

## Métodos de mapeamento entre Arquétipos e Ontologias: uma Revisão Sistemática

Mapping methods between Archetypes and Ontologies: a Systematic Review

Métodos sobre mapeo entre Arquétipos y Ontologías: una Revisión Sistemática

Mariana Crisostomo Martins<sup>1</sup>, Renato de Freitas Bulcão-Neto<sup>1</sup>

### RESUMO

**Descritores:** Saúde;  
Sistemas de Informação;  
Métodos; Revisão

**Objetivo:** Este artigo apresenta uma revisão sistemática sobre métodos de mapeamento de dados clínicos definidos em arquétipos do padrão OpenEHR para uma representação ontológica equivalente e processável por máquinas, para tratar a interoperabilidade semântica entre Sistemas de Informação em Saúde (SIS). **Método:** De um conjunto de 7 fontes de pesquisa, foram recuperados 87 estudos, dos quais, após a aplicação de critérios de exclusão, restaram 11 artigos para análise. **Resultados:** Em geral, os métodos de mapeamento adotam uma abordagem dirigida a modelos, apoiada pela terminologia SNOMED-CT e por especificações e ferramentas da Web Semântica. **Conclusão:** Os autores esperam que este trabalho contribua com a comunidade ao revisar as pesquisas que tratam o problema da interoperabilidade semântica em SIS com métodos de mapeamento entre arquétipos e ontologias.

### ABSTRACT

**Keywords:** Health;  
Information Systems;  
Methods; Review

**Objective:** This paper presents a systematic review of clinical data mapping methods defined in OpenEHR standard archetypes for an equivalent and machine-processable ontological representation to address the semantic interoperability problem between Health Information Systems (HIS). **Method:** From a set of 7 sources of research, 87 studies were retrieved, of which, after the application of exclusion criteria, 11 papers remain for analysis. **Results:** In general, the mapping methods adopt a model-oriented approach, supported by the SNOMED-CT terminology and by Semantic Web specifications and tools. **Conclusion:** The authors hope that this work will contribute to the community by reviewing the researches that deal with the problem of semantic interoperability in SIS with archetypal mapping methods and ontologies.

### RESUMEN

**Descriptores:** Salud;  
Sistemas de Información;  
Métodos; Revisión

**Objetivo:** Este artículo presenta una revisión sistemática sobre métodos de mapeo de datos clínicos definidos en los arquétipos del estándar OpenEHR para una representación ontológica equivalente y procesable por máquinas para tratar la interoperabilidad semántica entre Sistemas de Información en Salud (SIS). **Método:** De un conjunto de 7 fuentes de investigación se recuperaron 87 estudios, de los cuales, después de la aplicación de criterios de exclusión, quedaron 11 artículos para análisis. **Resultados:** En general, los métodos de mapeo adoptan un enfoque dirigido a modelos, apoyado por la terminología SNOMED-CT y por especificaciones y herramientas de la Web Semántica. **Conclusión:** Los autores esperan que este trabajo contribuya con la comunidad al revisar las investigaciones que tratan el problema de la interoperabilidad semántica en SIS con métodos de mapeo entre arquétipos y ontologías.

<sup>1</sup>Instituto de Informática, Universidade Federal de Goiás - INF-UFG, Goiânia (GO), Brasil.

## INTRODUÇÃO

Apesar da crescente adoção de diversos tipos de Sistemas de Informação em Saúde (SIS), a maioria desses sistemas tem atuado de forma isolada, sem integração, nem compartilhamento de informações entre si<sup>(1)</sup>. A interoperabilidade permite que SIS, mesmo que diferentes quanto a finalidades e aspectos técnicos, democratizem o acesso a suas informações, principalmente sob o aspecto da semântica das mesmas<sup>(2)</sup>.

