



REQUISITOS PARA FERRAMENTAS DE VISUALIZAÇÃO DE ONTOLOGIAS

Cristiane Mendes Netto¹, Gercina Angela Borém de Oliveira Lima²

¹Universidade Vale do Rio Doce, 0000-0002-5725-8323, cris.netto@gmail.com

²Universidade Federal de Minas Gerais, 0000-0003-0735-3856, limagercina@gmail.com

RESUMO Com o objetivo de auxiliar o uso de ontologias, no que se refere a ampliar a compreensão humana do domínio representado por elas, a visualização de ontologias tem sido um tema presente na literatura científica. Com o objetivo de analisar as propostas de ferramentas de visualização de ontologias, apresenta-se, neste artigo, o resultado de um estudo de avaliação de características de quatorze ferramentas relatadas na literatura, bem como testes de uso com duas dessas ferramentas. A metodologia para seleção das referências foi desenvolvida com aplicação de etapas do processo Proknow-C (KnowledgeDevelopmentProcess – Construtivist), que possibilitou a organização de um conjunto de vinte referências científicas, publicadas de 2007 a 2016. A contribuição do trabalho consiste na sistematização de requisitos funcionais e de usabilidade para ferramentas de visualização de ontologias. Nos requisitos funcionais básicos, foi recomendada a visualização de classes, instâncias, relações e propriedades, bem como as funções de ampliar e reduzir visões, pesquisar, filtrar, exportar imagem. Como requisitos inovadores, sugeriu-se: anexar anotações, compartilhar, enviar notificações e salvar preferências dos usuários. Nos requisitos de usabilidade, propõe-se que se tenha: consistência, atalhos, retroalimentação, diálogo, prevenção de erros e personalização. Observou-se no estudo realizado que a visualização da informação aplicada às ontologias tem potencial para oferecer aos usuários um suporte para auxiliar a recuperação de informação. Como trabalhos futuros a serem desenvolvidos, sugerem-se estudos com usuários para identificação de novos requisitos, a partir dos interesses e necessidades desses, bem como uma análise de tarefas, em um processo centrado no usuário. Espera-se, com este trabalho, colaborar para o desenvolvimento de ferramentas de visualização de ontologia de boa usabilidade que proporcionem aos usuários alcançarem seus objetivos.

PALAVRAS-CHAVE *Ontologia, Organização do Conhecimento, Visualização de Ontologias.*

ABSTRACT The ontology visualization has been a present theme in the scientific literature, in order to increase the human comprehension of the domain represented by the ontologies. This work presents the results of an evaluation study of the characteristics of fourteen tools reported in the scientific literature, as well as the tests of two of these tools. The objective of this study is to analyze the proposed ontology visualization tools and the presented requirements for the ontology visualization tools to attend the user needs. The methodology used to select the references was developed using the steps of the Proknow-C process (Knowledge Development Process - Constructivist) that allowed the organization of a set of twenty scientific references, published from 2007 to 2016. The contribution of the work consists in the systematization of functional and usability requirements for the ontology visualization tools. For the basic functional requirements there were recommended the classes visualization, instances, relations and properties, such as the functions of zooming and reducing views, researching, filtering, and exporting image. As innovative requirements it was suggested: to attach annotations, share, send notifications and save the user preferences. In the requirements of usability, it is proposed to have: consistency, shortcuts, feedback, dialogue, error prevention and personalization. It was observed in the study that the information visualization applied to the ontologies has the potential to offer to the users a support to help with the information

retrieval. As future work it is suggested to be developed studies with the users to identify new requirements based on their interests and needs, as well as a task analysis in a user-centered process. It is hoped that this work will collaborate to the development of the ontology visualization tools of good usability and that it will allow the users to reach their objectives.

KEYWORDS *Ontology, Knowledge Organization, Ontology Visualization*

COPYRIGHT Este trabalho está licenciado com uma Licença Creative Commons - Atribuição 4.0 Internacional (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pt>)

INTRODUÇÃO

No campo da organização da informação e do conhecimento, os estudos de ontologias têm tratado principalmente das suas aplicações como Sistemas de Organização do Conhecimento para criação de bases de conhecimento. Pode-se considerar que o interesse comum desses estudos reside no potencial que as ontologias possuem para fornecerem uma conceituação compartilhada de um domínio para ser comunicada a pessoas e sistemas computacionais.

No âmbito computacional, a criação de ontologias tem sido beneficiada pelo desenvolvimento de linguagens formais e ferramentas, que oferecem os recursos formais para profissionais especialistas em ontologias. No entanto, dada a complexidade dos domínios a serem representados, as ontologias comumente podem conter centenas e até milhares de classes e instâncias. Essa estrutura pode se tornar de difícil visualização e extremamente complexa para a compreensão humana, principalmente por usuários não especialistas em ontologias.

