

Princípios ontológicos no suporte a terminologias clínicas: método e ontologia para reorganização da Classificação Internacional de Doenças

Livia Marangon Duffles Teixeira

Doutoranda em Ciência da Informação pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) - Brasil.
Mestre em Ciências da Informação pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) - Belo Horizonte, MG – Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/5511349023940518>

E-mail: liviamarangon@gmail.com

Maurício Barcellos Almeida

Livre-docência pela University of Arkansas for Medical Sciences (UAMS) - Estados Unidos. Pós-Doutorado pela State University of New York at Buffalo (SUNY) - Estados Unidos. Doutor em Ciências da Informação pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) - Brasil. Professor da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) - Belo Horizonte, MG – Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/5218069708058487>

<http://mba.eci.ufmg.br/>

E-mail: mba@eci.ufmg.br

Data de submissão: 03/07/2018. Data de aprovação: 21/01/2019. Data de publicação: 03/05/2019.

RESUMO

A necessidade de cuidados à saúde da população traz desafios para a gestão da informação em unidades de saúde. Um desafio mundial é a necessidade de integração dos sistemas de informação clínicos que permitem atendimento continuado. Para um atendimento continuado de qualidade, as unidades de saúde precisam acessar os diversos registros médicos do mesmo paciente, dispersos em diferentes sistemas de informação com representações distintas, em diferentes momentos e regiões geográficas. Este artigo se insere nesse contexto, contribuindo para a pesquisa em integração de sistemas de informação clínicos, para fins de atendimento continuado, por meio de melhorias na representação de dados médicos. Para tal, descrevem-se as principais terminologias clínicas em saúde em uso no país e desenvolve-se método baseado em princípios ontológicos para lidar com as características da Classificação Internacional de Doenças (CID), as quais criam restrições para a integração de sistemas de informação. Como resultado, apresenta-se uma ontologia (artefato) para a CID proveniente da aplicação de método desenvolvido para promover melhorias em terminologias clínicas. Como contribuições adicionais, listam-se o próprio método mencionado, a sistematização de problemas presentes nas terminologias clínicas e o modelo intermediário para implementar melhorias na CID. Espera-se que a pesquisa favoreça a interoperabilidade e a automação por meio de sistemas de informação que objetivam melhorias nos cuidados à saúde e na qualidade do atendimento ao cidadão brasileiro.

Palavras-chave: Terminologia clínica. Ontologia. Interoperabilidade semântica.

Ontological principles in support of clinical terminologies: method and ontology for reorganization of the International Classification of Diseases

ABSTRACT

The need of providing proper healthcare services to population poses challenges to information management in healthcare units. A current world-wide challenge is the demand for integration among clinical information system, which make possible suitable medical treatments over time. In order to reach the desired quality in such treatments, healthcare units need to access the several medical records of a certain patient scattered over different information systems with distinct representations, in different geographical and temporal regions. The investigation of this paper is developed within this context, contributing to the research in clinical information systems integration for purposes of continuous treatment through improvements in medical information representation. In order to reach our goals, we first describe the main current healthcare clinical terminologies in Brazil, and then come up with an ontological-based method to deal with features of the International Classification of Diseases (ICD). We show how such features hamper the systems integration. As result, we present an ontology (artifact) to the ICD developed from the application of our method, created to promote improvements in clinical terminologies. As contributions, we believe that the research can foster the interoperability and automation via information systems and, eventually, favors the healthcare practices and provides proper treatment to Brazilian citizens.

Keywords: *Clinical terminology. Ontology. Semantic interoperability.*

Principios ontológicos en terminologías clínicas: método y ontología para reorganización de la Clasificación Internacional de Enfermedades

RESUMEN

La necesidad de cuidados de la salud de la población trae desafíos para la gestión de la información en unidades de salud. Un desafío mundial es la necesidad de integración de los sistemas de información clínicos que permiten atendimento continuado. Para un atendimento continuado de calidad, las unidades de salud precisan acceder a los diversos registros médicos de una misma paciente, dispersos en diferentes sistemas de información con representaciones distintas, en diferentes regiones geográficas y temporales. Este artículo se insiere en ese contexto, contribuyendo para la investigación en integración de sistemas de información clínicos para fines de atendimento continuado, por medio de mejoras en la representación de datos médicos. Para tal, se describen las principales terminologías clínicas en salud en uso en el país y se crea metodología basada en principios ontológicos para lidiar con características de la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE) que dificultan la integración de sistemas. Como resultado, se presenta una ontología (artefacto) para la CIE, resultante de aplicación de método desarrollado para promover mejoras en terminologías clínicas. Como contribuciones adicionales, se listan el propio método mencionado, la sistematización de problemas presentes en las terminologías clínicas y el modelo intermediario para implementar mejoras a la CIE. Se espera que la investigación promueva la interoperabilidad y automatización vía sistemas de información y, en última instancia, favorezca cuidados a la salud y atendimento continuado al ciudadano brasileño.

Palabras clave: *Terminología clínica. Ontología. Interoperabilidad.*

INTRODUÇÃO

As iniciativas pioneiras para classificação da informação na área de saúde inicialmente buscavam organizar as causas de morte da população ainda no século XIX. No século XX, a quantidade de informação manipulada por unidades de saúde – de cunho gerencial, de pesquisa e para uso clínico – impulsionou o desenvolvimento de padrões, terminologias e vocabulários cada vez mais sofisticados para fins de organização e recuperação, bem como para representação em sistemas de informação automatizados (LAURENTI *et al.*, 2013).

O domínio da medicina é rico em iniciativas para coleta, organização e classificação de termos médicos (BOWKER, 1996). Exemplos dessas iniciativas são: a Medical Subject Headings (MeSH)¹, criada por bibliotecários para indexação da literatura médica; o Open Electronic Healthcare Records (OpenEHR)², um modelo para representar dados médicos em prontuários eletrônicos de paciente (PEPs); a Classificação Internacional de Doenças (CID)³, inicialmente criada para fins de controle das taxas de mortalidade; a Systematized Nomenclature of Medicine – Clinical Terminology (SNOMED CT)⁴, para fins de padronização e integração de termos médicos em sistemas de informação (adesão do Brasil em abril de 2018)⁵.

Essas terminologias, vocabulários, modelos, dentre outras denominações, foram criadas para prover algum tipo de padronização aos termos adotados no ambiente clínico e para fazê-los corresponder a declarações genéricas da literatura. Entretanto, terminologias criadas em épocas distintas e para diferentes fins nem sempre atendem aos requisitos dos modernos sistemas de informação.

A CID, por exemplo, mandatória no Brasil e em diversos países, não torna fácil a tarefa de escolher o código para representar o diagnóstico de um prontuário de paciente por sua extensão, complexidade e ambiguidade. Além disso, não é adequada a sistemas de informação por possuir conhecimento implícito em regras e códigos não acessíveis a sistemas automatizados (RECTOR, 1999).

A falta de integração entre sistemas de informação é em geral denominada problema da interoperabilidade e afeta diretamente a qualidade do atendimento continuado à saúde (FARINELLI e ALMEIDA, 2014). As unidades de saúde não conseguem acessar de maneira integrada os diversos registros médicos de uma mesma paciente⁶, dispersos em diferentes sistemas de informação com representações distintas, por diferentes regiões geográficas e temporais.

A adoção de terminologias clínicas e a interoperabilidade são questões centrais de pesquisa em todo o mundo (SITTIG, 1994; RECTOR, 1999; SCHEUERMANN, CEUSTERS e SMITH, 2009; RUBIN *et al.*, 2008; FREITAS, SCHULZ E MORAES, 2009; MARCO-RUIZ *et al.*, 2017). No Brasil, a preocupação do governo com essas questões se manifesta na Portaria nº 2.073⁷, de 31/08/2011, a qual regulamenta o uso de padrões de interoperabilidade e informação para sistemas de informação em saúde no âmbito do Sistema Único de Saúde (SUS) e do setor de previdência suplementar.

No presente artigo, busca-se identificar e prover medidas para reduzir problemas de terminologias clínicas, fomentando a integração entre sistemas e a interoperabilidade.

¹ <https://www.nlm.nih.gov/mesh/>

² <https://www.openehr.org/>

³ <http://www.datasus.gov.br/cid10/V2008/cid10.htm>

⁴ <https://www.snomed.org/snomed-ct>

⁵ <https://www.snomed.org/member/brazil>

⁶ A pesquisa tem sido conduzida no Programa de Pós-Graduação em Saúde da Mulher, Faculdade de Medicina de uma IES, e observa-se que isso é particularmente verdadeiro no atendimento pré-natal.

