

SOC e Interoperabilidade: desafios e tendências no âmbito da Conferência Internacional da ISKO

Célia da Consolação Dias¹

Juliana Martins de Castro Barroso²

Keila Mara Lara Rosado³

Sarah Rúbia de Oliveira Santos⁴

Resumo: A interoperabilidade diz respeito à capacidade que dois ou mais sistemas têm de trocar informações entre si. Em meio à significativa quantidade de dados em diferentes formatos disponíveis nos ambientes digitais, é fundamental adotar estratégias para que as soluções tecnológicas disponíveis troquem informações com o mínimo possível de perdas. Nesse sentido, o uso dos Sistemas de Organização do Conhecimento (SOC) vem sendo cada vez mais importante para a publicação e recuperação de informações na *web*, como destacado na proposta de uma *Web Semântica*. O presente artigo busca, dessa forma, analisar o contexto de utilização de SOC para a viabilização da interoperabilidade entre sistemas e conjuntos de dados na *web*, com o objetivo de levantar os desafios e as principais tendências da última década com relação a essa temática. A metodologia adotada foi a revisão integrativa de literatura, tendo como *corpus* documental os artigos publicados na Conferência Internacional da *International Society for Knowledge Organization* (ISKO) entre os anos de 2012 e 2022. Foram definidos descritores para a busca dos artigos, resultando em um *corpus* de 158 documentos a serem avaliados. Realizou-se uma análise textual com citação de 57 estudos que apontavam em seus conteúdos algumas tendências de uso de SOC com vistas à interoperabilidade, bem como os desafios destacados pelos autores para efetivar essas tendências. Nas considerações finais discutem-se as possibilidades de avanço desse campo de pesquisa e atuação.

¹ Doutora em Ciência da Informação pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), professora adjunta do Departamento de Organização e Tratamento da Informação da Escola de Ciência da Informação e professora permanente e Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Gestão & Organização do Conhecimento (PPG-GOC/UFMG). E-mail: celiadias@gmail.com. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0933539682074676>. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0891-6454>.

² Doutoranda em Gestão & Organização do Conhecimento pela Universidade Federal de Minas Gerais (PPG-GOC/UFMG) E-mail: julianamartins.castro@gmail.com. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1686550531910862>. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7848-0399>.

³ Doutoranda em Gestão & Organização do Conhecimento pela Universidade Federal de Minas Gerais (PPG-GOC/UFMG). E-mail: keilamrosado@gmail.com. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7161877450274652>. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9962-6502>.

⁴ Doutoranda em Gestão & Organização do Conhecimento pela Universidade Federal de Minas Gerais (PPG-GOC/UFMG) E-mail: sarahrubia22@gmail.com. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2150772913464368>. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1118-3482>.

Palavras-chave: Interoperabilidade; Sistemas de Organização do Conhecimento; Web Semântica; interoperabilidade semântica.

KOS and Interoperability: challenges and trends in ISKO International Conference

Abstract: Interoperability refers to the ability of two or more systems to exchange information with each other. Amid the considerable amount of data in different formats available in digital environments, it is essential to adopt strategies so that available technological solutions can exchange information with minimum loss. In this sense, the use of Knowledge Organization Systems (KOS) has been increasingly important for the publication and retrieval of information on the web, as highlighted in the proposal of a Semantic Web. Therefore, this paper seeks to analyze the use of KOS to enable interoperability between systems and datasets on the web, with the objective of highlighting challenges and trends of the last decade related to this theme. The methodology adopted was an integrative literature review, using as corpus the articles published in the International Conference of the International Society for Knowledge Organization (ISKO) between 2012 and 2022. Keywords were defined for the search of the articles, resulting in a corpus of 158 documents to be evaluated. A textual analysis was carried out with citation of 57 studies that pointed out in their contents some trends in the use of KOS for enabling interoperability, as well as the challenges highlighted by the authors. As a conclusion, the possibilities of advancing this field of research and action are discussed.

Keywords: Interoperability; Knowledge Organization Systems; Semantic Web; semantic interoperability.

1 INTRODUÇÃO

A interoperabilidade tratada neste estudo diz respeito à capacidade que dois ou mais sistemas têm de trocar informações entre si. Em meio à significativa quantidade de dados em diferentes formatos disponíveis nos ambientes digitais, é fundamental adotar estratégias para que as soluções tecnológicas disponíveis troquem informações com o mínimo possível de perdas.

Além de fatores relativos à infraestrutura técnica e tecnológica, existem questões que devem ser resolvidas na dimensão semântica dos dados, e, nesse sentido, o uso dos Sistemas de Organização do Conhecimento (SOC), como os vocabulários controlados, os sistemas de classificação e, especialmente, as ontologias, são cada vez mais importantes para a publicação e recuperação de informações na *web*,

como destacado na proposta de Tim Berners Lee — e desenvolvida pela *World Wide Web Consortium* (W3C) — de uma *Web Semântica*⁵.

Dessa forma, este artigo pretende analisar o contexto de utilização de SOC para a viabilização da interoperabilidade entre sistemas e conjuntos de dados na *web*, com o objetivo de identificar os principais desafios e tendências apontados pelos autores da Organização do Conhecimento (OC) entre os anos de 2012 e 2022 em relação a essa temática.

Nesse contexto, foi elaborada a seguinte questão de pesquisa: *o que pode ser encontrado na literatura de OC da última década sobre a utilização de SOC para a viabilização da interoperabilidade entre sistemas e conjuntos de dados na web?*

2 SISTEMAS DE ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO

Sistemas de Organização do Conhecimento (SOC) – ou, *Knowledge Organization System* (KOS), em inglês - é a denominação genérica referente aos instrumentos, ou conjunto de estruturas conceituais, que auxiliam as tarefas de organizar, representar e recuperar o conhecimento registrado (BARITÉ, 2011; CARLAN, BRÄSCHER, 2015; LIMA; MACULAN, 2017; ALMEIDA; DIAS, 2019). Essa finalidade se cumpre com o estabelecimento dos sistemas de conceitos, da relação entre esses conceitos (SILVA, 2015; LIMA; MACULAN, 2017).

Para Carlan e Brascher (2015, p. 138), “os SOC são ferramentas semânticas com vocabulários estruturados e formalizados, usadas para o tratamento e a recuperação da informação, tanto no ambiente *web* como no tradicional, inclusive no desenvolvimento da *Web semântica*”. Os SOC surgiram “em função da variedade de padrões e modelos de representação e organização” constituindo “uma interessante convergência entre linguagens documentárias e computacionais.” (BAPTISTA, 2015, p. 28).

⁵ O termo “*Web Semântica*” refere-se à visão do W3C em relação à *web* de dados vinculados. As tecnologias da *Web Semântica* permitem que as pessoas criem armazenamentos de dados na *web*, construam vocabulários e escrevam regras para lidar com dados. Os dados vinculados são capacitados por tecnologias como RDF, SPARQL, OWL e SKOS. (W3C, c2015, on-line, *tradução nossa*).

Soergel (2009) afirma que os SOC abrangem uma ampla gama de sistemas, que foram concebidos com diferentes finalidades e são conhecidos por nomes como: ontologia, esquema de metadados, taxonomia, sistemas de classificação, tesouros, estrutura de diretórios da *web*, plano de arquivamento, dicionário de sinônimos, *folksonomia*, entre outros. Eles se caracterizam por possuírem diferentes estruturas, com funções específicas, distintas formas de relacionamentos com os recursos tecnológicos e semânticos para representar o conhecimento formal sobre conceitos e por serem utilizados em contextos e comunidades diversas.

