

O CONTEXTO DE USO DE ONTOLOGIAS NA ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA: UMA REVISÃO SISTEMATIZADA DA LITERATURA NO ÂMBITO DE PESQUISAS DA CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO E DA CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

Reuber da Silva Fonseca

Doutorando em Gestão e Organização do Conhecimento pela
Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil.

E-mail: reuberf@gmail.com

Gercina Ângela de Lima

Doutora em Ciências da Informação pela Universidade Federal de Minas
Gerais. Professora da Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil.

E-mail: limagercina@gmail.com

Resumo

A proposição deste artigo se insere na importância crescente da ontologia no tratamento temático da informação em diversos domínios do mundo real. Seu propósito central consistiu em realizar uma revisão sistematizada da literatura, no âmbito de pesquisas da Ciência da Informação e da Ciência da Computação, que aborda o uso de ontologias na Administração Pública. O presente trabalho enquadra-se como pesquisa qualitativa, de caráter exploratório e de natureza teórico. O objetivo da pesquisa foi identificar artigos disponíveis na literatura nacional e internacional que abordam o uso de ontologias na Administração Pública e realizar uma classificação das obras conforme a estrutura de categorização proposta por Uschold e Gruninger (1996). Foi utilizado parte da Knowledge Development Process-Constructivist (ProKnow-C) como instrumento de seleção da amostra. Como resultado, 18 artigos com reconhecimento científico e alinhados ao tema foram identificados e selecionados para compor o Portfólio Bibliográfico. Posteriormente, foram submetidos à análise de conteúdo e classificação. Como resultado, identificou-se que o apoio à interoperabilidade é o tipo de uso mais comum nas obras analisadas.

Palavras-chave: Sistemas de Organização do Conhecimento; Ontologia; Administração Pública; Revisão Sistematizada da Literatura; ProKnow-C.

THE CONTEXT OF USE OF ONTOLOGIES IN PUBLIC ADMINISTRATION: A SYSTEMATIZED REVIEW OF THE LITERATURE IN THE FRAMEWORK OF INFORMATION SCIENCE AND COMPUTER SCIENCE RESEARCH

Abstract

The proposition of this article is part of the growing importance of ontology in the thematic treatment of information in several real-world domains. Its main purpose is to carry out a systematic review of the literature, within the scope of Information Science and Computer Science research, which addresses the use of ontologies in Public Administration. The present work is part of a qualitative research, of an exploratory nature and of a theoretical nature. The objective of the research was to identify the articles available in the national and international literature that address the use of ontologies in Public Administration and to perform a classification of the works according to the categorization structure proposed by Uschold and Gruninger (1996). Part of the Knowledge Development Process-Constructivist (ProKnow-C) was used as a sample selection tool. As a result, 18 articles with scientific recognition and

aligned with the theme were identified and selected to compose the Bibliographic Portfolio. Subsequently, content analysis and classification were analyzed. As a result, interoperability support is the most common type of use in the works.

Keywords: Knowledge Organization Systems; Ontology; Public administration; Systematized Review of Literature; ProKnow-C.

1 INTRODUÇÃO

Os Sistemas de Organização do Conhecimento (SOC) (em inglês, Knowledge Organization Systems - KOS) podem ser qualificados como um conjunto de instrumentos que formalizam investigações que têm como objeto os conceitos e suas estruturas. Segundo Hodge (2000) estes sistemas abrangem vários tipos de esquemas, adotados na organização da informação e na promoção da gestão do conhecimento, tais como: sistemas de classificação, bancos de dados lexicais, taxonomias, tesouros e ontologias.

A ontologia, entendida neste trabalho como um tipo de SOC, assume importância crescente no tratamento temático da informação em diversos domínios. Sua importância na organização e gestão do conhecimento na medicina, nos acervos digitais, na inteligência artificial, na construção da Web semântica e da Internet das coisas é bastante discutida no âmbito acadêmico. Contudo, a sua definição varia em decorrência da tradição disciplinar em que é operacionalizado. Neste estudo, o conceito operacional adotado é aquele postulado por Gruber (1993). Este parece concatenar um conjunto de elementos que são amplamente aceitos pela comunidade científica interessadas neste tema. Segundo o autor, a ontologia é a especificação formal e explícita de uma conceitualização compartilhada em determinado domínio do conhecimento. (GRUBER, 1993). Desta definição retira-se um possível entendimento sobre alguns dos seus princípios, processos e objeto, quais sejam: a) é uma especificação formal e explícita (princípios); b) aplica-se sobre uma conceitualização compartilhada (processo); e c) em um determinado domínio do conhecimento (objeto).

Como especificação formal e explícita (a) entende-se que a ontologia define e descreve um conjunto de princípios de representação de conhecimento. Gruber (2008) diz que as ontologias definem um conjunto de princípios de representação aplicados na modelagem de domínios de conhecimento. São eles: a) as classes (ou conjuntos); b) os atributos (ou propriedades); e c) os relacionamentos (ou relações entre os membros da classe e indivíduos).

A representação de conceitos e de suas relações por meio destes princípios deve atender para pelo menos dois aspectos: 1) definir e explicitar as propriedades e as restrições (regras) dos conceitos; e 2) estruturar o modelo de forma logicamente consistente a fim de ser possível o seu processamento por máquinas.

A conceitualização compartilhada (b) refere-se ao processo de formação de conceitos, isto é, a atribuição de significados aos objetos do mundo. Gruber (2008) utiliza a ideia da conceitualização no sentido de “uma visão abstrata e simplificada do mundo que desejamos representar para algum propósito.” (GRUBER, 1996, s.n., tradução nossa).

Já uma definição para domínio de conhecimento (c) é oferecida por Hjørland (2017). O autor propõe que “um domínio é um corpo de conhecimento, definido socialmente e teoricamente como o conhecimento de um grupo de pessoas que compartilha comprometerimentos ontológicos e epistemológicos”, (HJØRLAND, 2017, p. 441, tradução nossa). Amorim e Café (2016) afirmam que o conhecimento se manifesta de forma específica, logo o domínio pode assumir a forma de um grupo de usuário, uma disciplina ou um campo de

conhecimento que impõem limites à interpretação de um conceito restringindo o alcance do seu significado.

Posto que, a Ciência da Informação (CI) e a Ciência da Computação (CC) desenvolveram ao longo de sua trajetória consistente literatura acerca da organização e da representação do conhecimento, que têm aplicabilidade na construção de ontologias, esta pesquisa apresenta-se como uma oportunidade de refletir sobre as diversas formas de intervenção na Administração Pública a partir do uso de ontologias.

Este artigo é parte do resultado da tese de doutorado do autor, desenvolvido junto ao Programa de Pós-Graduação em Gestão e Organização do Conhecimento, e consistiu em realizar uma revisão sistematizada da literatura, no âmbito de pesquisas da CI e da CC, que aborda o uso de ontologias na Administração Pública. O objetivo do estudo foi identificar artigos disponíveis na literatura nacional e internacional que abordam o uso de ontologias na Administração Pública e realizar uma classificação das obras conforme a estrutura de categorização proposta por Uschold e Gruninger (1996).

No próximo capítulo são apresentados os procedimentos aplicados e os resultados alcançados na revisão sistematizada da literatura com o objetivo de identificar e relatar o estado da arte do tema. A seguir são apresentados os trabalhos que compuseram o portfólio bibliográfico indicando a abordagem utilizada na pesquisa acerca da aplicação de ontologias na Administração Pública.