⁷ http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2073_31_08_2011.html

Para tal proporciona-se uma visão geral do contexto, descrevendo duas terminologias padrão em uso no Brasil, a saber, a Classificação Internacional de Doenças (CID) e a Systematized Nomenclature of Medicine (Snomed – CT). Em seguida, apresenta-se método para identificar e separar sobreposições epistemológicas comuns em declarações da CID, a partir de princípios ontológicos. Finalmente aplica-se o método a um conjunto de declarações com o objetivo de construir um novo artefato baseado em ontologias orientado para interoperabilidade semântica, o qual é aqui denominado Artefato Ontológico CID.

Pela natureza interdisciplinar da pesquisa, cabem esclarecimentos adicionais sobre termos e expressões, alguns já citados, utilizados no restante do artigo, a saber: ontologia, princípios ontológicos, interoperabilidade, sobreposição epistemológica, vocabulário, terminologia.

A disciplina da Ontologia Aplicada (MUNN e SMITH, 2008) faz uso de princípios metafísicos para criar boas ontologias como artefatos tecnológicos, ou seja, é uma disciplina que congrega as duas acepções de ontologia, em filosofia e em sistemas de informação. Ainda assim, para maior clareza, utiliza-se no restante do artigo a expressão princípios ontológicos para fazer referência a princípios metafísicos da ontologia filosófica, e a expressão artefato ontológico para fazer referência à ontologia criada no contexto dos sistemas de informação. Por princípios ontológicos, entende-se aqui o conjunto de subteorias adotadas na metafísica para fundamentar o entendimento da realidade, como por exemplo, a teoria do todo-parte, a teoria da identidade, dentre outras (MUNN; SMITH, 2008). Cabe ainda destacar que a discussão sobre as teorias subjacentes a ontologia filosófica e as teorias tradicionalmente adotadas na ciência da informação – por exemplo, Hjørland (2011) e Dahlberg (1978), para citar autores seminais – está além dos objetivos desse artigo.

O termo interoperabilidade se popularizou e tem sido utilizado em diversos contextos com diferentes significados (UKOLN, 2005). Neste artigo, o termo se refere à interoperabilidade automática (sem intervenção humana) e de caráter semântico. O termo “semântica” é entendido aqui como utilizado na Web Semântica, ou seja, semântica formal (ALMEIDA, SOUZA e FONSECA, 2011).

Por sobreposição epistemológica indica-se a presença de expressões usadas para definir uma entidade em declarações das terminologias clínicas, as quais não são passíveis de representação adequada em artefatos ontológicos visando à interoperabilidade automática (BODENREIDER, SMITH e BURGUN, 2004). Exemplos desses termos são: a severidade de uma dor, a possibilidade de um infarto, a localização de um edema e diversos outros. É possível buscar interoperabilidade considerando o uso de termos objetivos, que tenham referente no mundo real (FARINELLI e ALMEIDA, 2014); mas não é possível determinar, por exemplo, a qual severidade se faz referência. Ontologias são alternativas à representação, mas não são capazes de expressar adequadamente certos aspectos subjetivos da realidade (ALMEIDA, 2013).

Os instrumentos de organização da informação relacionados à medicina aparecem sob diversas denominações: cabeçalho de assunto, classificação, nomenclatura, modelo, para citar alguns já apresentados. Está além dos objetivos deste trabalho discutir cada uma dessas denominações e em que medida são sinônimas. Para fins deste artigo, adota-se o termo genérico terminologias clínicas (SCHULZ *et al.*, 2017) e faz-se a distinção por variantes quando necessário.

O restante do presente trabalho está assim organizado. A seção 2 apresenta uma visão geral sobre terminologias clínicas, evidenciando duas das principais em uso no Brasil. A seção 3 aborda os princípios ontológicos aplicados a terminologias clínicas para a construção de artefatos ontológicos.

A seção 4 explica a metodologia de pesquisa e a seção 5 traz resultados parciais da construção do artefato ontológico. Finalmente a seção 6 oferece considerações finais e expectativas de trabalhos futuros.

TERMINOLOGIAS CLÍNICAS – UMA VISÃO GERAL

As terminologias clínicas envolvidas nas práticas de cuidados de saúde são variadas, conforme anteriormente mencionado, e vêm sendo criadas para diversos fins à medida que aumenta o volume e complexidade de informação de saúde. Schulz *et al.* (2017) adotam o termo genérico terminologias clínicas, ainda que atentando para as distinções: i) terminologias de interface, para se referir a modelos

como o OpenEHR, que tenta padronizar termos presentes em PEPs; ii) terminologias de referência, como a SNOMED CT, que devem fornecer termos para classes que representam casos gerais; iii) terminologias de agregação, que contêm regras entre as classes que estão implícitas em códigos numéricos, como a CID, para fins estatísticos.

Vários profissionais usam termos, siglas, acrônimos e abreviações, dentre outras formas de expressão em prontuários, as quais carecem de alguma uniformidade (figura 1). Seja qual a sua origem e objetivo, as terminologias são em geral criadas buscando algum nível de uniformidade nessas formas de expressão utilizadas no contexto de atendimento clínico (LEE *et al.*, 2014; DIAS, 2014).

Figura 1 –Uniformidade via terminologias médicas



Fonte: adaptado de <http://www.this.or.th/files/interopbook.pdf>.

Como vêm sendo desenvolvidas há mais de 100 anos, as terminologias clínicas formam hoje um verdadeiro emaranhado com diferentes objetivos e formas de representação. Em geral, esses instrumentos são conceitualmente confundidos na literatura quanto a sua origem e suas aplicações (KEISER, ABU-HANNA e ZWETSLOOT-SCHONK, 2000; RUBIM *et al.*, 2008).

Para proporcionar uma visão geral da organização da informação via terminologias clínicas na área médica, a presente seção introduz a CID, por sua importância e por ser compulsória em países filiados à Organização Mundial da Saúde (OMS) e a SNOMED CT, por apresentar maior abrangência e por estar sendo traduzida para linguagens de representação processáveis por máquina.

CID

As cinco primeiras versões CID – ou Classificação de Bertillon – foram iniciativas do governo francês (LAURENTI *et al.*, 2013). A OMS assumiu a responsabilidade da classificação e em 1948 publicou a 6ª versão. Em 1989 foi publicada a 10ª revisão, e o documento recebeu a denominação *Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde – CID-10*. Essa é a versão traduzida para a língua portuguesa e adotada no Brasil. Por fim, a versão mais recente – 11ª revisão – foi divulgada em junho de 2018, mas ainda sem data para adoção no Brasil.

A CID é uma terminologia de agregação, com cerca de 13.000 termos (versão 10), que afirma padronizar doenças, distúrbios, lesões e outras condições de saúde (WHO, 2016), além de incluir causas de mortalidade e morbidade (CASCÃO *et al.*, 2014). O título da classificação faz referência a doenças, mas na verdade as declarações CID são utilizadas na prática para codificar diagnósticos a partir da análise de prontuários de pacientes.

A organização da CID é hierárquica e baseada em um extenso esquema de códigos alfanuméricos denominado capítulos. Os capítulos contêm agrupamentos, que consistem em conjuntos denominados pela CID categorias.

As categorias têm um código, uma letra e dois dígitos e são subdivididas no que a CID denomina subcategorias. Nas subcategorias, a cada código, adiciona-se um ponto e um algarismo de 0 ao 9, formando assim o código completo da doença, causa de morte ou condição (figura 2) (DI NUBILA, 2007).

Figura 2 – Exemplo da organização da CID

| | |
|--------------|--|
| Capítulo | III Doenças do sangue e dos órgãos hematopoiéticos e transtornos imunitários (D50-D89) |
| Agrupamento | D50-D53 Anemias nutricionais |
| Categoria | D50 Anemia por deficiência de ferro |
| Subcategoria | D50.0 Anemia por deficiência de ferro secundária à perda de sangue (crônica) |

Fonte: adaptado de <http://www.datasus.gov.br/cid10/V2008/cid10.htm>.

