

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
ESCOLA DE CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO

Cristiane Mendes Netto

**PROPOSTA DE MODELO DE REQUISITOS PARA FERRAMENTAS DE  
VISUALIZAÇÃO DE ONTOLOGIA DE DOMÍNIO**

BELO HORIZONTE

2017

CRISTIANE MENDES NETTO

**PROPOSTA DE MODELO DE REQUISITOS PARA FERRAMENTAS DE  
VISUALIZAÇÃO DE ONTOLOGIA DE DOMÍNIO**

Documento apresentado à banca de defesa de tese do Programa de Pós-Graduação em Gestão & Organização do Conhecimento da Escola de Ciência da Informação da Universidade Federal de Minas Gerais, como pré-requisito normativo para título de Doutorado.

Linha de Pesquisa: Arquitetura & Organização do Conhecimento

Orientadora: Gercina Ângela de Lima

BELO HORIZONTE

2017

M538p Mendes Netto, Cristiane.

Proposta de modelo de requisito para ferramentas de visualização de ontologia de domínio [manuscrito] / Cristiane Mendes Netto. – 2018.  
160 f., enc. : il. (algumas color.)

Orientadora: Gercina Ângela de Lima.  
Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Ciência da Informação.

Referências: f. 129-146.

Apêndices: f. 147-156.

Anexos: f. 157-160

1. Ciência da informação – Teses. 2. Ontologias (Recuperação da informação) – Teses. 4. Organização da Informação – Teses. I. Título. II. Lima, Gercina Ângela de. III. Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Ciência da Informação.

CDU: 025.4.03



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO E ORGANIZAÇÃO DO**  
**CONHECIMENTO**



**FOLHA DE APROVAÇÃO**

**Proposta de modelo de requisitos para ferramentas de visualização de ontologia de domínio**

**CRISTIANE MENDES NETTO**

Tese submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em GESTÃO E ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO, como requisito para obtenção do grau de Doutor em GESTÃO E ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO, área de concentração REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO, linha de pesquisa Arquitetura e Organização do Conhecimento.

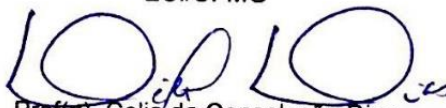
Aprovada em 01 de dezembro de 2017, pela banca constituída pelos membros:

  
Prof(a). Gercina Ângela de Lima - Orientadora  
ECI/UFMG

  
Prof(a). Marcel Ferrante Silva  
UFG (por videoconferência)

  
Prof(a). Luiz Cláudio Gomes Maia  
FUMEC

  
Prof(a). Benildes Coura Moreira dos Santos Maculan  
ECI/UFMG

  
Prof(a). Celia da Consolação Dias  
ECI/UFMG

Belo Horizonte, 1 de dezembro de 2017.



## ATA DA DEFESA DE TESE DA ALUNA CRISTIANE MENDES NETTO

Realizou-se, no dia 01 de dezembro de 2017, às 14:00 horas, Sala 1000 - ECI/UFMG, da Universidade Federal de Minas Gerais, a defesa de tese, intitulada *Proposta de modelo de requisitos para ferramentas de visualização de ontologia de domínio*, apresentada por CRISTIANE MENDES NETTO, número de registro 2013708380, graduada no curso de INFORMÁTICA, como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutor em GESTÃO E ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO, à seguinte Comissão Examinadora: Prof(a). Gercina Ângela de Lima - ECI/UFMG (Orientadora), Prof(a). Marcel Ferrante Silva - UFG (por videoconferência), Prof(a). Luiz Cláudio Gomes Maia - FUMEC, Prof(a). Benildes Coura Moreira dos Santos Maculan - ECI/UFMG, Prof(a). Celia da Consolação Dias - ECI/UFMG.

A Comissão considerou a tese:

Aprovada

Reprovada


Finalizados os trabalhos, lavrei a presente ata que, lida e aprovada, vai assinada por mim e pelos membros da Comissão.


Belo Horizonte, 01 de dezembro de 2017.

  
Prof(a). Gercina Ângela de Lima

  
Prof(a). Marcel Ferrante Silva

  
Prof(a). Luiz Cláudio Gomes Maia

  
Prof(a). Benildes Coura Moreira dos Santos Maculan

  
Prof(a). Celia da Consolação Dias

*À minha mãe Inês, por sua imensa sabedoria e exemplo de generosidade.  
Ao Érico, por ter me apoiado neste meu sonho de formação acadêmica.  
Aos meus filhos, Heitor e Henrique, por me inspirarem a viver.*

## AGRADECIMENTOS

São muitos os agradecimentos a serem feitos às pessoas que fizeram parte desta etapa da minha formação. Sinto-me feliz por ter este espaço para expressar minha gratidão, admiração e amor a estas pessoas que me apoiaram, me acolheram e compartilharam dos seus conhecimentos comigo.

À Profª Gercina Ângela de Lima, agradeço pela orientação, incentivo, apoio e pelas valiosas contribuições, partilha de experiências e conhecimento para a realização deste trabalho.

Aos membros da banca de defesa: Profª Benildes Coura Moreira Santos Maculan, Profª Célia da Consolação Dias, Prof. Luiz Cláudio Gomes Maia e Prof. Marcel Ferrante Silva, expresse meus agradecimentos por terem aceito o convite para avaliação deste trabalho e pelas valiosas contribuições feitas à pesquisa.

Aos professores, funcionários e colaboradores da Escola de Ciência da Informação que deram apoio à realização das atividades que foram necessárias para esta formação. Ao Prof. Dr. Maurício Barcellos Almeida que juntamente com a Profª Benildes avaliaram o trabalho na banca de qualificação.

Aos amigos do Grupos de Pesquisa MHTX, minha gratidão e admiração por todas as trocas de conhecimento e contribuições generosas para aprimoramento deste trabalho.

À Embrapa Agropecuária Informática e especialmente ao Dr. Ivo Pierozzi Júnior pela disponibilidade em contribuir com os estudos e disponibilização da ontologia utilizada no estudo de caso desta tese.

Aos participantes das entrevistas que foram realizadas nesta pesquisa que cederam parte do seu tempo e forneceram valiosas informações para elaboração do estudo.

À minha família agradeço com todo amor e apreço. Ao meu pai Rui (*in memoriam*), à minha mãe Inês, meus irmãos Rogéria e Helder, aos cunhados e sobrinhos maravilhosos, só tenho a dizer que se eu cheguei até aqui, foi porque eu tenho vocês na minha vida.

Ao meu marido Érico e aos meus filhos Heitor e Henrique meus eternos agradecimentos por terem sido o meu apoio sentimental em todas as fases deste trabalho e compreendido a minha ausência nos vários momentos da nossa convivência.

Aos gestores e amigos da UNIVALE por terem acompanhado comigo esta etapa de formação e atendido aos pedidos de afastamento das atividades nos momentos em que foram necessários.

Aos demais amigos e amigas por se fazerem presentes nesta caminhada e me proporcionarem momentos descontraídos e festivos para o meu equilíbrio nesta caminhada.

A Deus, toda honra, gratidão e glória, pois é Dele esta vitória alcançada em minha vida!

**Eterna Gratidão!**

*Não haverá borboletas se a vida não  
passar por longas e silenciosas metamorfoses.*  
(Rubem Alves)

*O caminho para a felicidade consiste em realizar antigos sonhos  
sem perder jamais a capacidade de conceber novos.*  
(Autor Desconhecido)

## RESUMO

Este trabalho teve como objeto de estudo a visualização de ontologias na perspectiva de Sistemas de Organização do Conhecimento (SOC), enquanto mecanismos potenciais para favorecer o uso e o compartilhamento do conhecimento dos seus usuários. O objetivo foi propor um modelo de requisitos para ferramentas de visualização de ontologia de domínio, com base no estudo das necessidades dos usuários, a fim de favorecer os aspectos cognitivos no acesso ao conteúdo informacional. Os referenciais teóricos que fundamentaram o desenvolvimento da pesquisa foram Sistemas de Organização do Conhecimento, Visualização de Informação e a Engenharia de Usabilidade. O universo de pesquisa foi uma ontologia de domínio denominada OntoAgroHidro, criada por pesquisadores da Embrapa Agropecuária Informática. A natureza da pesquisa foi de caráter aplicado, com delineamento de pesquisa bibliográfica, experimental e de estudo de caso. Os procedimentos metodológicos consistiram de uma revisão sistematizada de literatura e uma análise de contexto de uso, envolvendo entrevistas com quatorze usuários, testes de tarefas e avaliação de ferramentas de visualização de ontologias. O processo adotado para a revisão sistematizada da literatura foi o Proknow-C e possibilitou uma categorização dos estudos e das perspectivas de pesquisas dentro da temática de visualização de ontologias. A avaliação do contexto de uso foi realizada conforme o processo denominado Praxis-u e permitiu uma análise de usuários, de tarefas, de ambiente e de produtos similares. Como resultado, o trabalho apresenta a descrição da análise de contexto de uso e uma proposta de especificação de requisitos de usabilidade para o desenvolvimento de soluções de visualização de ontologias. Os requisitos encontram-se evidenciados em uma lista de funções para atendimento às necessidades dos usuários. Ademais, são listados os níveis de eficácia, eficiência e satisfação que os usuários devem alcançar ao realizarem as suas tarefas, dentro das exigências de usabilidade. Conclui-se que a usabilidade de uma ferramenta de visualização de ontologias pode ser projetada com vistas a favorecer maior satisfação de uso pelos seus usuários. Espera-se com este trabalho contribuir para o desenvolvimento de soluções que possibilitem visualizar e navegar pela estrutura semântica de uma ontologia, com a usabilidade adequada aos seus usuários, para maior facilidade na compreensão de domínios e disseminação de conhecimento dentro de uma comunidade.

**Palavras-chave:** Sistemas de Organização do Conhecimento. Visualização de Informação. Ontologias de domínio.

## ABSTRACT

The object of this study was the visualization of ontologies in the perspective of Knowledge Organization Systems (KOS), as potential mechanisms to favor the use and sharing of the knowledge of its users. The objective was to propose usability requirements for ontologies visualization tools, based on the study of users' needs, in order to favor the cognitive aspects of the access to informational content. The theoretical frameworks that supported the development of the research were Knowledge Organization Systems, Information Visualization and Usability Engineering. The research universe was a domain ontology called OntoAgroHidro, created by researchers from Embrapa Agropecuária Informática. The nature of the research is applied character, with bibliographical, experimental and case study research design. The methodological procedures consisted of a systematized literature review and a contextual use analysis, involving interviews with fourteen users, task tests and evaluation of ontology visualization tools. The systematized revision process of the literature adopted was the Proknow-C, which made possible a categorization of the studies and perspectives of researches within the thematic of ontologies visualization. The assessment of the context of use was performed according to the process called Praxis-u and allowed an analysis of users, tasks, environment and similar products. As a result, the paper presents a description of contextual use analysis and a specification of usability requirements as a basis for the process of developing ontologies visualization solutions. The requirements are shown in a list of functions to attend the user's necessities. In addition, the usability requirements are listed in the levels of effectiveness, efficiency and satisfaction that users must achieve when performing their tasks. It is concluded that the usability of an ontologies visualization tool can be designed aiming the favoring of the use satisfaction by its users. It is hoped that this work will contribute to the development of solutions that make it possible to visualize and navigate the semantic structure of an ontology, with an user-friendly usability, for easier understanding of domains and dissemination of knowledge within a community.

**Keywords:** Knowledge Organization Systems. Information Visualization. Domain ontologies.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Representação de tipos de Sistemas de Organização do Conhecimento (SOC).....	26
Figura 2 – Mapa conceitual representando exemplos de SOC .....	28
Figura 3 – Dimensões dos SOC .....	29
Figura 4 – Organização do conhecimento por ontologias .....	32
Figura 5 – Tipos de ontologias conforme nível de dependência.....	35
Figura 6 – Contribuições da Visualização de Ontologias .....	36
Figura 7 – Exemplo de uma interface tradicional de resposta à consulta do usuário .....	40
Figura 8 – Exemplo de uma interface hipotética de resposta à consulta do usuário .....	41
Figura 9 – Modelo para Visualização de Informação.....	43
Figura 10 – Visualização de informação organizada por funções .....	44
Figura 11 – Visualização de informação organizada por propósito de uso.....	45
Figura 12 – Taxonomia UTIL baseada nos eixos dados, tarefas analíticas e atributos visuais .....	48
Figura 13 – Visualização com método de lista indentada.....	50
Figura 14 – Visualização com método de árvore de links e nós.....	51
Figura 15 – Visualização com método de árvore de links e nós em 3D .....	52
Figura 16 – Visualização com método <i>zoomable</i> .....	52
Figura 17 – Visualização com método de preenchimento de espaço.....	53
Figura 18 – Visualização com método foco e contexto .....	54
Figura 19 – Visualização em interface de paisagem 3D.....	55
Figura 20– <i>Framework</i> de usabilidade .....	57
Figura 21 – Estágios da Engenharia de Usabilidade.....	58
Figura 22 – Processo de desenvolvimento centrado no usuário .....	61
Figura 23 – Ciclo de desenvolvimento centrado no usuário .....	61
Figura 24 – Auxílio à cognição dos usuários.....	62
Figura 25 – Etapas do ProKnow-C.....	65
Figura 26 – Visualização geral da OntoAgroHidro com suas principais classes.....	85
Figura 27 – Etapas de desenvolvimento do trabalho .....	87
Figura 28 – Análises e técnicas utilizadas.....	90
Figura 29 – Cálculo da escala de usabilidade.....	91
Figura 30 – Avaliação dos resultados do SUS .....	91
Figura 31 – Persona de profissional da área de Computação.....	101
Figura 32 – Persona de profissional da área de Ciência da Informação .....	102
Figura 33 – Persona de profissional da Embrapa .....	103

Figura 34 – Interfaces dos testes de tarefas .....	105
Figura 35 – Interface da ferramenta Knoocks .....	111
Figura 36 – Tela inicial da interface da ferramenta Knoocks .....	112
Figura 37 – Interface de configurações de preferências da ferramenta Knoocks .....	113
Figura 38 – Interface da ferramenta WebVOWL .....	114
Figura 39 – Interface da ferramenta WebVOWL .....	115
Figura 40 – Interface da ferramenta Protégé .....	116
Figura 41 – Interface da ferramenta OntoGraf .....	117
Figura 42 - Requisitos propostos .....	122
Gráfico 1 – Total de referências recuperadas nas bases de dados .....	67
Gráfico 2 – Fonte dos trabalhos do portfólio bibliográfico .....	69
Gráfico 3 – Lista de periódicos .....	69
Gráfico 4 – Número de citações do Google Acadêmico .....	70
Gráfico 5 – Lista de autores e quantidade de artigos .....	70
Gráfico 6 – Palavras-chave e número de ocorrências .....	71
Gráfico 7 – Estudos sobre visualização de ontologias .....	72
Gráfico 8 – Faixa etária dos participantes .....	94
Gráfico 9 – Escolaridade dos participantes .....	94
Gráfico 10 – Conhecimento dos participantes sobre ontologia .....	95
Gráfico 11 – Conhecimento da ferramenta Protégé .....	95
Gráfico 12 – Conhecimento de ferramenta de visualização de ontologias .....	96
Gráfico 13 – Recursos considerados importantes para visualização de ontologias .....	99
Gráfico 14 – Tempo médio de realização de tarefas .....	104
Gráfico 15 – Avaliação de usabilidade .....	106
Gráfico 16 – Média de avaliação SUS .....	108
Quadro 1 – Grupos de Sistemas de Organização do Conhecimento (SOC) .....	27
Quadro 2 – Estrutura de um código escrito em linguagem OWL .....	37
Quadro 3 – Comparativo dos modelos de visualização de ontologias .....	55
Quadro 4 – Ações da engenharia de usabilidade de Nielsen .....	58
Quadro 5 – Atividades técnicas do Praxis-u .....	60
Quadro 6 – Bases de dados consultadas e suas informações de conteúdo .....	66
Quadro 7 – Categorias de estudos de visualização de ontologias .....	72
Quadro 8 – Ferramentas de visualização de ontologias .....	77
Quadro 9 – Grupos de participantes .....	89

Quadro 10 – Características sugeridas pelos participantes.....	100
Quadro 11 – Necessidades e benefícios do produto OntoAgroHidro-Viz .....	119
Quadro 12 – Medidas de usabilidade para ferramentas de visualização de ontologia de domínio .....	123

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CI	Ciência da Informação
CC	Ciência da Computação
COEP	Comitê de Ética em Pesquisa
ECI	Escola de Ciência da Informação
EIA	Embrapa Informática Agropecuária
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
IA	Inteligência Artificial
ICEx	Instituto de Ciências Exatas
ISTA	Information Science & Technology Abstracts Library
KOS	Knowledge Organization System
LISA	Library and Information Science Abstracts
LISTA	Information Science & Technology Abstracts
MHTX	Modelagem Conceitual para Organização e Representação da Informação Hipertextual
NSF	National Science Foundation
OC	Organização do Conhecimento
OI	Organização da Informação
OLS	Ontology Lookup Service
OWL	Web Ontology Language
Proknow-C	Knowledge Development Process – Constructivist
RDF	Resource Description Framework
SJR	SCImago Journal & Country Rank
SLA	Structured Literature Analysis
SOC	Sistemas de Organização do Conhecimento

SRI	Sistema de Recuperação de Informação
SUS	System Usability Scale
TTD	Tarefa por Tipo de Dados
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UTIL	Unified Taxonomy for Information Visualization
VC	Visualização Científica
VI	Visualização de Informação
W3C	World Wide Web Consortium
XML	eXtensible Markup Language

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>16</b>
<b>1.1 JUSTIFICATIVA E PROBLEMA.....</b>	<b>18</b>
<b>1.2 OBJETIVOS.....</b>	<b>21</b>
1.2.1 Objetivo geral .....	22
1.2.2 Objetivos específicos.....	22
<b>1.3 ESTRUTURA DA TESE.....</b>	<b>22</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO E METODOLÓGICO .....</b>	<b>24</b>
<b>2.1 SISTEMAS DE ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO .....</b>	<b>24</b>
2.1.1 Ontologias .....	31
<b>2.2 VISUALIZAÇÃO DE INFORMAÇÃO .....</b>	<b>38</b>
2.2.1 Modelos de visualização .....	44
2.2.2 Visualização de Ontologias .....	48
<b>2.3 ENGENHARIA DE USABILIDADE .....</b>	<b>56</b>
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>64</b>
<b>3.1 APLICAÇÃO DO PROKNOW-C .....</b>	<b>64</b>
3.1.1 Estudos de apresentação de ferramentas.....	73
3.1.2 Estudos de comparação de ferramentas.....	78
3.1.3 Estudos com usuários .....	80
3.1.4 Estudos de revisão de literatura .....	81
<b>3.2 ANÁLISE DA REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>82</b>
<b>4 METODOLOGIA .....</b>	<b>84</b>
<b>4.1 O UNIVERSO DA PESQUISA .....</b>	<b>84</b>
4.1.1 A ontologia OntoAgroHidro.....	84
<b>4.2 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA .....</b>	<b>86</b>
<b>4.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....</b>	<b>86</b>
<b>5 AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS.....</b>	<b>93</b>
5.1 Análise de contexto de uso .....	93

5.1.1 Análise de usuários .....	93
5.1.2 Análise de tarefas.....	104
5.1.3 Análise de ambiente .....	109
5.1.4 Análise de produtos similares.....	110
<b>6 REQUISITOS PARA VISUALIZAÇÃO DE ONTOLOGIAS .....</b>	<b>118</b>
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>125</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>129</b>
<b>APÊNDICE A – MATERIAL DOS TESTES COM USUÁRIOS .....</b>	<b>147</b>
<b>ANEXO A – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP .....</b>	<b>157</b>

## 1INTRODUÇÃO

*Estamos nos afogando em informação, mas sedentos de conhecimento.  
John Naisbitt*

O desenvolvimento das tecnologias da informação e comunicação propiciou uma modificação na forma como a informação é gerada e compartilhada na sociedade contemporânea. Essa alteração tem contribuído para acelerar as mudanças no cotidiano de indivíduos, organizações e culturas, principalmente no que se refere ao conhecimento construído por acesso a sistemas de informação. Na atualidade, a quantidade de informações disponibilizadas de forma digital é crescente, gerando, muitas vezes, dificuldade para sanar determinadas necessidades informacionais, por falta de organização dos conteúdos. Esse cenário tem trazido desafios para a área de Ciência da Informação (CI), dedicada à investigação de soluções eficientes para organização, recuperação e uso dos recursos informacionais pelos usuários.

Conforme apresenta Saracevic (1996), a Ciência da Informação é um campo dedicado às questões científicas e à prática profissional voltadas para os problemas da comunicação do conhecimento e de seus registros no contexto social, institucional ou individual do uso e das necessidades de informação, aplicando as vantagens das tecnologias informacionais. Segundo o autor, a informação é um dos mais importantes insumos para se atingir e sustentar o desenvolvimento da sociedade e, no fundamento dessa área, conforme apresenta Wersig e Neveling (1975), está a responsabilidade social de propor soluções para o problema de acesso ao conhecimento para aqueles que dele necessitam. Frente a essa perspectiva, no âmbito da organização da informação e do conhecimento, estudos sobre o uso e a recuperação de informação buscam oferecer soluções efetivas aos usuários por meio da estruturação dos conteúdos informacionais.

No campo da CI, as necessidades dos usuários passam a ser o ponto central de estudos, já que prover a recuperação da informação é o seu principal foco. O conhecimento é algo subjetivo, que, após refinamento pela mente humana, pode ser registrado em documentos e disseminado dentro de uma comunidade. Para tal, mecanismos de organização desse conhecimento são necessários para que eles sejam recuperados pelo usuário em um Sistema de Recuperação de Informação (SRI).

Assim, estudos de Sistemas de Organização do Conhecimento (SOC) apresentam-se relevantes pela necessidade de tornar o conhecimento acessível aos usuários, principalmente porque a aplicação de mecanismos efetivos pode reduzir o tempo e o esforço cognitivo do usuário para recuperar, transformar e compartilhar o conhecimento.

No arcabouço teórico e metodológico para atender a essa questão, os instrumentos terminológicos contribuem para a organização da informação e do conhecimento de forma a prover um uso eficiente pelos usuários. Com essa perspectiva, as ontologias, consideradas como um tipo de SOC, tornaram-se objeto de estudo na Ciência da Informação, visto o potencial para formalização de conceitos, especificações de relações e regras semânticas para representação de um domínio e criação de bases de conhecimento. Dada a evolução da capacidade de processamento computacional, para armazenamento e processamento de dados, a organização dessas bases tende a se sofisticar para apresentar o seu conteúdo. Ademais, os usuários evoluíram com as suas expectativas em relação às ferramentas, considerando que requerem que, além de serem úteis, elas proporcionem satisfação e boas experiências de uso. Logo, atender a essa demanda é um dos grandes desafios informacionais na atualidade.

Este trabalho insere-se neste contexto, ao abordar o estudo de ontologias e visualização de informação no apoio à organização do conhecimento de domínios específicos. Atualmente, as ontologias de domínio têm-se apresentado como uma alternativa pela sua capacidade de explicitar, de maneira formal, conceitos e relações compartilhadas dentro de uma determinada área de assunto. Com isso, é esperado que o produto dessa organização torne as informações do domínio prontamente disponíveis para uso e reúso pelos usuários de uma comunidade, facilitando a padronização dos termos, a comunicação, a apropriação e a disseminação do conhecimento. Ao investigar a temática de visualização de informação, considerou-se que os benefícios dessa área podem ser integrados ao uso de ontologias em sistemas de recuperação de informação.

Esta tese de doutorado tem a sua ambientação dentro de um convênio de parceria de pesquisa entre a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), o Grupo

de Pesquisa MHTX<sup>1</sup> e a Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), especificamente a Embrapa Informática Agropecuária (EIA), sediada em Campinas, São Paulo. Esse convênio tem como objetivo o desenvolvimento de estudos acadêmicos para a construção de instrumentos de representação de conhecimento que deem suporte à organização, ao compartilhamento, à disponibilização e recuperação de informação do domínio da agropecuária brasileira. Com esse propósito, também já foram desenvolvidos os trabalhos de Araújo (2016) e Maculan (2015).

### 1.1 Justificativa e problema

No campo da organização da informação e do conhecimento, com o uso de teorias e técnicas dessa área e de outras correlatas, têm-se buscado soluções para criar mecanismos que favoreçam o uso e o compartilhamento do conhecimento entre os usuários. Nesse sentido, as ontologias têm sido estudadas como instrumentos para a modelização do conhecimento de domínios, com possibilidades de benefícios em diversos aspectos.

A criação de ontologias tem sido beneficiada pelo desenvolvimento de linguagens formais, como a OWL (*Web Ontology Language*), e de ferramentas sofisticadas, como o Protégé, que oferecem os recursos computacionais necessários para uso especializado das ontologias. Dada a complexidade de conceitos e relações a serem representados nos domínios, as ontologias comumente podem explicitar um grande volume de classes e instâncias.

Esse aspecto pode ser considerado positivo para a inferência computacional; no entanto, a estrutura pode se tornar extremamente complexa, de difícil visualização e compreensão semântica para os usuários. A partir desse pressuposto, acredita-se que uma ferramenta que possibilite visualizar e navegar pela estrutura semântica de uma ontologia e ainda proporcione níveis de abstrações no acesso à informação possa favorecer aos usuários maior facilidade de compreensão e recuperação em uma base de conhecimento representado por uma ontologia.

---

<sup>1</sup> Grupo de Pesquisa denominado Modelagem Conceitual para Organização e Representação da Informação Hipertextual (MHTX), criado em 2004 e coordenado pela Profa. Dra. Gercina Lima, orientadora da autora desta tese.

Os estudos no campo da Visualização de Informação podem favorecer o desenvolvimento de ferramentas que auxiliem os usuários no uso e na compreensão do domínio representado pelas ontologias. No entanto, a escolha da visualização mais adequada para as ontologias é complexa, conforme apresenta Kriglstein e Wallner (2011). Segundo esses autores, pesquisas sobre os tipos de ontologias, bem como os diferentes tipos de usuários e suas necessidades informacionais devem ser realizadas para encontrar as indicações mais adequadas para as ferramentas de visualização de ontologias.

Na revisão de literatura referente à visualização de informação para ontologias observa-se a carência de investigação das necessidades dos usuários e as contribuições de soluções existentes para visualização de ontologias. Marcondes e Almeida Campos (2008) relatam que as ontologias necessitam de representações gráficas que possam agregar e diferenciar os diversos tipos de relações entre os conceitos e destacam que estudos nesse sentido carecem de maior de investigação.

Dias (2007), apresenta a contribuição da Visualização de Informação para a Ciência da Informação e descreve o quanto é importante que os profissionais dessa área reconheçam os benefícios aos usuários ao apresentar ferramentas para visualizar informações em meio digital, por meios alternativos que favorecem a cognição de maneira mais rápida e intuitiva.

No estudo de Katifori et al. (2007), técnicas de visualização são analisadas através de testes com ferramentas para visualização de ontologias. Em suas conclusões, afirmam que experimentos com usuários são necessários para encontrar resultados sobre a eficácia dos métodos de visualização de ontologias, bem como possibilidades de melhorá-los.

Quanto a essa necessidade de estudos com usuários, Kriglstein (2009) e Kim (2012) realizaram pesquisas visando compreender as expectativas dos usuários quanto às ferramentas de visualização de ontologias. Os resultados obtidos com esses estudos indicam que ainda é preciso investigar os usuários no uso de soluções de visualização para ontologias a fim de se encontrar a solução mais adequada, principalmente em ontologias que apresentam muitos conceitos e relações.

Nesse caso, acredita-se que uma ferramenta bem projetada possa oferecer aos usuários mais facilidade para analisar as estruturas e os conceitos do domínio representado pelas ontologias, bem como extrair novas informações e conhecimento. Dessa forma, as definições de classes, relações, axiomas e instâncias, especificadas de maneira formal para uso de ontologias no contexto computacional, poderão ser também apresentadas de maneira a favorecer a inferência humana, por meio de interfaces gráficas, dotadas de recursos e modelos de visualização de informação.

É importante esclarecer que, pela abordagem dessa tese, o propósito para o uso de ontologias amplia-se, para que, além de especificação formal, elas sejam também utilizadas associadas a ferramentas de visualização de informação para auxiliar a cognição humana. Os benefícios desse processo podem ser vistos tanto em relação ao aprendizado de uma comunidade quanto em relação ao próprio processo de construção de ontologias, que pode ser continuamente retroalimentado pelo conhecimento adquirido pelos usuários do domínio.

Nessa perspectiva, ferramentas de visualização de ontologias têm sido analisadas e investigadas como solução para auxiliar os usuários no uso e na compreensão do domínio representado pelas ontologias. O propósito dessas ferramentas é oferecer aos usuários mais facilidade para analisar as estruturas e dependências dos conceitos representados pelas ontologias, bem como extrair novas informações e conhecimento. No entanto, observou-se, conforme apresenta a revisão de literatura deste trabalho, que as ferramentas são direcionadas para usuários especialistas em ontologias, dificultando o uso por aqueles que as desconhecem.

Além disso, percebeu-se também que o alto número de ferramentas e protótipos apresentados pela comunidade científica para visualização de ontologias demonstra um elevado esforço para o desenvolvimento de uma solução que atenda às necessidades dos usuários. A grande variação entre os modelos de visualização de ontologias também aponta para uma complexidade existente na escolha de como apresentar graficamente os elementos de uma ontologia para os seus usuários.

As dificuldades de uso das ferramentas existentes também demonstram a falta de usabilidade adequada, fazendo com que os usuários tenham que se dedicar

primeiramente a compreender notações e conceitos técnicos de ontologias para posteriormente reconhecer a representação de um domínio.

Diante do exposto, os pressupostos que justificaram o desenvolvimento desta tese foram:

a) As ferramentas de visualização de ontologias existentes não atendem às necessidades dos usuários quanto à usabilidade e não favorecem a compreensão do domínio representado pelas ontologias.

b) Os usuários consideram que a visualização de informação auxilia na gestão e organização da informação e do conhecimento.

c) Uma análise de contexto de uso pode ser aplicada para auxiliar o desenvolvimento de ferramentas de visualização de ontologias.

d) A usabilidade de uma ferramenta de visualização de ontologias pode ser planejada e especificada previamente ao seu desenvolvimento.

Assim, decidiu-se envidar os esforços de pesquisa para identificar funções e requisitos de usabilidade que as ferramentas de visualização de ontologias devem conter para melhor atender aos seus usuários. Para esta investigação, adotou-se como universo da pesquisa uma ontologia denominada OntoAgroHidro. Essa ontologia foi criada pela Embrapa Informática Agropecuária, para representar o conhecimento do domínio referente ao impacto das mudanças climáticas na agricultura e nos recursos hídricos. Assim, no percurso desta pesquisa, esta tese buscou responder à questão: Quais requisitos devem ser atendidos por ferramentas de visualização de ontologias de domínio para auxiliar os usuários na navegação e na busca de informação?

Com base nessa justificativa e no problema, apresentam-se os objetivos deste trabalho.

## **1.2 Objetivos**

A partir do problema apresentado, esta pesquisa propõe atender ao objetivo geral e aos objetivos específicos apresentados a seguir.

### 1.2.1 Objetivo geral

Propor um modelo de requisitos para ferramentas de visualização de ontologia de domínio com base no estudo das necessidades dos usuários.

### 1.2.2 Objetivos específicos

Analisar a visualização de informação de ontologias de domínio na perspectiva do favorecimento dos aspectos cognitivos do usuário no acesso ao conteúdo informacional.

Evidenciar o cenário de pesquisa no desenvolvimento de ferramentas de visualização para ontologias.

Contribuir para o desenvolvimento de ferramentas de visualização de informação para ontologias de domínio.

## 1.3 Estrutura da tese

Esta tese foi organizada em sete capítulos, de modo a prover uma visão do contexto, dos fundamentos teóricos, dos métodos e das técnicas empregadas para se chegar aos resultados e às conclusões geradas.

O capítulo 1 apresenta o contexto em que se insere este trabalho, descrevendo a justificativa para o desenvolvimento do estudo, a definição do problema, o objetivo geral e os objetivos específicos.

No capítulo 2 descrevem-se os fundamentos teóricos e metodológicos desta tese. São apresentados os conceitos básicos de sistemas de organização do conhecimento, visualização de informação e engenharia de usabilidade.

No capítulo 3 relata-se a revisão de literatura, com uma análise dos estudos encontrados por um método de revisão sistematizada na temática de visualização de ontologias.

O capítulo 4 expõe a metodologia de desenvolvimento da tese, com detalhamento do universo da pesquisa, sua caracterização e os procedimentos que foram adotados em todo o percurso.

No capítulo 5 são apresentados os resultados obtidos da análise de contexto de uso, com a descrição das análises de usuários, tarefas, ambientes e produtos similares de visualização de ontologias.

No capítulo 6 apresentam-se as indicações de requisitos de usabilidade para visualização de ontologias, nos aspectos funcionais e de eficácia, eficiência e satisfação para os usuários.

No capítulo 7 são expostas as conclusões e as indicações de trabalhos futuros a serem desenvolvidos.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO E METODOLÓGICO

*É possível entretecer os fios conceituais urdidos em outros campos científicos no tear da Ciência da informação.  
Gernot Wersig*

Neste capítulo são apresentados os referenciais teórico e metodológico que fundamentaram o desenvolvimento desta tese. Para situar o desenvolvimento do trabalho, optou-se por descrever os conceitos básicos referentes a Sistemas de Organização do Conhecimento (SOC), Visualização de Informação (VI) e Engenharia de Usabilidade. A cada seção, apresentam-se reflexões quanto à aplicação do referencial no desenvolvimento dessa tese.

### 2.1 Sistemas de Organização do Conhecimento

A organização do conhecimento tem sido uma preocupação humana desde a Antiguidade. No intuito de ampliar a disseminação do conhecimento, filósofos da Antiguidade dedicaram-se à sua sistematização no intuito de categorizar ideias, possibilitar a consolidação e o compartilhamento do saber para o benefício do homem. Em consequência, o seu armazenamento registrado possibilita que ele seja compreendido e adotado por uma comunidade, principalmente se houver mecanismos de padronização desse conhecimento.

Sobre esse contexto, Dahlberg (2006) aborda que, apesar de o conhecimento ser algo subjetivo da mente humana e construído pela reflexão pessoal, ele pode ser expresso e registrado pelas habilidades linguísticas do ser humano. Assim, para que esse conhecimento seja compartilhado para recuperação, compreensão e validação de uma comunidade, torna-se necessária uma representação em diferentes níveis de complexidade, de forma a permitir uma visão das relações e das possibilidades de conclusão sobre os conteúdos registrados. Nessa perspectiva, apresentam-se os SOC como ferramentas que visam proporcionar melhor acesso e uma interpretação organizada e estruturada ao conhecimento registrado em documentos e seus conteúdos.

O uso da expressão Sistema de Organização do Conhecimento e sua sigla SOC têm origem nos termos de *Knowledge Organization System* e a sigla KOS, usados com frequência na literatura internacional. Sua origem advém da primeira

Conferência da *ACM Digital Libraries*, em 1998, realizada em Pittsburgh, Pennsylvania, nas discussões do *Networked Knowledge Organization Systems Working Group*.

Na definição de Hodge (2000), os SOC são todos os tipos de instrumentos utilizados para promover a organização de conteúdo para recuperação de informação e gerenciamento do conhecimento relevante para o usuário. Dessa forma, constituem-se o cerne dos sistemas de recuperação de informação, sejam em ambientes físicos, sejam em digitais. Posto que as pessoas vivem em contextos que possibilitam múltiplas e variadas maneiras para organização do conhecimento, existe uma diversidade de tipos de SOC. Apesar disso, conforme apresenta Hodge (2000), eles possuem características que podem ser consideradas comuns para o seu uso na organização do conhecimento, tais como:

- a) Um SOC apresenta uma visão particular dos conteúdos de uma coleção.
- b) Uma mesma entidade pode ser caracterizada de maneiras diferentes, dependendo do SOC que está sendo utilizado.
- c) Deve haver uma confiabilidade na representação de um conceito em um SOC e o conteúdo da realidade.

Outras definições para SOC são apresentadas na literatura, tal como a de Carlan (2010):

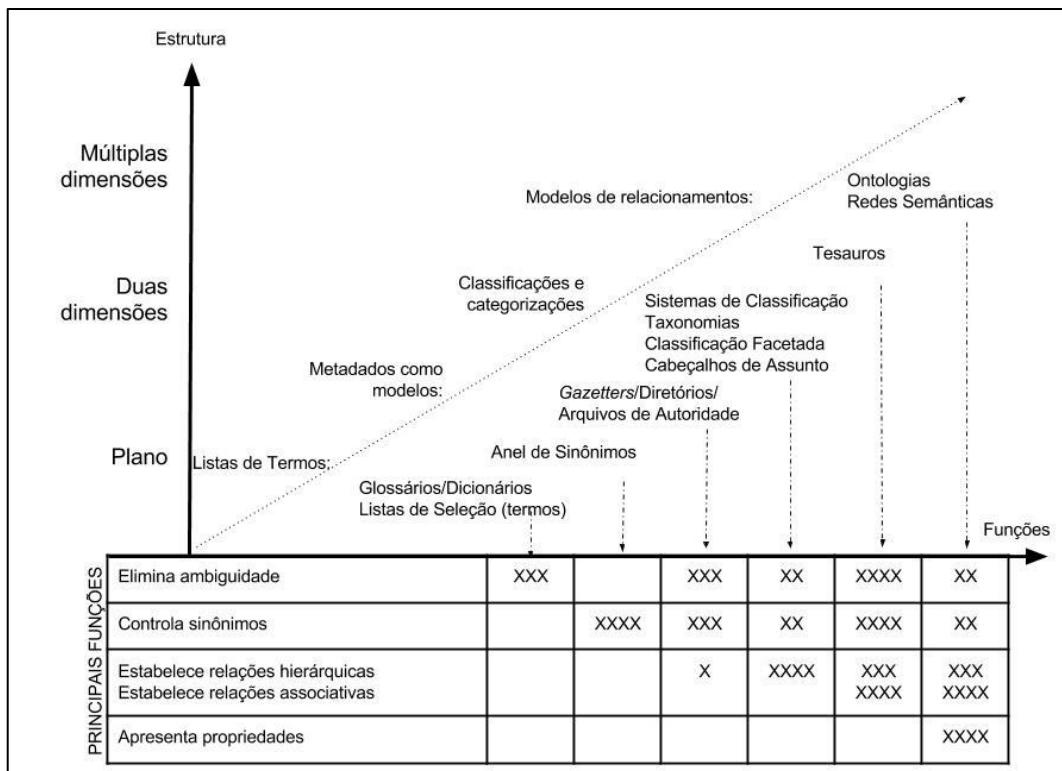
Os SOC são sistemas conceituais semanticamente estruturados que contemplam termos, definições, relacionamentos e propriedades dos conceitos. Na organização e recuperação da informação, os SOC cumprem o objetivo de padronização terminológica para facilitar e orientar a indexação e os usuários. Quanto à estrutura variam de um esquema simples até o multidimensional, enquanto que suas funções incluem a eliminação da ambiguidade, controle de sinônimos ou equivalentes e estabelecimento de relacionamentos semânticos entre conceitos (CARLAN, 2010, p. 16).

Ao abordar os SOC, Vickery (2009) os apresenta como ferramentas complementares para auxílio aos usuários na organização, gerenciamento e recuperação de informação. Considerados como esquemas, os SOC podem variar de formas mais simples, como uma lista de conteúdo ou o índice de um livro didático, a formas mais complexas, denominadas de taxonomias, tesouros, ontologias, entre outros. Em função da evolução dos sistemas de recuperação, podem ser classificados de acordo com suas funcionalidades. Conforme apresenta Schiessl e Shintaku (2012), tem-se:

- a) era estática: estruturas como índices e catálogos que atendem às necessidades dos sistemas manuais para organização e recuperação da informação;
- b) era dinâmica: estruturas como vocabulários controlados e tesouros, que possibilitam que seus elementos sejam manipulados de forma independente para representar os assuntos de cada documento, como vocabulários controlados e tesouros;
- c) era da internet: estruturas de taxonomias que apresentam classificações hierárquicas que orientam o usuário na escolha do termo que melhor representa a sua questão de busca;
- d) era da Web Semântica: estruturas de ontologias projetadas para processamento automático.

Quanto a essa variação dos tipos de SOC, Zeng (2008) apresenta uma sistematização para compreensão da complexidade de suas estruturas e principais funções, como é mostrado na Figura 1.

Figura 1 – Representação de tipos de Sistemas de Organização do Conhecimento (SOC)



Fonte: Elaborado pela autora, conforme ZENG, 2008, p. 161.

A Figura 1 apresenta os SOC organizados em função de quatro grupos principais, sendo: listas de termos, modelos de metadados, classificação e categorização e modelos de relacionamentos. A apresentação desses SOC está organizada em relação às suas principais funções, que são: eliminação de ambiguidade, controle de sinônimos, estabelecimento de relações hierárquicas e associativas e apresentação de propriedades. Por esta representação, a diferença entre as funções dos SOC e o aumento do grau de complexidade é mostrada da esquerda para a direita no gráfico.

O Quadro 1 apresenta alguns exemplos de SOC e suas características, conforme os tipos citados por Zeng (2008).

Quadro 1 – Grupos de Sistemas de Organização do Conhecimento (SOC)

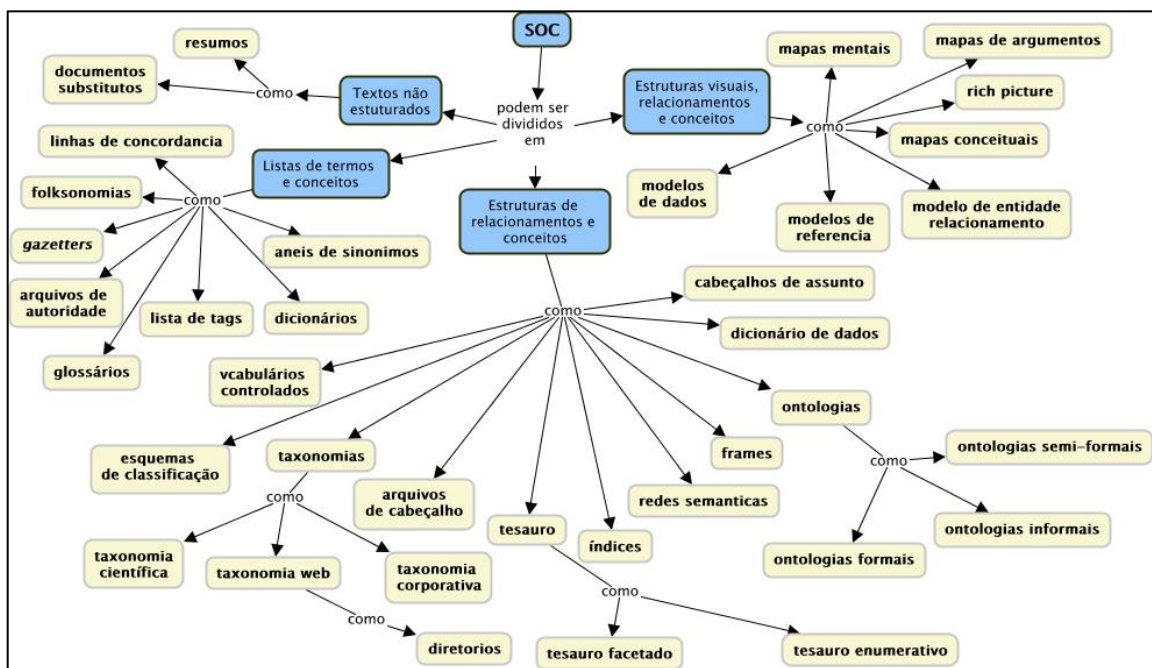
<b>Listas de Termos</b>	<b>Modelos de Metadados</b>	<b>Classificação e categorização</b>	<b>Modelos de relacionamento</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Listas: conjuntos de termos em ordem sequencial.</li> <li>• Dicionários: listas alfabéticas de termos.</li> <li>• Glossários: listas alfabéticas de termos, com definições.</li> <li>• Anéis de sinônimos: conjunto de termos que são considerados sinônimos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arquivos de autoridade: listas de termos que são usados para controlar variações de nomes de um domínio.</li> <li>• Diretórios: listas de nomes e seus conteúdos associados.</li> <li>• Gazetteers: dicionários geográficos com informações sobre lugares.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cabeçalhos de assunto: fornecem um conjunto de termos controlados para representar o assunto em uma coleção.</li> <li>• Esquemas de categorização: agrupamentos livremente formados.</li> <li>• Taxonomias: divisão de itens em grupos ordenados de categorias baseadas em características particulares.</li> <li>• Esquemas de classificação: organização hierárquica e facetada de itens.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tesouro: conjunto de termos representando conceitos e suas relações hierárquicas, equivalentes e associativas.</li> <li>• Redes semânticas: conjunto de termos representando conceitos modelados em nodos de uma rede.</li> <li>• Ontologias: modelo conceitual representando relacionamentos entre objetos, regras e axiomas.</li> </ul>

Fonte: Elaborado pela autora, conforme ZENG, 2008, p. 161.