Com vistas a investigar essa questão, este trabalho buscou analisar as aplicações da área de Visualização de Informação (VI) para ontologias. A VI é definida por Card, Mackinlay, e Shneiderman (1999) como o uso de representações de dados abstratos suportadas por computador e interativas para ampliar a cognição. Para Freitas, Chubachi, Luzzardi, e Cava (2001), a VI é uma área de aplicação de técnicas da computação gráfica, geralmente interativas, visando auxiliar o processo de análise e compreensão humana de um conjunto de dados, por manipulações das representações gráficas.

Observou-se que estudos dessa área têm sido aplicados em ferramenta de visualização de ontologias com o propósito de auxiliar o uso de ontologias e a compreensão humana do domínio representado por elas. Visando analisar as características dessas ferramentas, realizou-se uma revisão sistematizada da literatura científica, em trabalhos publicados no período de 2007 a 2016. A metodologia utilizada para essa revisão foi baseada em etapas do processo ProcKnow-C (Knowledge Development Process – Construtivist), conforme proposto por Tasca, L. Ensslin, Ensslin, e Alves (2010).

Como resultado, este trabalho descreve um recorte advindo dessa revisão de literatura, destacando a análise de ferramentas para visualização de ontologias, identificadas em referências da literatura científica. Por meio de um estudo comparativo das características de interface e recursos dessas ferramentas, apresentam-se doze requisitos funcionais e seis requisitos de usabilidade considerados essenciais para ferramentas de visualização de ontologia. A contribuição deste trabalho se alicerça no delineamento deixado às futuras pesquisas e no desenvolvimento de ferramentas de visualização de ontologias.

A organização do artigo apresenta-se da seguinte forma: a Seção 2 descreve fundamentos sobre a visualização de ontologias. A seção 3 a metodologia da pesquisa. Em seguida, são abordados, nas respectivas seções, os resultados e as conclusões.

A VISUALIZAÇÃO DE ONTOLOGIAS

A visualização de informação aplicada à ontologia consiste em representar graficamente os elementos que constituem as ontologias: classes, relações, axiomas e instâncias, com possibilidades de realização de tarefas de interação sobre esses elementos. Observa-se que nos estudos de visualização de ontologias, encontrou-se que os termos modelos e técnicas estão sendo usados para designar o as características do tipo de visualização aplicada a ontologia. Com base nas características predominantes, oferecidas pelas ferramentas de visualização de ontologias, Katifori e Halatsis (2007) agruparam os métodos de visualização de ontologias em seis categorias, conforme apresentado a seguir.

- a) *Lista indentada*: uma lista indentada apresenta a taxonomia da ontologia em uma estrutura semelhante à organização de pastas do Windows Explorer.
- b) *Árvore de links e nós*: na árvore de links e nós a ontologia é representada como um conjunto de nós interconectados (grafos) que geralmente podem ser expandidos e retraídos pelo usuário.
- c) *Visualização Zoomable*: uma visualização baseada em aproximação (*zoomable*) apresenta os nós filhos aninhados dentro de seu nó pai e permite ao usuário fazer ampliação para e sair dos nós.
- d) *Preenchimento de espaço*: a vista de preenchimento de espaço apresenta os nós subdividindo o espaço da tela. O tamanho de cada subdivisão depende dos atributos do nó, como o número de nós secundários.
- e) *Foco e Contexto*: essa visão apresenta contexto e foco ao mesmo tempo exibindo o nó em foco ampliado e o resto dos nós colocados em torno dele.
- f) *Paisagem 3D*: a visão da paisagem da informação apresenta objetos 3D codificados por cor e tamanho em um plano usando a metáfora da paisagem.

Existem vários exemplos de ferramentas descritas na literatura que permitem a visualização com características dessas categorias de classificação. Cabe destacar que uma ferramenta indicada como exemplo de um método pode também conter características de métodos distintos. Mediante a diversidade de métodos e ferramentas que se apresentam para visualização de ontologias, tem-se que a escolha de uma solução é um desafio para os usuários, assim como é complexa a definição de requisitos para o desenvolvimento de novas soluções. Logo, avaliar as principais características do domínio e dos métodos é necessário para se propor uma visualização de informação mais adequada. Além disso, tem-se que alguns elementos que compõem as ontologias geralmente são priorizados em detrimento de outros, conforme a especificidade de ferramenta e método de visualização.

METODOLOGIA

No que se refere ao objetivo deste trabalho, esta pesquisa se caracteriza por ser exploratória e descritiva. Segundo Gil (2002), a primeira característica se apresenta em pesquisas que têm como objetivo proporcionar maior familiaridade com um problema, com vistas a torná-lo mais explícito, envolvendo

o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições. A pesquisa descritiva visa à descrição das características de determinada população ou fenômenos, ou ao estabelecimento de relações entre variáveis.

Quanto ao delineamento da pesquisa, no que se refere ao planejamento em sua dimensão mais ampla, ela classifica-se como pesquisa bibliográfica, desenvolvida com base em material já elaborado, constituída de trabalhos científicos (Gil, 2002). A abordagem da análise dos dados baseia-se na pesquisa indutiva, em que, partindo-se de dados particulares constatados, infere-se uma verdade geral, não contida nas partes examinadas (Lakatos & Marconi, 2010).

