

Proposta de um modelo de Ontologia para a Biblioteca Virtual em Saúde em Doenças Infecciosas e Parasitárias: OntoDIP

A proposal for an ontology model for the Virtual Health Library in Infectious and Parasitic Diseases: OntoDIP

Diones Ramos da Silva (1), Cláudio José Silva Ribeiro (2)

(1) ICICT - Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde, Fundação Oswaldo Cruz, Ministério da Saúde, Av. Brasil, 4365, Pavilhão Haity Moussatché, Manguinhos, Rio de Janeiro, diones.ramos@icict.fiocruz.br, (2) Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro – UNIRIO, Av. Pasteur, 458 – DPTD/CCH/sala 413, Urca, Rio de Janeiro, claudio.ribeiro@unirio.br

Resumo

Apresenta o projeto para o desenvolvimento de uma ontologia para a área da Saúde, especialmente no âmbito da organização e recuperação da informação para doenças infecciosas e parasitárias no domínio das temáticas dengue e febre amarela. A Biblioteca Virtual de Saúde em Doenças Infecciosas e Parasitárias – BVS-DIP, em face da demanda expressiva de solicitações recebidas junto à ferramenta "Fale Conosco" – um canal de comunicação entre a BVS e o usuário –, observou a necessidade de criar instrumentos capazes de melhorar a eficiência do processo de recuperação de informação evitando a ambiguidade e contornando as dificuldades em encontrar descritores que traduzem satisfatoriamente as buscas dos pesquisadores. Fazendo o uso de uma análise documental, discute o uso de sistemas de organização do conhecimento, ontologias e metodologias, pois o uso destas abordagens pode viabilizar a criação de modelos e metamodelos. Por fim, propõe uma representação que, ao ser implementada em ambiente computacional, possibilitará a melhoria nos processos de pesquisa e recuperação de informação no âmbito das Bibliotecas Virtuais em Saúde.

Palavras-chave: Biblioteca Virtual em Saúde; Ontologias Leves; Organização do Conhecimento; Recuperação da Informação.

Abstract

Presents the project for the development of an ontology for the Health area, especially in the scope of information organization and retrieval for Infectious and Parasitic Diseases in the thematic field of dengue and yellow fever. The Virtual Health Library in Infectious and Parasitic Diseases - BVS-DIP, in view of the expressive requests demand received from the "Contact Us" tool – a communication channel between the BVS and the user –, observed the need to create instruments capable of improving the efficiency of the information retrieval process avoiding ambiguity and bypassing the difficulties in finding descriptors that satisfactorily translate the researchers' searches. Using a documentary analysis, it discusses the use of knowledge organization systems, ontologies and methodologies, because the use of these approaches can support the creation of semantic metamodels. Finally, it proposes a representation that, when implemented in a computational environment, will enable the improvement of information retrieval processes in Virtual Health Library

Keywords: Virtual Health Library; Lightweight Ontologies; Knowledge Organization; Information Retrieval.

1 Introdução

As Bibliotecas Virtuais (BV) são identificadas como instrumentos facilitadores para a recuperação rápida e eficiente da informação. A necessidade do acesso às *informações no ambiente virtual* levou essa dinâmica a diversas áreas, como das Ciências da Saúde. A Biblioteca Virtual em Saúde (BVS) é um espaço virtual formado por uma rede de fontes de informação em saúde na América Latina e Caribe.

Assim, destaca-se com êxito o portal do Centro Latino-Americano e do Caribe de Informação em Ciências da Saúde, conhecido como Bireme (de sua denominação original Biblioteca Regional de Medicina). Esse portal contempla diferentes temáticas e é apoiado por várias instituições: Organização Mundial da Saúde (OMS); Organização Pan-americana da Saúde (Opas); Ministério da Saúde (MS); Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo (SES-SP) e Universidade Federal de São Paulo (Unifesp). O objetivo do portal é criar e operar sistemas nacionais de informação técnico-científica em sintonia com as novas Tecnologias da

Informação e Comunicação (TIC), os paradigmas organizacionais e tratamento da informação.

A Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), como órgão de Ciência e Tecnologia (C&T) do Ministério da Saúde, integra em sua missão a articulação entre a geração de conhecimento e desenvolvimento de tecnologias, a produção de insumos em saúde, a oferta de serviços de diagnóstico e atenção especializada, o ensino e a informação e comunicação em saúde, além da produção de insumos estratégicos para o Sistema Único de Saúde (SUS). Essas atividades são produzidas e disseminadas por pesquisadores e técnicos especialistas no campo da saúde e/ou áreas afins. Esse corpo de profissionais gera grande volume de conhecimento por meio da produção científica, que é divulgada através de suportes de informação (revistas científicas, capítulos de livros, livros etc.).

A Biblioteca Virtual em Saúde (BVS) é produto da evolução de três décadas do programa de cooperação técnica em informação científica na América Latina e Caribe. Na sua evolução, o programa adotou sucessivos

paradigmas de gestão e operação de produtos e serviços na estrutura da comunicação científica, sempre funcionando em rede e buscando atender às necessidades de informação dos sistemas nacionais de pesquisa, ensino e atenção à saúde (PACKER, 2005, p. 250).

Destaca-se a Biblioteca Virtual em Saúde em Doenças Infecciosas e Parasitárias (BVS-DIP) com sua evolução e legado do trabalho cooperativo. Esse esforço visa fortalecer o fluxo de informação técnico-científica em doenças infecciosas e parasitárias em um espaço virtual na Internet, operando como rede, obedecendo a critérios de seleção e controle de qualidade.

Observou-se que, nas buscas desenvolvidas pelos pesquisadores da Fiocruz, os termos utilizados possuem conceitos mais abrangentes. Já os conceitos que compõem o DeCS – Descritores em Ciências da Saúde, vocabulário controlado necessário para indexação e recuperação de informações na área da saúde – são organizados em uma estrutura hierárquica, partindo do geral para o específico, para facilitar a busca de termos dentro de uma mesma estrutura hierárquica. Contudo, o DeCS não abrange os termos sobre organismos de acordo com taxonomias adotadas pelas obras clássicas da área e das doenças segundo os critérios da OMS e pelos grupos de pesquisa da Fiocruz. Também foi percebido que quando o termo é usado para rotular categorias, corre o risco de o usuário ficar confuso, pois pode ser atribuído e organizado de várias formas. Do ponto de vista do usuário, seria interessante e confortável poder submeter sua pesquisa e interagir com uma única interface e ter retornadas informações de diferentes fontes de informação (MARCONDES; SAYÃO, 2001, p. 26).

O acesso à informação científica na *Web* é um desafio que os profissionais da saúde têm de enfrentar, devido à dificuldade de compreensão do sistema de organização de bases de dados. Nesse sentido, para que seja possível uma perfeita recuperação da informação, os termos utilizados precisam ser entendidos pelo sistema para facilitar na hora da recuperação.

Assim, o interesse deste estudo pela ontologia como instrumento de representação do conhecimento contempla as necessidades dessas comunidades de usuários que exigem informações precisas, além de favorecer o entendimento comum que tem seu ponto de partida na percepção e na elaboração dos conceitos. A ontologia representa esse entendimento (BUENO, 2005, p. 89).

Ademais, a adoção de ontologias permite a interoperabilidade entre os diversos sistemas de informação, aplicadas com conceitos amplos e com a possibilidade de fazer relações com as informações disponíveis na *Web* (FACHIN; SANTOS; RODRIGUES, 2010, p. 84).