2 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

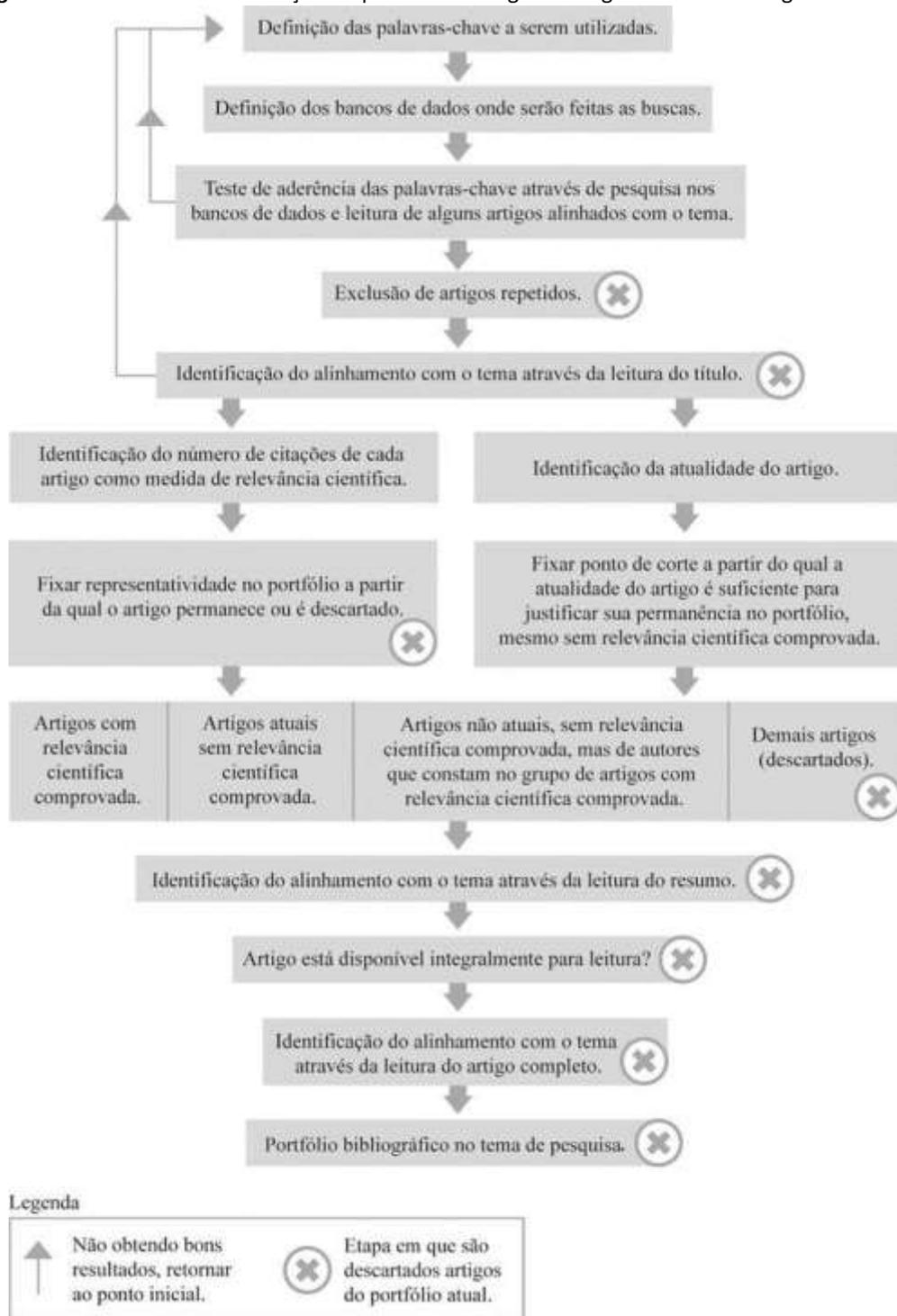
O presente trabalho enquadra-se como pesquisa qualitativa, de caráter exploratório e de natureza teórica. Apresenta-se a seguir as estratégias utilizadas com o propósito de revelar o estado da arte do tema.

Do ponto de vista dos procedimentos técnicos de coleta de dados, esta pesquisa foi realizada com bases de dados bibliográficos ou de artigos públicos online. Estes se constituem de artigos científicos, nacionais e internacionais, disponibilizados nas bases de dados indexadas ao Portal Periódicos CAPES. Por se tratar de um tema interdisciplinar, foram selecionadas publicações da área/ subárea Ciências Sociais Aplicadas – Ciência da Informação, como também da Ciências Exatas e da Terra - Ciência da Computação. No que diz respeito à população e à amostra, foi considerada como população-alvo todas as publicações científicas, com revisão por pares, disponibilizadas nas seguintes bases: a) ACM Digital Library; b) Information Science & Technology Abstracts - ISTA (EBSCO); c) Computer and Information Systems (ProQuest); d) Library and Information Science Abstracts - LISA (ProQuest); e) Library, Information Science & Technology Abstracts with Full Text (EBSCO); f) Web Of Science; g) Scopus; e h) Technology Collection (ProQuest).

No que se refere aos instrumentos de seleção da amostra, utilizou-se o processo de Seleção do Portfólio Bibliográfico, parte da metodologia de construção do conhecimento denominado Knowledge Development Process - Constructivist (ProKnow-C) (ENSSLIN et al., 2010; DUTRA et al., 2015; ENSSLIN, ENSSLIN E DUTRA, 2015). O instrumento apresenta um processo estruturado, orientado sob princípios construtivistas, para apoiar a seleção do portfólio bibliográfico a ser consultado.

Nessa perspectiva, a metodologia propõe vários procedimentos para a seleção de publicações relevantes no tema, conforme Figura 1. O processo supõe uma interação contínua e evolutiva do pesquisador com os resultados de busca da qual resulta a expansão do entendimento do assunto ou tema que se deseja investigar. (ENSSLIN et al., 2015, p. 222).

Figura 1 - Procedimento de seleção do portfólio bibliográfico segundo a metodologia ProKnow-C



Fonte: Afonso *et al.* (2011)

Entre os critérios para descarte de artigos que formaram o portfólio bibliográfico destacam-se: a) artigos repetidos; b) artigos com títulos e/ou resumo não alinhados com o tema; c) artigos com baixa relevância científica; e d) artigos não disponíveis integralmente.

Por se tratar de um tema interdisciplinar, a questão de pesquisa que balizou a escolha das palavras-chave e da estratégia de busca foi a seguinte: qual é o contexto de uso de ontologias na Administração Pública, no âmbito de pesquisas da Ciência da Informação e da Ciência da Computação, na última década?

Para a primeira fase do processo, foram definidos dois núcleos de pesquisa: ontologia e administração pública. Para cada núcleo, foram definidos termos no idioma inglês¹ para compor a estratégia de busca. No núcleo da ontologia, o termo “ontology” foi considerado relevante e suficiente. Já para o núcleo administração pública, foram definidos os termos “public administration” e “public service”. Os termos foram pesquisados de forma combinada, com uso de operadores booleanos e utilizou-se o recurso do truncamento. A combinação das palavras-chave resultou na seguinte estratégia de busca: (ontolog* AND (public administr*)) OR (ontolog* AND (public servic*)). A aderência dos termos utilizados na estratégia de busca foi testada por meio da seleção de cinco artigos aleatoriamente. Concluiu-se pelo alinhamento dos artigos selecionados com o tema da pesquisa.

As pesquisas foram realizadas em abril de 2020 e a temporalidade das obras foi limitada a artigos publicados entre o período de 2010 a 2020. O escopo temporal da pesquisa resulta do crescente interesse pela temática das ontologias, por pesquisadores de ambas as ciências, nos últimos anos. Sendo assim, acredita-se que o recorte de uma década seja suficiente para revelar obras relevantes e de impacto na área.

O número total de trabalhos recuperados por meio da expressão de busca supracitada foi de 100 obras únicas distribuídas entre três bases de dados: Scopus, LISTA e ISTA. O número de trabalhos utilizados para compor o Banco de Artigos Brutos (BAB) é bastante reduzido, indicando que a temática da aplicação de ontologias na administração pública tem sido pouco explorada no âmbito da Ciência da Informação e da Ciência da Computação. A Figura 2 ilustra as etapas executadas e os resultados da filtragem dos artigos conforme metodologia Proknow-C.