A natureza da pesquisa é aplicada, tipo que se caracteriza, segundo Lakatos e Marconi (2003), por seu interesse prático, isto é, que os resultados sejam aplicados, imediatamente, na solução de problemas que ocorrem na realidade.

Como instrumento para sistematização da revisão de literatura, utilizou-se o processo Procknow-C, proposto por Tasca et al. (2010). A identificação desse processo ocorreu a partir de pesquisas em periódicos nacionais da área de Ciência da Informação, nos quais encontrou-se a aplicação do processo nos trabalhos de L. Ensslin, Ensslin, e Pacheco (2012), L. Ensslin, Waiczysk, Chaves, e Ensslin (2015) e Machado, Ensslin, William, e L. Ensslin (2016).

No contexto do Procknow-C, as referências selecionadas na literatura constituem um conjunto de publicações com reconhecimento científico, identificadas conforme o interesse de pesquisa e delimitações estabelecidas pelo pesquisador. Neste trabalho, o portfólio foi selecionado por pesquisas no mês de janeiro de 2017, nas bases de dados *Information Science & Technology Abstracts* (ISTA); *Library, Information Science & Technology Abstracts* (LISTA); *Library and Information Science Abstracts* (LISA); *Web of Science* e SCOPUS, disponíveis para acesso pelo Portal Capes (<http://www.periodicos.capes.gov.br>).

O recorte temporário para seleção das referências consistiu de publicações entre 2007 a 2017 e, como critério de delimitação, consideraram-se a publicação em periódicos científicos, livros e anais de conferências científicas. A *string* de busca escolhida para condução da recuperação foi (ontolog* visuali*) OR (ontolog* navigat*). Os caracteres curingas (*) foram usados para cobrir variações de plural e dos termos de pesquisa. No caso do termo referente à visualização, em inglês, a grafia pode ser tanto *visualization* quanto *visualisation*.

A partir da análise manual das referências retornadas pela pesquisa, identificou-se um conjunto de vinte artigos que tratam de apresentações de ferramentas de visualização de ontologias. Esses trabalhos foram analisados e, a partir deles, foram selecionadas duas ferramentas para testes de uso com uma ontologia e avaliação da interface e dos recursos. Os resultados dessa avaliação são relatados na seção a seguir.

RESULTADOS

O conjunto de artigos que fundamentou a realização deste estudo consistiu de vinte referências, sendo 25% dos trabalhos advindos de periódicos e outros 75% de conferências científicas. O Quadro 1 apresenta o conjunto das quatorze ferramentas de visualização de ontologias identificadas, junto às suas características e referências. Algumas ferramentas são relatadas em mais de uma referência, como foi

o caso das ferramentas VOWL, Knoocks e OWLGrEd, que apresentam detalhamento distinto em diferentes publicações.

Quadro 1. Ferramentas de visualização de ontologias relatadas na literatura

Ferramenta	Características da visualização	Referências
VOWL	Baseada em grafos. A visualização é feita por uma representação visual projetada para mapear os elementos da OWL. Criada para usuários especialistas e não especialistas em ontologias.	Lohmann, Negru, Haag, e Ertl (2016) Bach, Pietriga, e Ertl (2014) Lohmann, Negru, e Bold (2014) Negru e Lohmann (2013)
Knoocks	A visualização é dedicada em representar as instâncias relacionadas à estrutura nas ontologias.	Kriglstein e Wallner (2010) Kriglstein e Wallner (2011) Kriglstein (2009)
OntoSumViz	Desenvolvida com base no uso de vetores descritivos para gerar uma visualização que represente uma visão geral de ontologia. Proposta para auxiliar a avaliação e a seleção de ontologias para um domínio.	Machova, Vrana, Mach, e Sincak (2016)
MemoGraph	Visualização desenvolvida visando ao uso universal e voltada especificamente para pacientes com Alzheimer. Adota uma representação com imagens que podem ser escolhidas por usuários ou pelo sistema.	Ghorbel et al.(2016)
OWLGrid	Visualização gerada com uma notação baseada em diagrama de classes em UML.	Cerans, Liepins, Sprogis, Ovcinnikova, e Barzdins (2015)
Osmosys	Visualização com diferentes formatos para representação dos conteúdos de ontologias, com acesso via web.	Psyllidis (2015)
UML-like	Visualização para uso no Protégé, baseado na representação da linguagem UML.	Cai, Shi, e Yang (2015)
OLSViz	Desenvolvida especificamente para visualização das ontologias do repositório <i>Ontology Lookup Service (OLS)</i> .	Vercruyssen, Venkatesan, e Kuiper (2012)
KC-Viz	A visualização é gerada a partir de um método para extração de conceitos-chaves que são usados para representar as ontologias de forma concisa.	Motta et al. (2011)
OntoTrix	Ferramenta projetada para permitir aos usuários visualizar e navegar em conjuntos de instâncias e suas relações em ontologias.	Bach, Pietriga, Liccardi, e Legostaev (2011).
SSN-XG	Visualização baseada em representação de diagramas conceituais.	Howse, Stapleton, Taylor, e Chapman (2011)
OWLGrEd	Ferramenta para edição e visualização de ontologias, com uma representação gráfica baseada na linguagem UML.	Bārzdiņš, Bārzdiņš, Čerāns, Liepiņš, e Sproģis (2010a) Bārzdiņš, Bārzdiņš, Čerāns, Liepiņš, e Sproģis (2010b).
OWLEasyViz	Editor de ontologia que combina uma representação textual e gráfica de ontologias com uma proposta de interface para atender a usuários especialistas e não especialistas em ontologias.	Catenazzi, Sommaruga, e Mazza (2019)
GrOWL	Visualização baseada em grafos para uso no Protégé.	Krivov, Williams, e Villa (2007)