As pessoas usam os SOC para encontrar informações e dar sentido a elas, para apoiar suas buscas por significados. Eles também são usados por máquinas (programas de computador) para raciocinar sobre dados (SOERGEL, 2009).

Como instrumentos que intercambiam os processos de representação nos sistemas informacionais, os SOC realizam a intermediação entre linguagens, desempenhando a função de mediação e comunicação documentária, que facilitam o diálogo e a interoperabilidade em um domínio do conhecimento (LARA, 2009; 2011; MACULAN; DIAS; LARA, 2020). Os SOC são capazes de apresentar o conhecimento de forma organizada, estruturada, ou seja, de viabilizar a modelagem de um domínio do conhecimento. Em geral, esses sistemas, também denominados “instrumentos semânticos”, representam o mundo real por meio de modelos abstratos (TORRES; ALMEIDA; SIMÕES, 2015).

Para Fujita, Santos e Alves (2018, p. 24), embora exista uma gama diversificada de termos na literatura da CI em referência aos SOC, o papel de todos eles é idêntico: “categorizar os diversos tipos de instrumentos [...] de representação temática, os quais, atualmente, apresentam grande diversidade, por influência dos estudos de *Web Semântica* e do crescente aumento de informações em ambiente digital”. Nesse sentido, a expressão SOC foi criada para indicar as linguagens documentárias que se inserem no contexto de inovações tecnológicas (CARLAN; BRÄSCHER, 2015).

Nas últimas décadas surgiu um número significativo de novos SOC ou estruturas conceituais. Algumas estão relacionadas a aplicações tecnológicas concretas, como as ontologias. Já outras se destinam a objetivos específicos tais como representar

tematicamente, armazenar e recuperar informações – tesouros, anéis de sinônimos e listas de classificação, por exemplo (BARITÉ, 2011). Portanto, existem SOC desde os mais simples até os mais complexos e essa complexidade varia conforme o nível de estruturação (SILVA, 2015). Esse nível de estruturação aumenta à medida que as relações entre os termos e os conceitos se tornam mais complexas. A necessidade de se especificar cada vez mais o domínio coberto pelas linguagens mais recentes pode justificar essa complexidade (MOREIRO GONZÁLEZ, 2011).

Todos os tipos de SOC se fundamentam na necessidade de organizar o conhecimento, tornando-o mais compreensível (LARA, 2015). Nesse sentido, Soergel (2009) explica essa necessidade apontada por Lara (2015) ao afirmar que “sem organização, o conhecimento está morto, ou, no mínimo, o conhecimento não pode ser denominado conhecimento” (SOERGEL, p. 3, *tradução livre*).

Cada uma das tipologias de SOC, a seu modo, agrupa os objetos conforme os traços ou atributos comuns ou semelhantes. Para isso, exploram os “graus de profundidade semântica, níveis de estruturação, dimensões e propósitos, muitas das vezes recorrendo a recursos de visualização” (LARA, 2015, p. 90).

Na era digital, os SOC são considerados indispensáveis nas tarefas de organizar e de recuperar informações armazenadas na *web*. Com vistas a focar na troca de dados entre organizações, pessoas e tecnologia, o *World Wide Web Consortium* (W3C) desenvolveu um padrão de compartilhamento de dados denominado *Simple Knowledge Organization Systems* (SKOS). O SKOS é “um modelo de dados comum para compartilhar e vincular sistemas de organização do conhecimento via *web*.” (W3C, 2009, on-line, *tradução nossa*). Diversos tipos de SOC como os tesouros, as taxonomias e os sistemas de classificação, se caracterizam por possuírem estruturas parecidas e por serem utilizados em situações análogas. (W3C, 2009)

Uma das funções dos SKOS é identificar significativa parte dessas semelhanças, explicitando-as, com vistas a possibilitar o compartilhamento de dados e tecnologia em vários sistemas (W3C, 2009). Em outras palavras, os SKOS promovem a interoperabilidade. Uma das vantagens do modelo de dados SKOS é que ele permite migrar os dados de forma padronizada e com baixo custo, servindo como ponte para disponibilizar os SOC na *Web Semântica*.

3 INTEROPERABILIDADE

A questão da interoperabilidade, apesar de existir muito antes do advento da Internet, tem se tornado cada vez mais crítica no ambiente digital, especialmente nas comunidades que discutem a troca de informações no contexto da OC. Esse intercâmbio de informações já é uma realidade e ocorre porque a quantidade e a diversidade de dados a serem integrados cresce de forma rápida e desorganizada.

Cabe destacar que, apesar de os conceitos de interoperabilidade e integração serem comumente utilizados como equivalentes na área de Tecnologias da Informação e Comunicação, eles são diferentes. A Escola Nacional de Administração Pública (ENAP) explica que a integração é o processo de conectar vários sistemas e gerar uma dependência tecnológica entre eles. Já a interoperabilidade é o processo de comunicação entre os sistemas, mas que não gera a dependência tecnológica entre eles (ENAP, 2015). Evidencia-se, assim, que os conceitos são complementares.

Preocupados em avançar na estruturação dos vocabulários controlados para permitir as trocas de informações entre os sistemas, a ISO 25964-2 — *Thesauri and Interoperability with other Vocabularies* — define a interoperabilidade como a “capacidade de dois ou mais sistemas, ou componentes, de trocar informações e usar as informações que foram trocadas” (ISO, 2013, p. 7, *tradução nossa*). Os sistemas operam de forma conjunta para realizar a troca de dados entre eles com a premissa de manterem o significado tanto dos dados originais, quanto do sistema original (MARCONDES, 2017).

Para algo ser interoperável, deve haver um engajamento ativo no processo de garantir que “os sistemas, procedimentos e cultura de uma organização sejam gerenciados para maximizar as oportunidades de troca e reutilização de informações” (MILLER, 2000, p. 2). A interoperabilidade envolve diversas frentes e, a depender do que se objetiva, muitas delas podem ocorrer concomitantemente. Algumas das noções (MILLER, 2000) ou dimensões (MARCONDES, 2021) de interoperabilidade estão relacionadas a aspectos técnicos ou tecnológicos, sintáticos e/ou semânticos, administrativos ou políticos. Logo, a interoperabilidade aborda não apenas o uso de *softwares* e *hardwares* compatíveis para a troca de

dados entre sistemas, mas também uma mudança na forma como os dados são entendidos e tratados.

Nos domínios relacionados à OC, as noções de interoperabilidade são normalmente discutidas a partir de três dimensões relativas a dados e informações, são elas: a sintática, a estrutural e a semântica.

A dimensão sintática considera diferenças na codificação e representação. Isto é, se os dados diferem em relação a esses pontos, não há interoperabilidade sintática, portanto, os dados não podem ser trocados ou fundidos (ZENG, 2019). A partir dos padrões de metadados é possível promover a interoperabilidade e alguns dos mais importantes padrões — como o *Resource Description Framework* (RDF), a *Web Ontology Language* (OWL) e o SKOS —, que seguem as recomendações oficiais do W3C para viabilizar uma *Web Semântica*.

A dimensão estrutural, no que lhe concerne, observa variações nos esquemas, modelos e estruturas de dados. Os modelos conceituais, por terem uma estrutura pré-definida, permitem que haja a troca de dados sem perdas (ZENG, 2019). Os modelos conceituais são baseados no modelo Entidade-Relacionamento e “estabelece[m] que diferentes ‘COISAS’ existem em um determinado domínio; como elas se distinguem umas das outras; como elas se relacionam entre si; e quais são suas características” (MARCONDES, 2021, p. 79). Pode-se citar como exemplos de modelos conceituais o *Library Reference Model* produzido pela *International Federation of Library Associations and Institutions* (IFLA LRM), o *Europeana Data Model* (EDM), o *BibFrame*, e o *Conceptual Reference Model* produzido pelo *International Committee for Documentation* (CIDOC-CRM).