Considerando essa variação entre os SOC, faz-se necessária a compreensão de suas características e funções para que as decisões de

desenvolvimento atendam às necessidades e aos objetivos dos sistemas a serem projetados. Nesse contexto, Souza, Tudhope e Almeida (2012) apresentam uma análise crítica sobre os estudos de classificação de SOC, destacando a dificuldade de comparar os SOC sob um único arcabouço e a necessidade de uma abordagem holística. Nessa visão, consideram os SOC como representações do conhecimento baseadas em conceitos e com diferentes relações entre eles. A Figura 2 apresenta um mapa conceitual com diferentes SOC, conforme listados por esses autores.

Figura 2 – Mapa conceitual representando exemplos de SOC



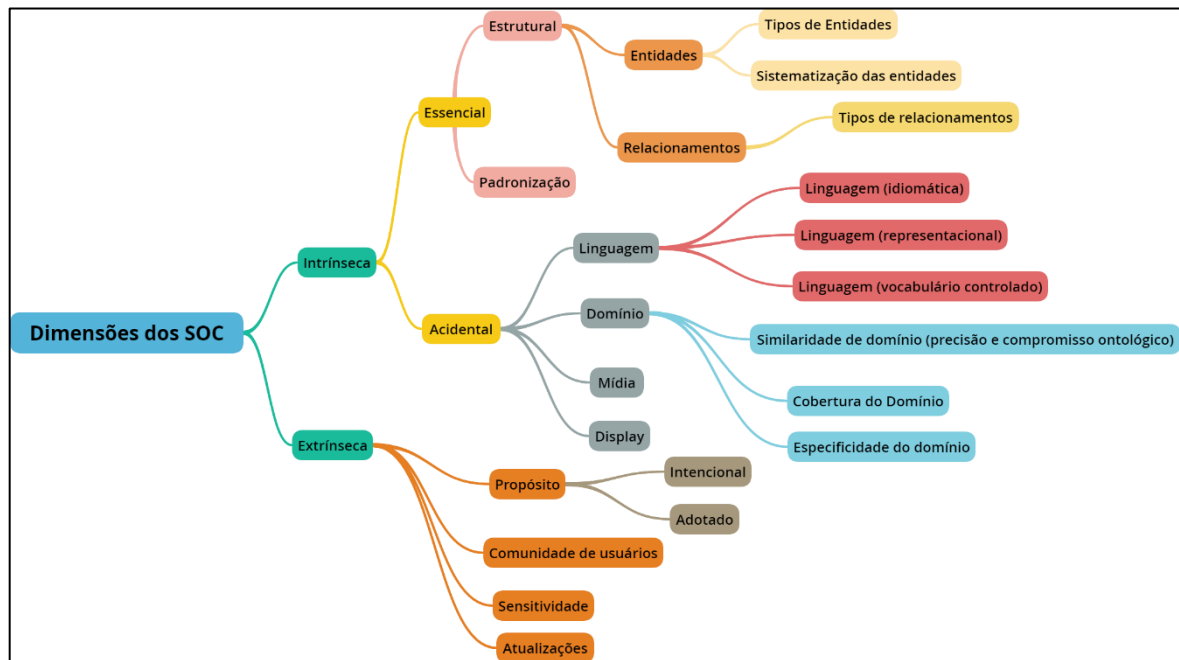
Fonte: SOUZA, TUDHOPE E ALMEIDA, 2012, p.181 (Adaptado e traduzido pela autora).

Na Figura 2, os SOC são apresentados organizados pelos tipos de estrutura que os caracterizam, sendo: a) textos não estruturados; b) listas de termos e conceitos; c) estruturas de relacionamentos e conceitos; d) estruturas visuais, relacionamentos e conceitos. Tem-se por essa organização uma visão da diversidade de tipos de SOC e, embora as classificações não sejam únicas, favorecem a compreensão e uma escolha mais adequada para aplicação.

Souza, Tudhope e Almeida (2012) apresentam uma taxonomia de tipologias de SOC, conforme Figura 3, destacando as diversas dimensões das suas características, pois consideram que, em representações, como a proposta por Zeng (2008), a complexidade dos SOC é simplificada de forma unidimensional. Por exemplo,

esquemas de classificação específicos podem ter relações semânticas e dimensões de estrutura mais complexas do que tesouros, o que pode ser considerado superior, em termos de complexidade semântica, à provisão de relações associativas.

Figura 3 – Dimensões dos SOC



Fonte: SOUZA, TUDHOPE E ALMEIDA, 2012, p. 189 (traduzido pela autora).

Conforme apresenta a Figura 3, as características dos SOC estão divididas no primeiro nível em intrínsecas e extrínsecas. O nível intrínseco apresenta os SOC como entidades ideais, isolados de usuário e meio ambiente. Subdividem-se em essenciais e acidentais, sendo os essenciais relacionados com o tipo a que pertencem, independentes de aplicações e implementações específicas. Os acidentais abrangem as características de uma determinada instância de SOC e podem ser distintos para cada implementação. O nível extrínseco está relacionado ao ambiente em que o SOC é utilizado, subdividindo-se em propósito, comunidades de usuários, sensibilidade e atualizações. Nos estudos desta tese, essa forma de análise dos SOC, apresentada por Souza, Tudhope e Almeida (2012), é tomada como adequada, considerando que essa visão multidimensional permite melhor comparação de aplicação dos SOC.

A partir do exposto, adotou-se neste trabalho a concepção de SOC como representações do conhecimento que visam melhor gestão e recuperação de

conteúdos para os usuários. No que tange a essa compreensão, cabe ressaltar a distinção entre Organização da Informação (OI) e Organização do Conhecimento (OC). No trabalho de Bräscher e Café (2008), no qual esses conceitos são discutidos, esclarece-se que, apesar de os termos informação e conhecimento se inter-relacionarem fortemente, eles possuem características que os distinguem, portanto, também há uma distinção conceitual quando são empregados juntos ao termo organização. As autoras Bräscher e Café (2008) entendem a OI como um processo que tem como objetivo possibilitar o acesso ao conhecimento contido na informação; assim, a representação da informação seria o seu produto, com elementos da descrição física e de conteúdo dos objetos informacionais específicos. Logo, no contexto da organização da informação e da representação da informação, o objeto dos registros de informação compreende a elaboração de resumos, catalogação, classificação, indexação, entre outros.

De forma distinta, no contexto da OC, trabalha-se no plano da cognição ou das ideias. Assim, a representação construída não se restringe ao conhecimento expresso pelo autor de um documento, mas, sim, dentro de um processo de análise de domínio, visando refletir uma visão consensual sobre uma realidade. “A representação do conhecimento reflete um modelo de abstração do mundo real, construído para determinada finalidade” (BRÄSCHER; CAFÉ, 2008, p. 6). A OC é vista “como o processo de modelagem do conhecimento que visa à construção de representações do conhecimento” (BRÄSCHER; CAFÉ, 2008, p. 8). Essa abordagem apresentada pelas autoras, que tratam a OI e a OC como distintas, mas com uma conexão estreita, foi a visão adotada para compreensão e estudo do assunto, no âmbito do desenvolvimento deste trabalho de doutorado.

No desenvolver desta pesquisa, o tipo de SOC adotado para estudo foi a ontologia, por proporcionar uma base de conhecimento para apoio à gestão e à recuperação de conteúdo pelo usuário. No contexto desta tese, não estão no escopo do trabalho a criação, o uso ou a avaliação deste tipo de SOC, mas a análise de requisitos de usabilidade para ferramentas de visualização de informação para ontologias. A seção a seguir apresenta os fundamentos teóricos referente a ontologias.

### 2.1.1 Ontologias

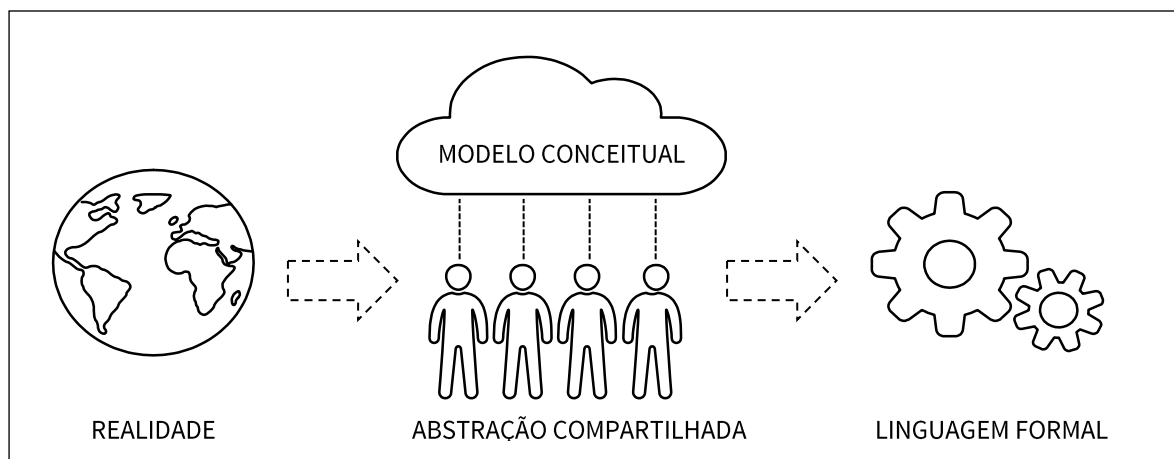
A origem da palavra ontologia é atribuída ao grego – o termo *ontos* significa ser e *logos* é palavra ou discurso. Ao apresentar as ontologias, torna-se relevante destacar que essas têm sido estudadas em diversos campos científicos, apresentando-se com diferentes visões sobre o seu uso e significado. No campo da Filosofia, advém especificamente da metafísica, ramo da Filosofia que tem como objeto de estudo o ser e a realidade. Aristóteles, na abordagem filosófica, foi um dos pioneiros a propor classificações para definir, esquematizar e hierarquizar o conhecimento. Na Ciência da Computação (CI) e Inteligência Artificial (IA), as ontologias são tratadas como modelos utilizados para realizar inferências sobre os objetos do domínio.

No contexto da CI, conforme apresenta Vickery (1997), foi em meados da década de 1990 que o termo ontologias começou a surgir na literatura científica da área, sendo a definição geralmente mais aceita a desenvolvida por Gruber (1993), que a descreve como especificação explícita de uma conceituação. Ao abordar essa definição, Vickery (1997) coloca que a conceituação significa uma visão abstrata do domínio que se deseja organizar para algum propósito. Portanto, a ontologia pode ser comparada a um esquema conceitual para um sistema, que fornecerá uma descrição lógica para compartilhamento dos dados. Na OC, uma ontologia fornece a representação de um domínio, possibilitando a criação de uma base de conhecimento que incluirá o conhecimento simbolicamente representado para resolver problemas específicos ou responder consultas sobre o domínio.

Nesse sentido, Campos (2010) considera que as ontologias estabelecem um vocabulário comum para uma comunidade que precisa compartilhar informação em um determinado domínio de um modo que as definições podem ser interpretáveis computacionalmente. Isso inclui representações de conceitos e relações. Sobre a conceituação proporcionada pelas ontologias, apresenta que essa pode ser entendida como uma abstração, uma visão simplificada do mundo, que se representa com o propósito de auxiliar na compreensão, no compartilhamento ou no consenso sobre uma área de conhecimento. As definições formais possibilitam que agentes de software possam estabelecer inferências para dar suporte à manipulação do conhecimento explicitado em uma ontologia.

No âmbito do desenvolvimento do trabalho desta tese, a definição de ontologia é usada em concordância com os autores Gruber (1993), Vickery (1997) e Campos (2010). O estudo de ontologias está relacionado às suas aplicações como ferramenta de representação do conhecimento, e, potencialmente, como um tipo de SOC. Nesse sentido, possuem capacidade para gerar um vocabulário para um domínio definindo-se classes, objetos e suas funções e relações de uma maneira formal para uso em sistemas computacionais. A Figura 4 representa graficamente essa visão da autora desta tese sobre o uso de ontologia para organização do conhecimento, em que, a partir da abstração de uma realidade, o modelo conceitual compartilhado por uma comunidade de pessoas pode ser abstraído para uma ontologia, especificada de maneira formal, por meio de linguagem processável por máquinas.

Figura 4 – Organização do conhecimento por ontologias



Fonte: Elaborado pela autora.

Os aspectos de desenvolvimento de ontologias não estão sendo abordados neste trabalho, mas sim os benefícios que o seu uso pode proporcionar a uma comunidade de usuários, principalmente no que se refere à organização do conhecimento. Sobre esses benefícios relacionados ao uso de ontologias, Guizzardi (2000) apresenta:

- a) comunicação: as ontologias são úteis para auxiliar a comunicação entre pessoas acerca de determinado conhecimento, pois auxiliam o raciocínio e o entendimento sobre esse domínio. Essa relação auxilia na obtenção de

consenso, interação e elicitación de conhecimentos sobre termos técnicos em uma comunidade profissional;

b) formalização: está relacionada à especificação da ontologia, que permite eliminar contradições e inconsistências na representação de conhecimento, além de não ser ambígua. Além disso, essa especificação pode ser testada, validada e verificada;

c) organização do conhecimento e reutilização: as ontologias formam um vocabulário de consenso que permite representar conhecimento de um domínio em seu nível mais alto de abstração, possuindo, dessa forma, potencial de reutilização.

Para compreensão de como esses benefícios podem ser alcançados, faz-se necessário entender a estrutura de organização das ontologias. De acordo com Almeida e Bax (2003), as ontologias nem sempre apresentam a mesma estrutura, mas existem características e componentes básicos, que são presentes em grande parte delas. Assim, os componentes considerados básicos são: classes (organizadas em uma taxonomia), relações (representam o tipo de interação entre os conceitos de um domínio), axiomas (usados para modelar sentenças verdadeiras) e instâncias (utilizadas para representar elementos específicos – os próprios dados). Com base em Noy et al. (2001) e Oliveira (2012), descrevem-se esses componentes:

a) classes: referem-se aos conceitos de um domínio. Uma classe na ontologia é uma abstração de dados que reúne as definições de um conjunto de instâncias similares em suas características, relações e restrições, ou seja, é um conjunto que contém instâncias e atributos, além de outras classes. As classes podem conter e estar contidas em outras classes;

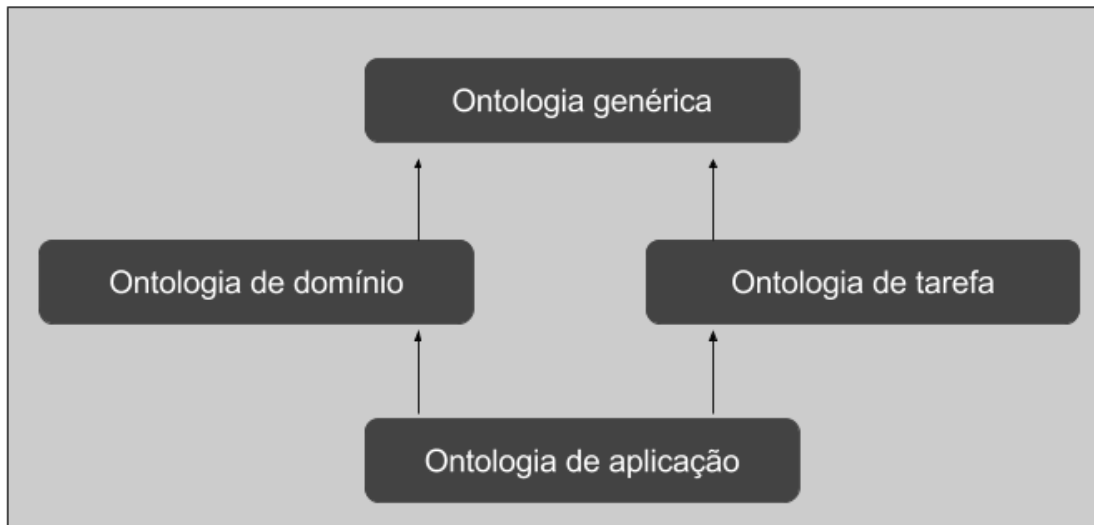
b) relações: descrevem propriedades entre classes e instâncias. As relações geram significados dentro do domínio, ou seja, o conjunto de relações gera a semântica de uma ontologia. Os termos *slot*, *role*, propriedade e atributo podem ser empregados como sinônimo para designar as relações;

- c) axiomas: modelam regras assumidas como verdadeiras em um domínio, de modo que seja possível associar relacionamentos entre os indivíduos, além de fornecer características descritivas e lógicas para os conceitos;
- d) instâncias: representam elementos específicos, ou seja, os próprios dados que, juntamente com a definição de uma ontologia, constituem a base de conhecimento. As instâncias atendem às regras, relações e têm alguns ou todos os atributos de uma classe.

As ontologias podem ser também classificadas de diferentes formas. Guarino (1998) propõe uma classificação baseada em seus conteúdos em que se têm: a) ontologias genéricas; b) de domínio; c) de tarefa e d) de aplicação. Nessa proposta, conforme Guarino (1998) e Guizzard (2000), as ontologias genéricas são as que descrevem conceitos gerais, como espaço, tempo, evento e outros, que são independentes de um domínio em particular. Essas são também denominadas de abstratas, genéricas, de níveis mais altos ou fundacionais e permitem aplicações mais abrangentes. As ontologias de domínio representam um domínio de conhecimento restrito a uma área, mas não se restringem a uma aplicação, podendo ser utilizadas em várias aplicações ou sistemas. Já a ontologia de tarefas representa um conhecimento mais específico, sendo geralmente construída para uma aplicação particular, sem permitir reutilização. As ontologias de aplicação representam aspectos de solução geral de problemas, que podem ser aplicadas de várias maneiras.

Todos esses tipos de ontologias podem ser construídos, conforme apresentado por Guarino (1998), segundo seu nível de generalidade. Assim, as ontologias de domínio ou de tarefa podem ser especializações dos termos de uma ontologia genérica. As ontologias de aplicação podem ser especializações dos termos das ontologias de domínio e tarefa correspondentes, como mostra a Figura 5.

Figura 5 – Tipos de ontologias conforme nível de dependência



Fonte: Elaborado pela autora, com base em GUARINO, 1998, p. 9.

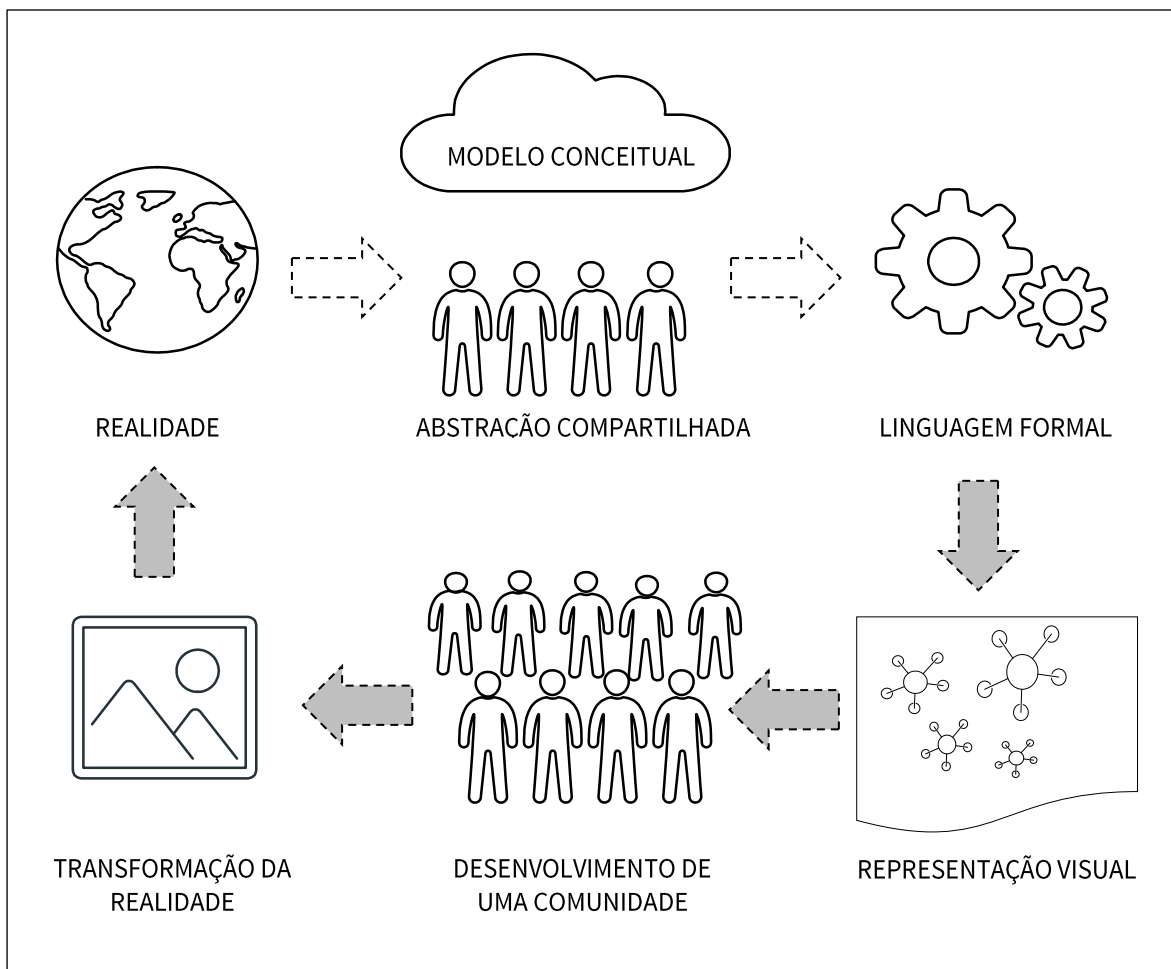
No escopo do objetivo desta tese, o estudo centrou-se em ontologias de domínio, visto que essas ontologias possuem, por sua natureza, uma delimitação do contexto de um domínio, mas não se restringem especificamente a uma aplicação, podendo ser utilizadas em várias aplicações ou sistemas. Desse modo, as ontologias de domínio, ao proporcionarem a criação de uma base de conhecimento, podem contribuir para o desenvolvimento de uma área. Assim, na condução dessa pesquisa, o que está sendo apresentado é que uma ferramenta que permita acesso visual a uma ontologia possa atender melhor às necessidades dos usuários, promovendo o conhecimento e o desenvolvimento de uma comunidade, capaz de transformar a realidade, conforme sugere a Figura 6.

Cabe destacar que não foi objeto desta tese a criação de representações visuais de ontologias, mas, sabendo-se que as ontologias são formalizadas por uma linguagem lógica estruturada, tem-se que essa estrutura viabiliza essa transformação para criação de visualização de ontologias. Desde 2004, a linguagem OWL (*Web Ontology Language*), proposta pelo W3C (*World Wide Web Consortium*)<sup>2</sup>, tem sido adotada como linguagem padrão para representação formal de ontologias.

<sup>2</sup> <https://www.w3.org>

A OWL é uma linguagem criada para formalizar e instanciar ontologias de uma forma que a informação possa ser interpretada por computadores. A sua origem é baseada nas linguagens XML (*eXtensible Markup Language*), RDF (*Resource Description Framework*) e *RDF Schema* e seu projeto se desenvolveu na investigação por soluções para Web Semântica. A OWL apresenta uma extensão do vocabulário dessas linguagens para expressar semântica em classes, relações, axiomas e instâncias, mantendo as triplas: sujeito, predicado e objeto do RDF.

Figura 6 – Contribuições da Visualização de Ontologias



Fonte: Elaborado pela autora.

A organização de um código em OWL é feita de uma maneira que ele possa ser interpretado computacionalmente sem ambiguidades. Um arquivo em OWL geralmente se subdivide em quatro partes: cabeçalho, definição das classes, definição das propriedades e a declaração de instâncias das classes. O Quadro 2 apresenta



## 2.2 Visualização de Informação

A Visualização de Informação (VI) é apresentada 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 et al. (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. O processo de VI está relacionado com a transformação de dados abstratos em gráficos ou imagens, denominados visualizações. Assim, o objetivo na construção das visualizações é explorar a capacidade de percepção humana para que, a partir das relações espaciais exibidas, o usuário interprete e compreenda as informações apresentadas e, ainda, deduza novos conhecimentos.

Card, Mackinlay e Shneiderman (1999) relatam que a VI pode ser entendida como uma área derivada de pesquisas em diferentes campos de estudos, como cartografia, estatística, inteligência artificial e interface de usuários. O desenvolvimento da área tem sido mutuamente influenciado por estudos de múltiplas áreas com o objetivo comum de transformar dados abstratos em representações visuais que possam auxiliar o entendimento e a descoberta de informações. Sobre o surgimento da área, os autores consideram que um marco importante foi o reconhecimento da Visualização Científica (VC) em 1987 pela National Science Foundation (NSF). Na VC, o propósito é aplicar os recursos computacionais para representar visualmente abstrações de conteúdos físicos, como moléculas, células e órgãos humanos, entre outros. No que se refere aos conteúdos informacionais, tem-se que esses também podem se beneficiar de recursos computacionais para representação visual. No entanto, pelo fato de eles não terem limites espaciais e físicos definidos, carecem de técnicas e estudos específicos de uma área para serem abstraídos e representados efetivamente de forma visual.

Sobre o auxílio da VI à cognição humana, Card, Moran e Newell (1983) descrevem um estudo sobre cognição envolvendo usuários no reconhecimento de estruturas gráficas, demonstrando que características como cor, dimensionalidade, perspectiva, luminosidade e tamanho auxiliam o processo de cognição e podem ser

explorados na construção de soluções. Na busca por modelos de visualização, com suas estruturas gráficas e de interação para visualizar a informação, o objetivo está centrado no esforço e nas capacidades cognitivas dos usuários. Para enfatizar esse auxílio da VI à cognição humana, os autores apontam:

- a) expansão dos recursos de memória e processamento pela representação visual em um formato de símbolos mais simplificados;
- b) redução do tempo de busca de informação ao representar visualmente de forma compactada as relações entre os conteúdos;
- c) reconhecimento de padrões de organização dos conteúdos pela percepção visual;
- d) inferência perceptiva pela percepção visual da representação;
- e) monitoramento de uma grande quantidade de eventos potenciais;
- f) manipulação dos conteúdos com a apresentação de detalhes e organizações sob demanda.

Segundo Shneiderman (1996), a apresentação de dados de forma gráfica maximiza o aproveitamento da capacidade de percepção da visão humana, além de permitir que os usuários encontrem mais facilmente padrões, agrupamentos, lacunas ou tendências em dados ou ainda descubram características escondidas em um grande volume de dados. Segundo o autor, a VI permite a exploração mais conveniente da informação através de uma linguagem visual. Pesquisadores e designers de interface do usuário devem buscar métodos de VI que ofereçam uma integração mais suave da tecnologia com a tarefa de recuperação de informação.

Como exemplo, para ilustrar a aplicação da VI, apresenta-se, nas Figuras 7 e 8, duas formas de interface de resposta para um usuário que deseja recuperar conteúdos sobre Visualização de Informação.

Na Figura 7, tem-se como exemplo, a interface de resposta padrão atual, gerada a partir de uma consulta na Web, tendo como retorno ao usuário uma lista de

512.000 títulos ordenados por relevância, de acordo com um algoritmo da ferramenta de busca.

Figura 7 – Exemplo de uma interface tradicional de resposta à consulta do usuário

Aproximadamente 512.000 resultados (0,48 segundos)

**Visualização de Informação – Wikipédia, a enciclopédia livre**  
[https://pt.wikipedia.org/wiki/Visualização\\_de\\_Informação](https://pt.wikipedia.org/wiki/Visualiza%C3%A7%C3%A3o_de_Informa%C3%A7%C3%A3o) ▼  
 Histórico[editar | editar código-fonte]. A história da Visualização da Informação é datada de muito antes do nascimento de Cristo. Segundo Dias e Carvalho ...  
 Histórico · Introdução

**Visualização de dados – Wikipédia, a enciclopédia livre**  
[https://pt.wikipedia.org/wiki/Visualização\\_de\\_dados](https://pt.wikipedia.org/wiki/Visualiza%C3%A7%C3%A3o_de_dados) ▼  
 Visualização de dados é o estudo da representação visual dos dados, definidos como informações que podem ser abstraídas de forma esquemática, incluindo ...

**Visualização da informação: uma breve introdução - Portal do ...**  
<portaldobibliotecario.com/artigo/visualizacao-da-informacao-uma-breve-introducao/> ▼  
 18 de abr de 2017 - A área de pesquisa visualização de informação (Information Visualization) estuda a maneira como as representações visuais podem ser ...

**[PDF] Visualização de Informações (.pdf) - INF-UFG**  
[www.inf.ufg.br/sites/default/files/uploads/relatorios-tecnicos/RT-INF\\_003-04.pdf](www.inf.ufg.br/sites/default/files/uploads/relatorios-tecnicos/RT-INF_003-04.pdf) ▼  
 de FR Vaz - Citado por 6 - Artigos relacionados  
 Visualização de Informações. Fernando Rosa Vaz \* frosa@inf.ufg.br. Cedric Luiz de Carvalho † cedric@inf.ufg.br. Abstract. The Internet is a tool used by ...

**Uma introdução à visualização de informações - revistas UFG**  
<https://www.revistas.ufg.br/VISUAL/article/viewFile/19844/12233>  
 de HAD do Nascimento - Artigos relacionados  
 Visualização de Informações é uma área emergente da Ciência que estuda formas de apresentar dados abstratos visualmente de tal modo que relações entre ...

**métodos de visualização de informação - #2 - Obvious**  
[obviousmag.org/archives/2007/10/metodos\\_de\\_visu\\_1.html](obviousmag.org/archives/2007/10/metodos_de_visu_1.html) ▼  
 Quando encontramos forma de representar e apresentar a informação, seja ela qual for, temos também a responsabilidade de transmitir uma mensagem que ...

**métodos de visualização de informação - #1 - Obvious**  
[obviousmag.org/archives/2007/09/metodos\\_de\\_visu.html](obviousmag.org/archives/2007/09/metodos_de_visu.html) ▼  
 Assim, é cada vez mais urgente encontrar formas criativas de organizar e representar grandes volumes de informação, uma vez que esta somente será válida e ...

**[PDF] Visualização de Informações – Uma ... - Laboratório de Banco de Da...**  
<www.lbd.dcc.ufmg.br/colecoes/jai/2005/002.pdf> ▼  
 de HAD do Nascimento - Citado por 73 - Artigos relacionados  
 Visualização de Informações – Uma Abordagem. Prática. Hugo A. D. do Nascimento e Cristiane B. R. Ferreira1. Abstract. Information Visualization is an ...

**[PDF] Visualização de Informação e Mineração Visual de Dados**  
<www.lcad.icmc.usp.br/~rosane/TextoInfoVis.pdf> ▼  
 Análise Exploratória Visual, uma das vertentes da Visualização de Informação, e Mineração de Dados, VDM objetiva auxiliar o processo de aquisição de ...

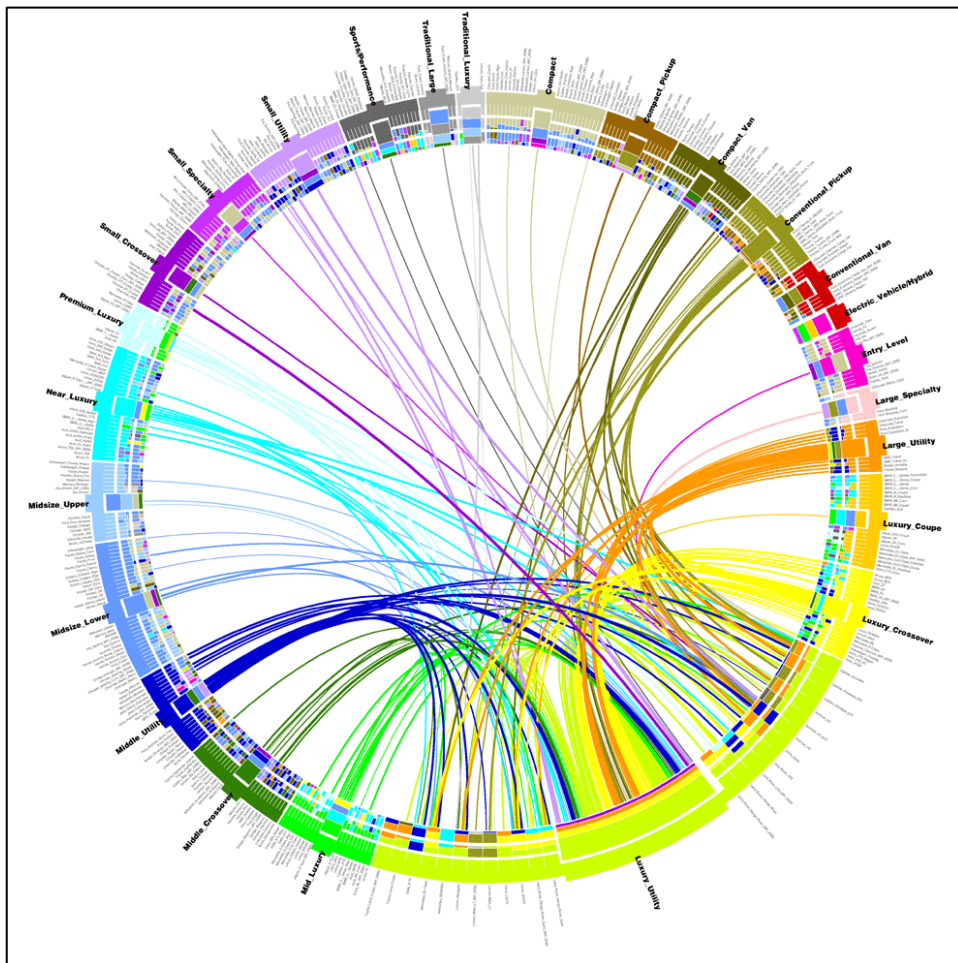
**Visualização de Informação | EMaP/FGV - Escola de Matemática ...**  
<emap.fgv.br/disciplina/mestrado/visualizacao-de-informacao> ▼  
 Visualização de Informação ... Visualização de escalares, vetores e tensores. Técnicas de Modelagem de ... Visualização de Imagens Visualização Volumétrica.

Fonte: Elaborado pela autora (com base em uma consulta no Google<sup>3</sup>).

<sup>3</sup> <http://www.google.com.br/>

Na Figura 8, mostra-se um formato hipotético de como um resultado poderia ser apresentado ao usuário, no qual os assuntos relacionados ao termo da consulta podem vir destacados por cores, formas e tamanhos, permitindo que o usuário conheça e explore o assunto conforme o contexto desejado e que estabeleça relações com outros assuntos associados.

Figura 8 – Exemplo de uma interface hipotética de resposta à consulta do usuário



Fonte: CIRCOS, 20174.

No âmbito da Ciência da Informação as pesquisas sobre Visualização de Informação têm abordado a sua aplicação para auxiliar os usuários nos Sistemas de Recuperação de Informação (SRI). Nesse sentido, têm-se os trabalhos de Dias (2007), Vieira e Correa (2011), Correa e Vieira (2013), Vieira e Pinho (2014) e Azevedo e

4 [http://circos.ca/intro/general\\_data/](http://circos.ca/intro/general_data/) .

Marcondes (2015). Percebe-se em comum, nesses estudos, a iniciativa de aproximação dos conceitos da Ciência da Informação com a Visualização de Informação, sendo a conclusão de todos estes trabalhos a de que as informações representadas por meio de recursos visuais são de grande importância na comunicação dos sistemas de recuperação de informação. Acrescentam ainda que as interfaces que disponibilizam visualização de informação podem proporcionar um ambiente mais agradável aos usuários e favorecer a compreensão dos resultados ao possibilitar a interação com as informações e a construção de novos conhecimentos.

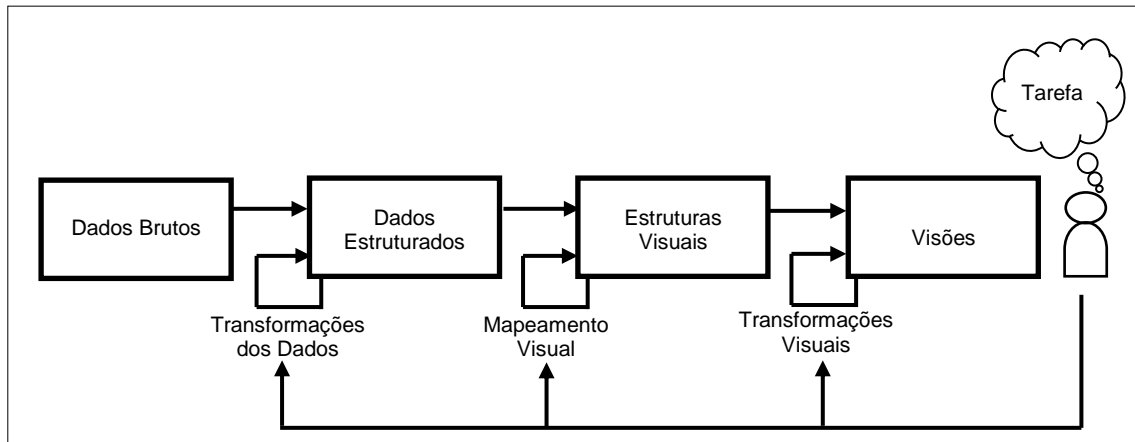
A aplicação da visualização de informação a ontologias é abordada por Oliveira (2012) como recurso para auxiliar a avaliação e o desenvolvimento de ontologias. Um protótipo de software de visualização foi desenvolvido no trabalho de Oliveira (2012) e avaliado sob a ótica de comparação e avaliação de ontologias para validação da sua modelagem. O benefício da representação visual é destacado pelo suporte adicional oferecido às análises subjetivas das ontologias.

Também em uma perspectiva da Ciência da Informação, Aguila et al. (2017) abordam a visualização de dados, informação e conhecimento, considerando que:

A visualização pode ser aplicada em todos os âmbitos (social, econômico, políticos, científicos), facilitando entender necessidades básicas para uma comunidade e até mesmo o apontamento de suas carências; tomada de decisão não por relatórios intermináveis, mas por gráficos ou representações mais interativas; e na utilização de relações simétricas ou assimétricas para explicitar suas assimilações (AGUILA et al., 2017, p. 8).

No estudo desta tese, o interesse pelo estudo da VI se deu pela capacidade de ela auxiliar a cognição humana, conforme destacado nos conceitos apresentados pelos autores em Aguila et al. (2017). A criação de visualização de informação auxiliada por recursos computacionais passa pela transformação de dados para uma forma gráfica de visualização. Um modelo simplificado desse processo é apresentado por Card, Mackinlay e Shneiderman (1999), conforme mostra a Figura 9.

Figura 9 – Modelo para Visualização de Informação



Fonte: Elaborado pela autora, com base em CARD, MACKINLAY E SHNEIDERMAN, 1999, p.17.

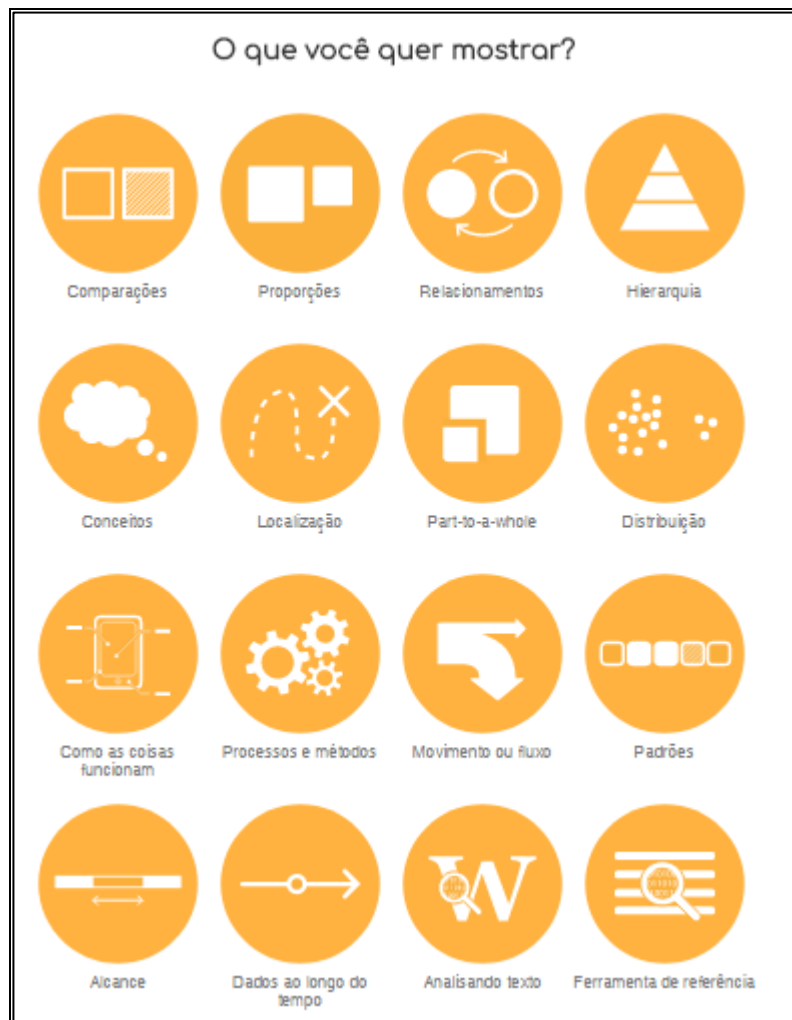
No modelo ilustrado na Figura 9, tem-se que a transformação dos dados em visões acontece a partir da organização dos dados brutos em uma representação lógica mais estruturada, como, por exemplo, tabelas de dados. Nessa etapa, pode ser feita a inclusão de novas informações, como, por exemplo, resultados de análises estatísticas realizadas sobre os dados brutos. O mapeamento dos dados estruturados para uma estrutura visual é feito definindo-se o espaço para a visualização, as marcas e propriedades gráficas das marcas. O espaço para visualização normalmente é representado por eixos, tais como os eixos X e Y do plano cartesiano. As marcas são os símbolos gráficos utilizados para representar os itens de dados. As propriedades gráficas são as definições de atributos como cor, textura, forma, dentre outros, a serem utilizados. As transformações visuais acontecem pela interação do usuário através de operações de manipulação para visualização de detalhes ou agrupamentos.

A partir dos estudos que fundamentam a VI, observou-se que essa busca por explorar o sentido humano da visão para ressaltar estruturas intrínsecas da informação pode favorecer o uso de ontologias pelos usuários de um domínio. Características como cor, perspectiva, tamanho e formas são fatores que auxiliam no processo de cognição para que os usuários possam interpretar e conhecer um domínio de conhecimento.

### 2.2.1 Modelos de visualização

Devido à necessidade de representar e analisar a enorme quantidade de dados gerados por diversas aplicações, diferentes modelos de Visualização da Informação têm sido desenvolvidos nos últimos anos. A iniciativa no *The Data Visualisation Catalogue* tem como objetivo auxiliar a organização desses modelos, sendo possível encontrar sessenta modelos, organizados por tipos, e dezesseis funções. A Figura 10 apresenta a organização dessas funções. A ideia é que a visualização seja escolhida com base no propósito funcional que se deseja alcançar.