No âmbito da interoperabilidade semântica entre SIS, a Portaria n. 2073/2011 do Ministério da Saúde determina que, para permitir a interoperabilidade em sistemas de saúde, é necessário tratar as equivalências semânticas de dados clínicos. O padrão *OpenEHR*, descrito nessa mesma portaria, busca, por meio de arquétipos, expressar formalmente o conhecimento clínico para estruturas em níveis mais abstratos<sup>(1)</sup>. Assim, um arquétipo define componentes de uma hierarquia do conhecimento, define e restringe nomes e atributos, tipos de dados e intervalos de valores, e trata de relacionamentos e dependências definidos a partir do conhecimento do domínio.

Para que se promova a interoperabilidade semântica de dados clínicos entre SIS pode-se adotar as ontologias, que correspondem a uma especificação formal e explícita de uma conceitualização compartilhada sobre um domínio de conhecimento. Em outras palavras, uma ontologia é um modelo formal de conceitos, propriedades, relações, funções, restrições e axiomas, portanto com semântica explícita definida para as informações modeladas. O uso de ontologias previne diferentes interpretações, possibilita a interoperabilidade entre sistemas, e ainda propicia a reutilização e a extensão de definições de outras ontologias existentes.

No contexto da representação formal e explícita de dados clínicos, acredita-se na existência de uma relação próxima entre ontologias e arquétipos, estes sugeridos pela Portaria n. 2073/2011, com vistas a promover a interoperabilidade semântica entre SIS. Dessa forma, espera-se que os dados clínicos inseridos em um SIS possam ser compartilhados e interpretados sob a mesma semântica por diferentes SIS.

O objetivo deste trabalho consiste, portanto, em compreender o processo de mapeamento – envolvendo métodos, etapas, artefatos, ferramentas e aplicações – entre dados clínicos na forma de arquétipos para uma representação ontológica equivalente e processável por máquinas, com vistas à interoperabilidade semântica entre SIS<sup>(3)</sup>. Para isso, foi realizada uma revisão sistemática da literatura cuja questão de pesquisa principal envolve a identificação de métodos que combinem arquétipos em Saúde e ontologias. As questões derivadas da questão principal incluem descobrir os principais artefatos produzidos, as fases identificadas em cada método, as ferramentas utilizadas como apoio, e possíveis aplicações que se beneficiam com a manipulação entre arquétipos e ontologias.

Este artigo está organizado como segue: a Seção 2 discorre sobre o método usado nesta pesquisa; a Seção 3 reporta os resultados obtidos; a Seção 4 traz a discussão

dos resultados; e a Seção 5 apresenta as conclusões.

## MÉTODO

Esta seção descreve o protocolo de revisão sistemática adotado nesta pesquisa<sup>1</sup>. Este protocolo é composto de cinco fases: planejamento, execução, seleção, extração e conclusão.

A fase de **planejamento** inclui a formulação das questões de pesquisa, a seleção das fontes de pesquisa e a definição da *string* de busca e dos critérios de inclusão e exclusão de estudos. Em função do foco deste estudo, foram definidas a questão de pesquisa principal (QP) e as questões específicas (QE) a seguir:

**QP:** quais são os **métodos** existentes para transformação de dados clínicos na forma de arquétipos para uma representação ontológica?

**QE1:** quais são os **artefatos** utilizados nessa transformação?

**QE2:** quais são as **fases** envolvidas na transformação de arquétipos para ontologias?

**QE3:** quais são as **ferramentas** usadas para apoiar essa transformação?

**QE4:** quais são as **aplicações em saúde** envolvidas nesse processo?

Para a seleção das fontes de pesquisa, foram adotados os seguintes critérios:

- fornecer mecanismos de busca via *strings* com suporte a expressões lógicas;
- produzir os mesmos resultados sempre que a mesma *string* de busca for inserida;
- disponibilizar mecanismo de consulta na Web;
- ser relacionada a temas de Informática em Saúde; e
- permitir filtro por ano de publicação.

Com base nesses critérios, foram escolhidas 7 fontes de pesquisa que os satisfazem: *ACM DL*, *Portal BVS*, *IEEE Xplore DL*, *LILACS*, *PubMed*, *SciELO* e *Springer*. Foi também definido que seriam considerados os estudos escritos em **inglês**, **espanhol** e **português** com ano de publicação entre **2007** e **2016**, ou seja, dos últimos 10 anos.