A segunda etapa de execução se iniciou com a filtragem dos trabalhos do BAB. Para filtragem das obras, utilizou-se os seguintes critérios: a) a presença de artigos repetidos; b) o alinhamento dos títulos dos artigos com o tema de pesquisa; c) o reconhecimento científico dos artigos; d) o alinhamento dos resumos com o tema; e, também, e) a disponibilidade dos artigos na íntegra nas bases.

Após a exportação do BAB para o software Endnote, duas referências foram identificadas pelo sistema como redundantes e, assim, excluídas. Passo seguinte, os títulos das obras foram lidos para identificar seu alinhamento com a questão de pesquisa. Com base nesta leitura, identificou-se 49 obras alinhadas com a temática. Os demais trabalhos foram rejeitados.

A partir dessa etapa, os dados foram tratados por meio de uma planilha eletrônica a fim de apoiar a análise da relevância científica ou reconhecimento potencial dos artigos selecionados. A metodologia ProKnow-C estabelece como medida de relevância o número de citações do artigo. Para isso, consultou-se o Google Acadêmico, com a intenção de levantar a quantidade de citações de cada obra. Estabelece-se como ponto de corte a existência de pelo

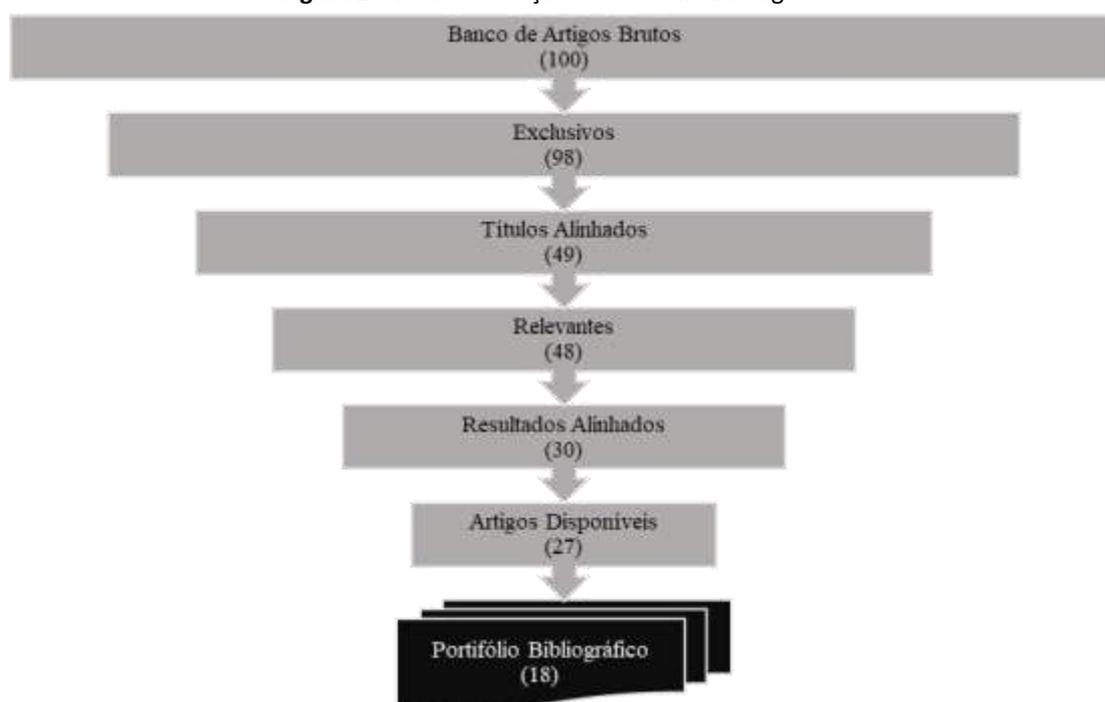
¹ Os testes realizados em português resultaram poucas publicações que também foram recuperadas quando se utilizou termos truncados no idioma inglês. Sendo assim, optou-se por uma estratégia de busca neste idioma.

menos uma citação no Google Acadêmico². Das 49 obras alinhadas com a temática, foram identificadas 36 obras representativas (com títulos alinhados e com reconhecimento científico por meio de citações) que passaram a compor a nova base bibliográfica.

Em paralelo, a lista das demais obras alinhadas com a temática, mas sem relevância científica comprovada, foi apartada em uma nova planilha eletrônica. Conforme prevê a metodologia ProKnow-C, foi estabelecido neste grupo de 13 artigos um ponto de corte pela atualidade (2018-2020). Este passo busca viabilizar a análise de obras recentes que não tiveram tempo para serem conhecidas e citadas. Desta forma, 12 obras recentes foram adicionadas à base bibliográfica. O único artigo não atual (publicado antes de 2018) não foi escrito por autores constantes do grupo de artigos representativos. Por este motivo, conforme os procedimentos de seleção, foi descartado.

Seguindo os procedimentos de seleção do portfólio bibliográfico, procedeu-se à leitura dos resumos dos 48 artigos presentes na base bibliográfica para verificar o alinhamento do conteúdo com a questão norteadora. Destes, identificou-se que 30 resumos se alinham ao tema de pesquisa.

Figura 2 – Funil de seleção do Portfólio Bibliográfico



Fonte: Elaborado pelos autores

Em mais uma fase de filtragem, verificou-se a disponibilidade na íntegra das obras. Estavam disponíveis nas bases de forma integral 27 trabalhos. Procedeu-se, então, a leitura integral destes artigos com o objetivo de confirmar o alinhamento com o tema da pesquisa. Da base bibliográfica de artigos disponíveis, 18 obras foram consideradas alinhadas com o tema

² Os autores consideraram o número de obras recuperadas com título significativo baixo, deste modo decidiram estabelecer como ponto de corte a existência de pelo menos uma citação no Google Acadêmico.

de pesquisa. O Quadro 1 ilustra os artigos selecionados para o Portfólio Bibliográfico (PB) resultante das etapas de filtragem de artigos.

Quadro 1 - Artigos selecionados para o Portfólio Bibliográfico

Autor	Título	Ano
APOSTOLOU, D. <i>et al.</i>	<i>A collaborative decision framework for managing changes in e-Government services.</i>	2011
DE ARAÚJO, C. J. A.; DA SILVA, F. S. C.	<i>A system for governmental virtual institutions based on ontologies and interaction protocols.</i>	2012
TEODORO, Douglas <i>et al.</i>	<i>Building a transnational biosurveillance network using semantic web technologies: requirements, design, and preliminary evaluation.</i>	2012
YI, Myongho	<i>Effective medical resources searching using an ontology-driven medical information retrieval system.</i>	2012
TILAHUN, Binyam <i>et al.</i>	<i>Design and development of a linked open data-based health information representation and visualization system: potentials and preliminary evaluation.</i>	2014
SAMIOTIS, Konstantinos; STOJANOVIC, Nenad; NTIOUDIS, Spyridon	<i>Knowledge management for public administrations: Technical realizations of an enterprise attention management system.</i>	2014
KLANN, Jeffrey G. <i>et al.</i>	<i>Query Health: standards-based, cross-platform population health surveillance.</i>	2014
WHITE, Emily; STEWART, Kathleen.	<i>Barrier dynamics for GIS: a design pattern for geospatial barriers.</i>	2015
KOUTKIAS, Vassilis <i>et al.</i>	<i>An integrated semantic framework supporting universal accessibility to ICT.</i>	2016
BECNEL, Lauren B. <i>et al.</i>	<i>BRIDG: a domain information model for translational and clinical protocol-driven research.</i>	2017
Ji, Xiang, <i>et al.</i>	<i>Linking and using social media data for enhancing public health analytics.</i>	2017
BÍGIO, Maurício Telles <i>et al.</i>	<i>Formalização de serviços internos em grandes corporações: proposta de ontologia para construção colaborativa de Carta de Serviços.</i>	2018
VICTORINO, Marcio <i>et al.</i>	<i>Transforming Open Data to Linked Open Data Using Ontologies for Information Organization in Big Data Environments of the Brazilian Government: the Brazilian Database Government Open Linked Data–DBgoldbr.</i>	2018

