

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
COMPUTAÇÃO APLICADA

UMA ONTOLOGIA SOBRE LICITAÇÕES
APLICADA NA ELICITAÇÃO DE
REQUISITOS DE PORTAIS DE
TRANSPARÊNCIA MUNICIPAL

Tainara Lucateli Bernardi

Passo Fundo

2017

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM COMPUTAÇÃO APLICADA

**UMA ONTOLOGIA SOBRE LICITAÇÕES APLICADA NA
ELICITAÇÃO DE REQUISITOS DE PORTAIS DE TRANSPARÊNCIA
MUNICIPAL**

Tainara Lucateli Bernardi

Dissertação apresentada como requisito parcial
à obtenção do grau de Mestre em Computação
Aplicada na Universidade de Passo Fundo.

Orientador: Prof. Dr. Roberto dos Santos Rabello

Coorientador: Prof. Dr. Cristiano Roberto Cervi

Passo Fundo

2017

CIP – Catalogação na Publicação

B523o Bernardi, Tainara Lucateli
Uma ontologia sobre licitações aplicada na elicitação de requisitos de portais de transparência municipal / Tainara Lucateli Bernardi. – 2017.
112 f. : il. color. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Roberto dos Santos Rabello.
Coorientador: Prof. Dr. Cristiano Roberto Cervi.
Dissertação (Mestrado em Computação Aplicada) –
Universidade de Passo Fundo, 2017.

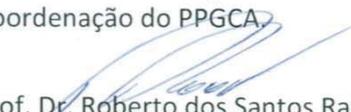
1. Ontologia. 2. Licitação pública. 3. Transparência na administração pública. 4. Software - Desenvolvimento.
I. Rabello, Roberto dos Santos, orientador. II. Cervi, Cristiano Roberto, coorientador. III. Título.

CDU: 004.41

**ATA DE DEFESA DO
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DO ACADÊMICO**

TAINARA LUCATELI BERNARDI

Aos trinta dias do mês de março do ano de dois mil e dezessete, às 14 horas, realizou-se, no Instituto de Ciências Exatas e Geociências, prédio B5, da Universidade de Passo Fundo, a sessão pública de defesa do Trabalho de Conclusão de Curso "**Uma ontologia sobre Licitações aplicada na Elicitação de Requisitos de Portais de Transparência Municipal**", de autoria de Tainara Lucateli Bernardi, acadêmica do Curso de Mestrado em Computação Aplicada do Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada – PPGCA/UPF. Segundo as informações prestadas pelo Conselho de Pós-Graduação e constantes nos arquivos da Secretaria do PPGCA, a aluna preencheu os requisitos necessários para submeter seu trabalho à avaliação. A banca examinadora foi composta pelos doutores Roberto dos Santos Rabello, Cristiano Roberto Cervi, Rafael Rieder e José Palazzo Moreira de Oliveira. Concluídos os trabalhos de apresentação e arguição, a banca examinadora considerou a candidata APROVADA. Foi concedido o prazo de até quarenta e cinco (45) dias, conforme Regimento do PPGCA, para o acadêmico apresentar ao Conselho de Pós-Graduação o trabalho em sua redação definitiva, a fim de que sejam feitos os encaminhamentos necessários à emissão do Diploma de Mestre em Computação Aplicada. Para constar, foi lavrada a presente ata, que vai assinada pelos membros da banca examinadora e pela Coordenação do PPGCA.


Prof. Dr. Roberto dos Santos Rabello
Presidente da Banca Examinadora
(Orientador)


Prof. Dr. Cristiano Roberto Cervi
(Coorientador)


Prof. Dr. Rafael Rieder
(Avaliador Interno)


Prof. Dr. José Palazzo Moreira de Oliveira
(Avaliador Externo)


Prof. Dr. Rafael Rieder
Coordenador do PPGCA

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Prof. Dr. Roberto dos Santos Rabello e Prof. Dr. Cristiano Roberto Cervi pela compreensão, paciência, sabedoria e precioso auxílio conferido durante o desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço ao meu esposo Marcos Antônio Bordin, que com grande compreensão soube entender meus períodos de ausência, sempre me incentivando com zelo e amor.

Agradeço aos meus pais, minha irmã e meu irmão, base daquilo que sou. Sou grata pelo amparo, amor e carinho e pelo incentivo conferido em todos os projetos que realizei em minha vida.

À empresa de desenvolvimento de software, agradeço por ceder sua instalação, projeto e profissionais para a realização do experimento, a parceria de vocês foi fundamental para a efetivação deste trabalho.

A Universidade de Passo Fundo agradeço pelo apoio e incentivo à pesquisa.

Por fim, agradeço a todos que de uma maneira ou outra contribuíram na realização deste trabalho, meu muito obrigado.

UMA ONTOLOGIA SOBRE LICITAÇÕES APLICADA NA ELICITAÇÃO DE REQUISITOS DE PORTAIS DE TRANSPARÊNCIA MUNICIPAL

RESUMO

Para que profissionais da área de tecnologia de informação desenvolvam sistemas que contribuam com a gestão governamental, os mesmos precisam compreender a base conceitual envolvida nos complexos domínios dos governos municipais. Assim, a falta de padronização de conceitos tem dificultado o processo de elicitação de requisitos para o desenvolvimento de novos softwares. Frente a esta realidade, é apresentada a modelagem de uma ontologia de domínio sobre licitações e o desenvolvimento de uma ferramenta (ReqOnto) que possibilita a aplicação desta ontologia na atividade de elicitação. Através do experimento utilizando a ontologia na definição de requisitos para um novo portal de transparência municipal, confirma-se que este processo apresenta aos profissionais uma maneira alternativa de compreender o contexto do novo sistema. O que possibilita a definição de requisitos que atendam às necessidades da gestão pública e às obrigatoriedades previstas na legislação brasileira

Palavras-Chave: elicitação de requisitos, licitações, ontologia de domínio, transparência pública.

AN ONTOLOGY ABOUT BIDDING APPLIED TO THE ELICITATION OF REQUIREMENTS OF MUNICIPAL TRANSPARENCY PORTALS

ABSTRACT

In order for information technology professionals to develop systems that contribute to government management, they need to understand the conceptual basis involved in the complex domains of municipal governments. The lack of standardization of concepts has made it difficult to elicit requirements for the development of new software. Due to this reality, the modeling of a domain ontology on bids and administrative contracts is presented, along with the development of a tool (ReqOnto) that allows the application of this ontology in the elicitation activity. Through the experiment using the ontology in defining requirements for a new portal of municipal transparency, it is confirmed that this process presents an alternative way for the professionals of the field to understand the context of the new system, thus enabling the definition of requirements that meet the needs of public management and the mandates established by Brazilian legislation.

Keywords: bidding, domain ontology, public transparency, requirements engineering.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Subáreas de requisitos de software definidas pelo SWEBOK [18].....	23
Figura 2. Representação do papel da ontologia [36].....	27
Figura 3. Relacionamentos entre os tipos de ontologias. Adaptado de Guarino [38].....	28
Figura 4. Passos da metodologia 101 [31].	33
Figura 5. Metodologias utilizadas na construção de ontologias de domínio [35].	34
Figura 6. Etapas definidas para a execução do trabalho.	44
Figura 7. Atividades da etapa de Análise e Especificação.....	44
Figura 8. Consulta de licitação. Fonte: sítio da Prefeitura de Canoas/RS.	48
Figura 9. Consulta de Licitações. Fonte: sítio da Prefeitura de São Domingos do Sul/RS.	49
Figura 10. Detalhamento de Pregão. Fonte: sítio da Prefeitura de São Domingos do Sul/RS.	49
Figura 11. Consulta de licitações. Fonte: sítio da Prefeitura de Passo Fundo/RS.	50
Figura 12. Detalhamento de Pregão. Fonte: sítio da Prefeitura de Passo Fundo/RS.	51
Figura 13. Atividades da etapa de Modelagem da Ontologia.....	54
Figura 14. Hierarquia de classes no Protégé.....	58
Figura 15. Documentação de classes no Protégé.	58
Figura 16. Algumas propriedades (DataProperties) no Protégé.	59
Figura 17. Valores fixados para o Tipo de Licitação [51].	60
Figura 18. Instâncias criadas na classe TipoLicitacao.	61
Figura 19. Documentação de classe gerada pelo Protégé.....	61
Figura 20. Visualização gráfica da ontologia de domínio.	62
Figura 21. Atividades da etapa de Desenvolvimento e Aplicação da ReqOnto.	63
Figura 22. Processo de aplicação da ontologia.	64
Figura 23. Identificador da ferramenta desenvolvida.	65
Figura 24. Cadastro de projeto, importação da ontologia (Upload OWL).	66
Figura 25. Tela da ferramenta ReqOnto acessada pelo menu ‘Ontologia’.....	67
Figura 26. Comentário do conceito ‘Documentos’.....	67
Figura 27. Hierarquia de conceitos apresentada pela ReqOnto.	68
Figura 28. Consulta para relatório da ontologia na ReqOnto.	69
Figura 29. Cadastro de requisito na ferramenta ReqOnto.....	70
Figura 30. Requisitos relacionados com o conceito ontologia.	71
Figura 31. Filtros da consulta/relatório da ontologia.	72