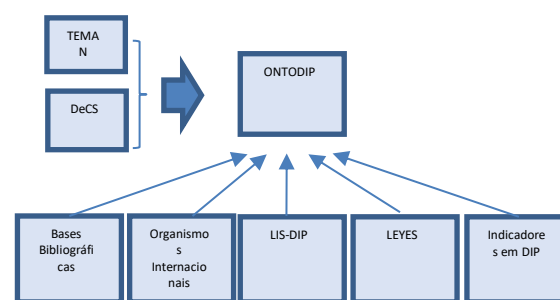
Portanto, o desenvolvimento de ontologia para BVS-DIP, com o aperfeiçoamento e adequação dos descritores, visa contribuir para uma recuperação eficaz da informação científica, além de melhorar o conteúdo e fontes de dados em um determinado domínio. Com isso, esta investigação também remete para o uso de vocabulário de conceitos e de relações claras e não ambíguas.

2 Estratégias Metodológicas

Foi utilizada a abordagem qualitativa para pesquisa bibliográfica e para a fundamentação teórica, além da análise documental para a coleta e tratamento dos dados obtidos por meio de estudo de campo (GIL, 2008, p. 50; MARCONI; LAKATOS, 2003, p. 158). A investigação foi caracterizada como pesquisa descritiva, pois se propôs identificar os requisitos necessários para construção de uma ontologia leve (*lightweight ontology*) para ser aplicada na BVS-DIP, dentro do domínio da dengue e febre amarela. Para esse modelo, cunhou-se o nome de OntoDIP (Ontologia em Doenças Infecciosas e Parasitárias).

A partir dessas premissas foram estruturadas as seguintes etapas: levantamento bibliográfico em bases de dados; especificação e conceitualização dos componentes (conforme fontes analisadas – Figura 1); e formalização da ontologia. Para esta última etapa foram reunidos os conceitos e respectivas descrições para análise comparativa dos termos dengue e febre amarela do DeCS e Teman, com as seguintes informações: nome dos termos, as categorias, definições, termos relacionados, termos específicos, termos genéricos e sinônimos.

Figura 1. Fontes de informação da BVS-DIP



Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

4 Arcabouço conceitual da pesquisa

Nesta seção estão os fundamentos teóricos necessários para atingir os objetivos propostos. A partir da organização e representação do conhecimento e uso de ontologias, foi proposto o desenvolvimento de uma ontologia como instrumento no processo de recuperação da informação da BVS-DIP.

3.1 Organização e representação do conhecimento

O advento das novas Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) e as constantes mudanças nos processos e inovações tecnológicas fizeram com que as bibliotecas buscassem novas perspectivas de atender as necessidades de seus usuários, tanto local quanto remotamente. Segundo Levacov (1997), a tecnologia surge como um catalisador de mudanças, particularmente importantes e pungentes para as bibliotecas, uma vez que cria novas necessidades e altera velhos paradigmas estabelecidos ao longo de muitos séculos. Com isso, as novas tecnologias da informação estão criando as “*bibliotecas sem paredes para livros sem páginas*” (BROWNING, 1993).

O impacto da tecnologia da informação e da Internet têm se refletido nos sistemas de informação e bibliotecas (LANCASTER, 2004). Esse impacto cria ameaças, mas também cria oportunidades para o desenvolvimento dos serviços em bibliotecas.

A biblioteca, como um sistema de informação, continuará tendo relevantes funções a desempenhar. Para tanto, os bibliotecários devem ver essas mudanças como uma oportunidade de melhoria dos serviços e produtos, conquista de novos usuários, visibilidade e espaço na sociedade.

Nesse sentido, torna-se necessário que as bibliotecas acompanhem o avanço das TIC, pois a grande quantidade de informações disponíveis trouxe possibilidades para incrementar ações nos processos de Representação, Organização do Conhecimento, Disseminação e consequentemente na Recuperação das Informações.

Segundo Campos e Campos (2012), a Organização do Conhecimento (OC) pode ser definida como a condição de Representação do Conhecimento para propósitos específicos. Na perspectiva de Fujita (2008), a área de Organização e Representação do Conhecimento teve um avanço na busca por consolidação e visibilidade junto a *International Society for Knowledge Organization* (ISKO), entidade científica que fornece suporte para área de Organização e Representação do Conhecimento.

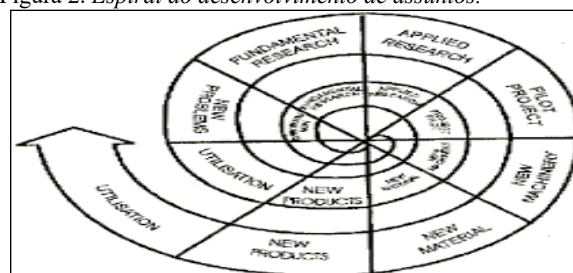
A OC compreende um processo de representação e destina-se à recuperação de forma rápida e eficiente para os usuários. Hjørland (2003) entende que a Organização do Conhecimento está ligada à análise dos conceitos e relacionamentos num domínio de conhecimento. Bräscher e Café (2008) reforçam a OC como um processo de modelagem apoiado em análise de conceitos.

Para Dahlberg (2006) a Organização do Conhecimento é a ciência que ordena a estruturação e sistematização dos conceitos de acordo com suas características, que podem ser definidas como elementos de herança do objeto, e a aplicação dos conceitos e classes dos

conceitos ordenados pela indicação de valores, dos conteúdos referentes aos objetos ou assuntos.

Os princípios da teoria de Organização do Conhecimento, segundo Lima e Alvares (2012), são válidos para o conhecimento socializado, compartilhado, com dimensão cíclica, sempre na perspectiva de geração de novos conhecimentos que Ranganathan (1967) definiu como universo do conhecimento. Ranganathan continua e observa que o universo de conhecimento é um local dinâmico e contínuo, no formato de espiral. É a soma total em dado momento do conhecimento acumulado. O conhecimento seria o conjunto de todas as ideias conservadas pela humanidade. Esse movimento contínuo pode ser também aplicado ao desenvolvimento de assuntos, pois permite a integração constante do conhecimento e a relação com a atividade de organização do conhecimento, conforme apresentada na Figura 2.

Figura 2. Espiral do desenvolvimento de assuntos.



Fonte: (RANGANATHAN, 1967).

Pode-se observar que o movimento contínuo da espiral reflete a investigação científica. A pesquisa científica é um resultado natural de busca de soluções para problemas. Os produtos desenvolvidos refletem a tentativa para resolver os problemas encontrados e o uso de tais produtos conduz a novos inquéritos científicos e a ciência progride.

O método científico em espiral propicia a integração constante do conhecimento, do desenvolvimento de assuntos e a relação com a atividade de organização (CAMPOS; GOMES, 2003).

Assim, verifica-se que, através do diagrama da espiral de desenvolvimento de assuntos, a sequência do método científico se aplica nas pesquisas desenvolvidas na BSV-DIP, como novos projetos, atividades de pesquisas, produtos criados, e o uso de tais insumos faz surgir novos problemas, o ciclo é reiniciado.

Dessa forma, Ranganathan propôs a espiral do desenvolvimento de assuntos a fim de evidenciar a ligação entre a produção de conhecimento e a organização de registros do conhecimento. Café, Barros e Santos (2014) apontam que a Organização do Conhecimento está pautada na análise de conceitos,

seus significados, relações semânticas e delimitações terminológicas, representando de forma mais próxima possível de um determinado domínio.

Partindo desses conceitos, identificou-se um conjunto de instrumentos como tesouros, esquemas de classificação, taxonomias e ontologias, pois estes são indicados na representação do conhecimento e são utilizados para desempenhar a função de recuperar a informação de forma organizada.

Esses instrumentos são também denominados Sistemas de Organização do Conhecimento (SOC). Vital e Café (2011) reforçam que SOC são utilizados na sistematização de conceitos de determinadas áreas com objetivo de representar conteúdos para a recuperação, como os tesouros, esquemas de classificação, taxonomias e ontologias. Para esses instrumentos encontramos similaridades e diferenças, que são perceptíveis não só nos tesouros como nas taxonomias, nos esquemas de classificação e ontologias.