DE NICOLA, Antonio; MELCHIORI, Michele; VILLANI, Maria Luisa	<i>Creative design of emergency management scenarios driven by semantics: An application to smart cities.</i>	2019
NASKAR, Debashis; DAS, Subhashis	<i>HNS ontology using faceted approach.</i>	2019
ON, Jeongah; PARK, Hyeoun- Ae; SONG, Tae-Min.	<i>Sentiment Analysis of Social Media on Childhood Vaccination: Development of an Ontology.</i>	2019
BIJARI, Kayvan; AKRAM, Masood A.; ASCOLI, Giorgio A.	<i>An open-source framework for neuroscience metadata management applied to digital reconstructions of neuronal morphology.</i>	2020
ALTEROVITZ, Gil <i>et al.</i>	<i>FHIR Genomics: enabling standardization for precision medicine use cases.</i>	2020

Fonte: Elaborado pelos autores

As obras que compuseram o PB tiveram o seu conteúdo analisado a fim de identificar o uso das ontologias em cada caso. Apresenta-se na próxima seção, em ordem cronológica, uma breve descrição dos trabalhos revisados.

2.1 Estudos de revisão de literatura

O primeiro artigo desta revisão é de Apostolou et al. (2011), no qual os autores desenvolveram uma abordagem de representação lógica visando uma solução prática para o domínio de governo eletrônico. O artefato desenvolvido, a OntoGov³, é uma estrutura de software de código aberto, baseado em ontologia, que modela, configura e executa serviços de governo eletrônico a fim de apoiar o gerenciamento de mudanças ambientais (político-legais e sociais). Segundo os autores, o design, o desenvolvimento e a operação de serviços de governo eletrônico exigem o gerenciamento conjunto de *front-office* e de *back-office* (infraestrutura de TI). Este gerenciamento depende da colaboração de muitas pessoas com funções diferentes. A *The Ontology Management System* (OMS) é a parte do sistema que oferece suporte ao design e ao desenvolvimento do modelo de serviço de governo eletrônico. Na visão dos autores a complexidade que cerca a implementação de mudanças em todos os serviços dependentes é atenuada com o suporte à decisão oferecido pela ontologia aplicada no OntoGov.

Araújo e Silva (2012) apresenta uma proposta para solucionar problemas relacionados com a gestão de dados na administração pública. Os autores propuseram um modelo baseado na noção de mundo virtual para simular situações de atendimento presencial a usuários de serviços de governo eletrônico. Segundo os autores, o *Governmental Virtual Institution Model* (GVI) se propõe a fornecer serviços públicos interoperáveis, adaptados a diferentes níveis educacionais dos cidadãos e sistemas governamentais, em uma interface amigável, segura, confiável e escalável. Para satisfazer os requisitos do modelo, adotaram a plataforma JamSession, que é uma ferramenta de modelagem conceitual utilizada para especificar, projetar e implementar ambientes virtuais interativos. Os autores acreditam que o modelo GVI

³ Disponível em: <http://sourceforge.net/projects/ontogov/>. Acesso em: 31 abr. 2020.

pode ampliar a capilaridade de serviços de governo eletrônico sob bases mais familiares de interação, além de reduzir custos de instalação física.

Outro artigo desta revisão é de Teodoro et al. (2012) que projetaram e implementaram o *Antimicrobial Resistance Trend Monitoring System* (ARTEMIS), uma arquitetura baseada na Web Semântica para promover a integração e interoperabilidade de bancos de dados de laboratório de microbiologia interinstitucional e transfronteiriça a fim de apoiar a vigilância transnacional da resistência antimicrobiana em tempo real. A falta de sistemas eficazes de vigilância da resistência antimicrobiana, capaz de alertar os prestadores de cuidados em tempo real, foi identificada pelos autores como um dos motivos do aumento desta resistência no mundo ocasionando uma grave ameaça à saúde pública. A interoperabilidade semântica do sistema é baseada em uma abordagem orientada por ontologia (*ontology-driven*), na qual várias ontologias de definição de dados semanticamente simples são mapeadas para uma ontologia de domínio comum, a *DebugIT Core Ontology*. Segundo os autores, os resultados da ARTEMIS indicaram que a solução permite o monitoramento on-line da resistência antimicrobiana, a partir de fontes de dados heterogêneas, de forma eficiente e confiável.

Já os estudos conduzidos por Yi (2012) tiveram como objetivo determinar se a ontologia aprimora o desempenho na busca de informações no site⁴ do *Centers for Disease Control and Prevention's* (CDC) em comparação com a tecnologia de hiperlink utilizada. Para examinar o desempenho do usuário, em termos de tempo de recuperação e busca, o autor projetou e implementou o *Ontology-based Medical Information Retrieval* (OMIR), um sistema de recuperação de informações médicas baseado em ontologia, a partir de registros médicos do CDC. Segundo o autor, informações não estruturadas associadas com o conhecimento médico limitado e diferenças de idioma podem causar dificuldades de acesso dos usuários da internet à informação médica. Deste modo, a OMIR se apresenta como uma abordagem emergente de organização da informação para viabilizar pesquisas efetivas de recursos médicos disponíveis no website da CDC. Os resultados do estudo mostram que o tempo de recuperação e pesquisa melhoraram ao usar o OMIR, em vez do sistema tradicional de recuperação de informações baseado em hiperlink.

A obra de autoria do Tilahun et al. (2014) demonstra o desenvolvimento de um sistema que integra dados espaciais e estatísticos de saúde relacionados ao HIV em países africanos, o *Linked Open Health Data* (LOHD). Segundo os autores, tornam-se cada vez mais importantes para políticas de saúde pública e o desenvolvimento de serviços de saúde soluções flexíveis e fáceis de usar para representar, consultar e visualizar dados desta natureza. Contudo estes dados são normalmente disponibilizados nos portais de saúde em formato tabular e ou proprietário, o que dificulta a descoberta e a reutilização de informações. Desta forma os autores propuseram o LOHD, um sistema de representação, consulta e visualização de informações de saúde baseado em dados abertos conectados que integram aproximadamente 20.000 elementos de dados relacionados ao HIV disponíveis em bases da Organização Mundial da Saúde (OMS) com 5312 elementos de dados do DBpedia, Bio2RDF e LinkedCT. Os autores promoveram o reuso de vocabulários e ontologias de saúde, estatísticos, espaciais e temporais para representar e interoperar dados de saúde de diferentes fontes. Segundo os autores, a solução mostrou-se próspera para representar dados complexos relacionados à saúde que podem atender a consultas inteligentes e apoiar a tomada de decisões.

⁴ Disponível em: <https://www.cdc.gov/>. Acesso em: 10 mai. 2020.

Outro artigo selecionado nesta revisão é de autoria dos pesquisadores Samiotis, Stojanovic e Ntioudis (2014). Eles desenvolveram um protótipo de plataforma baseada em ontologia que captura alterações nas fontes de informação internas e externas, observa o contexto e avalia as preferências do usuário representadas na forma de regras *Event-Condition-Action* (ECA). Segundo os autores, a governança eletrônica introduz novos desafios para que as administrações públicas monitorem e se adaptem às mudanças ambientais de modo a atender as necessidades dos cidadãos e das empresas. A mutabilidade do conhecimento nas administrações públicas tem natureza dinâmica e sofre influência da forma de representação do conhecimento, do contexto da aplicação e das preferências individuais. A implementação técnica do protótipo oferece a interoperabilidade baseada em padrões e tecnologias da Web semântica, como o SWRL e SPARQL. Segundo os autores o protótipo vai além de alertar ao usuário de que alterações foram feitas nas informações relevantes, ele dá suporte ao usuário para reagir proativamente a essas mudanças.