Figura 32. Consulta detalhada dos requisitos na ferramenta ReqOnto.....	72
Figura 33. Relatório detalhado dos requisitos na ferramenta ReqOnto.....	73
Figura 34. Análise gráfica dos relacionamentos entre requisitos e ontologia.....	73
Figura 35. Análise gráfica dos relacionamentos entre requisitos e ontologia.....	74
Figura 36. Análise gráfica dos relacionamentos entre requisitos e ontologia.....	74
Figura 37. Lista de requisitos elicitados.	82
Figura 38. Requisitos com tipos de conceitos relacionados.	82
Figura 39. Cadastro de Requisito.....	83
Figura 40. Documento de Requisitos.....	84
Figura 41. Consulta da ontologia com quantidade de requisitos vinculados.....	87
Figura 42. Gráfico de Relacionamentos Gerais.	87
Figura 43. Gráfico de Relacionamentos Detalhados.....	88
Figura 44. Consulta da ontologia com quantidade de requisitos vinculados.....	89

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Atributos de transparência inferidos a partir da legislação brasileira [9].	18
Tabela 2. Áreas do Conhecimento do SWEBOK [18].	22
Tabela 3. Comparativo de editores de ontologia [36].	35
Tabela 4. Portais de Transparência analisados.	47
Tabela 5. Listagem de alguns termos da ontologia.	57
Tabela 6. Planejamento de trabalho.	79
Tabela 7. Calendário de Execução do Experimento.	90

LISTA DE SIGLAS

TIC – Tecnologia de Informação e Comunicação

LRF – Lei de Responsabilidade Fiscal

LAI – Lei de Acesso à Informação

INDA – Infraestrutura Nacional de Dados Abertos

VCGE – Vocabulário Controlado do Governo Eletrônico

e-PING – Padrões de Interoperabilidade de Governo Eletrônico

VoG – Vocabulários e Ontologias do Governo Eletrônico

e-PMG – Padrão de Metadados do Governo Eletrônico

SWEBOK – Software Engineering Body of Knowledge

OWL - W3C OWL 2 Web Ontology Language

RDF – Resource Description Framework

ER – Engenharia de Requisitos

W3C – World Wide Web Consortium

ORE – Ontology-based Requirements Elicitation

KADS – Knowledge Aided Design System

TCE-RS – Tribunal de Contas do Estado do Rio Grande do Sul

API – Application Programming Interface

RF – Requisito Funcional

RNF – Requisito Não Funcional

ICWI – International Conference WWW/Internet

ONTOBRAS – Seminário de Pesquisa em Ontologias do Brasil

ICEIS – Conferência International Conference on Enterprise Information Systems

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	13
2.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1.	TRANSPARÊNCIA GOVERNAMENTAL.....	16
2.2.	ENGENHARIA DE REQUISITOS	21
2.3.	ONTOLOGIA	26
2.3.1.	Classificação de Ontologias	27
2.3.2.	Aplicações de Ontologias	28
2.3.3.	Métodos para Construção de Ontologias.....	29
2.3.4.	Ferramentas de Apoio.....	34
2.3.5.	Linguagens da Ontologia	35
2.4.	APLICAÇÃO DE ONTOLOGIAS NA ENGENHARIA DE REQUISITOS	37
2.5.	TRABALHOS RELACIONADOS	39
2.5.1.	Ontologias e a Engenharia de Requisitos.....	39
2.5.2.	Ontologias no Contexto Governamental	41
3.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	43
3.1.	ANÁLISE E ESPECIFICAÇÃO.....	44
3.1.1.	Legislação e Recomendações	45
3.1.2.	Portais de Transparência Municipal.....	46
3.1.3.	LicitaCon.....	51
3.2.	MODELAGEM DA ONTOLOGIA.....	53
3.2.1.	Metodologia, Linguagem e Ferramenta	54
3.2.2.	Desenvolvimento da Ontologia.....	55
3.3.	DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DA REQONTO	63
3.3.1.	Definição da Aplicação.....	63
3.3.2.	Ferramenta ReqOnto	65
4.	EXPERIMENTO E ANÁLISE DE RESULTADOS	76
4.1.	EXPERIMENTO	76
4.1.1.	Ambientação da Unidade de Análise.....	76
4.1.2.	Aplicação do Experimento.....	78
4.2.	ANÁLISE DE RESULTADOS.....	86
4.2.1.	Análise dos resultados obtidos na ReqOnto.....	86
4.2.2.	Análise e discussão dos questionamentos	90
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	96

5.1.	DISSEMINAÇÃO DO CONHECIMENTO	98
5.2.	TRABALHOS FUTUROS	99
	REFERÊNCIAS.....	101
	APÊNDICE A.....	105
	APÊNDICE B.....	108
	ANEXO A.....	109

1. INTRODUÇÃO

Diante das necessidades impostas pela legislação brasileira, nos últimos dez anos tem se observado o aumento da disponibilização de serviços de acesso a dados aos cidadãos, além do crescente investimento dos governos em Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), em busca do compartilhamento de informações em formatos digitais. Porém, a inexistência de padrões conceituais para as informações governamentais disponibilizadas à sociedade tem desencadeado notáveis dificuldades de consultar, acessar, armazenar e recuperar dados. Além do mais, a falta de padronização vem dificultado o processo de desenvolvimento de novos sistemas de informação e as suas capacidades de comunicação com a sociedade [1].

Para garantir o efetivo acesso dos cidadãos às informações governamentais, não é suficiente que os sistemas de informação atendam a legislação sobre transparência pública e proporcionem a disponibilização dos dados na internet. Faz-se necessária a utilização de uma estrutura padronizada de conceitos que possibilite aos meios tecnológicos o compartilhamento de dados e que simultaneamente propicie aos cidadãos a compreensão das informações publicadas, para que possam conhecer o meio governamental e participar ativamente na gestão pública.

Contudo, um dos grandes desafios dos engenheiros de software surge na necessidade de desenvolverem sistemas que possibilitam a integração de diferentes tipos de informações e que promovam a transparência dos dados governamentais. Isso ocorre por estarem diante de domínio de complexas estruturas conceituais. Para propiciar o desenvolvimento de sistemas de informação que promovam o compartilhamento de informações utilizando meios computacionais e facilitem o empoderamento dos cidadãos, é oportuna a definição de padrões que propiciem o entendimento e o intercâmbio das informações entre pessoas, dispositivos e computadores. A partir da existência destes padrões, desenvolvedores de software podem utilizá-los na estruturação das informações publicadas, possibilitando indiretamente o desenvolvimento de sistemas de informação de maior qualidade.

Segundo a Lei da Transparência¹, a Lei de Acesso à Informação² e outras leis vigentes, os órgãos públicos brasileiros precisam publicar informações que permitam o

¹ http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp131.htm

empoderamento dos cidadãos. Além disso, os dados veiculados precisam ter padronização estrutural e conceitual que possibilite a interoperabilidade com outros sistemas de informação. Como alternativa a esta padronização, a literatura afirma que “modelar uma ontologia significa definir a especificação explícita de estratégias de organização da aprendizagem de um determinado domínio de conhecimento” [2]. Deste modo, este tipo de modelagem pode ser uma alternativa relevante para o estabelecimento de padrões conceituais do domínio governamental.

