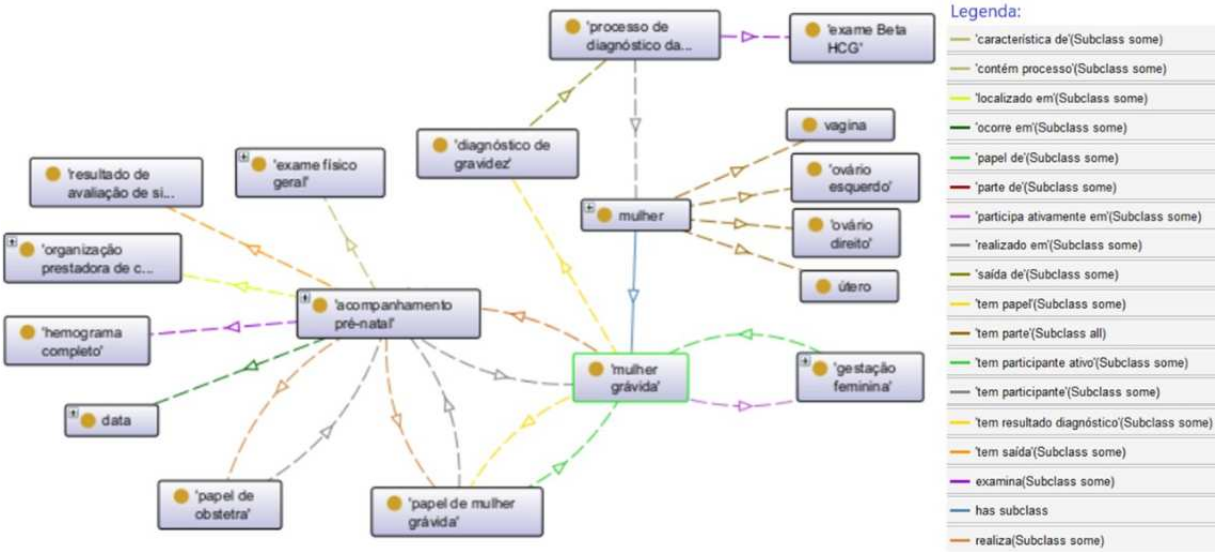
Na estrutura de relacionamentos (Figura 2), o *acompanhamento pré-natal* é realizado por diferentes agentes: a *mulher grávida* (que desempenha o *papel de paciente*) e o *obstetra* (que desempenha o *papel de profissional de saúde*). Esse processo *ocorre em* uma *data*, está *localizado em* uma *organização prestadora de cuidados de saúde* e tem como resultado específico o *prontuário médico*. Adicionalmente, ele *realiza* uma *especificação do plano obstétrico*, elemento essencial para o planejamento do cuidado. A formalização destas relações permite representar com precisão as condições clínicas, sociais e organizacionais envolvidas no atendimento pré-natal.

A figura 3 apresenta uma visualização gerada com o *plugin OntoGraf* da ferramenta *Protégé*, destacando a rede de relacionamentos centrada na classe

mulher grávida. O grafo ilustra o vínculo da entidade a processos, papéis e componentes clínicos essenciais ao domínio obstétrico, como *acompanhamento pré-natal*, *gestação feminina*, *papel de mulher grávida*, *papel de obstetra*, *organização prestadora de cuidados de saúde* e exames como *hemograma completo* e *exame físico geral*.

As conexões são definidas por propriedades formais como *tem papel*, *realiza*, *participa ativamente em*, *ocorre em*, entre outras, conforme indicado na legenda. Essa representação evidencia o potencial da OntONeo para integrar informações clínicas com consistência semântica, favorecendo a interoperabilidade entre sistemas de informação em saúde.

Figura 3 – Grafo de relações ontológicas da classe *mulher grávida* na OntONeo.



Fonte: Elaborado pelas autoras (2025).