Já Klann et al. (2014) propõe um estudo para solucionar problemas na gestão pública desenvolvendo uma metodologia baseada em ontologia, chamada *Query Health*⁵, para consultas de saúde distribuídas em nível de população em diversos sistemas clínicos com modelos de dados diferentes. A iniciativa faz parte de uma visão mais ampla promovida pelo *Institute of Medicine* referenciada no desenvolvimento de um sistema de aprendizagem em saúde integrado eletronicamente para lidar com o aumento da complexidade dos cuidados de saúde, que oferece atendimento tempestivo, com qualidade e eficácia e que, em seguida, captura os resultados para melhoria do próprio sistema. A ontologia do *Query Health* utiliza a arquitetura de documentos clínicos consolidada (em inglês, *Consolidated Clinical Document Architecture* - C-CDA) para instanciar uma terminologia hierárquica baseada no modelo de dados de qualidade (em inglês, *National Quality Forum's Quality Data Model* - QDM) do Fórum Nacional da Qualidade. Os autores implementaram a abordagem em três locais piloto (dois departamentos de saúde pública e um de administração de alimentos e medicamentos americanos). Concluíram que os pilotos foram bem-sucedidos, mas reconheceram a necessidade de uma melhor normalização dos dados entre as plataformas.

Outro artigo selecionado que versa sobre a aplicação de ontologias na administração pública é de autoria dos White e Stewart (2015) apresentaram uma *Ontology Design Pattern*⁶ (ODP) para barreiras geoespaciais e eventos de restrição úteis para *Geographic Information System* (GIS). Segundo as autoras, as barreiras (recursos que demarcam e enfatizam limites) são tópicos de interesse de diversos domínios de conhecimento, tais como gestão de riscos, transporte e segurança pública. Contudo, as autoras defendem que a capacidade dos GIS para representar ou recuperar semântica de barreira é limitada. A solução ontológica oferecida descreve formalmente diferentes e generalizáveis recursos e eventos e captura a semântica e a dinâmica das barreiras, resultando em consultas de dados geoespaciais mais intuitivas e eficientes sobre barreiras e eventos de restrição. Sendo uma ODP oferece suporte à reutilização entre diferentes sistemas de software. Para as autoras, a representação da

⁵ O *Query Health* é um teste em larga escala da funcionalidade do *Learning Health System (LHS)*, desenvolvido pelo *Office of the National Coordinator for Health Information Technology (ONC)*. A colaboração público-privada desta iniciativa permitiu o desenvolvimento de padrões e serviços de medição das tendências da saúde em nível populacional.

⁶ ODP pode ser entendido como uma pequena ontologia, um bloco inicial de construção reutilizável para projetos de ontologias maiores e mais complexas. (WHITE e STEWART, 2015).

semântica de eventos de restrição e recursos pode ajudar na tomada de decisão em eventos de risco e no planejamento de aplicativos de transporte.

O artigo dos autores Koutkias et al. (2016) revela a proposta de uma estrutura ontológica integrada, no escopo do projeto Cloud4all⁷ e da *Global Public Inclusive Infrastructure* (GPII), para a representação semântica de termos e conceitos relacionados às necessidades e preferências do usuário com relação ao uso de TIC, assim como às soluções, aplicativos e plataformas. Apesar do uso disseminado das TIC no dia a dia, os autores identificam que as tecnologias de acessibilidade atuais ainda não atendem às necessidades de todas as pessoas. Deste modo, oferecem uma estrutura ontológica dividida em duas partes: a) uma coleção de necessidades/ preferências específicas do usuário; e b) uma representação semântica de aspectos funcionais específicos dos aplicativos (ex: configurações, dispositivos etc.) que são utilizados pelos componentes do Cloud4all/ GPII. Segundo os autores, a modelagem proposta concebe as necessidades e preferências específicas do usuário como requisitos de interação, oportunizando ao mesmo tempo uma estrutura semanticamente para soluções, plataformas e dispositivos.

Dando prosseguimento às análises, Becnel et al. (2017) apresentam em seu artigo o *Biomedical Research Integrated Domain Group*⁸ (BRIDG) um *Domain Information Model*⁹ (DIM) para integrar e analisar dados de pesquisas biológicas, translacionais e clínicas com dados de sistemas de saúde. Segundo os autores, estes dados estão dispersos em milhares de sistemas que geralmente não conseguem interoperar. Contudo, sistemas de softwares criados a partir do BRIDG incluem semânticas de vários padrões e compartilham conceitos de biomedicina e assistência médica. O modelo BRIDG é um código aberto, cujos conceitos são organizados em classes, atributos e recursos UML, mas harmonizado com outros modelos de representação, entre a linguagem OWL. Para os pesquisadores, o modelo BRIDG é o único padrão reconhecido de entendimento comum de pesquisas biológicas, translacionais e clínicas com pontos de contato para a semântica da assistência à saúde.

Um protótipo baseado em ontologia foi a solução encontrada por JI et al. (2017) para permitir o uso da semântica na análise de dados de saúde tanto de fontes científicas oficiais quanto de redes sociais. Segundo os autores, os dados abertos de saúde disponíveis na Web apresentam grande variabilidade do ponto de vista da estruturação. Essa variabilidade implica dificuldades para que um usuário de informações (ex: agentes de saúde pública profissionais e especialistas) estabeleça uma visão unificada das informações relacionadas à saúde. Ele “precisa gastar tempo visitando muitos sites, possivelmente irrelevantes, e deve selecionar informações de cada um e integrá-las a um modelo mental coerente.” (JI et al., 2017, p. 221,

⁷ Cloud4all é um projeto internacional financiado pela União Europeia que busca implementar e testar alguns dos componentes da GPII. O projeto visa aproveitar a capacidade da programação em nuvem para fornecer acesso a tecnologias acessíveis a todos que precisam, quando precisam e de uma maneira que se ajusta automaticamente as suas necessidades específicas. Disponível em: <https://gpil.net/content/cloud4all>. Acesso em: 25 abr. 2020.

⁸ É uma iniciativa da *Clinical Data Standards Interchange Consortium (CDISC)*, do *National Cancer Institute (NCI)*, da *US Food and Drug Administration (FDA)* e da *Health Level 7 International (HL7)* para harmonizar os padrões globais CDISC entre si e vincular-se aos conceitos de assistência à saúde. (BECNEL et al., 2017).

⁹ É um modelo que representa a semântica de um domínio inteiro usando linguagem especialista para apoiar a interoperabilidade entre sistemas de softwares desenvolvidos em diferentes linguagens de programação. (BECNEL et al., 2017).

tradução nossa). Como solução, eles construíram com tecnologias de Web semântica um modelo genérico, baseado em uma ontologia leve, para criar uma base de conhecimento integrada de diversas fontes de dados de saúde. Segundo os autores, entre os benefícios para agentes e gestores públicos de saúde, o protótipo auxilia na comparação de dados demográficos de pacientes em sites de redes sociais com dados oficiais evitando possíveis erros ou vieses em sistemas de vigilância de doenças existentes.

Um caso brasileiro foi apresentado por BÍGIO et al. (2018) que desenvolveram uma ontologia de domínio, a OntoCSI, versando sobre serviços internos da CAIXA Econômica Federal (CAIXA) e baseada em estudo promovidos na área de recuperação de créditos do banco público. Segundo os autores, os serviços internos podem afetar negativamente o desempenho institucional quando não geridos adequadamente. No caso de organizações públicas, a má gestão dos serviços internos prejudica a entrega dos serviços e políticas públicas ao cidadão. Durante a execução da pesquisa, os autores chegaram a uma lista de 50 termos relacionados ao tema de serviços internos na instituição e perceberam que não há uma determinação clara quanto à realização de tarefas entre unidades. A OntoCSI buscou, então, modelar os principais conceitos e relações no contexto dos serviços internos da Caixa para contribuir com a melhora da qualidade da prestação de serviços internos. O artefato foi construído a partir da metodologia do MAIA, criado por Costa (2009), e promoveu o reuso de notações das ontologias UFO-S e de TOVE. Segundo os autores, os resultados foram satisfatórios e a avaliação realizada, tanto teórica quanto prática, demonstraram que a ontologia possibilita melhorias nos serviços internos.