Por fim, a dimensão semântica trata das inconsistências na terminologia e nos significados dos metadados. Sem ela, pode ser difícil fazer sentido a terminologia e conteúdo dos metadados usados para descrever os recursos de informação. Para atribuir um significado no que está sendo representado faz-se necessário pensar no contexto que o envolve e todas as variáveis presentes nesse contexto. Conforme Zeng (2019, on-line, tradução nossa), “um contexto é comumente entendido como as circunstâncias que formam o cenário para um evento, declaração, processo ou ideia, e em termos dos quais o evento, declaração, processo ou ideia pode ser

entendido e avaliado”. De forma geral, isso significa que não só as semelhanças, diferenças e relacionamentos entre os recursos devem ser compreendidos e explicitados, mas também as especificidades relativas ao contexto no qual o recurso está inserido.

As dimensões sintática e estrutural fornecem os aparatos tecnológicos e as estruturas de representação necessárias para viabilizar a dimensão semântica. Assim torna-se possível a construção de um ambiente interoperável. Com a aplicação das tecnologias da *Web Semântica* e com os metadados adicionados a uma estrutura de descrição, é possível combinar fontes de dados de forma interoperável, de tal modo que os dados de uma fonte podem ser enriquecidos semanticamente com dados vinculados adicionais de outra fonte (HYVÖNEN, 2012; MARCONDES, 2021). É por meio desses elementos que se busca garantir a descrição, a consistência e a compreensão dos dados, bem como a interoperabilidade entre recursos de informação e domínios.

4 PERCURSO METODOLÓGICO

Para a realização deste estudo, foi adotada a metodologia de revisão integrativa de literatura, que busca sintetizar a produção científica sobre um determinado tema “[...] para fornecer uma compreensão mais abrangente de um fenômeno particular. [...] O termo ‘integrativa’ tem origem na integração de opiniões, conceitos ou ideias provenientes das pesquisas utilizadas no método” (BOTELHO, CUNHA, MACEDO, 2011, p. 127).

Os seguintes passos da revisão integrativa foram seguidos: a) identificação do tema e da questão de pesquisa; b) busca na literatura, com determinação da fonte dos dados, datas-limite, descritores para a busca e critérios de inclusão/exclusão de resultados; c) identificação dos estudos selecionados, por meio da leitura de títulos e resumos; d) categorização dos estudos selecionados; e) análise e interpretação dos resultados; e f) apresentação da revisão (BOTELHO, CUNHA, MACEDO, 2011, p. 127).

A fonte selecionada para a pesquisa foram os Anais da Conferência Internacional da ISKO, principal evento da área de OC, que acontece bianualmente e reúne

pesquisadores de diversos países. A seleção se deu por esse ser um evento de grande relevância para a Ciência da Informação, sobretudo da OC, abordando temas que representam tendências de pesquisa neste domínio do conhecimento. O recorte temporal adotado pelo estudo diz respeito à última década (2012 a 2022), uma vez que a temática abarca o desenvolvimento tecnológico da *web*, que se torna obsoleto em períodos de tempo cada vez menores.

Os descritores selecionados para a busca e seleção inicial foram: “*interoperability/interoperable*”; “*Knowledge Organization System(ns)/KOS*”; “*semantic web*”; “*challenge(s)*”; e “*trend(s)/tendency(ies)*”. Os termos de busca foram utilizados somente em inglês, pois essa é a língua adotada pelas publicações em epígrafe. Ao longo das buscas, notou-se que o termo “*semantic web*” poderia ser complementado pelos termos análogos ou associados “*semantic relation(s)*”; “*Linked Data/Linked Open Data/LOD*”; e “*ontology(ies)*”.

Como critérios de inclusão de artigos, foram consideradas apenas comunicações orais completas, excluindo os *posters* e resumos. Foram incluídos apenas aqueles que abordavam algum tipo de relacionamento entre as duas temáticas delimitadas — interoperabilidade e SOC — em seu título, resumo e/ou conclusão. Artigos que não discutiam essa relação, mesmo que apresentassem os descritores utilizados na etapa de seleção e busca inicial dos artigos, foram excluídos. Assim, a leitura se deu inicialmente pelo título, resumo e conclusão, e, após a definição dos artigos incluídos, o texto completo foi analisado.

A análise dos artigos selecionados se deu por meio da definição da temática principal trabalhada pelos autores e dos desafios e tendências apresentados. Tal análise levou à identificação de categorias temáticas que serão apresentados na próxima seção.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao analisar os artigos publicados nos Anais da Conferência Internacional da ISKO que versam simultaneamente sobre SOC e interoperabilidade, foi possível configurar categorias temáticas que representam as principais tendências analisadas pelos autores. Um esquema das quatro categorias de assuntos

identificados e dos autores que trabalham com cada uma delas encontra-se apresentado no Quadro 1, a seguir.

Quadro 1 – Tendências relacionadas às pesquisas em interoperabilidade e SOC

CATEGORIAS TEMÁTICAS	AUTORES
<p>INTEGRAÇÃO DE DADOS HETEROGÊNEOS</p> <p>Esta categoria envolve: integração de dados multilíngues e multiculturais; integração de dados ruidosos; integração descentralizada de vocabulários; uso de SOC universais para representar dados heterogêneos; interoperabilidade no contexto de GLAM+; interoperabilidade social, cultural, política e humana.</p>	<p>Ohly (2012); Chen, Zeng e Chen (2012); Favier e El Hadi (2012); Pattuelli e Rubinow (2012); Shepherd e Sampalli (2012); El Hadi e Favier (2014); Luca e Dahlberg (2014); Taheri, Shahrestani e Nezhad (2014); Sosinska-Kalata (2014); Brito <i>et al.</i> (2016); Carrasco e Vidotti (2016); Marcondes e Campos (2016); Szostak (2016); Adebisi, Afolabi e Akhigbe (2018); Marcondes (2018); Pennington e Cagnazzo (2018); Simionato, Arakaki e Santos (2018); Szostak <i>et al.</i> (2018); Tran (2018); Aracri, Caruso e Folino (2020); Stubkjær (2020); García-Marco <i>et al.</i> (2020); Hashtroudi e Zeinolabedini (2020).</p>
<p>MAPEAMENTO DE SOC</p> <p>Esta categoria envolve: mapeamento de ontologias; mapeamento de vocabulários; mapeamento de taxonomias; integração do RDA com outros SOC.</p>	<p>Favier e El Hadi (2012); El Hadi e Favier (2014); Balakrishnan e Soergel (2018); Biagetti (2018); Kempf (2018); Szostak <i>et al.</i> (2018); Aracri, Caruso e Folino (2020); García-Marco <i>et al.</i> (2020); Lee (2020); Smith (2020); García-Marco e Ramo (2022); Taheri <i>et al.</i> (2022); Hindermann e Ledl (2020).</p>
<p>REPRESENTAÇÃO DE SOC EM PADRÕES DA W3C</p> <p>Esta categoria envolve: representação nos formatos SKOS, RDF e OWL; publicação de dados como <i>Linked Open Data</i> (LOD); interconexão semântica; ontologias e semântica no ambiente digital.</p>	<p>Ohly (2012); Dasgupta e Thomas (2012); Pattuelli e Rubinow (2012); El Hadi e Favier (2014); Madalli, Balaji e Sarangi (2014); Silva (2016); Sosinska-Kalata (2014); Arave e Jacob (2016); Solis, Wassermann e Lima (2016); Pennington e Cagnazzo (2018); Siwecka (2018); Binding <i>et al.</i> (2020); Szostak <i>et al.</i> (2020).</p>
<p>MÉTODOS COLABORATIVOS PARA CONSTRUÇÃO DE SOC</p> <p>Esta categoria envolve: interoperabilidade de nível pragmático; SOC com indexação social (<i>folksonomias</i>); inteligência digital coletiva; enriquecimento semântico e anotações semânticas</p>	<p>Ohly (2012); Shepherd e Sampalli (2012); Pattuelli e Rubinow (2012); San Segundo e Ávila (2012); El Hadi e Roszkowski (2016); Tartarotti e Fujita (2016); Lima e Santos (2018); Zeng e Chen (2018); Farnel e Shiri (2020).</p>

Fonte: Elaborado pelas autoras (2022).