Referência: autoras (2017).

Percebeu-se que grande parte das ferramentas relatadas na literatura não estão disponíveis para uso e que podem ter sido descontinuadas no seu desenvolvimento, como é o caso do Knoocks e OntoTrix. Além disso, observa-se que as propostas relatadas na literatura ainda carecem de melhores avaliações através de testes com usuários e conhecimento mais aprofundado sobre as suas necessidades.

Considera-se que, para cada grupo de usuários e domínio, pode haver uma necessidade distinta, tornando mais complexa, portanto, uma ferramenta que seja ideal para visualização de ontologias em todos os contextos.

Com o objetivo de conhecer e avaliar as funções das ferramentas de visualização de ontologias, escolheu-se testar as ferramentas VOWL e Knoocks, por terem maior número de publicações científicas. Para uso da ferramenta Knoocks, foi realizado um contato com os autores da ferramenta, para obter o programa para instalação, tendo em vista que o projeto de seu desenvolvimento foi descontinuado. Já a ferramenta VOWL foi utilizada com a versão disponível na internet. Para os testes, utilizou-se a ontologia *Travel*, encontrada disponível publicamente por meio do *Protégé Ontology Library* (https://protegewiki.stanford.edu/wiki/Protege_Ontology_Library). Esta ontologia foi escolhida por representar um domínio de fácil conhecimento e por ter uma quantidade de classes suportada pelas duas ferramentas.

A ferramenta Knoock foi projetada para visualizar as classes, instâncias e propriedades. A representação das classes é feita com retângulos, chamados de blocos. Cada bloco representa uma classe com suas subclasses e os retângulos à direita são subclasses dos retângulos à esquerda. As instâncias de cada classe são listadas dentro dos blocos de suas respectivas classes. As propriedades dos objetos são representadas pelas linhas e as propriedades de tipos são identificadas por cores. Ao clicar sobre o nome de cada instância, suas propriedades são apresentadas.

A Figura 1 apresenta a interface principal da ferramenta Knoocks. A organização desta ferramenta é feita em quatro áreas principais. Na área superior esquerda (A), encontram-se, organizados em abas, os recursos de filtros que podem ser aplicados para mostrar ou esconder blocos, busca por palavra-chave, histórico e marcações que podem ser aplicadas para identificar itens das visualizações. A área inferior esquerda (B) é utilizada para mostrar uma visão geral da ontologia. Os itens apresentados nessa área podem ser vistos de forma detalhada na terceira e maior parte da interface (C). Na lateral direita (D), são apresentadas as opções de mostrar todas as conexões da ontologia, organizar a visualização de forma circular, esconder detalhes e exportar a visualização central para um arquivo de imagem PNG e ainda esconder ou mostrar detalhes de domínio.