O passo seguinte incluiu a definição das *strings* de busca a serem executadas em todas as fontes de pesquisa escolhidas. Decidiu-se também que as *strings* seriam aplicadas nos **metadados** de cada estudo. A definição das *strings* de busca foi antecedida por testes com diferentes *strings* para analisar os resultados de busca obtidos e verificar a precisão destes em relação às *strings* utilizadas. Assim, chegou-se às *strings* de busca a seguir:

- *String* para artigos em **inglês**: (ontology AND archetype AND “electronic health record”) OR (archetype AND ehr AND ontology)

- *String* para artigos em **espanhol**: (ontología AND arquetipo AND “registro de salud electrónico”) OR (arquetipo AND hce AND ontología)

- *String* para artigos em **português**: (ontologia AND arquetipo AND “registro eletrônico de saúde”) OR

<sup>1</sup> A documentação completa do protocolo encontra-se disponível em [goo.gl/LDdkUg](http://goo.gl/LDdkUg).

(arquétipo AND res AND ontologia)

Foram também criados 8 critérios para a exclusão de estudos dados como irrelevantes em relação ao objeto de estudo. O critério 1 a 5 a seguir são auto-explicativos, enquanto que os de 6 a 8 delinham o assunto que deve ser abordado nos estudos encontrados:

1. Artigo duplicado;
2. Artigo que não possui texto completo disponível online gratuitamente na Web, ou em periódicos Capes;
3. Artigo cujo corpo foi escrito em idioma diferente dos especificados no protocolo;
4. Artigo que não é de periódico, nem de anais científicos;
5. Artigo cujo ano de publicação não se encontra no filtro temporal;
6. Artigo cujo assunto não é relacionado à Informática em Saúde;
7. Artigo que não trata de arquétipos e de ontologias aplicados em Saúde;
8. Artigo que não trata de método, artefato e fase envolvidos no processo de transformação de arquétipos para ontologias (critério utilizado para exclusão na etapa de extração).

Por fim, definiu-se que seriam considerados como material de pesquisa apenas os estudos científicos **primários** do tipo artigos de **periódicos** ou de **conferências**, que devem satisfazer os critérios de inclusão, e não se enquadrarem nos critérios de exclusão de estudos. Todas as definições estabelecidas para este protocolo foram documentadas e executadas com o apoio da ferramenta *StArt* (*State of the Art through Systematic Review*<sup>II</sup>).

A fase de **execução** da revisão sistemática consistiu em executar as *strings* de busca, nos três idiomas escolhidos, em cada uma das fontes de pesquisa<sup>III</sup> definidas neste protocolo. Todos os trabalhos encontrados nesta fase foram documentados na ferramenta *StArt*, para que posteriormente pudessem ser aplicados os critérios de inclusão e exclusão.

Como resultado da fase de execução das *strings* de busca, foram identificados 87 estudos, distribuídos por fonte de pesquisa conforme descreve a Tabela 1. Como se observa, nenhum estudo foi retornado das fontes *LILACS* e *SciELO*.

**Tabela 1** – Quantidade de artigos identificados por fonte de pesquisa na fase de execução.

Fonte de pesquisa	Quantidade
ACM DL	11
IEEE Xplore DL	3
Portal BVS	9
PubMed	13
Springer	51
LILACS	0
SciELO	0
<b>Total</b>	<b>87</b>

II Disponível para download em [http://lapex.dc.ufscar.br/tools/start\\_tool](http://lapex.dc.ufscar.br/tools/start_tool).

III Todas as buscas foram realizadas no dia 26 de novembro de 2016.

Na etapa de **seleção** dos trabalhos, esses 87 artigos foram submetidos aos critérios de inclusão e exclusão definidos neste protocolo. A seleção desses estudos foi realizada a partir da leitura do **título** e do **resumo** de cada um desses artigos. Esta análise se deu a fim de elucidar através da leitura do título e resumo se o artigo tratava do tema especificado ou não. Observou-se que, frequentemente, o título e o resumo atendiam à *string* de busca, mas não abordavam Informática em Saúde, ou a transformação de arquétipos e ontologias. Para cada estudo selecionado, foi atribuído um status (aceito, excluído ou dúvida). Em caso de dúvida, o artigo era analisado junto com o orientador da pesquisa.