A ontologia foi validada por meio de consultas em SPARQL com base nas questões de competência levantadas, garantindo sua capacidade de representar o domínio de forma precisa. Além disso, especialistas avaliaram a coerência semântica, a adequação das definições e das relações entre conceitos, assegurando a eficácia da ontologia na promoção da interoperabilidade. A prova de conceito (PoC) descrita por Almeida e Farinelli

(2017), Farinelli (2017), e Farinelli, Emygdio e Almeida (2018) avaliou a viabilidade do uso de ontologias formais para promover a interoperabilidade semântica entre diferentes bases de dados. O design experimental envolveu a integração de dados de diferentes bancos de dados usados em um hospital a responsável pelo Projeto OntONeo coletou os requisitos. O ambiente de testes foi estruturado utilizando bancos de dados relacionais que continham registros eletrônicos de saúde, os quais foram mapeados para a ontologia OntONeo. O primeiro mapeamento relaciona os metadados dos bancos de dados com os elementos da ontologia, de acordo com as recomendações do *World Wide Web Consortium* (W3C) para mapeamentos diretos de bancos de dados para RDF. Esse processo não cria ontologias diretamente a partir dos bancos de dados, mas identifica as correspondências entre metadados e ontologias para facilitar a interoperabilidade. O segundo mapeamento visa mapear os dados das tabelas, criando instâncias da ontologia a partir dos valores presentes nas colunas de cada linha de tabela. Esses mapeamentos foram aplicados a múltiplos bancos de dados, garantindo que, mesmo com esquemas de modelagem diferentes, os dados pudessem ser consultados de forma uniforme e precisa usando a mesma consulta SPARQL, demonstrando a capacidade da ontologia de integrar dados de múltiplas fontes e promover a interoperabilidade semântica entre sistemas de informação distintos.

As ontologias de domínio são projetadas para fornecer uma representação formal e consensual do conhecimento em áreas específicas, como a obstetrícia e a neonatologia. Essas ontologias servem como um "vocabulário comum" que padroniza a terminologia e define relações claras entre os conceitos, facilitando a troca de informações entre diferentes sistemas de saúde. Elas garantem a padronização e consistência dos dados, eliminando ambiguidades e permitindo que registros de saúde, resultados de exames e planos de tratamento sejam

compreendidos de forma uniforme. Além disso, ao promover um mapeamento dos dados das múltiplas fontes, como hospitais, clínicas e laboratórios, para o modelo da ontologia de domínio, as ontologias promovem a integração de dados assegurando que todas as informações relevantes estejam disponíveis de maneira consolidada.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo analisou o papel das ontologias de domínio na promoção da interoperabilidade semântica entre sistemas de informação em saúde, com ênfase na representação do conhecimento obstétrico e neonatal. Ao assegurar que os significados dos dados clínicos sejam preservados e compreendidos de maneira consistente por diferentes sistemas, as ontologias demonstram ser ferramentas eficazes para apoiar a integração, o reuso e a padronização das informações em contextos assistenciais complexos. A OntONeo, desenvolvida com base nos princípios do realismo ontológico e estruturada por meio da metodologia ReBORM, exemplifica uma iniciativa sólida para a organização conceitual do domínio obstétrico e neonatal, contribuindo para a personalização e humanização do cuidado à saúde da mulher e da criança.

Durante a prova de conceito descrita por Farinelli (2017) e Almeida e Farinelli (2017), a OntONeo foi utilizada para integrar dados clínicos armazenados em dois bancos relacionais com esquemas distintos, simulando registros eletrônicos de saúde. A vinculação foi realizada por meio de mapeamentos entre metadados e classes ontológicas, e entre dados clínicos e instâncias da ontologia. Essa estratégia viabilizou consultas unificadas via SPARQL, demonstrando a capacidade da OntONeo em promover interoperabilidade semântica mesmo em contextos marcados por heterogeneidade terminológica e ausência de padronização.

Os resultados apontaram benefícios significativos relatados por profissionais, como maior clareza na interpretação das informações, redução de redundâncias, economia de tempo e melhor apoio à decisão clínica. A OntONeo mostrou-se especialmente eficaz no pré-natal, ao qualificar o atendimento por meio da integração e reutilização de dados, reforçando o potencial das ontologias de domínio na melhoria da atenção à saúde da mulher.

A adoção de ontologias de domínio, como a OntONeo, no contexto do Sistema Único de Saúde pode representar um avanço relevante na informatização e na gestão de dados em saúde pública. Ao ampliar a interoperabilidade entre sistemas e articular diferentes níveis de atenção, a ontologia contribui para práticas assistenciais mais integradas, humanizadas e baseadas em evidências.