Em seguida, as tendências e seus respectivos desafios serão discutidos a partir das categorias temáticas apresentadas.

Integração de dados heterogêneos

Um dos pontos importantes destacados na literatura envolve a integração de dados heterogêneos para tornar as informações disponíveis a todos (LUCA; DAHLBERG, 2014) – dados esses que são complexos e dinâmicos por natureza. De acordo com Adebisi, Afolabi e Akhigbe (2018, p. 720), “[...] o objetivo da integração de dados é

combinar dados de diferentes fontes aplicando um modelo de dados global. Isso geralmente envolve a detecção e resolução de conflitos existentes no esquema de dados para obter homogeneidade e fornecer uma camada unificada”.

Os dados heterogêneos têm sido mencionados em diversos contextos, como: em pesquisas que trabalham com dados dos sistemas de informação geográfica (GIS) (ARACRI; CARUSO; FOLINO, 2020; STUBKJÆR, 2020); no setor de patrimônio cultural – que envolve galerias, bibliotecas, arquivos, museus, editoras, memória, etc. (GLAM+) (EL HADI; FAVIER, 2014; CARRASCO; VIDOTTI, 2016; MARCONDES; CAMPOS, 2016; SZOSTAK, 2016; MARCONDES, 2018; PENNINGTON; CAGNAZZO, 2018; SIMIONATO; ARAKAKI; SANTOS, 2018; GARCÍA-MARCO *et al.*, 2020); no domínio da saúde (SHEPHERD; SAMPALLI, 2012); e, também, nos dados advindos das artes performáticas (HASHTROUDI; ZEINOLABEDINI, 2020).

Além de se mostrar como uma tendência para a área de OC, essa integração de dados heterogêneos também representa uma preocupação. Isso ocorre porque um dos maiores desafios destacados nos estudos analisados é a dificuldade em compatibilizar conceitos quando se trata de interoperabilidade entre sistemas cujas línguas ou culturas são distintas, ou muito peculiar, sem correspondências equivalentes em outras línguas, por exemplo, (CHEN; ZENG; CHEN, 2012; TAHERI; SHAHRESTANI; NEZHAD, 2014; TRAN, 2018). Pennington e Cagnazzo (2018) ressaltam ser um desafio integrar a diversidade de padrões e esquemas descritivos, bem como a diversidade de linguagens presente nas coleções relacionadas aos dados de GLAM+, fatores esses que dificultam a troca de informações em escala.

Ohly (2012) destacou a necessidade de descobrir um modelo mundial que integre os elementos e recursos de organização e que também possa detectar e processar conhecimento em textos. O autor acredita que isso agregará recursos de dados nos portais por intermédio do tratamento da heterogeneidade em relação às demandas dos usuários: meios para isso podem ser procedimentos que lidam com erros ortográficos, classificação de *spam* e modelos de usuários.

El Hadi e Favier (2012; 2014) e Szostak *et al.* (2018)⁶ defendem o uso de sistemas de conceitos universais, também conhecidos como SOC universais - tais como a Classificação Decimal Universal (CDU) e a Classificação Decimal de Direito (CDD) - como forma de obter sucesso na integração de dados heterogêneos (multilíngues e multiculturais). Refutando esse argumento, Sosinska-Kalata (2014) e Brito *et al.* (2016) advogam que esses sistemas universais dificultam a interoperabilidade semântica, e, em consequência, a cultural, por limitarem a capacidade de integrar o conhecimento representado de formas múltiplas.

Outro desafio apontado na literatura analisada é que a integração de dados heterogêneos também pode se tornar uma integração incompreensível por promover ruídos de comunicação entre os sistemas. Por isso, essa integração ainda prescinde de compreensão plena, sobretudo no que diz respeito à integração descentralizada de vocabulários e a multiplicação de dados ruidosos (PATTUELLI; RUBINOW, 2012).

As camadas de interoperabilidade técnica, sintática e semântica são as mais comuns e conhecidas, mas El Hadi e Favier (2014) apontam a necessidade de incluir outros tipos de interoperabilidade nos sistemas, tais como a interoperabilidade política, humana, comunitária, legal e internacional. A interoperabilidade política e a humana têm a ver com a decisão de disponibilizar recursos de forma mais ampla e implica diretamente nas organizações. A interoperabilidade entre comunidades, a legal e a internacional envolvem questões culturais, práticas de uso, expectativas e requisitos que variam de país para país. Essas camadas são relevantes para quem pretende integrar dados de diferentes locais, mostrando-se uma tendência para a área de OC.

Para Brito *et al.* (2016), a integração de dados heterogêneos pode ser melhorada com o uso da indexação utilizando SOC com imagens. Os autores defendem que se trata de uma solução de suporte ao acesso à informação e à navegação, cuja linguagem e conceitos promovem uma melhor compreensão e podem abrir o caminho para a evolução da interoperabilidade semântica, social e cultural.

⁶ No caso de Szostak *et al.* (2018, p. 528), o autor defende a conexão de sistemas universais como a CDU à nuvem *Linked Open Data* (LOD), "(...) para que seu poder de expressar conceitos e descrever fenômenos de maneira universal, intercultural e interdomínio possa ser transformado em uma ferramenta de navegação dentro do LOD".

Mapeamento de SOC

A interoperabilidade entre SOC é outra tendência identificada na literatura, ocorrendo especialmente por meio do mapeamento de vocabulários. “Os vocabulários podem oferecer suporte à interoperabilidade incluindo mapeamentos para outros vocabulários, apresentando dados em formatos padrão e usando sistemas que suportam protocolos comuns de computador” (ISO, 2013, p. 7, *tradução nossa*).

O mapeamento de vocabulários estabelece relações entre os conceitos de vocabulários distintos. Os vocabulários podem diferir em relação à estrutura, domínio, idioma ou granularidade, suscitando desafios para o mapeamento (SMITH, 2020). Uma diferença refere-se às estruturas dos sistemas de classificação, dos tesouros, das taxonomias e das ontologias, que são totalmente diferentes umas das outras. Todavia, os problemas de mapeamento não se limitam às diferenças entre os padrões de metadados: quando dois termos são mapeados, por exemplo, eles são tratados como funcionalmente equivalentes (um termo pode substituir outro termo). No entanto, isso não garante a equivalência semântica (LEE, 2020). Nesse sentido, destaca-se a proposta de Balakrishnan e Soergel (2018) de criação de um sistema que funcionaria como um *hub* conceitual, no qual os conceitos seriam descritos com uso da linguagem formal lógica de descrição, facilitando o estabelecimento de relações entre os conceitos mapeados.

Outra tendência observada na literatura investigada quanto ao mapeamento de SOC com vistas à interoperabilidade é o uso do protocolo de recuperação de informações ISO 23950, conhecido como Z39.50⁷ (EL HADI; FAVIER, 2014). Esse protocolo objetiva a cooperação e o compartilhamento de recursos informacionais.