A contribuição de VÍCTORINO et al. (2018) para a administração pública foi corroborada pelo desenvolvimento de uma solução ontológica para apoiar a interoperabilidade semântica no desenvolvimento do ecossistema de dados abertos governamentais, denominado DBgoldbr. Seu principal objetivo é transformar dados abertos em dados abertos conectados e facilitar a identificação e localização destas fontes de dados. Conforme os autores, um grande volume de dados é publicado na web para garantir transparência pública. Neste cenário, “surge a necessidade de desenvolver aplicativos integrados capazes de gerar insights rapidamente a partir de um enorme volume de dados, em formatos variados, conhecidos como ‘ambientes de aplicativos de big data’” (VÍCTORINO et al., 2018, p. 444, tradução nossa). A ferramenta proposta utiliza uma classificação de informações baseada em ontologia, que por meio da descrição semântica ou dos metadados auxilia na identificação e localização das fontes de dados abertos governamentais úteis. Segundo os autores, a solução implementada auxilia profissionais da informação, pesquisadores e a população brasileira em geral na acessibilidade à informação pública disponível em repositório de dados abertos para fins de avaliação e o monitoramento de programas sociais.

Já De Nicola, Melchiori e Villani (2019) apresentaram uma arquitetura e um aplicativo de software para apoiar o design criativo de cenários de gerenciamento de emergência independente de ontologia de domínio específica. Segundo os autores, o gerenciamento de emergência implica uma variedade de atividades de planejamento e de respostas à riscos e as suas consequências negativas sobre as condições econômicas e sociais de uma região ou país. Deste modo, propuseram uma arquitetura baseada em ontologia que coleta e organiza conhecimento sobre situações de gerenciamento de emergência e um aplicativo de software para gerar automaticamente modelos conceituais de cenários desconhecidos, a partir das experiências passadas de partes interessadas, especialistas e operadores institucionais (denominados mini-histórias). A arquitetura proposta inclui mecanismos de consulta baseados em relações ontológicas, raciocínio de similaridade e classificação. Como estudo de caso, os

autores consideraram uma avaliação empírica no gerenciamento de emergências em cidades inteligentes realizada com uma ontologia OWL, definida com o Protégé, e um mecanismo de consulta SPARQL. A experimentação envolveu mais de 20 urbanistas que deram feedbacks positivos sobre a abordagem e a aplicação proposta.

Mais um uso de ontologia voltado para os serviços de saúde pública foi identificado no trabalho produzido por Naskar e Das (2019). Eles desenvolveram uma ontologia no domínio dos distúrbios do sistema nervoso humano, a HNS ontology. Segundo os autores, os registros de pacientes feitos pelos serviços de saúde em hospitais apresentam um grau considerável de inconsistência na terminologia aplicada na descrição de sintomas, doenças etc. Um fator importante para essa inconsistência está relacionado com a entrada de dados nos registros pela equipe multidisciplinar que presta serviços de saúde. Deste modo, os autores propuseram o desenvolvimento de uma ontologia baseada numa abordagem de classificação facetada que reutiliza vocabulários padrões da área (como MeSH e SNOMED C). Eles indicam a utilização da HNS ontology como componente da interface de pesquisa nos sistemas de gerenciamento de registros hospitalares a fim de melhor atender às necessidades complexas de informações dos profissionais de saúde. Segundo os autores, a ontologia desenvolvida apoia o trabalho dos pesquisadores na pesquisa do sistema nervoso e permite a usuários em todo o mundo o acesso a novas informações científicas de maneira rápida e eficiente.

A ontologia também foi a solução encontrada por On, Park e Song (2019) para o cenário da vacinação infantil. Eles desenvolveram uma ontologia de vacinação infantil para servir como uma estrutura de coleta e análise de dados em mídias sociais e para identificar preocupações e sentimentos em relação à vacinação. Segundo os autores, um número crescente de pais manifesta preocupação com a segurança das vacinas em crianças. Logo, para que a Coreia do Sul possa manter altas taxas de vacinação, reconhecem a necessidade de identificar essas preocupações e agir preventivamente sobre os sentimentos negativos. A ontologia seguiu os passos propostos pela *Ontology Development 101* e a proposta compreendeu 9 superclasses com 137 subclasses e 431 sinônimos para conceitos de classe, atributo e valor. Verificou-se que a ontologia respondeu corretamente todas as 21 perguntas de competência elaboradas. Segundo os autores, a solução tornou possível identificar que a crença dos pais na saúde, a disponibilidade e a política de vacinação são os fatores mais significativos associados ao sentimento positivo com relação à vacinação infantil no país.

Os autores Bijari, Akram e Ascoli (2020) ofereceram à comunidade de neurociência usuária do NeuroMorpho.org¹⁰ uma estrutura baseada em ontologia para extrair, estruturar e gerenciar informações de neurociência. Essa estrutura facilita a anotação de metadados, melhora o gerenciamento de terminologia e acelera o compartilhamento de dados. Segundo os autores, a neurociência e os campos relacionados careciam de um sistema de anotação de metadados estruturado e amigável para ativar as consultas semânticas no repositório eletrônico. O processo anterior constituía um obstáculo à liberação tempestiva dos dados além de ser propenso a erros humanos. A solução encontrada foi um sistema de informação baseado em ontologia, no padrão arquitetural *Model-view-controller* (MVC), que apoia a pesquisa e a indexação semântica na Web. Os autores concordam que a solução possibilitou a automação gradual do processo de extração de metadados além de simplificar o fluxo de liberação de dados para uso de toda a comunidade.

¹⁰ NeuroMorpho.org é um repositório eletrônico público que contém contribuições de mais de 500 laboratórios em todo o mundo de reconstruções morfológicas neuronais e gliais digitais associadas às publicações revisadas por pares. Disponível em: <http://neuromorpho.org/>. Acesso em: 28 abr. 2020.

Outra obra revisada foi de Alterovitz et al. (2020) que desenvolveram o *Fast Healthcare Interoperability Resources Genomics (FHIR Genomics)*, um método para troca de dados genômicos clínicos complexos e interpretações que expande o modelo de dados *Fast Healthcare Interoperability Resources (FHIR)*¹¹. Segundo os autores, “a prática bem-sucedida da medicina de precisão dependerá da interpretação baseada no conhecimento dos dados das variantes genômicas no ponto de atendimento” (ALTEROVITZ et al., 2020, p. 1, tradução nossa). Contudo os variados e grandes bancos de dados genômicos geralmente empregam códigos em diferentes nomenclaturas, o que implica na necessidade de um padrão eficaz para interpretar estes recursos. O FHIR Genomics introduz uma nova especificação (*Molecular Sequence*) no padrão FHIR que captura dados de sequências genômicas brutas ou aponta para eles em um repositório externo. Ele também expande os recursos existentes no FHIR para facilitar a interoperabilidade de resultados de testes genéticos. Segundo os autores, o FHIR Genomics representa dados genômicos que atende às necessidades dos casos de uso genômico clínico atuais e futuros.

Tendo em vista as obras selecionadas e revisadas, buscou-se, a seguir, associar o uso das ontologias identificadas às principais categorias de uso propostas por Uschold e Gruninger (1996), quais sejam: a) comunicação; b) interoperabilidade e c) engenharia de sistema. Apresenta-se no Quadro 2 o resultado desta categorização.