No entanto, o projeto também enfrentou limitações, como a necessidade de criação de novas classes para representar adequadamente a complexidade do domínio obstétrico e neonatal, além da compatibilização com sistemas legados. Questões éticas e de segurança no uso de dados sensíveis foram cuidadosamente observadas, especialmente durante a prova de conceito conduzida em ambiente internacional, em conformidade com normas como a HIPAA (*Health Insurance Portability and Accountability Act*).

Para trabalhos futuros, recomenda-se ampliar os testes da OntONeo em instituições de saúde com diferentes perfis organizacionais e níveis de maturidade tecnológica, a fim de validar sua aplicabilidade em larga escala. Sugere-se, ainda, a adoção de técnicas de mapeamento automático e middleware semântico, visando facilitar a integração em tempo real com sistemas de informação. Por fim, destaca-se a importância da atualização contínua da ontologia, com a incorporação de novos conceitos, relações e diretrizes clínicas, de modo a manter sua aderência aos avanços da medicina e sua utilidade na prática assistencial.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Mauricio Barcellos. Revisiting ontologies: A necessary clarification. **Journal of the American Society for Information Science and Technology**, [*s. l.*], v. 64, n. 8, p. 1682–1693, 2013.

ALMEIDA, Mauricio Barcellos; FARINELLI, Fernanda. Ontologies for the representation of electronic medical records: The obstetric and neonatal ontology. **Journal of the Association for Information Science and Technology**, [*s. l.*], v. 68, n. 11, p. 2529–2542, 2017.

ARMS, William. Y. *et al.* A Spectrum of Interoperability: The Site for Science Prototype for the NSDL. **D-Lib Magazine**, [*s. l.*], v. 8, n. 1, 2002. Disponível em: http://www.dlib.org/dlib/january02/arms/01arms.html. Acesso: 10 abr. 2025.

ARP, Robert; SMITH, Barry; SPEAR, Andrew. D. **Building Ontologies with Basic Formal Ontology**. Massachusetts: The MIT Press, 2015.

AZARM, Mana; PEYTON, Liam **An ontology for a patient-centric healthcare interoperability framework**. Proceedings of the International Workshop on Software Engineering in Healthcare Systems. **Anais**... Em: ICSE '18: 40TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOFTWARE ENGINEERING. Gothenburg Sweden: ACM, 28 maio 2018.

BERGES, Idois; BERMÚDEZ, Jesús; ILLARRAMENDI, Arantza. Toward semantic interoperability of electronic health records. **IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine**, [*s. l.*], v. 16, n. 3, p. 424–431, 2011.

BISHR, Yaser. **Semantic aspects of interoperable GIS**. 1997. 154 f. Doutorado - ITC, Wageningen Agricultural University, Enschede, 1997. Disponível em: https://core.ac.uk/download/pdf/29326817.pdf. Acesso: 10 jul. 2024.

BITTNER, Thomas; DONNELLY, Maureen; WINTER, Stephan. Ontology and Semantic Interoperability. *In*: **LARGE-SCALE 3D DATA INTEGRATION**. 1ªed. Boca Raton: CRC Press, 2006. p. 139–161. DOI: 10.1201/9781420036282-7. Acesso em: 15 set. 2024.

BODENREIDER, Olivier. Biomedical Ontologies in Action: Role in Knowledge Management, Data Integration and Decision Support. **Yearbook of Medical Informatics**, [*s. l.*], v. 17, n. 01, p. 67–79, ago. 2008.

CHAD, F. **Semantic Interoperability in Heterogeneous Data Integration**. [*S. l.*], 2025.

CRUZ, Jorge Alberto Soares; FLORES, Daniel; GARCIA, Olga Maria Correa. O Prontuário Eletrônico de Paciente (PEP) como memória, patrimônio documental e cultural. **Em Questão**, Porto Alegre, v. 17, n. 2, p. 91–99, 2011.

FARINELLI, Fernanda. **Realismo ontológico aplicado a interoperabilidade semântica entre sistemas de informação**: um estudo de caso do domínio obstétrico e neonatal. 2017. 256 f. Tese (Doutorado) - Pós-Graduação em Gestão & Organização do Conhecimento da Escola de Ciência da Informação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUBD-AX2J5B. Acesso em: 23 abr. 2024.

FARINELLI, Fernanda. Um diálogo entre o realismo ontológico e a engenharia de ontologias na construção de artefatos de representação. *In*: **Representação do conhecimento, ontologias e linguagem**: pesquisa aplicada em ciência da informação. 1ª ed. Curitiba, PR: Editora CRV, 2020. p. 277–294.