Diante do exposto, propõe-se a modelagem de uma ontologia de domínio sobre licitações públicas, como forma de organização e padronização conceitual que favoreça a aprendizagem do domínio e a elicitação de requisitos para o desenvolvimento de sistemas de informação como portais de transparência municipal. A delimitação do domínio de licitações, considerou a importância em transparecer à sociedade informações compreensíveis sobre os processos licitatórios municipais. Por se tratar de informações que transparecem a maioria das movimentações financeiras, investimentos e gastos das gestões públicas, esta exigência é claramente expressada na legislação brasileira em vigor. A ontologia proposta busca contemplar as informações exigidas na Constituição da República³, na Lei de Responsabilidade Fiscal⁴, na Lei Complementar nº 131/2009⁵ e na Lei nº 12.527/2011⁶; além das recomendações feitas por órgãos governamentais, como o Programa Brasil Transparente e as campanhas de transparência feitas pelo Tribunal de Contas dos Rio Grande do Sul [3].

A ontologia modelada será utilizada por profissionais no desenvolvimento de novos sistemas, como base de conhecimento primário na aprendizagem do domínio, buscando facilitar a definição de requisitos de novos portais de transparência municipal. A sua utilização possibilitará a verificação, a análise e a formulação de sugestões de melhorias às definições dos requisitos. Por meio da atividade de elicitação de requisitos de novos sistemas de informação, utilizando a ontologia proposta, busca-se a definição de requisitos mais concisos e realistas frente às reais necessidades da gestão pública e da sociedade. Deste modo, pretende-se minimizar os problemas enfrentados no processo de elicitação, os quais, muitas vezes, resultam em retrabalho, em altos investimentos de recursos das empresas desenvolvedoras e dos seus clientes.

² http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/lei/112527.htm

³ http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm

⁴ http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LCP/Lcp101.htm

⁵ http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp131.htm

⁶ http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/lei/112527.htm

Além do exposto, é eminente a possibilidade de reutilizar a ontologia modelada em outros projetos de software relacionados ao mesmo domínio. Isso se justifica por apresentar aos profissionais da área de engenharia de requisitos uma organização estrutural padronizada das informações, o que promoverá a aprendizagem do domínio de maneira simplificada e eficiente.

Em vista do exposto, chega-se ao problema de pesquisa que norteia o presente trabalho, o qual é descrito nos seguintes termos:

Como representar, através de uma ontologia de domínio, um modelo estrutural de informações e conceitos sobre licitações, a fim de facilitar a atividade de elicitação de requisitos de portais de transparência municipal?

Imbuído neste desafio, o presente trabalho visa a elaborar uma ontologia de domínio sobre licitações para ser utilizada como base de conhecimento primário na construção do conhecimento do domínio, a fim de facilitar a elicitação de requisitos de portais de transparência de esfera municipal. Para atender este objetivo, algumas definições específicas de trabalho foram realizadas: (i) fazer a análise das informações obrigatórias e as recomendações feitas pelos órgãos governamentais referente aos dados apresentados pelos portais de transparência municipal; (ii) fazer a definição das informações e estruturas a ser modeladas na ontologia com base no manual do Sistema de Licitações e Contratos (LicitaCon) apresentado pelo Tribunal de Contas do Estado do Rio Grande do Sul; (iii) modelar a ontologia de domínio sobre licitações e desenvolver uma ferramenta que possibilite a sua aplicação na elicitação de requisitos; (iv) fazer um experimento de aplicação da ontologia num processo de elicitação de requisitos de um novo portal de transparência municipal; (v) analisar o experimento realizado com o objetivo de caracterizar este procedimento como uma nova técnica de aprendizagem do domínio do problema que facilite a elicitação de requisitos.

A fim de melhor descrever a ontologia, a ferramenta ReqOnto, o processo de aplicação e o experimento, o presente trabalho encontra-se organizado conforme segue: no Capítulo 2 são apresentados os principais conceitos que fundamentam esta dissertação, bem como os trabalhos relacionados encontrados na literatura. Na sequência, o Capítulo 3 descreve em detalhes a modelagem da ontologia, o desenvolvimento da ferramenta ReqOnto e o processo de aplicação proposto na atividade de elicitação de requisitos. No Capítulo 4 é descrito o experimento realizado e a análise dos seus resultados. Por fim, os meios de disseminação do conhecimento, trabalhos futuros e considerações finais são abordados por meio do Capítulo 5.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este Capítulo apresenta a fundamentação teórica. Na Seção 2.1 são apresentados conceitos relacionados à transparência governamental, assunto que justifica a importância dos portais de transparência municipal, produto de software utilizado neste trabalho. A Seção 2.2 apresenta conceitos relacionados à engenharia de requisitos, bem como a atividade de elicitação, executada no processo proposto neste trabalho. A Seção 2.3 apresenta o conceito de ontologia, e a Seção 2.4 a aplicação de ontologias na engenharia de requisitos. Por fim, a Seção 2.5 apresenta os trabalhos relacionados.

2.1. TRANSPARÊNCIA GOVERNAMENTAL

Diante do crescimento acelerado e desordenado dos meios urbanos ocorrido nos últimos anos, muitos desafios têm surgido, e outros ainda estão por surgir, considerando que, nas próximas duas décadas, as cidades de países em desenvolvimento concentrarão 80% da população urbana do planeta [4]. Esta atratividade aos meios urbanos ocorre devido às inovações tecnológicas e conexões a distância que, além da interação física no território, têm gerado inovação como nunca visto antes [4]. Este intenso fluxo migratório da população para os meios urbanos traz juntamente grandes desafios com o intuito de melhorar a organização, a qualidade de vida e os serviços prestados aos cidadãos.

O rápido processo de urbanização e as classes populacionais emergentes colocam pressão sobre as cidades, ampliam a demanda de serviços e benefícios sociais e impõem complexos desafios fiscais, institucionais e políticos. Esta pressão está diretamente relacionada aos poderes públicos municipais por ser o primeiro nível de responsabilidade na cadeia de implementação de políticas públicas [5]. Além de inovações em tecnologias de informação, infraestrutura e mobilidade urbana, várias conquistas alcançadas nos últimos vinte anos no mundo e no Brasil relacionam-se à governabilidade. O governo tem buscado criar mecanismos que estreitam os laços de comunicação com a sua população, para aperfeiçoar a gestão pública através da implantação de tecnologias de informação e comunicação, que visam à construção de um governo participativo e colaborativo [4].

No Brasil, conforme a Constituição Federal de 1988, em seu art. 5º, inciso XIV, todo cidadão tem o direito de acessar informações relacionadas a qualquer uma das esferas

governamentais: União, estados, Distrito Federal e municípios, sendo a publicação um dever do Estado:

Todos têm direito a receber dos órgãos públicos informações de seu interesse particular, ou de interesse coletivo ou geral, que serão prestadas no prazo da lei, sob pena de responsabilidade, ressalvadas aquelas cujo sigilo seja imprescindível à segurança da sociedade e do Estado (art. 5º) [6].

Este direito ganhou ênfase com a aprovação da Lei Complementar nº 131 publicada em maio de 2009 conhecida como Lei da Transparência, que atribuiu nova redação ao artigo 48 da Lei Complementar 101/2000 (Lei de Responsabilidade Fiscal – LRF). Esta alteração amplia a transparência na gestão governamental exigindo que órgãos e entidades públicas disponibilizem, em tempo real e em meios eletrônicos de acesso público, os dados sobre suas receitas e despesas (art. 2º) [7].

Para complementar o direito dos cidadãos, em novembro de 2011 foi aprovada a Lei nº 12.527, denominada por Lei de Acesso à Informação – LAI, a qual obriga a disponibilização de informações. Embora as informações sejam produzidas e mantidas pela administração pública, elas são de extremo interesse da coletividade, na sua condição de destinatária e fiscal dos serviços prestados pelo poder público. Esta lei regulamenta a forma pela qual as informações devem ser disponibilizadas pelos órgãos públicos dos três Poderes de Estado (Executivo, Legislativo e Judiciário) de todos os níveis de governo (federal, estadual, distrital e municipal), dos Tribunais de Contas e do Ministério Público, bem como das autarquias, fundações públicas, empresas públicas, sociedades de economia mista e demais entidades controladas direta ou indiretamente pela União, estados, Distrito Federal e municípios (art. 1º, parágrafo único) [8]. Diante disso, percebe-se com clareza, que a LAI é um valioso instrumento de efetivação da cidadania, possibilitando maior transparência e interação entre o poder público e a sociedade brasileira [8].