Moreira, Alvarenga e Oliveira (2004) respaldam a adoção da ontologia como SOC, na medida em que os tesouros servem de instrumento de registro terminológico, são usados por pessoas e não para registro do conhecimento para inferências computacionais.

De acordo com Ramalho (2010), ao longo dos últimos anos inúmeros estudos comparativos entre tesouros e ontologias têm sido apresentados devido ao fato de ambos possuírem características semelhantes, constituídas por um conjunto de conceitos e seus respectivos relacionamentos semânticos, além de representarem recursos informacionais e favorecerem sua posterior recuperação. Sales e Café (2009) complementam que o tesouro é uma linguagem documentária caracterizada pela complexidade existente no relacionamento entre os termos que comunicam o conhecimento especializado. A ontologia é um modelo de representação do conhecimento, por vezes empregado como linguagem documentária, utilizada para representar e recuperar informação por meio de estruturas conceituais (SALES; CAFÉ, 2009).

Os tesouros conceituais apresentam relacionamentos de natureza lógica (de gênero/espécie), de natureza ôntica (relações partitivas, funcionais e associativas) e de equivalência, além de que explicitam para cada termo uma definição legível somente por humanos.

As ontologias necessitam de relações mais ricas para possibilitar o raciocínio automático. Se para os tesouros é importante saber se entre dois termos existe uma relação de parte/todo, nas ontologias devemos identificar que tipo de parte e de todo esses termos representam.

Vital e Café (2011) comentam que não existe clareza na distinção entre taxonomia e ontologia. Para as autoras, enquanto as taxonomias buscam o

desenvolvimento de categorias a fim de facilitar a recuperação da informação, as ontologias trabalham no nível da significação dos conceitos com objetivo de compartilhar determinada área do conhecimento. Por outro lado, na visão de Ribeiro e Pereira (2015) existe uma proximidade, quase que dependente, entre dados abertos, Web Semântica e instrumentos de Organização do Conhecimento, como ontologias e taxonomias.

Sendo assim, o recorte adotado por este relato foi buscar um instrumento que possibilite a representação de um determinado domínio do conhecimento estruturado, objetivando a modelagem do conhecimento através da definição dos conceitos e seus relacionamentos. A ontologia preenche os requisitos, tornando fundamentais para o modelo proposto na organização e recuperação da informação para BVS-DIP. Essas características serão apresentadas a seguir.

3.2 Ontologia

O termo ontologia tem sua origem na Filosofia, trata-se do estudo do ser, de suas características e de suas condições de existência. Surgiu na Idade Média para a Moderna, de origem grega significando-se ontos (ser) e logos (palavra) (SCHIESSL, 2015, p. 73). O termo voltou no final da década de 60 para se referir a uma estrutura de conceitos representados por um vocabulário lógico. Já no ano de 1980 o ressurgimento foi com o intuito de representar o conhecimento.

Diante disso, Almeida (2014) argumenta que o termo ontologia tem sido empregado em outros campos de pesquisa para se referir as coisas diferentes. Porém, a partir dos anos de 1990 a ontologia vem sendo utilizado nas áreas da Ciência da Computação e da Ciência da Informação. Almeida (2006) nos diz que a ontologia estuda uma série de formalismos capazes de representar conceitos, as relações entre conceitos e a semântica de um domínio do conhecimento. Almeida continua e acrescenta que esta semântica é formal, além de ser desenvolvida a partir de declarações lógicas sobre o conhecimento do domínio.

A ontologia auxilia a catalogar e criar tipos na organização do conhecimento (SOWA, 1999). Marcondes (2009) enfatiza que uma ontologia é um modelo informacional descrevendo e representando um domínio de conhecimento específico. Essas tarefas são desenvolvidas através dos conceitos, delineando correlações com os objetos relevantes nesse domínio, além de sua estrutura e seus inter-relacionamentos, objetivando obter o entendimento compartilhado por uma comunidade de usuários. Primeiro, elas fornecem uma estrutura conceitual comum sobre a qual podemos desenvolver bases de conhecimento compartilháveis e reutilizáveis. Em segundo lugar, facilitam a interoperabilidade e a fusão das informações que viabilizam a criação de aplicações computacionais poderosas e mais inteligentes.

Assim, pode-se afirmar que as ontologias estão sendo utilizadas com intuito de melhorar a recuperação da informação na *Web*. As ontologias permitem o aprimoramento da indexação das fontes de dados, por meio da representação semântica e das buscas realizadas pelos usuários dentro de um contexto. Segundo Mendonça (2017), a construção de uma ontologia é fundamental quando o objetivo consiste na representação de aspectos e objetos do mundo real, além da necessidade do uso de relações mais extensivas do que aquelas contidas no vocabulário controlado.

O desenvolvimento de ontologia é uma atividade complexa que consome muito tempo e recursos, também demanda decisões políticas, epistemológicas e conceituais (CAMPOS et al., 2007). Gruber (1996) apresenta alguns requisitos para o desenvolvimento de ontologias, a saber: clareza e objetividade, completeza, coerência, extensibilidade, compromisso ontológico, distinção ontológica, diversificação das hierarquias e padronização.

As ontologias podem ser ainda capazes de fornecer suporte de interoperabilidade (USCHOLD; GRUNINGER, 1996). Diferentes usuários estão usando o mesmo conjunto de termos também como um formato de intercâmbio. Então, as ontologias apresentam-se como um modelo de relacionamentos entre entidades em um domínio particular do conhecimento. O objetivo principal de sua construção é a necessidade de um vocabulário compartilhado cujas informações possam ser trocadas e reusadas pelos seus usuários, sejam eles humanos ou agentes inteligentes (SANTARÉM SEGUNDO, 2010).

Quanto à sua estrutura, as ontologias não possuem uma estrutura rígida, inflexível e invariável. Para viabilizar sua construção, Gruber (1996) identificou os seguintes componentes: classes, relações, funções, axiomas e instâncias. Ramalho (2010) acrescenta que as ontologias possuem características análogas às taxonomias, contudo apresentam novos componentes estruturais que vão além das relações hierárquicas. Ainda segundo Ramalho, para construir ontologias, alguns componentes que fazem parte de sua estrutura são expressados para facilitar o entendimento, como representado abaixo:

- *Classes e Subclasses*: As classes e subclasses de uma ontologia agrupam um conjunto de elementos, coisas, do mundo real, que são representadas e categorizadas de acordo com suas similaridades, levando-se em consideração um domínio concreto. Os elementos podem representar coisas físicas ou conceituais, desde objetos inanimados até teorias científicas ou correntes teóricas;
- *Propriedades Descritivas*: Descrevem as características, adjetivos e/ou qualidades das classes;
- *Propriedades Relacionais*: Trata-se dos relacionamentos entre classes pertencentes ou não a uma mesma hierarquia, descrevendo e rotulando os tipos de relações existentes no domínio representado;
- *Regras e Axiomas*: Enunciados lógicos que possibilitam impor condições como tipos de valores aceitos, descrevendo formalmente as regras da ontologia e possibilitando a realização de inferências automáticas a partir de informações que não necessariamente foram explicitadas no domínio, mas que podem estar implícitas na estrutura da ontologia;
- *Instâncias*: Indicam os valores das classes e subclasses, constituindo uma representação de objetos ou indivíduos pertencentes ao domínio modelado, de acordo com as características das classes, relacionamentos e restrições definidas;
- *Valores*: Atribuem valores concretos às propriedades descritivas, indicando os formatos e tipos de valores aceitos em cada classe.