Figura 10 – Visualização de informação organizada por funções

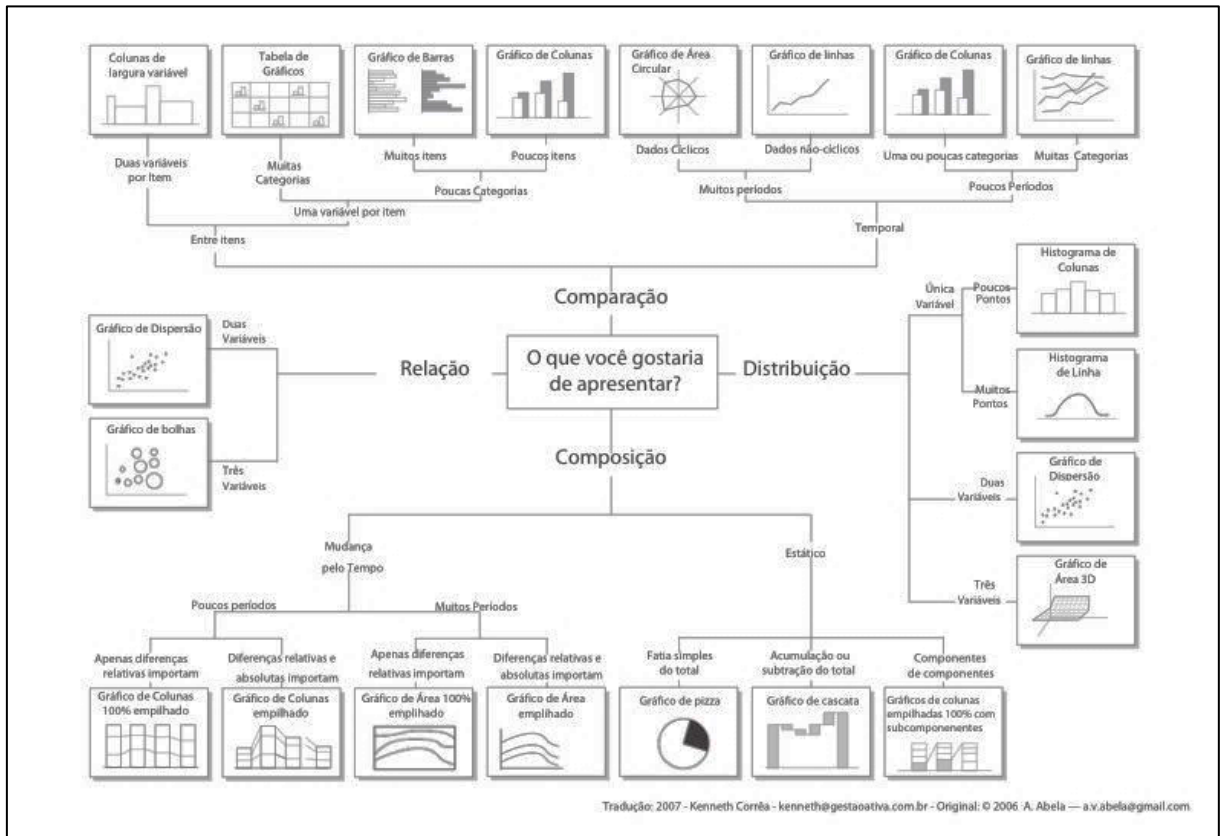


Fonte: THE DATA VISUALISATION CATALOGUE, 2017.

<sup>5</sup> <http://www.datavizcatalogue.com/index.html>

Outra iniciativa de organização dos modelos de visualização com base no propósito de uso é apresentada na Figura 11, onde se tem quatro escolhas para o que se deseja destacar em uma visualização: relação, comparação, distribuição e composição.

Figura 11 – Visualização de informação organizada por propósito de uso



Fonte: CHART SELECTOR - IN PORTUGUESE - THE EXTREME PRESENTATION(TM) METHOD, 2017 .

Segundo Freitas (2001) e Barros (2015), visando auxiliar a escolha de qual modelo deve ser empregado em uma determinada aplicação ou situação, várias taxonomias vêm sendo propostas. Uma das taxonomias de VI mais citadas na literatura é a taxonomia de Tarefa por Tipo de Dados (TTD) proposta por Shneiderman (1996). Nessa taxonomia, considera-se a existência de sete tipos de dados e sete tipos de ações. Os tipos de dados caracterizam as informações do domínio: unidimensionais, bidimensionais, tridimensionais, multidimensionais, temporais, hierárquicos e em redes. As ações são caracterizadas pelos tipos de tarefas que os

usuários podem realizar, sendo: visão geral, filtro, *zoom*, detalhes sob demanda, relação, histórico e extrações.

A seguir, são detalhados os tipos de dados da taxonomia TTD. Essas características estão organizadas de forma abstrata da realidade, visto que em aplicações reais uma combinação desses tipos de dados pode ser utilizada.

- a) *unidimensionais*: são dados organizados de maneira linear, tais como textos, códigos fonte de programas, listas alfabéticas, etc. Cada item de uma coleção de dados unidimensionais contém uma sequência de caracteres. Dentre as necessidades dos usuários, tem-se a recuperação de quantidade de itens, média de valores, cronologia dos dados, etc.
- b) *bidimensionais*: são dados de mapas geográficos, plantas arquitetônicas, layouts de jornais. Cada item representa uma parte de uma área total. A visualização desses dados pode requerer encontrar itens adjacentes, caminhos e detalhes.
- c) *tridimensionais*: são objetos do mundo real que possuem volumes e relacionamentos complexos com outros itens. Exemplos desses dados são as moléculas e as células do corpo humano que oferecem maior compreensão quando visualizados em três dimensões.
- d) *multidimensionais*: são dados de bancos de dados estatísticos e relacionais que podem ser manipulados pelos seus atributos em espaços multidimensionais. Podem ser usados para obter padrões, tendências e correlações.
- e) *temporais*: são dados que podem ser representados em linhas do tempo, como os registros dos prontuários médicos, de gerenciamento de projetos, etc. Possuem datas de início e fim e as tarefas de recuperação constituem encontrar eventos anteriores, posteriores ou durante uma data específica.
- f) *hierárquicos*: são dados que possuem ligação com outro e múltiplos atributos, em uma relação hierárquica, como uma árvore. As manipulações dos dados podem envolver a recuperação de características semelhantes conforme os níveis de representação.

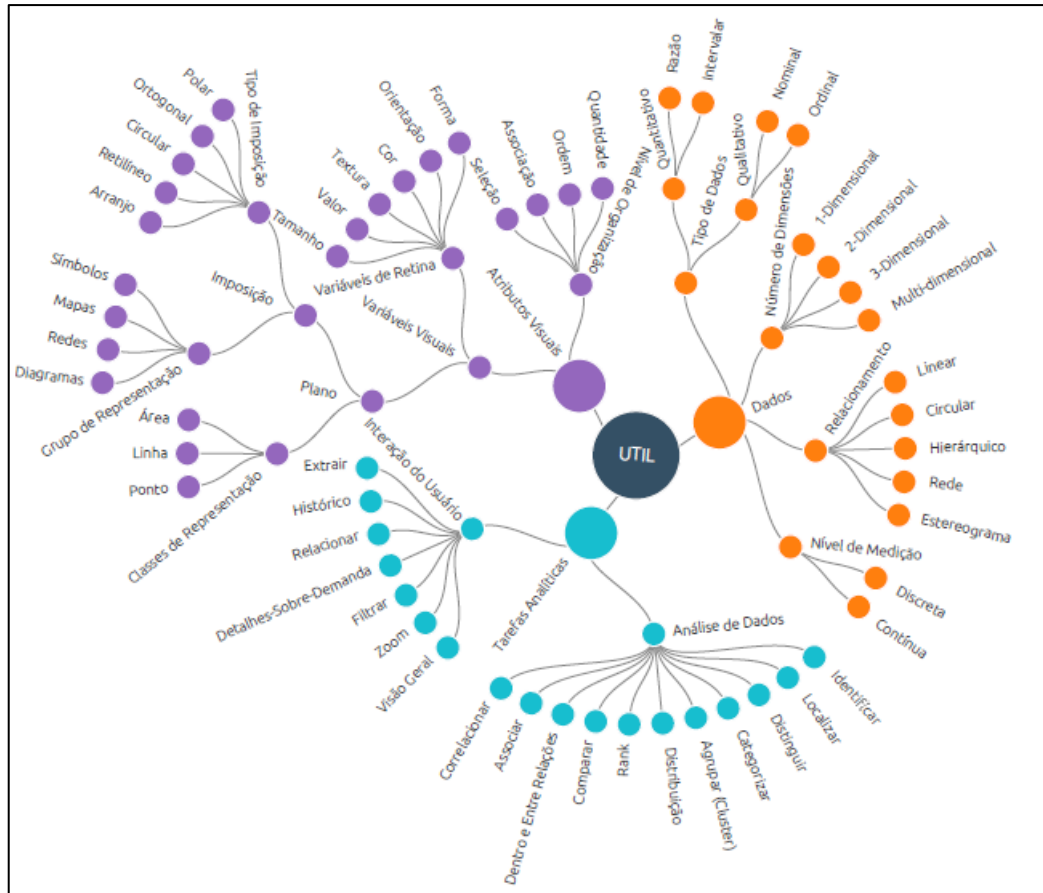
- g) *rede*: são dados com relacionamentos com vários outros dados e de uma forma não hierárquica. São úteis para representar as ligações existentes entre usuários, atividades e conteúdo.

Os modelos de visualização, segundo Barros (2015), têm sido categorizados conforme diferentes aspectos e contextos. Com base em uma pesquisa de revisão de literatura, esse autor identificou três eixos principais:

- a) dados: caracterização dos tipos de dados que estão sendo visualizados, podendo ser classificados em quantitativo e qualitativo e em dimensionalidade;
- b) tarefas analíticas: classificação das tarefas e interações dos usuários durante uma visualização;
- c) atributos visuais: referem-se aos atributos relacionados à representação visual, como cor, forma, tamanho e textura.

Uma taxonomia unificada para visualização de informação foi desenvolvida por Barros (2015) e denominada UTIL (Unified Taxonomy for Information Visualization), representando esses três eixos citados em uma estrutura de árvore circular, conforme mostra a Figura 12.

Figura 12 – Taxonomia UTIL baseada nos eixos dados, tarefas analíticas e atributos visuais



Fonte: BARROS, 2015, p. 19.

O conhecimento dos modelos de VI foi relevante para o desenvolvimento desta tese, pois forneceu uma base para compreender os aspectos dessa área. O desenvolvimento de uma VI para ontologias não está no escopo e objetivos desta tese, pois o nível do foco de interesse está na possibilidade de aplicação da VI para ontologias, visando atender às necessidades dos usuários. As possibilidades dessa aplicação são apresentadas na seção a seguir.

### 2.2.2 Visualização de Ontologias

A VI 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. Com base nas características predominantes, oferecidas pelas ferramentas de visualização de ontologia, Katifori et al. (2007) agruparam os métodos<sup>6</sup> de VI nas seguintes categorias:

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 entrar 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.

Exemplos de ferramentas que permitem a visualização nessa categoria de classificação são apresentados a seguir. Cabe destacar que uma ferramenta indicada como exemplo de uma das categorias pode também conter características de métodos distintos.

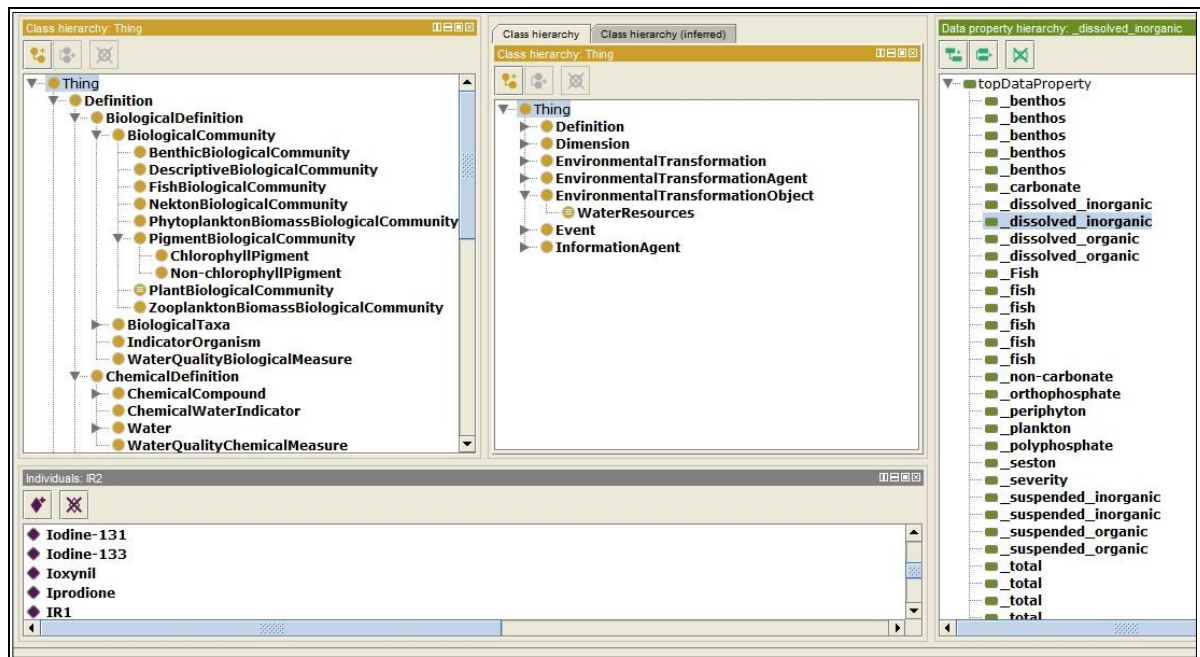
A ferramenta Protégé, conforme apresenta a Figura 13, exemplifica método de lista indentada. A visualização da taxonomia da ontologia é privilegiada nesse método de visualização, onde se têm as classes representadas como nós de uma lista

---

<sup>6</sup> Nos estudos de visualização de ontologias, os termos modelos e técnicas estão sendo usados para designar as características do tipo de visualização aplicada à ontologia.

que se expandem conforme as suas subclasses. As instâncias, as relações e as propriedades são visualizadas em janelas separadas da lista indentada das classes.

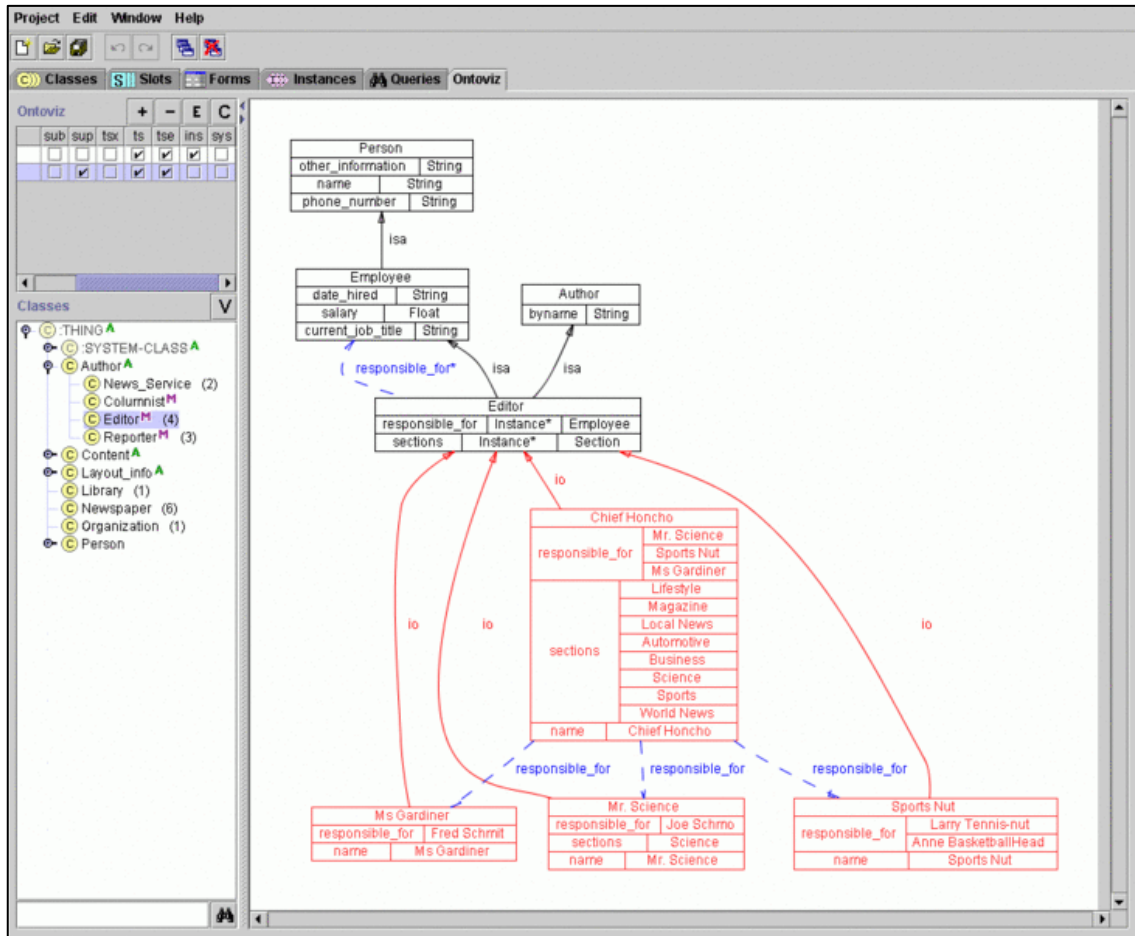
Figura 13 – Visualização com método de lista indentada



Fonte: Elaborado pela autora, com o uso da ferramenta Protégé.

Um exemplo de ferramenta com uso do método do tipo árvore de links e nós é a OntoViz, conforme mostra a Figura 14.

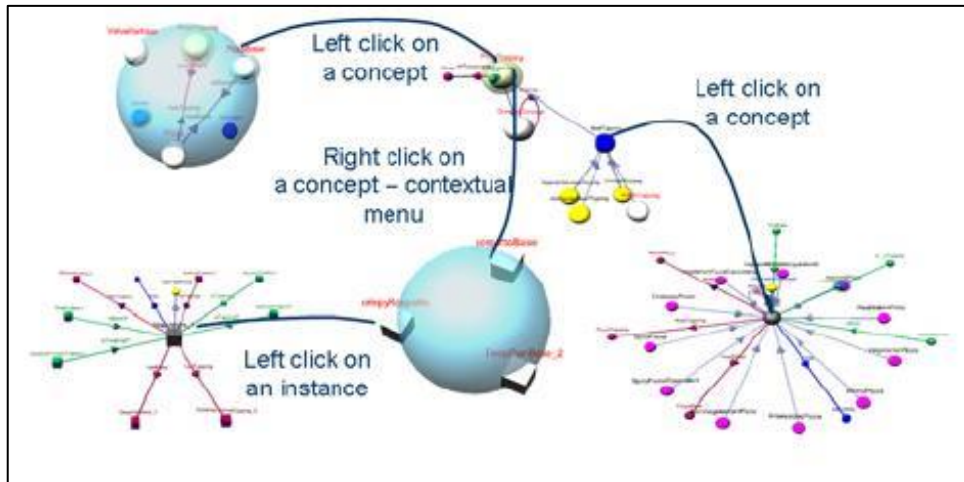
Figura 14 – Visualização com método de árvore de links e nós



Fonte: OntoViz Protégé Wiki, 2016.

A ontologia é apresentada como um conjunto de nós interligados; e as instâncias, geralmente representadas por cores diferentes, diferenciam-se das classes e subclasses. Esse método de visualização de árvore de links e nós também pode ser apresentado com recurso de três dimensões (3D), como a interface da ferramenta OntoSphere 3D, mostrada na Figura 15. Aplicações de filtro nessas ferramentas oferecem ao usuário controles para visualização da informação conforme o seu interesse. Visualizações são modificadas dinamicamente a partir da seleção dos filtros selecionados, para permitir que o usuário controle a informação que deseja visualizar.

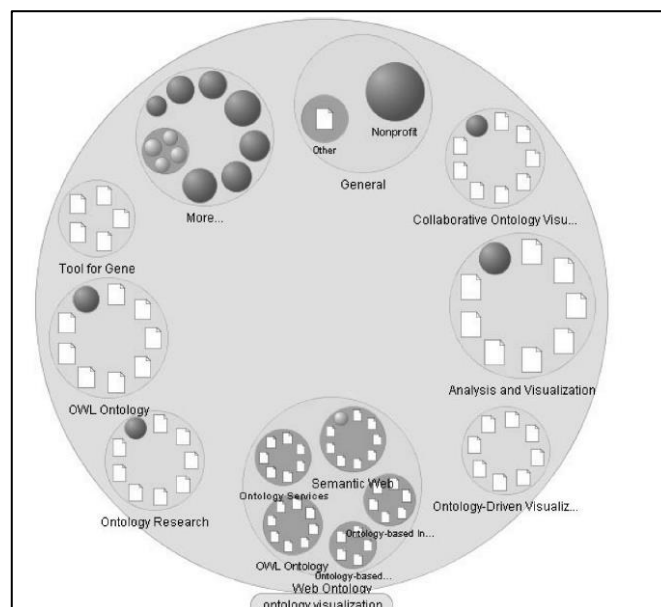
Figura 15 – Visualização com método de árvore de links e nós em 3D



Fonte: OntoSphere 3D, 2016.

O método de visualização *zoomable* é exemplificado com a ferramenta Grokker, apresentada na Figura 16, que apresenta as informações com um mecanismo de agrupamento como uma série e diagramas de Venn aninhados.

Figura 16 – Visualização com método *zoomable*



Fonte: KATIFORI et al. , 2007, p. 13.

Os usuários podem navegar na hierarquia clicando nos círculos. Quando um círculo é selecionado, ele é ampliado com o uso de animação, tornando o conteúdo visível. Círculos com cores mais intensas sugerem que eles incluem níveis mais baixos da hierarquia.

Um exemplo do método de preenchimento de espaço é a ferramenta TreeMap, conforme apresentado na Figura 17. As áreas retangulares representam uma hierarquia e os tamanhos e cores são usados para fornecer informação sobre o conteúdo. Na interação com as áreas selecionadas, os conteúdos são ampliados para que sejam apresentados os seus detalhes.

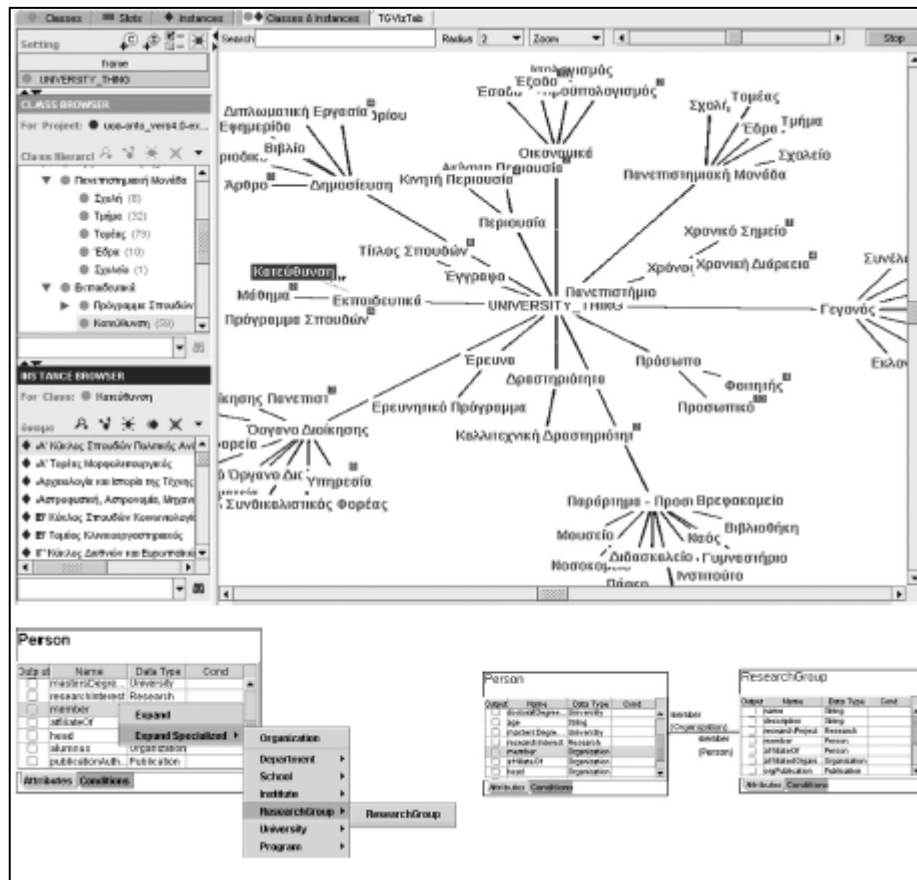
Figura 17 – Visualização com método de preenchimento de espaço



Fonte: BABARIA, 2001, p. 3.

O método foco e contexto é exemplificado com a ferramenta TGVizTab, apresentada na Figura 18. Nessa ferramenta, os nós semanticamente semelhantes são representados próximos uns dos outros. Um processo interativo faz com que os nós se movam conforme os comandos do usuário, alterando o nível de aproximação e foco ao apresentar o gráfico hiperbólico.

Figura 18 – Visualização com método foco e contexto

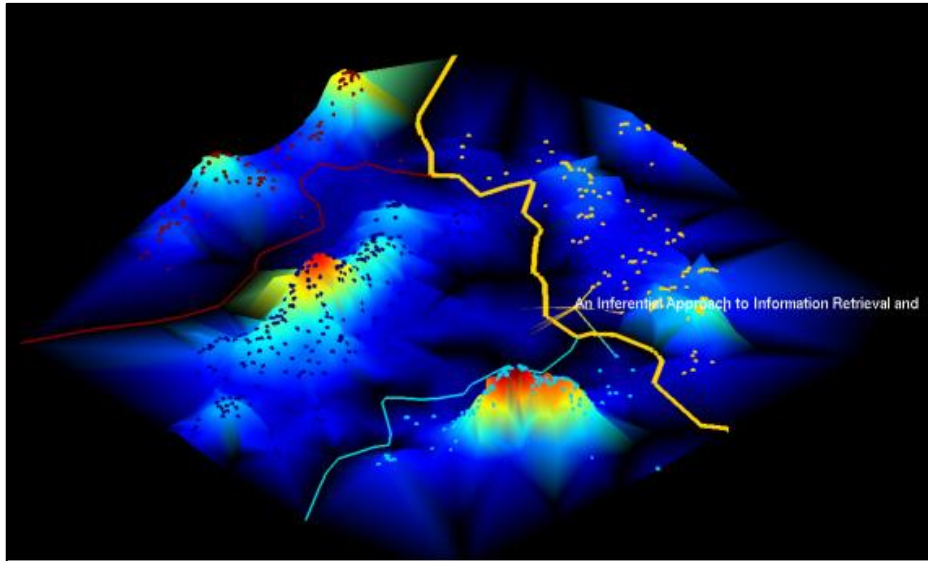


Fonte: KATIFORI et al. , 2007, p. 20.

A técnica de visualização de paisagem 3D é apresentada na Figura 19. Nesse tipo de visualização, um relevo é desenhado em três dimensões, e as relações e propriedades podem ser exploradas pelo usuário para acessar informação.

Mediante a diversidade de modelos 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 modelos é necessário para se propor uma visualização de informação mais adequada.

Figura 19 – Visualização em interface de paisagem 3D



Fonte: SIQUEIRA et al. , 2015, p. 10.

Alguns elementos que compõem as ontologias geralmente são priorizados em detrimento de outros, conforme a especificidade de ferramenta e método de visualização. Apresenta-se, no Quadro 3, uma síntese dos seis métodos de visualização de ontologias relatados, conforme os elementos de: a) classes e instâncias; b) taxonomia; c) múltiplas heranças; d) propriedades e e) axiomas.

Quadro 3 – Comparativo dos modelos de visualização de ontologias

	Elementos das ontologias a serem representados				
	Classes e Instâncias	Taxonomia	Múltiplas heranças	Propriedades	Axiomas
<b>Lista Identada</b>	Mostradas em listas identadas	Representada de forma identada	Replicação de elementos.	Apresentadas em locais separados da estrutura visual.	Apresentados em locais separados da estrutura visual.
<b>Árvore de links e nós</b>	Representados por nós em formas geométricas.	Representada por proximidade e ligações.	Representados por ligações em grafo.	Apresentadas em janelas separadas.	Rótulos com links para acesso.
<b>Zoom</b>	Representados em conjuntos.	Tamanhos menores e em conjuntos.	Replicação de elementos.	Apresentadas em interfaces separadas.	Apresentadas em interfaces separadas.

(Continua)

(Conclusão)

	Elementos das ontologias a serem representados				
	Classes e Instâncias	Taxonomia	Múltiplas heranças	Propriedades	Axiomas
<b>Preenchimento de espaço</b>	Representados por cores e tamanhos distintos.	Diferenciadas por tamanhos e cores.	Replicação de elementos.	Apresentadas em interfaces separadas.	Apresentadas em interfaces separadas.
<b>Foco e contexto</b>	Representados por rótulos, conforme foco.	Distância e ligações entre as classes e instâncias.	Replicação de elementos.	Apresentadas em interfaces separadas.	Apresentadas em interfaces separadas.
<b>Paisagem 3D</b>	Distribuídos graficamente em relevos.	Linhas que conectam as classes.	Replicação de elementos.	Apresentadas em interfaces separadas.	Apresentadas em interfaces separadas.

Fonte: Elaborado pela autora.

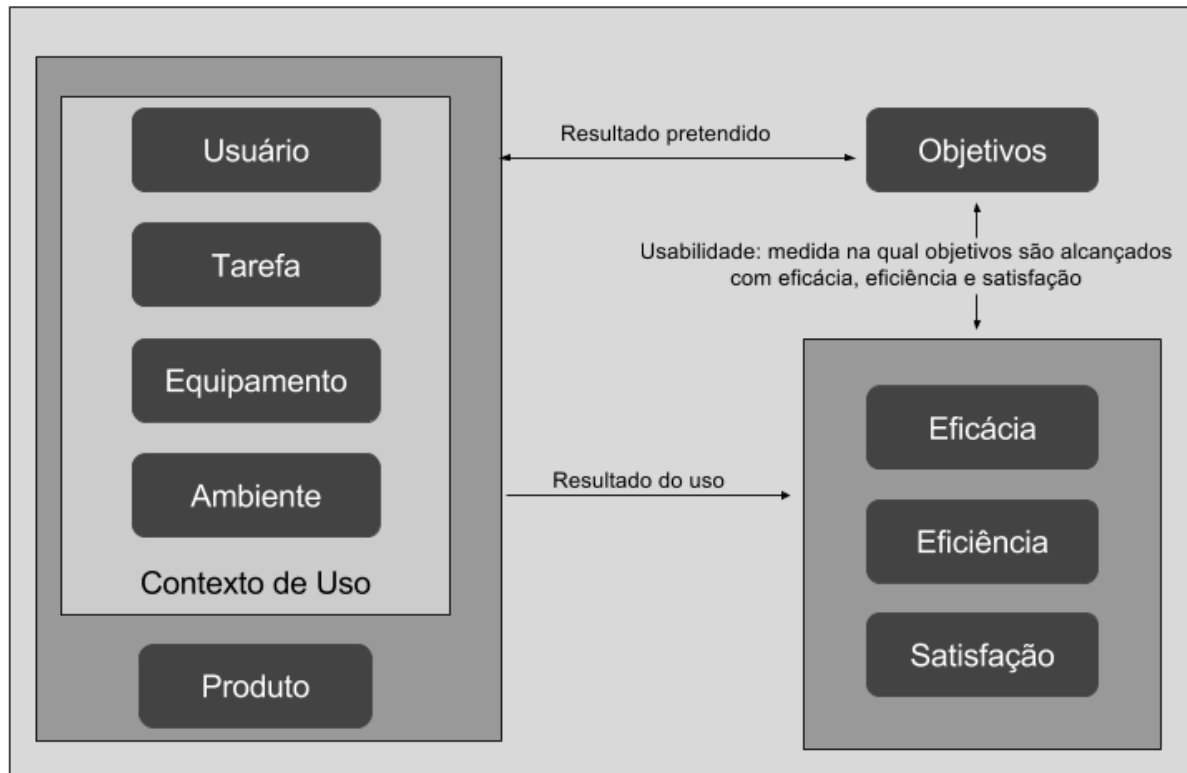
Nesta tese, os estudos de modelos de visualização de lista indentada e árvore de link e nós foram avaliados mediante a realização de testes com potenciais usuários. A avaliação foi realizada visando identificar as funções e os requisitos mais adequados para a visualização de uma ontologia do domínio agropecuário. Para isso, adotou-se a engenharia de usabilidade, apresentada junto aos seus fundamentos na seção a seguir.

### 2.3 Engenharia de usabilidade

O conceito de usabilidade apresentado pela NBR 9241-11 (ABNT, 2011a, p. 2) é o de “medida na qual um produto pode ser usado por usuários específicos, para alcançar objetivos específicos com eficácia, eficiência e satisfação, em um contexto de uso específico”. Nessa norma, a eficácia refere-se à exatidão e à capacidade de os usuários alcançarem seus objetivos específicos. A eficiência alude aos recursos gastos em relação à exatidão e à capacidade de os usuários atingirem seus objetivos e a satisfação refere-se à ausência do desconforto e atitudes positivas em relação ao uso de um produto. A Figura 20 apresenta um *framework* dessa definição, onde se tem o contexto de uso composto pelos usuários, tarefas, equipamentos e ambiente em que o produto é utilizado, constituindo um sistema de

trabalho junto ao produto, para atender aos objetivos com eficácia, eficiência e satisfação.

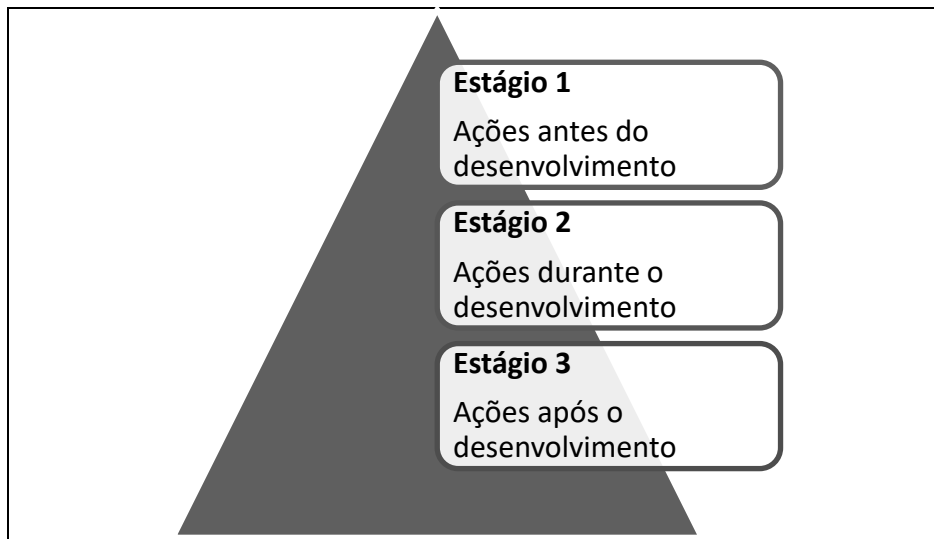
Figura 20– *Framework* de usabilidade



Fonte: Elaborado pela autora com base na NBR 9241-11 (ABNT, 2011a).

A Norma Brasileira ISO 9241, parte 11, apresenta orientações sobre usabilidade nos requisitos ergonômicos para o trabalho com dispositivos de interação visual. Seu enfoque é que a usabilidade de um produto pode ser projetada, possibilitando melhor qualidade e atendimento dos objetivos. Uma das referências para especificação dessa norma é a Engenharia de Usabilidade de Nielsen (1992), que é definida como um esforço sistemático, com métodos bem estabelecidos durante todo o processo de desenvolvimento de um produto de *software*. Assim, tem-se que as ações necessárias com vistas a garantir a usabilidade compõem a Engenharia de Usabilidade. O trabalho de Nielsen (1992) é considerado o precursor da engenharia de usabilidade e apresenta três fases no ciclo de vida para aplicação do processo, constituído de ações antes, durante e após o desenvolvimento de sistemas, conforme apresenta a Figura 21.

Figura 21 – Estágios da Engenharia de Usabilidade



Fonte: Elaborado pela autora.

No primeiro estágio, busca-se compreender a população de usuários potenciais e suas tarefas para definição das metas de usabilidade. No segundo, objetiva-se implementar um protótipo do sistema computacional que atenda aos princípios de usabilidade estabelecidos no estágio anterior e que possa ser verificado empiricamente com os usuários. O terceiro estágio consiste em estudos de acompanhamento do uso do sistema após a liberação da sua versão final. Ao avaliar como os usuários realizam as suas tarefas no sistema, pode-se chegar a novas ideias para próximas versões. Uma descrição das ações indicadas para cada estágio e seus objetivos é apresentada no Quadro 4. Esse conjunto de atividades deve ocorrer durante todo ciclo de vida do produto.

Quadro 4 – Ações da engenharia de usabilidade de Nielsen

ENGENHARIA DE USABILIDADE		
Estágio I		
N	Atividade	Objetivo
1.	Conhecer o usuário	Conhecer as características individuais dos usuários e do seu ambiente físico e social de trabalho, suas atividades e como lidam com as circunstâncias.
2.	Fazer análise competitiva	Examinar produtos com funcionalidade semelhantes ou complementares visando avaliar tanto as funcionalidades, o que funciona bem e o que pode ser aperfeiçoado.
3.	Definir as metas de usabilidade	Definir os fatores de qualidade de uso que devem ser priorizados no projeto e como serão avaliados.

(Continua)

(Conclusão)

<b>ENGENHARIA DE USABILIDADE</b>		
<b>Estágio II</b>		
<b>N</b>	<b>Atividade</b>	<b>Objetivo</b>
4.	Fazer projetos paralelos	Elaborar diferentes alternativas de projeto para avaliação.
5.	Adotar o modelo participativo	Envolver diferentes tipos de usuários durante todo o projeto.
6.	Fazer o projeto completo da interface	Criar a documentação, sistemas de ajuda ao usuário e tutoriais para uso da interface.
7.	Aplicar diretrizes e análise heurística	Aplicar avaliação heurística para avaliar se as diretrizes estão sendo atendidas para o projeto de interface.
8.	Fazer protótipos	Avaliar junto aos usuários soluções de baixo custo antes de iniciar os esforços de implementação da interface.
9.	Realizar testes empíricos	Observar os usuários na utilização de protótipos para certas tarefas, através de testes de usabilidade.
<b>Estágio III</b>		
10.	Praticar o projeto iterativo	Fazer novas versões de interface a cada interação de projeto e avaliação.

Fonte: Elaborado pela autora, conforme NIELSEN, 1992 e BARBOSA E SILVA, 2010.

Nessa mesma perspectiva, Pádua (2012), ao abordar a engenharia de usabilidade no produto de software, considera que os benefícios da sua aplicação são visíveis tanto no aspecto de eficiência e eficácia dos sistemas como também resultam em processos de desenvolvimento mais produtivos, confiáveis e com maior satisfação dos usuários. Para isso, tem-se no processo Praxis-u, apresentado em Pádua et al. (2006), um conjunto de atividades que visam à usabilidade, destacando a análise de usuários e das tarefas, realizadas previamente à implementação do produto. O Praxis-u foi desenvolvido de forma a se integrar ao Praxis (PAULA-FILHO, 2009), podendo ser utilizado de forma independente ou integrado a outros processos de desenvolvimento de software.

O Praxis-u apresenta um conjunto de atividades técnicas e gerenciais. As atividades técnicas são de responsabilidade da equipe de desenvolvimento e estão relacionadas aos aspectos que visam à usabilidade. As atividades gerenciais são de responsabilidade do gerente de projetos e aplicam-se no planejamento e no controle da execução das atividades de usabilidade. As atividades técnicas constituem-se em nove tipos e estão descritas no Quadro 5. Semelhante às atividades de Nielsen (1993), no Praxis-u as atividades também podem ser organizadas em estágios de usos, tendo as que são empregadas antes, durante e após o desenvolvimento de um sistema computacional.

Quadro 5 – Atividades técnicas do Praxis-u

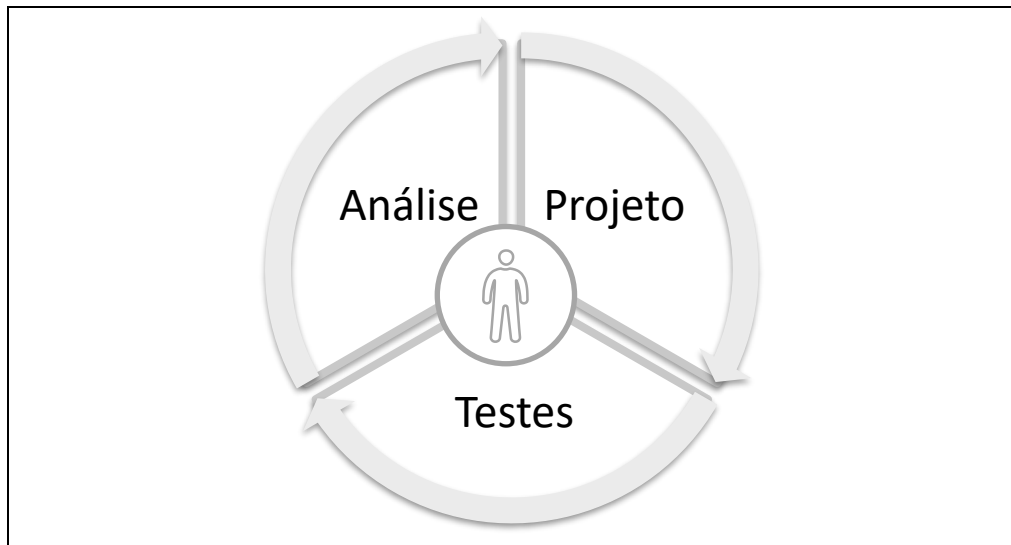
N.	Atividade	Objetivo
1.	Análise de contexto de uso	Caracterizar os usuários, as tarefas que eles realizam, os produtos semelhantes ou concorrentes e o ambiente onde será utilizado o produto em consideração.
2.	Definição das funções do produto	Definir quais tarefas, entre as identificadas, serão realizadas ou apoiadas pelo produto em perspectiva.
3.	Prototipação de requisitos da interface	Criar um protótipo para validação dos requisitos de interface com os usuários.
4.	Definição de requisitos e metas de usabilidade	Definir os níveis de desempenho almejados para os atributos de usabilidade considerados importantes para o produto em consideração.
5.	Revisão da análise de usabilidade	Avaliar a qualidade e aperfeiçoar os artefatos produzidos nas atividades de Análise de contexto de uso e de especificação de requisitos.
6.	Definição do estilo de interação	Criar padrões, usualmente chamados de Guia de Estilo, relacionados à interação.
7.	Desenho da interação	Desenvolver a especificação da interface do usuário pronta para ser implementada em uma plataforma específica.
8.	Revisão do desenho da interação	Avaliar a qualidade e aperfeiçoar os artefatos produzidos nas atividades de Definição do Estilo de Interação e Desenho da Interação.
9.	Avaliação de usabilidade	Avaliar a qualidade da interface como instrumento da interação humano-computador.

Fonte: Elaborado pela autora, conforme Pádua, 2012.

Essa abordagem de desenvolvimento de produtos voltada para proporcionar usabilidade e boas experiências para o usuário tem sido denominada de centrada no usuário. O sucesso desse processo, conforme apresenta Cybis, Betiol e Faust (2015), depende de aspectos subjetivos, por isso demanda envolvimento direto com usuários, em etapas cíclicas de análise, concepção e testes, conforme apresenta a Figura 22.

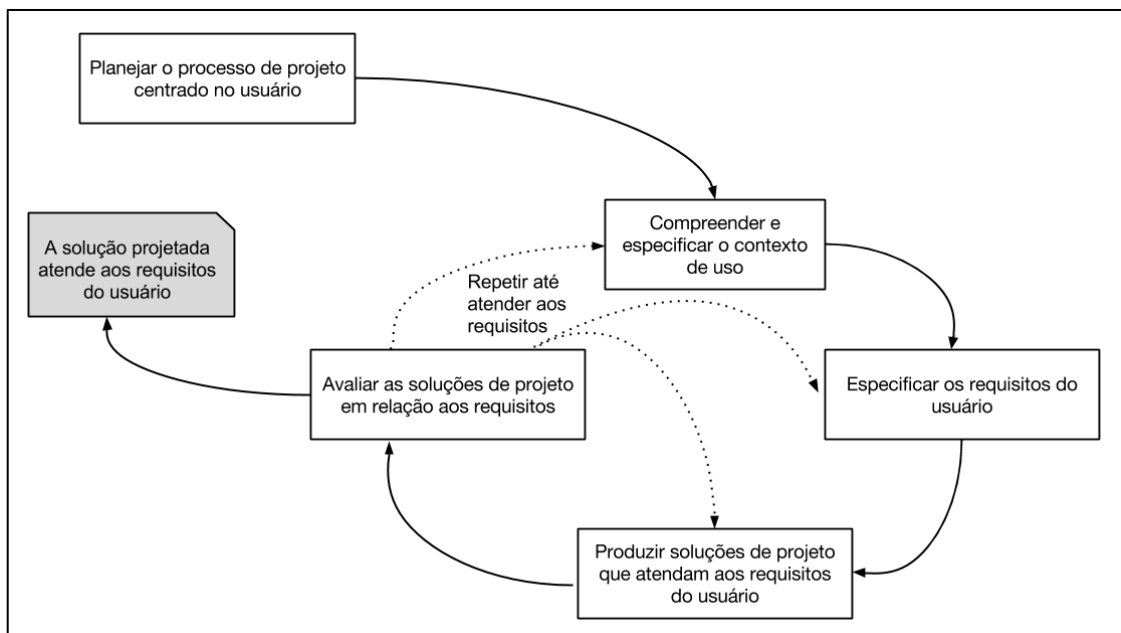
A Norma Brasileira 9241:210 (ABNT, 2011b) fornece requisitos e recomendações para atividades de projeto centrado no usuário ao longo do ciclo de vida de sistemas interativos baseados em computador. De acordo com essa norma, o início deste ciclo é a análise e a especificação das características dos elementos de contextos de uso (usuários, tarefas e ambiente) para o qual o produto será desenvolvido. O ciclo tem sequência com o desenvolvimento de soluções que serão avaliadas repetidamente em testes com os usuários para avanço do projeto. A cada ciclo procura-se garantir a satisfação dos usuários e de seu contexto de uso especificado, conforme apresenta a Figura 23.