A LAI assegura o direito fundamental de acesso à informação e o dever do Estado em garantir este acesso, que será franqueado mediante procedimentos objetivos e ágeis, de forma transparente, clara e em linguagem de fácil compreensão. Além disso, a Lei prevê a disponibilização de dados em formatos abertos. Deste modo, alguns tributos de transparência e seus respectivos requisitos inferidos a partir da legislação brasileira são mostrados na Tabela 1.

Tabela 1. Atributos de transparência inferidos a partir da legislação brasileira [9].

Atributos	Requisitos	Lei Relacionada
Publicidade	Uso de meios eletrônicos para divulgação	Constituição Federal Lei da Transparência Lei de Acesso à Informação Lei das Licitações
	Informações Detalhadas	
	Governança de Dados	
Facilidade de Uso	Fácil compreensão da Informação	Constituição Federal Lei de Acesso à Informação
	Informação Clara	
	Disponibilização de Ferramentas de Busca	
Disponibilidade	Amplo acesso à informação (acessibilidade)	Constituição Federal Lei de Acesso à Informação
	Uso de formatos abertos	
	Disponibilidade em tempo real	
Segurança	Restrições de acesso (informações públicas / sigilosas)	Constituição Federal Lei de Acesso à Informação
	Proteção da informação (integridade)	
	Autenticidade da informação	

Como forma de auxiliar os estados e municípios brasileiros na implantação das medidas de governo transparente, a Controladoria Geral da União instituiu no ano de 2013, o programa Brasil Transparente [10], com o propósito de juntar esforços no incremento da transparência pública e na adoção de medidas de governo aberto.

O programa Brasil Transparente tem como objetivos principais [10]:

- I - promover uma administração pública mais transparente e aberta à participação social;
- II - apoiar a adoção de medidas para a implementação da Lei de Acesso à Informação e outros diplomas legais sobre transparência;
- III - conscientizar e capacitar servidores públicos para que atuem como agentes de mudança na implementação de uma cultura de acesso à informação;
- IV - contribuir para o aprimoramento da gestão pública por meio da valorização da transparência, acesso à informação e participação cidadã;

- V - promover o uso de novas tecnologias e soluções criativas e inovadoras para abertura de governos e o incremento da transparência e da participação social;
- VI - disseminar a Lei de Acesso à Informação e estimular o seu uso pelos cidadãos;
- VII - incentivar a publicação de dados em formato aberto na internet;
- VIII - promover o intercâmbio de informações e experiências relevantes ao desenvolvimento e à promoção da transparência pública e acesso à informação.

De modo semelhante ao ocorrido em outros países, a partir da publicação da Lei de Acesso à Informação, da Lei da Transparência e suas complementações, novos sistemas foram desenvolvidos e disponibilizados aos cidadãos para possibilitar o acesso às informações. Um exemplo disso é o **Portal Brasileiro de Dados Abertos**⁷, desenvolvido pelo Governo Federal brasileiro por meio do setor de Infraestrutura Nacional de Dados Abertos (INDA)⁸, o qual tem o objetivo de disponibilizar e facilitar aos cidadãos a busca dos dados públicos [11]. Além deste portal, existem várias iniciativas semelhantes que são encontradas nas esferas federal, estadual e municipal [12], que visam à transparência dos dados públicos regimentadas pelas diretrizes presentes na LAI. Merece destaque a iniciativa de criação do portal de transparência, uma das soluções definidas pelo governo brasileiro para melhorar as relações do estado com os cidadãos, com as empresas e entre os próprios órgãos governamentais [13].

Apesar da existência de uma legislação específica, alguns problemas se sobressaem ao falar em transparência governamental: (i) a forma como as informações são apresentadas à população; (ii) a acessibilidade; (iii) a falta de padronização; (iv) a temporalidade da publicação; (v) os conteúdos inapropriados para o perfil de usuários. Entre outros problemas, merece destaque o fato de grande parte dos dados governamentais serem de difícil interpretação aos usuários leigos e profissionais da área computacional, dificultando o entendimento dos que os utilizam como base de trabalho para o desenvolvimento de sistemas de informação.

Pode-se imaginar um cidadão sem formação e conhecimento adequado do domínio governamental acessando sítios com dados sobre receitas orçadas, receitas realizadas, despesas orçadas, suplementação de receitas, processos licitatórios e outras terminologias próprias do contexto da gestão pública. Desta situação, é plausível supor as dificuldades enfrentadas pelo cidadão para entender e fazer uso desses dados [11]. Para tentar resolver alguns destes problemas, manuais com padronizações são disponibilizados por

⁷ <http://dados.gov.br>

⁸ A INDA é um conjunto de padrões, tecnologias, procedimentos e mecanismos de controle necessários para atender às condições de disseminação e compartilhamento de dados e informações públicas no modelo de Dados Abertos. É a política do governo brasileiro para dados abertos.

órgãos do Governo Federal, tais como o Manual de Dados Abertos, a Cartilha de Usabilidade e o Modelo de Acessibilidade.

Para atender os princípios de transparência, é necessária uma organização semântica dos dados. A fim de que isso se torne realidade, o Governo Federal brasileiro tem acompanhado a tendência internacional e tem buscado definir padrões para mitigar os problemas de integração dos dados publicados [1]. Em busca de instrumentos de representação semântica de informações do governo brasileiro, pode ser encontrado o Vocabulário Controlado do Governo Eletrônico (VCGE) o qual apresenta uma estruturação das informações da Previdência Social [14]. O VCGE é uma estrutura hierárquica continuamente incrementada, criada pelo Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão com o objetivo de facilitar a navegação das pessoas nos portais do Governo Federal no que diz respeito às informações de estruturação de órgãos governamentais.

Além deste vocabulário, o Governo Federal brasileiro patrocina uma arquitetura de interoperabilidade de serviços para governo eletrônico denominada **e-PING** (Padrões de Interoperabilidade de Governo Eletrônico), a qual define um conjunto mínimo de premissas, políticas e especificações técnicas que regulamentam a utilização de tecnologias da informação e comunicação. Ainda no âmbito do e-PING, o governo promove a iniciativa denominada **e-VoG** (Vocabulários e Ontologias do Governo Eletrônico). O e-VoG consiste em um conjunto de padrões, ferramentas e metodologias que têm por objetivo promover interoperabilidade semântica no e-PING. O e-VoG engloba uma taxonomia especificada no VCGE e o Padrão de Metadados do Governo Eletrônico (e-PMG). Para garantir estas padronizações definidas, a portaria número 05 de 14 de julho de 2005 do Governo Federal torna obrigatória a adoção dos padrões e políticas descritos na arquitetura e-PING para todos os órgãos do Governo Federal [1].

Uma das políticas propostas no e-PING orienta que quando da sua utilização por outras organizações integrantes da administração pública, por organizações da sociedade civil ou pelo cidadão, devem ser utilizados recursos tais como vocabulários controlados, taxonomias, ontologias e outros métodos de organização e recuperação de informações [15]. Para lidar com as limitações das abordagens não padronizadas para publicação de dados governamentais, o W3C⁹ também tem contribuído na definição de boas práticas que objetivam melhorar o compartilhamento, consumo e integração de dados. Esta abordagem

⁹World Wide Web Consortium

preconiza o uso de vocabulários compartilhados que são representados através de ontologias formalizadas em linguagens de representação de conhecimento concebidas para a Web [16].

Diante desta realidade, as ontologias têm sido descritas e indicadas como soluções que podem contribuir de maneira fundamental na padronização, organização estrutural e semântica dos dados governamentais publicados, possibilitando a disponibilização e a utilização dos mesmos na interoperabilidade com outros sistemas e principalmente no empoderamento dos cidadãos. Com o entendimento dos conceitos de ontologias e das políticas propostas pelos próprios órgãos governamentais brasileiros, confirma-se que vários problemas poderiam ser minimizados ou melhor solucionados, caso existissem estruturas de conceitos definidas, o que condiz com o objetivo das ontologias.

Conforme a legislação vigente, várias são as informações que devem ser controladas e publicadas pelos governos municipais; mas, devido à amplitude do contexto, o escopo da ontologia modelada neste trabalho está limitado ao domínio de licitações públicas. Para tanto, licitação é o procedimento administrativo formal para contratação de serviços ou aquisição de produtos pelos entes da Administração Pública (governos Federal, Estadual ou Municipal), ou seja, todos os entes federativos. De forma simplificada, o governo deve comprar e contratar serviços seguindo regras de lei, pelo fato de fazer uso de verba pública. Assim sendo, a licitação é um processo formal onde há a competição entre os fornecedores interessados.