As ontologias são estudadas tanto na Ciência da Computação quanto na Ciência da Informação. Alguns autores, como Sales, Campos e Gomes (2008) e Moreira, Alvarenga e Oliveira (2004), em seus estudos mostram a comparação da ontologia tanto na Ciência da Informação quanto na Ciência da Computação. Porém, ainda segundo Sales (2006), é lícito supor que existe convergência nas definições nestes campos de estudo.

Percebe-se a ontologia como ferramenta da representação do conhecimento que necessita estar apoiado por uma linguagem formal para ser processável tanto por máquinas quanto interpretadas por seres humanos e são utilizadas para melhorar a comunicação entre os humanos e computadores (USCHOLD; JASPER, 1999).

No âmbito da Ciência da Informação, a ontologia como instrumento na organização do conhecimento tem ganhado destaque devido à capacidade que possui na representação e compartilhamento do conhecimento em diferentes domínios. O termo ontologia passou a ser utilizado na Ciência da Informação no final de 1990. Esse período pode ser considerado como um momento histórico, pois pesquisadores da Ciência da Computação começaram a despertar interesse nos instrumentos e nos métodos de classificação. Ainda no contexto da Ciência da Informação, Vickery (1997) foi um dos pioneiros a dar atenção à ontologia na organização e representação do conhecimento. Nessa mesma linha, para alguns autores a ontologia funciona como uma linguagem comum para determinado domínio que precisa compartilhar o conhecimento. Almeida e Bax (2003) afirmam que uma ontologia pode ser concebida como uma linguagem, pois estabelece um conjunto de termos que permite organizar a informação e auxiliar na recuperação. Já

Gonçalves e Souza (2009) consideram como uma das mais importantes contribuições da CI para a construção de ontologias as teorias para a análise conceitual. A partir dos conceitos se definem as relações envolvidas e, ao final, uma taxonomia subsidia a formalização dessa estrutura ao ser expressa em linguagem passível de “entendimento” pelo computador.

3.2.1 Tipos de ontologias

É importante ressaltar que existem diferentes tipos de ontologias. De acordo com Guarino (1998), as ontologias são classificadas em quatro categorias com base em seu conteúdo:

- *Ontologia genérica*: são semelhantes às ontologias de domínio, mas os conceitos que elas definem são considerados genéricos e comuns a vários campos, ou seja, descrevem conceitos bastante gerais como, espaço, tempo, matéria, objeto, evento, ação etc. São independentes de um determinado problema ou domínio particular. Ontologia de alto nível para grandes comunidades de usuários;
- *Ontologia de domínio*: expressam conceituação que são específicas de um domínio particular de conhecimento, descrevendo o vocabulário relacionado a um domínio genérico;
- *Ontologia de tarefa*: descrevem o vocabulário relacionado a um domínio genérico ou uma tarefa genérica ou atividade, especializando os termos introduzidos em uma ontologia de alto nível;
- *Ontologia de aplicação*: contém todas as definições que são necessárias à modelagem do conhecimento e que serão utilizadas em uma determinada aplicação.

Em outra classificação, Uschold e Gruninger (1996) tratam ontologias utilizando quatro tipos:

- *Altamente informal*: o vocabulário da ontologia é expresso em linguagem natural de forma livre;
- *Semi-informal*: é expresso em linguagem natural, entretanto de forma restrita e estruturada, com o objetivo de reduzir as ambiguidades;
- *Semi-formal*: é expresso em uma linguagem artificial, definida formalmente;
- *Rigorosamente formal*: é expresso quando os termos são cuidadosamente definidos com semântica formal, teoremas e provas.

Guizzardi et al. (2011) complementam essas abordagens quando defendem que uma ontologia de domínio é um modelo conceitual, uma linguagem adequada para representação, que deve satisfazer os requisitos gerais de uma linguagem para modelagem conceitual, ou seja, deve ter como teoria subjacente, uma ontologia de fundamentação. Guizzardi et al. (2011) continuam e observam que uma ontologia de fundamentação apresenta princípios que estão concernentes com uma ontologia formal. Esses princípios, independentes de um domínio, permitem a elaboração de modelos para a representação de

diversos contextos de representação e são altamente reutilizáveis.

Pode ser também caracterizada como filosoficamente bem fundamentada, permitindo a explicitação de uma visão da realidade, do acordo ontológico estabelecido, com determinação de regras e restrições, bem como reutilizável e com conceitos, categorias e meta-propriedades (CAMPOS; CAMPOS; MEDEIROS, 2011; BORGO; MASOLO, 2009).

Portanto, a ontologia de fundamentação é uma ontologia que pretende fornecer maior nível semântico do mundo. A modelagem conceitual de um dado domínio de conhecimento deve abordar questões como (GUIZZARDI, 2009):

- Noções de tipos e suas instâncias;
- Objetos, e suas propriedades intrínsecas;
- Relação entre identidade e classificação;
- Distinções entre tipos e suas relações;
- Relações parte-todo.

Pereira (2014), em sua dissertação de mestrado, destaca as ontologias *Descriptive Ontology for Linguistic and Cognitive Engineering* (DOLCE) e *Unified Foundational Ontology* (UFO) como ontologias de fundamentação e comenta que elas são representadas como categoria de eventos e que também possuem importância no uso de modelagens de ontologias de domínio. A UFO é dividida em três fragmentos: UFO-A, responsável por modelar objetos (*endurants*) e suas propriedades; UFO-B, diz respeito aos eventos (*perdurants*); e UFO-C, identifica entidades sociais e intencionais.

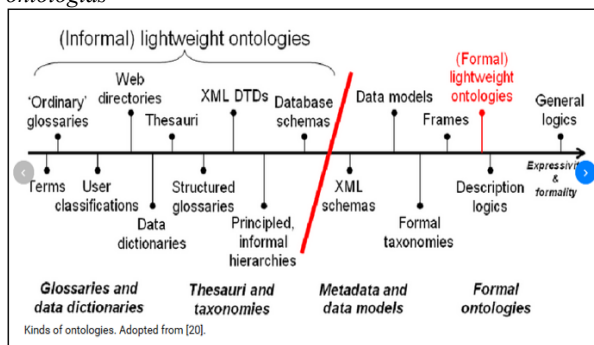
Quanto ao grau de formalidade, é possível destacar mais uma classificação: ontologias pesadas (*heavyweight ontologies*) e as ontologias leves (*lightweight ontologies*).

- As ontologias pesadas (*heavyweight ontologies*) enfocam não apenas a taxonomia, mas também a representação rigorosa da semântica entre os conceitos. O desenvolvimento de ontologias pesadas requer a definição de cada conceito, a organização desses conceitos baseados em princípios bem definidos, uma definição formal da semântica entre os conceitos e suas relações, além de outras considerações (ISOTANI; BITTENCOURT, 2015).
- As ontologias leves (*lightweight ontologies*) são aquelas que não se preocupam em definir detalhadamente cada conceito representado, possuindo pouco rigor formal. A principal ênfase das ontologias leves é definir a taxonomia que representa a relação hierárquica entre conceitos (ISOTANI; BITTENCOURT, 2015).

As ontologias leves são aquelas com uma estrutura de árvore em que os “nós” representam conceitos e cujas arestas representam relações entre conceitos. Giunchiglia e Zaihrayeu (2007) afirmam que os tipos

de ontologias leves partem de termos e diretórios *Web* e continuam até chegarmos às teorias lógicas formalizadas (Figura 3).

Figura 3. Escala da complexidade de ontologias



Fonte: (GIUCHIGLIA; ZAIHAYEU, 2007).