O esquema de classificação possui eixo variável e os dados estatísticos são agrupados em grandes grupos, a saber: i) doenças epidêmicas; ii) doenças congênitas; iii) doenças locais; iv) doenças do desenvolvimento; v) doenças em consequência a traumatismos. O agrupamento pode ainda ser dividido entre dois outros grupos: i) grupo anatômico, que reúne doenças por local anatômico; e ii) grupo especial, que reúne circunstâncias de saúde persistentes na população (MENDES, 2011, p.25). Esses eixos norteiam a classificação, e cada doença possui um local único na estrutura, ou seja, resulta em um código único (WHO, 2016a).

Na codificação de mortalidade e morbidade são usados sinais e convenções, por exemplo: i) cruz (+) e adaga (†), como código primário para indicar a doença subjacente ou causa básica; ii) chaves { }, para inclusões e exclusões para a qualificação dos termos; iii) o jogo da velha #, para o capítulo sobre neoplasias, benigna ou maligna; iv) sigla SOE, isto é, sem outra especificação e similares; v) remissivas ver, ver também e similares.

Informações advindas dos prontuários de pacientes – relativas a doenças, diagnósticos, condições, lesões e causas de morte – são codificadas por um profissional codificador, que identifica o diagnóstico de mortalidade ou morbidade a partir do prontuário de paciente e atribui o código CID (VERAS e MARTINS, 1994; TOMIMATSU *et al.*, 2009). Tanto em instituições financiadas pelo Sistema Único de Saúde (SUS) quanto na saúde suplementar o código é usado para fins estatísticos, epidemiológicos, vigilância em saúde, atividades administrativas e faturamento.

SNOMED CT

A SNOMED CT é resultado da junção de duas iniciativas anteriores, a saber: a Systematized Nomenclature of Medicine – Reference Terminology (SNOMED – RT); e a United Kingdom Clinical Terms Version 3 (UK CTV3). É mantida pela International Health Terminology Standards Development Organisation (IHTSDO) e é composta por mais de 350.000 classes, 957.000 descritores e 1.370.000 relações (DIAS, 2014).

A IHTSDO sugere que a SNOMED CT é uma terminologia de referência que inclui todos os domínios da saúde: estruturas corporais, procedimentos e aspectos relacionados à saúde, bem como o contexto social (SNOMED, 2017). A terminologia tem sido traduzida para uma forma processável por máquina a fim de tornar a SNOMED CT a base para “estruturação e a interoperabilidade entre os sistemas de informação, permitindo a codificação, o armazenamento, a troca e a agregação dos dados clínicos” (BARRA e SASSO, 2011, p.1143).

A informação na SNOMED CT está organizada hierarquicamente em uma estrutura que pode ser expandida e mostrar termos ascendentes e descendentes (figura 3). Ainda apresenta informações detalhadas sobre o termo pesquisado, disponibilizadas em um *browser* acessível a qualquer profissional ou instituição.

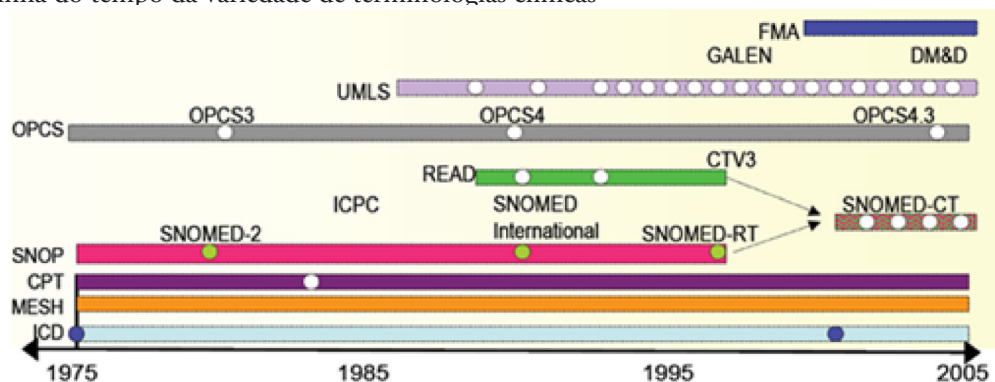
Figura 3 – Propriedades do conceito Body Structure na SNOMED CT

The screenshot displays the SNOMED CT browser interface for the concept 'Body structure (body structure)'. The interface is organized into several sections:

- Concept Details:** Includes tabs for 'Summary', 'Details', 'Diagram', 'Expression', 'Refsets', 'Members', and 'References'.
- Parents:** Shows the parent concept as 'SNOMED CT Concept (SNOMED RT+CTV3)'.
- Main Concept:** 'Body structure (body structure)' with SCTID: 123037004. It lists several English (en) synonyms: 'Body structure', 'Body structures', and 'Body structure (body structure)'.
- Children (8):** Lists eight child concepts:
 - Anatomical or acquired body structure (body structure)
 - Anatomical organizational pattern (body structure)
 - Anatomical site notations for tumor staging (body structure)
 - Body structure, altered from its original anatomical structure (morphologic abnormality)
 - Nonspecific site (body structure)
 - Normal anatomy (body structure)
 - Topography not assigned (body structure)
 - Topography unknown (body structure)

Fonte: <http://browser.ihtsdotools.org/>.

Figura 4 – Linha do tempo da variedade de terminologias clínicas



Fonte: Jupp, 2007, p. 7.

Os componentes básicos da terminologia SNOMED CT são denominados conceito, descrição e relacionamento. A informação clínica está representada por conceitos, os quais têm descrições e podem ter sinônimos. As relações entre os conceitos possibilitam a atribuição de características adicionais ao conceito (OLIVEIRA, ALMEIDA e QUINTELA, 2013). Todos os componentes da SNOMED CT possuem um identificador único denominado SNOMED CT Identifier. Essa composição numérica é regida por regras que geram sequência unívoca de códigos evitando duplicidade. A SNOMED CT pode ser implementada de diferentes modos e com diferentes propósitos em sistemas de informação, como em aplicações para Prontuários Eletrônicos do Paciente (PEPs), para suporte à decisão clínica, no apoio à interoperabilidade e na criação de relatórios (SNOMED, 2017).

PRINCÍPIOS E ARTEFATOS ONTOLÓGICOS EM TERMINOLOGIAS

A proliferação de terminologias clínicas não é necessariamente profícua, uma vez que resulta em grande número de termos, às vezes redundantes, às vezes sobrepostos, o que compromete as possibilidades de interoperabilidade entre sistemas e a automação (FREITAS, SCHULZ e MORAES, 2009). A maioria das terminologias clínicas (figura 4) não foi planejada para fins de automação e, nesse sentido, são colocadas à prova quando utilizadas em conjunto com as novas tecnologias, como por exemplo, a Web Semântica (ANDRADE, 2013).

Dois casos comuns em terminologias clínicas exemplificam as dificuldades de buscar interoperabilidade: i) muitos termos são definidos por expressões da linguagem natural associadas por relações informais (FREITAS, SCHULZ e MORAES, 2009); ii) existem diferentes formas de representação em terminologias clínicas e os termos ou expressões são muitas vezes declarações disfarçadas de classes reais⁸ (BODENREIDER, SMITH e BURGUN, 2004, p. 2 - tradução nossa).

De fato, termos e relações definidos informalmente não são úteis na busca pela interoperabilidade entre máquinas, uma vez que máquinas precisam de declarações rigorosas e formais (ALMEIDA, 2013). A comunicação e o intercâmbio de dados em larga escala entre unidades de saúde fazem com que dados compartilhados sejam úteis apenas se sua interpretação permitir chegar às mesmas conclusões. Outra questão relacionada é o uso de declarações que não têm correspondência direta com as entidades da realidade. Tais declarações contêm aspectos epistemológicos que não são passíveis de representação adequada em um artefato ontológico para inferência automática.

A seção Sobreposição epistemológica detalha e exemplifica a assim chamada sobreposição ontológica; a seção Princípios e artefatos ontológicos em terminologias apresenta um modelo intermediário, também baseado em princípios ontológicos bem fundamentados, que vai ser utilizado no método desenvolvido.

⁸ [...] disguised assertions about such genuine classes [...]