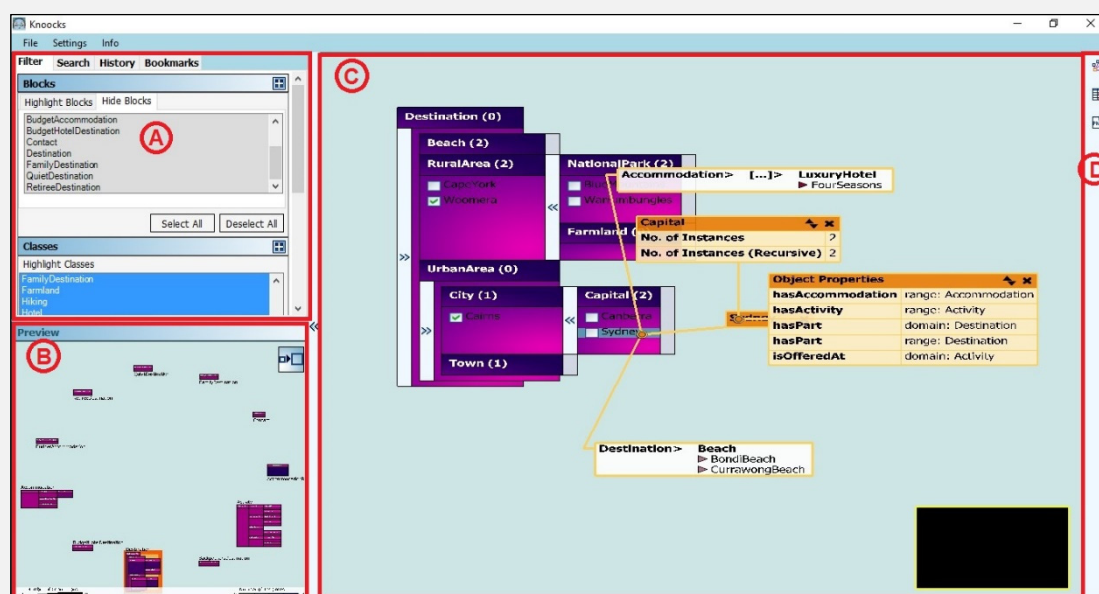


Figura 1. Organização da interface da ferramenta Knoocks

Na análise da ferramenta Knoocks, percebeu-se que a organização da interface e a representação por blocos favorecem o uso por não especialistas em ontologias. Considerou-se positiva a estratégia utilizada na tela inicial do programa para orientar o usuário quanto à representação utilizada. Considerou-se também uma potencialidade os recursos de filtros para o usuário controlar o volume de informação a ser visualizado e a interface, que apresenta ao usuário a definição de preferências no momento de abrir a ontologia. Percebeu-se, pelo tempo já decorrido do desenvolvimento da ferramenta, que sua interface pode ser considerada ultrapassada, vistas as tendências atuais de formatos e cores. No entanto, sua organização e nível de controle oferecido ao usuário podem servir de inspiração para novas ferramentas a serem desenvolvidas.

A ferramenta VOWL foi testada na versão Web, disponível em: <<http://visualdataweb.de/webvowl/>>. A interface desta ferramenta está organizada em três partes, conforme mostra a Figura 2. O modelo de visualização consiste em um grafo que pode ser manipulado com movimentos de clicar e arrastar, conforme interesse de visualização. A visualização do grafo é apresentada na parte central da interface (A). Na parte inferior da interface (B), estão contidas as principais funções da ferramenta. Dentre essas funções, tem-se: a) pesquisar por palavra-chave, com recurso de sugestão de termos pela ferramenta; b) abrir um arquivo OWL de uma ontologia; c) exportar imagem da visualização para os formatos JSON e SVF; d) ajustar a proximidade dos itens de visualização; e) aplicar filtros sobre os conteúdos que são mostrados na visualização; e) personalizar alguns itens da visualização e f) voltar à visualização inicial. O painel lateral direito (c) apresenta a descrição dos itens selecionados da ontologia.

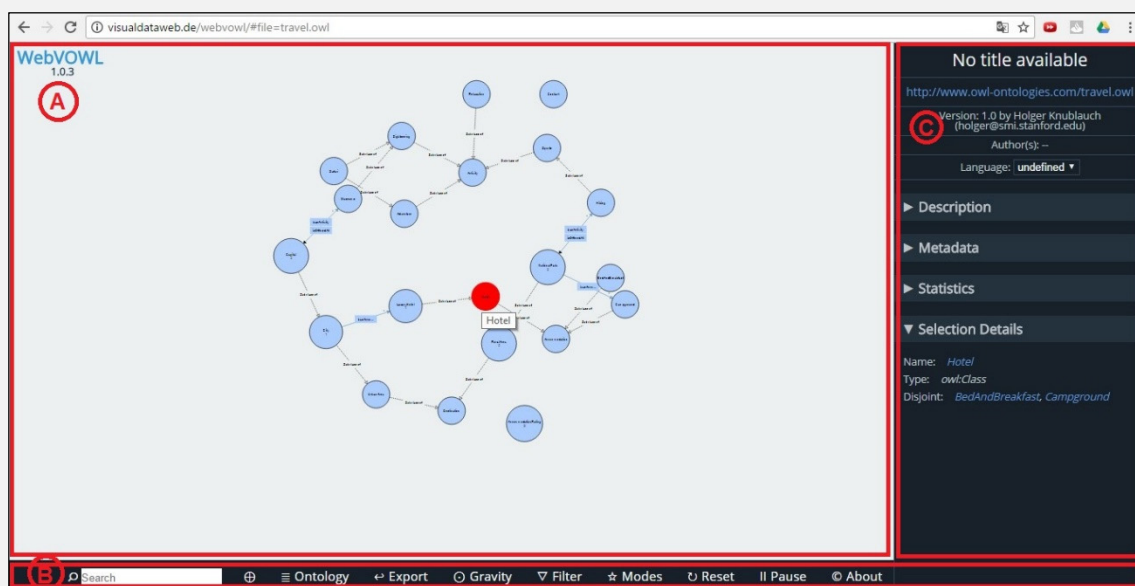


Figura 2. Organização da interface da ferramenta VOWL

Entre as potencialidades consideradas nesta ferramenta, tem-se a sua interface via web, com interação rápida sobre os grafos que representam a ontologia e opções de ajustes para visão geral e detalhamento. A descrição na lateral direita referente ao item selecionado na ontologia favorece o usuário no acesso à informação. O recurso de sugestão de termos para fazer a busca por palavras-chaves permite que o usuário direcione a sua busca com facilidade. Entre as limitações da ferramenta, tem-se a dificuldade de visualizar ontologias maiores, pois a representação fica confusa para o usuário, visto o grande número de nodos no grafo.