As ontologias leves foram usadas para descrever, classificar e acessar as grandes coleções de documentos. Essas ontologias geralmente codificam uma hierarquia de classes que podem ser (automática ou semiautomática) derivadas de diretórios da *Web*, tesouros e taxonomias. Isotani e Bittencourt (2015) e Nogueira e Duque (2017) afirmam que esse tipo de ontologia não está preocupado em detalhar cada conceito representado, mas definir a taxonomia que representa a relação hierárquica entre os conceitos. Elas têm uma estrutura bem definida e são mais fáceis de serem compartilhados entre os usuários. Suas características são baseadas no grau de formalidade e expressividade. Para Duque (2005), as ontologias leves são tipos de ontologias simples, composta apenas de classes e instâncias.

Tendo em vista o referencial teórico apresentado, verificou-se que a ontologia leve seria suficiente para identificar critérios para recuperação da informação, além da possibilidade de diminuir a ambiguidade na busca por termos do sistema. Sendo assim, dadas as características do processo de representação para o domínio sob análise, o recorte deste trabalho foi pautado na escolha de uma ontologia leve.

Para esta pesquisa coube determinar o domínio e o escopo da ontologia leve, seguidos da indicação de classes e instâncias e dos relacionamentos dos termos dengue e febre amarela, com intuito de compartilhar o consenso terminológico, proporcionando melhorias na recuperação da informação na BVS-DIP.

3.2.2 Metodologias para Construção de Ontologias

A metodologia é uma abordagem que compreende o estudo dos métodos, além de facilitar e criar uma padronização para alcançar um fim desejado, que neste caso é a construção de ontologias. Desenvolver uma ontologia é uma tarefa complexa, pois requer recursos tecnológicos estruturados

semanticamente (GUIZZARDI, 2000), como também exige do desenvolvedor uma compreensão apropriada do domínio. Existem diversas metodologias para a construção de ontologias. Segundo Isotani e Bittencourt (2015), as metodologias para construção de ontologias estabelecem, de forma sistemática, um conjunto de atividades desde a produção até a manutenção. Uma metodologia se caracteriza por fases e etapas estruturadas. A construção de ontologias passa pelas atividades da especificação, conceitualização, formalização, implementação e manutenção. Essas atividades configuram o ciclo de vida de uma ontologia.

- Especificação: estabelece o início das atividades, mostrando por que uma ontologia será construída, quais os possíveis usos e quem são os usuários interessados na ontologia;
- Conceitualização: organiza e estrutura o conhecimento do domínio em que se pretende construir a ontologia. Nesta etapa, atividades de aquisição de conhecimento podem ser consideradas;
- Formalização: constrói o modelo conceitual, estabelecendo os conceitos, as relações e os axiomas presentes na ontologia;
- Implementação: construída em uma terminada linguagem;
- Manutenção: com a ontologia implementada em uma linguagem, ocorre a etapa de manutenção da ontologia.

Embora existam várias propostas metodológicas para o desenvolvimento de ontologia, cada uma com suas características, conforme pode ser observado no Quadro 1. Para esta pesquisa, cabe definir a que melhor comporte nas atividades e respectivas tarefas no processo de desenvolvimento de ontologias para OntoDIP.

Quadro 1. Metodologias para desenvolvimento de Ontologias

METODOLOGIA	DESCRIÇÃO
CYC	Codifica manualmente o conhecimento implícito e explícito das diferentes fontes, e quando já se tem conhecimento suficiente na ontologia, um novo consenso pode ser obtido por ferramenta que utiliza o conhecimento já armazenado na base de conhecimento CYC (LENAT, 1995).
USCHOLD e KING	Identifica o propósito, os conceitos e relacionamentos entre os conceitos, além dos termos utilizados para codificar a ontologia e, em seguida, documentá-la (USCHOLD; KING, 1996)
MICHAEL GRUNINGER E MARK FOX:	Método formal que identifica cenários para uso da ontologia, utiliza-se questões em linguagem natural para determinação do escopo da ontologia, executa a extração sobre os principais

	conceitos, propriedades, relações e axiomas, definidos em PROLOG (GRÜNINGER; FOX, 1995)
KACTUS	Método de recursivo que consiste em uma proposta inicial para uma base de conhecimento; quando é necessária uma nova base em domínio similar, generaliza-se a primeira base em uma ontologia adaptada a ambas aplicações, mais genérica a ontologia (BERNARAS; LARESGOITI; CORERA, 1996).
METHONTOLOGY:	É uma metodologia que define o processo de criação de ontologias desde o seu início, passando por etapas de planejamento, especificação, aquisição de conhecimento, conceitualização, formalização, implementação, avaliação, documentação e manutenção. Além disso, é baseada na ideia de prototipação e evolução como abordagem mais adequada para o ciclo de vida de uma ontologia e dá uma especial ênfase ao reuso das mesmas (GUIMARÃES, 2015).
SENSUS	Constrói ontologias a partir de outras ontologias, identificando os termos relevantes para o domínio e ligando-os à ontologia mais abrangente; um algoritmo monta a estrutura hierárquica do domínio (SWARTOUT et al., 1996).
ON-TO-KNOWLEDGE	Auxilia a administração de conceitos em organizações, identificando metas para as ferramentas de gestão do conhecimento e utilizando cenários e contribuições dos provedores/clientes de informação da organização (STAAB et al., 2001).
MÉTODO 101	Propõe quatro atividades para o desenvolvimento de uma ontologia: 1) definir classes de ontologia; 2) organizar as classes de uma taxonomia; 3) definir slots (ou propriedades) para as classes e descrever seus valores permitidos (denominadas facetas); 4) adicionar valores de <i>slots</i> para as instâncias. Tais atividades implicam decisões de modelagem, dentre as quais o método busca enfatizar, além de se encontrarem dentro de um processo iterativo de um ciclo de vida de ontologia (NOY; McGUINNESS, 2001).

Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

As metodologias analisadas apresentam diferentes propostas para o processo de construção de ontologias. Cada metodologia tem sua utilidade e particularidade. A partir da análise das metodologias utilizadas no desenvolvimento de ontologias, para este relato se optou pela utilização da *Methontology* devido ao detalhamento que proporciona na estruturação e possibilidade de reuso, também por apresentar as características necessárias para a representação da OntoDIP.

A *Methontology* foi desenvolvida pelo laboratório de Inteligência Artificial da Universidade Politécnica de Madrid, Espanha, em 1997, e foi baseada em metodologias de construção de *softwares* (FERNÁNDEZ-LÓPEZ; GÓMEZ-PÉREZ; JURISTO, 1997). Essa metodologia propõe um ciclo de vida baseado na evolução de protótipos para o desenvolvimento de ontologias. Permite adicionar, mudar ou remover termos em cada nova versão, ou seja, novo protótipo da ontologia (FERNÁNDEZ-LOPEZ, 1999).

3.2.3 Ontologias na área da saúde

O crescimento da tecnologia da informação desencadeou grandes quantidades de informações produzidas, disponibilizadas em diferentes formatos, produzindo assim efeitos modificadores principalmente na área da saúde. A informação em saúde é fundamental para otimizar a qualidade de vida da população. Os estudos na área da saúde têm crescido consideravelmente. A cada dia são publicadas novas descobertas de doenças, aparecem com novos tratamentos que possibilitam a cura e que antes eram incuráveis. A pesquisa em saúde é considerada um componente indispensável de melhoria da saúde, pois muitas doenças e milhares de mortes poderiam ser evitadas pela aplicação dos conhecimentos e pelas ferramentas existentes disponíveis na Internet.

A ontologia surge como uma ferramenta que viabiliza a recuperação a informação de maneira eficiente, devido a sua estrutura baseada na descrição de conceitos dos relacionamentos semânticos. Para Dias e Santos (2003), a grande importância de usar ontologia está na capacidade de se criar uma hierarquia de classes e instâncias e suas relações.