Como resultado da seleção, identificou-se que 41 estudos foram obtidos de mais de uma das fontes de pesquisa utilizadas no protocolo e 14 foram rejeitados por outros critérios de exclusão, além da duplicação, como mostra a Tabela 2, restando 32 estudos aceitos. Apenas o 8º critério de exclusão não foi utilizado nesta etapa, pois seria necessária a leitura na íntegra de cada estudo para que o critério pudesse ser devidamente aplicado. A Tabela 3 apresenta a distribuição desses 32 artigos, considerados aceitos, por fonte de pesquisa.

**Tabela 2** – Quantidade de artigos rejeitados e o critério de exclusão usado na fase de seleção.

Critério de exclusão	Quantidade
1. Artigo duplicado	41
2. Texto completo indisponível na Web	4
3. Artigo em idioma não especificado no protocolo	1
4. Artigo não é de periódico, nem de anais científico	4
5. Artigo não trata de ontologia e arquétipo	5
<b>Total</b>	<b>55</b>

**Tabela 3** – Quantidade de artigos por fonte de pesquisa aceitos para a etapa de extração.

Fonte de pesquisa	Quantidade
ACM DL	8
IEEE Xplore DL	2
Portal BVS	1
PubMed	4
Springer	17
<b>Total</b>	<b>32</b>

Na etapa de **extração**, fez-se a leitura completa dos estudos considerados como aceitos na etapa de seleção. Embora a ferramenta *StArt* permita definir critérios para priorização de leitura, não se aplicou nenhum critério, pois todos os 32 artigos seriam lidos na íntegra. Desses, apenas 11 estudos foram considerados relevantes segundo o tema e o objetivo desta pesquisa, sendo os demais excluídos. A Tabela 4 exibe a distribuição desses 11 artigos por fonte de pesquisa.

Para a exclusão de artigos nesta etapa, foi adotado o 8º critério de exclusão do protocolo, ou seja, para que cada artigo selecionado fosse considerado relevante para esta pesquisa ele deveria responder, pelo menos, uma das

três seguintes perguntas de pesquisa: método (QP), artefato (QE1) ou fase (QE2). Ressalta-se que este processo de exclusão de trabalhos foi supervisionado pelo orientador desta pesquisa. Como resultado da leitura dos 11 artigos considerados relevantes, resumidos no Quadro 1, foram extraídas as respostas para as perguntas de pesquisa definidas no protocolo.

**Tabela 4** – Quantidade de artigos por fonte de pesquisa considerados relevantes.

Fonte de pesquisa	Quantidade
ACM DL	4
IEEE Xplore DL	2
Portal BVS	0
PubMed	3
Springer	2
<b>Total</b>	<b>11</b>

Por fim, na fase de **conclusão**, foram elaborados gráficos, tabelas e conclusões sobre o processo de revisão sistemática realizado.

## RESULTADOS

Esta seção descreve os resultados obtidos do protocolo de revisão sistemática construído e executado nesta pesquisa. A sumarização de cada estudo analisado baseou-se, principalmente, na extração dos respectivos autores, o ano de publicação, o método de mapeamento arquétipo-ontologia adotado, as etapas que compõem esse método,

os artefatos de entrada e saída envolvidos, as ferramentas computacionais de apoio e, por fim, a aplicação-alvo do estudo de mapeamento arquétipo-ontologia.