FARINELLI, Fernanda; ELKIN, Peter L. Construção de ontologia na prática: um estudo de caso aplicado ao domínio obstétrico. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 46, n. 1, 2017. Disponível em: http://revista.ibict.br/ciinf/article/view/4018. Acesso em: 16 jun. 2024.

FARINELLI, Fernanda; ALMEIDA, Maurício Barcellos. **Interoperabilidade semântica em sistemas de informação de saúde por meio de ontologias formais e informais: um estudo da norma OPENEHR**. Porto Alegre, RS, Brasil, 15 out. 2014. Disponível em: https://mba.eci.ufmg.br/downloads/Biredial2014_144_web.pdf. Acesso em: 14 jul. 2024.

FARINELLI, Fernanda; EMYGDIO, Jeanne; ALMEIDA, Mauricio. Arquitetura de dados orientada por ontologias: interoperando sistemas de saúde. *In*: **Anais do XVI Congresso Brasileiro de Informática em Saúde**. Fortaleza, CE, Brasil: Sociedade Brasileira de Informática em Saúde (SBIS), 2018. p. 67–81.

FARINELLI, Fernanda; ALMEIDA, Mauricio B. Ontologias biomédicas: teoria e prática. *In*: ZIVIANI, Artur; FERNANDES, Natalia Castro; SAADE, Débora Christina Muchaluat (org.). **Minicursos do XIX Simpósio Brasileiro de Computação Aplicada à Saúde**. Niterói, RJ: Sociedade Brasileira de Computação, 2019. p. 93–140.

FARINELLI, Fernanda; EMYGDIO, Jeanne; ALMEIDA, Mauricio. Arquitetura de dados orientada por ontologias: interoperando sistemas de saúde. *In*: XVI CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA EM SAÚDE (CBIS 2018), 2018, Fortaleza, CE, Brasil. **Anais do XVI Congresso Brasileiro de Informática em Saúde**. Fortaleza, CE, Brasil: Sociedade Brasileira de Informática em Saúde (SBIS), 2018. p. 67–81.

FARINELLI, Fernanda; MELO, Stefane; ALMEIDA, Maurício B. O papel das ontologias na interoperabilidade de sistemas de informação: reflexões na esfera governamental.

In: **Anais do XIV Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação**. Florianópolis, SC: ANCIB, 2013. p. 1–21.

FARINELLI, Fernanda; SOUZA, Amanda D. Ontologias de alto nível: porque precisamos e como usar. **Fronteira da Representação do Conhecimento**, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, p. 174–202, 2021.

GALVÃO, Maria Cristiane Barbosa; ANTONIO, Maira Carla de Jesus; RICARTE, Ivan Luiz Marques. Barreiras para a implementação do prontuário eletrônico do paciente. **XIV Jornadas APDIS**, [*s. l.*], 2020. Disponível em: https://publicacoes.apdis.pt/index.php/jornadas/article/view/299. Acesso: 13 jul. 2024.

GALVÃO, Maria Cristiane Barbosa; RICARTE, Ivan Luiz Marques. O prontuário eletrônico do paciente no século XXI: contribuições necessárias da ciência da informação. **InCID**: Revista de Ciência da Informação e Documentação, [*s. l.*], v. 2, n. 2, p. 77–100, 2011.

GALVÃO, Maria Cristiane Barbosa; RICARTE, Ivan Luiz Marques. **Prontuário do Paciente**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012.

GARDE, Sebastian. KNAUP, Petra; HOVENGA, Evelyn; HEARD, Sam. Towards Semantic Interoperability for Electronic Health Records: Domain Knowledge Governance for openEHR Archetypes. **Methods of Information in Medicine**, [*s. l.*], v. 46, n. 03, p. 332–343, 2007.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6. ed. São Paulo: Editora Atlas SA, 2008.

GRUBER, Thomas. R. A translation approach to portable ontology specifications. **Knowledge Acquisition**, [*s. l.*], v. 5, n. 2, p. 199–220, 1993.

GUARINO, Nicola. Semantic matching: Formal ontological distinctions for information organization, extraction, and integration. *In*: **Pazienza, M.T. (eds) Information Extraction a Multidisciplinary Approach to an Emerging Information Technology. SCIE 1997**. Lecture Notes in Computer Science, vol 1299. Berlin, Heidelberg: Springer, 1997. p. 139–170.