A ontologia é vista sob vários olhares pela representação do conhecimento, redes semânticas, mapas e grafos conceituais, mas sua popularidade está no domínio do tratamento, representação, recuperação e gestão de informação no contexto da Web Semântica (BENTES PINTO; SOARES, 2010).

Existem várias propostas de desenvolvimentos de ontologias visando tratar as questões de interoperabilidade semântica na área da saúde. Conforme o Quadro 2, dentre dos principais trabalhos encontrados na literatura, destacam-se:

Quadro 2. Ontologias na área da saúde

ONTOLOGIA	DESCRIÇÃO
NTDO	Trata-se de um estudo que visa representar um conjunto de conhecimento complexo sobre a transmissão de Doenças Tropicais Negligenciáveis e os possíveis processos que ocorrem a partir do desenvolvimento destas, como o falecimento de indivíduos, em uma ontologia: a NTDO (Neglected Tropical Disease Ontology) (SILVA, 2012).

ONTOLIME	Consiste em construir um modelo de ontologia de imagens médicas levando em consideração as imagens (humanas e de outros animais) a partir da terminologia da área da saúde e das informações referentes às imagens colhidas nos sites didáticos, visando o acesso e a recuperação da informação imagética na área da saúde, com maior valor agregado (SANTOS NETO, 2013).
ONTONEFRO	Apresenta uma ontologia de imagem do domínio da nefrologia a partir da análise dos discursos das anotações dos prontuários de pacientes e dos laudos (BENTES PINTO et al., 2009).
ODST	Propõe a ODST, uma ontologia desenvolvida capaz de especificar, formalizar e armazenar os conhecimentos de forma clara acerca do domínio das Doenças Sexualmente Transmissíveis – DST (OLIVEIRA et al., 2010).
SISOnt	Propõe um Sistema de Informação em Saúde Baseado em Ontologias (SISOnt) para compartilhamento de conhecimento e integração de dados em saúde, que permite inferir novas informações a partir de bases de dados e da base de conhecimento (MEDEIROS, 2009).
ONTOMÉDICO	Consiste numa ferramenta de organização e representação da informação e do conhecimento relativo ao domínio da medicina legal, laudos médico-legais, bem como os elementos constituintes e relativos ao contexto da COMEL (FARIAS; PINHO, 2016).

Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

4 Análise dos dados e resultados

Esta pesquisa utilizou os termos comuns da dengue e da febre amarela no DeCS e Teman, explorando as definições para a criação de relações partitivas – relação entre um todo e suas partes –, assim como entre as parte e subpartes. A realização da transformação da estrutura de um tesauro em uma ontologia se deu através das seguintes etapas:

- Criação das classes;
- Criação das relações hierárquicas e associativas;
- Criação das relações partitivas, desmembrando-as;
- Criação de relações obtidas por inverso de relações existentes.

A análise e a comparação do DeCS e Teman permitem estabelecer as relações, semelhanças e diferenças entre estes instrumentos, conforme extrato apresentado no Quadro 3.

Quadro 3. *Comparação conceitos DeCS e Teman*

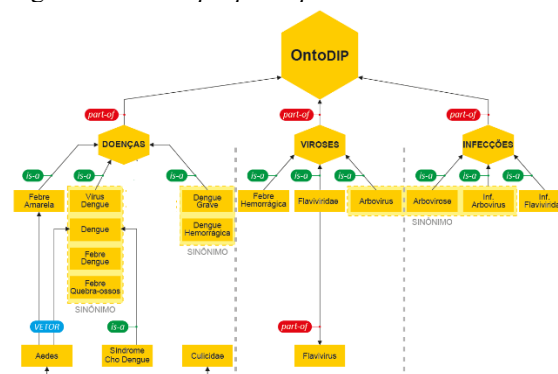
TERMINOS DO DECS - DENGUE E FEBRE AMARELA						
TERMINO	CATEGORIA	DEFINIÇÃO	TERMINO RELACIONADOS	TERMINO ESPECÍFICO	TERMINO GÊNERICO	SINÔNIMO
DENGUE	CCI - Doenças SP- Saúde Pública	Doença febril aguda causada por vírus, transmitida por fêmea, mordida, urtiga e coceira. Afeição febril causada por vírus, transmitida por fêmea, mordida, urtiga e coceira.	Não especificado	Não especificado	Não especificado	Não especificado
FEBRE AMARELA	CCI - Doenças SP- Saúde Pública	Doença infecciosa aguda causada por vírus da família Flaviviridae, transmitida por um vetor e agente vetorial. Afeição febril causada por vírus, transmitida por fêmea, mordida, urtiga e coceira.	Não especificado	Não especificado	Não especificado	Não possui sinônimos
TERMINOS DO TEMAN - DENGUE E FEBRE AMARELA						
TERMINO	CATEGORIA	DEFINIÇÃO	TERMINO RELACIONADOS	TERMINO ESPECÍFICO	TERMINO GÊNERICO	SINÔNIMO
DENGUE	Não especificado	Doença causada por vírus da febre de Dengue e transmitida por fêmea de mosquito.	Febre Dengue Vírus de Dengue	Dengue Hemorrágico Dengue 1 Dengue 2 Dengue 3 Dengue 4	Infecção por Flavivírus	Febre de dengue Infecção por vírus de Dengue Infecção do Vírus de Dengue
FEBRE AMARELA	Não especificado	Doença febril causada pelo vírus da febre amarela e transmitida por fêmea de mosquito.	Febre Dengue Vírus da febre amarela		Infecção por Flavivírus	Infecção por vírus da febre amarela

Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

A ontologia gerada representa uma forma estruturada da base de conhecimento referente à OntoDIP. Observou-se que a falta de estruturação nas bases de dados muitas vezes acarreta em não padronização dos termos, dificultando a recuperação da informação. Por outro lado, foi possível criar uma modelagem conceitual para OntoDIP, pois as fontes utilizadas foram satisfatórias para a descrição dos processos relacionados às doenças infecciosas e parasitárias no caso a dengue e a febre amarela.

Observou-se também que a padronização gerada pela estruturação dos termos pode facilitar o compartilhamento de informações. Na Figura 4 a relação de subordinação se apresenta como uma forma de representar a estrutura de ontologia. Todas as propriedades apresentadas em uma classe são “herdadas” por subclasses. Portanto, as subclasses se constituem como especializações das classes, que é graficamente representada pela seta direcionando à classe superior.

Figura 4. *Modelo proposto para OntoDIP*



Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Através do modelo proposto, pode-se perceber as relações significativas dos conceitos referentes às associações dos grupos DOENÇAS, VIROSES e INFECÇÕES, formando a OntoDIP. As classes são interligadas por setas representando os relacionamentos entre as classes e subclasses, através de uma estrutura hierárquica inter-relacionando conceitualmente pelo *is-a* (é-um) e *part-of* (parte-de).

5 Conclusão

O desenvolvimento de uma ontologia envolve aspectos que vão desde a modelagem conceitual com o registro das características e das relações em consenso até a implementação em linguagens de representação. Posteriormente, ocorre a criação de instâncias com a valoração de dados e relações, permitindo a avaliação e

testes da ontologia gerada. Esse primeiro esforço de representação demarca a proposição do modelo de ontologia leve em dengue e febre amarela para BVS-DIP.

O projeto da OntoDIP contribuiu para a criação da versão inicial da ontologia, que poderá ser reutilizado em outras temáticas que fazem parte da BVS-DIP. Neste trabalho foi possível assegurar que os elementos participantes da ontologia contribuíram para o uso do vocabulário do domínio pesquisado. A implementação da ontologia leve na BVS-DIP pode permitir melhorias no processo de indexação, que é realizado pelos profissionais da informação que trabalham na BVS-DIP. Espera-se que a consequência disto acarrete melhorias nos processos de pesquisa para que os usuários obtenham informações de forma eficiente e eficaz.