2.2. ENGENHARIA DE REQUISITOS

O desenvolvimento de um software, independente do modelo de processo utilizado, é composto por um conjunto de quatro atividades fundamentais que levam à construção de um produto de software e que devem estar presentes em qualquer processo de desenvolvimento, independente da área de aplicação, do tamanho ou da complexidade do projeto. Estas atividades são [17]:

- **Especificação de Software/ Engenharia de Requisitos:** definição das funcionalidades do software e as restrições ao seu funcionamento.
- **Projeto e Implementação de Software:** produção do software para atender às especificações.
- **Validação de Software:** validação do software para garantir que atenda às demandas do cliente.

- **Evolução de Software:** evolução do software para atender às necessidades de mudança dos clientes.

Conforme o SWEBOK (Software Engineering Body of Knowledge) [18], a engenharia de software é organizada em quinze áreas do conhecimento (*knowledge areas – Kas*), conforme observa-se na Tabela 2.

Tabela 2. Áreas do Conhecimento do SWEBOK [18].

Requisitos de Software
Projeto de Software
Construção de Software
Teste de Software
Manutenção de Software
Gerenciamento e Configuração de Software
Gerenciamento de Engenharia de Software
Processo de Engenharia de Software
Modelos e Métodos de Engenharia de Software
Qualidade de Software
Práticas Profissionais de Engenharia de Software
Economia de Engenharia de Software
Fundamentos de Computação
Fundamentos Matemáticos
Fundamentos de Engenharia

A área de conhecimento de Requisitos de Software está preocupada com as atividades de elicitación, análise, especificação, validação e gerenciamento dos requisitos durante todo o ciclo de vida do produto de software. Denomina-se também como Engenharia de Requisitos a área de conhecimento que marca a delimitação do contexto do software, reconhecendo e modelando o problema no domínio do usuário e representando os requisitos fundamentais para o software [18].

Este trabalho dedica atenção especial a esta área da Engenharia de Software que possui várias atividades relacionadas. O processo da engenharia de requisitos gera uma especificação que se tornará a fundamentação para todas as fases subsequentes do processo de desenvolvimento, por isso a compreensão e a estruturação dos requisitos são atividades de fundamental importância para o desenvolvimento do software. Conforme definido no SWEBOK, os requisitos de software expressam as necessidades e condições necessárias a um

produto de software para que o mesmo contribua na solução de alguns problemas do mundo real.

A área de requisitos de software esta organizada em várias subáreas com atividades vinculadas, as quais podem ser observadas na Figura 1 [18].

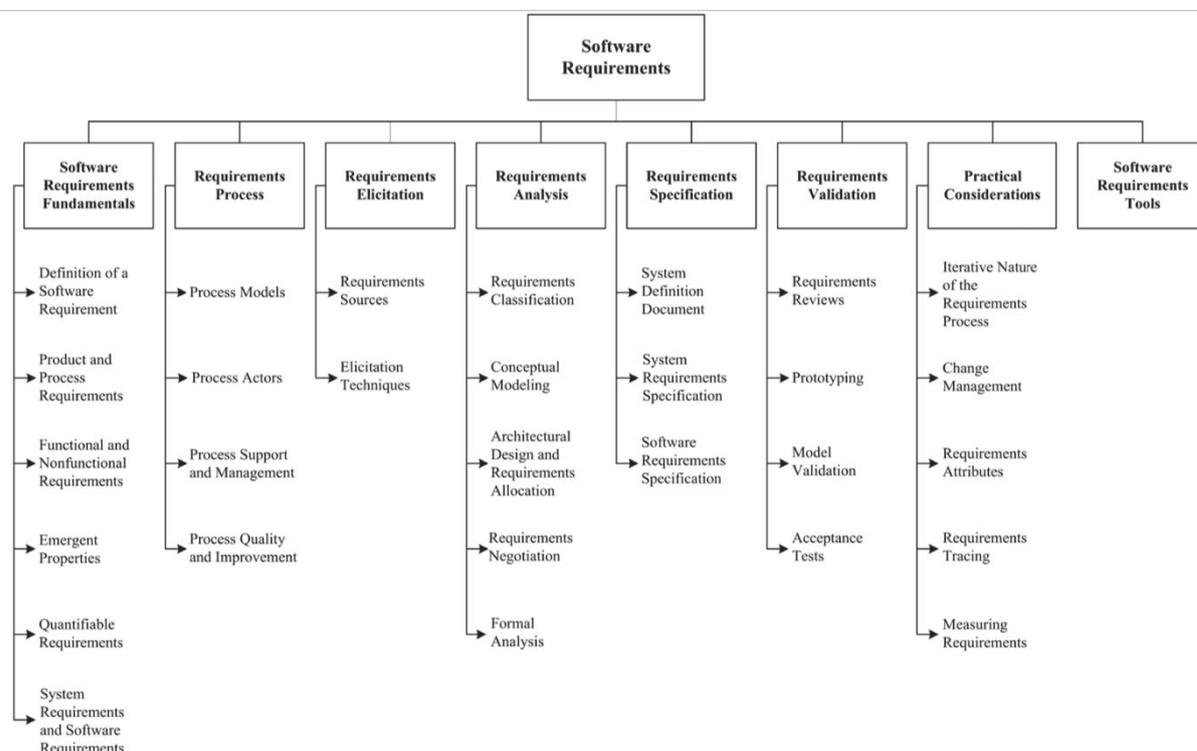


Figura 1. Subáreas de requisitos de software definidas pelo SWEBOK [18].

Dentre todas as áreas apresentadas para a engenharia de requisitos, este estudo enfatiza a atividade de elicitação. A elicitação considera a origem dos requisitos do software e como estes podem ser coletados [18]. É considerada como a fase de compreensão do problema a ser solucionado através do sistema de informação a desenvolver. É uma atividade fundamentalmente humana que relaciona usuários e equipes de desenvolvimento de software, onde os engenheiros de requisitos identificam e relacionam-se diretamente com os *stakeholders* em busca de obter informações e compreender o domínio da aplicação, os serviços que devem ser oferecidos, o desempenho do sistema, as restrições e outras informações importantes [17].

Nesta atividade, é importante ressaltar a necessidade e a importância de identificar e classificar os requisitos elicitados. Segundo Sommerville [17], os requisitos de software podem ser classificados em:

- **Requisitos Funcionais:** declarações de serviços que o sistema deve oferecer, de como o sistema deve reagir a entradas específicas e como deve se comportar em determinadas situações. Devem também explicar o que o sistema não deve fazer.
- **Requisitos Não Funcionais:** são restrições aos serviços ou funções oferecidas pelo sistema. Muitas vezes aplicam-se ao sistema como um todo. Podem estar relacionados às suas propriedades emergentes, como confiabilidade, tempo de resposta, proteção, entre outras propriedades.

Alguns elementos críticos estão presentes na elicitação de requisitos. Desde a definição do escopo, do domínio do problema; o entendimento das necessidades dos clientes, a definição de prioridades e importâncias; a descrição completa e compreensível dos requisitos e dos termos específicos do domínio do cliente. Diante disso, percebe-se que a elicitação e especificação exigem esforços com o levantamento de requisitos e com a elaboração de modelos que explicitem os requisitos dos sistemas.

Os requisitos se originam de várias fontes de conhecimento relacionadas aos usuários do software, ao ambiente e ao domínio da aplicação. Todas estas origens de informações devem ser consideradas para o desenvolvimento do software, entre elas: os objetivos do software, os *stakeholders*, as regras de negócio, o ambiente e regras operacionais e organizacionais do domínio do sistema e o conhecimento do domínio da aplicação.

Segundo o SWEBOK [18], o conhecimento do domínio da aplicação é um dos fatores a ser considerados no processo de definição de requisitos para sistemas de informação. Os profissionais técnicos envolvidos precisam conhecer o contexto a ser trabalhado, pois esta é a base principal que possibilita a definição e o detalhamentos dos requisitos do software. Ainda conforme apresentado no SWEBOK [18], é uma boa prática para conhecer e compreender o contexto da aplicação, fazer uso de abordagens ontológicas do domínio do conhecimento para possibilitar o entendimento das relações relevantes entre os conceitos identificados no domínio da aplicação.