Figura 22 – Processo de desenvolvimento centrado no usuário



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 23 – Ciclo de desenvolvimento centrado no usuário

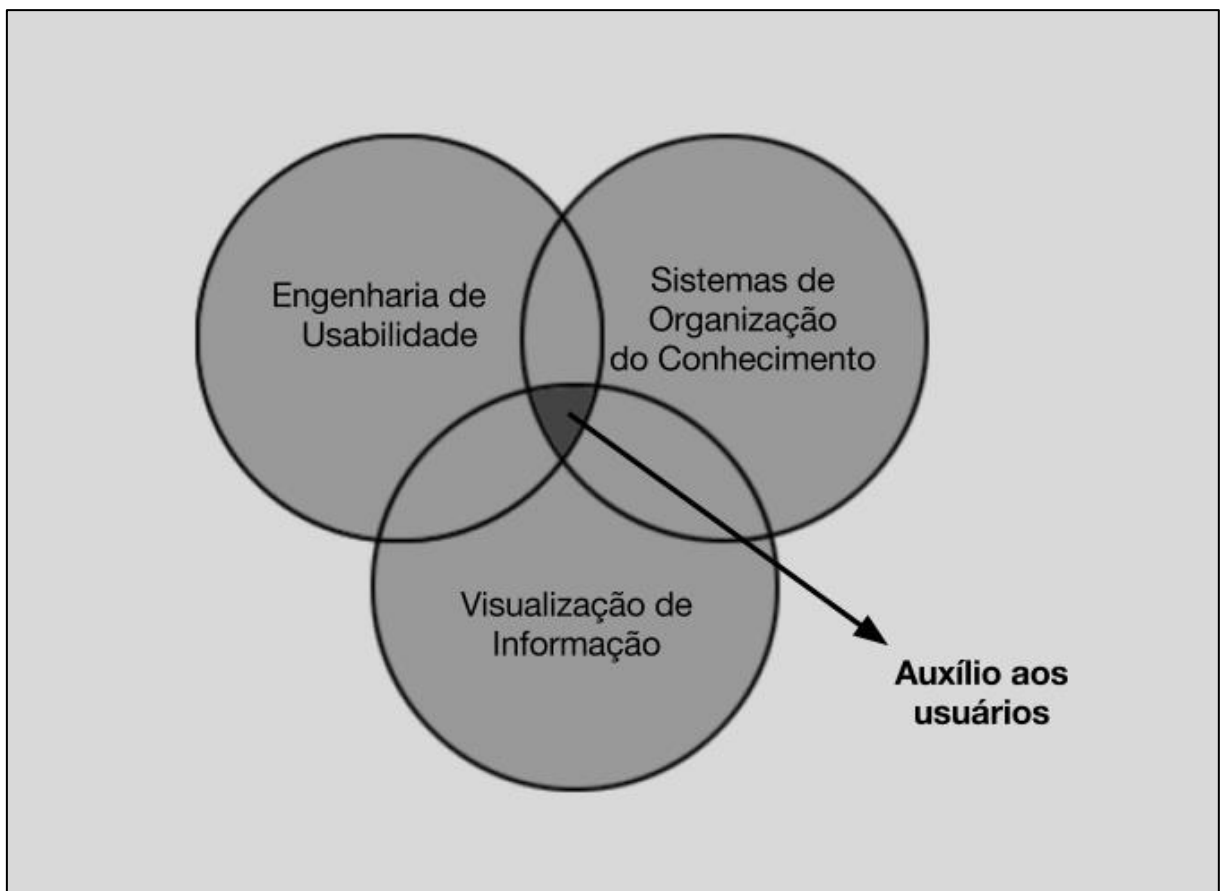


Fonte: Elaborado pela autora.

Entre os benefícios que esse processo apresenta para os usuários, tem-se a facilidade de uso e de aprendizado dos produtos, maior atendimento às necessidades dos usuários e produtividade na utilização. Na seara da gestão de desenvolvimento de softwares, pode-se destacar a diminuição de riscos de projeto e a ampliação de aceitação dos usuários e credibilidade no mercado.

A Figura 24 representa uma análise comparativa envolvendo os objetivos da Engenharia de Usabilidade com os Sistemas de Organização do Conhecimento e a Visualização de Informação. Percebe-se, por esse estudo, uma interseção em relação à busca pelo auxílio às tarefas desenvolvidas pelos usuários, de modo que seu esforço cognitivo seja minimizado e os seus resultados potencializados pelas estratégias previamente aplicadas.

Figura 24 – Auxílio à cognição dos usuários



Fonte: Elaborado pela autora.

No escopo dos objetivos desta tese, a aplicação da Engenharia de Usabilidade se restringiu à etapa de análise de contexto de uso. Essa análise envolveu entrevistas, análise de tarefas e avaliações para especificação de requisitos de usabilidade de um produto de visualização de ontologia. O processo Praxis-u foi adotado para o desenvolvimento dessa análise e a sua escolha foi justificada pela sistematização encontrada na documentação de Pádua (2012), consolidada no âmbito

da Ciência da Computação da UFMG em práticas tanto acadêmicas quanto de serviços.

Este capítulo apresentou a fundamentação teórica que permitiu o desenvolvimento desta pesquisa de doutorado. O próximo capítulo descreve o processo realizado para a revisão de literatura, bem como a análise dos resultados dessa revisão.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

*Se eu vi mais longe, foi por estar sobre ombros de gigantes.  
Isaac Newton*

Neste capítulo são apresentados os resultados de uma revisão sistematizada de literatura que teve como objetivo identificar os estudos e as perspectivas de pesquisas dentro da temática de visualização de ontologias. Como instrumento para sistematização da revisão de literatura, utilizou-se o processo Proknow-C (*Knowledge Development Process – Constructivist*) proposto por Tasca et al. (2010) e Ensslin et al. (2015).

#### 3.1 Aplicação do Proknow-C

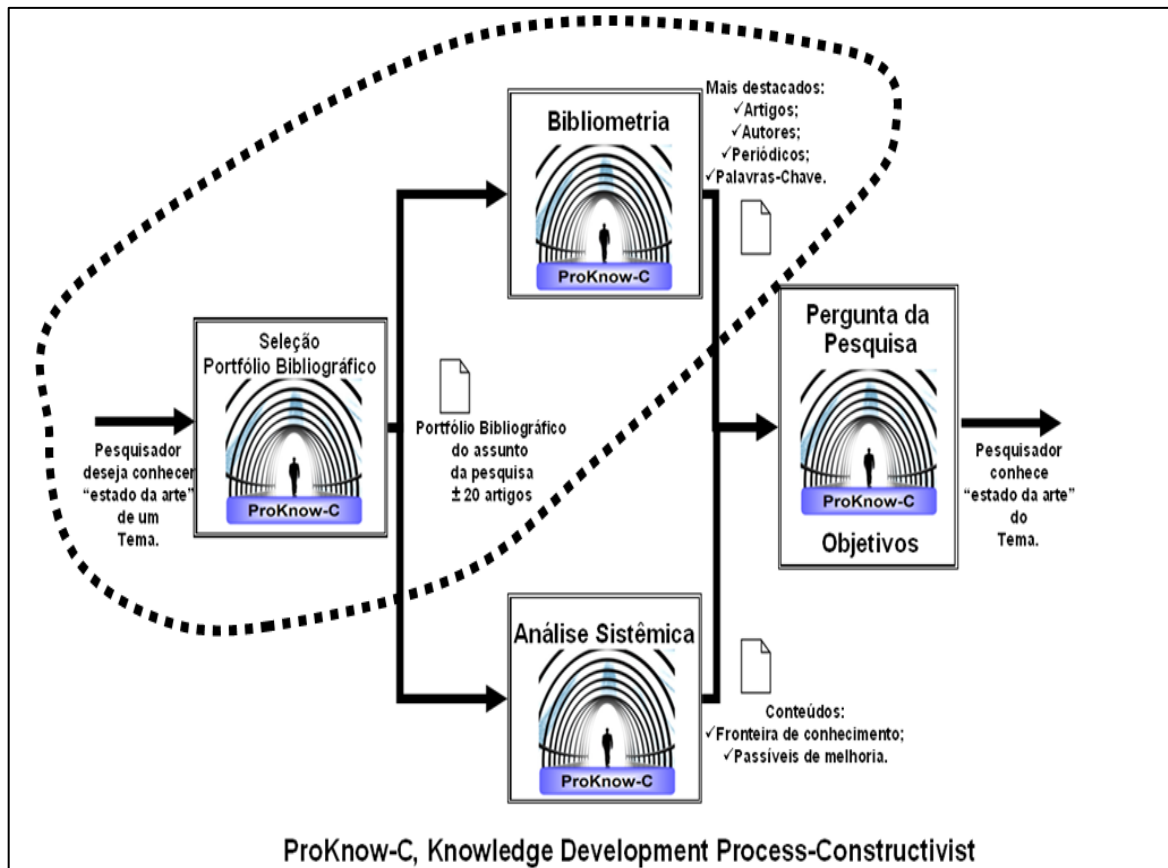
O Proknow-C, conforme apresentado por Tasca et al. (2010) e Ensslin et al. (2015), constitui-se de um processo sistematizado para seleção da literatura, identificação, análise e reflexão das características das publicações. O Proknow-C é composto de quatro etapas: a) seleção de um portfólio de artigos sobre o tema da pesquisa; b) análise bibliométrica do portfólio; c) análise sistêmica; d) definição da pergunta de pesquisa e objetivo de pesquisa. Nesta tese, foram desenvolvidas as duas primeiras etapas do processo, com o objetivo de construir uma base para a análise dos estudos e perspectivas de trabalhos futuros referente à temática de visualização de ontologias, conforme destacado na Figura 25.

No contexto do Proknow-C, o portfólio bibliográfico constitui-se de um conjunto restrito de publicações com reconhecimento científico, selecionado conforme o interesse de pesquisa e delimitações estabelecidas pelo pesquisador. Para isso, três atividades são necessárias: a) seleção do banco de artigos brutos; b) filtragem de artigos; c) teste de representatividade.

Para nortear a seleção do banco de artigos brutos, definiu-se a seguinte questão de pesquisa: “Qual é o estado da arte da visualização e navegação para ontologias, no contexto de pesquisa da Ciência da Informação?” Para essa questão, a expressão de busca escolhida para condução das pesquisas foi:

(ontolog\* visuali\*) OR (ontolog\* navigat\*)

Figura 25 – Etapas do ProKnow-C



Fonte: ENSSLIN et al., 2015, p. 221.

Para a escolha das bases de dados, foi utilizado o Portal de Periódicos Capes (<http://www.periodicos.capes.gov.br>). Na busca por área de conhecimento, foram escolhidas “Ciência Sociais Aplicadas” e a subárea “Ciência da Informação”. Dessa seleção, foram obtidas 29 bases de dados. As informações sobre as bases foram analisadas e foram selecionadas aquelas que possuíam maior especificidade com a Ciência da Informação e abrangência de conteúdo. Dentro desse critério, foram selecionadas as bases: *Information Science & Technology Abstracts* (ISTA); *Library, Information Science & Technology Abstracts* (LISTA); *Library and Information Science Abstracts* (LISA); *Web of Science* e *Scopus*, detalhadas no Quadro 6.

Quadro 6 – Bases de dados consultadas e suas informações de conteúdo

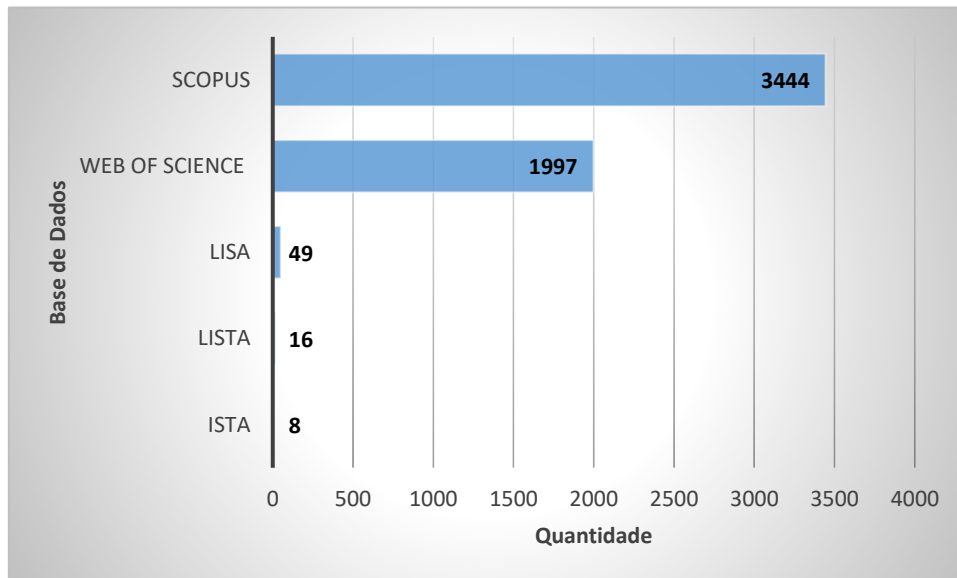
BASE DE DADOS	INFORMAÇÕES SOBRE CONTEÚDOS
<i>Information Science &amp; Technology Abstracts</i> (ISTA)	Indexa artigos de mais de 450 publicações na área de ciência da informação, além de livros, relatórios de pesquisa e anais de conferências e patentes, com cobertura abrangente e contínua dos periódicos mais importantes nessa área. As datas de cobertura remontam a meados da década de 1960.
<i>Library, Information Science &amp; Technology Abstracts</i> (LISTA)	Indexa mais de 500 periódicos científicos, além de livros e relatórios de pesquisas. Esta base de dados também inclui o texto completo de mais de 240 periódicos científicos. A cobertura de assuntos inclui biblioteconomia, classificação, catalogação, bibliometria, recuperação de informações <i>on-line</i> , gestão de informações e outros. A cobertura da base de dados remonta a meados dos anos 1960.
<i>Library and Information Science Abstracts</i> (LISA)	Indexa mais de 400 títulos de periódicos de mais de 68 países e em mais de 20 idiomas diferentes. As principais áreas de cobertura incluem: inteligência artificial; tecnologia da informação, armazenamento e gestão; tecnologia de <i>Internet</i> ; gestão do conhecimento; bibliotecas e arquivos; gestão da informação; estudos de uso e de usuários; informação biomédica; sistemas de recuperação da informação; editoração; telecomunicação e <i>Internet</i> .
<i>Web of Science</i>	Indexa somente os periódicos mais citados em suas respectivas áreas. É também um índice de citações, informando, para cada artigo, os documentos por ele citados e os documentos que o citaram. Possui, hoje, mais de 9000 periódicos indexados.
Scopus	Indexa resumos e citações da literatura científica e de fontes de informação de nível acadêmico na <i>Internet</i> . Indexa mais de 21 mil periódicos, de cinco mil editores internacionais, 24 milhões de patentes, além de outros documentos.

Fonte: Elaborado pela autora com informações extraídas do Portal Capes em janeiro de 2017.

As pesquisas nas bases de dados foram realizadas em janeiro de 2017, utilizando-se os seguintes critérios de delimitação: i) trabalhos publicados em periódicos científicos, livros e anais de conferências científicas; ii) trabalhos publicados no período de 2007 a 2017. O número total de trabalhos localizados nas pesquisas foi de 5514, distribuídos conforme o Gráfico 1. Analisando-se os resultados, observa-se que o elevado número de artigos retornados da base de dados Scopus (3444) e *Web of Science* (1997) ocorre pelo fato de essas bases serem

multidisciplinares. O número reduzido de trabalho nas bases específicas LISA (49), LISTA (16) e ISTA (8) indicam que a temática tem sido pouco abordada no âmbito da Ciência da Informação.

Gráfico 1 – Total de referências recuperadas nas bases de dados



Fonte: Elaborado pela autora.

Para a filtragem das referências, utilizou-se como suporte o software Endnote X7 (<http://endnote.com/>). A partir da importação das 5514 referências, foram excluídas 1013, identificadas pelo sistema como duplicadas. Além dessas, arbitrou-se por excluir as 330 referências do tipo *Conference Review*, recuperadas pela base de dados Scopus. Ao final, permaneceram para análise e observação um total de 4171 referências. A seguir, os títulos foram manualmente analisados e, no caso de estarem desalinhados com a questão de pesquisa, eles foram retirados do banco de referências. Com essa análise, filtraram-se 129 referências alinhadas com a questão de pesquisa deste artigo.

Para realizar a etapa de análise bibliométrica prevista no ProKnow-C, identificou-se o número de citações advindas do Google Acadêmico (<https://scholar.google.com.br/>) para cada uma das referências, com suporte do software Microsoft Excel. De forma arbitrária, considerou-se que as referências que

estivessem com mais de 15 citações seriam selecionadas para o portfólio bibliográfico. Com isso, 29 referências foram selecionadas por atenderem a esse critério.

A partir de uma análise de ano e autores das 100 referências excluídas por esse processo, recuperaram-se mais 24 referências por terem sido publicadas por algum dos autores dos trabalhos mais citados ou porque foram publicadas a partir de 2015.

Terminada essa etapa, buscou-se o artigo completo das 53 referências do Portfólio Bibliográfico. Por indisponibilidade do artigo no Portal Capes, excluíram-se 4 referências, e outras 16 foram excluídas por não terem pertinência com a questão de pesquisa deste trabalho.

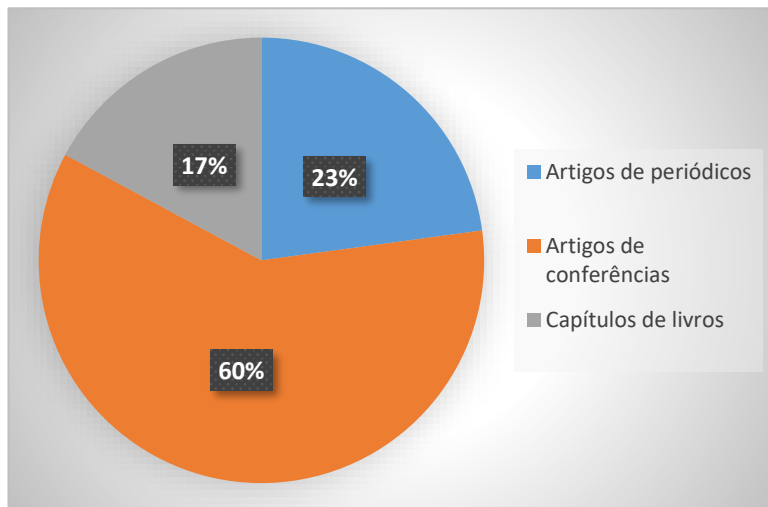
Para o alcance do objetivo deste trabalho, considerou-se suficiente esse conjunto de 33 artigos selecionados e, portanto, não se realizou o teste de representatividade previsto no ProKnow-C. A seguir, apresentam-se a análise bibliométrica e a identificação de estudos e perspectivas de investigação referentes à visualização de ontologias.

A etapa de análise bibliométrica prevista no ProKnow-C tem por objetivo expandir o conhecimento do pesquisador, evidenciando os periódicos, autores, palavras-chave e reconhecimento científico dos artigos do portfólio bibliográfico.

Analisando as fontes das referências selecionadas, identificou-se que 23% são títulos advindos de periódicos, 17% de capítulos de livros e outros 60% de conferências, conforme o Gráfico 2.

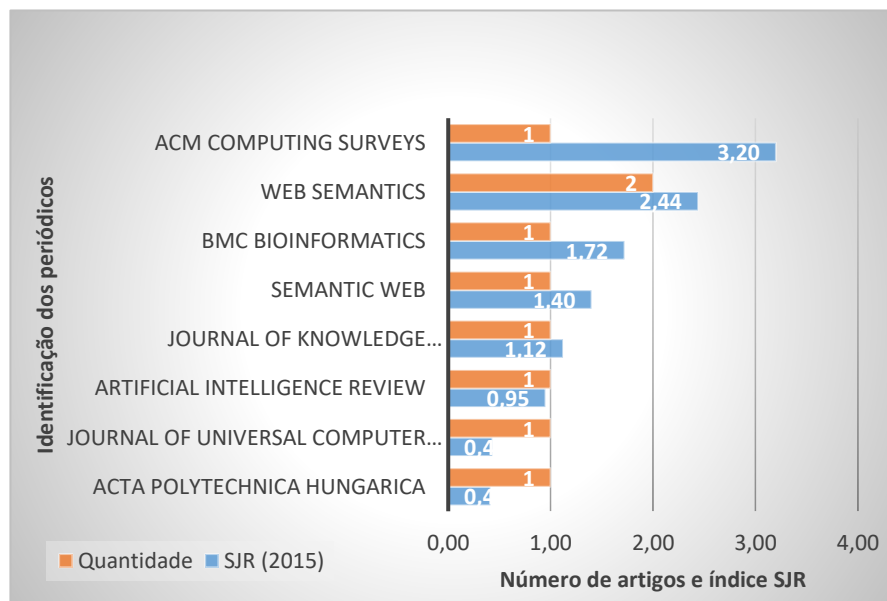
Com o objetivo de identificar os periódicos das referências do portfólio bibliográfico, elaborou-se uma lista de todos os títulos. O Gráfico 3 apresenta os títulos dos oito periódicos identificados, com o respectivo número de artigos do portfólio bibliográfico e o índice SCImago Journal & Country Rank (SJR) (<http://www.scimagojr.com/>). Nessa avaliação, destacou-se o Web Semantic (<http://www.semantic-web-journal.net/>), que se trata de um periódico multidisciplinar, com duas publicações sobre visualização de ontologias. Em relação à relevância científica, pelo índice SJR, o periódico ACM Computing Survey (<http://csur.acm.org/>) apresenta o maior indicador.

Gráfico 2 – Fonte dos trabalhos do portfólio bibliográfico



Fonte: Elaborado pela autora.

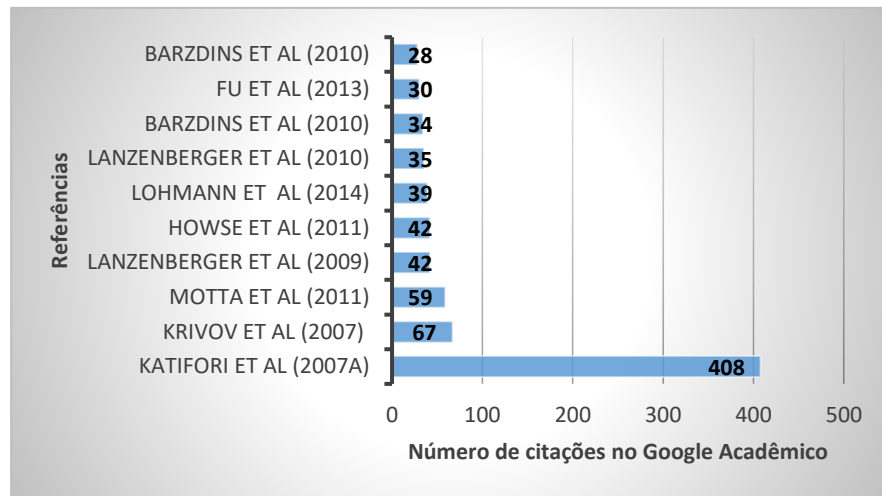
Gráfico 3 – Lista de periódicos



Fonte: Elaborado pela autora.

Para avaliação da relevância científica dos artigos, foi utilizada a medida de citações no Google Acadêmico. Nessa análise, destaca-se o artigo de Katifori et al. (2007), com 408 citações. Outra menção que desperta atenção é o trabalho de Fu, Noy e Storey (2017), pelo fato de a publicação ser a mais recente e já possuir 13 citações. O Gráfico 4, a seguir, apresenta as dez referências com mais citações, junto aos respectivos valores.

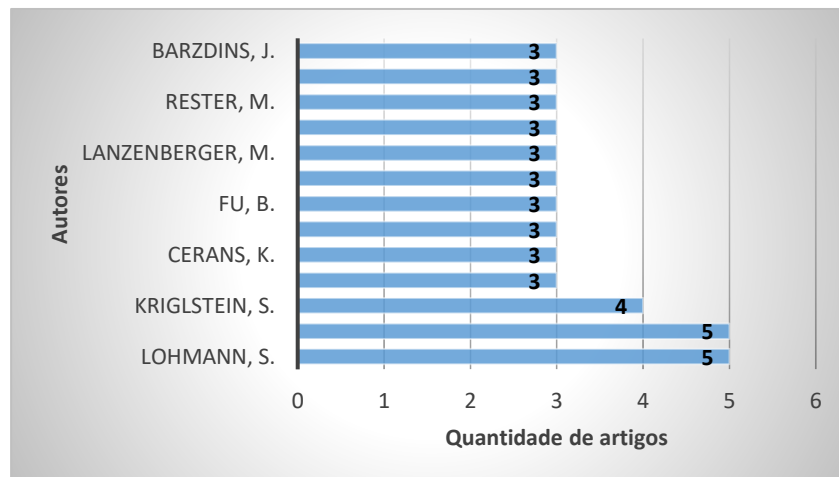
Gráfico 4 – Número de citações do Google Acadêmico



Fonte: Elaborado pela autora.

Em uma análise dos autores do portfólio, encontrou-se um conjunto de 123 autores. Entre eles, destacam-se treze com três ou mais artigos no conjunto do portfólio analisado, conforme apresenta o Gráfico 5.

Gráfico 5 – Lista de autores e quantidade de artigos

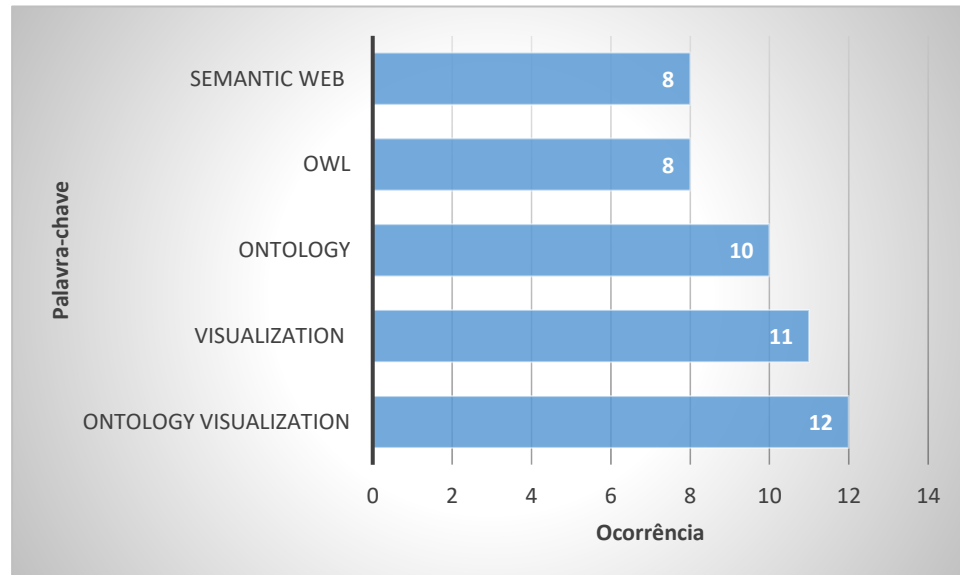


Fonte: Elaborado pela autora.

Em uma pesquisa conduzida pelos autores Negru e Lohmann (2013), encontrou-se que se trata de pesquisadores, respectivamente, das instituições Alexandru Ioan Cuza University, na Romênia, e da University of Stuttgart, na Alemanha.

Em uma última análise, foram avaliadas as palavras-chave utilizadas nos artigos selecionados do portfólio bibliográfico. Destacam-se, do conjunto das 157 palavras identificadas, as cinco mais indicadas, conforme o Gráfico 6.

Gráfico 6 – Palavras-chave e número de ocorrências

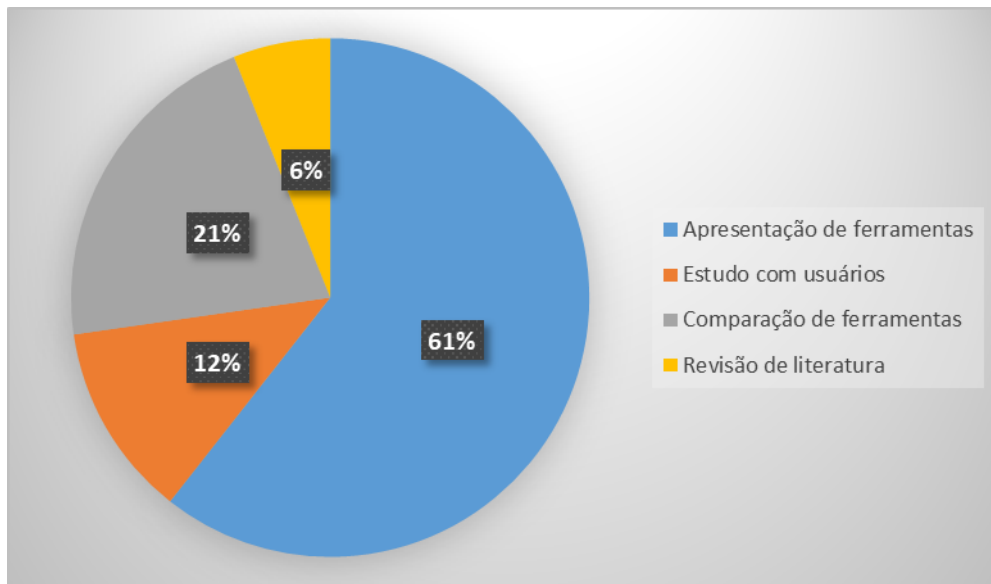


Fonte: Elaborado pela autora.

A análise dos 33 trabalhos identificados nesse processo permitiu categorizar os estudos de Visualização de Ontologias, em função dos seus objetivos, em quatro tipos: 1) apresentação de ferramentas; 2) comparação de ferramentas; 3) estudos com usuários; 4) revisão de literatura.

A distribuição quantitativa desses estudos no conjunto de trabalhos analisados encontra-se representada no Gráfico 7, onde se tem 61% dos trabalhos com enfoque em apresentação de ferramentas; 21% com estudos comparativos de ferramentas existentes; 12% com relatos de estudos de usuários e 6% de revisão de literatura.

Gráfico 7 – Estudos sobre visualização de ontologias



Fonte: Elaborado pela autora.

O Quadro 7 a seguir apresenta as características consideradas para a categorização dos estudos de Visualização de Ontologias.

Quadro 7 – Categorias de estudos de visualização de ontologias

<b>Categoria</b>	<b>Características</b>
1) Apresentação de ferramentas	Possuem como objetivo principal a descrição de características de uma ferramenta ou protótipo desenvolvido para visualização de ontologias. Também foram considerados nessa categoria os trabalhos que descrevem propostas de notações para ferramentas de visualização de ontologias.
2) Comparação de ferramentas	Possuem como objetivo principal a análise comparativa de recursos e interfaces de ferramentas de visualização de ontologias.
3) Estudos com usuários	Possuem como objetivo principal o estudo de usuários para fins de avaliação de uso de ferramentas de visualização de ontologias.
4) Revisão de literatura	Possuem como objetivo principal relatar estudos de revisão de literatura sobre visualização de ontologias.

Fonte: Elaborado pela autora.

A seguir apresenta-se de forma cronológica ascendente uma descrição sucinta dos trabalhos analisados, em cada uma das categorias identificadas, no período de 2007 a 2017. Os parâmetros selecionados para descrição dos estudos centraram-se nos objetivos e resultados desses trabalhos.

### 3.1.1 Estudos de apresentação de ferramentas

O trabalho de Krivov, Williams e Villa (2007) intitulado *GrOWL: A tool for visualization and editing of OWL ontologies* apresenta o modelo de visualização implementado no protótipo Growl. Os autores descrevem os princípios e a notação adotada para representar os elementos das ontologias, bem como os resultados na interface implementada para o protótipo.

No trabalho de Kriglstein e Motschnig-Pitrik (2008) com o título *Knoocks: New Visualization Approach for Ontologies*, descreve-se a ferramenta denominada Knoocks, baseada em uma abordagem de visualização centrada nas instâncias das ontologias. Os autores apresentam em seus resultados uma avaliação de testes com usuários para comparação do Knoocks com outras duas soluções, relatando satisfação superior dos usuários desta ferramenta em relação às outras soluções consideradas.

Com o título *User-friendly ontology editing and visualization tools: the OWLeasyViz approach*, o trabalho de Catenazzi, Sommaruga e Mazza (2009) apresenta a ferramenta OWLeasyViz, com o diferencial de propor uma interface intuitiva para usuários que não possuem conhecimento especialista em ontologias. Os elementos da interface são apresentados nos resultados, porém, sem estudos de avaliação com usuários.

Nos trabalhos de Barzdiņš et al. (2010a) e Barzdiņš et al. (2010b) com os respectivos títulos *UML Style Graphical Notation and Editor for OWL 2* e *OWLGrEd: A UML style graphical notation and editor for OWL 2*, o enfoque é dado à ferramenta OWLGrEd, sendo que o trabalho de Barzdiņš et al. (2010a) descreve a notação de representação para ontologias e o de Barzdiņš et al. (2010b) demonstra as características da ferramenta. Em ambos os trabalhos, destaca-se como resultado o

diferencial do uso de uma notação gráfica baseada em diagramas de classes UML para representar as ontologias.

Em Kriglstein e Wallner (2010), o trabalho intitulado *Knoocks – A Visualization Approach for OWL Lite Ontologies* tem como objetivo apresentar uma nova arquitetura de desenvolvimento para a ferramenta Knoocks. Os resultados detalham as interfaces da ferramenta e os produtos de testes realizados com três usuários especialistas em ontologias, indicando satisfação dos usuários quanto à interface.

O trabalho de Bach et al. (2011) de título *OntoTrix: A Hybrid Visualization for Populated Ontologies* descreve a ferramenta OntoTrix, com o propósito de auxiliar a visualização de instâncias de ontologias. Em seus resultados, apresenta o desempenho da ferramenta com testes de visualização de quatro ontologias e considera os recursos da ferramenta complementares às outras ferramentas existentes.

Em Howse et al. (2011), apresenta-se o trabalho de título *Visualizing Ontologies: A Case Study*, que tem como objetivo descrever uma notação de representação para visualização de ontologias, baseada em notação de conjuntos e diagramas de Euler. Nos seus resultados, demonstra a aplicação da notação em uma ontologia de domínio e sugere o desenvolvimento de uma ferramenta.

O trabalho de Kriglstein e Wallner (2011), intitulado *Development Process and evaluation of the Ontology Visualization Tool Knoocks*, apresenta o processo iterativo utilizado no desenvolvimento da ferramenta Knoocks. Nos resultados, os autores apresentam testes de eficiência da ferramenta, envolvendo usuários. Consideram que o processo de desenvolvimento iterativo da ferramenta contribuiu para atender aos usuários.

Com o título *A Novel Approach to Visualizing and Navigating Ontologies*, o trabalho de Motta et al. (2011) discorre sobre as principais características da ferramenta KC-Viz, com base na representação de conceitos-chave identificados em ontologias. Nos resultados, apresentam um teste realizado com usuários, comparando

o uso do KC-Viz com outras duas ferramentas e consideram que a ferramenta proposta atende melhor aos usuários, em relação às soluções comparadas.

No trabalho de Vercruysse et al. (2012) de título *OLSViz: an animated, interactive visual browser for bio-ontologies*, os autores apresentam a ferramenta OLSVis, criada especificamente para visualizar ontologias da base *Ontology Lookup Service*. Ao final, nos resultados, as funções da aplicação Web, que possibilitam aos usuários navegarem através da estrutura de grafos utilizada para representar as ontologias.

O trabalho de Negru e Lohmann (2013) intitulado *A Visual Notation for the Integrated Representation of OWL Ontologies* objetiva descrever uma notação de representação visual para ontologias. Nos resultados, os autores apresentam a utilização da notação proposta para representar uma ontologia de domínio.

Em Lohmann et al. (2014), o trabalho de título *VOWL 2: User-Oriented Visualization of Ontologies* apresenta uma notação para representação visual da linguagem OWL na aplicação de descrição de ontologias. Em seus resultados, demonstram-se os elementos da notação na ferramenta VOWL em sua versão para Web.

No trabalho de Lohmann et al. (2014) de título *The Protégé VOWL Plugin: Ontology Visualization for Everyone*, o objetivo é descrever a versão de plugin para Protégé da ferramenta VOWL. Nos resultados alcançados, os autores relatam que a ferramenta VOWL atendeu melhor aos usuários, no estudo de comparação de usabilidade realizado com seis usuários utilizando essa ferramenta e outro *plugin* de visualização do Protégé.

O trabalho de título *A Novel Visualization for Ontologies of Semantic Web Representation* de Cai, Shi e Yang (2015) apresenta estudos sobre a ferramenta OWLViz. Como resultados, descrevem-se as características da ferramenta desenvolvida como um plugin para o Protégé, com a proposta de uso de uma notação baseada na *Unified Modeling Language* (UML).

No trabalho de Cerans et al. (2015) de título *Domain-Specific OWL Ontology Visualization with OWLGrEd*, o objetivo é apresentar a ferramenta

OWLGrWd, que possui uma notação visual baseada em diagramas de classes na UML. Nos resultados, descrevem-se a ferramenta e suas funções para visualização e edição de ontologias, com destaque para a interface desenvolvida com o foco de ser intuitiva para os usuários.

Com o título *OSMoSys: A Web Interface for Graph-Based RDF Data Visualization and Ontology Browsing*, o trabalho de Psyllidis (2015) apresenta o protótipo OsMoSys e suas características para visualização de ontologias e dados RDF. Como resultados, destacam-se as características da ferramenta com uma interface de uso na Web e com possibilidades de consultas às informações da estrutura ontológica, bem como navegação pelas classes e instâncias.

O trabalho de Ghorbhel et al. (2016) de título *MEMO GRAPH: An Ontology Visualization Tool for Everyone* tem como objetivo apresentar a ferramenta Memo Graph desenvolvida visando à usabilidade para usuários especialistas e não especialistas em ontologias e com vistas a atender especificamente usuários diagnosticados com a doença de *Alzheimer*. Nos resultados, os autores relatam testes de avaliação com usuários, demonstrando bons índices de satisfação com a facilidade de uso da ferramenta.

No trabalho de Lohmann et al. (2016) de título *Visualizing Ontologies with VOWL*, os autores apresentam as características e notação da ferramenta VOWL, tanto na versão para Web quanto na versão para o uso no Protégé. Em seus resultados, relatam que os três estudos de avaliação da ferramenta, envolvendo usuários, demonstraram a adequação da ferramenta no auxílio à compreensão da ontologia e na usabilidade.

Com o título *Ontology Evaluation Based on the Visualization Methods, Context and Summaries*, o trabalho de Machova et al. (2016) possui como objetivo apresentar uma abordagem de visualização de ontologias baseada em vetores descritivos implementados na ferramenta OntoSumViz. Nos resultados, apresenta uma avaliação da ferramenta realizada para verificar a sua contribuição no auxílio aos usuários que necessitam identificar uma ontologia para uma dada aplicação.

O Quadro 8 apresenta as ferramentas relatadas nesses trabalhos.

Quadro 8 – Ferramentas de visualização de ontologias

N	Ferramentas	Características da visualização	Referências
1	GrOWL	Visualização baseada em grafos para uso no Protégé.	Krivov, Williams, Villa (2007)
2	OWLEasyViz	Editor de ontologia que combina uma representação textual e gráfica de ontologias, com uma proposta de interface para atender usuários especialistas e não especialistas em ontologias.	Catenazzi, Sommaruga, Mazza (2009)
3	OWLGrEd	Ferramenta para edição e visualização de ontologias, com uma representação gráfica baseada na linguagem UML.	Barzdins et al. (2010a), Barzdins et al. (2010b)
4	SSN-XG	Visualização baseada em representação de diagramas conceituais.	Howse et al. (2011)
5	OntoTrix	Ferramenta projetada para permitir aos usuários visualizar e navegar em conjuntos de instâncias e suas relações em ontologias.	Back et al. (2011)
6	KC-Viz	A visualização é gerada a partir de um método para extração de conceitos-chaves e usada para representar as ontologias de forma concisa.	Motta et al. (2011)
7	OLSViz	Desenvolvida especificamente para visualização das ontologias do repositório Ontology Lookup Service (OLS).	Vercruyssen, Venkatesan, Kuiper (2012)
8	UML-like	Visualização para uso no Protégé, baseado na representação da linguagem UML.	Cai, Shi, Yang (2015)
9	Osmosys	Visualização com diferentes formatos para representação dos conteúdos de ontologias, com acesso via Web.	Psyllidis (2015)
10	OWLGrid	Visualização gerada com uma notação baseada em diagrama de classes em UML.	Cerans et al. (2015)
11	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)
12	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 et al. (2016)

(Continua)

(Conclusão)

N	Ferramentas	Características da visualização	Referências
13	Knookcs	A visualização é dedicada a representar as instâncias relacionadas à estrutura nas ontologias.	Kriglstein e Wallner (2010); Kriglstein e Wallner (2011); Kriglstein (2009)
14	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 et al. (2016); Lohmann et al. (2014a); Lohmann et al. (2014b); Negru e Lohmann (2013)

Fonte: Elaborado pela autora.

Dentre as 14 ferramentas que foram identificadas no Quadro 8 verificou-se que apenas as ferramentas VOWL possui uma versão Web disponível para utilização dos usuários. Grande parte dos protótipos apresentados na literatura não geraram soluções para uso dos usuários, limitando, com isso, a sua aplicação e continuidade de desenvolvimento. A percepção gerada dessa constatação indica a complexidade existente na criação de soluções de visualização de ontologias. Além disso, o grande número de soluções que se apresentam para o propósito indicam a busca de aprimoramento. Os estudos que comparam as características dessas soluções são apresentados na seção a seguir.

### 3.1.2 Estudos de comparação de ferramentas

O trabalho de Katifori et al. (2007) de título *Ontology Visualization Methods – A Survey* foi o estudo mais abrangente e referenciado encontrado nessa revisão de literatura. Nesse trabalho, os autores analisaram e categorizaram os métodos de visualização pelas suas características. No resultado, advindo da análise de trinta e quatro ferramentas, os autores classificam os métodos em seis categorias e destacam a inexistência de método específico que seja apropriado para todas as aplicações, sendo mais relevante combiná-los para atender aos usuários.

No trabalho de Katifori et al. (2008), intitulado *Selected Results of a Comparative Study of Four Ontology Visualization Methods for Information Retrieval tasks*, os autores comparam o desempenho de quatro ferramentas de visualização de

informação em testes de tarefas com trinta e sete participantes. Em seus resultados, indicaram que os usuários que realizaram as tarefas com o método de lista indentada tiveram percentuais de acertos superiores aos dos usuários que utilizaram outros métodos. Os autores destacam que a relevância desse resultado pode ser em função desse método ser mais familiar aos usuários.

Com o título *Visualization in Ontology Tools*, o trabalho de Lanzenberger, Sampson e Rester (2009) apresenta uma análise da interface e das funções de ferramentas de visualização de ontologias, visando compreender as técnicas utilizadas. O resultado da análise de vinte e sete ferramentas considera que apesar da diversidade existente de ferramentas, a maioria delas requer um conhecimento especializado de ontologias para utilização.

O trabalho de Ramakrishnan e Vijayan (2014), de título *A study on development of cognitive support features in recent ontology visualization tools*, apresenta uma análise de ferramentas de visualização de ontologia com a perspectiva de avaliar as contribuições cognitivas para os usuários. Além da análise, os autores apresentam os resultados comparativos de testes de tarefas envolvendo dois grupos de oito usuários, com enfoque nos tempos gastos com uso de três ferramentas.