Em resposta à **QP** do protocolo de revisão sistemática, dentre os 11 estudos relevantes, três trabalhos<sup>(4-6)</sup> descrevem um **método** para o mapeamento do conhecimento em arquétipos para ontologias usando uma abordagem dirigida a modelos (do inglês *model-driven*). Esse método é descrito como um processo dividido em **três fases**, o que também responde à **QE1** do protocolo, como mostra a Figura 1:

1. um arquétipo ADL (*Archetype Definition Language*) é expresso em um modelo sintático conforme a AOM (*Archive Object Model*), um modelo de instâncias baseado em árvores do qual o analisador ADL obtém objetos para análises específicas;

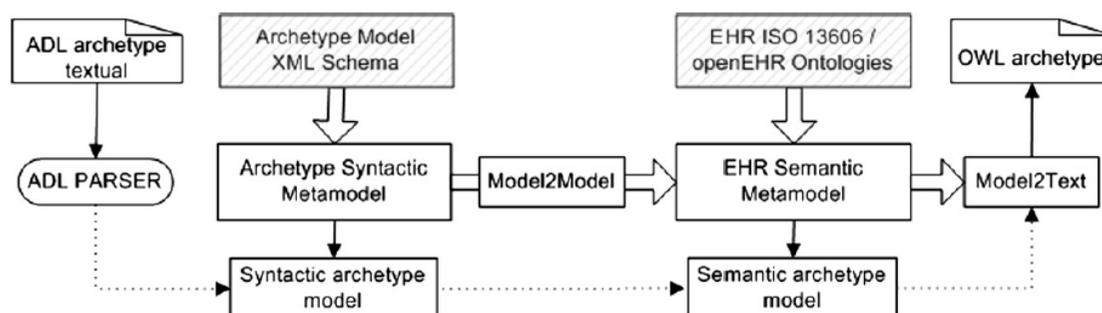
2. esse modelo sintático é transformado em um modelo semântico com base em um conjunto de regras definidas para o mapeamento entre o metamodelo sintático de arquétipo e o padrão CEN/ISO 13606 ou a plataforma *openEHR*;

3. esse modelo semântico é transformado em *OWL* (*Ontology Web Language*), linguagem amplamente usada para modelagem de ontologias, de acordo com modelo para transformação de ontologias EHR, usando o *ODM* (*Ontology Definition Metamodel*)<sup>(7)</sup> para representar UML em *OWL*.

Durante todo esse processo, foi possível identificar **artefatos** produzidos, tais como: um metamodelo e um modelo sintático de arquétipo, um metamodelo e um modelo sintático de EHR, todos utilizados para gerar um

**Quadro 1** – Títulos, referências e anos de publicação dos artigos relevantes para extração.

Título	Ano
Uma abordagem para o desenvolvimento de aplicações no cuidado de saúde pervasivo através do uso de arquétipos <sup>(1)</sup>	2013
Uma leitura ontológica da norma ISO 13606 para o registro eletrônico em saúde <sup>(2)</sup>	2010
Using the Research EHR platform to facilitate the practical application of the EHR standards <sup>(4)</sup>	2012
OWL-based reasoning methods for validating archetypes <sup>(5)</sup>	2013
Integrating semantic dimension into OpenEHR archetypes for the management of cerebral palsy electronic medical records <sup>(6)</sup>	2016
SAMS – A systems architecture for developing intelligent health information systems <sup>(7)</sup>	2013
Interoperable support for collaborative, mobile, and accessible health care <sup>(8)</sup>	2012
A Semantic Web based framework for the interoperability and exploitation of clinical models and EHR data <sup>(9)</sup>	2016
A model-driven approach for representing clinical archetypes for Semantic Web environments <sup>(10)</sup>	2009
Web application for data exchange and follow-up in heart rate turbulence <sup>(11)</sup>	2015
Interoperabilidade semântica em sistemas de informação de saúde por meio de ontologias formais e informais: um estudo da norma OpenEHR <sup>(12)</sup>	2016



Extraído de: Maldonado et al.<sup>(4)</sup>.

**Figura 1** – Processo para transformação de arquétipos em ontologias.

modelo texto para ontologias que se transforma em um arquétipo *OWL*. A validação do arquétipo se dá de acordo com a conformidade do mesmo com a *ADL/AOM*. Esta informação sobre artefatos responde à **QE2** do protocolo.