HEFLIN, Jeff; HENDLER, James. Semantic interoperability on the web. *In*: **Proceedings of extreme markup languages 2000**, Montreal, Canada, 2000. p. 111–120.

HEILER, Sandra. Semantic interoperability. **ACM Computing Surveys**, [*s. l.*], v. 27, n. 2, p. 271–273, 1995.

ISO/IEC, International Organization for Standardization; International Electrotechnical Commission. **ISO/IEC 21838-1:2021 Information technology — Top-level**

ontologies (TLO) - Part 1: Requirements. Geneva: International Organization for Standardization, 2021a.

ISO/IEC, International Organization for Standardization; International Electrotechnical Commission. **ISO/IEC 21838-2:2021 Information technology — Top-level ontologies (TLO) - Part 2**: Basic Formal Ontology (BFO). Geneva: International Organization for Standardization, 2021b.

JACKSON, Rebecca *et al.* OBO Foundry in 2021: operationalizing open data principles to evaluate ontologies. **Database**, [*s. l.*], v. 2021, p. baab069, 2021.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Editora Atlas SA, 2003.

LIYANAGE, Harshana; KRAUSE, Paul; LUSIGNAN, Simon de. Using ontologies to improve semantic interoperability in health data. **BMJ Health & Care Informatics**, [*s. l.*], v. 22, n. 2, 2015. Disponível em: https://informatics.bmj.com/content/22/2/309. Acesso: 10 jul. 2024.

MALGIERI, Lorenzo E. Ontologies, Machine Learning and Deep Learning in Obstetrics. *In*: CINNELLA, G.; BECK, R.; MALVASI, A. (Eds.). **Practical Guide to Simulation in Delivery Room Emergencies**. Cham: Springer International Publishing, 2023. p. 29–64.

MARIN, Heimar de Fátima; MASSAD, Eduardo; AZEVEDO NETO, Raymundo Soares de. **Prontuário eletrônico do paciente**: definições e conceitos. São Paulo: H. de F. Marin, 2003.

MIRANDA, Nelson Júlio de Oliveira; PINTO, Virgínia Bentes. **Prontuário eletrônico do paciente**: padronização e interoperabilidade. [*s. l.*], 2015. Disponível em: http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/19187. Acesso: 13 jul. 2024.

OBRST, Leo. Ontologies for semantically interoperable systems. *In*: **Proceedings of the twelfth international conference on Information and knowledge management**. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2003. p. 366–369.

OTTE, J. Neil.; BEVERLEY, John.; RUTTENBERG, Alan. BFO: Basic formal ontology. **Applied ontology**, [*s. l.*], v. 17, n. 1, p. 17–43, 2022.

SCHULZ, Stefan.; MARTÍNEZ-COSTA, Catalina. How Ontologies Can Improve Semantic Interoperability in Health Care. *In*: RIAÑO, D. *et al.* (org.). **Process Support and Knowledge Representation in Health Care**. Cham: Springer International Publishing, 2013. v. 8268, p. 1–10.

SMITH, Barry; CEUSTERS, Werner. Ontological realism: A methodology for coordinated evolution of scientific ontologies. **Applied ontology**, [*s. l.*], v. 5, n. 3–4, p. 139–188, 2010.

SMITH, Barry. Ontology. *In*: LUCIANO Floridi (Ed.). **Blackwell guide to the philosophy of computing and information**. Oxford: Blackwell, 2003. p. 155–166.

SMITH, Barry. *et al*. **Basic Formal Ontology 2.0**: Specification and user's guide. 2015. Disponível em: http://purl.obolibrary.org/obo/bfo/Reference. Acesso em: 8 set. 2024.

SMITH, Barry *et al*. The OBO Foundry: coordinated evolution of ontologies to support biomedical data integration. **Nature Biotechnology**, [*s. l.*], v. 25, n. 11, p. 1251–1255, 2007.

SOUZA, Amanda Damasceno de; ALMEIDA, Maurício Barcellos; FARINELLI, Fernanda. Interoperabilidade entre terminologias clínicas para sistemas de informação médicos: uma revisão de literatura. **Pesquisa Brasileira em Ciência da Informação e Biblioteconomia**, [*s.l.*], v. 16, n. 4, 2021.

Copyright: Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

tpbci@ancib.org

@anciboficial