Quadro 2 - Categorização de uso das ontologias identificadas nas obras do PB

Nº	Título	Comunicação	Interoperabilidade	Engenharia de Sistema
1	<i>A collaborative decision framework for managing changes in e-Government services.</i>			X
2	<i>A system for governmental virtual institutions based on ontologies and interaction protocols.</i>	X	X	
3	<i>Building a transnational biosurveillance network using semantic web technologies: requirements, design, and preliminary evaluation.</i>		X	
4	<i>Effective medical resources searching using an ontology-driven medical information retrieval system.</i>	X	X	

¹¹ O FHIR modela conceitos em cenários de assistência médica (ex: pacientes, condições e observações) e relatórios clínicos por meio de especificações de estrutura de dados vinculáveis e extensíveis, denominadas recursos. (ALTEROVITZ et al., 2020).

5	<i>Design and development of a linked open data-based health information representation and visualization system: potentials and preliminary evaluation.</i>			X
6	<i>Knowledge management for public administrations: Technical realizations of an enterprise attention management system.</i>		X	X
7	<i>Query Health: standards-based, cross-platform population health surveillance.</i>		X	
8	<i>Barrier dynamics for GIS: a design pattern for geospatial barriers.</i>			X
9	<i>An integrated semantic framework supporting universal accessibility to ICT.</i>		X	
10	<i>BRIDG: a domain information model for translational and clinical protocol-driven research.</i>		X	
11	<i>Linking and using social media data for enhancing public health analytics.</i>		X	
12	<i>Formalização de serviços internos em grandes corporações: proposta de ontologia para construção colaborativa de Carta de Serviços.</i>		X	
13	<i>Transforming Open Data to Linked Open Data Using Ontologies for Information Organization in Big Data Environments of the Brazilian Government: the Brazilian Database Government Open Linked Data-DBgoldbr.</i>	X		
14	<i>Creative design of emergency management scenarios driven by semantics: An application to smart cities.</i>			X

15	<i>HNS ontology using faceted approach.</i>	X		
16	<i>Sentiment Analysis of Social Media on Childhood Vaccination: Development of an Ontology.</i>	X		
17	<i>An open-source framework for neuroscience metadata management applied to digital reconstructions of neuronal morphology.</i>			X
18	<i>FHIR Genomics: enabling standardization for precision medicine use cases.</i>		X	

Fonte: Elaborado pelo autor

O uso da ontologia para apoiar a interoperabilidade foi o tipo mais comum identificado. Este é o uso revelado em dez obras analisadas (TEODORO et al., 2012; YI, 2012; DE ARAÚJO, DA SILVA, 2012; TILAHUN et al., 2014; KLANN et al., 2014; KOUTKIAS et al., 2016; JI, et al., 2017; BECNEL et al., 2017; VICTORINO et al., 2018 e ALTEROVITZ et al., 2020). São várias as aplicações de ontologias criadas para suportar a interoperabilidade de dados produzidos por diferentes ferramentas de software. Segundo Uschold e Gruninger (1996) é comum o uso de ontologias em arquiteturas multiagentes nas quais diferentes usuários precisam compartilhar dados. (USCHOLD; GRUNINGER, 1996).

Em segundo lugar, identificou-se seis obras cujas ontologias apoiam a engenharia de sistemas, ou seja, as operações de sistemas de software (APOSTOLOU et al., 2011; TILAHUN et al., 2014; WHITE, STEWART, 2015; DE NICOLA, MELCHIORI, VILLANI, 2019 e BIJARI, AKRAM, ASCOLI, 2020). Conforme Uschold e Gruninger (1996) esta categoria contempla ontologias que suportam o design e desenvolvimento de sistemas de software.

Por fim, em menor escala, identificou-se o uso de ontologias para apoiar a comunicação em cinco obras (TEODORO, Douglas et al., 2012; DE ARAÚJO, DA SILVA, 2012; BÍGIO et al., 2018; ON, PARK, SONG, 2019 e NASKAR, DAS, 2019). As ontologias, usualmente, fornecem uma estrutura unificadora de conceitos que reduzem a confusão semântica e terminológica. (USCHOLD; GRUNINGER, 1996). Nestes casos, as ontologias auxiliam o compartilhamento de sentidos entre pessoas com diferentes necessidades em diferentes contextos.

Dentro de cada categoria, algumas distinções de uso puderam ser observadas entre as obras, mas não possibilitaram avançar na categorização de subnível proposta por Uschold e Gruninger (1996). A forma como os autores das obras expressa o desenvolvimento, o funcionamento e os resultados da solução ontológica (com mais ou menos detalhes, por exemplo), apresenta-se como uma limitação ao esforço analítico de identificação da natureza e da intenção da ontologia em alguns domínios de aplicação.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A importância crescente da ontologia no tratamento temático da informação em diversos domínios do mundo real mobiliza a academia no sentido de refletir sobre a natureza e a intenção destas ontologias. Este estudo buscou identificar o uso de ontologias na Administração Pública e por meio da categorização proposta por Uschold e Gruninger (1996), revelar o seu propósito neste domínio.

Observou-se, a partir da revisão sistematizada da literatura, que o tipo de uso mais comum no domínio da Administração Pública foi o apoio à interoperabilidade. Este é o caso de dez ontologias criadas para suportar a interoperabilidade de dados entre sistemas de informação. O segundo tipo mais comum foi o apoio à engenharia de sistemas. Esta categoria concatena seis ontologias que oferecem suporte ao design e ao desenvolvimento de sistemas. Por último, identificou-se o uso de ontologias para apoiar a comunicação em cinco obras selecionadas. Nestes casos, as ontologias auxiliam no compartilhamento de sentidos entre pessoas, reduzindo as dificuldades de ordem semântica e terminológica em diferentes contextos.

Como limitação ao estudo, destaca-se a impossibilidade de avançar na categorização de subnível proposta por Uschold e Gruninger (1996). A ausência ou insuficiência de informações mais detalhadas sobre o funcionamento e os resultados das soluções ontológicas traz limitações ao esforço analítico de identificação da natureza e da intenção da ontologia no domínio. Do ponto de vista da metodologia utilizada para a seleção das obras, o ProKnow-C, destaca-se os limites do uso do número de citação como medida de reconhecimento científico. A substituição do indicador absoluto pelo impacto de citação (*Field-weighted citation impact*), como uma medida de reconhecimento ponderado no campo de conhecimento, pode ser recomendada em estudos futuros. Ainda, os problemas de contagem de autocitação no Google Scholar podem enviesar a seleção de obras com relevância científica e, por isso, deve ser ponderado o seu uso em trabalhos futuros. Por fim, recomendam-se, estudos mais aprofundados sobre as ontologias descritas nas obras selecionadas.

AGRADECIMENTOS

A segunda autora agradece o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq/Brasil), pela concessão da bolsa de Produtividade de Pesquisa (PQ-1D/ Processo 313645/2020-5).

REFERÊNCIAS

AFONSO, M. H. F. et al. Como construir conhecimento sobre o tema de pesquisa? Aplicação do processo Proknow-C na busca de literatura sobre avaliação do desenvolvimento sustentável. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v. 5, n. 2, p. 47-62, 2011. Disponível em: <https://rgsa.emnuvens.com.br/rgsa/article/view/424>. Acesso em: 10 mar. 2020.

ALTEROVITZ, G. et al. FHIR Genomics: enabling standardization for precision medicine use cases. **NPJ genomic medicine**, v. 5, n. 1, p. 1-4, 2020. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41525-020-0115-6>. Acesso em: 15 out. 2020.

AMORIM, I. S.; CAFÉ, L. M. A. Os conceitos de comunidade discursiva, domínio e linguagem na análise de domínio Hjørlandiana. *In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO*, 17., 2016, Salvador. **Anais** [...] Salvador: UFBA, 2016. Disponível em: <http://www.brapci.inf.br/index.php/article/download/47994>. Acesso em: 8 abr. 2019.

APOSTOLOU, D. et al. A collaborative decision framework for managing changes in e-Government services. **Government Information Quarterly**, v. 28, n. 1, p. 101-116, 2011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0740624X1000095X>. Acesso em: 8 abr. 2019.