Uma representação do modelo de referência – que separa informação e conhecimento, com entidades básicas para representar qualquer informação de domínio específico – para uma correspondência na linguagem *OWL* é proposta, obedecendo as seguintes operações<sup>(5)</sup>: classes *UML* são transformadas em classes *OWL*; atributos de classes *UML* são transformados em propriedades *OWL*; cardinalidades são definidas; relacionamentos de herança entre classes *UML* são transformados em axiomas *SubClass*; e atributos são associados à subclasse de restrição. A representação de arquétipos em *OWL* é definida conforme os seguintes passos: as restrições do modelo de referência contido no arquétipo são aplicadas para atributos definidos; e restrições de entidade são definidas com significado em classes *OWL* – tanto arquétipos quanto ontologias importam o modelo de referência. Nesse mesmo estudo, defende-se também que o mapeamento é baseado nas restrições, onde definições de entidade e classes são feitas a partir de restrições nos artefatos.

Uma outra metodologia para transformar arquétipos em ontologias é proposta, na qual, inicialmente, identificam-se os conceitos (primários e secundários) dentro da ontologia, e depois definem-se os relacionamentos entre os conceitos seguindo as diretrizes definidas em documentos médicos<sup>(6)</sup>.

Há pesquisas que realizam comparações entre as linguagens *ADL* e *OWL*: enquanto que a *ADL* é uma linguagem formal de definição, que organiza de forma hierárquica o conhecimento médico consensual delimitado pelas terminologias, a linguagem *OWL* é melhor quando envolve atividades, como comparação, classificação, seleção e consistência do domínio médico<sup>(6)</sup>, sendo também uma ótima linguagem de representação de conhecimento e de implementação de ontologia<sup>(9)</sup>. Limitações da linguagem *ADL* são também apresentadas em relação à *OWL*, pois ao obter a coleção de objetos

do *AOM*, estes não podem ser usados em atividade semântica, que apoiam inferências; por sua vez, a linguagem *OWL* traz como benefícios o apoio a inferências, o desempenho da aplicação que a utiliza e a alta expressividade semântica<sup>(10)</sup>.

Em resposta à **QE3** do protocolo de revisão sistemática, foi identificado o uso de **ferramentas** existentes, ou mesmo a produção de ferramentas para realizar o mapeamento de arquétipos em ontologias. A ferramenta *POSEACLE* contém um mecanismo para representar arquétipos, combinando Web Semântica, engenharia dirigida a modelos e o processo de três fases previamente citado<sup>(10)</sup>. A ferramenta mais citada para a manipulação de ontologias foi a *Protégé*<sup>IV</sup>, enquanto que as mais usadas para a manipulação de arquétipos foram a *LinkEHR*<sup>(9)</sup> e a *Archetype Editor*<sup>V</sup>. Foi também citado o uso da interface *Jena API Module*, que serve para manipular documentos *OWL* e executar consultas *SPARQL*, que é a linguagem de consultas em ontologias *OWL*.

Como resposta à **QE4** do protocolo, foram identificadas as seguintes **aplicações em saúde** com transformação de dados clínicos arquetípicos para ontologias: paralisia cerebral<sup>(6)</sup>, diagnóstico oral<sup>(7)</sup>, cuidados paliativos<sup>(8)</sup> e turbulência de frequência cardíaca<sup>(11)</sup>.

Informações adicionais obtidas como resultado da revisão sistemática incluem o fato da terminologia *SNOMED-CT* (*Systematized Nomenclature of Medicine – Clinical Terms*) ser a mais citada dentre os artigos relevantes desta pesquisa<sup>(7)</sup>; e que os pesquisadores de maior destaque são Marcos Menárguez-Tortosa e Jesualdo Tomás Fernández-Breis, ambos da Espanha, com 4 publicações no total<sup>(4,5,9-10)</sup>.

O Quadro 2 descreve resumidamente os principais resultados obtidos desta revisão: um método de três passos para a transformação de dados clínicos na forma de arquétipos para uma representação ontológica equivalente; a metodologia subjacente que envolve a combinação de tecnologias de Web Semântica (*Protégé*, *OWL* e *SPARQL*) e a abordagem de engenharia dirigida a modelos; e que pesquisadores da Espanha, principalmente, destacam-se quanto ao tema desta pesquisa.