A partir dos estudos realizados, apresenta-se a seguir a indicação de requisitos que podem ser considerados essenciais no contexto atual para visualização de ontologias. Quanto aos requisitos funcionais, conforme apresenta Paula Filho (2009), eles descrevem as funções que um produto deve realizar em benefício dos seus usuários. Nesse contexto, a partir de uma análise das ferramentas apresentadas na literatura, elaborou-se o detalhamento de dez requisitos funcionais sugeridos como básicos e inovadores para ferramentas de visualização de ontologias. Os requisitos considerados básicos referem-se aos já encontrados, em geral, nas ferramentas de visualização. Os requisitos inovadores foram sugeridos com base em experiências das autoras com outras ferramentas de gestão do conhecimento.

Requisitos básicos:

- 1) *Visualizar classes*: mostrar uma visão clara e de destaque das classes de uma ontologia é importante para que os usuários identifiquem o conteúdo do domínio representado.
- 2) *Visualizar instâncias*: mostrar as instâncias em evidência pode ser do interesse do usuário, visto que estas são os dados concretos de uma representação ontológica.
- 3) *Visualizar relações*: evidenciar as relações e os seus tipos representados em uma ontologia pode favorecer a compreensão do domínio.
- 4) *Visualizar propriedades*: apresentar o detalhamento das propriedades dos tipos de dados para conhecimento do usuário.
- 5) *Ampliar e reduzir visões*: mostrar uma visão geral e detalhada da ontologia, conforme escolha do usuário, possibilitando inferências da organização semântica da ontologia.
- 6) *Pesquisar*: incluir uma opção de consulta à ontologia por palavra-chave e com recurso de indicação dos termos da ontologia.
- 7) *Filtrar*: gerar visualizações baseadas em filtros, conforme escolha dos usuários, permitindo evidenciar múltiplos aspectos de uma ontologia.
- 8) *Exportar imagens*: Gerar arquivos de imagem da representação gráfica da ontologia.

Requisitos inovadores:

- 1) *Anexar anotações*: dar ao usuário a opção de incluir anotações e marcações que o permita compreender melhor o domínio dentro da sua experiência.
- 2) *Compartilhar*: fornecer opção de trabalho colaborativo para compartilhar o estudo de uma ontologia com outros usuários.
- 3) *Enviar notificações*: permitir que o usuário defina interesses de assunto e fornecer notificações de atualização.
- 4) *Salvar preferências*: permitir que o usuário escolha suas preferências de uso na ferramenta para personalizar o seu uso.

Quanto aos requisitos de usabilidade, que visam aumentar a satisfação dos usuários de uma ferramenta, apresenta-se a lista a seguir, baseada em Agner (2009):

- 1) *Consistência*: Repetir os padrões para facilitar o uso da interface, mantendo o *layout* das cores, tipologia e menus. Fazer com que ações de operações semelhantes sejam repetidas para facilitar o aprendizado dos usuários.
- 2) *Atalhos*: Incluir teclas de atalhos para acesso às funções do sistema, visando aumentar a velocidade de uso para os usuários que se tornarem mais experientes.

- 3) *Retroalimentação*: Comunicar ao usuário as ações executadas, podendo usar metáforas de interface no caso de operações que demandam respostas mais demoradas.
- 4) *Diálogo*: Sinalizar para o usuário, por meio de mensagens, a sequência de tarefas realizadas.
- 5) *Prevenção de erros*: Incluir opção de backup e desfazer ações para permitir a recuperação de um estado, no caso de erros cometidos pelo usuário.
- 6) *Personalização*: Permitir que os usuários ajustem diferentes modos de exibir os recursos da ferramenta, evitando sobrecarga de informações, conforme uso e interesse.

Além dos requisitos, considera-se que, para favorecer o uso multiplataforma da ferramenta, torna-se essencial que a ferramenta seja desenvolvida para uso via Web. Também é importante que a notação a ser utilizada pela ferramenta favoreça a compreensão do usuário. As propostas de notação já sugeridas na literatura, como as propostas por Cai et al. (2015) e também Negru e Lohmann (2013), podem ser um ponto de partida para as implementações.