A SOBREPOSIÇÃO EPISTEMOLÓGICA

A sobreposição de aspectos epistemológicos é relativamente comum nas terminológicas clínicas, como será possível verificar nesta pesquisa. Já definida na seção Introdução, a sobreposição epistemológica pode ser entendida, de modo simples, ao se verificar a presença de dados complementares agregados aos termos que, embora sejam relevantes para o atendimento médico, não têm lugar em uma representação formal. Isso ocorre porque os profissionais de saúde envolvidos na produção de terminologias não têm formação em ontologias e classificação (LISS et al., 2003). Bodenreider, Smith e Burgun (2004) enfatizam que “é importante, por uma série de razões, que as classes denotadas por termos clínicos representem o mais próximo possível das classes naturais que existem na realidade”⁹ (BODENREIDER, SMITH e BURGUN, 2004, p.10 - tradução nossa).

As subcategorias CID contêm uma variedade de dados que nem sempre dizem respeito à definição de uma doença ou de um diagnóstico, o que configura a sobreposição. Por isso as subcategorias da CID têm sido denominadas aqui declarações CID, uma vez que não podem ser confundidas com uma abordagem científica para categorias (ACKRILL, 1963). Para melhor entendimento da necessidade de reduzir a sobreposição epistemológica, apresenta-se uma definição de ontologia em sistemas de informação (GUIZZARDI, 2007):

Uma ontologia é uma especificação conceitual que descreve o conhecimento sobre um domínio, o qual é independente dos estados epistêmicos e estados de coisas. Além disso, a ontologia pretende restringir as possíveis interpretações do vocabulário da linguagem de forma que seus modelos lógicos se aproximem tanto quanto possível do conjunto de estruturas de mundo pretendidas para a conceitualização daquele domínio.¹⁰ (GUIZZARDI, 2007, p.8 - grifo nosso)

⁹ It is important for a number of reasons that classes denoted by biomedical terms represent as closely as possible the genuine classes which exist in reality.

¹⁰ An ontology is a conceptual specification that describes knowledge about a domain in a manner that is independent of epistemic states and state of affairs. Moreover, it intends to constrain the possible interpretations of a language's vocabulary so that its logical models approximate as well as possible the set of intended world structures of a conceptualization C of that domain.

Essa definição indica que, para construir uma ontologia, deve-se adotar termos ou expressões que são independentes de aspectos epistemológicos ou contextuais, aspectos esses muito comuns na linguagem humana. Isso ocorre porque ontologias são instrumentos voltados para máquinas e, assim, incapazes de apreender contexto ou lidar com aspectos subjetivos. É por essa incapacidade que se busca verificar e reduzir, tanto quanto possível, a presença de aspectos epistemológicos dos termos quando se busca por interoperabilidade automática entre sistemas.

Diversos casos de sobreposição são referenciados na literatura (RECTOR, 1999, STENZHORN et al. 2008, FREITAS, SCHULZ e MORAES, 2009; BODENREIDER, SMITH e BURGUN, 2004; MARCO-RUIZ et al., 2017). Cada caso apresentado a seguir inclui um nome atribuído à sobreposição e exemplos mostrando que as declarações nem sempre definem apenas uma doença ou diagnóstico. A forma como essas declarações são reorganizadas a partir de princípios ontológicos para reduzir a sobreposição é assunto de seção posterior (Modelos ontológicos intermediários para a CID).

Caso 1: termos que não se referem exatamente ao diagnóstico de uma doença

- Sintoma de doença desconhecida: quando termo identifica sintoma, e a doença é desconhecida, por exemplo, “hemoptise” (hemorragia dos pulmões);
- condições ou fatos relacionados: quando termo identifica condições ou fatos que não são doenças, nem diagnósticos, como “status pós-apendicectomia”;
- severidade de doença: quando termo identifica estágio e severidade de doença, por exemplo, “pneumonia severa”;
- identificação ambígua doença-diagnóstico: quando o termo identifica tanto a doença quanto o diagnóstico da doença, como “hipertensão”;

Caso 2: termos que incluem a técnica de identificação

- técnica de identificação de doença: quando o termo identifica a técnica usada pelo médico, por exemplo, bactérias Gram-positivas (“Staphylococcus Aureus”) aparecem na cor violeta em exames de microscópio;
- descoberta fortuita de doença: por exemplo, “colelitíase assintomática” nomeia a condição na qual cálculos biliares são descobertos por ultrassonografia, tomografia ou raio X, sendo que os exames foram prescritos por outra observação, por exemplo, sangue na urina;

Caso 3: termos que incluem localização

- localização da doença: por exemplo, “tuberculose de glândulas adrenais” identifica local, mas a bactéria da tuberculose pode também afetar o pulmão e outros órgãos;

Caso 4: termos que incluem lesões, manifestações e ferimentos associados

- lesões e manifestações: por exemplo, “fratura sem dano intracranial” informa que a presença de uma lesão (a lesão intracraniana) no contexto de uma fratura foi verificada e descartada;

Caso 5: termos que incluem modalidade ou possibilidade

- modalidade da doença: termos definitivo e provável em abscesso definitivo tubo-ovariano e provável abscesso tubo-ovariano são modalidades;
- possibilidade de doença: por exemplo, “suspeita de tuberculose” indica uma suposição do médico;

Caso 6: termos que exibem vagueza

- termo vago associado: quando o termo exhibe descritores vagos como “não especificado, por exemplo: “fratura exposta de vértebra cervical não especificada”;

Caso 7: termos usados para obter uma partição completa do domínio

- termo para completar partição: quando se usam termos como “outro”, por exemplo, “outra tuberculose respiratória especificada, sem outra especificação”;

Caso 8: termos que combinam códigos

- termo com códigos combinados: por exemplo, combina-se doença do coração e doença crônica dos rins como resultado de hipertensão; o código aplicado a um paciente é ambíguo pois se refere a pelo menos três instâncias de doenças diferentes.

MODELO ONTOLÓGICO INTERMEDIÁRIO PARA A CID

Artefatos ontológicos podem prover alternativas na busca pela interoperabilidade e automação ao tornar explícita a visão de mundo assumida e restringir o significado adotado para o termo (FARINELLI e ALMEIDA, 2014). Esse tipo de alternativa é relevante para os objetivos desta pesquisa, em que se busca contribuir com melhorias para terminologias clínicas, e, em última instância, proporcionar avanços no cuidado à saúde e atendimento continuado.

De fato, o uso de artefatos ontológicos é essencial em terminologias clínicas por questões de escala. A SNOMED-CT, por exemplo, tem mais de 300 mil termos, o que torna impossível manutenção manual.

Além disso, os artefatos ontológicos são capazes de inferências automáticas¹¹, o que favorece ainda mais seu uso na manutenção de grandes terminologias.

Para chegar ao resultado da pesquisa, ao qual se denominou Artefato Ontológico CID, e aplicá-lo a códigos CID é necessário identificar a sobreposição epistemológica e criar um modelo para reorganizar o conhecimento das declarações CID.

¹¹ Ontologias construídas a partir de representações formais são capazes de gerar conhecimento novo, a partir de conhecimento existente, através de softwares conhecidos como motores de inferência.

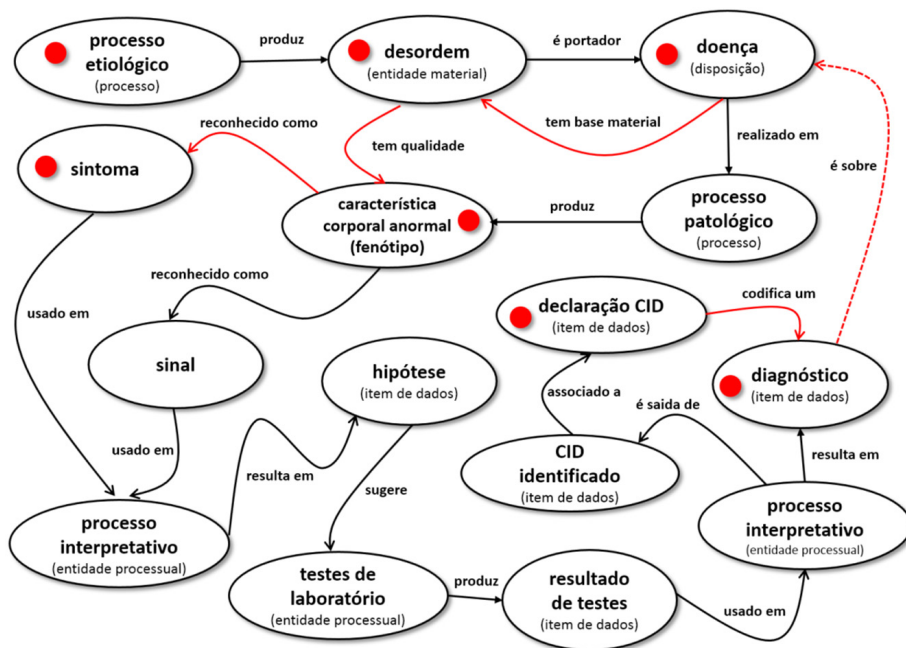
Esse modelo denominado aqui Modelo Ontológico Intermediário para a CID (figura 5) foi concebido a partir de inúmeras iniciativas internacionais¹² :

- “Ontology for General Medical Science (OGMS), ontologia de domínio que representa as etapas de uma doença, desde o processo etiológico até o tratamento;
- Information Artifact Ontology (IAO), ontologia de nível médio para a representação de tipos de entidades de conteúdo de informação, como documentos;
- Human Disease Ontology (DOID), ontologia de domínio criada para organizar ontologicamente doenças, diagnósticos, fenótipos, desordens, dentre outras entidades;
- Basic Formal Ontology (BFO), ontologia de alto nível desenvolvida com o propósito de prover os níveis mais genéricos para classificação de entidades do mundo.