**Quadro 2** – Resultados gerais da revisão sistemática.

Relativo às questões de pesquisa	Achados
Método de mapeamento arquétipo-ontologia mais referenciado	Combinação de arquétipos, ontologias e engenharia dirigida a modelos
Fases na transformação arquétipo-ontologia	Arquétipo em <i>ADL</i> ? modelo sintático em <i>AOM</i> ? modelo semântico com uso da ISO 13606? modelo semântico em <i>OWL</i>
Artefatos produzidos	Metamodelo e modelo sintático de arquétipo, metamodelo e modelo sintático de <i>EHR</i> e arquétipo <i>OWL</i>
Terminologia de Saúde mais referenciada	<i>SNOMED-CT</i>
Ferramentas e especificações de apoio mais referenciadas	<i>Protégé</i> , <i>Archetype Editor</i> <i>Ocean Informatics</i> , <i>OWL</i> e <i>SPARQL</i>
Aplicações em Saúde encontradas	Paralisia cerebral, turbulência de frequência cardíaca, cuidados paliativos e diagnóstico oral
Pesquisadores de maior destaque no tema	Marcos Menárguez-Tortosa e Jesualdo Tomás Fernández-Breis

IV Disponível para download em <https://protege.stanford.edu/>.

V Disponível para download em <http://downloads.oceaninformatics.com/downloads/ArchetypeEditor>.

## DISCUSSÃO

Dado a importância das ontologias e a necessidade de transformação do conhecimento clínico em conhecimento tecnológico processável surge a necessidade do mapeamento de arquétipo para uma ontologia correspondente. Entende-se que os métodos de mapeamento encontrados baseados em engenharia dirigida a modelos são adequados, visto que, são gerados uma série de artefatos que permitem uma tradução detalhada, sistemática e sem perda de informações.

Percebe-se, assim, um alinhamento amplamente aceito das capacidades de arquétipos e ontologias atuarem em conjunto para atingir a interoperabilidade semântica entre sistemas heterogêneos<sup>(11)</sup>. Enquanto arquétipos são definições formais de um diferente nível de conceito de domínio na forma de construção de blocos definidos no modelo de referência, tudo é feito com propósito de facilitar a definição semântica para o conhecimento médico<sup>(4)</sup>. Ontologias são usadas na saúde para promover alta expressividade de informações do domínio clínico, permitir o compartilhamento e o reuso de conhecimento, e ainda contar com suporte a inferências para aplicações médicas<sup>(7)</sup>.

É importante a validação das representações ontológicas já realizadas a partir de ontologias dado o método especificado, bem como análises quantitativas e qualitativas da aplicação do método e da equivalência com os arquétipos utilizados para o mapeamento.

Alguns itens são amplamente aceitos por toda a comunidade, tanto médica quanto de computação, como a terminologia SNOMED-CT e a ferramenta *Protégé* de manipulação de ontologias. E apesar de diversos manipuladores de arquétipos, o mais citado pela literatura é o *Archetype Editor Ocean Informatics*.