Também no contexto do mapeamento de SOC no domínio de GLAM+, Taheri *et al.* (2022) destacam o *Resource Description and Access* (RDA) como um dos padrões de descrição mais importantes. A possibilidade de criar perfis de aplicação com RDA permite descrever uma coleção conforme as necessidades de seus usuários. As características mais importantes desse tipo de perfil são sua dimensão semântica e

⁷ Rossetto (1997) destaca que Z39.50 é um protocolo de comunicação entre computadores desenhado para permitir pesquisa e recuperação de informação - documentos com textos completos, dados bibliográficos, imagens, multimeios - em redes de computadores distribuídos.

possibilidade de integração e interoperabilidade com outros padrões da área de OC. No entanto, os autores perceberam que existem desafios na implementação da RDA, como ambiguidade, complexidade e incompletude do padrão para descrever diferentes tipos de entidades de dados no mundo digital.

O mapeamento de ontologias foi mencionado como um desafio em alguns domínios estratégicos, quando um grande volume de dados precisa ser gerenciado (ARACRI; CARUSO; FOLINO, 2020). Um exemplo é o trabalho de Kempf (2018), que discute o mapeamento de tesouros de autoridades, alinhando seus conceitos à iniciativa *Wikidata*. Segundo o autor, a *Web Semântica* demanda que os “containers” de coleções fechadas sejam superados, e a *Wikidata*, “base de conhecimento e projeto irmão da Wikipédia, parece ser um ambiente promissor para esforços conjuntos para trazer dados de autoridade para a *Web Semântica*.” (KEMPF, 2018, p. 644). Também no âmbito da *Web Semântica*, Biagetti (2018) investiga o processo de mapeamento entre ontologias bibliográficas, que “são usadas para definir relacionamentos adequados e qualificados no processo de realização de triplas RDF e, como resultado, para melhorar a interoperabilidade semântica.” (BIAGETTI, 2018, p. 501).

A interoperabilidade na OC já é difícil quando se trata de SOC já estabelecidos, mas torna-se mais complicada ao tentar conectar taxonomias da *web ad hoc* e *folksonomias* com SOC de setores de GLAM+. Os tesouros baseados na ISO 25964 oferecem um grande potencial para a interligação simples, flexível, dinâmica e distribuída entre as instituições GLAM+ e a crescente demanda do setor turístico por uma experiência mais personalizada e contextualizada que pode ser um diferencial num mercado cada vez mais competitivo (GARCÍA-MARCO *et al.*, 2020). Considerando o contexto turístico, García-Marco e Ramo (2022) exploram a possibilidade de mapear e padronizar taxonomias navegacionais em um conjunto de sites com um tema comum e destinados, em princípio, a públicos semelhantes.

Como visto, o mapeamento não é uma tarefa trivial. Por isso, é importante pensar no porquê e para quem ele serve. Com a criação e a disponibilização de vastas coleções no ambiente digital, a necessidade de identificar e localizar informações relevantes tem crescido. O mapeamento de vocabulários, neste sentido, pode

agregar valor ao processo de busca e recuperação de recursos de informação.

Representação de SOC no padrão da W3C

Nos últimos anos, a necessidade de mover os SOC para ambientes ou aplicações on-line tem aumentado. Para tornar isso possível, faz-se necessário representar a organização tradicional de conceitos dos SOC na sintaxe das tecnologias da *Web Semântica* e do *Linked Data* (PATTUELLI; RUBINOW, 2012; BINDING *et al.*, 2020). Essa migração impõe alguns desafios de ordem semântica, visto que não é possível apenas copiar as relações entre conceitos de um ambiente para o outro.

Os *Linked Data* (dados vinculados) estendem a *web* tradicional, fornecendo uma estrutura aberta e unificadora para a descoberta, integração e reutilização de dados. Eles têm o potencial de concretizar a visão da *Web Semântica* idealizada pela W3C, promovendo a interoperabilidade através da interligação de dados legíveis por máquina. (PATTUELLI; RUBINOW, 2012). Dasgupta e Thomas (2012) apresentam a tecnologia da *Web Semântica* como uma chave para uma gestão eficaz do conhecimento.

Conforme Szostak *et al.* (2020), é preciso haver uma seletividade na etapa conceitual da migração, momento em que as partes mais importantes do vocabulário seriam traduzidas para um formato *Linked Data* legível por máquina. Nesse processo, é recomendado o uso de vocabulários já existentes para expressar características selecionadas do SOC no novo modelo de dados. Essa atividade abre espaço para uma segunda tarefa, o mapeamento de conexões de um esquema RDF para outro. Ambas as tarefas estão longe de ser um processo de mapeamento mecânico, e requerem mais pesquisas.

Siwecka (2018) e Pennington e Cagnazzo (2018) investigam o papel das bibliotecas no movimento de publicação de dados abertos conectados, ou *Linked Open Data* (LOD). Siwecka (2018) destaca a falta de padrão na publicação de dados sobre projetos LOD, o que constitui um desafio para pesquisadores que pretendem determinar o grau de avanço dessa área de atuação. Já Pennington e Cagnazzo (2018, p. 662) destacam a oportunidade que o LOD representa para as bibliotecas: “o *Linked Data* oferece às bibliotecas os meios para viabilizar a interoperabilidade,

melhorar o gerenciamento de dados e aumentar a quantidade e a qualidade das informações disponíveis para mais pessoas.”

Ohly (2012) explica que o modelo de dados SKOS, da W3C, fornece conjuntos básicos de documentação das propriedades, propriedades de relações semânticas, rotulagem lexical, relações de rótulos, coleções de conceitos e mapeamento conceitual. Esses conjuntos viabilizam uma estrutura que pode ser adaptada conforme a necessidade do sistema. Uma primeira tentativa de harmonizar os SOC com um mundo legível por máquina foi visto na norma ISO 25964, que se dedica a revisar as normas internacionais existentes para elaboração de tesouros e, também, a sua interoperabilidade com outros vocabulários em um contexto da *Web Semântica* (OHLY, 2012).

Para Dasgupta e Thomas (2012), o formato SKOS poderá ser utilizado, por exemplo, para organizar o domínio jurídico, permitindo que as categorias do Direito estejam em uma matriz semântica ontológica com hierarquia relacional de facetadas. Nesse contexto, Madalli, Balaji e Sarangi (2012) também apontam a construção de ontologia facetada para modelagem de domínio como uma método para fortalecer as estruturas esquemáticas de representação do conhecimento. Na visão dessas autoras, as ontologias facetadas fornecem uma ferramenta poderosa para organizar a *web* com base em princípios classificatórios usados nas teorias organizacionais do conhecimento e em ferramentas de engenharia. Isso permite combinar termos de forma flexível e, assim, melhor representar assuntos semanticamente complexos e/ou compostos.

Um dos principais recursos indicados como tendência nas temáticas abordadas é a interoperabilidade de nível semântico. Esse tipo de interoperabilidade tem sido aplicado principalmente por meio dos instrumentos de SOC denominados ontologias, que podem ser considerados uma tendência por serem instrumentos que possuem recursos mais avançados para estabelecer as relações semânticas entre os termos e conceitos, flexibilizando o poder de expressividade na atividade de representar o conhecimento em ambiente digital (ARAVE; JACOB, 2016; FIRMINO; LIMA, 2018; SANTOS; MUCHERONI, 2018). Nesse contexto, Madalli, Balaji e Sarangi (2012), Silva (2016) e Santis e Gnoli (2016) afirmam que o

desenvolvimento de ontologias baseadas no padrão *Web Ontology Language* (OWL), conforme orientações da W3C, promove a interoperabilidade semântica de dados na *Web Semântica*. Wassermann e Lima (2016) e Lima e Santos (2018) sugerem o uso de ontologia como base conceitual para relacionar o conhecimento representado em processos computacionais como, por exemplo, recuperação de informações em um sistema colaborativo, como é o caso do Arquigrafia. Sánchez e Pérez (2018), por sua vez, propõem o uso de modelos conceituais e ontologias para criação de *datasets* em RDF, viabilizando a troca de informações entre plataformas multimídia. Já Carrasco e Vidotti (2016) defendem o tratamento da multilinguagem em sistemas heterogêneos de GLAM+ digital por meio do Modelo de Referência Conceitual Ontologia CIDOC CRM.