Diante do exposto, acredita-se na minimização dos problemas da elicitação de requisitos de sistemas de informação relacionados a portais de transparência governamental, se utilizados modelos ontológicos que especifiquem e contribuam para o entendimento do contexto abordado. Neste caso, poderiam ser utilizadas ontologias para especificar e organizar a aprendizagem e o conhecimento do domínio do problema, ao invés de construir ideias e requisitos sem uma base conceitual padronizada do domínio da aplicação. Esta abordagem, além de facilitar a atividade de elicitação e o detalhamento dos requisitos, poderia aumentar a

qualidade e facilitar o seu entendimento, minimizando assim o risco de cometer erros por falta de conhecimento do domínio do problema.

Ter compreensão do domínio do problema é essencial para que a elicitação de requisitos apresente resultados de qualidade, pois a falta de entendimento do contexto pode acarretar consequências no processo de desenvolvimento e no produto de software desenvolvido com requisitos elicitados de baixa qualidade [19]. Quando utilizado um padrão de estruturação conceitual, como o definido na ontologia proposta para o domínio de licitações, a análise e a elicitação dos requisitos tendem a ser mais completas e consistentes [19]. Esta afirmativa condiz com a realidade na área de desenvolvimento de software, onde é crescente a necessidade de produtos de qualidade para que as empresas possam manter-se no mercado competitivo. Para que isso seja possível, organizações têm buscado melhores resultados a partir do aprimoramento do conhecimento do contexto a ser trabalhado, obtendo consequentemente o melhor entendimento do problema para facilitar a definição dos requisitos a ser desenvolvidos [20].

Diante desta realidade, a existência de ontologias de domínio que representem o contexto das áreas de conhecimento dos portais de transparência, pode ser uma forma de minimizar os esforços da aprendizagem, além de inserir uma abordagem de reuso facilitadora do processo. Cada ontologia poderá ser reutilizada em diversos projetos de transparência governamental para capturar e formalizar o conhecimento do contexto das informações a ser disponibilizadas aos cidadãos.

Tendo identificado as fontes de requisitos, os engenheiros de software e engenheiros de requisitos devem iniciar a atividade de elicitação. Várias são as técnicas utilizadas para obter informações que permitam o entendimento e a definição dos requisitos para sistemas de informação. As principais técnicas segundo o Guia SWEBOK [18] são:

- **Entrevistas:** é uma técnica tradicional de elicitação, porém deve-se observar com atenção as vantagens, as limitações e a forma como é conduzida a entrevista com os *stakeholders*;
- **Cenários:** criação de contextos para a elicitação com usuários através de perguntas como “E se....?”, “Como ficaria?”;
- **Protótipos:** utilizados para esclarecer dúvidas e simular como seria o funcionamento;
- **Reuniões com Facilitadores:** brainstorming consultorias, identificação de conflitos;

- **Observações:** imersão no ambiente alvo para captar os aspectos culturais da organização e as tarefas nele executadas;
- **User Stories:** comumente utilizada em métodos ágeis. Pequenas descrições feitas pelos clientes sobre as funcionalidades desejadas

Além destas, existem outras técnicas que podem ser utilizadas na atividade de elicitação de requisitos, todas com o objetivo de facilitar o entendimento do domínio do problema, de identificar as necessidades dos clientes e compreender os problemas a ser resolvidos com o software.

2.3. ONTOLOGIA

O termo ontologia tem sua origem do grego *ontos* (ser) + *logos* (palavra) e foi introduzido na filosofia no Século XIX por filósofos alemães, de modo a fazer uma distinção entre o estudo do ser e o estudo dos vários tipos de seres vivos existentes no mundo natural [21]. Representa na área filosófica uma disciplina que tem como objetivo o fornecimento de sistemas de categorização para organizar a realidade. Seu surgimento teve início com a primeira estrutura de classificação que foi proposta por Aristóteles no Século III. Com base nos comentários e análises desta estrutura, o filósofo grego Porfírio criou a primeira estrutura arborescente conhecida como “árvore de Porfírio”. A partir desta estruturação do conhecimento é que surgiram as ontologias [22].

Na área da ciência da computação, as ontologias foram desenvolvidas em inteligência artificial de modo a facilitar o compartilhamento e a reutilização de informação. Em 1993 Thomas Gruber [21] definiu ontologia como uma “especificação explícita de uma conceitualização”. Porém, o autor Willem Borst, em sua tese de doutorado [23], modificou a definição anterior ao dizer que ontologia é uma “especificação formal de uma conceitualização compartilhada”. O termo ‘formal’ refere-se ao fato de que a ontologia deve ser legível por máquinas, que permite o raciocínio automático, conceitualização representa um modelo abstrato de algum domínio e compartilhada significa conhecimento consensual (aceito por um grupo). Segundo Noy e McGuinness [24], ontologias descrevem um domínio de discurso utilizando classes (entidades), propriedades, relacionamentos, atributos e restrições de conceitos. Uma ontologia e suas instâncias individuais de entidades constituem uma base de conhecimento. É vista, portanto, como uma descrição de conceitos em um domínio específico de conhecimento, suas propriedades, que descrevem características, seus atributos e restrições, bem como seus possíveis relacionamentos [24].

Segundo o consórcio W3C [25] determina-se ontologia como “a definição dos termos utilizados na descrição e na representação de uma área de conhecimento”. De maneira sucinta, as ontologias devem prover descrições para os tipos de conceitos de classes/coisas nos vários domínios de interesse; relacionamentos entre estas classes/coisas e propriedades ou atributos que essas classes/coisas devem possuir [22]. Em outros termos, a ontologia é definida como uma especificação explícita de uma conceitualização¹⁰ a qual é uma visão simplificada de um domínio de conhecimento [2]. Deste modo, ontologias possibilitam o preenchimento do "vazio" semântico entre a representação sintática da informação e sua conceitualização, sendo considerada a chave para o entendimento comum, como apresentado na Figura 2.

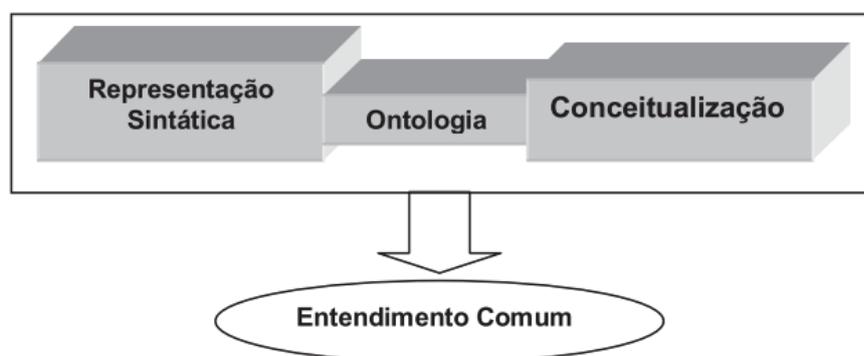


Figura 2. Representação do papel da ontologia [36].

A seguir são apresentadas algumas classificações para as ontologias.

2.3.1. Classificação de Ontologias

Existem diversas classificações para ontologias. Segundo Guarino [26] ontologias podem ser classificadas de acordo com a generalidade, na qual podem ser definidas da seguinte maneira:

- **Ontologias de Fundamentação ou de Topo:** também conhecidas por ontologia de nível superior ou ontologia genérica. É uma conceitualização abstrata sobre elementos genéricos que fazem parte de um domínio específico, como espaço, tempo, matéria, objeto, evento e ação.
- **Ontologias de Domínio:** que descrevem o vocabulário relacionado a conceitualizações de domínios particulares, como por exemplo, medicina, direito, etc.

¹⁰Estratégias de organização das aprendizagens.

- **Ontologias de Tarefa:** semelhante a uma ontologia de domínio, porém, ao invés de mapear os conceitos de um domínio particular, mapeia conceitos de uma tarefa ou atividade específica, como por exemplo, diagnóstico, venda e matrícula.
- **Ontologias de Aplicação:** descrevem conceitos que são dependentes de um domínio e de uma tarefa particular e, assim, combina especializações de conceitos presentes nas ontologias de domínio e de tarefa.