CONCLUSÕES

Este artigo apresentou uma indicação de requisitos funcionais e de usabilidade para ferramentas de visualização de ontologias. O resultado foi obtido a partir da análise de referências da literatura científica, publicadas entre 2007 e 2016 e testes realizados com duas ferramentas. Nos requisitos funcionais básicos, foi recomendada a visualização de classes, instâncias, relações e propriedades, bem como as funções de ampliar e reduzir visões, pesquisar, filtrar, exportar imagem. Como requisitos inovadores, sugeriu-se: anexar anotações, compartilhar, enviar notificações e salvar preferências dos usuários. Nos requisitos de usabilidade, foi proposto que se tenha: consistência, atalhos, retroalimentação, diálogo, prevenção de erros e personalização.

Observou-se no estudo realizado que a visualização de informação aplicada às ontologias tem potencial para oferecer aos usuários um suporte para auxiliar a recuperação de informação. Além disso, os recursos visuais podem contribuir para melhorar a realização de tarefas, ampliando a compreensão humana do conhecimento no domínio representado pelas ontologias, bem como a recuperação da informação. Acredita-se que a representação visual favorece a capacidade humana para processamento da informação e reduz o tempo de busca, visto que possibilita o uso da inferência perceptiva e a manipulação dos conteúdos com visualização de detalhes e organizações sob demanda.

Como trabalhos futuros, sugerem-se estudos com usuários para conhecimento aprofundado de suas necessidades e especificação de novos requisitos. Faz-se necessária, também, uma análise de contexto de uso, em um projeto centrado no usuário, com vistas à usabilidade, possibilitando melhor qualidade e atendimento dos objetivos. A partir disso, acredita-se que o desenvolvimento de uma ferramenta para visualização de ontologia, com avaliações de usabilidade sendo parte do processo, poderá proporcionar uma solução bem-sucedida para auxiliar os usuários no uso de ontologias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agner, L. (2009). *Ergodesign e arquitetura de informação: trabalhando com o usuário*. (2. ed.). Rio de Janeiro, RJ, Brasil: Quartet.
- Bach, B., Pietriga, E., Liccardi, I., & Legostaev, G. (2011). OntoTrix: a hybrid visualization for populated ontologies. *Proceedings of the international conference companion on World wide web 20*, 177-180. doi: 10.1145/1963192.1963283
- Bārzdīņš, J., Bārzdīņš, G., Čerāns, K., Liepiņš, R., & Sproģis, A. (2010a). OWLGrEd: a UML Style Graphical Notation and Editor for OWL 2. In Clark, K., Sirin, E. (Eds.), *Proceedings of the 7th International Workshop OWL: Experience and Directions*. Retrieved from http://www.webont.org/owled/2010/papers/owled2010_submission_5.pdf
- Bārzdīņš, J., Bārzdīņš, G., Čerāns, K., Liepiņš, R., & Sproģis, A. (2010b). UML style graphical notation and editor for OWL 2. In P. Forbrig, & H. Günther (Eds.), *Perspectives in Business Informatics Research, 9th International Conference on Business Informatics Research* (pp. 102-114). doi: 10.1007/978-3-642-16101-8
- Cai, Z., Shi, K., & Yang, H. (2015). A Novel Visualization for Ontologies of Semantic Web Representation. In *International Conference on Computational Intelligence and Communication Networks* (pp. 1371-1374). doi: 10.1109/CICN.2015.266
- Card, S. K., Mackinlay, J. D., & Shneiderman, B. (1999). *Readings in information visualization: using vision to think*. San Francisco, CA: Morgan Kaufmann.
- Catenazzi, N., Sommaruga, L., & Mazza, R. (2009). User-friendly ontology editing and visualization tools: the OWLeasyViz approach. *Proceedings of the International Conference on Information Visualisation 13*, 283-288. doi: 10.1109/IV.2009.34
- Cerans, K., Liepins, R., Sproģis, A., Ovcinnikova, J., & Barzdins, G. (2015). Domain-Specific OWL Ontology Visualization with OWLGrEd. In Simperl E. et al. (Eds.), *Lecture Notes in Computer Science: Vol. 7540. Extended Semantic Web Conference* (pp. 419-424). doi: 10.1007/978-3-662-46641-4_38
- Ensslin, L., Ensslin, S. R., & Pacheco, G. C. (2012). Um estudo sobre segurança em estádios de futebol baseado na análise da literatura internacional. *Perspectivas em Ciências da Informação*, 17(2), 71-91.
- Ensslin, L., Waiczysk, C., Chaves, L. C., & Ensslin, E. R. (2015). Processo para evidencição do estado da arte aplicado ao tema gestão de produção científica. *Transinformação*, 27(3), 219-228.
- Freitas, C. S., Chubachi, O. M., Luzzardi, P. G., & Cava, R. A. (2001). Introdução à Visualização de Informações. *Revista de Informática Teórica e Aplicada*, 8(2), 143-158.
- Ghorbel, F., Nebrasse, E., Elisabeth, M., Fayçal, H., Faiez, G., & Noura, H. (2016). MEMO GRAPH: An Ontology Visualization Tool for Everyone. *Procedia Computer Science*, 96, 265-274.
- Gil, A. C. (2002). *Como elaborar projetos de pesquisa*. (4. ed.) São Paulo, SP, Brasil: Atlas.