O trabalho de Haag et al. (2014) intitulado *OntoViBe: An Ontology Visualization Benchmark* descreve uma ontologia desenvolvida para auxiliar estudos de comparação de ferramentas de visualização. Nos seus resultados, os autores apresentam a comparação de visualização de quatro ferramentas com essa ontologia e concluem que esse modelo auxilia os estudos de comparação.

O trabalho de título *Visualization of Large Ontologies in University Education from a Tool Point of View*, de Schaaf et al. (2016), teve como objetivo apresentar uma avaliação com oito ferramentas de visualização, quanto à adequação para uso com uma ontologia de domínio da área médica. Em seus resultados, consideram que faltam recursos nas ferramentas analisadas para uma efetiva contribuição aos usuários.

O trabalho de Lambrix et al. (2016) de título *Visualization for Ontology Evolution* analisa as características de ferramentas de visualização de ontologias, com

o enfoque no auxílio à evolução de ontologias. Nos resultados, apresentam que, apesar da existência de diversas ferramentas de visualização, essas ainda carecem de pesquisas para auxiliarem a questão da evolução de ontologias. Apresentam ainda um conjunto de requisitos funcionais sugeridos para melhor atendimento das ferramentas.

Observa-se que os trabalhos apresentados nessa categoria de estudos de comparação de ferramentas se organizam em função de comparação das características das soluções existentes para visualização de ontologias. Os trabalhos com foco no estudo de usuários são apresentados na seção a seguir.

### 3.1.3 Estudos com usuários

O trabalho intitulado *User Requirements Analysis on Ontology Visualization*, de Kriglstein (2009), teve como objetivo apresentar os requisitos de usuários para visualização de ontologias. Os resultados, obtidos por meio de uma pesquisa com dezesseis participantes com experiência em ontologias, indicam as expectativas quanto às funções das ferramentas de visualização.

O objetivo do trabalho de Fu, Noy e Storey (2013), de título *Indented Tree or Graph? A Usability Study of Ontology Visualization Techniques in the Context of Class Mapping Evaluation*, foi apresentar um estudo controlado de usabilidade envolvendo usuários para avaliar as técnicas de lista indentada e grafos para visualização de ontologias. O resultado do estudo, que avaliou trinta e seis participantes, sugere que a visualização pode depender fortemente da ontologia, domínio e interesses dos usuários. Assim, a lista indentada foi considerada a mais eficaz para as atividades de consulta e a visualização de grafos para síntese.

No trabalho de Huynh e Fu (2016), intitulado *Information Search in Ontology Visualization – An Eyetracking User Study of Indented List on Desktop and Tablet Computers*, o objetivo foi investigar a usabilidade da técnica de lista indentada para visualização de ontologias em dispositivos móveis. Em seus resultados, concluíram que essa técnica de visualização se demonstrou menos eficaz aos usuários de dispositivos móveis do que aos usuários de computadores desktop.

O trabalho de Fu, Noy e Storey (2017), *Eye Tracking the User Experience – Na Evaluation of Ontology Visualization Techniques*, apresenta como objetivo um estudo de usabilidade com usuários envolvendo análise de rastreamento ocular (*Eye Tracking*) para avaliar as técnicas de visualização de lista identada e grafo. Nos seus resultados, os autores consideram que a avaliação complementa os seus estudos anteriores (FU; NOY; STOREY, 2013) e evidenciam a diferença nos comportamentos de pesquisa de informações e processamento de informações das duas técnicas de visualização de ontologias.

Nos trabalhos relacionados a estudos com usuários, encontraram-se relatos de estudos de avaliação de usabilidade, comparando técnicas de visualização baseadas em lista identada e grafos. Nessa categoria, encontram-se os trabalhos de Fu, Noy e Storey (2017), Huynh e Fu (2016), Fu, Noy e Storey (2013). Em uma perspectiva de estudo de usuários voltado para especificação de requisitos para visualização de ontologias, há o trabalho de Kriglstein (2009). A seção a seguir apresenta a descrição dos estudos de revisão de literatura sobre visualização de ontologias.

#### 3.1.4 Estudos de revisão de literatura

O trabalho intitulado *Visualizing Ontologies – A Literature Survey*, de Saghafi (2016), faz uma revisão de vinte e um artigos sobre o tema publicados entre 2003 e 2014 com enfoque para os métodos de visualização de ontologias. Em seus resultados, demonstra uma meta análise de quatro estudos comparativos que indicam a lista identada como o modelo de maior índice de satisfação pelos usuários.

No trabalho de Mikhailov et al. (2016), de título *Ontology Visualization: a Systematic Literature*, os autores relatam os resultados de uma revisão sistematizada, usando o método *Structured Literature Analysis* (SLA). A revisão teve como objetivo analisar as publicações sobre Visualização de Ontologias em quatro conferências específicas em um periódico da área de Computação, no período de 2007 a 2015. O resultado apresentado é a síntese do conjunto de dezessete trabalhos avaliados sob o enfoque de comparação dos anos das publicações, tópicos pesquisados, autores, métodos de pesquisa, contextos e trabalhos futuros.

A seguir, expõem-se uma análise geral dessa revisão, as perspectivas de estudos a serem desenvolvidos e sua relação com o desenvolvimento do trabalho desta tese.

### **3.2 Análise da revisão de literatura**

A revisão de literatura permitiu evidenciar o cenário de estudos e pesquisas sobre Visualização de Ontologias. Além da categorização dos trabalhos realizados quanto aos seus objetivos, tornou-se possível identificar quatro campos de investigação abertos a desenvolvimento de trabalhos futuros nesse tema, sendo eles: i) visualização de ontologias complexas, com centenas de elementos; ii) ferramentas para usuários leigos em ontologias; iii) estudos de usabilidade e de requisitos de usuários; iv) contribuição cognitiva para usuários.

A visualização de ontologias complexas, conforme apresenta Lohmann et al. (2016), ainda é uma questão que dificulta o desenvolvimento de interface das ferramentas. As representações gráficas, em geral, são viáveis até certo tamanho de ontologias. Quando não se torna possível obter uma visão geral, perde-se, de certa forma, o benefício de se compreender a organização dos conteúdos. No estudo de avaliação de ferramentas, Schaaf et al. (2016) concluíram que nenhuma das ferramentas analisadas por eles eram adequadas para visualização de grandes ontologias. No trabalho de Machova et al. (2016), relata-se uma investigação nessa direção, buscando uma representação para melhorar a navegação do usuário no espaço ontológico com ontologias de numerosos elementos.

No campo de desenvolvimento de ferramentas para usuários com pouca experiência em ontologias, podem-se fornecer novas perspectivas para o uso dessas, proporcionando compartilhamento de conhecimento de domínios e novos insumos para o desenvolvimento e aprimoramento das representações. Conforme Ghorbel et al. (2016), existem muitas ferramentas de visualização de ontologias disponíveis na literatura. No entanto, apenas algumas delas são dedicadas a usuários não familiarizados com elas. Além disso, os autores destacam que não identificaram uma ferramenta que siga a filosofia do "design para todos". Essa filosofia consiste em considerar não só os usuários inteligentes saudáveis que dominam as tecnologias,

mas todos, de todas as idades e com diferentes níveis de habilidades, incluindo, obviamente, os idosos que sofrem de doenças degenerativas, como o Alzheimer.

Os estudos de usabilidade e de requisitos de usuários para visualização de ontologias, conforme apresenta Fu, Noy e Storey (2017), necessitam ser realizados e aprofundados para maior compreensão dos benefícios, da eficiência e da eficácia das técnicas de visualização, bem como para o desenvolvimento de novas funcionalidades para as ferramentas. Em Kriglstein (2009) e Fu, Noy e Storey (2013), sugere-se que o desenvolvimento das ferramentas seja feito em contínuo acompanhamento e avaliação de usuários.

No aspecto de contribuição cognitiva para os usuários de visualização de ontologias, percebe-se que, embora os estudos de desenvolvimento de ferramentas visem favorecer a cognição humana, há uma carência de estudos mais aprofundados para avaliação e medida dessa contribuição.

A apresentação dessas perspectivas não esgota a emergente necessidade de ferramentas de visualização de ontologias para os sistemas de recuperação de informação e, ainda, dos diversos domínios de conhecimento, tais como da saúde, da educação e do governo. Dentro desse contexto, considera-se que um ponto de partida essencial para melhorar as soluções de visualização de informação para ontologias são os estudos com usuários buscando maior conhecimento sobre as necessidades deles. Assim, esse foi o foco do estudo abordado neste trabalho de tese, com vistas a contribuir na determinação de requisitos de usabilidade para o desenvolvimento de ferramentas de visualização de ontologias de domínio.

## 4 METODOLOGIA

*Os que se encantam com a prática sem a ciência são como os timoneiros que entram no navio sem timão nem bússola, nunca tendo certeza do seu destino.  
Leonardo da Vinci*

Esta seção apresenta o universo da pesquisa, bem como a sua caracterização e a descrição dos procedimentos que foram utilizados para desenvolvimento de todas as etapas do trabalho.

### 4.1 O universo da pesquisa

O universo de pesquisa selecionado para este trabalho é o da Ontologia OntoAgroHidro. A justificativa para essa escolha se deve ao interesse da proponente na investigação do problema em um contexto real e pela disponibilidade da ontologia para realização do trabalho, mediante o convênio firmado entre a Embrapa Informática Agropecuária e o grupo de pesquisa MHTX, do qual fazem parte a proponente e sua orientadora.

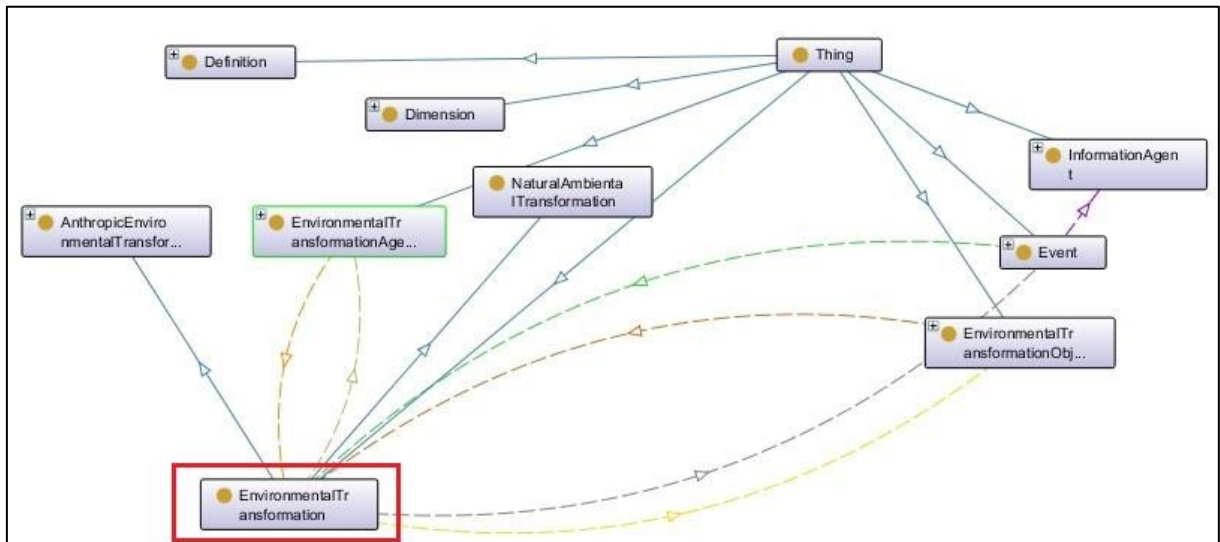
#### 4.1.1 A ontologia OntoAgroHidro

A OntoAgroHidro é uma ontologia de domínio criada por pesquisadores especialistas da Embrapa a partir do interesse na área de recursos hídricos, mudanças climáticas e de uso da terra. A necessidade de se conciliar o desenvolvimento da produção agrícola com o uso sustentável da água e da terra pode ser considerada de relevância mundial e por isso carece de pesquisas e estudos para melhor compreensão e benefícios à população. A necessidade de se ter uma solução para compartilhar e integrar informação entre as diversas instituições e pesquisadores desencadeou os esforços para criação dessa ontologia de domínio.

O processo de construção da OntoAgroHidro é relatado por Bonacin, Nabuco e Pierozzi Junior (2013), que apresentam as estratégias de reúso e a integração de outras representações existentes do domínio para refinar a representação do conhecimento pela ontologia. A OntoAgroHidro, na versão estudada neste trabalho, encontra-se descrita em OWL 2.0, com cerca de 8500 elementos (incluindo classes e instâncias) do domínio.

Uma visão geral das principais classes apresentadas na OntoAgroHidro é mostrada na Figura 26, gerada pela ferramenta OntoGraf no Protégé. Nessa figura, podem ser visualizadas as sete classes principais, a partir das quais se têm as outras subclasses, relações, propriedades e instâncias na OntoAgroHidro.

Figura 26 – Visualização geral da OntoAgroHidro com suas principais classes



Fonte: Elaborado pela autora.

A classe *Environmental Transformation*, destacada na parte inferior da Figura 26, é a classe principal da ontologia e refere-se aos fenômenos das mudanças (físicas, químicas, biológicas, sociais ou econômicas) no meio ambiente. Conforme apresentado na Figura 26, esta classe possui uma relação com as classes *Event*, *Environmental Transformation Object* e *Environmental Transformation Agent*. Isso decorre em função de uma mudança ambiental ser causada por um agente de transformação, que é resultado de um evento e altera um objeto.

A classe *Event* refere-se aos eventos que causam mudanças ambientais. Um evento tem múltiplas dimensões, por exemplo, ocorre em um período e local, está associado com uma cultura de colheita. Um evento é descrito por um agente de transformação. A classe *Environmental Transformation Object* refere-se aos objetos que são afetados pelas transformações. A classe *Environmental Transformation Agent* refere-se aos agentes das transformações ambientais. A classe *Dimension* descreve os vários aspectos de um evento. A classe *Definition* refere-se às definições de

conceitos necessários para caracterizar outros conceitos do domínio. A classe *Information Agent* refere-se aos agentes que produzem ou contêm informações sobre as transformações ambientais.

No trabalho de Bonacin, Nabuco e Pierozzi Junior (2016), avaliam-se os aspectos de interoperabilidade semântica e de recuperação de informação na OntoAgroHidro, mostrando, por meio de um estudo, as potencialidades e limitações desta ontologia, bem como sugestões de trabalhos futuros para uso dela.

## **4.2 Caracterização da pesquisa**

O objeto de estudo desta pesquisa foi a Visualização de Ontologias. No que se refere ao objetivo geral da tese, esta pesquisa se enquadra como exploratória e descritiva. Segundo Gil (2010), a exploratória tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com um problema, com vistas a torná-lo mais explícito, envolvendo o aprimoramento de ideias ou a descoberta de hipóteses. A pesquisa descritiva visa à descrição das características de determinada população ou fenômenos, ou então o estabelecimento de relações entre variáveis.

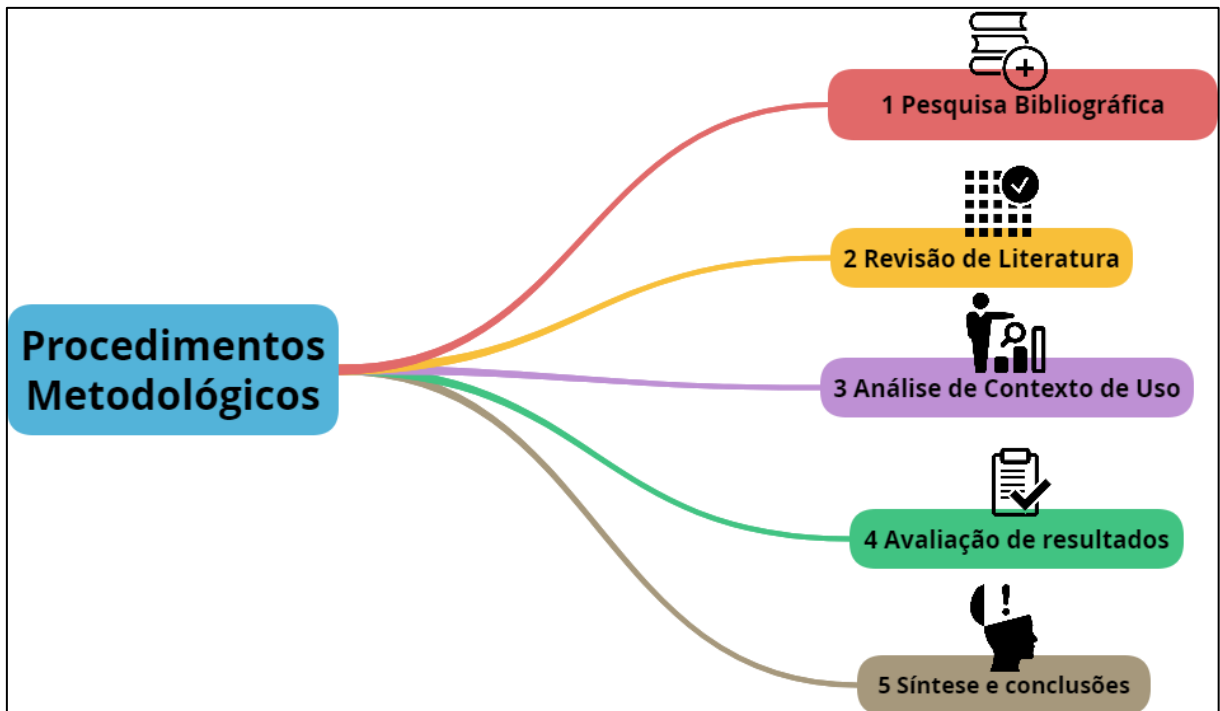
Quanto ao delineamento da pesquisa (GIL, 2010), no que se refere ao planejamento em sua dimensão mais ampla, classifica-se como pesquisa bibliográfica, desenvolvida com base em material já publicado, experimental e de estudo de caso.

A natureza da pesquisa é de caráter aplicado, tipo que se caracteriza, segundo Marconi e Lakatos (2003), por seu interesse prático, isto é, que os resultados sejam aplicados, imediatamente, na solução de problemas que ocorrem na realidade. Quanto ao método de raciocínio, adotou-se o indutivo; partiu-se de dados particulares constatados para conclusões mais amplas.

## **4.3 Procedimentos metodológicos**

Os procedimentos metodológicos desta tese estão caracterizados em cinco etapas: i) pesquisa bibliográfica; ii) revisão de literatura; iii) análise de contexto de uso; iv) avaliação de resultados e v) síntese e conclusões. Essas etapas estão representadas na Figura 27 e são detalhadas a seguir.

Figura 27 – Etapas de desenvolvimento do trabalho



Fonte: Elaborado pela autora.

A pesquisa bibliográfica, conforme apresenta Marconi e Lakatos (2003), tem a finalidade de colocar o pesquisador em contato direto com tudo que foi publicado sobre o assunto de interesse da pesquisa. Dessa forma, a pesquisa bibliográfica foi um processo contínuo durante todo o desenvolvimento da tese, vista a necessidade de se buscar aportes para fundamentação teórica, revisão de literatura, escolha metodológica, estudos e análises de resultados. A busca e a seleção de materiais para essa etapa consideraram a literatura científica das áreas de Ciência da Informação e da Computação. As fontes bibliográficas consultadas foram: Portal Capes, Google Acadêmico e Bases de Dados de Teses e Dissertações nacionais. Em bibliotecas físicas, consultou-se o acervo da UFMG na Biblioteca da Escola de Ciência da Informação (ECI) e na Biblioteca do Instituto de Ciências Exatas (ICEx). A especificação das bases de dados consultadas foi apresentada no Quadro 6, do Capítulo 3.

A revisão de literatura foi realizada de maneira sistemática com vistas à compreensão do estado da arte no que se refere à visualização de informação para ontologias. Como instrumento para sistematização da revisão de literatura, utilizou-se

o processo Proknow-C (*Knowledge Development Process – Constructivist*) conforme proposto por Tasca et al. (2010) e Ensslin (2015). A identificação desse processo ocorreu a partir de pesquisas em periódicos nacionais da área de Ciência da Informação, entre os quais estão os trabalhos de Ensslin, Ensslin e Pacheco (2012), Ensslin et al. (2015) e Machado et al. (2016), que descrevem a aplicação desse processo. O detalhamento das etapas do Proknow-C está apresentado no Capítulo 3 deste trabalho.

A análise de contexto de uso foi realizada pelo processo Praxis-u, conforme apresentado por Pádua (2012). Essa etapa teve como objetivo caracterizar todo o contexto envolvendo usuários, tarefas e testes com o objetivo de coletar as informações para a especificação de requisitos do trabalho desta tese. Essa análise consistiu de quatro tipos de avaliações e envolveu: i) usuários; ii) tarefas; iii) ambientes e iv) produtos similares.

Para obtenção de informação necessária às análises, foram empregadas técnicas qualitativas e quantitativas, que levaram em conta informações obtidas por entrevistas com participantes, considerados potenciais usuários de ferramentas de visualização de ontologias. Com o objetivo de proteger o bem-estar dos indivíduos participantes na pesquisa, conforme define a Resolução N.º 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde (BRASIL, 2012) o projeto desta pesquisa, após aprovação no Exame de Qualificação, foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa (COEP) da UFMG. O parecer consubstanciado do Comitê de Ética encontra-se no Anexo A.

A avaliação envolveu quatorze participantes, organizados em três grupos. A definição pela quantidade de participantes foi baseada na recomendação de Nielsen e Landauer (1993), que indicam que quando se tem mais de um perfil de usuário para um sistema, então se deve envolver de três a cinco usuários de cada perfil avaliado. O autor demonstra, por meio de estudos, que os testes feitos com esse número de usuários conseguem identificar aproximadamente 85% dos requisitos de usabilidade.

Os participantes foram organizados em três grupos, conforme apresenta o Quadro 9. O primeiro grupo foi formado por cinco profissionais com experiência de atuação na área de Computação. O segundo grupo, por cinco profissionais com experiência de atuação na área de Ciência da Informação; e o terceiro grupo, por

quatro profissionais com experiência de trabalho na Embrapa, com formação diversificada e atuação tanto na área tecnológica quanto na área de biblioteconomia.

Quadro 9 – Grupos de participantes

Grupo 1 – cinco participantes	Grupo 2 – cinco participantes	Grupo 3 – quatro participantes
Profissionais com experiência na área de computação.	Profissionais com experiência de atuação na área de Ciência da Informação.	Profissionais com experiência de atuação na Embrapa.

Fonte: Elaborado pela autora.

As técnicas de coleta de dados consistiram de: 1) entrevistas individuais estruturadas e semiestruturadas realizadas de forma presencial e online; 2) observação de realização de tarefas utilizando ferramentas de visualização de ontologia, aplicando a técnica *think aloud protocol*<sup>7</sup>; 3) gravação de áudio das entrevistas e da tela digital do usuário durante realização de tarefas; e 4) testes de avaliação de uso de ferramentas de visualização de ontologias.

Os participantes dos Grupos 1 e 2 realizaram as entrevistas e testes de tarefas presencialmente, no ambiente da Escola de Ciência da Informação da UFMG. Os participantes do Grupo 3, por estarem em locais geográficos diversos e distantes, participaram da entrevista pela internet, utilizando Web conferência por Skype<sup>8</sup> e não realizaram os testes de tarefas.

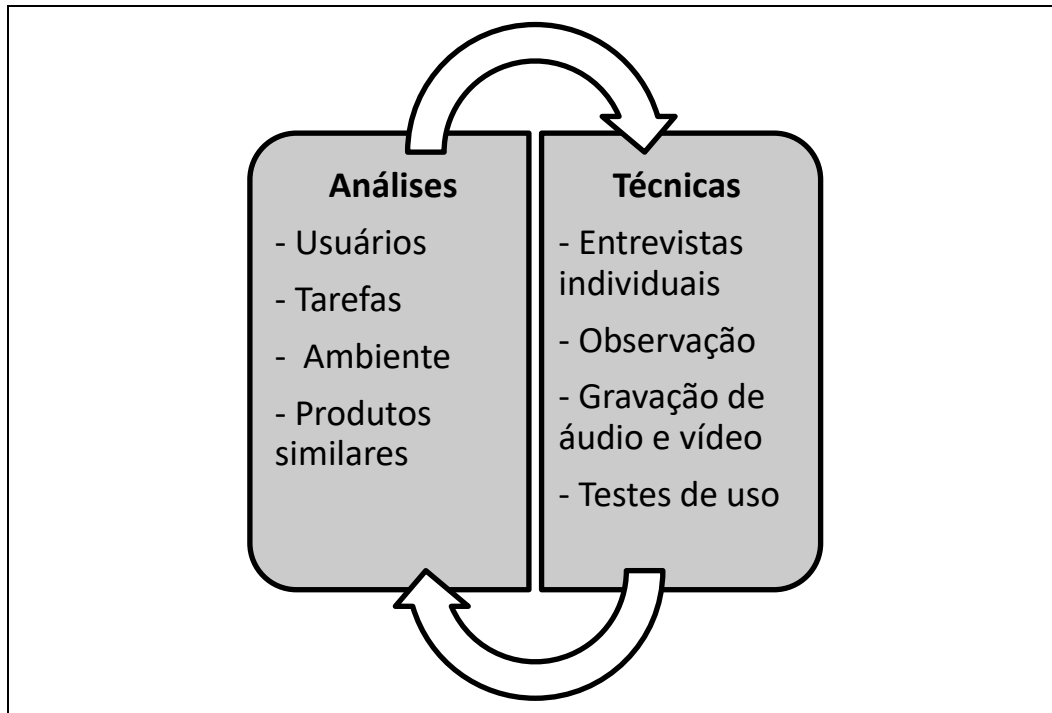
As questões inseridas nos instrumentos de entrevistas e de tarefas com usuários foram validadas por um especialista da Embrapa Agropecuária Informática e por um profissional da área de Ciência da Informação, previamente à aplicação nas entrevistas. As tarefas foram realizadas com o Protégé, adotando dois tipos de

<sup>7</sup> Técnica também denominada de protocolo verbal em que os usuários são requisitados a expressarem em voz alta os seus pensamentos e ações durante a execução de tarefas.

<sup>8</sup> Skype é um produto gratuito da Microsoft que permite conferências por áudio e vídeo via internet. Disponível em: <https://www.skype.com/pt-br/>.

visualização: lista indentada, gerada pela interface principal da ferramenta e de árvore de links e nós, gerada pelo *plugin* OntoGraf .

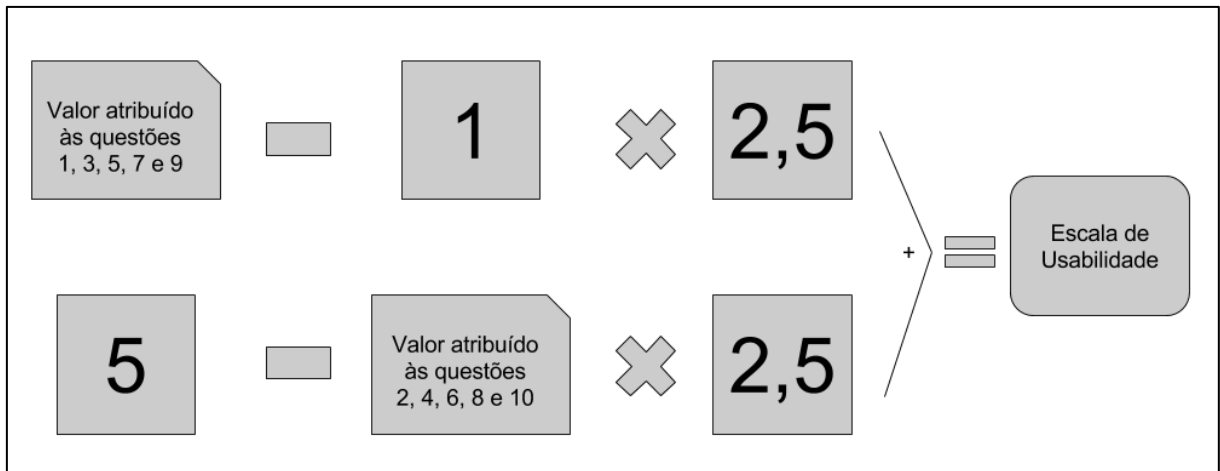
Figura 28 – Análises e técnicas utilizadas



Fonte: Elaborado pela autora.

O instrumento *System Usability Scale* (SUS) desenvolvido por Brooke (1996) foi adotado para avaliação de usabilidade das ferramentas utilizadas nos testes de tarefas. Esse instrumento contém dez questões para respostas em escala Likert, variando de um a cinco. A tradução das questões aplicadas está apresentada no Apêndice A. O resultado de cada teste SUS gera um valor global entre 0 e 100, que representa a usabilidade geral do sistema em estudo. O cálculo da pontuação é obtido de cada item do teste utilizando um cálculo específico, conforme apresentado na Figura 29. Para as questões 1, 3, 5, 7 e 9, a contribuição da pontuação é a nota atribuída à escala subtraída do valor 1. Para os itens 2, 4, 6, 8 e 10, a contribuição é calculada utilizando-se o valor 5 subtraído da nota atribuída à escala. Todas as questões são multiplicadas por 2,5 e somadas para obter o valor global da escala de usabilidade. Quanto mais alto o resultado, melhor é a usabilidade de um produto testado.

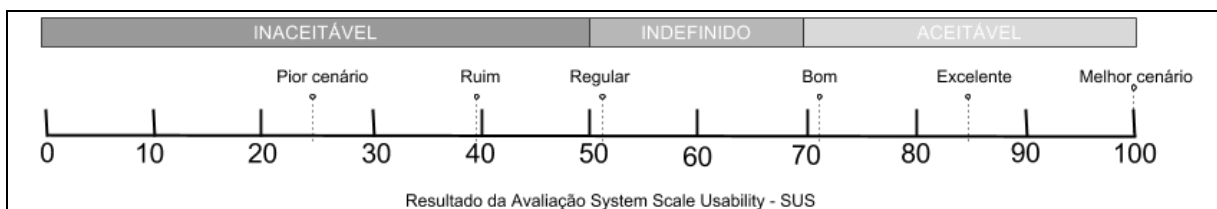
Figura 29 – Cálculo da escala de usabilidade



Fonte: Elaborado pela autora.

Bangor, Kortum e Miller (2008) relatam uma análise do teste SUS e indicam, com base em avaliações com usuários, elementos adicionais de escala para análise das pontuações do teste. Assim, indicam que avaliações com pontuações acima de 70 geralmente refletem percepção de boa usabilidade. Resultados inferiores a 70 indicam que o produto necessita de melhoria. Produtos com resultados abaixo de 50 devem ser motivo de preocupação com usabilidade, pois não atendem aos seus usuários. A Figura 30 apresenta uma métrica para a escala de avaliação com o SUS.

Figura 30 – Avaliação dos resultados do SUS



Fonte: Elaborado pela autora, conforme BANGOR, KORTUM E MILLER, 2008, p. 592.

Para a organização das entrevistas e dos testes de tarefas com os participantes, foi criado um *site* na Web para acesso às etapas e instrumentos. Este site está disponível em: <http://sites.google.com/view/ontoagrohidro-viz>, e sua interface principal pode ser vista no Apêndice A desta tese.

O material para realização das entrevistas e os instrumentos para coleta de informações dos testes com usuários foi composto de: a) roteiro da entrevista; b) termo de consentimento livre e esclarecido; c) questionário de informações pessoais; d) instrumento para realização de testes de tarefas; e) questionário de avaliação de usabilidade da entrevista estruturada; f) roteiro para entrevista semiestruturada; g) questionário de indicação de recursos.

A avaliação dos resultados foi realizada após as coletas de dados e consistiu de análise das respostas dos questionários, audição das gravações de áudio, análise dos vídeos de testes de tarefas. Essa análise permitiu elaborar as indicações de funções e requisitos de usabilidade para o desenvolvimento de um protótipo de visualização de informação para a ontologia de domínio estudada.

A etapa de síntese e conclusões foi a quinta e última etapa do projeto, em que se dedicou à organização da escrita dos resultados e às conclusões para publicação e defesa desta tese.

O próximo capítulo apresenta a avaliação dos resultados obtidos das etapas da análise do contexto de uso.

## 5 AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS

*Só se vê bem com o coração, o essencial é invisível aos olhos.  
Antoine de Saint-Exupéry*

Este capítulo descreve os resultados alcançados a partir da coleta de dados desta pesquisa. No contexto de uma abordagem centrada no usuário e alinhada ao processo Praxis-u e a especificação da NBR ISO 9241-11 (ABNT, 2011a), apresentam-se a análise e os resultados das avaliações realizadas neste trabalho.

### 5.1 Análise de contexto de uso

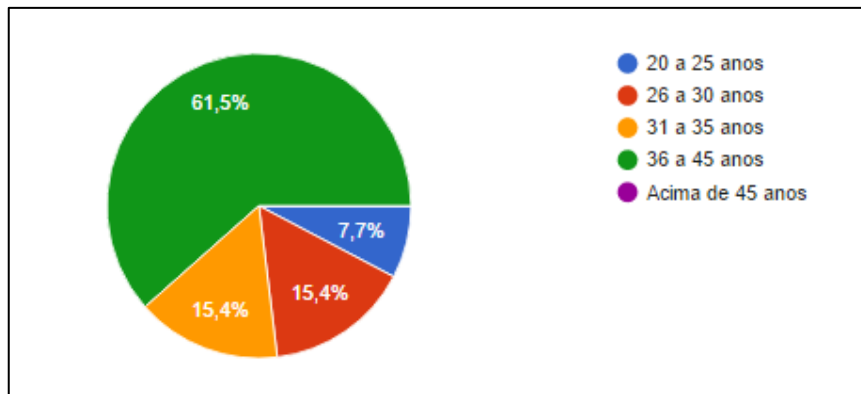
Nesta seção, apresentam-se os resultados da análise de contexto de uso, que permitiu avaliar e caracterizar o contexto envolvendo os usuários, tarefas, ambiente e produtos similares, fornecendo subsídios para a especificação de requisitos de usabilidade para visualização de ontologias.

#### 5.1.1 Análise de usuários

A análise de usuários gerou resultados quantitativos e qualitativos. Os dados quantitativos, expressos nos gráficos, permitiram a caracterização do perfil dos participantes das entrevistas, nos seguintes aspectos: 1) gênero e sexo, 2) faixa etária, 3) escolaridade e 4) conhecimento sobre ontologias e do software Protégé. Os dados qualitativos, apresentados com extratos de transcrição das falas dos participantes, descrevem as suas experiências e percepções sobre o uso de visualização de informação, ferramentas de ontologias e de uso geral.

Quanto ao gênero dos participantes do estudo, 57% foram do sexo feminino e 43%, do sexo masculino. Quanto à faixa etária, houve o predomínio no grupo de pessoas entre 36 e 45 anos, com 61,5% dos participantes, conforme apresenta o Gráfico 8.

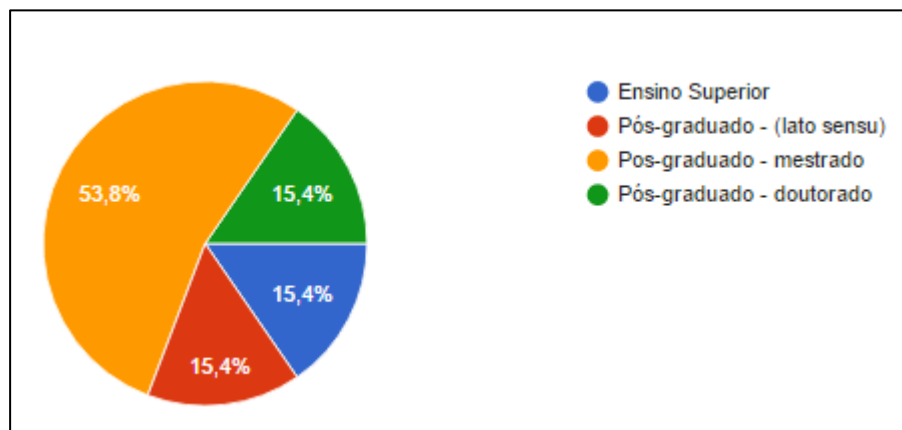
Gráfico 8 – Faixa etária dos participantes



Fonte: Elaborado pela autora.

Quanto ao nível de escolaridade, todos os participantes possuem pelo menos ensino superior, sendo que 53,8% possuem mestrado e 15,4% possuem doutorado, conforme apresenta o Gráfico 9.

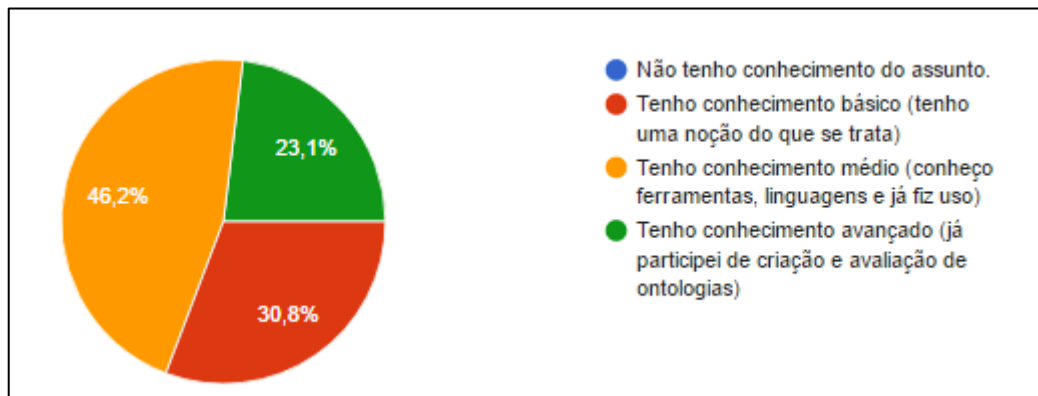
Gráfico 9 – Escolaridade dos participantes



Fonte: Elaborado pela autora.

O nível de conhecimento sobre ontologias foi também avaliado entre os participantes. Essa informação foi relevante para promover uma discussão, durante as entrevistas, sobre as experiências de uso de ferramentas de ontologias e aplicações já realizadas. Dentre os participantes, 46,2% declararam já terem feito uso de ferramentas e linguagens para ontologias e 23,1% disseram já terem participado de criação e avaliação de ontologias, conforme apresenta o Gráfico 10.

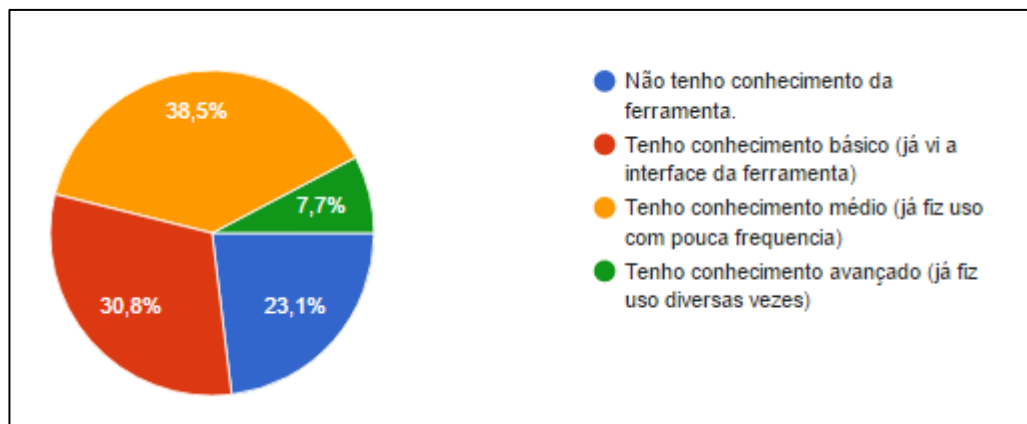
Gráfico 10 – Conhecimento dos participantes sobre ontologia



Fonte: Elaborado pela autora.

Sobre o nível de conhecimento dos usuários sobre a ferramenta Protégé, obteve-se que 79,1% já tinham alguma experiência de uso com esta ferramenta, sendo que 30,8% declararam seu conhecimento como básico, 38,5%, médio, e 7,7%, avançado, conforme mostra o Gráfico 11.

Gráfico 11 – Conhecimento da ferramenta Protégé



Fonte: Elaborado pela autora.

Quanto à experiência dos participantes no uso do Protégé, verificou-se, pela análise das entrevistas, que os usuários dessa ferramenta a consideram complexa para uso e mais adequada para usuários especialistas em ontologias, conforme as declarações a seguir.

“A interface do Protégé me dá a sensação de estar dentro de uma parte de desenvolvimento de sistema. Não parece uma interface para um usuário final, mas sim para quem está desenvolvendo. [...] As informações que o Protégé apresenta para o usuário são muito complexas.” (Participante 8, Grupo 2)

“A ontologia no Protégé é muito formal. Então, se a pessoa não tem um conhecimento de ontologia, ela não consegue usar.” (Participante 12, Grupo 3)

“Eu até já usei o Protégé, mas a interface dele me desanimou a continuar a fazer uso de ontologias. Ele tem muito o que melhorar, principalmente no aspecto de visualização.”(Participante 10, Grupo 2)

“Para mim ele [o Protégé] é uma ferramenta para construir ontologias e não o consideraria como ferramenta de visualização de ontologias.” (Participante 2, Grupo 1)

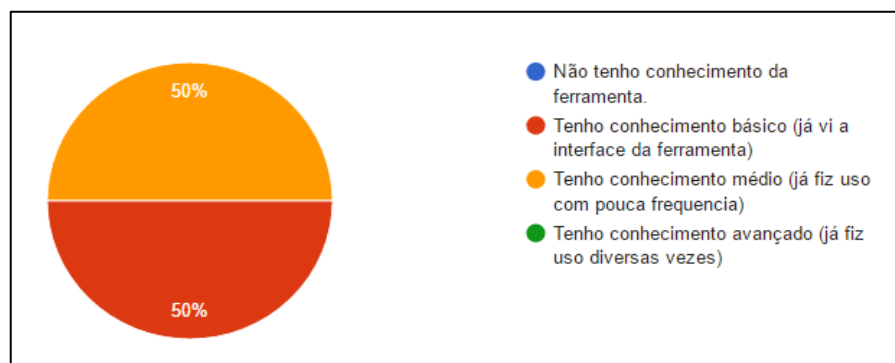
Pode-se dizer, portanto, que o Protégé, como ferramenta de visualização de ontologias, não é adequado para atender às necessidades de usuários que não possuem domínio técnico de ontologias. Além disso, também identificaram-se problemas de usabilidade na ferramenta, pois, conforme apresenta Nielsen (1993), um sistema deve permitir que o usuário cancele, desfaça e refaça suas ações de forma clara, deixando-o no controle de suas operações. Isso não está sendo proporcionado pelo Protégé, conforme destacado nos trechos dos participantes:

“O Protégé me deixa dúvidas, por exemplo, ao usar a pesquisa, eu fiquei sem saber como fechava a janela que se abriu. Fiquei procurando por um “x” para fechar a janela, mas não encontrei.” (Participante 1, Grupo 1)

“O Ontograf não me permite ver as relações entre as classes, embora tenha as cores, o usuário tem que saber o que elas significam. Saber os tipos de relações é importantíssimo. [...].Senti dificuldade no Ontograf na hora de voltar a visualização para mostrar menos detalhes.” (Participante 6, Grupo 2)

A análise dos dados permitiu também conhecer as experiências dos participantes com visualização de ontologias. Dentre os participantes, 38,5% responderam já terem utilizado alguma ferramenta, conforme mostra o Gráfico 12.

Gráfico 12 – Conhecimento de ferramenta de visualização de ontologias



Fonte: Elaborado pela autora.

Durante as entrevistas, ao abordar os usuários sobre essa experiência, percebeu-se que o Protégé nem sempre é considerado uma ferramenta de visualização de ontologia. Como relatado:

“Quando você falou de visualização, eu pensei que iria utilizar um sistema com mapas, onde há mais recursos gráficos da informação representada. Eu não identifiquei o Protégé, com a visualização das classes e instâncias dessa forma como uma visualização de informação.” (Participante 2, Grupo 1)

A análise dos dados demonstrou que os participantes consideram que a visualização de ontologias é importante e pode trazer benefícios para os usuários, conforme observado nos relatos:

“Acho que as ontologias não são muito utilizadas porque é difícil visualizá-las, então a questão da visualização das ontologias é muito necessária e importante para ser estudada. Talvez a compreensão iria ser muito melhor se houvesse uma visualização.” (Participante 10, Grupo 2)

“Eu acho que a visualização que mostrasse as relações de uma ontologia poderia ser um recurso adicional para um usuário aprender sobre o domínio.” (Participante 11, Grupo 3)

“A visualização me trouxe uma informação que eu não conhecia sobre pesticida. Eu aprendi que pesticida é um composto orgânico.” (Participante 1, Grupo 1)

A partir desses resultados, tem-se evidente a perspectiva de contribuição da visualização de ontologias para auxiliar a cognição e a aprendizagem dos usuários sobre um domínio. Isso também ficou demonstrado nos relatos em que os participantes descreveram as experiências com os recursos visuais de que eles gostavam de fazer uso.