A Figura 3 apresenta as classificações de ontologias definidas por Guarino [26]. No topo as ontologias de fundamentação que embasam todas as outras conceituações. No nível mais baixo encontram-se as ontologias de aplicação, que especializam conceituações para uma determinada classe de aplicações.

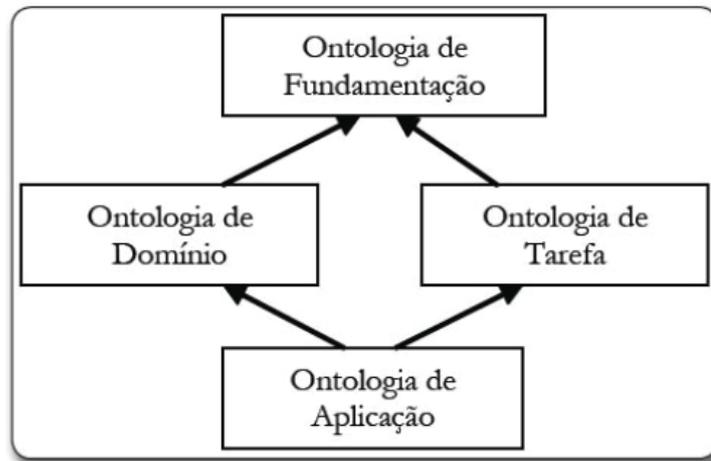


Figura 3. Relacionamentos entre os tipos de ontologias. Adaptado de Guarino [38].

Independentemente da classificação que representam, as ontologias têm sido desenvolvidas para facilitar o compartilhamento e a reutilização de informações [27].

2.3.2. Aplicações de Ontologias

Ontologias promovem um entendimento compartilhado acerca de um domínio, tarefa ou aplicação. Podem ser utilizadas com os objetivos de compartilhar informações, reusar elementos, tornar suposições do domínio explícito, separar conhecimentos de domínio de conhecimento operacional, bem como analisar o conhecimento do domínio [24].

Diante das diversas aplicações, é válido enfatizar a importância e algumas vantagens da utilização de ontologias [28], [29]:

- **Comunicação:** contribuem para a conceituação e entendimento unificado do domínio de conhecimento numa equipe de trabalho ou organização, minimizando assim os conflitos conceituais e terminológicos que podem acontecer;
- **Formalização:** devido à formalização da notação utilizada, eliminam-se as contradições e inconsistências;
- **Interoperabilidade:** as ontologias podem ser utilizadas na tradução das diferentes representações de origem de dados, criando uma conceituação única onde as demais conceituações poderiam se normalizar;
- **Representação do Conhecimento e Reuso:** as ontologias formam vocabulários de consenso e representam o conhecimento do domínio de forma explícita no seu mais alto nível de abstração, possuindo um grande potencial de reuso.

Uma vez que ontologias capturam um conhecimento específico, elas podem ser utilizadas como apoio à Engenharia de Software. Elas promovem um entendimento comum e compartilhado sobre um domínio específico, podendo auxiliar na especificação e na reutilização na engenharia de requisitos. O conceito de ontologia tem sido utilizado na engenharia de requisitos para minimizar diferentes tipos de problemas. Por exemplo, para melhorar a exaustividade da especificação de requisitos e para ajudar a esclarecer anomalias de significados, para realizar análise de consistência de requisitos, para ajudar na explicitação do conhecimento de determinado domínio, para gerenciar requisitos de conhecimentos e mudanças de requisitos, dentre outros.

2.3.3. Métodos para Construção de Ontologias

Existem diversos métodos para construção de ontologias. Não é intenção neste trabalho apresentar uma análise exaustiva das metodologias de engenharia de ontologias, mas sim conhecer uma metodologia que atenda às expectativas e requisitos necessários para a construção da ontologia modelada. A engenharia de ontologia abrange atividades para a conceitualização, projeto, implementação e evolução [9] e segue diferentes abordagens de trabalho. Pode-se definir a existência de metodologias inspiradas na Inteligência Artificial, na Engenharia de Software e na Interação Humano-Computador [30] (apud [31]).

Através da análise da literatura da área, é possível identificar que Cyc foi o primeiro método definido para construção de ontologias. Percebe-se claramente que entre a década de 1990 até o início dos anos 2000 houve uma proliferação de metodologias e métodos de construção de ontologias. Nesse espaço de tempo, surgiram algumas das metodologias

mais referenciadas, como TOVE [32], Methontology [33] e Método 101 [24]. A partir de então, novas metodologias foram surgindo, porém em menor proporção.

A seguir serão descritos sucintamente os métodos analisados e as justificativas da escolha do método utilizado neste trabalho.

2.3.3.1. Cyc

Este método originou-se da experiência obtida no projeto Cyc (*enCYClopædia*), o qual objetivou a construção de uma base de conhecimento que representasse os termos gerais da realidade consensual humana, representasse o senso comum do conhecimento enciclopédico. Este projeto iniciou na década de 1980, pela *Microelectrónicas and Computer Corporation* (MCC) [22].

A sua construção foi organizada em três fases distintas: 1. Extração manual do conhecimento; 2. Extração do conhecimento apoiada por computadores; e 3. Extração do conhecimento gerenciada por computadores.

2.3.3.2. TOVE

No ano de 1995, Gruninger e Fox [32] propuseram a metodologia Toronto Virtual Enterprise (TOVE), a qual surgiu da experiência no desenvolvimento de ontologias para os domínios de processos de negócios. Seu objetivo era criar um modelo de senso comum compartilhado abordando o domínio empresarial. Para a construção das ontologias, os autores descrevem problemas e exemplos através de cenários de motivação, o que é entendido por problemas ou exemplos que não são referenciados adequadamente por ontologias já existentes [22].

Esta metodologia está organizada nas seguintes etapas [32]:

- elaboração de cenários de motivação;
- formulação de questões de competência informal;
- especificação dos termos em linguagem formal;
- descrição das questões de competência formal;
- especificação formal dos axiomas;
- verificação da completude da ontologia.

2.3.3.3. Methontology

Caracterizado como um framework desenvolvido no laboratório de Inteligência Artificial do Politécnico de Madri em 1996, a Methontology possibilita a construção de ontologias por reengenharia, utilizando-se do conhecimento de domínio. As atividades para construção e ontologias estão organizadas em três categorias: atividades de gerenciamento de ontologias; atividades ligadas ao desenvolvimento de ontologias e atividades de manutenção de ontologias [22].

As atividades propostas nesta metodologia são suportadas de maneira automática pela ferramenta ODE (*Ontology Development Environment*) e o processo de desenvolvimento por ela proposto está organizado nas seguintes atividades:

- plano;
- especificação;
- conceitualização;
- formalização;
- integração;
- implementação;
- avaliação;
- documentação;
- manutenção.

2.3.3.4. NeOn

O NeOn é um método de engenharia de ontologias baseado em cenários, cujo foco é o desenvolvimento de ontologias em rede. Uma rede de ontologias representa um conjunto de ontologias conectadas entre si por meio de uma variedade de relacionamentos. Este método foi apresentado por Suarez-Figueroa no ano de 2010 [34].

O método NeOn sugere uma série de atividades e caminhos para nove cenários possíveis:

- Cenário 1. Da especificação para a implementação: Construir redes de ontologias do zero sem usar recursos existentes;

- Cenário 2. Reuso e reengenharia de recursos não-ontológicos: Construir redes de ontologias para reutilizar recursos não ontológicos ou realizar a reengenharia desses recursos;
- Cenário 3. Reuso de recursos ontológicos: Construção de redes de ontologias reutilizando ontologias ou módulos (parte) de ontologias;
- Cenário 4. Reuso e reengenharia de recursos ontológicos: Construção de redes de ontologias através da reutilização e ontologias ou reengenharia de módulos de ontologias;
- Cenário 5. Reuso e fusão de recursos ontológicos: Construção de redes de ontologias por meio da reutilização e fusão de módulos da ontologia ou ontologias;
- Cenário 6. Reuso, fusão e reengenharia de recursos ontológicos: Construção de redes através da reutilização de ontologias, fusão de ontologias e reengenharia ou módulos de ontologias;
- Cenário 7. Reuso de Padrões de Projeto de Ontologias: Construção de redes de ontologias através da reutilização de padrões de projeto ontologia;
- Cenário 8. Reestruturação de recursos ontológicos: Construção de redes de ontologias por meio da reestruturação ou de módulos de ontologias;
- Cenário 9. Localização de recursos ontológicos: Construção de redes de ontologias, através da localização de ontologias ou módulos de ontologias.