O modelo desenvolvido funciona da seguinte maneira: uma declaração CID selecionada codifica um diagnóstico após a análise de um PEP; a declaração CID é sobre uma doença, a qual é realizada por processo patológico; a doença é resultado de uma desordem material no organismo produzida por um processo etiológico específico; a desordem tem como propriedade uma característica corporal anormal, que é identificada como um sintoma. Apenas as classes marcadas com uma bola foram consideradas nessa etapa da pesquisa.

O uso de princípios ontológicos em sistemas de informação possibilita a descrição de uma parte da realidade com ambiguidade reduzida e rigor necessário à interoperabilidade. Do mesmo modo, o uso de princípios ontológicos em terminologias clínicas pode gerar um artefato ontológico bem fundamentado e adequado ao uso por máquinas.

Figura 5 – Modelo Ontológico Intermediário para a CID



Fonte: criado pelos autores.

¹² todos as iniciativas citadas podem ser acessadas no BioPortal em <https://biportal.bioontology.org/>

MÉTODO E APLICAÇÃO

A interoperabilidade semântica é relevante para os PEPs pois, apenas a partir dela, dois PEPs de uma mesma paciente, produzidos em diferentes unidades de saúde, podem ser integrados automaticamente. A busca pela interoperabilidade passa por melhorias na qualidade dos dados possibilitadas pela conexão de termos das terminologias clínicas a termos dos PEPs.

No restante da presente seção, descrevem-se os passos metodológicos para alcançar a Artefato Ontológico CID e resultados preliminares de aplicação do método a códigos CID reais.

PASSOS METODOLÓGICOS

O método para construção do Artefato Ontológico CID, obtido a partir de diversos testes empíricos e refinamentos, consiste em seis passos:

Passo 1: selecionar e identificar escopo

Delimita-se a aplicação do método a um capítulo CID. Analisa-se preliminarmente o material a partir de aspectos relevantes para a criação do modelo intermediário: doença; diagnóstico; etiologia (agente e causas); local (anatomia humana).

Passo 2: identificar a sobreposição de aspectos epistemológicos

Analisa-se uma declaração CID por vez, de acordo com os casos de sobreposição (descritos na seção Sobreposição epistemológica), os quais são registrados para uso nos passos seguintes.

Passo 3: decompor a declaração de acordo com o Modelo Ontológico Intermediário para a CID

Decompor a declaração selecionada de acordo com modelo descritos na seção Modelo ontológico para a CID, considerando (para o presente trabalho) apenas as classes: declaração CID; diagnóstico; doença; desordem; característica corporal anormal; sintoma; processo etiológico.

Passo 4: implementar em ferramenta

Com o editor de ontologias Protégé¹³, reorganizar gradativamente a terminologia clínica CID no novo artefato— o Artefato Ontológico CID – o qual contém subclasses do Modelo Ontológico Intermediário para a CID. Na verdade, esse passo corresponde à passagem do Modelo Intermediário para o Artefato Ontológico final.

Passo 5: adicionar dados e metadados à CID

Buscar conteúdo na internet e em dicionários especializados para preencher subclasses do Modelo Intermediário, para os quais a CID nem sempre fornece conteúdo, por exemplo: características corporais anormais, processo etiológico, desordem, dentre outros. Dessa forma o modelo é ainda enriquecido com metadados.

Passo 6: validar os aspectos médicos da decomposição com especialistas

Ao final do passo 5, já se tem o resultado final da pesquisa, ou seja, o Artefato Ontológico CID. O último passo necessário é a validação dos resultados com especialistas a respeito da adequação das informações inseridas e da decomposição.

RESULTADOS DE APLICAÇÃO DO MÉTODO

Nessa seção, descrevem-se os resultados parciais da aplicação do método à CID.

Resultado do passo 1:

A amostra selecionada para experimentos correspondeu ao item A do capítulo II da CID.

¹³ O Protégé é uma ferramenta para criar, editar e gerenciar ontologias, desenvolvida pelo grupo de pesquisa Stanford Medical Informatics da Escola de Medicina da Universidade de Stanford.

Figura 6 – Fragmento do capítulo I da CID, navegador do DataSUS

A00-A09 Doenças infecciosas intestinais

A00 Cólera

A00.0 Cólera devida a *Vibrio cholerae* 01, biótipo cholerae
Cólera clássica

A00.1 Cólera devida a *Vibrio cholerae* 01, biótipo El Tor
Cólera El Tor

A00.9 Cólera não especificada

A01 Febres tifóide e paratifóide

A01.0 Febre tifóide
Infecção devida à *Salmonella typhi*

A01.1 Febre paratifóide A

A01.2 Febre paratifóide B

A01.3 Febre paratifóide C

Fonte: <http://www.datasus.gov.br/cid10/V2008/cid10.htm>.

Conforme a metodologia (passo 1), analisou-se o material a partir de características específicas que proporcionem uma visão geral sobre o tema abordado. Os dados apresentados na tabela 1 permitem entender preliminarmente o capítulo da CID. Apesar de conter dezenas de subcategorias CID, o capítulo selecionado apresenta número muito inferior de tipos de doenças e número também inferior de diagnósticos possíveis.

Isso ocorre porque a CID declara um único tipo de doença agregada a diversas variações, por exemplo: de agente etiológico, local de ocorrência no corpo humano, dentre outros. Além disso, as mesmas doenças identificadas com essas variações estão descritas em outros capítulos CID, permitindo concluir que existe repetição e redundância na classificação.

Tabela 1 – Fragmento da análise preliminar das declarações CID

| Código | Título | Análise preliminar |
|---------|--|--|
| A00-A09 | Doenças infecciosas intestinais | “infecciosas” diz respeito à desordem; “intestinais” diz respeito à anatomia (local) |
| A00 | -Cólera devida a <i>Vibrio cholerae</i> 01, biótipo cholerae | inclui um tipo de diagnóstico, dois agentes etiológicos e um local |
| A00.1 | -Cólera devida a <i>Vibrio cholerae</i> 01, biótipo El Tor | |
| A01.0 | -Febre tifoide | inclui dois tipos de diagnósticos (tifoide e paratifoide); dois agentes etiológicos e um local |
| A01.1 | -Febre paratifoide A | |
| A01.2 | -Febre paratifoide B | |
| A01.3 | -Febre paratifoide C | |
| A08 | -Infecções intestinais virais, outras e não especificadas | inclui dois tipos de diagnóstico, um agente etiológico com três variantes e um local |
| A08.0 | -Enterite por rotavírus | |
| A08.1 | -Gastroenteropatia agente de Norwalk | |
| A08.2 | -Enterite por adenovírus | |
| A08.3 | -Outras enterites virais | |
| A08.4 | Infecção intestinal a vírus não especificado | |

Resultado do passo 2:

As subcategorias CID analisadas poderiam apresentar sobreposição epistemológica. A sobreposição, caso presente, foi identificada de acordo com os tipos determinados em seção anterior e registrada para ser anotada na ontologia no passo seguinte (passo 3). Exemplos de identificação de sobreposição epistemológica estão na tabela 2.