“Eu gosto de usar mapas conceituais. Eu acho interessante porque eles auxiliam na compreensão rápida de um assunto. [...] com a estrutura visual fica muito mais fácil [a compreensão] do que lendo um texto.” (Participante 1, Grupo 1)

“Eu gosto das árvores hiperbólicas quando elas são demonstradas em níveis limitados de informação para os usuários. [...] Se a gente tivesse um mapa hiperbólico com níveis controlados, o volume de informação seria menos agressivo para o usuário. [...] A aparência lúdica do mapa hiperbólico traz para o usuário a possibilidade de clicar e abrir níveis.” (Participante 3, Grupo 1)

“Acho o mapa mental interessante para mostrar uma visão geral e organizar os pensamentos.” (Participante 4, Grupo 1)

“Um mapa de hierarquia ajuda na gestão do conhecimento.” (Participante 4, Grupo 1)

“Pessoalmente, gosto da visualização por grafos porque ela te possibilita a visualização completa de informações de maneira mais amigável, mas é uma questão pessoal.” (Participante 12, Grupo 3)

“Eu acho interessante o mapa hiperbólico porque de uma forma simples eu consigo navegar pelos nós de forma dinâmica e visual, podendo ver o contexto do conteúdo. [...] Por exemplo, eu queria saber sobre rapadura, então ao invés de ler um monte de documentos que existe sobre rapadura, eu simplesmente selecionava o nó referente a rapadura e diante de mim aparecia o contexto em que ele estava inserido, de uma forma bem rápida. Então isso é fantástico.” (Participante 14, Grupo 3)

Tem-se por esses relatos que o uso de visualização para acesso à informação é considerado relevante e útil pelos usuários. Percebe-se que há uma diversidade quanto aos métodos de visualização de informação citados pelos usuários. Isso pode ser justificado pelas experiências pessoais vivenciadas; no entanto, também demonstra que a preferência por um método de visualização é uma questão pessoal. Portanto, nessa perspectiva, ferramentas que possam oferecer diferentes tipos de visualização para atender à diversidade de preferências dos usuários podem ser mais adequadas a eles.

Sintetizando essa primeira abordagem junto aos participantes da pesquisa, tem-se que foi possível constatar pelos dados que:

a) a ferramenta Protégé é considerada de uso complexo para os usuários, com baixa satisfação no atendimento das necessidades dos usuários;

b) a visualização de ontologias é considerada pelos usuários como benéfica para auxiliar a cognição e a aprendizagem de domínios.

c) a preferência por um método de visualização é influenciada por experiências pessoais.

A seguir apresenta-se a análise dos resultados quanto ao aspecto da avaliação que abordou os recursos e as funcionalidades mais relevantes para uma ferramenta de visualização de ontologias. O Gráfico 13 apresenta o resultado dessa avaliação, em que os participantes da pesquisa foram convidados a identificarem, em uma lista de doze opções, as cinco características que consideravam mais importantes para uma ferramenta de visualização. As doze opções foram selecionadas pela autora conforme recursos observados em ferramentas de visualização de ontologias que foram testadas. O recurso mais citado pelos

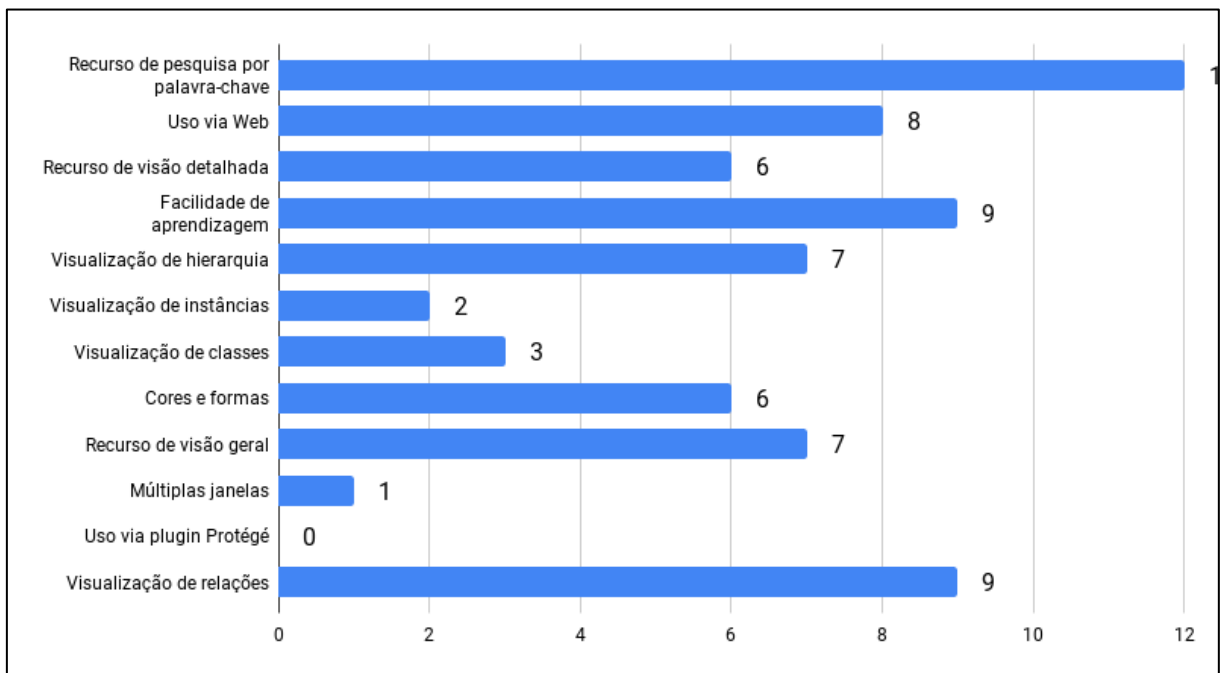
participantes foi a funcionalidade de permitir busca por palavra-chave e, em seguida, a facilidade de aprendizagem da ferramenta e a visualização de relações das ontologias.

Quanto aos comentários feitos pelos participantes sobre essa avaliação, observou-se que a experiência que eles tiveram na realização das tarefas no Protégé provocou algumas dessas escolhas, conforme os relatos a seguir:

“Eu acho que o recurso de pesquisa por palavra-chave é muito importante, pois foi por ele que eu consegui responder à questão 3 da tarefa. [...] As cores e formas da interface me ajudaram porque visualmente a gente é mais rápido e eu já fui olhando os símbolos e estabelecendo uma relação.” (Participante 4, Grupo 1)

“As cores e os símbolos do Protégé me ajudaram a diferenciar os itens que eu estava vendo.” (Participante 1, Grupo 1)

Gráfico 13 – Recursos considerados importantes para visualização de ontologias



Fonte: Elaborado pela autora.

Além dessas características, foi solicitado aos participantes que descrevessem características gerais de outros softwares, em contexto geral, que eles consideravam interessantes e ou importantes para uma ferramenta de visualização de ontologias atender bem aos seus usuários. O Quadro 10 apresenta um resumo das

respostas dadas pelos participantes da pesquisa, sem distinção de serem requisitos funcionais ou não funcionais.

Quadro 10 – Características sugeridas pelos participantes

N	Descrição
1.	Acessibilidade de cores para daltônicos
2.	Acurácia
3.	Colaboração com outros usuários
4.	Controle do volume de informação a ser visualizado
5.	Feedback de cada ação ao usuário
6.	Histórico de busca
7.	Interface intuitiva
8.	Interface simples para uso
9.	Personalização para permitir escolher as opções de preferência para uso
10.	Rapidez para fornecer respostas
11.	Recurso de autocompletar a busca por palavra-chave
12.	Segurança de acesso com identificação de usuário e senha
13.	Sistema de alerta de inclusão de novos conteúdos
14.	Visualizações dinâmicas, que permitem interação do usuário
15.	Acesso a um vocabulário controlado

Fonte: Elaborado pela autora.


A análise dos dados permitiu realizar uma caracterização de cada grupo de usuários avaliados nas entrevistas realizadas. A descrição foi feita no formato de *personas*, com nomes e dados pessoais fictícios, para identificar as pessoas de cada um dos grupos de participantes. Esse formato permite delinear o perfil dos usuários, para que eles sejam colocados no centro das decisões do projeto de desenvolvimento de soluções de visualização de ontologias.

No grupo de profissionais da área de Computação, conforme apresenta a Figura 31, destacou-se que esse usuário possui conhecimento sobre ontologias e experiência com o Protégé. A necessidade apresentada por esses profissionais é a de ter uma ferramenta que proporcione a visualização para auxiliar os usuários na compreensão de um domínio representado pelas ontologias. Uma das características destacadas foi a simplicidade que a ferramenta deve ter para o usuário. Dentre as características mais importantes, foram incluídos: interface Web, pesquisa por palavra-chave, visualização de hierarquia e relações e facilidade de aprendizagem. As ferramentas citadas como referências de boa usabilidade foram: Freemind, yFiles, Visio e MindMeister.

Figura 31 – Persona de profissional da área de Computação

**MIGUEL**

**IDADE:** 43 anos  
**OCUPAÇÃO:** Profissional da área de Computação  
**ESCOLARIDADE:** Mestrado



*“É muito importante que a ferramenta seja simples para o usuário”*

**Características importantes:**

- Visualização de relações
- Pesquisa por palavra-chave
- Visão Geral
- Visão Detalhada
- Facilidade para aprendizagem

Tenho conhecimento sobre ontologias e já fiz uso de algumas ferramentas, como por exemplo, o Protégé. Considero que uma ferramenta de visualização de ontologia com um esquema visual bem projetado pode auxiliar os usuários a adquirirem conhecimento sobre um domínio.

**Interfaces de referência:**

- Google Acadêmico
- Portal Capes
- Visio
- MindMeister

Fonte: Elaborado pela autora com uso de foto do banco de imagem Flickr<sup>9</sup>.

No grupo de profissionais da área de Ciência da Informação, conforme apresenta a Figura 32, notou-se que esse usuário tem conhecimento sobre ontologias e aponta para a necessidade de uma ferramenta de visualização de ontologia que proporcione uma interface que seja menos técnica do que o Protégé. Além disso, esse


<sup>9</sup> <https://flic.kr/p/cS31ju>

usuário também indicou como importante alguns recursos de personalização, possibilidade de atividades colaborativas e a sugestão de vocabulário controlado para autocompletar as buscas por palavras-chave. Dentre as características mais importantes, foram incluídos: cores e formas, pesquisa por palavra-chave, interface Web, visão geral e detalhada, facilidade para aprendizagem. As ferramentas citadas como referências de boa usabilidade foram: Google, Base de Dados LISA, Portal Capes, Biblioteca Virtual em Saúde.

Figura 32 – Persona de profissional da área de Ciência da Informação

**JÚLIA**

**IDADE:** 35 anos  
**OCUPAÇÃO:** Profissional da área Ciência da Informação  
**ESCOLARIDADE:** Especialização



Já fiz uso de algumas ontologias e percebo a necessidade de uma ferramenta que me proporcione uma interface que seja menos técnica do que o Protégé. Recursos de personalização e atividades colaborativas são muito importantes para o trabalho atualmente. Um recurso que me sugerisse termos de busca, com um vocabulário controlado, também seria ótimo.

*"Prefiro sistemas que tenham uma interface intuitiva"*

**Recursos importantes:**

- Cores e Formas
- Pesquisa por palavra-chave
- Interface Web
- Visão geral e detalhada
- Facilidade para aprendizagem

**Interfaces de referência:**

- Base de Dados LISA
- Portal CAPES
- Biblioteca Virtual em Saúde
- Google

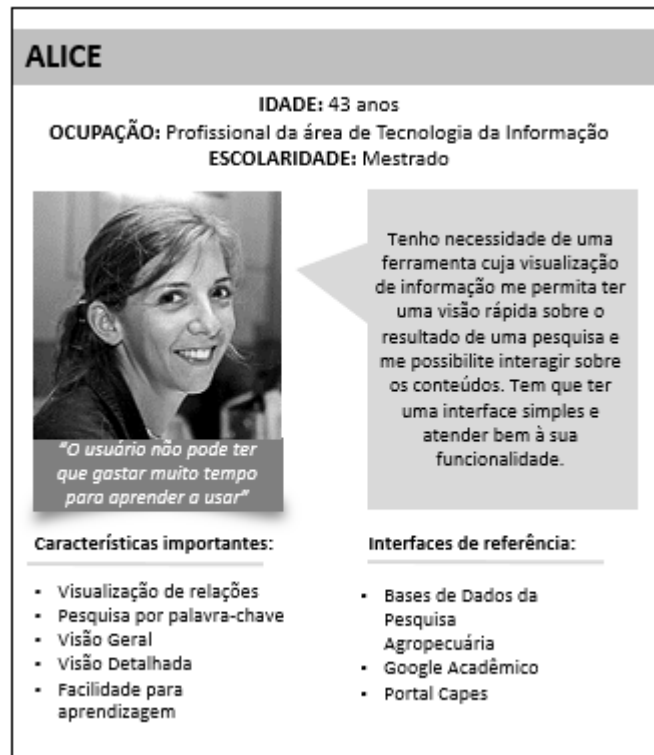
Fonte: Elaborado pela autora com uso de foto do banco de imagem Flickr<sup>10</sup>.

No grupo de profissionais da Embrapa, conforme apresenta a Figura 33, evidenciou-se a necessidade de uma ferramenta em que a visualização de informação permita uma visão dinâmica sobre o resultado de uma pesquisa e possibilite interação entre os conteúdos. A interface deve ser simples e atender bem à sua funcionalidade. Dentre as características mais importantes, foram incluídos: visualização de relações,

<sup>10</sup> <https://flic.kr/p/aZZGDv>

pesquisa por palavra-chave, visão geral, visão detalhada e facilidade para aprendizagem. As ferramentas citadas como referências de boa usabilidade foram: Bases de Dados da Pesquisa Agropecuária, Google Acadêmico e Portal Capes.

Figura 33 – Persona de profissional da Embrapa



Fonte: Elaborado pela autora com uso de foto do banco de imagem Flickr<sup>11</sup>.

Esta seção apresentou a análise dos resultados obtidos com as entrevistas realizadas com quatorze participantes. Essa análise permitiu caracterizar um perfil dos usuários, a partir das suas experiências e necessidades em relação às ferramentas de visualização de ontologias. O conhecimento adquirido nesta etapa subsidiou, juntamente com as demais análises, a especificação de requisitos apresentada no Capítulo 6 desta tese. A seguir, apresenta-se a análise das tarefas realizadas com os participantes desta pesquisa.

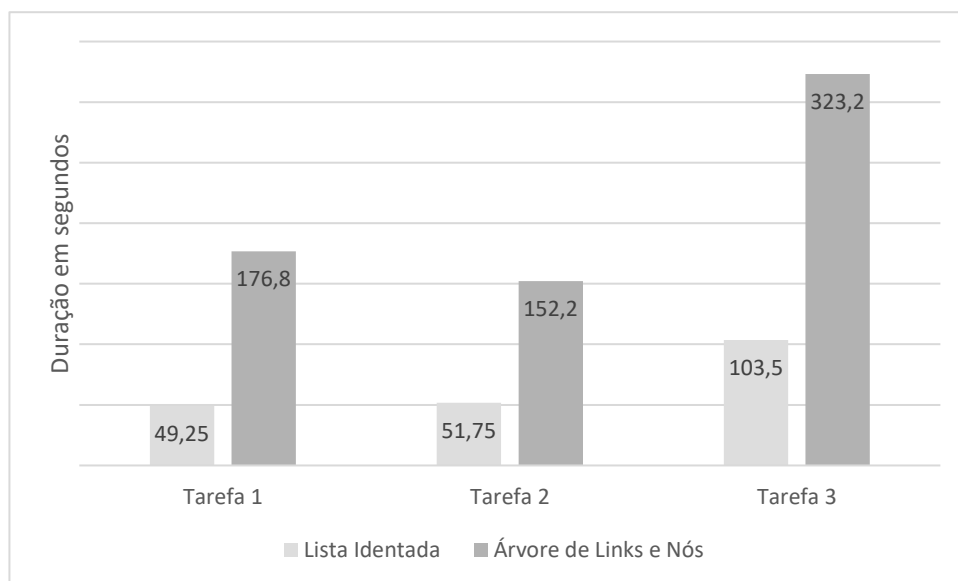
<sup>11</sup> <https://flic.kr/p/Hou8QM>

### 5.1.2 Análise de tarefas

A análise de tarefas realizadas pelos participantes da pesquisa gerou resultados que permitiram comparar o desempenho dos usuários em dois tipos de visualização de ontologias: lista indentada e árvore de links e nós. Ademais, permitiu compreender melhor a interação dos usuários com os recursos visuais testados e uma avaliação de usabilidade das ferramentas usadas, com o teste aplicado após a realização das tarefas.

Dos dez participantes dos testes de tarefas com o Protégé, quatro deles utilizaram a visualização de lista indentada e seis utilizaram a de árvore de links e nós. O Gráfico 14 apresenta uma comparação do tempo médio gasto, em segundos, para realização de cada uma das tarefas, em cada tipo de visualização.

Gráfico 14 – Tempo médio de realização de tarefas



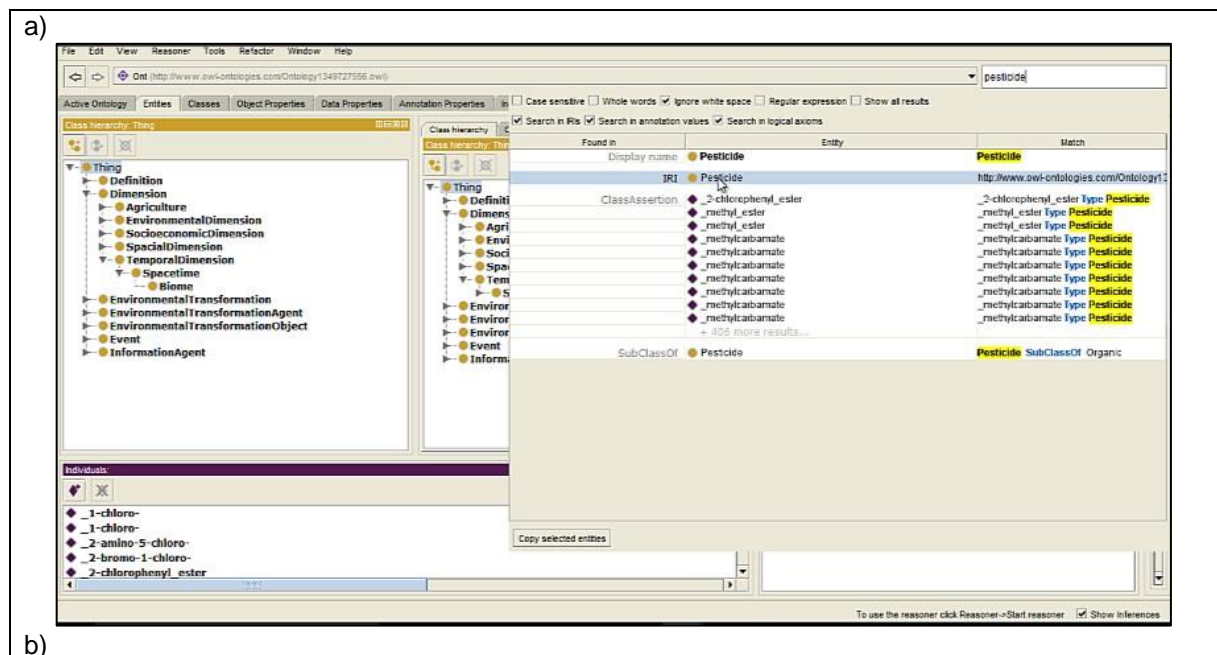
Fonte: Elaborado pela autora.

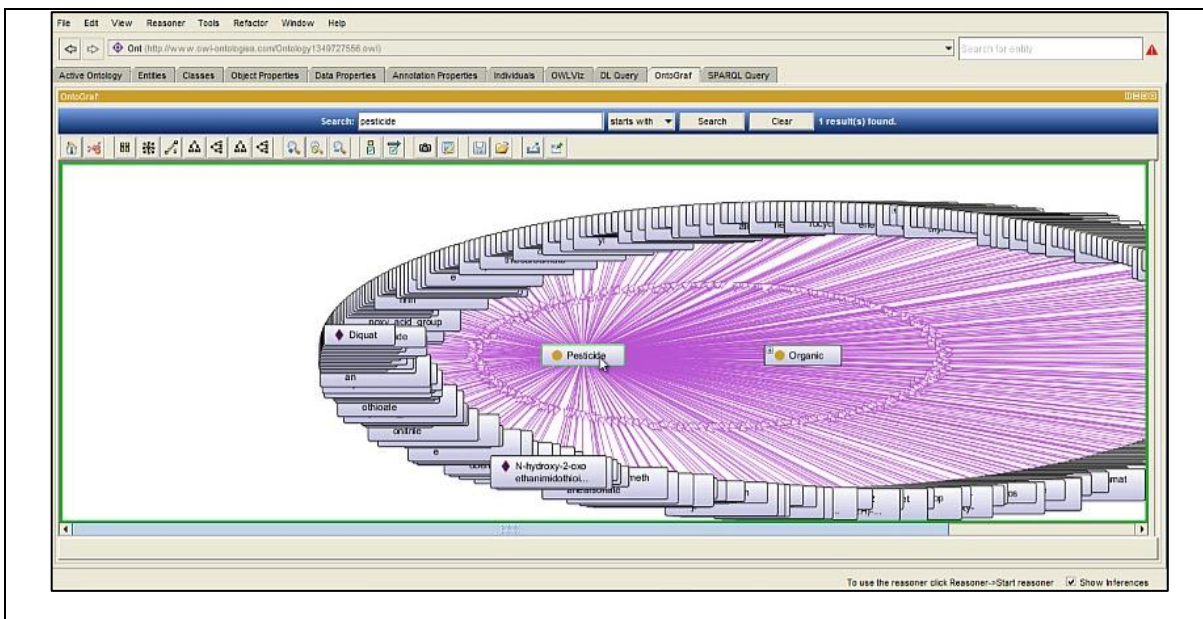
Ao analisar o Gráfico 14, nota-se que o tempo médio gasto para realização das tarefas usando o modelo de árvore de links e nós foi bem maior do que o gasto usando a interface de lista indentada. Pode-se observar que os usuários que utilizaram o modelo de árvores de links gastavam mais tempo para compreender a estrutura de organização da ontologia. Ao clicarem nos nós, para expandirem a visualização, perdiam-se no conteúdo e necessitavam voltar à raiz principal novamente para recomeçar o processo. Na interação com o modelo de lista indentada, observou-se

que a estrutura hierárquica parecia mais familiar e de fácil uso para os usuários. Analisando as gravações de telas, concluiu-se que houve maior assertividade na resposta das tarefas quando os usuários estavam usando a lista identada do que quando utilizavam a árvore de links e nós.

Os testes da tarefa 3 exigiram maior tempo dos usuários para resposta, no uso de ambos os modelos de visualização. Nessa tarefa, observou-se que houve uma demora na realização porque os usuários só usavam a estratégia de busca por palavra-chave para depois acessarem a estrutura da interface. A Figura 34a apresenta a interface de um dos participantes, no momento de realização da consulta por palavra-chave usando a lista identada. Quando realizada a busca por palavra-chave usando o termo de busca *pesticide*, por exemplo, era gerada uma resposta que permitia obter a resposta à questão. Já no modelo de árvore de links e nós, como mostra a Figura 34b, a busca gerava uma forma que não favorecia essa inferência de forma tão rápida.

Figura 34 – Interfaces dos testes de tarefas

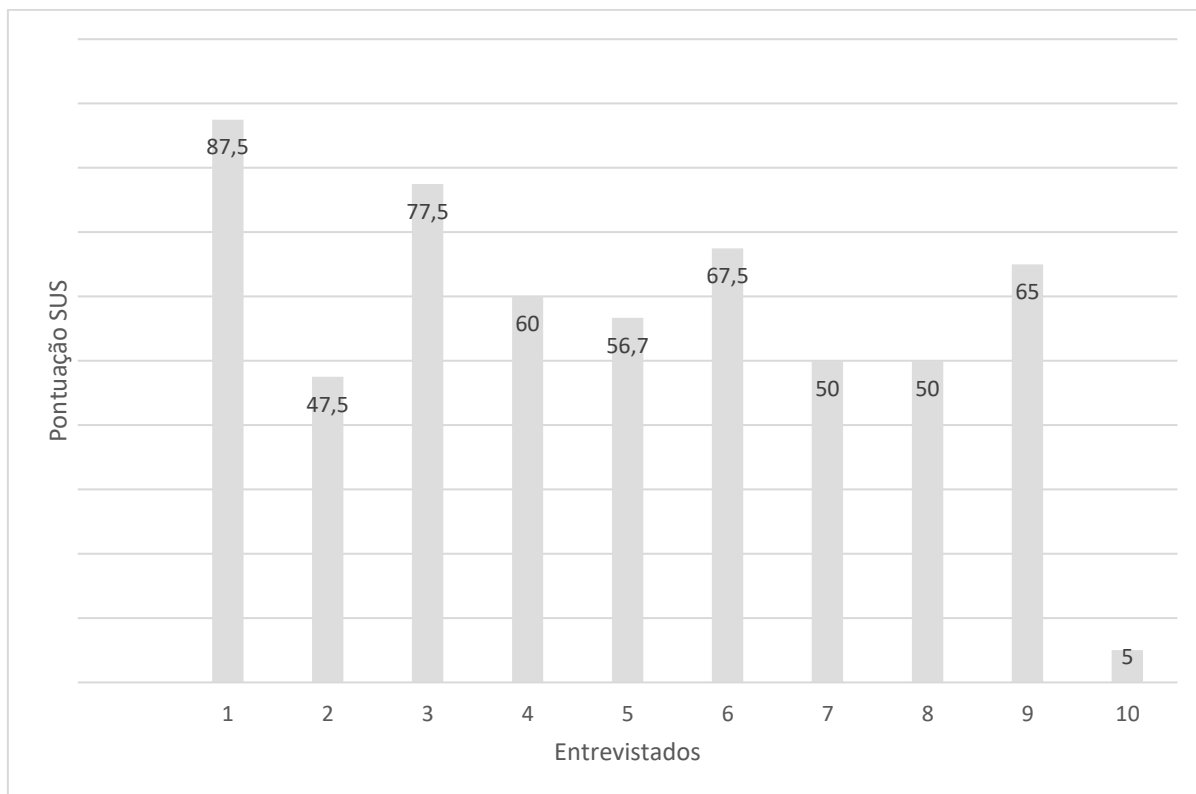




Fonte: Elaborado pela autora.

Após avaliação da realização das tarefas, foi aplicado o questionário *System Usability Scale* (SUS), com o qual se pôde obter os resultados da avaliação conforme os cálculos apresentados na seção 4.3 desta tese. O Gráfico 15 apresenta os valores obtidos com os dez participantes. Conforme Brooke (1996), resultados abaixo de 50 demonstram problemas de usabilidade.

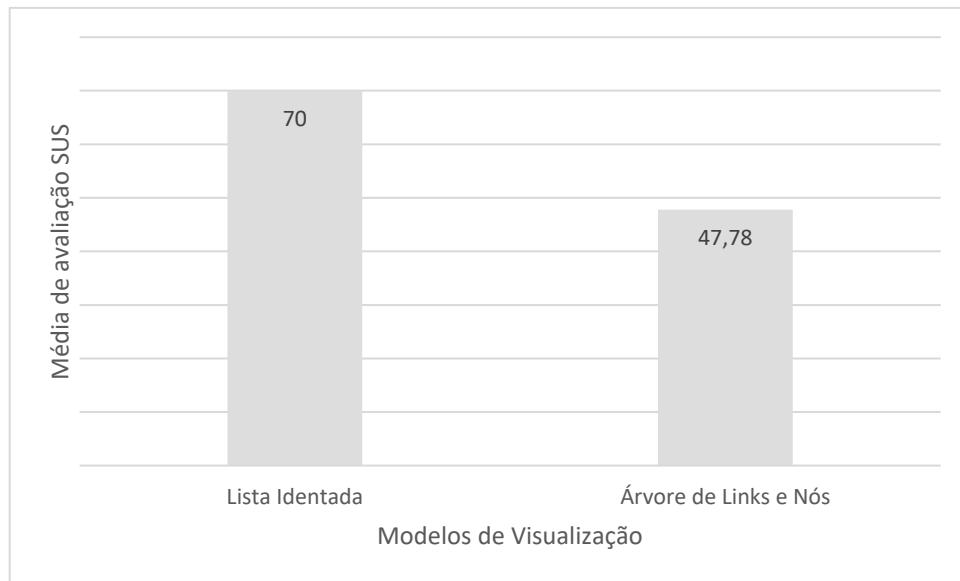
Gráfico 15 – Avaliação de usabilidade



Fonte: Elaborado pela autora.

Com o objetivo de comparar a usabilidade avaliada no modelo de lista identada e de árvores de links e nós, foi feita uma média das avaliações feitas pelos participantes de cada um dos modelos. Esse resultado é apresentado no Gráfico 16, onde se tem que a avaliação da árvore de links e nós é mais baixa do que a de lista identada. Observou-se que os participantes que conseguiram realizar as tarefas em menos tempo avaliaram a usabilidade de forma melhor do que os participantes que levaram maior tempo para conclusão. Com isso, tem-se que a relação de eficiência para alcançar os objetivos é proporcional à usabilidade de uma ferramenta.

Gráfico 16 – Média de avaliação SUS



Fonte: Elaborado pela autora.

Pela análise indicada por Bangor, Kortum e Miller (2008), ambos os resultados da avaliação usando o modelo SUS demonstram baixa usabilidade das ferramentas. No entanto, o valor médio de 70, obtido na avaliação com o método de lista identada, representa um resultado de usabilidade limítrofe entre regular e bom. O valor de 47,78 da árvore de links e nós pode ser considerado inaceitável, na escala entre ruim e regular. Estudos comparativos de técnicas de visualização realizadas por Katifori et al (2008) e Silva e Lima (2015) apresentam resultados de testes de usabilidade com usuários e indicam que os usuários, em geral, apresentam melhor uso do método de lista identada pela maior familiaridade com este formato de visualização, utilizado por outras ferramentas.

A análise de tarefas permitiu identificar que as ferramentas de visualização de ontologias, tanto na interface com lista identada quanto com árvore de links e nós não oferecem boa usabilidade para os usuários. Durante os testes com os participantes, percebeu-se que os recursos das interfaces não se apresentam de forma intuitiva para os participantes, exigindo, dessa forma, maior tempo para alcance dos objetivos. Na próxima seção, apresenta-se a análise de ambiente.

### 5.1.3 Análise de ambiente

A análise de ambiente consistiu em descrever os espaços onde os potenciais usuários poderão realizar as atividades que envolvem o uso de computadores e softwares, compreendendo os aspectos físicos, sociais e culturais. Essa descrição foi realizada a partir da observação das condições dos locais de trabalho do perfil de usuários e das entrevistas com os participantes. A seguir, descrevem-se as características para um ambiente desejado para o uso de uma ferramenta de visualização de ontologias.

Quanto ao aspecto físico, o ambiente deve ser arejado, provido de energia elétrica e internet e adequadamente iluminado com luz natural e artificial. O espaço de trabalho favorável deve ser composto de mobiliário de escritório que permita o uso de computadores com monitor, teclado e *mouse*. Considera-se ideal um sistema condicionador de temperatura para conforto na realização de tarefas de uso do sistema. O nível de ruídos deve ser o mais baixo possível para não perturbar a concentração do usuário na realização das tarefas.

No aspecto social, o uso do software deve ser livre de pressões por produtividade, rapidez e precisão, visto ser a organização do conhecimento o principal benefício do software. A interação entre pessoas no momento de uso do software pode ser permitida, assim como a solicitação de auxílio ou de manuais para melhor uso do software.

O ambiente cultural caracteriza-se por envolver pessoas com escolaridade de nível superior, interessadas em adquirir conhecimento sobre o domínio de trabalho. O uso de recursos tecnológicos para acesso à informação e comunicação é parte da cultura de trabalho de todos os envolvidos. Tradições religiosas e culturais podem implicar feriados, ocasionando a falta de acesso ao local de trabalho.

Esta seção apresentou a caracterização dos aspectos físico, social e cultural do meio ambiente. Essa análise é relevante para o desenvolvimento de soluções de visualização de ontologias, pois exercem influências na utilização das ferramentas de visualização de ontologias pelos usuários. Na próxima seção, apresenta-se a análise de produtos similares.

#### 5.1.4 Análise de produtos similares

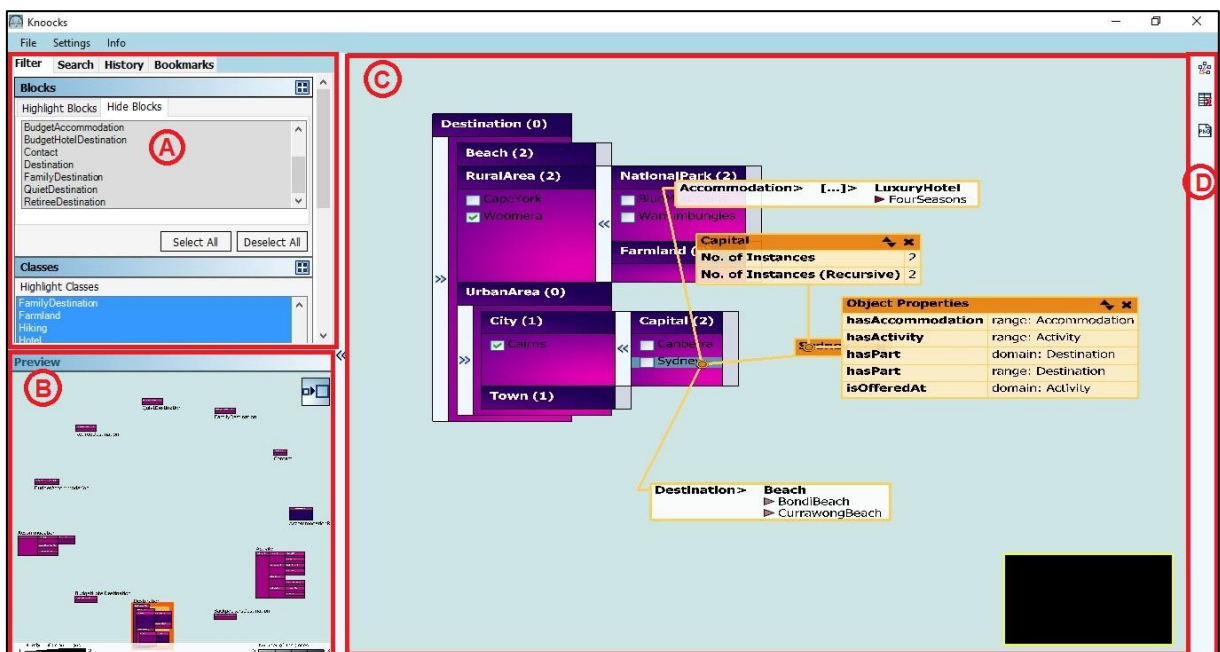
A análise de produtos similares foi realizada pela pesquisadora deste trabalho com o objetivo de conhecer a organização das interfaces e funções das ferramentas de visualização de ontologias. Conforme apresenta Nielsen (1992), esse tipo de análise não implica violação de direitos de propriedade, visto que objetiva identificar pontos fracos e fortes para criação de oportunidades diferenciais. Para essa análise, foram escolhidas as ferramentas Knoocks e VOWL, por terem sido as ferramentas descritas em maior número de artigos, na revisão de literatura realizada nesta tese. Além dessas, também analisaram-se as visualizações do Protégé 5.0 e do plugin OntoGraf, que foram utilizadas nos testes de tarefas com os usuários. Todos os produtos foram analisados utilizando-se a ontologia *Travel*, que foi escolhida do *Protégé Ontology Library* ([https://protegewiki.stanford.edu/wiki/Protege\\_Ontology\\_Library](https://protegewiki.stanford.edu/wiki/Protege_Ontology_Library)). Esta ontologia foi escolhida por representar um domínio de fácil conhecimento (viagem) e por ter uma quantidade de elementos suportada por todas as quatro ferramentas. Os testes não foram realizados com a OntoAgroHidro devido algumas ferramentas não suportarem a sua visualização pelo número de elementos definidos.

A ferramenta Knoocks, relatada nos trabalhos de Kriglstein e Motschnig-Pitrik (2008), Kriglstein (2009), Kriglstein e Wallner (2010), Kriglstein e Wallner (2011), não possui uma versão disponível para uso atualmente. Por meio de um contato com a autora principal deste *software*, obteve-se a informação de que o seu projeto de desenvolvimento foi descontinuado. No entanto, a autora cedeu os arquivos necessários para instalação da ferramenta para o estudo desta tese.

Na ferramenta Knoocks, as classes são representadas utilizando uma notação em forma de retângulos, denominados 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 35 ilustra a interface principal da ferramenta Knoocks. Nela pode-se observar que a interface é organizada em quatro partes 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, em tamanho reduzido. 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 35 – Interface da ferramenta Knoocks



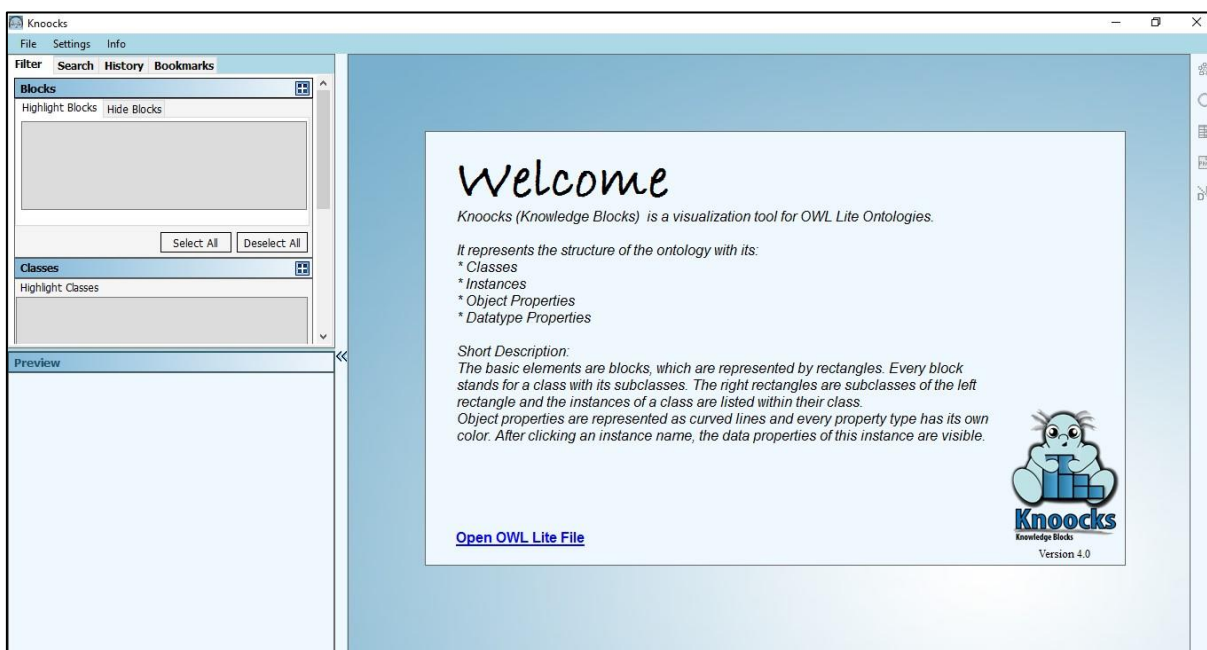
Fonte: Elaborado pela autora, com uso da ferramenta Knoocks.

Pode-se perceber que a organização da interface em blocos favorece o uso por usuários não especialistas em ontologias. Considerou-se positiva a estratégia de boas-vindas, utilizada na tela inicial do programa, para orientar o usuário quanto à representação utilizada, conforme mostra a Figura 36.

Outro aspecto que foi considerado relevante nessa ferramenta foi o recurso de filtros para o usuário controlar o volume de informação a ser visualizado e a

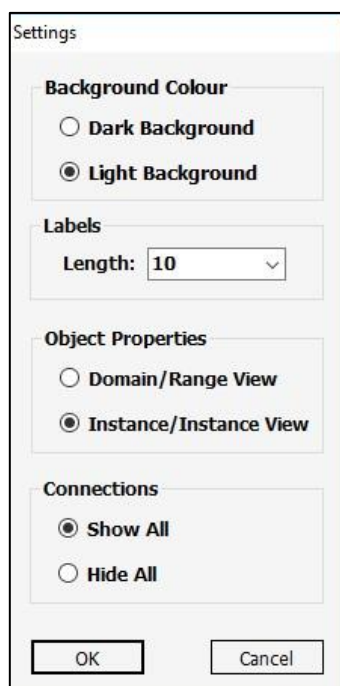
interface, mostrada na Figura 37, que apresenta ao usuário a definição de preferências no momento de abrir a ontologia. Percebeu-se, pelo tempo já decorrido do desenvolvimento da ferramenta, que sua interface pode ser considerada ultrapassada, tendo em vista as tendências atuais de formatos e cores. No entanto, sua organização e nível de controle oferecido ao usuário podem servir de inspiração para novas ferramentas a serem desenvolvidas.

Figura 36 – Tela inicial da interface da ferramenta Knoocks



Fonte: Elaborado pela autora, com uso da ferramenta Knoocks.

Figura 37 – Interface de configurações de preferências da ferramenta Knoocks



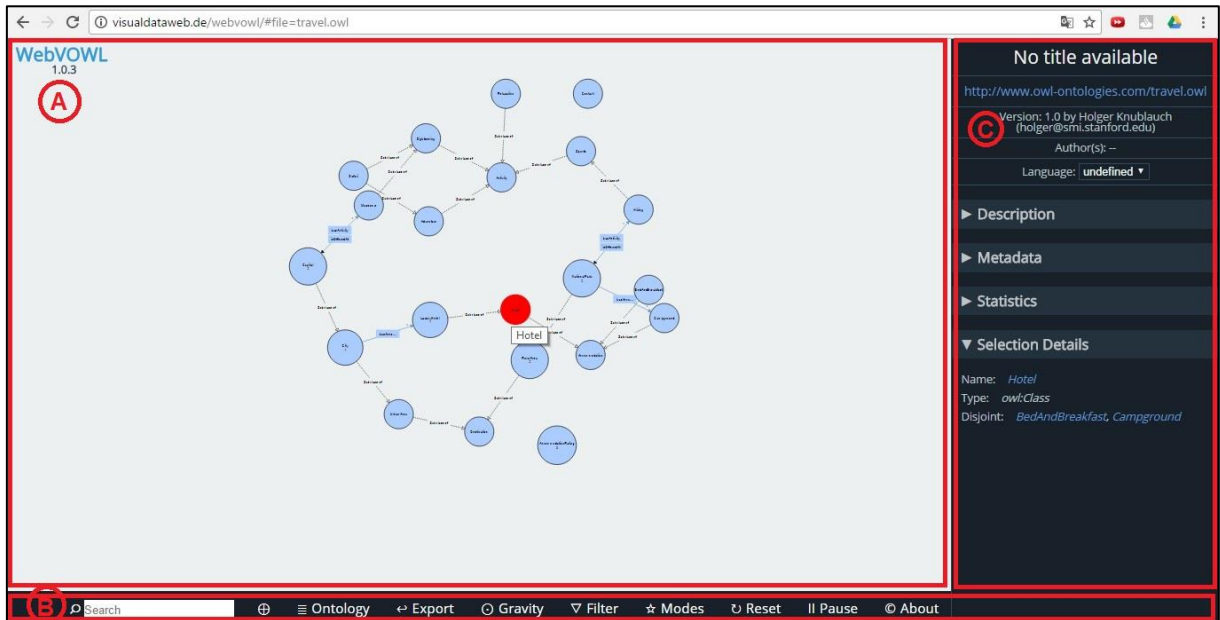
Fonte: Elaborado pela autora, com uso da ferramenta Knoocks.

A outra ferramenta analisada foi a VOWL, relatada nos trabalhos de Negru e Lohmann (2013), Lohmann et al. (2014a), Lohmann et al. (2014b) e Lohmann et al. (2016). Possui uma versão atualizada disponível e, pela documentação do projeto, está em contínuo desenvolvimento. Essa ferramenta possui tanto uma versão Web quanto uma versão para uso como *plugin* no Protégé.