De um modo geral, há uma predisposição pela busca de padrões - tais como os padrões criados pela W3C - projetados especificamente com a intenção de fornecer um modelo comum de dados para compartilhar e vincular os SOC por meio da *Web Semântica* (EL HADI; FAVIER, 2014). Assim, Sosinska-Kalata (2014) aponta a semantização e a padronização como insumos essenciais ao desenvolvimento de SOC, e, conseqüentemente, à interoperabilidade.

Métodos colaborativos de construção de SOC

Uma tendência apontada por Shepherd e Sampalli (2012) é o desenvolvimento de interoperabilidade de nível pragmático para superar os desafios da heterogeneidade em domínios do conhecimento, como, por exemplo, na área da saúde. Na visão dos autores, uma solução é criar ontologias para funcionar como objeto de fronteira e preencher o desafio de interoperabilidade semântica entre os especialistas. No caso por eles analisado, da medicina, essa interoperabilidade precisa ocorrer entre os membros da equipe multidisciplinar de saúde que cuida de pacientes com doenças crônicas.

Outra tendência apontada por San Segundo e Ávila (2012) é a construção de uma inteligência digital coletiva, com inteligências interligadas e acesso amplo a informações. Essa inteligência será viabilizada por meio da *Web Semântica*, que demonstra ser uma evolução natural da *web* participativa. Nesta interconexão global de informações semânticas, um padrão exponencial de crescimento

tecnológico pode ocorrer. A crescente interconexão semântica pode significar um provável futuro em que as máquinas se comunicarão entre si e substituirão os humanos. Os SOC foram as linguagens relacionais do século XX, e as interconexões semânticas serão as do século 21, advogam San Segundo e Ávila (2012).

Ainda nesse contexto de construção coletiva, a indexação social, ou *folksonomia*, aparece como tendência de instrumento de representação temática, que pode ser utilizada, por exemplo, em catálogos bibliográficos digitais (TARTAROTTI; FUJITA, 2016) ou em sistemas conceituais facetados (OHLY, 2012).

Os métodos colaborativos de OC também podem ser alcançados em conjunto com uma comunidade. Para além do uso de SOC para descrição dos metadados, faz-se necessário compreender a comunidade e/ou domínio que se deseja representar para que a descrição seja significativa. Nesse sentido, Farnel e Shiri (2020), apontam que um componente importante de uma estrutura de OC é a escolha dos elementos de metadados utilizados para descrever os recursos informacionais, bem como, a forma como eles são chamados e o que eles contêm. Em casos específicos, como na representação do conhecimento gerado pelos indígenas Inuvialuit, “com a importância cultural do lugar e da terra, da família e da comunidade, a capacidade de capturar nos metadados os lugares e as pessoas associadas a um recurso é fundamental” (FARNEL; SHIRI, 2020, p. 129, *tradução nossa*). Dessa forma, embora vocabulários existentes sejam utilizados, visando a interoperabilidade e a reusabilidade dos dados, os metadados podem ser enriquecidos com descrições pertinentes a cada comunidade, fazendo uso de elementos descritivos específicos para cada uma delas.

O enriquecimento semântico é abordado por Zeng e Chen (2018), que relatam a criação de um *framework* para estruturar e enriquecer semanticamente dados de biografias online, viabilizando melhores buscas e reuso das informações. El Hadi e Roszkowski (2016) e Lima e Santos (2018) também abordam estratégias de enriquecimento semântico, nomeadamente as anotações semânticas. El Hadi e Roszkowski (2016, p. 394) apontam que o conceito de anotações semânticas “(...) está fortemente relacionado a sistemas de anotações sociais, (...) que fomentam a ideia de participação do usuário na criação e resposta a recursos online e

coadunam com a filosofia da *Web 2.0*". O caráter participativo das anotações semânticas também é explorado por Limas e Santos (2018), que descrevem o desenvolvimento de um ambiente *web* colaborativo para a disseminação e preservação de uma coleção de imagens digitais na área da arquitetura.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao analisar os dados coletados é possível inferir que as tendências e os desafios apontados nos estudos de OC relacionados à interoperabilidade entre sistemas e aos SOC envolvem quatro grandes categorias temáticas, a saber: a integração de dados heterogêneos, o mapeamento de SOC, a representação de SOC no padrão da W3C e os métodos colaborativos de construção de SOC.

Todas as categorias de assuntos apontadas como tendências no presente estudo convergem para a viabilização da interoperabilidade semântica entre sistemas, fazendo uso das estruturas dos SOC, dos padrões da W3C, da construção colaborativa do conhecimento e de ferramentas tecnológicas para que os metadados estejam cada vez mais conectados e enriquecidos. Esse é um indicativo de que a interoperabilidade semântica entre sistemas é a grande tendência apontada nos estudos observados e, também, o grande desafio para as soluções de OC a serem desenvolvidas.

Observou-se que as tendências apontadas pela literatura analisada quase sempre apresentam desafios relacionados a elas. Isso ocorre porque são questões que ainda não estão completamente consolidadas ou efetivadas – pois são tendências – mas que são consideradas necessárias ou importantes para o desenvolvimento da interoperabilidade nos ou entre os SOC. Portanto, nem sempre a forma ou recursos de consolidação já são conhecidos ou estão disponíveis aos desenvolvedores.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, J. F. V. R.; DIAS, G. A. Representar para recuperar: uma necessidade do usuário. *Pesquisa Brasileira em Ciência da Informação e Biblioteconomia*, n. 2, v. 14, 2019. Disponível em: <http://www.brapci.inf.br/index.php/res/v/120031>. Acesso em: 20 ago. 2022.
- ARACRI, G.; CARUSO, A.; FOLINO, A. An ontological model for semantic interoperability within an earth observation knowledge base. In: *Knowledge Organization at the Interface. Proceedings of the Sixteenth International ISKO Conference (Aalborg, Denmark, 2020)*. Baden-Baden: Ergon, 2020, p. 13-22. (Advances in knowledge organization, 17).
- ARAVE, G.; JACOB, E. K. Evaluating semantic interoperability across ontologies. In.: *Knowledge organization for a sustainable world: challenges and perspectives for cultural, scientific, and technological sharing in a connected society. Proceedings of the Fourteenth International ISKO Conference (Rio de Janeiro, Brasil, September 27-29, 2016)*. Würzburg: Ergon, 2016. p. 308-316. (Advances in knowledge organization, 15).
- BAPTISTA, D. M. A Relevância do texto na organização e representação da informação. In.: BAPTISTA, D. M.; ARAÚJO JÚNIOR, R. H. (orgs.). *Organização da informação: abordagens e práticas*. Brasília, DF: Thesaurus, 2015. p. 21-43.
- BARITÉ, M. Sistemas de organización del conocimiento: una tipología actualizada. *Informação & Informação*, Londrina, v. 16, n. 3, p. 122-139, jan./jun. 2011b.
- BINDING, C. *et al.* Integrative Levels Classification as a Networked KOS: a SKOS Representation of ILC2. In: *Knowledge Organization at the Interface. Proceedings of the Sixteenth International ISKO Conference (Aalborg, Denmark, 2020)*. Baden-Baden: Ergon, 2020, p. 49-58. (Advances in knowledge organization, 17).
- BOTELHO, L. L. R.; CUNHA, C. C. A.; MACEDO, M. O método da revisão integrativa nos estudos organizacionais. *Gestão e sociedade*, v. 5, n. 11, p. 121-136, 2011.
- BRITO, M. *et al.* Indexing with images: the imagetive conceptual methodology. In.: *Knowledge organization for a sustainable world: challenges and perspectives for cultural, scientific, and technological sharing in a connected society. Proceedings of the Fourteenth International ISKO Conference (Rio de Janeiro, Brasil, September 27-29, 2016)*. Würzburg: Ergon, 2016. p. 265-274. (Advances in knowledge organization, 15).
- CARLAN, E.; BRÄSCHER, M. Fundamentos teóricos para elaboração de sistemas de organização do conhecimento. In: BAPTISTA, D. M.; ARAÚJO JÚNIOR, R. H. (orgs.). *Organização da informação: abordagens e práticas*. Brasília, DF: Thesaurus, 2015, p. 135-158.