Tabela 2 – Identificação de sobreposição epistemológica

| Código | Subcategoria CID | Sobreposição identificada |
|--------|---|---------------------------------------|
| B00.5 | afecções oculares devidas ao vírus do herpes | termos que combinam códigos |
| B00.1 | dermatite vesicular devida ao vírus do herpes | lesões e manifestações verificadas |
| B00.0 | eczema herpético | identificação de doença e diagnóstico |
| B00.3 | meningite devida ao vírus do herpes | termo inclui etiologia |

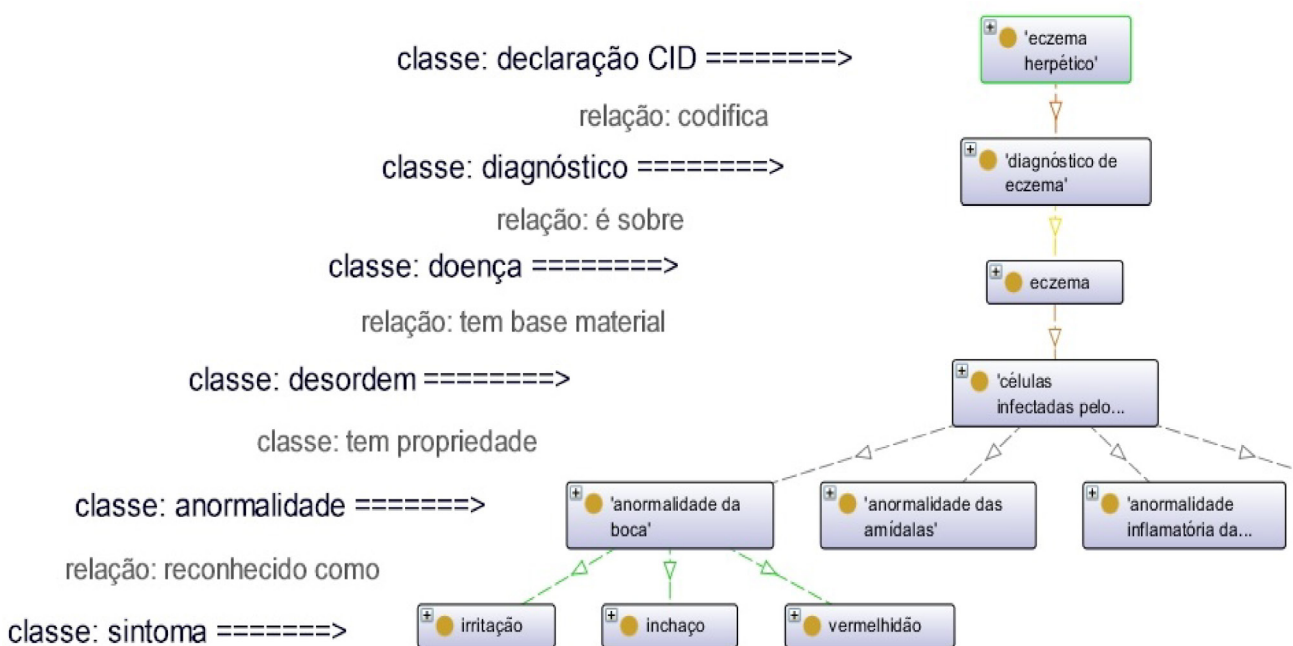
A tabela 2 mostra, por exemplo, que o código CID B00.5 – afecções oculares devidas ao vírus do herpes – na verdade se refere a mais de uma doença, e podem existir vários diagnósticos possíveis. O código CID B00.1 – dermatite vesicular devida ao vírus do herpes – além da doença, inclui lesões e manifestações, as quais não definem a doença. O código B00.3 agrega também a etiologia (infecção por vírus).

Resultado do passo 3 e do passo 4:

À medida que as declarações CID foram sendo decompostas, o conhecimento médico foi organizado no Modelo Ontológico Intermediário para a CID.

O resultado dessa etapa está distribuído em várias classes do modelo, já inserido no editor de ontologias. A figura 7 mostra conjuntos de classes organizadas de acordo como o modelo, em visualização da ferramenta.

Figura 7 – Fragmento do Modelo Ontológico para a CID no Protégé



Fonte: Criado pelos autores.

Figura 8 – Anotações e conhecimento complementar registrado

The screenshot shows the OntoGraf interface for the class 'gingivoestomatite e faringoamigdalite devida ao vírus do herpes'. The left sidebar lists related classes like 'de pele e mucosas CLASSE ABSTRATA B00.2' and 'e devida ao vírus do herpes'. The central panel displays annotations such as 'rdfs:label [language: pt] gingivoestomatite e faringoamigdalite devida ao vírus do herpes' and 'rdfs:comment [language: pt] _sobreposição: termo inclui etiologia + termo com códigos combinados'. A detailed description on the right explains the condition as a combination of gingivitis and stomatitis. Red circles highlight the 'rdfs:comment' annotations, with labels 'anotação do tipo de sobreposição' and 'conhecimento suplementar sobre a entidade'.

Fonte: Criado pelos autores.

Figura 9 – Resultado do Artefato Ontológico CID

The screenshot displays a hierarchical tree of CID classes on the left, with 'coréia reumática com comprometimento cardíaco' selected. The right panel shows the class's annotations: 'rdfs:label [language: pt] coréia reumática com comprometimento cardíaco', 'rdfs:label [type: rdfs:Literal] I02.0', and a detailed description: 'Coreia reumática de Sydenham é um distúrbio neurológico que afeta a coordenação de movimentos em crianças e adolescentes. WIKI'. It also shows 'rdfs:comment' terms and 'rdfs:seeAlso' for 'coréia de Sydenham'. The 'Equivalent To' section lists 'coréia reumática sem comprometimento cardíaco'.

Fonte: Criado pelos autores.

Resultado do passo 5:

Nesse passo, buscou-se na Internet e em dicionários especializados conhecimento suplementar ausente na classificação CID, mas necessário para compor o Modelo Ontológico Intermediário para a CID. Exemplos são: características corporais anormais, processo etiológico, desordem, dentre outros. Além disso, são também transferidos para a ferramenta as anotações sobre o tipo de sobreposição ontológica (figura 8).

Após a criação do artefato, ele deveria ser avaliado por especialistas (passo 6). Esse passo não foi executado nesse ponto da pesquisa.

Resultados do passo 6:

O resultado do passo 5 é o resultado da pesquisa, ou seja, o Artefato Ontológico CID (figura 9).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo apresentou um estudo sobre terminologias clínicas relevantes para a padronização terminológica, bem como para a efetiva comunicação e tomada de decisão em saúde. Foram apresentados procedimentos metodológicos para construção de um artefato ontológico que reduz a sobreposição epistemológica e, em última instância, favorece a interoperabilidade semântica de sistemas de informação que usam a CID.

O resultado final é o Artefato Ontológico CID, ao qual se aplicou um fragmento em parte do modelo para fins de teste do método. Os resultados deixam claro que a CID possui declarações que mesclam diversos aspectos da teoria e da prática médica, que estão além da definição simples e direta de uma doença. O método criado, a sistematização de problemas de sobreposição epistemológica e o modelo intermediário são contribuições diretas da pesquisa.

A CID foi escolhida por sua importância no contexto brasileiro de cuidados à saúde, mas o método também é aplicável à SNOMED CT e outras terminologias.

Cabe citar que existem pesquisas internacionais similares, por exemplo, Marco-Ruiz *et al.* (2017), realizada para a SNOMED CT e em língua estrangeira.

Outro exemplo consiste na iniciativa de Ma *et al.* (2014), que objetiva transformar a terminologia atual da Medicina Tradicional Chinesa (MTC) desenvolvida com base no SNOMED CT em uma ontologia, devido às limitações e características não ontológicas desta última. Já Schulz *et al.* (2014) discutem a não adequação da proposta de alinhamento da CID-11 ao SNOMED CT, sugerido pelo grupo formado entre a OMS e a IHTSDO, devido ao compromisso ontológico divergente entre elas.

Os resultados da pesquisa evidenciam que as terminologias clínicas nem sempre estão preparadas para uso no contexto digital e da Web Semântica. Identificar e eliminar sobreposições em termos ou expressões dessas terminologias resulta em artefatos ontologicamente bem fundamentados e benefícios na busca por interoperabilidade, por exemplo, entre PEPs de dois hospitais. Uma indicação da iniciativa de que essa pesquisa vai em um caminho frutífero são iniciativas internacionais no mesmo sentido já mencionadas e a tradução da SNOMED – CT (adotado pelo Brasil) para uma linguagem de representação de artefatos ontológicos.