Referências

- ALMEIDA, M. B. **Um modelo baseado em ontologias para representação da memória organizacional**. 2006. Tese (Doutorado em Ciência da Informação) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.
- ALMEIDA, M. B. Uma abordagem integrada sobre ontologias: Ciência da Informação, Ciência da Computação e Filosofia. **Perspectiva em Ciência da Informação**, Belo Horizonte, v. 19, n. 3, p. 242-258, set. 2014.
- ALMEIDA, M. B.; BAX, M. P. Uma visão geral sobre ontologias: pesquisa sobre definições, tipos, aplicações, métodos de avaliação e de construção. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 32, n. 3, p. 7-20, set./dez. 2003.
- BENTES PINTO, V.; CAMPOS, H. H.; FERREIRA, J. L. O.; FREITAS, E. M. Ontologia de imagens do domínio da nefrologia a partir dos atributos visuais e verbais dos laudos e prontuários de pacientes. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO (ENANCIB), 10., 2009, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: ANCIB/UFPe, 2009, 18p.
- BENTES PINTO, V.; SOARES, M. E. **Informação para a área de saúde**: prontuário do paciente, ontologia de imagem, terminologia, legislação e gerenciamento eletrônico de documentos. Fortaleza: UFC, 2010.
- BERNARAS, A.; LARESGOITI, I.; CORERA, J. Building and Reusing Ontologies for Electrical Network Applications. In: PROCEEDINGS OF THE EUROPEAN CONFERENCE ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE, ECAI/96, p. 298-302, 1996.
- BORGO, S.; MASOLO, C. Foundational choices in DOLCE. In: STAAB, S.; STUDER, R. (Ed.). **Handbook on Ontologies**. 2.ed. Springer Verlag, 2009. p. 361-382.
- BRÄSCHER, M.; CAFÉ, L. Organização da informação ou organização do conhecimento? In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO, 9., 2008, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ANCIB, 2008.
- BROWNING, J. Libraries without walls for books without pages. **Wired**, v.1, n.1, 62-65, 1993.
- BUENO, T. C. A. **Engenharia da mente**: uma metodologia de representação do conhecimento para construção de ontologias em sistemas baseados em conhecimento. 2005. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2005.
- CAFÉ, L. M. A.; BARROS, C. M.; SANTOS, V. C. O conceito de organização do conhecimento nas revistas brasileiras de ciência da informação. **Revista Interamericana de Bibliotecologia**, Medellín, v. 37, n.3, p. 201-214, 2014.
- CAMPOS, M. L. A.; CAMPOS, L. M. A organização do conhecimento e suas teorias de representação: a ontologia de fundamentação como um modelo teórico para a representação de domínios. 2012. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO, 13. 2012, Rio de Janeiro, RJ. **Anais...** Rio de Janeiro, RJ: ANCIB, 2012.
- CAMPOS, M. L. A.; CAMPOS, L. M.; MEDEIROS, J. S. A representação de domínio de conhecimento e uma teoria de representação: a ontologia de fundamentação. **Informação & Informação**, Londrina, v. 16, n.3, p. 140-164, jan./jun. 2011.
- CAMPOS, M. L. A.; GOMES, H. E. Organização de domínios de conhecimento e os princípios ranganathianos. **Perspectiva em Ciência da Informação**, Belo Horizonte, v. 8, n. 2, p. 150-163, jul./dez. 2003.
- CAMPOS, M. L. A., MARCONDES, C. H., LIRA, L., COSTA, L. C., CAMPOS, L. M., MALHEIROS, L. R. Ontologias: representando a pesquisa na área através de mapa conceitual. 2007. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO, 8., 2007, Salvador, BA. **Anais...** Salvador, BA: ANCIB, 2007.
- DAHLBERG, I. Knowledge organization: a new science? **Knowledge Organization**, Frankfurt, v. 33, n. 1. p. 11-19, 2006.
- DIAS, T. D. ; SANTOS, N. Web Semântica: conceitos básicos e tecnologias associadas. **Cadernos do IME**, Rio de Janeiro, v. 14, p.80-92, jun. 2003.
- DUQUE, C. G. **SIRILICO**: uma proposta para um Sistema de Recuperação de Informação baseado em teorias da linguística computacional e ontologia. 2005. 118 f. Tese (Doutorado em Ciência da Informação), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.
- FACHIN, G. R. B.; SANTOS, R. N. M.; RODRIGUES, R. S. Comunicação científica e ontologias: uma pesquisa no Library and Information Science Abstracts. **Transinformação**, Campinas, v. 22, n. 1. p. 77-92, abr. 2010.
- FARIAS, K.; M.; PINHO, F. A. Ontologias como ferramenta de organização e representação do conhecimento: um olhar sobre os laudos médico-legais. **Informação em Pauta**, Fortaleza, v. 1, n. 2, p.41-65, jul./dez. 2016.