CARRASCO, L.; VIDOTTI, S. Handling multilinguality in heterogeneous digital cultural heritage systems through CIDOC CRM ontology. In: *Knowledge organization for a sustainable world: challenges and perspectives for cultural, scientific, and technological sharing in a connected society. Proceedings of the Fourteenth International ISKO Conference* (Rio de Janeiro, Brasil, September 27-29, 2016). Würzburg: Ergon, 2016. p. 317-325. (Advances in knowledge organization, 15).

CHEN, S.; ZENG, M. L.; CHEN, H. Alignment of conceptual structures in controlled vocabularies in the domain of Chinese art: a discussion of issues and patterns. In: *Categories, contexts and relations in knowledge organization: Proceedings of the Twelfth International ISKO Conference* (Mysore, Índia, August 6-9, 2012). Würzburg: Ergon, 2012. p. 249-255. (Advances in knowledge organization, 13).

DASGUPTA, A.; THOMAS, V. K. Semantic web technology: a key for effective knowledge management: a case study on facets of law. In: *Categories, contexts and relations in knowledge organization: Proceedings of the Twelfth International ISKO Conference* (Mysore, Índia, August 6-9, 2012). Würzburg: Ergon, 2012. p. 365. (Advances in knowledge organization, 13).

EL HADI, W. M.; FAVIER, L. Bridging the gaps between knowledge organization and digital humanities. In: *Knowledge organization in the 21st century: between historical patterns and future prospects: Proceedings of the Thirteenth International ISKO Conference* (Kraków, Poland, May 19-22, 2014). Würzburg: Ergon, 2014. p. 477-485. (Advances in knowledge organization, 14).

ENAP - Escola Nacional de Administração Pública. *Introdução à interoperabilidade: módulo 1*. Brasília, DF: ENAP, 2015.

FARNEL, S.; SHIRI, A. Indigenous Community Driven Knowledge Organization at the Interface: The Case of the Inuvialuit Digital Library. In: *Knowledge Organization at the Interface. Proceedings of the Sixteenth International ISKO Conference* (Aalborg, Denmark, 2020). Baden-Baden: Ergon, 2020, p. 123-132. (Advances in knowledge organization, 17).

FAVIER, L.; EL HADI, W. M. From text to image: the concept of universality in knowledge organization systems designed by Paul Otlet and the international institute of bibliography. In: *Categories, contexts and relations in knowledge organization: Proceedings of the Twelfth International ISKO Conference* (Mysore, Índia, August 6-9, 2012). Würzburg: Ergon, 2012. p. 220-228. (Advances in knowledge organization, 13).

FUJITA, M. S. L., SANTOS, L. B. P.; ALVES, R. V. Linguagens de indexação e linguagem documentária são sistemas de organização do conhecimento? Uma análise bardiânica da variação terminológica. *Scire*, v. 24; n. 2, p. 23-33, jul./dez. 2018.

GARCÍA-MARCO, F.; RAMO, J. L.; Interoperability and Standardization of Web Navigation Taxonomies: Clarifying some Operational Concepts and Developing a Tentative Basic Vocabulary. In: *Knowledge Organization across Disciplines, Domains, Services, and Technologies. Proceedings of the Seventeenth International*

ISKO Conference (Aalborg, Denmark, July 6-8, 2022). Baden-Baden: Ergon, 2022, p. 73-86. (Advances in knowledge organization, 19).

GARCÍA-MARCO, F. *et al.* Advancing the Interoperability of the GLAM+ and Cultural Tourism Sectors through KOS: Perspectives and Challenges. In: Knowledge Organization at the Interface. Proceedings of the Sixteenth International ISKO Conference (Aalborg, Denmark, 2020). Baden-Baden: Ergon, 2020, p. 152-160. (Advances in knowledge organization, 17).

HINDERMANN, M. LEDL, A. BARTOC FAST: A Federated Asynchronous Search Tool for Remote Vocabulary Access. In: Knowledge Organization at the Interface. Proceedings of the Sixteenth International ISKO Conference (Aalborg, Denmark, 2020). Baden-Baden: Ergon, 2020, p. 201-206. (Advances in knowledge organization, 17).

HYVÖNEN, E. *Publishing and using cultural heritage linked data on the semantic web*. San Rafael, CA: Morgan & Claypool Publishers, 2012. 159 p.

ISO - INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *ISO 25964-2:2013: thesauri and interoperability with other vocabularies: part 2: interoperability with other vocabularies*. Genebra: ISO, 2013. 99 p.

LARA, M. L. G. Conceitos de organização e representação do conhecimento na ótica das reflexões do Grupo TEMA. *Informação & Informação*, Londrina, v. 16, n. 3, p. 92-121, jan./jun. 2011.

LARA, M. L. G. *Linguística documentária: seleção de conceitos*. São Paulo, 183 f., 2009. Tese (Curso de habilitação à livre-docência da Escola de Comunicação e Artes) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

LARA, M. L. G. Propostas de tipologias de KOS: uma análise das referências de formas dominantes de organização do conhecimento. *Encontros Bibli: revista eletrônica de biblioteconomia e ciência da informação*, v. 20, n. esp., p. 89-107, fev. 2015.

LEE, W. Linking, Mapping, Matching, and Change Contemporary Use of Ranganathan's Three Planes of Work in Classification Activity. In: Knowledge Organization at the Interface. Proceedings of the Sixteenth International ISKO Conference (Aalborg, Denmark, 2020). Baden-Baden: Ergon, 2020, p. 494-498. (Advances in knowledge organization, 17).

LIMA, G. A. B. O.; MACULAN, B. C. M. S. Estudo comparativo das estruturas semânticas em diferentes sistemas de organização do conhecimento. *Ciência da Informação*, Brasília, v. 46, n. 1, p. 60-72, dez. 2017.

LUCA, E. W.; DAHLBERG, I. Including Knowledge Domains from the ICC into the Multilingual Lexical Linked Data Cloud. In: *Knowledge organization in the 21st century: between historical patterns and future prospects: Proceedings of the Thirteenth International ISKO Conference* (Kraków, Poland, May 19-22, 2014). Würzburg: Ergon, 2014. p. 258-265. (Advances in knowledge organization, 14).

MACULAN, B. C. M. S.; DIAS, C. C.; LARA, M. L. G. Subsídios teórico-metodológicos para a construção de vocabulários controlados. In.: SIMÕES, M. G.; LIMA, G. A. de (coords.). *Do tratamento à organização da informação: reflexões sobre concepções, perspectivas e tendências*. Coimbra: Coimbra University Press, 2020. Cap. 6, p. 193-242.