Para os estudos deste trabalho, escolheu-se testar a ferramenta VOWL na versão Web, disponível em <http://visualdataweb.de/webvowl/>. A interface desta ferramenta está organizada em três partes, conforme mostra a Figura 38. 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. Entre essas funções, têm-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.

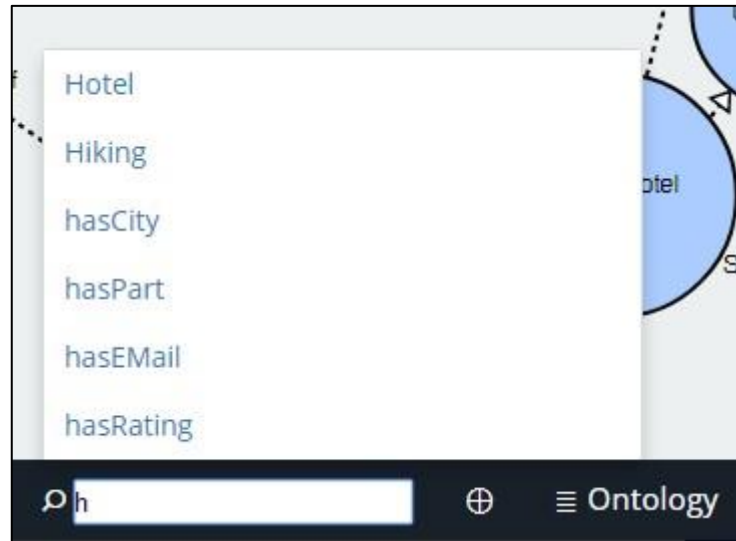
Figura 38 – Interface da ferramenta WebVOWL



Fonte: Elaborado pela autora, com uso da ferramenta WebVOWL.

Entre as potencialidades consideradas nesta ferramenta, tem-se a sua interface via Web, com interação rápida sobre o grafo que representa a ontologia e opções de ajustes para visão geral e detalhamento. A descrição na lateral direita referente ao item selecionado na ontologia favorece ao usuário o acesso à informação. O recurso de sugestão de termos, conforme mostra a Figura 39, favorece a busca por palavras-chave, permite que o usuário direcione a sua busca com facilidade. Entre as limitações da ferramenta, tem-se a dificuldade de visualizar ontologias maiores, que não são suportadas para uso pela ferramenta. Notou-se também que a representação fica confusa para o usuário quando é grande o número de elementos da ontologia a serem mostrados no grafo.

Figura 39 – Interface da ferramenta WebVOWL

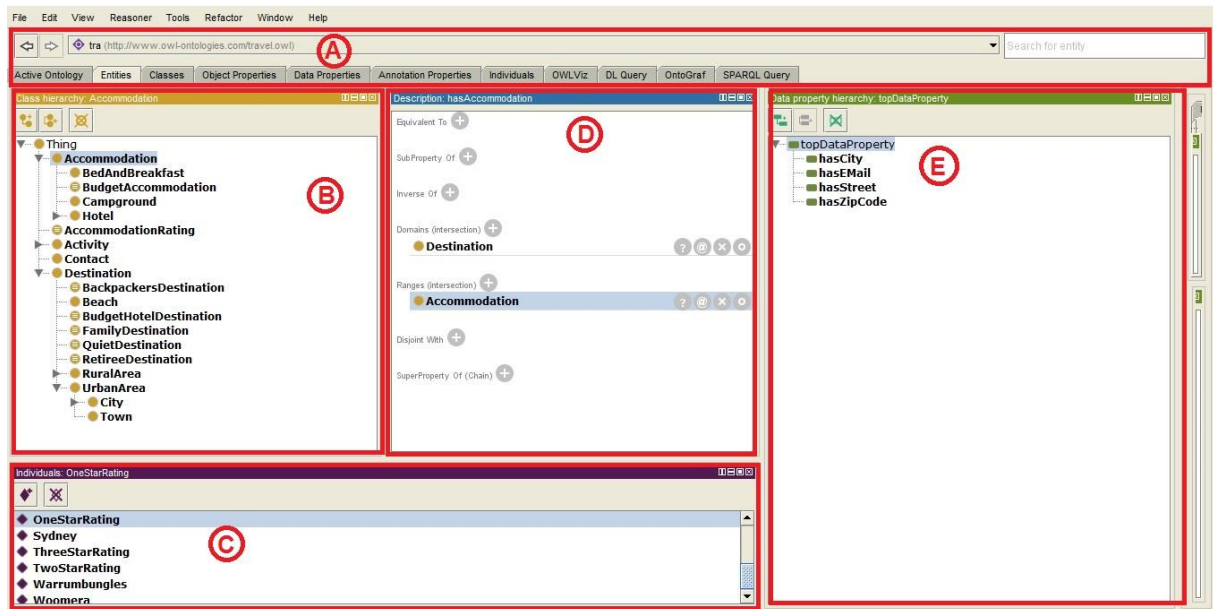


Fonte: Elaborado pela autora, com uso da ferramenta WebVOWL.

A interface de visualização do software Protégé é organizada por meio de abas e múltiplas janelas, conforme ilustrado na Figura 40. Existe a opção de configurar a exibição das janelas, conforme interesse do usuário. Na parte superior da interface (A), as abas permitem acessos aos elementos da ontologia e também aos *plugins* que podem ser instalados. O campo de busca por palavra-chave também é apresentado nessa área. O modelo de visualização em lista indentada facilita a visualização de hierarquia; no entanto, não favorece a apresentação de relações. Os ícones, com suas cores e formas, usados para representar as classes, instâncias e propriedades, facilitam a identificação dos elementos da ontologia.

Uma potencialidade do modelo de visualização do Protégé é a familiaridade dos usuários com o modelo de lista indentada, utilizada de forma similar na organização de pastas dos sistemas de arquivos dos sistemas operacionais. No entanto, percebe-se que este modelo não favorece uma visão geral e principalmente dos relacionamentos que fornecem informação importante para compreensão do domínio. O uso via desktop também não favorece uma flexibilidade para os usuários. O campo de palavra-chave no canto superior da lateral direita da interface não favorece o seu uso pelo usuário.

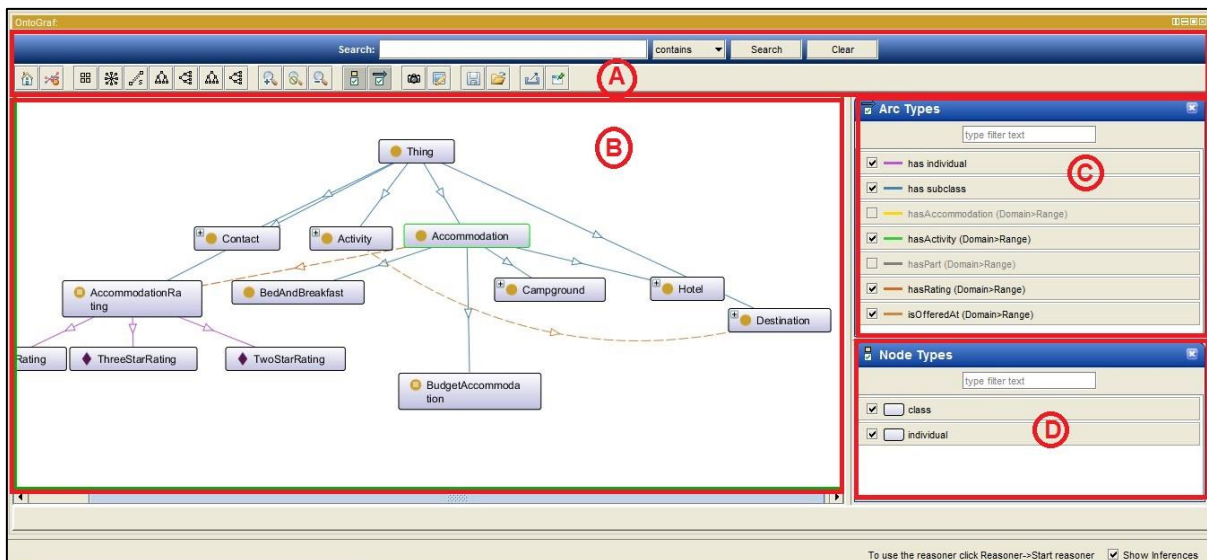
Figura 40 – Interface da ferramenta Protégé



Fonte: Elaborado pela autora, com uso da ferramenta WebVOWL.

A interface do OntoGraf também foi avaliada neste estudo. A Figura 41 apresenta a interface dessa ferramenta, executada como um *plugin* do Protégé. Essa ferramenta utiliza o modelo de árvores de links e nós. A parte superior (A) contém o campo de busca por palavra-chave para pesquisa e uma barra de botões que permite alterar a organização dos elementos da árvore apresentada, ampliar ou diminuir a visualização, gerar arquivo de imagem, salvar o grafo, dentre outros. A área central (B) permite interação com a representação, com o uso das opções de clicar e arrastar os elementos. As informações exibidas na lateral direita (C e D) são janelas que ficam disponíveis apenas por interesse do usuário. O conteúdo dessas interfaces informa sobre as relações e propriedades e permite aplicar filtros para modificar a visualização.

Figura 41 – Interface da ferramenta OntoGraf



Fonte: Elaborado pela autora, com uso da ferramenta OntoGraf.

A análise das quatro ferramentas permitiu conhecer as funções e características dos principais recursos para visualização de ontologias. Constata-se uma limitação nessas ferramentas quanto a versões em português. No próximo capítulo, encontram-se os requisitos para ferramentas de visualização de ontologias, elaborados a partir de todas as análises apresentada neste capítulo.

## 6 REQUISITOS PARA VISUALIZAÇÃO DE ONTOLOGIAS

*A usabilidade depende de pequenos detalhes, que em geral demandam um trabalho sistemático de engenharia de usabilidade para serem bem definidos.*  
Jacob Nilsen

Este capítulo apresenta uma proposta de especificação de requisitos ferramentas de visualização de ontologia de domínio, fundamentada na análise de contexto de uso realizada nesta pesquisa. Essa especificação tem a função de fornecer uma base e indicar caminhos para o processo de desenvolvimento da solução, apresentando as funções e exigências sobre os níveis de usabilidade e experiência que ela deve proporcionar aos seus usuários.

Com a finalidade de favorecer a compreensão do contexto da especificação, apresenta-se a proposta para o produto denominado OntoAgroHidro-Viz, que visa apoiar a visualização dentro do contexto estudado, que é o da ontologia OntoAgroHidro, desenvolvida pela Embrapa Agropecuária Informática. Seu uso objetiva auxiliar a gestão e a organização do conhecimento gerado entre profissionais e instituições nacionais e estrangeiras que estudam as interações entre os recursos hídricos e as cadeias produtivas agropecuárias e florestais, em busca de soluções baseadas em conhecimentos e tecnologias, voltadas à sustentabilidade e à melhoria da qualidade de vida dos produtores rurais e da população em geral.

O produto deverá apoiar as tarefas de recuperação de informação e acesso ao conhecimento sobre a temática de mudanças no clima, no uso e na cobertura da terra e os impactos nos recursos hídricos nos diferentes biomas brasileiros e os seus efeitos na sustentabilidade ambiental e econômica das comunidades rurais. Os possíveis usuários são profissionais da área de Computação, de Ciência da Informação e pesquisadores com interesse nesse tema. Espera-se com o produto promover maior facilidade para a integração, a troca e o avanço de conhecimentos entre profissionais e instituições nacionais e estrangeiras.

O OntoAgroHidro-Viz se propõe a oferecer recursos visuais e interativos para acesso à informação e ao conhecimento gerado no domínio representado por uma ontologia. A abordagem de concepção do produto é centrada no usuário para que este proporcione usabilidade e boas experiências de uso. A metodologia de

desenvolvimento recomendada para o produto é a de ciclos de prototipagens e avaliações com usuários, com conclusões incrementais de funções.

O investimento de desenvolvimento do produto OntoAgroHidro-Viz se justifica pelas necessidades a serem atendidas quanto a ter uma visão geral do domínio representado pela ontologia, bem como a recuperação da informação e o acesso ao conhecimento armazenado. Quanto aos benefícios, tem-se aqueles intrínsecos às ontologias e específicos gerados a partir da interface visual que a ferramenta proporcionará aos seus usuários. O Quadro 11 sintetiza as necessidades e os benefícios identificados para o produto OntoAgroHidro-Viz.

Quadro 11 – Necessidades e benefícios do produto OntoAgroHidro-Viz

<b>Necessidades</b>
Ter uma visão geral do conhecimento do domínio representado pela OntoAgroHidro.
Recuperar informação sobre o domínio.
Obter conhecimento sobre o domínio.
<b>Benefícios</b>
Organização do conhecimento.
Compartilhamento de informações e conhecimento.
Padronização de termos.
Agilidade para recuperação de informação.
Avanço da ciência por reutilização de resultados.
Promoção da integração, da troca e do avanço de conhecimentos.
Geração de novos conhecimentos por inferência.

Fonte: Elaborado pela autora.

A partir desse cenário, apresenta-se a seguir a indicação de requisitos funcionais que podem ser considerados essenciais no contexto estudado, bem como generalizados para ferramentas de visualização de ontologias. Esses requisitos descrevem as funções que um produto deve realizar para benefícios dos seus usuários. Apresenta-se o detalhamento de requisitos funcionais categorizados 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 na análise de contexto de uso desenvolvida nesta pesquisa.

Quanto aos requisitos funcionais básicos, propõe-se:

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 conforme o interesse do usuário, visto que elas 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 sugestão 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, conforme representação visual gerada pelos usuários.

9 *Oferecer acessibilidade para cores e tamanhos*: permitir que os usuários possam definir tamanho, contraste e cores utilizadas para acessibilidade de uso.

10 *Identificar usuários*: possibilitar autenticação de usuário e senha para controles de acesso.

Quanto aos requisitos funcionais inovadores, propõe-se:

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 notação gráfica para uso na ferramenta visando 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, com base 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.

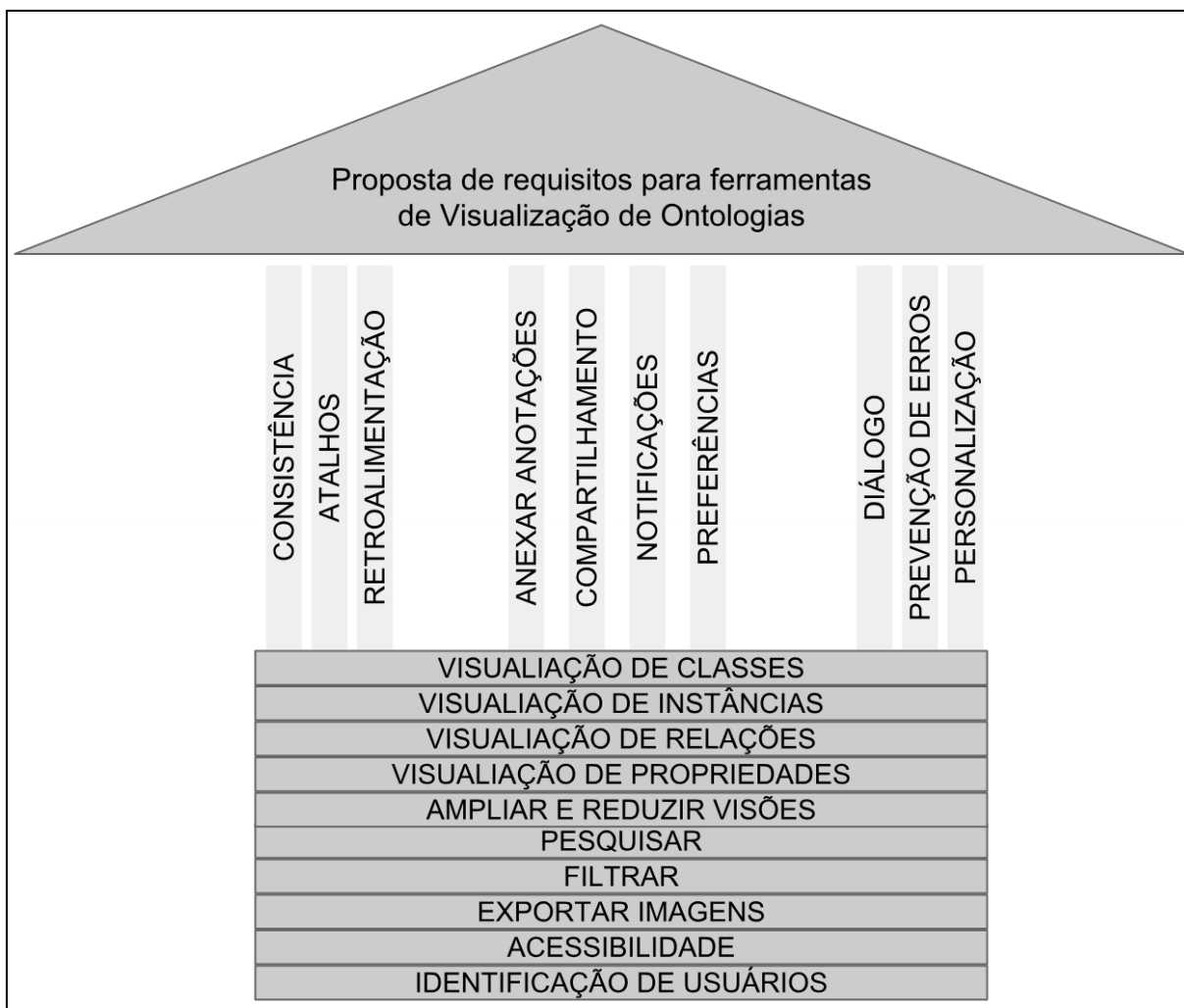
4. *Diálogo*: sinalizar para o usuário, por meio de mensagens, a sequência de tarefas realizadas.

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.

A Figura 42 representa os requisitos apresentados neste trabalho para ferramentas de Visualização de Ontologias. Os dez requisitos considerados funcionais básicos estão ilustrados na base da Figura 42. Os quatro requisitos funcionais considerados inovadores estão representados como os pilares centrais e os seis requisitos de usabilidade como os pilares de sustentação da proposta.

Figura 42 - Requisitos propostos



Fonte: Elaborado pela autora.

As especificações de exigências para a usabilidade definem os níveis de eficácia, eficiência e satisfação que os usuários devem alcançar ao realizarem as suas tarefas ferramentas de visualização de ontologia de domínio. O Quadro 12 apresenta a descrição das principais tarefas e medidas de usabilidade para fins de orientar o desenvolvimento e servir de critério nos futuros testes de usabilidade e de aprovação do produto.

Quadro 12 – Medidas de usabilidade para ferramentas de visualização de ontologia de domínio

	<b>Tarefa</b>	<b>Eficácia</b>	<b>Eficiência</b>	<b>Satisfação</b>
1	Visualizar classes, instâncias, relações e propriedades de uma ontologia.	90% dos usuários conseguem executar essa tarefa sem recorrer a manuais e a auxílio de treinamento.	Precisão e completude na primeira tentativa de uso.	Menos de 10% dos usuários relatam dificuldade para realizar a tarefa.
2	Ampliar e reduzir visões.	90% dos usuários conseguem manipular as visões de ontologias.	90% das tarefas de inferências por meio das visões estão corretas.	Menos de 10% dos usuários relatam desconforto visual para realizar a tarefa.
3	Realizar pesquisa por palavra-chave.	90% dos usuários identificam o local para pesquisa por palavra-chave.	Tempo menor que 60 segundos para a realização da tarefa.	Menos de 10% dos usuários relatam dificuldade para realizar a tarefa.
4	Aplicar filtros.	80% dos usuários conseguem realizar uma tarefa de aplicação de filtros.	Tempo menor que 3 minutos para a conclusão da tarefa.	Menos de 20% dos usuários relatam dificuldade para realizar a tarefa.
5	Salvar imagens da ontologia.	95% dos usuários realizam essa tarefa de modo satisfatório.	Tarefa concluída em menos de 60 segundos.	Menos de 10% de queixas quanto à dificuldade de realização da tarefa.

Fonte: Elaborado pela autora.

As medidas de usabilidade apresentadas no Quadro 12 foram definidas referindo-se a resultados de testes com usuários em interação com o produto OntoAgroHidro, em testes de tarefas previamente preparados para avaliação. A obtenção das medidas requer abordagens tanto objetivas quanto subjetivas. A validade do resultado para prever a usabilidade dependerá da extensão dos testes envolvendo usuários, tarefas e contexto de uso. A descrição das características dos usuários, tarefas e ambiente apresentada no Capítulo 5 podem auxiliar na seleção de

usuários para participarem das avaliações, bem como a preparação para as tarefas a serem realizadas

Além do conteúdo exposto, acrescenta-se dois aspectos. Quanto ao requisito operacional do produto, considera-se que para favorecer o uso multiplataforma, torna-se essencial que o seu desenvolvimento seja para uso via Web. O estudo referente à notação para se representar os elementos que constituem uma ontologia não foi abordado nesta pesquisa. Entende-se que esta escolha seja realizada no desenvolvimento da solução, baseando-se nos recursos de visualização de informação a serem adotados. As propostas de notação já sugeridas na literatura, como as propostas por Cai, Shi e Yang (2015) e também Negru e Lohmann (2013), podem ser um ponto de partida para as implementações.

Considera-se que outros requisitos além dos apresentados neste capítulo, podem vir a serem acrescentados durante os processos de testes do produto OntoAgroHidro-Viz, conforme objetivos de cada etapa do ciclo de desenvolvimento de um projeto. Os benefícios desta proposta apresentada previamente, baseada na análise de contexto de uso, são a diminuição dos custos e tempo para o desenvolvimento, bem como a diminuição de riscos do projeto, quanto à satisfação dos usuários. Destaca-se, no âmbito de adequação da solução do produto OntoAgroHidro-Viz, a importância da avaliação e validação da representação do domínio pela ontologia OntoAgroHidro por uma equipe de especialistas, como um processo à parte do desenvolvimento da solução de visualização de ontologia.

No próximo capítulo, apresentam-se as Considerações Finais sobre os resultados desta pesquisa e as sugestões de trabalhos futuros.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

*Na vida, o que aprendemos mesmo é a sempre fazer maiores perguntas.  
Guimarães Rosa*

Neste capítulo são apresentadas as considerações finais sobre a pesquisa desenvolvida e os resultados alcançados frente aos objetivos propostos. Descrevem-se ainda as possibilidades de trabalhos futuros que foram identificadas no percurso desta tese.

A pesquisa partiu da observação de que a visualização de ontologias pode favorecer a compreensão de domínios pelas pessoas não especialistas em ontologias, desde que se tenham soluções adequadas para sua visualização e recuperação de informação. O campo de abordagem do problema foi o da organização do conhecimento, com o uso de teorias desse e de outros correlatos, no intuito de criar mecanismos que possam favorecer o uso e o compartilhamento do conhecimento entre os usuários. No âmbito computacional, notou-se que o desenvolvimento de ontologias tem sido favorecido por soluções direcionadas a especialistas de ontologias e que, embora sofisticadas, essas soluções não atendem a todos os tipos de usuários. Logo, partiu-se da observação de que uma ferramenta que possibilite visualizar e navegar pela estrutura semântica de uma ontologia e ainda proporcione níveis de abstrações no acesso à informação pode favorecer aos usuários maior facilidade de compreensão do domínio representado por uma ontologia.

Partindo-se desse princípio, a pesquisa teve como objetivo propor requisitos para visualização de ontologias de domínio, com base no estudo das necessidades dos usuários, com vistas a favorecer os aspectos cognitivos deles, no acesso ao conteúdo informacional. Com isso, a expectativa do trabalho foi responder à questão: quais requisitos devem ser atendidos por uma ferramenta de Visualização de Ontologia para auxiliar os usuários na navegação e na busca de informação?

A justificativa que sustentou a relevância do desenvolvimento da pesquisa originou-se da revisão de literatura realizada. Por meio de um processo sistematizado, escolhido do processo denominado ProKnow-C, identificou-se que o problema de visualização de ontologias é também apresentado por vários outros pesquisadores, corroborando com as observações iniciais desta pesquisa. Quanto às abordagens

para solução, encontram-se três tendências: a) desenvolvimento de ferramentas; b) avaliação de ferramentas e c) avaliação de usuários. O fato de ter sido identificado que o maior número de trabalhos de pesquisa era de propostas de ferramentas chamou a atenção para o aspecto de que a maior parte das soluções apresentadas não estão em continuidade de desenvolvimento e nem se encontram com versões disponíveis para utilização. No aspecto de intercessão dos estudos de avaliação de ferramentas e de usuários, notou-se que a falta de adequação das soluções existentes torna o problema ainda em aberto para investigação.

Assim, considerando-se a vertente da Ciência da Informação que ressalta a importância de conhecimento da necessidade de informação do usuário, bem como dos seus comportamentos de busca e uso de informação, dirigiu-se esta pesquisa para este sentido, considerando que ela deve ser a base para gerar subsídios para o desenvolvimento de soluções que proporcione boa usabilidade e boas experiências aos seus usuários.

A fundamentação teórica que permitiu o desenvolvimento da pesquisa perpassou os conceitos relacionados aos Sistemas de Organização do Conhecimento, especificamente as ontologias, Visualização de Informação e Engenharia de Usabilidade. Assim, no percurso metodológico para tratar o problema, as etapas de pesquisa bibliográfica e revisão de literatura possibilitaram a organização do conhecimento sobre o tema. A etapa de análise de contexto de uso fundamentada na engenharia de usabilidade favoreceu a condução da avaliação de usuários e forneceu subsídios para a especificação de requisitos de usabilidade pretendida. Para a especificação dos requisitos de usabilidade, foi adotada a NBR ISO 9241-11 (ABNT, 2011a), que define usabilidade e explica como identificar a informação necessária a ser considerada na especificação de um dispositivo de interação visual em termos de desempenho e satisfação do usuário.

Os pressupostos que justificaram o desenvolvimento da tese foram todos atendidos. Quanto à usabilidade das ferramentas de visualização de ontologias, os testes realizados confirmaram que as soluções avaliadas não são intuitivas e adequadas para atender às necessidades dos usuários. No que se refere à utilização de recursos visuais para auxiliar a compreensão de domínios representados por

ontologias, o resultado das entrevistas demonstra que a visualização é considerada por todos os participantes como relevante e útil para o acesso ao conhecimento. Além disso, foi possível aplicar no estudo todas as etapas da análise de contexto de uso, confirmando-as como processo adequado para especificação de requisitos de usabilidade.

Ao final desta pesquisa, considera-se que a metodologia adotada se mostrou adequada para alcançar os objetivos propostos. Referente ao objetivo de analisar as necessidades de visualização de informação dos usuários, conclui-se que a análise de contexto de uso forneceu subsídios para a especificação de requisitos de usabilidade e de funções para visualização de ontologias. Desse modo, tem-se que a usabilidade de uma ferramenta de visualização de ontologias pode ser projetada com vistas a favorecer a satisfação de uso pelos seus usuários. Por meio de uma solução que possibilite visualizar e navegar pela estrutura semântica de uma ontologia, espera-se contribuir para maior facilidade na compreensão de domínios e disseminação de conhecimento dentro de uma comunidade.

Quanto ao objetivo específico de evidenciar o cenário de pesquisa no desenvolvimento de ferramentas de visualização para ontologias, considera-se que este trabalho, pelo desenvolvimento da sua revisão de literatura, contribuiu para o delineamento de trabalhos desenvolvidos neste cenário. A aplicação do Proknow-C como instrumento para sistematização da revisão permitiu uma seleção criteriosa de referências e análise do cenário de pesquisa dentro da temática escolhida. A bibliometria do estudo permitiu destacar os principais periódicos, autores e palavras-chave utilizados nos trabalhos. Além disso, a categorização dos estudos quanto aos seus objetivos favorece o desenvolvimento de novas pesquisas sobre o assunto.

Objetivando contribuir para o desenvolvimento de ferramentas de visualização de informação para ontologias de domínio, considera-se que as análises e os requisitos apresentados neste trabalho podem ser usados de forma imediata para iniciar um projeto interativo de desenvolvimento. Os benefícios que podem ser obtidos da análise de contexto de uso realizada expressam-se tanto na redução de tempo do processo quanto na especificação dos itens de usabilidade para realização de testes. Com isso, espera-se que ferramentas de visualização de ontologias sejam criadas de

forma que atendam aos aspectos de eficiência e eficácia da interface alinhadas às necessidades dos usuários.

Quanto à expectativa de trabalhos futuros a serem desenvolvidos nesta trilha de pesquisa, destaca-se o desenvolvimento de soluções que atendam aos requisitos identificados neste estudo, com envolvimento de usuários em avaliações contínuas de resultados. Sugere-se que, por meio de protótipos, sejam elucidados os aspectos relacionados ao modelo de visualização de informação. Com testes realizados frequentemente com usuários, a solução pode ser aprimorada até alcançar o nível de qualidade desejada.

Sugere-se, também, que estudos de visualização de informação sejam realizados com aplicação a outros tipos de Sistema de Organização do Conhecimento. Estudos referentes à escolha de tipos de visualização para cada tipo de SOC também se apresentam como abertos à investigação. Em outra esfera, são necessários estudos que possam avaliar a contribuição positiva da visualização para a cognição humana.

Concluindo, ressalta-se a relevância da aplicação dos fundamentos da Ciência da Informação em conjunto com campos teóricos de outras áreas, para o desenvolvimento de soluções que favoreçam a organização do conhecimento. Apesar de haver distinções de objetivos entre as áreas, tem-se que a busca por proporcionar melhores condições de acesso ao conhecimento para aqueles que deles necessitam unifica a responsabilidade social da Ciência da Informação com o propósito das outras áreas.

## REFERÊNCIAS

AGNER, Luiz. *Ergodesign e arquitetura de informação: trabalhando com o usuário*. 2. ed. Rio de Janeiro: Quartet, 2009.

AGUILA, Audilio; PINTO, Adilson; SEMELER, Alexandre; SOARES, Ana Paula. *Visualização de dados, informação e conhecimento*. Florianópolis: Editora UFSC, 2017. 211 p.

ALMEIDA, Maurício Barcellos; BAX, Marcello Peixoto. Uma visão geral sobre ontologias: pesquisa sobre definições, tipos, aplicações, métodos de avaliação e de construção. *Ciência da Informação*, Brasília, DF, v. 32, n. 3, p. 7-20, set./dez. 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ci/v32n3/19019.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2017.

ALMEIDA, Maurício Barcellos. Revisiting ontologies: a necessary clarification. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, v. 64, p. 1682-1693, ago. 2013. Acesso em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/asi.22861/citedby>>. Disponível em: 08 dez. 2015.

ARAÚJO, Webert Junio. *Avaliação de ontologia com base na comparação a um corpus*. 2016. 109 p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Ciência da Informação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR ISO 9241-11: requisitos ergonômicos para o trabalho com dispositivos de interação visual – Parte 11: Orientações sobre usabilidade*. Rio de Janeiro, 2011a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR ISO 9241-210: ergonomia da interação humano-sistema – Parte 210: Projeto centrado no ser humano para sistemas interativos*. Rio de Janeiro, 2011b.

AZEVEDO, Mauricio Maia Vinhas de; MARCONDES, Carlos Henrique. Aportes da visualização da informação para sistemas de recuperação da informação. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO. 16., 2015, João Pessoa, PB. *Anais...* João Pessoa, PB: Universidade Federal da Paraíba, 2015.

BABARIA, Ketan. Using Treemaps to Visualize Gene Ontologies. *Human Computer Interaction Lab and Institute for Systems Research*, University of Maryland, College Park, MD USA, 2001. Disponível em: <<https://www.cs.umd.edu/hcil/treemap/GeneOntologyTreemap.pdf>>. Acesso em: 27 fev. 2016.

BACH, Benjamin et al. OntoTrix: a hybrid visualization for populated ontologies. In: INTERNATIONAL CONFERENCE COMPANION ON WORLD WIDE WEB, 20., 2011, Hyderabad, India. *Proceedings...* New York: ACM, 2011. p. 177-180. ISBN: 978-1-4503-0637-9. DOI: 10.1145/1963192.1963283.

BANGOR, Aaron; KORTUM, Philip T.; MILLER, James T. An empirical evaluation of the system usability scale. *Intl. Journal of Human-Computer Interaction*, v. 24, n. 6, p. 574-594, 2008.

BARROS, Diego Augusto de Farias. *UTIL: uma taxonomia unificada para visualização de informação*. 2015. [paginação irregular] Dissertação (Mestrado em Ciências da Computação) – Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.

BARBOSA, Simone D. J.; SILVA, Bruno S. S. *Interação humano-computador*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

BĀRZDIŅŠ, Jānis et al. OWLGrEd: a UML style graphical notation and editor for OWL 2. In: INTERNATIONAL WORKSHOP OWL: EXPERIENCE AND DIRECTIONS, 7., 2010, *Proceedings...* 2010a. Disponível em: <[http://webont.org/owlled/2010/papers/owlled2010\\_submission\\_5.pdf](http://webont.org/owlled/2010/papers/owlled2010_submission_5.pdf)>. Acesso em: 20 mar. 2017.

BĀRZDIŅŠ, Jānis et al. UML style graphical notation and editor for OWL 2. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PERSPECTIVES IN BUSINESS INFORMATICS RESEARCH, 9., 2010b, *Proceedings...* Rostock, Germany: Springer, 2010. p. 102-114. DOI: 10.1007/978-3-642-16101-8\_9.

BOINSKI, Tomasz. et al. Ontology visualization. In: PROCEEDINGS OF THE 2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION TECHNOLOGY, 2., 2010, Gdańsk. *Proceedings...* Gdańsk: IEEE, 2010. p. 17-20. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5553405&isnumber=5553328>>. Acesso em: 08 dez. 2015.

BONACIN, Rodrigo; NABUCO, Olga Fernanda; PIEROZZI JUNIOR, Ivo. Conceptualizing the impacts of agriculture on water resources: experiences and ontology engineering challenges. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON MANAGEMENT OF EMERGENT DIGITAL ECOSYSTEMS, 5., 2013, Luxembourg. *Proceedings...* New York: ACM, 2013. p. 262-269. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.future.2015.04.010>>. Acesso em: 08 dez. 2015.

BONACIN, Rodrigo; NABUCO, Olga Fernanda; PIEROZZI JUNIOR, Ivo. Ontology models of the impacts of agriculture and climate changes on water resources: Scenarios on interoperability and information recovery. *Future Generation Computer Systems*, v. 54, p. 423-434, Jan. 2016. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/137810/1/Ontology-Bonacin.pdf>>. Acesso em: 08 fev. 2016.

BOSCA, Alessio, BOMINO, Dario, PELLEGRINO, Paolo. OntoSphere: more than a 3D ontology visualization tool. In: PROCEEDINGS OF SWAP, THE 2ND ITALIAN SEMANTIC WEB WORKSHOP, 2., 2005, Trento. *Proceedings...* Trento: CEUR, 2005. Disponível em: <<http://ceur-ws.org/Vol-166/8.pdf>>. Acesso em: 08 dez. 2015.

BRASIL. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. Resolução nº 466, de 2012. Brasília, DF, 2012.

BRÄSCHER, Marisa; CAFÉ, Lígia. Organização da informação ou organização do conhecimento. In: IX ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO, 9., 2008, São Paulo. *Anais...* São Paulo: [s.n], 2008. p. 1-14. Disponível em: <[http://skat.ihmc.us/rid=1KR7TM7S9-S3HDKP-5STP/BRASCHER%20CAF%C3%89\(2008\)-1835.pdf](http://skat.ihmc.us/rid=1KR7TM7S9-S3HDKP-5STP/BRASCHER%20CAF%C3%89(2008)-1835.pdf)>. Acesso em: 08 dez. 2015.

BROOKE, John et al. SUS-A quick and dirty usability scale. *Usability evaluation in industry*, v. 189, n. 194, p. 4-7, 1996.

CAI, Zhi; SHI, Kangkai; YANG, Hongli. A novel visualization for ontologies of semantic web representation. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTATIONAL INTELLIGENCE AND COMMUNICATION NETWORKS, 2015, Jabalpur, *Proceedings...* Jabalpur: IEEE, 2015. p. 1371-1374. Electronic ISSN: 2472-7555. DOI: 10.1109/CICN.2015.266.

CAMPOS, Maria Luíza de Almeida. O papel das definições na pesquisa em ontologia. *Perspectivas em Ciência da Informação*, Belo Horizonte, v. 15, n. 1, p. 220-238, jan./abr. 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pci/v15n1/13.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2017.

CARD, Stuart K.; MACKINLAY, Jock D.; SHNEIDERMAN, Ben. *Readings in information visualization: using vision to think*. San Francisco: Morgan Kaufmann, 1999. 686 p.

CARD, Stuart K.; ROBERTSON, George G.; MACKINLAY, Jock D. The information visualizer, an information workspace. In: SIGCHI CONFERENCE ON HUMAN FACTORS IN COMPUTING SYSTEMS, 1991, New Orleans. *Proceedings...* New York: ACM Press, 1991. p. 181-186. ISBN: 0-89791-383-3. DOI: 10.1145/108844.108874.

CARD, Stuart K.; MORAN, Thomas P.; NEWELL, Allen. *The psychology of human-computer interaction*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associate, 1983. 469 p.

CARLAN, Eliana. *Sistemas de organização do conhecimento: uma reflexão no contexto da Ciência da Informação*. 2010. 100 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação) – Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2010. Disponível em: <<http://repositorio.unb.br/handle/10482/7465>>. Acesso em: 08 dez. 2015.

CATENAZZI, Nadia; SOMMARUGA, Lorenzo; MAZZA, Riccardo. User-friendly ontology editing and visualization tools: the OWLeasyViz approach. In: INTERNATIONAL CONFERENCE INFORMATION VISUALISATION, 13., 2009, Barcelona. *Proceedings...* Los Alamitos: IEEE, 2009. p. 283-288. Print ISSN: 1550-6037. DOI: 10.1109/IV.2009.34.

CERANS, Karlis et al. Domain-specific OWL ontology visualization with OWLGrEd. In: EXTENDED SEMANTIC WEB CONFERENCE, 2015, Heraklion. *Proceedings...*

Heidelberg: Springer, 2015. p. 419-424. ISBN: 978-3-662-46640-7 (Print). 978-3-662-46641-4 (Online). DOI: 10.1007/978-3-662-46641-4\_38.

CIRCOS. Using Circos to Visualize Non-Genomic (General) Data // CIRCOS Circular Genome Data Visualization. Disponível em: < [http://circos.ca/intro/general\\_data/](http://circos.ca/intro/general_data/) > . Acesso em: 07 abr. 2016.

CORREA, Renato Fernandes; VIEIRA, Jessica Monique de Lira. Representações visuais para recuperação de informação na BDTD-UFPE. *Perspectivas em Ciência da Informação*, v.18, n.4, p.18-34, out./dez. 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pci/v18n4/03.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2017.

CHART SELECTOR – In Portuguese – The Extreme Presentation(tm) Method. Disponível em < [http://extremepresentation.typepad.com/blog/2007/06/chart\\_selector\\_.html](http://extremepresentation.typepad.com/blog/2007/06/chart_selector_.html) > . Acesso em: 01 jul. 2017.

CVJETKOVIĆ, Vladimir; ĐOKIĆ, Marija; ARSIĆ, Branko. Ontology Visualization: Graphical web user interface for ontologies. In: PROCEEDINGS IN ARSA – ADVANCED RESEARCH IN SCIENTIFIC AREAS, 2012, Serbia. *Proceedings...* Serbia: EDIS – Publishing Institution of the University of Zilina, 2012. p.1999-2004. Disponível em: <<http://arsa-conf.com/archive/?vid=1&aid=3&kid=60101-198&q=f1>>. Acesso em: 08 dez. 2015.

CYBIS, Walter de A.; BETIOL, Adriana H.; FAUST, Richard. *Ergonomia e Usabilidade: Conhecimentos, Métodos e Aplicações*. 3 ed. São Paulo: Novatec Editora, 2015.

DAHLBERG, Ingetraut. Knowledge organization: a new science? *Knowledge Organization*, Frankfurt, v. 33, n. 1, p. 11-19, 2006.

DE MAIO, Carmen et al. Knowledge structuring to support facet-based ontology visualization. *International Journal of Intelligent Systems*, Fisciano, v. 25, n. 12, p. 1249-1264, 2010. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/int.20451/full>>. Acesso em: 08 dez. 2015.

DIAS, Mateus Pereira. *A contribuição da Visualização da Informação para a Ciência da Informação*. 2007. 116 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação) –

Centro de Ciências Sociais Aplicadas, Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, 2007.

ENSSLIN, Leonardo et al. Processo para evidenciação do estado da arte aplicado ao tema gestão de produção científica. *Transinformação*, v. 27, n. 3, p. 219-228, 2015. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/tinf/v27n3/0103-3786-tinf-27-03-00219.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2017. ISSN 2318-0889.

ENSSLIN, Leonardo; ENSSLIN, Sandra; PACHECO, Giovanni C. Um estudo sobre segurança em estádios de futebol baseado na análise da literatura internacional. *Perspectivas em Ciências da Informação*, v. 17, n. 2, p. 71-91, 2012.

FEINER, Steven K.; BESHERS, Clifford. Worlds within worlds: metaphors for exploring n-dimensional virtual worlds. In: ANNUAL ACM SIGGRAPH SYMPOSIUM ON USER INTERFACE SOFTWARE AND TECHNOLOGY, 3., 1990, Snowbird. *Proceedings...* Snowbird: ACM, 1990. p. 76-83. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.34.9201&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2017.

FREITAS, Carla Maria Dal Sasso et al. Introdução à visualização de informações. *RITA – Revista de Informática Teórica e Aplicada*, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 143-158, out. 2001.

FU, Bo; NOY, Natalya F.; STOREY, Margaret-Anne. Eye tracking the user experience: an evaluation of ontology visualization techniques. *Semantic Web*, v. 8, n. 1, p. 23-41, 2017.

FU, Bo; NOY, Natalya F.; STOREY, Margaret-Anne. Indented tree or graph? a usability study of ontology visualization techniques in the context of class mapping evaluation. In: INTERNATIONAL SEMANTIC WEB CONFERENCE, 12., 2013, Sydney. *Proceedings...* Heidelberg: Springer, 2013. p. 117-134.

GHORBEL, Fatma et al. MEMO GRAPH: an ontology visualization tool for everyone. *Procedia Computer Science*, v. 96, p. 265-274, 2016. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/307914732\\_MEMO\\_GRAPH\\_An\\_Ontology\\_Visualization\\_Tool\\_for\\_Everyone/fulltext/57d2795108ae6399a38d24af/307914732](https://www.researchgate.net/publication/307914732_MEMO_GRAPH_An_Ontology_Visualization_Tool_for_Everyone/fulltext/57d2795108ae6399a38d24af/307914732)>

[\\_MEMO\\_GRAPH\\_An\\_Ontology\\_Visualization\\_Tool\\_for\\_Everyone.pdf?origin=publication\\_detail](#)>. Acesso em: 20 mar. 2017.

GIL, Antônio Carlos *Como elaborar projetos de pesquisa*. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GOOGLE. Disponível em <[www.google.com.br](http://www.google.com.br)>. Acesso em: 20 mar. 2017.

GRUBER, Thomas R. A translation approach to portable ontology specifications. *Knowledge acquisition*, Stanford, v. 5, n. 2, p. 199-220, 1993. Disponível em: <<http://tomgruber.org/writing/ontolingua-kaj-1993.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2017.

GUARINO, N. (Ed.). Formal ontology in information systems. In: PROCEEDINGS OF THE FIRST INTERNATIONAL CONFERENCE (FOIS'98), 1998, Trento. *Proceedings...* Padova: IOS Press, 1998. p. 3-15.

GUIZZARDI, Giancarlo. *Desenvolvimento para e com reuso: um estudo de caso no domínio de vídeo sob demanda*. 2000. 202 f. Dissertação (Mestrado em Informática) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2000. Disponível em: <[http://www.inf.ufes.br/~falbo/download/aulas/es-m/2007-1/dissertacao\\_gian.pdf](http://www.inf.ufes.br/~falbo/download/aulas/es-m/2007-1/dissertacao_gian.pdf)>. Acesso em: 20 mar. 2017.

HAAG, Florian et al. OntoViBe: an ontology visualization benchmark. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON KNOWLEDGE ENGINEERING AND KNOWLEDGE MANAGEMENT: VISUAL, 19., 2014, Linköping. *Proceedings...* Gewerbestrasse: Springer International Publishing, 2014. p. 14-27. eBook ISBN: 978-3-319-17966-7. DOI: 10.1007/978-3-319-17966-7\_9.

HODGE, Gail. *Systems of knowledge organization for digital libraries: beyond traditional authorities files*. Washington, DC: Council on Library and Information Resources, 2000. Disponível em: <<https://www.clir.org/pubs/reports/pub91/pub91.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2017.