Cabe ainda discutir brevemente questão que pode ser levantada por qualquer pesquisador de ciência da informação: um artigo da área não deveria conter mais fontes de classificação e organização do conhecimento? Referências sobre classificação são inúmeras, mas pode-se citar como exemplo Gnoli, Marino e Rosati (2006), Hjørland (2011), e a seminal Dahlberg (1978), para ficar com alguns poucos. Apesar da relevância desses autores, dentre outros, eles não pesquisam ontologias, as quais demandam um nível de rigor mais elevado e necessário para o uso em máquinas, e não o nível para instrumentos usados por pessoas. Os princípios de classificação podem até ser os mesmos, mas há diferenças na abordagem e diferenças radicais na sua aplicação, por exemplo: teóricas, relativas às teorias filosóficas subjacentes; e práticas, relativas ao nível de controle de vocabulário.

Esse assunto já foi amplamente debatido há anos, por exemplo, em Almeida (2013), Almeida, Souza e Fonseca (2011), Schulz *et al.* (2009), dentre diversos outros.

Almeida, Souza e Fonseca (2011) classificam os instrumentos de organização da informação em para pessoas (informal) ou para máquinas (formal), explicando que a diferença entre as abordagens tradicionais da CI e a das ontologias. Almeida (2013) esclarece e organiza os sentidos da palavra ontologia incluindo na análise, além de três sistemas filosóficos básicos, o sistema de Ranganathan. Schulz *et al.* (2009) fornecem um exemplo do MeSH, onde se encontram relações como Plasma narrower_than Blood e Fetal_Blood narrower_than Blood. Essa construção não funciona do ponto de vista ontológico: a relação ontológica adequada aqui é a relação partitiva e não a relação de subsunção reproduzida de maneira não formal nos tesouros via as duplas termo-genérico e termo-específico. Não há nada de errado nessas formas de organizar a informação, e a MeSH continua um instrumento perfeito para fins de indexação de literatura e recuperação de documentos, mas não para uso em ontologias.

A ciência da informação, majoritariamente, vem trabalhando há décadas em uma perspectiva na qual o controle de vocabulário é feito no ambiente de linguagem natural, que atende a tesouros e outros instrumentos. Como interdisciplinar que é, a ciência da informação também aborda a pesquisa em ontologias, em que a literatura na área está ainda em construção. Ontologias, enfatiza-se mais uma vez, executam controle de vocabulário em nível lógico para bem desempenharem seu papel no mundo digital.

Diversos outros exemplos podem ser dados para diferenciar e aproximar as várias teorias que a ciência da informação abrange, as quais não são apresentadas aqui por limitações de espaço. Sugere-se ao leitor verificar discussões mais recentes sobre o assunto em KLESS *et al.* (2012), Almeida (2016), Almeida (2018), para citar alguns, as quais estão além dos objetivos deste trabalho.

Como limitações deste artigo, citam-se a não validação no momento da decomposição realizada, por profissionais de saúde; o uso de apenas uma parte das classes do modelo intermediário; e a não finalização da ontologia em termos formais (axiomas e regras). Em pesquisas futuras, planeja-se realizar a reorganização e criar o Artefato Ontológico CID completo, para todos os capítulos da CID. Além disso, será realizada a validação com especialistas e a aplicação do novo artefato em sistemas de informação clínicos, por exemplo, no suporte à codificação da CID em PEPs. Espera-se que na continuidade da pesquisa promovam-se melhorias em sistemas de informação das unidades de saúde e, em última instância, nos cuidados à saúde e atendimento continuado ao cidadão brasileiro.

REFERÊNCIAS

- ACKRILL, J. L. Aristotle's Categories and De Interpretatione. Oxford: Clarendon Press, 1963. (Translation with notes).
- ALMEIDA, M.B. Revisiting Ontologies: a necessary clarification. *Journal of the American Society of Information Science and Technology*. v. 64, n. 8. p.1682-1693, 2013.
- ALMEIDA, M.B. Provocações acadêmicas: ontologias, tesouros, documentos, conteúdo de documentos, e ... unicórnios. In: LIMA, G. A. B. O. *et al.* *Pesquisa Integrada em Organização do Conhecimento e Recuperação da Informação*. 2016. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/144174/1/Anais-II-Seminario-MHTX-2016.pdf>. Acesso em: 21 mar. 2018.
- ALMEIDA, M.B. *Níveis de representação para interoperabilidade entre dados médicos*. Rio de Janeiro: Universidade Federal Fluminense, 2018. Capítulo de e-book. no prelo.
- ALMEIDA, M. B.; SOUZA, R. R.; FONSECA, F. Semantics in the Semantic Web: a critical evaluation. *Knowledge Organization Journal*, v. 38, n. 3, pg. 187-203, 2011.
- ANDRADE, A. Q. de. *A linguagem médica utilizada em prontuários e suas representações em Sistemas de Informação*: as ontologias e os modelos de informação. 2013. 2010f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Ciência da Informação, 2013. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/BUBD-9HHGLS>. Acesso em: 13 mar. 2018.
- BARRA, D. C. C.; SASSO, G. T. M. D. Padrões de dados, terminologias e sistemas de classificação para o cuidado em saúde e enfermagem. *Rev. bras. enferm.*, v. 64, n. 6, p. 1141-1149, 2011. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-71672011000600023&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 01 fev. 2018.