- FERNÁNDEZ-LÓPEZ, M. **Overview of methodologies for building ontologies**. 1999. Disponível em: <http://www.lsi.upc.es/~bejar/aia/aia-web/4-fernandez.pdf>. Acesso em: 23 jan. 2019.
- FERNÁNDEZ-LÓPEZ, M.; GOMEZ-PÉREZ, A.; JURISTO, N. Methontology: from ontological art towards ontological engineering. Proceedings of the Ontological Engineering AAAI-97 Spring Symposium Series. Stanford, 1997.
- FUJITA, M. S. L. Organização e representação do conhecimento no Brasil: análise de aspectos conceituais e da produção científica do ENANCIB no período de 2005 a 2007. **Tendências da Pesquisa Brasileira em Ciência da Informação**, Brasília, v. 1, p. 1-32, 2008.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- GIUNCHIGLIA, F.; ZAIHRAYEU, I. **Lightweight ontologies**. Trento, It: University of Trento, 2007.
- GONÇALVES, J. A.; SOUZA, R. R. **Relações e conceitos em ontologias: teorias de Farradane e Dahlberg**. 2009.
- GRUBER, T. **What is an Ontology?** 1996. Disponível em: <http://www-ksl.stanford.edu/kst/what-is-an-ontology.html>. Acesso em: 20 dez. 2018.
- GRÜNINGER, M.; FOX, M. S. **Methodology for the design and evaluation of ontologies**. In: WORKSHOP ON BASIC ONTOLOGICAL ISSUES IN KNOWLEDGE SHARING. Montreal, 1995.
- GUARINO, N. **Formal ontology and information systems**. FOIS 98, jun 1998.
- GUIMARÃES, R. C. M. **Nomeação de elementos ontológicos para criação de ontologias: uma proposta metodológica**. 2015. 169 f. Tese (Doutorado em Ciência da Informação) — Universidade de Brasília, Brasília, 2015.
- GUIZZARDI, G. **Desenvolvimento para e com reuso: um estudo de caso no domínio de vídeo sob demanda**. 2000. 202 f. Dissertação (Mestrado em Informática). Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo, 2000.
- GUIZZARDI, G. ; ALMEIDA, J. P. A. ; GUIZZARDI, R. S.S.; FALBO, R. **Ontologias de fundamentação e modelagem conceitual**. 2009. Disponível em: https://nemo.inf.ufes.br/wp-content/papercite-data/pdf/ontologias_de_fundamentacao_e_modelagem_conceitual_2009.pdf. Acesso em: 22 jan. 2019.
- GUIZZARDI, R.; FRANCH, X.; GUIZZARDI, G.; LÓPEZ, L. Ontological Analysis of Means-End Links. In: 5th International Workshop (ISTAR 2011). **Annals...** Trento, Italy, 2011.
- HJØRLAND, B. Fundamentals of Knowledge Organization. In: FRÍAS, J. A.; TRAVIESO, C. (Ed.). **Trends in Knowledge Organization Research**. Salamanca: Ediciones Universidad de Salamanca, 2003. p. 83-116.
- ISOTANI, S.; BITTENCOURT, I. **Dados Abertos Conectados**. Novatec, org. ceweb.br. 2015. Disponível em: <<http://ceweb.br/livros/dados-abertosconectados/capitulo-3/#sh3.2.3>> Acesso em: 15 jan. 2019.
- LANCASTER, F. W. **Avaliação de serviços de bibliotecas**. Brasília: Briquet de Lemos, 2004.
- LENAT, D. B. CYC: a large-scale investment in knowledge infrastructure. **Communications of the ACM**, New York, v. 58, n. 11, p. 33-38, Nov. 1995.
- LEVACOV, M. Bibliotecas virtuais: (r)evolução. **Ciência da Informação**, Brasília, v.26, n.2, p.1-11, ago. 1997.
- LIMA, J. L. O.; ALVARES, L. Organização e representação da informação e do conhecimento. In.: ALVARES, L. (Org.). **Organização da informação e do conhecimento: conceitos, subsídios interdisciplinares e aplicações**. São Paulo: B4 Editores, 2012. p. 21-34.
- MARCONDES, C. H.; MENDONÇA, M. A. R.; MALHEIROS, L. R.; COSTA, L. C.; SANTOS, T. C. P. Bases ontológicas e conceituais para um modelo do conhecimento científico em artigos biomédicos. **RECIIS – Revista Eletrônica de comunicação, Informação e Inovação em Saúde**, Rio de Janeiro, v.3, n. 1, 2009.
- MARCONDES, C. H.; SAYÃO, L. F. Integração e interoperabilidade no acesso a recursos informacionais eletrônicos em C&T: a proposta da Biblioteca Digital Brasileira. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 30, n. 3, p. 24-33, set./dez. 2001.
- MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.
- MEDEIROS, W. M. C. **SISOnt: sistema de informação em saúde baseado em ontologias**. 2009. 83 f. Dissertação (Mestrado em Automação e Sistemas; Engenharia de Computação; Telecomunicações) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009.
- MENDONÇA, F. M.; SOARES, A. L. Construindo ontologias com a metodologia ontoforinfoscience: uma abordagem detalhada das atividades do desenvolvimento ontológico. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 46, n.1, p.43-59, jan./abr. 2017.
- MOREIRA, A.; ALVARENGA, L.; OLIVEIRA, A.P. O nível do conhecimento e os instrumentos de representação: tesouros e ontologias. **Datagramazero: Revista de Ciência da Informação**, v. 5, n. 6, 2004.
- NOGUEIRA, R. F. ; DUQUE, C. G. Ontologia leve: requisitos necessários para a gestão arquivística de fotografias. **Revista Photo & Documento**, Brasília, n.3, 2017.
- NOY, N.; MCGUINNESS, D. **Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology**, 2001.
- OLIVEIRA, A. M. C. A. ROQUE, L. F. N. M.; SOUZA, H. V. L.; FERNANDES, M. O. D. **ODST: uma ontologia para o domínio e estudo das doenças sexualmente transmissíveis**. 2010. Disponível em: http://facol.com/si/downloads/Revista_SI_2010/Artigo07.pdf. Acesso em: 26 dez. 2018.
- PACKER, A. L. A construção coletiva da Biblioteca Virtual em Saúde. **Interface: Comunicação, Saúde, Educação**, São Paulo, v. 9, n. 17, p. 249-72, mar./ago., 2005.
- PEREIRA, D. V. **Modelagem e representação semântica de dados governamentais abertos da previdência social brasileira**. 2014. Dissertação (Mestrado em

- Ciência da Informação) – Universidade Federal Fluminense, 2014.
- RAMALHO, R.A.S. **Desenvolvimento e utilização de ontologias em Bibliotecas Digitais**: uma proposta de aplicação. Tese (Doutorado em Ciência da Informação) – Universidade Estadual Paulista, 2010.
- RANGANATHAN, S. R. **Prolegomena to library classification**. Asia Publishing House, 1967.
- RIBEIRO, C. J. S. ; PEREIRA, D. V. A publicação de dados governamentais abertos: proposta de revisão da classe sobre Previdência Social do vocabulário controlado do governo eletrônico. **Transinformação**, Campinas, v.27, n.1, p. 73-82, jan./abr. 2015.
- SALES, L. F. **Ontologias de domínio**: estudo das relações conceituais e sua aplicação. 139 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação) – Convênio IBICT/UFF, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2006.
- SALES, L. F.; CAMPOS, M. L. A.; GOMES, H. E. Ontologias de domínio: um estudo das relações conceituais. **Perspectivas em Ciência da Informação**, Belo Horizonte, v. 13, n. 2, p. 62-76, maio/ago. 2008.
- SALES, R. ; CAFÉ, L. Diferenças entre tesauros e ontologias. **Perspectivas em Ciência da Informação**, Belo Horizonte, v. 14, n. 1, p.99-116, 2009.
- SANTARÉM SEGUNDO, J. E. **Representação Iterativa: um modelo para repositórios digitais**. 2010. 224f. Tese (Doutorado em Ciência da Informação) – Universidade Estadual Paulista, Marília, 2010.
- SANTOS NETO, M. F. **ONTOLIME**: Modelo de Ontologia Descrição de Imagens Médicas. 2013. 207 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação) – Universidade Estadual Paulista, Marília, 2013.
- SCHIESSL, M. **Lexicalização de Ontologias**: o relacionamento entre conteúdo e significado no contexto da recuperação da Informação. 2015. 259 f. Tese (Doutorado em Ciência da Informação) – Universidade de Brasília, 2015.
- SILVA, F. S. **Uma ontologia para as doenças tropicais negligenciáveis (NTDO)**. 2012. 131 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2012.
- SOWA, J. F. **Knowledge Representation**: Logical, Philosophical, and Computational Foundations. [S.l.]: Brooks/Cole, 1999.
- STAAB, S; SCHNURR, H; STUDER, R; SURE, Y. Knowledge processes and ontologies. **IEEE Intelligent Systems**, Canada, v. 16, n. 1, p. 26–34, 2001.
- SWARTOUT, B. PATIL, R.; KNIGHT, K.; RUSS, T. **Toward distributed use of large-scale ontologies**. 1996. Disponível em: http://ksi.cpsc.ucalgary.ca/KAW/KAW96/swartout/Banff_96_final_2.html. Acesso em: 10 jan. 2019.
- USCHOLD, M., GRUNINGER, M. Ontologies: principles, methods and applications. **Knowledge Engineering Review**, London, v. 11, n. 2, Jun. 1996.
- USCHOLD, M.; JASPER, R. **A framework for understanding and classifying ontology applications**. 1999. Disponível em: <http://sunsite.informatik.rwth-aachen.de/Publications/CEUR-WS/Vol-18/11-uschold.pdf>. Acesso em: 06 dez.2018.
- USCHOLD, M.; KING, M. Building ontologies: towards a unified methodology. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE BRITISH COMPUTER SOCIETY SPECIALIST GROUP ON EXPERT SYSTEMS, 16., 1996, **Annals ...** Cambridge, UK. , 1996.
- VICKERY, B.C. Ontologies. **Journal of Information Science**, London, v. 23, n. 4, p. 227-286, 1997.
- VITAL, L. P.; CAFÉ, L. M. A. Ontologias e taxonomias: diferenças. **Perspectivas em Ciência da Informação**, Belo Horizonte, v. 16, n. 2, p. 115 – 130, abr/jun. 2011.