## REFERÊNCIAS

- Moraes JLC, Souza WL, Pires LF, Cavalini LT, Prado AF. Uma abordagem para o desenvolvimento de aplicações no cuidado de saúde pervasivo através do uso de arquétipos. *J Bras Tele*. 2013 Dez; 2(4):157-67.
- Santos MR, Bax MP, Pessanha C. Uma leitura ontológica da norma ISO 13606 para o registro eletrônico em saúde. In: *Anais do XII Congresso Brasileiro de Informática em Saúde (CBIS)*; 2010 Out 18-22; Porto de Galinhas, PE.
- Braga RD, Lucena FN, Leitão-Júnior PS. Registro eletrônico em saúde interoperável: os desafios do padrão OpenEHR. *J Health Inform*. 2016; 8(3):103-9.
- Maldonado JA, Martínez-Costa C, Moner D, Menárguez-Tortosa M, Boscá D, Minárrro-Giménez JA, et al. Using the ResearchEHR platform to facilitate the practical application of the EHR standards. *J Biomed Inform*. 2012 Aug;45(4):746-62.
- Menárguez-Tortosa M, Fernández-Breis JT. OWL-based reasoning methods for validating archetypes. *J Biomed Inform*. 2013 Apr;46(2):304-17.
- Ellouze AS, Bouaziz R, Ghorble H. Integrating semantic dimension into OpenEHR archetypes for the management of cerebral palsy electronic medical records. *J Biomed Inform*. 2016 Oct;63:307-24.
- Yilmaz O, Erdur RC, Türksever M. SAMS – A systems architecture for developing intelligent health information systems. *J Med Syst*. 2013; 37(6):9989.
- Mouttham A, Kaziemsky C, Langayan D, Peyton L, Pereira J. Interoperable support for collaborative, mobile, and accessible health care. *Inf Syst Front*. 2012; 14(1):73-85.
- Legaz-García MC, Martínez-Costa C, Menárguez-Tortosa M, Fernández-Breis JT. A Semantic Web based framework for the interoperability and exploitation of clinical models and EHR data. *Knowl Based Syst*. 2016 Aug; 105:175-89.
- Martínez-Costa C, Menárguez-Tortosa M, Fernández-Breis J, Maldonado JA. A model-driven approach for representing clinical archetypes for semantic web environments. *J Biomed Inform*. 2009 Fev; 42(1):150-64.
- Soguero-Ruiz C, Sánchez-Caro A, Mora-Jiménez I, Lechuga L, García-Alberola A, Rojo-Álvarez JL. Web application for data exchange and follow-up in heart rate turbulence. In: Meste O, Cabasson A, editors. *Computing in Cardiology. CinC 2015: Proceedings of the 2015 Computing in Cardiology Conference (CinC)*; 2015 Sept 6-9; Nice, France. Piscataway: IEEE; 2015. p. 193-6.
- Farinelli F, Almeida MB. Interoperabilidade semântica em sistemas de informação de saúde por meio de ontologias formais e informais: um estudo da norma OpenEHR. In: *Anais da IV Conferência BIREDIAL-ISTEC 2014*. Acesso Aberto, Preservação Digital, Interoperabilidade, Visibilidade e Dados Científicos; 2014 Out 15-17; Porto Alegre, RS [citado 2018 nov 16]. Disponível em [http://mba.eci.ufmg.br/downloads/Biredial2014\\_144\\_web.pdf](http://mba.eci.ufmg.br/downloads/Biredial2014_144_web.pdf).

Quanto à descoberta dos pesquisadores de maior destaque, estes foram elucidados mediante a análise de que eles estão envolvidos no maior número de publicações relevantes e que são os mais citados dentre outros artigos analisados neste estudo.

Por fim, embora esta revisão tenha sido realizada por 2 pesquisadores, sendo um com experiência neste tipo de pesquisa, ainda assim não se descarta a possibilidade de haver viés nas etapas de seleção de estudos, extração e análise das informações extraídas.

## CONCLUSÃO

Os autores esperam que este trabalho contribua com a comunidade ao revisar as pesquisas que tratam o problema da interoperabilidade semântica em SIS com métodos de mapeamento entre arquétipos e ontologias, incluindo tanto aspectos metodológicos quanto tecnológicos.

Com os achados decorrentes desta pesquisa, novos trabalhos podem reusá-los ou refiná-los, por exemplo, para o desenvolvimento de novas aplicações, como aquelas que manipulam grafos de conhecimento em Saúde, ou que realizam inferências.

## AGRADECIMENTOS

Mariana Martins agradece ao CNPq pelo financiamento desta pesquisa de iniciação científica. Renato Bulcão Neto agradece à CAPES/FAPEG pela concessão de bolsa de pós-doutorado (Proc. n° 88887.305511/2018-00), realizado no Departamento de Computação e Matemática da FFCLRP-USP, Ribeirão Preto-SP. Os autores também agradecem aos revisores por suas valiosas contribuições.