- BODENREIDER, O.; SMITH, B.; BURGUN, A. The Ontology-Epistemology divide: a case study in medical terminology. *Form Ontol Inf Syst*, v. 2004, p.185-195, 2004.
- BOWKER, G. C. The history of information infrastructures: the case of the international classification of diseases. *Information Processing & Management*, v.32, n.1, p. 49-61, 1996.
- BRASIL. Ministério da Saúde. *Portaria n. 2073, de 31 de agosto de 2011*. Regulamenta o uso de padrões de interoperabilidade e informação em saúde para sistemas de informação em saúde no âmbito do Sistema Único de Saúde, nos níveis Municipal, Distrital, Estadual e Federal, e para os sistemas privados e do setor de saúde suplementar. Disponível em: http://bvsm.sau.gov.br/bvs/sau/legis/gm/2011/prt2073_31_08_2011.html . Acesso em: 27 mar. 2018.
- CASCÃO, A. M.; Di NUBILA, H. B. V.; LAURENTI, R. *Manual de treinamento: codificação em mortalidade (aluno)*. São Paulo: USP. FSP. Centro Brasileiro de Classificação de Doenças, 2014. 142 p. Disponível em: http://www.dive.sc.gov.br/conteudos/Sistema_Informacao/Sim/Webconferencias/2014/Manual%202014_Aluno.pdf. Acesso em: 31 ago. 2017.
- CEUSTERS, W. et al. Ontology-based error detection in SNOMED CT. In: FIESCHI, M.; COIERA, E. *Medinfo 2004: Proceedings Of The 11th World Congress On Medical Informatics (Studies in Health Technology and Formatics)*. [S.l.]: O C S L Press, 2004. Disponível em: <http://ebooks.iospress.nl/publication/21030>. Acesso em: 16 abr. 2018.
- DAHLBERG, I. Teoria do conceito. *Ci. Inf.*, v. 7, n. 2, p. 101-107, 1978.
- DIAS, T. F. de F. *Método para mapeamento entre terminologias em saúde, visando a interoperabilidade entre sistemas de informação*. 2014. Dissertação (Mestrado em Bioengenharia) - Bioengenharia, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2014. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/82/82131/tde-28032016-135323/pt-br.php%3e>. Acesso em: 05 fev. 2018.
- DI NUBILA, H. B. V. *Aplicações das classificações CID-10 e CIF nas definições de deficiência e incapacidade*. 2007. Tese (Doutorado). Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, 2007. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6132/tde-09042007-151313/pt-br.php> . Acesso em: 21 ago. 2017.
- FARINELLI, F.; ALMEIDA, M.B. Interoperabilidade semântica em sistemas de informação de saúde por meio de ontologias formais e informais: um estudo da norma openehr. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL ACESSO ABERTO, PRESERVAÇÃO DIGITAL, INTEROPERABILIDADE, VISIBILIDADE E DADOS CIENTÍFICOS, 2014, Porto Alegre. *Anais[...]* Porto Alegre, 2014. Disponível em: http://mba.eci.ufmg.br/downloads/Biredial2014_144_web.pdf . Acesso em: 02 ago. 2018.
- FREITAS, F.; SCHULZ, S.; MORAES, E. Pesquisa de terminologias e ontologias atuais em biologia e medicina. *RECIIS – R. Eletr. de Com. Inf. Inov. Saúde*, v.3, n.1, p.8-20, mar., 2009. Disponível em: https://www.academia.edu/7329012/Pesquisa_de_terminologias_e_ontologias_atuais_em_biologia_e_medicina. Acesso em: 22 jan. 2018.
- GNOLI, C., MARINO, V., ROSATI, L. *Organizzare la conoscenza: dalle biblioteche all'architettura dell'informazione*. Milano: Tecniche Nuove, 2006.
- GUIZZARDI, G. On Ontology, ontologies, conceptualizations, modeling languages, and (Meta) models. In: FRONTIERS IN ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND APPLICATIONS, DATABASES AND INFORMATION SYSTEMS, 4., 2007, Amsterdam. *Proceedings[...]*. Amsterdam, 2007. Disponível em: <https://www.inf.ufes.br/~gguizzardi/FAIA.pdf> . Acesso em: 04 abr. 2018.
- HJØRLAND, B. *Is classification necessary after Google?* España: Universidade da Coruña, 2011. Disponível em: http://www.iskoiberico.org/wp-content/uploads/2014/09/19-30_Hjorland.pdf . Acesso em: 8 out. 2018.
- JUPP, S. *Document Navigation: Ontologies or Knowledge Organisation Systems*. England: University of Manchester, 2007.
- KEIZER, N.F.de; ABU-HANNA, A.; ZWETSLOOT-SCHONK, J.H.M. Understanding terminological systems I: terminology and typology. *Methods of Information in Medicine*, v. 39, p. 16 -21, 2000. Disponível em: https://pure.uva.nl/ws/files/3425359/21469_105809y.pdf . Acesso em: 12 out. 2017.
- KLESS, D. et al. A method for re-engineering a thesaurus into an ontology. In: Donnelly, M.; Guizzardi, G. (ed.). *Formal Ontology in Information Systems. Proceedings of the Seventh International Conference (FOIS 2012)*. [S.l.]: IOS Press, 2012. Disponível em: https://www.ruhr-uni-bochum.de/phth/jansen/Texte/Kless%20et%20al_A%20method%20for%20reengineering%20a%20thesaurus%20into%20an%20ontology%20_FOIS%202012_Preprint.pdf. Acesso em: 8 out. 2018.
- LAURENTI, R. et al. A Classificação Internacional de Doenças, a Família de Classificações Internacionais, a CID-11 e a Síndrome Pos-Poliomielite. *Arq. Neuro-Psiquiatr.*, v. 71, n. 9A, p. 3-10, 2013. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-282X2013000900111&lng=en&nrm=iso . Acesso em: 15 ago. 2017.
- LEE, D. et al. Literature review of SNOMED CT use. *J Am Med Inform Assoc.*, n. 21, p. e11–e19 , 2014. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3957381/>. Acesso em: 06 fev. 2018.
- LISS P.E. et al. Terms used to describe urinary tract infections--the importance of conceptual clarification. *APMIS*, v. 111, n. 2, p. 291 - 299, 2003. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12716385> . Acesso em: 5 jun. 2017.
- MA, L. et al. Ontological reconstruction of the clinical terminology of traditional Chinese medicine. *Front. Med.*, v. 8, n. 3, p. 358–361, 2014.
- MARCO-RUIZ, L et al. Alignment of information models and domain ontologies. In: *Ontology-based terminologies for healthcare: Impact assessment and transitional consequences for implementation - project report*. [S.l.]: Nasjonalt senter for e-helseforskning Postboks 35, 2017. cap. 8.

- MENDES, E. V. *As redes de atenção à saúde*. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde, 2011. Disponível em: http://bvsm.s.saude.gov.br/bvs/publicacoes/redes_de_atencao_saude.pdf. Acesso em: 26 jun. 2018.
- MUNN, K.; SMITH, B. *Applied Ontology: An Introduction*. Berlin: Ontos Verlag, 2008. 342p.
- OLIVEIRA, J. P.; ALMEIDA, M. B.; QUINTELA, E. L. Uma visão geral sobre fontes de informações em saúde. In: CONGRESSO ISKO ESPANHA E PORTUGAL, 11., 2013, Porto. *Atas*[...]. Porto: Faculdade de Letras da Universidade do Porto, 2013. Disponível em: <http://www.iskoiberico.org/wp-content/uploads/2014/09/porto13.pdf>. Acesso em 30 jan. 2018.
- RECTOR, A. L. Clinical terminology: why is it so hard? *Methods of Information in Medicine*, v. 38, n. 4, p. 239-252, 1999.
- RECTOR, A. L.; QAMAR, R.; MARLEY, T. Binding ontologies and coding systems to electronic health records and messages. *Applied Ontology*, v. 4, n. 1, p. 51-69, 2009. Disponível em: <http://ceur-ws.org/Vol-222/krmed2006-p02.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2018.
- RUBIN, D. L., SHAH, N. H., NOY, N. Biomedical Ontologies: a functional perspective. *Briefing in Bioinformatics.*, v. 9, n. 1, 2008.
- SCHULZ, S. *et al.* Interface Terminologies, Reference Terminologies and Aggregation Terminologies: A Strategy for Better Integration. *Stud Health Technol Inform.*, n. 245, 2017, p. 940-944. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29295238>. Acesso em: 29 jul. 2018.
- SCHULZ, S. *et al.* Strengths and limitations of formal ontologies in the biomedical domain. *Rev Electron Comun Inf Inov Saude.*, v. 3, n. 1, 2009, p. 31- 45. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2904529/>. Acesso em: 29 jul. 2018.
- SCHEUERMANN, R. H.; CEUSTERS, W.; SMITH, B. Toward an Ontological Treatment of Disease and Diagnosis. In: AMIA SUMMIT ON TRANSLATIONAL BIOINFORMATICS, 2009, San Francisco. *Proceedings*[...]. San Francisco, CA, 2009. p 116-120.
- SCHULZ, S. *et al.* What's in a Class? Lessons Learnt from the ICD – SNOMED CT Harmonisation. *Stud Health Technol Inform.*, n. 205, p. 1038-42, 2014.
- SCHULZ, S. *et al.* Strengths and limitations of formal ontologies in the biomedical domain. *Rev Electron Comun Inf Inov Saude.*, v. 3, n. 1, 2009, p. 31–45. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2904529/>. Acesso em: 29 jul. 2018.
- SITTIG D. G. Grand challenges in medical informatics? *J Am Med Inform Assoc.*, n. 1, 1994, p.412–13.
- STENZHORN, H. *et al.* Adapting clinical ontologies in real-world environments. *J Univers. Comput Sci.*, v. 14, n. 22, p.3767–3780, 2008.
- SYSTEMATIZED NOMENCLATURE OF MEDICINE - SNOMED CT. *SNOMED CT: starter guide*. 2017. Disponível em: <https://confluence.ihtsdotools.org/display/DOCSTART/SNOMED+CT+Starter+Guide>. Acesso em: 29 jan. 2018.
- TOMIMATSU, M. F. A. I.; ANDRADE, S. M.; SOARES, D. A. Qualidade da informação sobre causas externas no sistema de informações hospitalares. *Revista de Saúde Pública*, v. 43, n. 3, p. 413-420, 2009.
- UKOLN. *Interoperability focus: looking at interoperability*. 2005. Disponível em: <http://www.ukoln.ac.uk/interop-focus/about/leaflet.html>. Acesso em: 04 jun. 2013.
- VERAS, C. M. T.; MARTINS, M. S. A confiabilidade dos dados nos formulários de autorização de internação hospitalar (AIH). *Cadernos de Saúde Pública*, v. 10, n. 3, p. 339-355, 1994.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. *Classifications*. 2016. Disponível em: <http://www.who.int/classifications/icd/en/>. Acesso em: 21 ago. 2017.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. *International statistical classification of diseases and related health problems ICD-10: instruction manual*. France, 2016 (a). v.2. Disponível em: http://apps.who.int/classifications/icd10/browse/Content/statichtml/ICD10Volume2_en_2016.pdf. Acesso em: 22 ago. 2017.