HOWSE, John et al. Visualizing ontologies: a case study. In: INTERNATIONAL SEMANTIC WEB CONFERENCE, 10., 2011, Bonn. *Proceedings...* Heidelberg: Springer-Verlag, 2011. p. 257-272. eBook ISBN: 978-3-642-25093-4. DOI: 10.1007/978-3-642-25073-6\_17.

HUYNH , Anh; FU, B. Information search in ontology visualization – an eyetracking user study of indented list on desktop and tablet computers. In: INTERNATIONAL JOINT CONFERENCE ON KNOWLEDGE DISCOVERY, KNOWLEDGE ENGINEERING AND KNOWLEDGE MANAGEMENT, 8., 2016, Porto. *Proceedings...* Setúbal: Science and Technology Publications, 2016. p. 129-135. Vol. 1. ISBN: 978-989-758-203-5.

KATIFORI, Akrivi et al. Ontology visualization methods: a survey. *ACM Computing Surveys*, v. 39, n. 4, p. 10, 2007. Disponível em: <<http://disi.unitn.it/~p2p/RelatedWork/Matching/a10-katifori.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2017.

KATIFORI, Akrivi et al. Selected results of a comparative study of four ontology visualization methods for information retrieval tasks. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON RESEARCH CHALLENGES IN INFORMATION SCIENCE, 2., 2008, Marraquexe. *Proceedings...* Nice: IEEE, 2008. p. 133-140.

KATIFORI, Akrivi. et al. A comparative study of four ontology visualization techniques in protege: Experiment setup and preliminary results. In: INFORMATION VISUALIZATION, 2006. IV 2006. TENTH INTERNATIONAL CONFERENCE ON, 4., 2006, London. *Proceesings...* London: IEEE, 2006. p. 417-423. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1648294&isnumber=34559>>. Acesso em: 08 dez. 2015.

KATIFORI, Akrivi. et al. Ontology visualization methods: a survey. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, v. 39, n. 4, p. 10-43, mar. 2007. Disponível em: <<http://disi.unitn.it/~p2p/RelatedWork/Matching/a10-katifori.pdf>>. Acesso em: 08 dez. 2015.

KIM, Jong-Ae. Understanding knowledge representation in the knowledge management environment: evaluation of ontology visualization methods. *Knowledge Organization*, v. 39, n. 3, p. 193-203, july. 2012.

KITCHENHAM, Barbara. Procedures for performing systematic reviews. *Keele, UK, Keele University*, v. 33, 2004, p. 1-26, 2004.

KRIGLSTEIN, Simone; MOTSCHNIG-PITRIK, Renate. Knoocks: New visualization approach for ontologies. In: *Information Visualisation*, 2008. IV'08. 12th International Conference. IEEE, 2008. p. 163-168.

KRIGLSTEIN, Simone. User requirements analysis on ontology visualization. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPLEX, INTELLIGENT AND SOFTWARE INTENSIVE SYSTEMS, 2009, Fukuoka. *Proceedings...* Los Alamitos: IEEE, 2009. p. 694-699. DOI: 10.1109/CISIS.2009.37.

KRIGLSTEIN, Simone; WALLNER, Günter. Development process and evaluation of the ontology visualization tool knoocks-a case study. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON IMAGING THEORY AND APPLICATIONS AND INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION VISUALIZATION THEORY AND APPLICATIONS, 2011, Vilamoura. *Proceedings...* Setúbal: Science and Technology Publications , 2011. p. 187-197. DOI:10.5220/0003324101870197.

KRIGLSTEIN, Simone; WALLNER, Günter. Knoocks-a visualization approach for owl lite ontologies. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPLEX, INTELLIGENT AND SOFTWARE INTENSIVE SYSTEMS, 4., 2010, Cracovia, *Proceedings...* IEEE, 2010. p. 950-955. DOI: 10.1109/CISIS.2010.55.

KRIVOV, Sergey; WILLIAMS, Richard; VILLA, Ferdinando. GrOWL: a tool for visualization and editing of OWL ontologies. *Web Semantics: Science, Services and Agents on the World Wide Web*, v. 5, n. 2, p. 54-57, 2007.

LAMBRIX, Patrick et al. Visualization for ontology evolution. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON VISUALIZATION AND INTERACTION FOR ONTOLOGIES AND LINKED DATA, 2., 2016, Kobe. *Proceedings...* CEUR Workshop Proceedings, 2016. p. 54-67. Vol. 1704. ISSN: 1613-0073.

LANZENBERGER, Monika et al. Visual ontology alignment for knowledge sharing and reuse. *Journal of Knowledge Management*, v. 12, n. 6, p. 102-120, 2008.

LANZENBERGER, Monika; SAMPSON, Jennifer; RESTER, Markus. Ontology visualization: tools and techniques for visual representation of semi-structured meta-data. *J. UCS*, v. 16, n. 7, p. 1036-1054, 2010.

LANZENBERGER, Monika; SAMPSON, Jennifer; RESTER, Markus. Visualization in ontology tools. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPLEX, INTELLIGENT AND SOFTWARE INTENSIVE SYSTEMS, 2009. Fukuoka. *Proceedings...* Los Alamitos: IEEE, 2009. p. 705-711. DOI: 10.1109/CISIS.2009.178.

LIMA, Gercina Angela Borém de Oliveira. *Mapa hipertextual (MHTX): um modelo para a organização hipertextual de documentos*. 2004. 199 f. Tese (Doutorado em Ciência da Informação) – Escola de Ciência da Informação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2004.

LIMA, Gercina Ângela Borém de Oliveira. Interfaces entre a ciência da informação e a ciência cognitiva. *Ciência da Informação*, Brasília, DF, v. 32, n. 1, p. 77-87, jan./abr. 2003. Disponível em: <<http://revista.ibict.br/ciinf/index.php/ciinf/article/view/133/113>>. Acesso em: 08 dez. 2015.

LIMA, José Leonardo de Oliveira; ALVARES, Lillian. Organização e representação da informação e do conhecimento. In: ALVARES, L. (Org.). *Organização da informação e do conhecimento: conceitos, subsídios interdisciplinares e aplicações*. São Paulo: B4 Editores, 2012. cap. 1, p. 21-48. Disponível em: <<http://www.b4editores.com.br/images/capitulos/organizacao-da-informacao-e-do-conhecimento-cap-ok.pdf>>. Acesso em: 08 dez. 2015.

LOHMANN, Steffen et al. Visualizing ontologies with VOWL. *Semantic Web*, v. 7, n. 4, p. 399-419, 2016. Disponível em: <<http://www.semantic-web-journal.net/system/files/swj1114.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2017.

LOHMANN, Steffen et al. VOWL 2: user-oriented visualization of ontologies. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON KNOWLEDGE ENGINEERING AND KNOWLEDGE MANAGEMENT, 19., 2014a, Linköping. *Proceedings...* Gewerbestr. 1: Springer International Publishing, 2014. p. 266-281. eBook ISBN: 978-3-319-13704-9. DOI: 10.1007/978-3-319-13704-9\_21.

LOHMANN, Steffen; NEGRU, Stefan; BOLD, David. The ProtégéVOWL plugin: ontology visualization for everyone. In: EUROPEAN SEMANTIC WEB CONFERENCE, 11., 2014, Anissaras. *Proceedings...* Basel: Springer International Publishing, 2014. p. 395-400. DOI: 10.1007/978-3-319-11955-7\_55.

MACHADO, Kettuly Costa et al. Avaliação de desempenho na gestão da informação digital: contribuições da literatura científica. *Inf. & Soc.: Est.*, João Pessoa, v. 26, n. 2, p. 155-172, maio/ago. 2016.

MACHOVÁ, Kristína et al. Ontology evaluation based on the visualization methods, context and summaries. *Acta Polytechnica Hungarica*, v. 13, n. 4, p. 53-76, 2016. Disponível em: <[https://www.uni-obuda.hu/journal/Machova\\_Vrana\\_Mach\\_Sincak\\_68.pdf](https://www.uni-obuda.hu/journal/Machova_Vrana_Mach_Sincak_68.pdf)>. Acesso em: 20 mar. 2017.

MACULAN, Benildes Coura Moreira dos Santos. *Estudo e aplicação de metodologia para reengenharia de tesouro: remodelagem do THESAGRO*. 2015. 249 f. (Tese de Doutorado) – Escola de Ciência da Informação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.

MARCONDES, Carlos Henrique; ALMEIDA CAMPOS, Maria Luiza de. Ontologia e web semântica: o espaço da pesquisa em ciência da informação. *Ponto de Acesso*, Salvador, v. 2, n.1, p. 107-136, jun./jul. 2008. Disponível em: <<http://www.portalseer.ufba.br/index.php/revistaici/article/view/2669/1885>>. Acesso em: 08 dez. 2015.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. *Fundamentos de metodologia científica*. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MATLIN, Margaret W. *Psicologia cognitiva*. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos, 2004. 403 p.

MORAN, Thomas P. The command language grammar: a representation for the user interface of interactive computer systems. *International Journal Of Man-Machine Studies*, Palo Alto, Califórnia, v. 15, n. 1, p. 3-50, july 1981.

MOTTA, Enrico et al. A novel approach to visualizing and navigating ontologies. In: INTERNATIONAL SEMANTIC WEB CONFERENCE, 10., 2011, Bonn. *Proceedings...* Heidelberg: Springer-Verlag, 2011. p. 470-486. eBook ISBN: 978-3-642-25093-4. DOI: 10.1007/978-3-642-25073-6\_30.

NASCIMENTO, Hugo A. do; FERREIRA, Cristiane B. R. Visualização de informações: uma abordagem prática. In: XXV CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO, 25., 2005, São Leopoldo, RS. *Anais...* São Leopoldo, RS: [s.n], 2005, p. 1262-1312. Disponível em: <<http://www.lbd.dcc.ufmg.br/colecoes/jai/2005/002.pdf>>. Acesso em: 08 dez. 2015.

NEGRU, Stefan; LOHMANN, Steffen. A Visual notation for the integrated representation of OWL ontologies. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON WEB INFORMATION SYSTEMS AND TECHNOLOGIES, 9., 2013, Aachen. *Proceedings...* Setúbal: Science and Technology Publications, 2013. p. 308-315. ISBN: 978-989-8565-54-9. DOI: 10.5220/0004373003080315.

NIELSEN, Jakob; LANDAUER, Thomas K. A mathematical model of the finding of usability problems. In: *Proceedings of the INTERACT'93 and CHI'93 conference on Human factors in computing systems*. ACM, 1993. p. 206-213.

NIELSEN, Jakob. *Usability Engineering*. Chestnut Hill, MA: Academic Press, 1993.

NIELSEN, Jakob. Finding usability problems through heuristic evaluation. In: PROCEEDINGS OF THE SIGCHI CONFERENCE ON HUMAN FACTORS IN COMPUTING SYSTEMS, 1992. *Proceedings...* Monterey: ACM, 1992. p. 373-380.

NIELSEN, Jakob. Heuristic evaluation. In: USABILITY INSPECTION METHODS. John Wiley & Sons, Inc., 1994. p. 25-62.

NIELSEN, Jakob. The usability engineering life cycle. *Computer*, v. 25, n. 3, p. 12-22, 1992.

NIELSEN, Jakob. *Why you only need to test with 5 users*. Useit.

com, Alertbox. Mar, 2000. Disponível em: <<http://www.useit.com/alertbox/20000319.html>>. Acesso em: 02 jul. 2017.

NIELSEN, Jakob; MOLICH, Rolf. Heuristic evaluation of user interfaces. In: PROCEEDINGS OF THE SIGCHI CONFERENCE ON HUMAN FACTORS IN COMPUTING SYSTEMS, 1990. *Proceedings...* Seattle: ACM, 1990. p. 249-256.

NORMAN, Donald A. Cognitive engineering. In: NORMAN, D.A., DRAPER, S.W. (Ed.). *User centered system design: new perspectives on human-computer interaction*. Hillsdale-NJ: Lawrence Erlbaum, 1986. p. 31-62.

NOY, Natalya F. *et al.* Ontology development 101: a guide to creating your first ontology. *Stanford Knowledge Systems Laboratory and Stanford Medical Informatics*. [S.], 2001. Disponível em: <[http://protege.stanford.edu/publications/ontology\\_development/ontology101.pdf](http://protege.stanford.edu/publications/ontology_development/ontology101.pdf)>. Acesso em: 08 dez. 2015.

NOY, Natalya F.; MUSEN, Mark A. The PROMPT suite: interactive tools for ontology merging and mapping. *International Journal of Human-Computer Studies*, Duluth, MN, v. 59, n. 6, p. 983-1024, dec. 2003.

OLIVEIRA, Joel Augusto de. *Método de avaliação de ontologias através de alinhamento semiautomático baseado em visualização de informação*. 2012. [paginação irregular]. Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação) – Escola de Ciência da Informação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1843/ECID-92APBL>>. Acesso em: 08 dez. 2015.

OLIVEIRA, Rosa Maria Vivona Bertolini. Web Semântica: novo desafio para os profissionais da informação. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE BIBLIOTECAS UNIVERSITÁRIAS, 2002. *Anais...* Campinas: Puccamp, 2002.

ONTOSPHERE 3D. More than a 3D ontology visualization tool. [S.]:e-lite Research Group. Disponível em: <<http://ontosphere3d.sourceforge.net/index.html>>. Acesso em: 27 fev. 2016.

PÁDUA, Clarindo Isaias Pereira da Silva e; PIMENTEL, Bruno; PAULA FILHO, Wilson Pádua; MACHADO, Fabiana. Transitioning model-driven development from academia to real life. In: PROCEEDINGS OF EDUCATORS' SYMPOSIUM OF THE ACM / IEEE 9TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON MODEL DRIVEN ENGINEERING LANGUAGES AND SYSTEMS, pp. 61–77, Gênova, Itália, 2006.

PÁDUA, Clarindo Isaias Pereira da Silva e. *Engenharia de Usabilidade*. Disciplina: Engenharia de usabilidade. Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal de Minas Gerais. 2012. Disponível em: <

<http://homepages.dcc.ufmg.br/~clarindo/arquivos/disciplinas/eu/material/referencias/apostila-usabilidade.pdf>> Acesso em: 07 abr. 2016.

PÁDUA, Clarindo Isaías Pereira da Silva e. *Engenharia de Usabilidade*. Material suplementar. 2012. Disponível em: <<http://homepages.dcc.ufmg.br/~clarindo/disciplinas/eu/material/index.htm> > Acesso em: 07 abr. 2016.

PAULA FILHO, Wilson Pádua. *Engenharia de Software: Fundamentos, Métodos e Padrões*. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

PEREIRA, Fernanda. *Estudo de usabilidade em bibliotecas digitais: um estudo de caso*. 2011. 123 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação) – Escola de Ciência da Informação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2014. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/ECID-8LAKHD> >. Acesso em: 07 abr. 2016.

PERRIN, David Stephen John. *Prompt-viz: Ontology version comparison visualizations with treemaps*. 2004. 116 f. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) – University of Victoria, Victoria, 2004. Disponível em: <[https://dspace.library.uvic.ca/bitstream/handle/1828/528/perrin\\_2004.pdf?sequence=>](https://dspace.library.uvic.ca/bitstream/handle/1828/528/perrin_2004.pdf?sequence=>) >. Acesso em: 08 dez. 2015.

PONTES, Flávio Vieira. *Organização do conhecimento em bibliotecas digitais de teses e dissertações: uma abordagem baseada na classificação facetada e taxonomias dinâmicas*. 2011. 234 f. Tese de Doutorado (Doutorado em Ciência da Informação) – Escola de Ciência da Informação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2013. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/BUOS-97FGQ6>>. Acesso em: 07 abr. 2016.

PROTÉGÉ. Disponível em <<http://protege.stanford.edu>>. Acesso em: 07 abr. 2017.

PSYLLIDIS, Achilleas. OSMoSys: a web interface for graph-based RDF data visualization and ontology browsing. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON WEB ENGINEERING, 15., 2015, Roterdã. *Proceedings...* Springer International Publishing,

2015. p. 679-682. ISBN: 978-3-319-19889-7 (Print) 978-3-319-19890-3 (Online). DOI: 10.1007/978-3-319-19890-3\_56.

RAMAKRISHNAN, Sivakumar; VIJAYAN, Arivoli. A study on development of cognitive support features in recent ontology visualization tools. *Artificial Intelligence Review*, v. 41, n. 4, p. 595-623, 2014.

SAGHAFI, Arash. Visualizing ontologies: a literature survey. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON CONCEPTUAL STRUCTURES, 22., Annecy. *Proceedings...* Springer International Publishing, 2016. p. 204-221. Print ISBN: 978-3-319-40984-9. Online ISBN: 978-3-319-40985-6. DOI: 10.1007/978-3-319-40985-6\_16.

SALES, Luana Faria. *Ontologias de domínio: um estudo das relações conceituais e sua aplicação*. 141 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2006. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/1238566-2172-2-6-20e1-2-estudo-das-relacoes-conceituais-e-sua-aplicacao.html>>. Acesso em: 08 dez. 2015.

SALES, Luana Farias; CAMPOS, Maria Luiza de Almeida; GOMES, Hagar Espanha. Ontologias de domínio: um estudo das relações conceituais. *Perspectivas em Ciência da Informação*, Belo Horizonte, v. 13, n. 2, p. 62-76, maio/ago. 2008. Disponível em: <<http://portaldeperiodicos.eci.ufmg.br/index.php/pci/article/view/219>>. Acesso em: 08 dez. 2015.

SARACEVIC, Terko. Ciência da informação: origem, evolução, relações. *Perspectivas em Ciência da Informação*, Belo Horizonte, v.1, n.1, p.41-62, jan./jun. 1996.

SCHAAF, Marcel et al. Visualization of large ontologies in university education from a tool point of view. *Studies in health technology and informatics*, v. 228, p. 349-353, 2016. DOI: 10.3233/978-1-61499-678-1-349. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27577402>. Acesso em: 08 dez. 2016.

SCHIESSL, Marcelo; SHINTAKU, Milton. Sistemas de organização do conhecimento. In: ALVARES, Lillian. (Org.). *Organização da informação e do conhecimento: conceitos, subsídios interdisciplinares e aplicações*. São Paulo: B4 Editores, 2012. 248 p. Capítulo 2, p. 49-118.

SHNEIDERMAN, Ben. The eyes have it: A task by data type taxonomy for information visualizations. In: SYMPOSIUM ON VISUAL LANGUAGES. 1996, Boulder, CO, *Proceedings...* Boulder, CO: IEEE, 1996. p. 336-343. Disponível em: <[http://www.interactiondesign.us/courses/2011\\_AD690/PDFs/Shneiderman\\_1996.pdf](http://www.interactiondesign.us/courses/2011_AD690/PDFs/Shneiderman_1996.pdf)>. Acesso em: 08 dez. 2015.

SHNEIDERMAN, Ben. The eyes have it: A task by data type taxonomy for information visualizations. In: SYMPOSIUM ON VISUAL LANGUAGES. 1996, Boulder. *Proceedings...* Los Alamitos: IEEE Computer Society Press, 1996. p. 336-343. Disponível em: <[http://www.interactiondesign.us/courses/2011\\_AD690/PDFs/Shneiderman\\_1996.pdf](http://www.interactiondesign.us/courses/2011_AD690/PDFs/Shneiderman_1996.pdf)>. Acesso em: 20 mar. 2017. Print ISSN: 1049-2615. DOI: 10.1109/VL.1996.545307.

SILVA, Marcel Ferrante; LIMA, Gercina Angela Borém de Oliveira. Avaliação de usabilidade em interface de busca com navegação facetada e busca por palavra-chave. *Tendências da Pesquisa Brasileira em Ciência da Informação*, v. 8, n. 1, p. 1-16, 2015.

SINTEK, Michael. *OntoViz*. [S.l]: Protégé Wiki, 2007. Disponível em: <<http://protegewiki.stanford.edu/wiki/OntoViz>>. Acesso em: 27 fev. 2016.

SIQUEIRA, Pedro Henrique; TELLES, Guilherme P.; MINGHIM, Rosane. Revisiting landscape views in information visualization. In: FESTSCHRIFT FOR ALEJANDRO C. FRERY ON THE OCCASION OF HIS 55TH BIRTHDAY, 55., 2015, London. *Proceedings...* London: [s.n.], 2015. Disponível em: <<http://vis.icmc.usp.br/vicg/paper/637/revisiting-landscape-views-in-information-visualization>>. Acesso em: 08 dez. 2015

SIVAKUMAR, Ramakrishnan; ARIVOLI, P. V. Ontology visualization protégé tools: a review. *International Journal of Advanced Information Technology*, v. 1, n. 4, Aug. 2011.

SOUZA, Renato Rocha; TUDHOPE, Douglas; ALMEIDA, Maurício Barc

ellos. Towards a taxonomy of KOS: dimensions for classifying knowledge organization systems. *Knowledge Organization*, v. 39, n. 3, p. 179-192, 2012.

STOREY, Margaret-Anne. *et al.* Jambalaya: Interactive visualization to enhance ontology authoring and knowledge acquisition in Protégé. In: WORKSHOP ON INTERACTIVE TOOLS FOR KNOWLEDGE CAPTURE, Victoria, 2001, *Anais...*, Victoria: University of Southern California, 2001. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.22.8402&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 08 dez. 2015.

SWAMINATHAN, V.; SIVAKUMAR, Ramakrishnan. A comparative study of recent ontology visualization tools with a case of diabetes data. *International Journal of Research in Computer Science*, v. 2, n. 3, p. 31, 2012.

TASCA, Jorge Eduardo. A contribuição da avaliação de desempenho, como um instrumento de apoio à decisão, para a prevenção ao crime baseada no ambiente. 350 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

TASCA, Jorge et al. An approach for selecting a theoretical framework for the evaluation of training programs. *Journal of European Industrial Training*, v. 34, n. 7, p. 631-655, 2010.

THE DATA VISUALISATION CATALOGUE. Disponível em: <<http://www.datavizcatalogue.com/>>. Acesso em: 01 out. 2017.

VERCRUYSSSE, Steven; VENKATESAN, Aravind; KUIPER, Martin. OLSVis: an animated, interactive visual browser for bio-ontologies. *BMC bioinformatics*, v. 13, n. 116. p. 1-9, 2012. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3394205/pdf/1471-2105-13-116.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2017. DOI: 10.1186/1471-2105-13-116.

VICKERY, Brian C. *A note on knowledge organization*. [2009]. Disponível em: <<http://www.weblab.isti.cnr.it/talks/2009/iccu/documents/vickery.html>>. Acesso em: 21 jun. 2017.

VICKERY, Brian C. Ontologies. *Journal of Information Science*, London, v. 23, n. 4, p. 227-286, 1997.

VIEIRA, Jessica Monique de Lira; CORRÊA, Renato Fernandes. Visualização da Informação na construção de interfaces amigáveis para Sistemas de Recuperação de

Informação. *Encontros Bibli: Revista Eletrônica de Biblioteconomia e Ciência da Informação*, Florianópolis, v. 16, n. 32, p. 73-93, Jul./Dez 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5007/1518-2924.2011v16n32p73>>. Acesso em: 08 dez. 2015.

VIEIRA, Jéssica Monique; PINHO, Fábio Assis. Estudo da relação entre organização e visualização da informação a partir de sistemas de recuperação de informação. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO. 15., 2014, Belo Horizonte, MG. *Anais...* Belo Horizonte, MG: [s.n], 2014.

WERSIG, Gernot; NEVELING, Ulrich. The phenomena of interest to information science. *The information scientist*, v. 9, n. 4, p. 127-140, 1975.

WORLD WIDE WEB CONSORTIUM. Disponível em <<https://www.w3.org>>. Acesso em: 01 out. 2017.

ZENG, Marcia Lei Knowledge organization systems (KOS). *Knowledge Organization*, Frankfurt, v. 35, n. 2-3, p. 160-182, 2008.

## **APÊNDICE A – Material dos testes com usuários**

### **ROTEIRO DE APRESENTAÇÃO**

#### **1. Recepção do participante**

- a. Boas-vindas e agradecimento ao participante.

#### **2. Leitura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)**

- a. Explicar sobre o teste, sobre a gravação da tela e áudio e sobre o anonimato da pesquisa.
- b. Explicar os passos do teste: leitura e assinatura do termo de consentimento, entrevista pré-teste para identificação do perfil do usuário, duração média do teste, realização das tarefas pelo usuário e entrevista pós-teste.
- c. Reforçar que o objetivo é avaliar o uso do sistema e não o usuário.
- d. Tirar as dúvidas do usuário.

#### **Após aceitação e assinatura do TCLE:**

#### **1. Tranquilizar o participante.**

#### **2. Apresentar a ferramenta Protégé de forma geral.**

#### **3. Apresentar o conceito geral de ontologia no contexto da pesquisa.**

#### **4. Apresentar a OntoAgroHidro.**

#### **5. Realizar a entrevista pré-teste.**

#### **6. Orientar a execução das tarefas usando a técnica de “Think Aloud”.**

- a. Informar que a técnica consiste em observar os usuários realizando tarefas e ações específicas, sendo que essas ações são descritas pelos participantes em voz alta e em tempo real.
- b. Cada participante realizará 03 tarefas.

#### **8. Realizar a entrevista pós-tarefa.**

#### **9. Agradecer ao participante.**

#### **10 Encerrar o teste e a entrevista.**

### **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Você está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa **“VISUALIZAÇÃO DE INFORMAÇÃO PARA ONTOLOGIA: UM ESTUDO DE CASO NO DOMÍNIO AGROPECUÁRIO”**. Pedimos a sua autorização para a coleta, o armazenamento e a utilização e depois o descarte do material de suas respostas nesta pesquisa. A utilização do seu material está vinculada somente a este projeto de pesquisa ou, se você concordar, em outros futuros. Nesta pesquisa, pretendemos propor uma especificação de requisitos para uma ferramenta de visualização de ontologias no domínio agropecuário. Para esta pesquisa, adotaremos os seguintes procedimentos: entrevistas, preenchimento de questionário e gravação de áudio e uso do computador para realização de tarefas. Os riscos envolvidos na pesquisa podem ser considerados mínimos, mas podem consistir em eventuais desconfortos no uso do computador ou constrangimentos na realização das tarefas e entrevistas. Para minimizar esses riscos, a duração das entrevistas não ultrapassará duas horas, em um único dia, e você receberá a assistência integral e imediata, de forma gratuita pelo tempo que for necessário em caso de danos decorrentes da pesquisa. A entrevista será realizada nas dependências da Escola de Ciência da Informação, podendo acontecer via internet, se houver disponibilidade do participante. A pesquisa contribuirá para o desenvolvimento futuro de ferramentas de visualização de ontologias adequadas às necessidades dos usuários.

Para participar deste estudo você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, caso sejam identificados e comprovados danos provenientes desta pesquisa, você e/ou seu(s) acompanhante(s) tem(têm) assegurado o direito à indenização. Você terá o esclarecimento sobre o estudo em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se a participar e a qualquer tempo e sem quaisquer prejuízos, pode retirar o consentimento de guarda e utilização do material armazenado, valendo a desistência a partir da data de formalização desta. A sua participação é voluntária, e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que você é atendido(a) pelo pesquisador, que tratará a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Os resultados obtidos pela pesquisa, a partir de seu material, estarão à sua disposição quando ela for finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão. Você não será identificado (a) em nenhuma publicação que possa resultar dessa pesquisa.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável UFMG, e a outra será fornecida a você. Os dados, materiais e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos na sala 4030 da Escola de Ciência da Informação da UFMG e, após esse tempo, serão destruídos. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo à legislação brasileira (Resoluções Nº 466/12; 441/11 e à Portaria 2.201 do Conselho Nacional de Saúde e suas complementares), utilizando as informações somente para fins acadêmicos e científicos.

Eu, \_\_\_\_\_, portador do documento de Identidade \_\_\_\_\_ fui informado(a) dos objetivos, métodos, riscos e benefícios da pesquisa **“VISUALIZAÇÃO DE INFORMAÇÃO PARA ONTOLOGIA: UM ESTUDO DE CASO NO DOMÍNIO AGROPECUÁRIO”**, de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar, se assim o desejar.

( ) Concordo que o meu material seja utilizado somente para esta pesquisa.

( ) Concordo que o meu material possa ser utilizado em outras pesquisas, mas serei comunicado pelo pesquisador novamente e assinarei outro termo de consentimento livre e esclarecido que explique para que será utilizado o material.

*Rubrica do pesquisador:* \_\_\_\_\_

*Rubrica do participante:* \_\_\_\_\_

Declaro que concordo em participar desta pesquisa. Recebi uma via original deste termo de consentimento livre e esclarecido assinado por mim e pelo pesquisador, que me deu a oportunidade de ler e esclarecer todas as minhas dúvidas.

Nome Completo do Participante: \_\_\_\_\_

Assinatura do Participante: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_

---

**Nome completo do Pesquisador Responsável:** Gercina Angela Borém de Oliveira Lima

Endereço: Universidade Federal de Minas Gerais – Escola de Ciência da Informação – Av. Antônio Carlos, 6627 – Campus Pampulha - CEP: 31.270-901 / Belo Horizonte – MG Telefones: (31) 3409-5206 - E-mail: [glima@eci.ufmg.br](mailto:glima@eci.ufmg.br)

\_\_\_\_\_  
Assinatura do pesquisador responsável / Data

**Nome completo do Pesquisador: Cristiane Mendes Netto**

Endereço: Rua Israel Pinheiro, 1991/201 - CEP: 35020-220 / Governador Valadares – MG Telefones: (33) 98807-8639 - E-mail: [cris.netto@gmail.com](mailto:cris.netto@gmail.com)

\_\_\_\_\_  
Assinatura do pesquisador (doutorando) / Data

Em caso de dúvidas com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:

**COEP-UFMG – Comissão de Ética em Pesquisa da UFMG**

Av. Antônio Carlos, 6627. Unidade Administrativa II – 2º andar – Sala 2005 – Campus Pampulha. Belo Horizonte, MG – Brasil. CEP: 31270-901.

E-mail: [coep@prpq.ufmg.br](mailto:coep@prpq.ufmg.br). Tel: (31) 3409-4592

**ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA PRÉ-TESTE DE TAREFAS****Questões:**

1 Nome:

2 Informe a sua faixa etária:

a) 20 a 25 anos; b) 26 a 30 anos; c) 31 a 35 anos; d) 36 a 45 anos; e) Acima de 45 anos

3 Sexo: a) Feminino; b) Masculino

4 Maior nível de escolaridade:

- a) Ensino Superior;
- b) Pós-graduado - (lato sensu);
- c) Pós-graduado – mestrado;
- d) Pós-graduado - doutorado

5 Atuação:

- a) Profissional da Ciência da Informação;
- b) Profissional da Ciência da Computação;
- c) Profissional da Embrapa

6 Ocupação:

7 Conhecimento sobre ontologias para representação do conhecimento:

- a) Não tenho conhecimento do assunto; b) Tenho conhecimento básico (tenho uma noção do que se trata); c) Tenho conhecimento médio (conheço ferramentas, linguagens e já fiz uso); d) Tenho conhecimento avançado (já participei de criação e avaliação de ontologias)

8 Opção que representa melhor o seu conhecimento sobre a ferramenta Protégé:

- a) Não tenho conhecimento da ferramenta;
- b) Tenho conhecimento básico (já vi a interface da ferramenta);
- c) Tenho conhecimento médio (já fiz uso com pouca frequência);
- d) Tenho conhecimento avançado (já fiz uso diversas vezes)

9 Conhecimento de ferramenta de visualização de ontologia

- a) Não tenho conhecimento;
- b) Já fiz/faço uso de ferramentas de visualização de ontologias

10 Observações:

## ROTEIRO DOS TESTES DE TAREFAS

**1) Apresentar um tutorial de uso da ferramenta ao participante.**

**2) Descrever o contexto:**

Considere que você seja uma pessoa que necessita aprender sobre os impactos das mudanças climáticas e da agricultura nos recursos hídricos. Sabendo que o conhecimento desse domínio foi organizado em uma ontologia e que essa pode ser acessada pelo Protégé, realize as tarefas a seguir:

**Questões:**

**Tarefa 1)** Descreva os nomes dos agentes de transformação ambiental.

R:

**Tarefa 2)** Quais fatores englobam a dimensão temporal?

R:

**Tarefa 3)** Identifique se pesticida pode ser considerado um composto químico orgânico.

R:

## QUESTIONÁRIO I – PÓS-TESTE DE TAREFAS

Considerando o sistema de visualização de ontologia do qual você fez uso, responda às questões a seguir.

1 Eu acho que gostaria de utilizar este sistema frequentemente.

Discordo fortemente					Concordo fortemente
1	2	3	4	5	

2 Eu achei o sistema desnecessariamente complexo.

Discordo fortemente					Concordo fortemente
1	2	3	4	5	

3 Eu achei o sistema fácil para usar.

Discordo fortemente					Concordo fortemente
1	2	3	4	5	

4 Eu acho que precisaria de ajuda de uma pessoa com conhecimentos técnicos para usar o sistema.

Discordo fortemente					Concordo fortemente
1	2	3	4	5	

5 Eu achei que as diversas funções do sistema estão muito bem integradas.

Discordo fortemente					Concordo fortemente
1	2	3	4	5	

6 Eu achei que o sistema apresenta muita inconsistência.

Discordo fortemente					Concordo fortemente
1	2	3	4	5	

7 Eu imagino que as pessoas aprenderão como usar esse sistema rapidamente.

Discordo fortemente					Concordo fortemente
1	2	3	4	5	

8 Eu achei o sistema complicado de usar.

Discordo fortemente					Concordo fortemente
1	2	3	4	5	

9 Eu me senti confiante ao usar o sistema.

Discordo fortemente					Concordo fortemente
1	2	3	4	5	

10 Eu precisei aprender várias coisas novas antes de conseguir usar o sistema.

Discordo fortemente					Concordo fortemente
1	2	3	4	5	

## QUESTIONÁRIO II – PÓS-TESTE DE TAREFAS

**Responda às questões a seguir.**

1 Considerando as interfaces de softwares e aplicativos que você já utilizou de uma forma geral, descreva algumas características/recursos que você considera que possa ser interessante para uma ferramenta que lhe atenda no acesso à representação de um domínio de conhecimento.

2 Identifique cinco características/recursos que você considera mais importantes para uma ferramenta de visualização de ontologias, considerando a lista abaixo:

- Cores e formas
- Recurso de visão detalhada
- Recurso de visão geral
- Recurso de pesquisa por palavra-chave
- Múltiplas janelas
- Visualização de hierarquia
- Visualização de instâncias
- Visualização de classes
- Visualização de relações
- Facilidade de aprendizagem
- Uso via Web
- Uso via *plugin* Protégé

## QUESTIONÁRIO SYSTEM USABILITY SCALE

<b>System Usability Scale</b>	<b>Questão traduzida</b>
<i>1 I think that I would like to use this system frequently.</i>	1 Eu acho que gostaria de utilizar este sistema frequentemente.
<i>2 I found the system unnecessarily complex.</i>	2 Eu achei o sistema desnecessariamente complexo.
<i>3 I thought the system was easy to use.</i>	3 Eu achei o sistema fácil para usar.
<i>4 I think that I would need the support of a technical person to be able to use this system.</i>	4 Eu acho que precisaria de ajuda de uma pessoa com conhecimentos técnicos para usar o sistema.
<i>5. I found the various functions in this system were well integrated.</i>	5 Eu achei que as diversas funções do sistema estão muito bem integradas.
<i>6 I thought there was too much inconsistency in this system.</i>	6 Eu achei que o sistema apresenta muita inconsistência.
<i>7 I would imagine that most people would learn to use this system very quickly</i>	7 Eu imagino que as pessoas aprenderão como usar esse sistema rapidamente.
<i>8 I found the system very cumbersome to use.</i>	8 Eu achei o sistema complicado de usar.
<i>9. I felt very confident using the system.</i>	9 Eu me senti confiante ao usar o sistema.
<i>10. I needed to learn a lot of things before I could get going.</i>	10 Eu precisei aprender várias coisas novas antes de conseguir usar o sistema.

## TELAS DO WEBSITE USADO NAS ETAPAS DE ENTREVISTAS COM USUÁRIOS

<https://sites.google.com/view/ontoagrohidro-viz>

OntoAgroH...  
Viz

[Página inicial](#)

[Passo 1](#)

[Passo 2](#)

^ [Passo 3](#)

[Ontologias](#)

[OntoAgroHidro](#)

[Protégé](#)

[Passo 4](#)

[Passo 5](#)

[Contato](#)

[Mapa do Site](#)

# OntoAgroHidro-Viz

Esta pesquisa tem como objetivo geral propor requisitos para visualização de ontologias de domínio, baseado no estudo das necessidades dos usuários, com vistas a favorecer os aspectos cognitivos no acesso ao conteúdo informacional.

Através de uma abordagem centrada no usuário, serão aplicadas técnicas da engenharia de usabilidade para gerar requisitos para o desenvolvimento de qualidade na interação humano computador proporcionada por uma interface computacional.

Ao participar dessa pesquisa, você será convidado a:

- consentir a sua participação pelo Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE);
- responder a um questionário de informações pessoais;
- acompanhar uma breve explicação sobre conceitos do universo desta pesquisa (Ontologias, OntoAgroHidro e Protege);
- realizar três tarefas com uma ferramenta de visualização de ontologias (no caso de entrevista presencial);
- responder à questionários após a realização das tarefas.

Para participar desta pesquisa, acesse o Passo 1, no menu, ou clique [AQUI](#).

OntoAgroH...  
Viz

[Página inicial](#)

[Passo 1](#)

[Passo 2](#)

^ [Passo 3](#)

[Ontologias](#)

[OntoAgroHidro](#)

[Protégé](#)

[Passo 4](#)

[Passo 5](#)

[Contato](#)

[Mapa do Site](#)

# Passo 1 - Consentimento

Para participar dessa pesquisa você deve assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

O TCLE é um documento obrigatório nas pesquisas científicas envolvendo seres humanos, conforme a [Resolução Nº 466/2012](#) do Ministério da Saúde.

Este projeto de pesquisa foi registrado na [Plataforma Brasil](#) e teve sua aprovação pelo [Comitê de Ética em Pesquisa \(COEP\) da Universidade Federal de Minas Gerais](#).

Acesse aqui o [TCLE](#).

Para continuar a participar desta pesquisa, acesse o Passo 2, no menu, ou clique [AQUI](#).

## ANEXO A – Parecer consubstanciado do CEP

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
MINAS GERAIS



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** VISUALIZAÇÃO DE INFORMAÇÃO PARA ONTOLOGIA: UM ESTUDO DE CASO NO DOMÍNIO AGROPECUÁRIO

**Pesquisador:** GERCINA ANGELA BOREM DE OLIVEIRA LIMA

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 66030517.0.0000.5149

**Instituição Proponente:** Escola de Ciências da Informação

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 2.056.391

#### Apresentação do Projeto:

No âmbito computacional, a criação de ontologias tem sido beneficiada pelo desenvolvimento de linguagens formais e de ferramentas sofisticadas que oferecem os recursos necessários para que se possa fazer a criação e recuperação de informação pelos computadores. No entanto, do ponto de vista navegacional e da cognição humana, a estrutura é extremamente complexa e carece de uma interface que possibilite níveis de abstrações mais adequados e que favoreça o uso dos usuários, sem domínio dessas tecnologias, facilidade para sua utilização.

A pesquisa tem como objetivo gerar informações de requisitos para o desenvolvimento de uma ferramenta de visualização de informação para ontologias, baseado em entrevistas e testes com usuários. A análise de usuários visa uma caracterização dos diversos perfis de usuários com relação a aspectos que interessam para o desenvolvimento de visualização de ontologias. Para obtenção da informação necessária às análises, serão empregadas técnicas qualitativas, que levem em conta o ponto de vista dos participantes dos testes.

Na aplicação dos testes serão selecionados participantes com perfil de potenciais usuários da ferramenta e escolheu-se adotar: 1) Entrevistas semiestruturadas realizadas individualmente de forma presencial ou online (via internet). 2) Observação de realização de tarefas aplicando a técnica “think aloud protocol”, utilizando ferramentas de visualização de informação do software

**Endereço:** Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2º Ad SI 2005

**Bairro:** Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901

**UF:** MG **Município:** BELO HORIZONTE

**Telefone:** (31)3409-4592

**E-mail:** coep@prpq.ufmg.br

Continuação do Parecer: 2.056.391

Protégé. 3) Análise de gravação do áudio e da tela digital do usuário durante testes.

Para escolha dos participantes dos testes, pretende-se trabalhar com três perfis: a) profissionais da Embrapa; b) Profissionais da área de Ciência da Informação; c) Profissionais da área da Computação. Para cada grupo pretende-se aplicar as técnicas de entrevista e observação com três a cinco usuários.

De forma paralela o projeto desenvolve os testes e validações do produto "OntoAgroHidro", como um dos resultados de sua ação.

#### **Objetivo da Pesquisa:**

Objetivo Primário

O objetivo geral desta pesquisa é identificar requisitos e funções para uma ferramenta de Visualização de Informação para uma ontologia de domínio agropecuário com vistas a auxiliar os usuários na navegação e busca de informação.

Objetivo Secundário:

Identificar as necessidades de visualização de informação dos usuários conforme as especificidades da ontologia o domínio agropecuário.

Facilitar a navegação e a busca de informação pelos usuários em uma ontologia de domínio.

Contribuir para a visualização de informação para ontologias de domínio.

#### **Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Riscos

Possíveis desconfortos causados pela realização de tarefas no computador. Constrangimento pela desistência ou em responder às questões das entrevistas e testes. Caso o usuário, participante da pesquisa, não se sinta bem em realizar as tarefas no computador, a entrevista poderá ser reagendada ou cancelada.

Benefícios

Contribuição para o desenvolvimento de soluções tecnológicas de visualização de informação para ontologias que atendam às necessidades dos usuários.

#### **Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

O projeto apresenta-se de forma consistente, tendo ficado em diligência devido a falta de carta de anuência de instituição parceira. Esta foi anexada à plataforma Brasil.

**Endereço:** Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2º Ad Sl 2005

**Bairro:** Unidade Administrativa II

**CEP:** 31.270-901

**UF:** MG

**Município:** BELO HORIZONTE

**Telefone:** (31)3409-4592

**E-mail:** coep@prpq.ufmg.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
MINAS GERAIS



Continuação do Parecer: 2.056.391

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Todos os termos foram apresentados de modo adequado.

**Recomendações:**

Recomenda-se adicionar a numeração de páginas no TCLE.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Diante das alterações realizadas no projeto sou favorável a sua aprovação.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Aprovado conforme parecer.

Tendo em vista a legislação vigente (Resolução CNS 466/12), o COEP-UFMG recomenda aos pesquisadores: comunicar toda e qualquer alteração do projeto e do termo de consentimento via emenda na Plataforma Brasil, informar imediatamente qualquer evento adverso ocorrido durante o desenvolvimento da pesquisa (via documental encaminhada em papel), apresentar na forma de notificação relatórios parciais do andamento do mesmo a cada 06 (seis) meses e ao término da pesquisa encaminhar a este Comitê um sumário dos resultados do projeto (relatório final).

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Outros	TermoAnuencia_CristianeMendes_TeseDout0001.pdf	08/05/2017 10:03:13	Vivian Resende	Aceito
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_808881.pdf	25/04/2017 14:33:00		Aceito
Outros	CARTARESPOSTA.pdf	25/04/2017 14:31:53	Cristiane Mendes Netto	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TermoConsentimento2017.pdf	22/03/2017 08:15:23	Cristiane Mendes Netto	Aceito
Outros	ParecerDepto.pdf	17/03/2017 15:37:19	Cristiane Mendes Netto	Aceito
Folha de Rosto	FolhaRosto.pdf	17/03/2017 15:36:29	Cristiane Mendes Netto	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoCristiane.pdf	17/03/2017 15:34:28	Cristiane Mendes Netto	Aceito

**Endereço:** Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2º Ad SI 2005

**Bairro:** Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901

**UF:** MG **Município:** BELO HORIZONTE

**Telefone:** (31)3409-4592

**E-mail:** coep@prpq.ufmg.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
MINAS GERAIS



Continuação do Parecer: 2.056.391

Outros	660305170aprovacaoassinada.pdf	10/05/2017 14:06:51	Vivian Resende	Aceito
Outros	660305170parecerassinado.pdf	10/05/2017 14:07:01	Vivian Resende	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

BELO HORIZONTE, 10 de Maio de 2017

---

**Assinado por:**  
**Vivian Resende**  
**(Coordenador)**

**Endereço:** Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2º Ad SI 2005

**Bairro:** Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901

**UF:** MG **Município:** BELO HORIZONTE

**Telefone:** (31)3409-4592

**E-mail:** coep@prpq.ufmg.br