- Howse J., Stapleton, G., Taylor, K., & Chapman, P. (2011). Visualizing Ontologies: A Case Study. In Aroyo, L. et al. (Eds.), *Lecture Notes in Computer Science: Vol 7031. The Semantic Web: International Semantic Web Conference* (pp. 257-272). doi: 10.1007/978-3-642-25073-6_17
- Katifori, A., & Halatsis, C. (2007). Ontology visualization methods: a survey. In *ACM Computing Surveys*, 39(4), 10.
- Kriglstein, S. (2009). User requirements analysis on ontology visualization. *Proceedings of the International Conference on Complex, Intelligent and Software Intensive Systems*, 694-699. doi: 10.1109/CISIS.2009.37
- Kriglstein, S., & Wallner, G. (2011). Development process and evaluation of the ontology visualization tool knoocks-a case study. *Proceedings of the International Joint Conference on Computer Vision, Imaging and Computer Graphics Theory and Applications* 1, 187-197. doi: 10.5220/0003324101870197
- Kriglstein, S., & Wallner, G. (2010). Knoocks: A visualization approach for owl lite ontologies. In *International Conference on Complex, Intelligent and Software Intensive Systems* (pp. 950-955). doi: 10.1109/CISIS.2010.55
- Krivov, S., Williams, R., & Villa, F. (2007). GrOWL: A tool for visualization and editing of OWL ontologies. *Web Semantics: Science, Services and Agents on the World Wide Web*, 5(2), 54-57.
- Lakatos, E. M., & Marconi, M. A. (2003). *Fundamentos de metodologia científica*. (5. ed.). São Paulo, SP, Brasil: Atlas.
- Lakatos, E. M., & Marconi, M. A. (2010). *Fundamentos da metodologia científica*. São Paulo, SP, Brasil: Atlas.
- Lohmann, S., Negru, S., Haag, F., & Ertl, T. (2016). Visualizing ontologies with VOWL. *Semantic Web*, 7(4), 399-419. Retrieved from <http://www.semantic-web-journal.net/content/visualizing-ontologies-vowl>
- Lohmann, S., Negru, S., Haag, F., & Ertl, T. (2014a). VOWL 2: User-Oriented Visualization of Ontologies. In Janowicz K. et al (Eds.), *Lecture Notes in Computer Science: Vol. 8876. Knowledge Engineering and Knowledge Management* (pp. 266-281). doi: 10.1007/978-3-319-13704-9_21
- Lohmann, S., Negru, S., & Bold, D. (2014b). The ProtégéVOWL plugin: ontology visualization for everyone. In Presutti V. et al (Eds.), *Lecture Notes in Computer Science, Vol. 8798. Proceedings of the European Semantic Web Conference* (pp. 395-400). doi: 10.1007/978-3-319-11955-7_55
- Machado, K. C., Ensslin, S. R., William, V., & Ensslin, L. (2016). Avaliação de Desempenho na Gestão da Informação Digital: contribuições da literatura científica. *Informação & Sociedade*, 26(2), 155-172.
- Machova, K., Vrana, J., Mach, M., & Sincak, P. (2016). Ontology Evaluation Based on the Visualization Methods, Context and Summaries. *Acta Polytechnica Hungarica*, 13(4), 53-76.
- Marconi, M. A., & Lakatos, E. M. (2003). *Fundamentos de metodologia científica*. (5. ed.) São Paulo, SP, Brasil: Atlas.

Motta, E., Mulholland, P., Peroni, S., d'Aquin, M., Gomez-Perez, J. M., Mendez, V., & Zablith, F. (2011). A novel approach to visualizing and navigating ontologies. In Aroyo L. et al. (Eds.), *Lecture Notes in Computer Science: Vol 7031. Proceedings of the International Semantic Web Conference* (pp. 470-486). doi: 10.1007/978-3-642-25073-6_30

Negru, S., & Lohmann, S. (2013). A Visual Notation for the Integrated Representation of OWL Ontologies. *Proceedings of the International Conference on Web Information Systems and Technologies 9*, 308-315. Retrieved from <http://vowl.visualdataweb.org/v1/VOWL2013.pdf>

Paula Filho, W. P. (2009). *Engenharia de Software: Fundamentos, Métodos e Padrões*. (3. ed.). Rio de Janeiro, RJ, Brasil: LTC.

Psyllidis, A. (2015). OSMoSys: a web interface for graph-based rdf data visualization and ontology browsing. *Proceedings of the International Conference on Web Engineering 15*, 679-682. doi: 10.1007/978-3-319-19890-3_56

Tasca, J. E., Ensslin, L., Ensslin, S. R., & Alves, M. B. (2010). An approach for selecting a theoretical framework for the evaluation of training programs. *Journal of European Industrial Training*, 34(7), 631-655.

Vercruyssen, S., Venkatesan, A., & Kuiper, M. (2012). OLSVis: an animated, interactive visual browser for bio-ontologies. *BMC bioinformatics*, 13(1), 116.