MADALLI, D. P.; BALAJI, B. P.; SARANGI, A. K. Music domain analysis for building faceted ontological representation. In.: *Knowledge organization in the 21st century: between historical patterns and future prospects: Proceedings of the Thirteenth International ISKO Conference* (Kraków, Poland, May 19-22, 2014). Würzburg: Ergon, 2014. p. 289-296. (Advances in knowledge organization, 14).

MARCONDES, C. H. *Dados abertos interligados: publicação, recuperação e integração de acervos de arquivos, bibliotecas e museus na web*. Marília: Editora Oficina Universitária, 2021.

MARCONDES, C. H. Publicando e interligando acervos digitais na web através das tecnologias de dados abertos interligados. *Revista Brasileira de Biblioteconomia e Documentação*, v. 13, p. 2135-2163, 2017.

MATTHEWS, P. Knowledge Organisation Systems for Chatbots and Conversational Agents: A Review of Approaches and an Evaluation of Relative Value-Added for the User. In: *Knowledge Organization at the Interface. Proceedings of the Sixteenth International ISKO Conference* (Aalborg, Denmark, 2020). Baden-Baden: Ergon, 2020, p. 274-283. (Advances in knowledge organization, 17).

MILLER, P. Interoperability: what is it and why should I want it? *Ariadne*, n. 24, 2000.

MOREIRO GONZÁLEZ, J. A. *Linguagens documentárias e vocabulários semânticos para a web: elementos conceituais*. Salvador: EDUFBA, 2011.

OHLY, H. Peter. Mission, programs and challenges of knowledge organization. In.: *Categories, contexts and relations in knowledge organization: Proceedings of the Twelfth International ISKO Conference* (Mysore, Índia, August 6-9, 2012). Würzburg: Ergon, 2012. p. 15-23. (Advances in knowledge organization, 13).

PATTUELLI, M. C.; RUBINOW, S. Charting DBpedia: towards a cartography of a major linked dataset. In.: *Categories, contexts and relations in knowledge organization: Proceedings of the Twelfth International ISKO Conference* (Mysore, Índia, August 6-9, 2012). Würzburg: Ergon, 2012. p. 75-82. (Advances in knowledge organization, 13).

ROSETTO, M. Uso do protocolo Z39.50 para recuperação de informação em redes eletrônicas. *Ci. Inf.* v.26, n. 2, Brasília, Maio 1997.

SAN SEGUNDO, R.; ÁVILA, Daniel Martínez. New conceptual structures for the digital environment: from KOS to the semantic interconnection. In.: *Categories, contexts and relations in knowledge organization: Proceedings of the Twelfth International ISKO Conference* (Mysore, Índia, August 6-9, 2012). Würzburg: Ergon, 2012. p. 206-211. (Advances in knowledge organization, 13).

SHEPHERD, M.; SAMPALLI, T. Ontology as Boundary Object. In: *Categories, contexts and relations in knowledge organization: Proceedings of the Twelfth International ISKO Conference* (Mysore, Índia, August 6-9, 2012). Würzburg: Ergon, 2012. p. 131-137. (Advances in knowledge organization, 13).

SILVA, A. G. *Informação legislativa ao alcance do cidadão: contribuição dos sistemas de organização do conhecimento*. Escola de Comunicações e Artes, 229 f., 2015. Tese (Doutorado em Ciência da Informação) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

SILVA, C. G. Knowledge organization in portuguese public administration: from the functional classification plan to the creation of an ontology from the semantic web's perspective. In: *Knowledge organization for a sustainable world: challenges and perspectives for cultural, scientific, and technological sharing in a connected society. Proceedings of the Fourteenth International ISKO Conference* (Rio de Janeiro, Brasil, September 27-29, 2016). Würzburg: Ergon, 2016. p. 290-299. (Advances in knowledge organization, 15).

SMITH, L. Interdisciplinary Searching as a Use Case for Vocabulary Mapping. In: *Knowledge Organization at the Interface. Proceedings of the Sixteenth International ISKO Conference* (Aalborg, Denmark, 2020). Baden-Baden: Ergon, 2020, p. 428-435. (Advances in knowledge organization, 17).

SOERGEL, D. *Knowledge Organization Systems: overview*. [2009]. Disponível em: <https://www.dsoergel.com/UBLIS514DS-08.2a-1Reading4SoergelKOSOverview.pdf>. Acesso em: 2 set. 2022.

SOLIS M.; WASSERMANN, R.; LIMA, V. M. A. On the use of ontologies for search in a collaborative system for architectural images. In: *Knowledge organization for a sustainable world: challenges and perspectives for cultural, scientific, and technological sharing in a connected society. Proceedings of the Fourteenth International ISKO Conference* (Rio de Janeiro, Brasil, September 27-29, 2016). Würzburg: Ergon, 2016. p. 283-289. (Advances in knowledge organization, 15).

SOSINSKA-KALATA, B. Semantization and standardization – cooperative or conflicting trends in knowledge organization?. In: *Knowledge Organization across disciplines, domains, services, and technologies proceedings of the seventeenth international ISKO Conference* (Kraków, Poland, May 19-22, 2014). Würzburg: Ergon, 2014. p. 580-587. (Advances in knowledge organization, 14).

STUBKJÆR, E. Emerging Cadastral and Related Geospatial Ontologies: A Review in Making. In: *Knowledge Organization across Disciplines, Domains, Services, and Technologies. Proceedings of the Seventeenth International ISKO Conference* (Aalborg, Denmark, July 6-8, 2022). Baden-Baden: Ergon, 2022, p. 331-338. (Advances in knowledge organization, 19).

SZOSTAK, R. *et al.* Classifications as Linked Open Data: Challenges and Opportunities. In: *Knowledge Organization at the Interface. Proceedings of the Sixteenth International ISKO Conference* (Aalborg, Denmark, 2020). Baden-Baden: Ergon, 2020, p. 436-445. (Advances in knowledge organization, 17).

TAHERI, S. M.; SHAHRESTANI, Z.; NEZHAD, M. H. Y. Switching languages and the national content consortiums: an overview on the challenges of designing an iranian model. In.: *Knowledge organization in the 21st century: between historical patterns and future prospects: Proceedings of the Thirteenth International ISKO Conference* (Kraków, Poland, May 19-22, 2014). Würzburg: Ergon, 2014. p. 367-373. (Advances in knowledge organization, 14).

TARTAROTTI, R. D.; FUJITA, M. L. The perspective of social indexing in online bibliographic catalogs: between the individual and the collaborative. In.: *Knowledge organization for a sustainable world: challenges and perspectives for cultural, scientific, and technological sharing in a connected society. Proceedings of the Fourteenth International ISKO Conference* (Rio de Janeiro, Brasil, September 27-29, 2016). Würzburg: Ergon, 2016. p. 257-264. (Advances in knowledge organization, 15).

TORRES, S.; ALMEIDA, M. B.; SIMÕES, M. G. Relações semânticas em sistemas de organização do conhecimento: uma investigação no domínio da informação legislativa. In.: *Desafíos y oportunidades de las Ciencias de la Información y la Documentación en la era digital: actas del VII Encuentro Ibérico EDICIC 2015*. Universidad Complutense de Madrid, Madrid, 2015.

W3C. Semantic web. Cambridge: MIT, c2015. Disponível em: <https://www.w3.org/standards/semanticweb/>. Acesso em: 10 jun. 2022.

W3C. SKOS Simple Knowledge Organization System Reference. Cambridge: MIT, 2009. Disponível em: <https://www.w3.org/TR/skos-reference/>. Acesso em: 3 ago. 2022.

ZENG, M. L. Interoperability. *Knowledge Organization*, v. 46, n. 2, 2019.