BECNEL, L. B. et al. BRIDG: a domain information model for translational and clinical protocol-driven research. **Journal of the American Medical Informatics Association**, v. 24, n. 5, p. 882-890, 2017. Disponível em: <https://academic.oup.com/jamia/article-abstract/24/5/882/3053486>. Acesso em: 13 abr. 2020.

BÍGIO, M. T. et al. Formalização de serviços internos em grandes corporações: proposta de ontologia para construção colaborativa de Carta de Serviços. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v. 23, n. 1, p. 144-174, 2018. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-99362018000100144&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso em: 15 abr. 2020.

BIJARI, K.; AKRAM, M. A.; ASCOLI, G. A. An open-source framework for neuroscience metadata management applied to digital reconstructions of neuronal morphology. **Brain Informatics**, v. 7, n. 1, p. 1-12, 2020. Disponível em: <https://braininformatics.springeropen.com/articles/10.1186/s40708-020-00103-3>. Acesso em: 29 set. 2020.

DE ARAÚJO, C. J. A.; DA SILVA, F. S. C. A system for governmental virtual institutions based on ontologies and interaction protocols. **International Journal of Distance Education Technologies (IJDET)**, v. 10, n. 4, p. 82-95, 2012. Disponível em: <https://www.igi-global.com/article/system-governmental-virtual-institutions-based/73936>. Acesso em: 17 out. 2020.

DE NICOLA, A.; MELCHIORI, M.; VILLANI, M. L. Creative design of emergency management scenarios driven by semantics: An application to smart cities. **Information Systems**, v. 81, p. 21-48, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306437918304277>. Acesso em: 28 out. 2020.

DUTRA, A. et al. The construction of knowledge from the scientific literature about the theme seaport performance evaluation. **International Journal of Productivity and Performance Management**, 2015. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/IJPPM-01-2014-0015/full/html>. Acesso em: 06 jul. 2020.

ENSSLIN, L. et al. ProKnow-C, knowledge development process-constructivist. **Processo técnico com patente de registro pendente junto ao INPI. Brasil**, v. 10, n. 4, p. 2015, 2010.

ENSSLIN, L. et al. Research process for selecting a theoretical framework and bibliometric analysis of a theme: Illustration for the management of customer service in a bank. **Modern Economy**, v. 6, n. 06, p. 782, 2015.

GRUBER, T. R. A translational approach to portable ontologies. **Knowledge Acquisition**, v. 5, n. 2, p. 199-229, 1993. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1042814383710083?np=y>. Acesso: 13 ago. 2020

GRUBER, T. R. **What is an ontology?** [S. l. : s. n.], 1996. Disponível em: <http://www-ksl.stanford.edu/kst/what-is-an-ontology.html>. Acesso em: 27 de jun. de 2018.

GRUBER, T. R. Ontology. **Encyclopedia of database systems**, v. 1, p. 1963-1965, 2008. Disponível em: <http://tomgruber.org/writing/ontology-definition-2007.htm>. Acesso: 15 jul. 2020.

GUARINO, N. **Formal Ontology and Information Systems**. In: Formal Ontology in Information Systems (FOIS98), Proceedings of the First International Conference on Formal Ontology in Information Systems (FOIS98). Trento, 1998.

HJØRLAND, B. Domain analysis. **KO Knowledge Organization**, v. 44, n. 6, p. 436-464, 2017. Disponível em: <https://www.nomos-elibrary.de/10.5771/0943-7444-2017-6-436/domain-analysis-volume-44-2017-issue-6>. Acesso em: 08 out. 2019.

HODGE, G. **Systems of Knowledge Organization for Digital Libraries: Beyond Traditional Authority Files**. Digital Library Federation, Council on Library and Information Resources, Washington, DC 20036, 2000. Disponível em: <https://eric.ed.gov/?id=ed440657>. Acesso em: 13 ago. 2020.

Ji, X. et al. Linking and using social media data for enhancing public health analytics. **Journal of Information Science**, v. 43, n. 2, p. 221-245, 2017. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0165551515625029>. Acesso em: 13 out. 2020.

KLANN, J. G. et al. Query Health: standards-based, cross-platform population health surveillance. **Journal of the American Medical Informatics Association**, v. 21, n. 4, p. 650-656, 2014. Disponível em: <https://academic.oup.com/jamia/article-abstract/21/4/650/2909308>. Acesso em: 13 out. 2020.

KOUTKIAS, V. et al. An integrated semantic framework supporting universal accessibility to ICT. **Universal Access in the Information Society**, v. 15, n. 1, p. 49-62, 2016. Disponível em: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s10209-014-0372-1.pdf>. Acesso em: 14 out. 2020.

NASKAR, D.; DAS, S. HNS Ontology Using Faceted Approach. **KO Knowledge Organization**, v. 46, n. 3, p. 187-198, 2019. Disponível em: <https://www.nomos-elibrary.de/10.5771/0943->

[7444-2019-3-187/hns-ontology-using-faceted-approach-volume-46-2019-issue-3](#). Acesso em: 15 out. 2020.

ON, J.; PARK, H.; SONG, T. Sentiment analysis of social media on childhood vaccination: development of an ontology. **Journal of medical Internet research**, v. 21, n. 6, p. e13456, 2019. Disponível em: <https://www.jmir.org/2019/6/e13456/>. Acesso em: 23 ago. 2020.

SAMIOTIS, K.; STOJANOVIC, N.; NTIOUDIS, S. Knowledge management for public administrations: Technical realizations of an enterprise attention management system. **Electronic Journal of Knowledge Management**, v. 12, n. 3, p. 195-205, 2014. Disponível em: <http://oro.open.ac.uk/51054/>. Acesso em 11 out. 2020.

TEODORO, D. et al. Building a transnational biosurveillance network using semantic web technologies: requirements, design, and preliminary evaluation. **Journal of medical Internet research**, v. 14, n. 3, p. e73, 2012. Disponível em: <https://www.jmir.org/2012/3/e73/?newdesign>. Acesso em: 14 out. 2020.

TILAHUN, B. et al. Design and development of a linked open data-based health information representation and visualization system: potentials and preliminary evaluation. **JMIR medical informatics**, v. 2, n. 2, p. e3531, 2014. Disponível em: <https://qa-medinform.jmir.org/2014/2/e31>. Acesso em: 14 out. 2020.

USCHOLD, M.; GRUNINGER, M. Ontologies: Principles, methods and applications. **Technical Report-University of Edinburgh Artificial Intelligence Applications Institute AIAI TR**, 1996. Disponível em: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.48.5917&rep=rep1&type=pdf>. Acesso em: 23 jun. 2020.

VICTORINO, M. et al. Transforming Open Data to Linked Open Data Using Ontologies for Information Organization in Big Data Environments of the Brazilian Government: the Brazilian Database Government Open Linked Data–DBgoldbr. **KO KNOWLEDGE ORGANIZATION**, v. 45, n. 6, p. 443-466, 2018. Disponível em: <https://www.nomos-elibrary.de/10.5771/0943-7444-2018-6-443/transforming-open-data-to-linked-open-data-using-ontologies-for-information-organization-in-big-data-environments-of-the-brazilian-government-the-brazilian-database-government-open-linked-data-dbgoldbr-volume-45-2018-issue-6>. Acesso em: 15 out. 2020.

WHITE, E.; STEWART, K. Barrier dynamics for GIS: a design pattern for geospatial barriers. **International Journal of Geographical Information Science**, v. 29, n. 6, p. 1007-1022, 2015. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13658816.2014.995103>. Acesso em: 21 out. 2020.

YI, M. Effective medical resources searching using an ontology-driven medical information retrieval system. **The Electronic Library**, 2012. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/02640471211221368/full/html>. Acesso em: 15 out. 2020.

Recebido em/Received: 24/02/2022 | Aprovado em/Approved: 21/03/2023