Além dos cenários, o método ainda disponibiliza um glossário de processos e atividades envolvidas no desenvolvimento de ontologias, uma coleção de modelos de ontologia e ciclo de vida, um conjunto de orientações metodológicas e a descrição das atividades.

2.3.3.5. Método 101

O método *Ontology Development 101* foi proposto em 2001 na Universidade de Stanford por Natalya Noy e Deborah McGuinness [24] e funciona como um “guia para criação da sua primeira ontologia”. Porém, segundo seus criadores, pode ser aplicado em projetos onde os envolvidos já possuam grande experiência em engenharia de ontologias. O método apresenta uma abordagem iterativa e descreve detalhadamente os passos que guiam o trabalho dos envolvidos, por isso, é considerado simples e bastante utilizado para a construção de

ontologias nos dias atuais. Foi construído baseado na experiência dos autores com a utilização dos ambientes de edição de ontologias Protégé, Ontolingua e Chimaera [31]. A metodologia é composta por sete passos objetivos e simples para desenvolver uma ontologia, conforme apresenta a Figura 4.

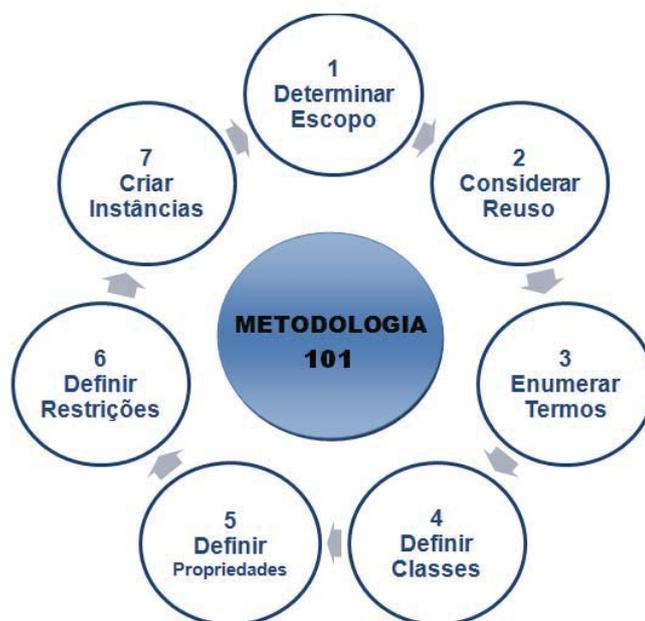


Figura 4. Passos da metodologia 101 [31].

As atividades (passos) sequenciais propostos pela metodologia seguem as seguintes definições [22]:

1. Determinar Escopo: para determinar o domínio e o escopo, os autores sugerem alguns questionamentos: Que domínio deseja-se cobrir com a ontologia? Com que propósito será utilizada a ontologia? Para que informações a ontologia deve fornecer respostas? Quem vai utilizar e manter a ontologia?
2. Considerar Reuso: verificar a existência de ontologias que contemplem o domínio desejado para que possa ser reutilizada.
3. Enumerar Termos: listar os termos e suas propriedades, conforme o que se deseja definir ou explicar através da ontologia.
4. Definir Classes: definição e organização das classes e suas propriedades.
5. Definir Propriedades: especificação e organização das características (propriedades) de cada classe ou subclasse definida.
6. Definir Restrições: definir os valores e restrições das propriedades.
7. Criar Instâncias: criar as instâncias individuais para as classes da ontologia.

Grande destaque é dado a esta metodologia no estudo apresentado por [35]. O mesmo apresenta e confirma a popularidade da metodologia *Ontology Development 101* no

desenvolvimento de ontologias de domínio, conceituando esta como uma metodologia madura e concisa. Com base no estudo, obtém-se o gráfico demonstrado na Figura 5, o qual apresenta a análise feita em 58 estudos sobre modelagem de ontologia de domínio. Sendo que deste total, 12 dos estudos declaram ter utilizado a metodologia 101 para a construção das ontologias.

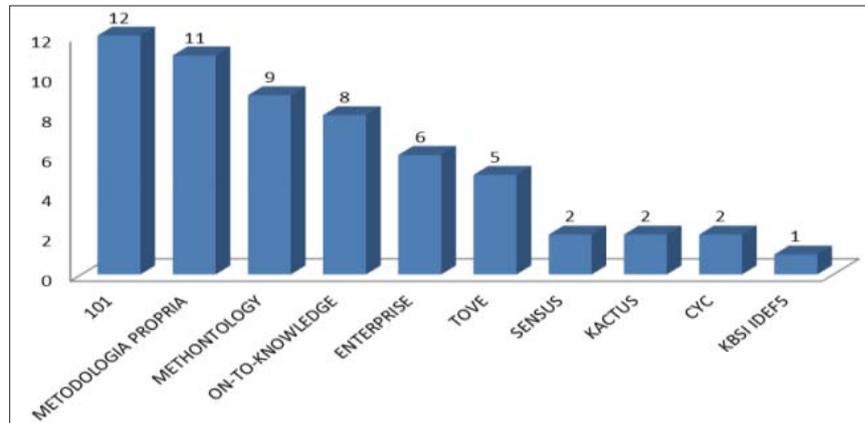


Figura 5. Metodologias utilizadas na construção de ontologias de domínio [35].

Santos [35] afirma que das metodologias analisadas no estudo, duas têm se destacado mais na construção de ontologias de domínio: o método 101 e a Methontology. Destaca ainda que as metodologias atuais costumam ser utilizadas em parceria com outras metodologias como forma de suprir as suas limitações. Diante disso, metodologias próprias estão ganhando espaço, uma vez que os desenvolvedores e pesquisadores da área estão fazendo adaptações e elaborando novas metodologias.

2.3.4. Ferramentas de Apoio

Nos últimos dez anos, o número de ambientes e ferramentas para construção de ontologias tem crescido exponencialmente. Essas ferramentas são destinadas a apoiar o processo de desenvolvimento da ontologia. Nesta seção, são apresentadas algumas das ferramentas mais relevantes segundo Isotani e Bittencourt [31]: Apollo (KMI, 2014), OntoStudio (Semafora, 2014), Protégé (Stanford, 2014) e TopBraid Composer (TopQuadrant, 2014).

Uma comparação das características básicas de cada uma dessas ferramentas pode ser observada na Tabela 3, a qual foi adaptada de [36].

Tabela 3. Comparativo de editores de ontologia [36].

	Apollo	Hozo	OntoStudio	Protégé	TopBraid
Licença	Código Aberto	Software Proprietário	Software Proprietário	Código Aberto	Software Proprietário
Extensão	Plug-ins	Não	Plug-ins	Plug-ins	Plug-ins
Importação/Exportação	- Apollo Meta Language - OCML - CLOS	- XML(S) - RDF(S) - OWL - outros	- XML(S) - RDF(S) - OWL - Diagrama UML - outros	- XML(S) - OWL - RDF(S) - Excel - outros	- RDFs - WOL - RDF(s) - XHTML - Excel - Outros
Taxonomia Gráfica	Não	Sim	Sim	Sim	Não
Trabalho Colaborativo	Não	Sim	Sim	Sim	Sim

Como se pode observar na Tabela 3, fez-se a comparação de cinco ferramentas de desenvolvimento de ontologias, segundo algumas das principais características. As mesmas foram analisadas de acordo com a forma de licenciamento, a possibilidade de extensibilidade de novas funcionalidades, as linguagens aceitas na importação e na exportação de ontologias, o suporte à visualização gráfica, além do controle e gerenciamento de trabalho coletivo; ou seja, situações onde vários colaboradores podem editar e evoluir a mesma ontologia sob o gerenciamento da ferramenta.

2.3.5. Linguagens da Ontologia

A escolha da linguagem de implementação complementa a base necessária para iniciar a construção de uma ontologia. Existem diversas linguagens para construção de ontologias, cada uma fornecendo suas funcionalidades específicas. A seguir, serão apresentadas de forma resumida algumas das principais linguagens.

Desenvolvido no ano de 2000 pelo W3C, o **RDFS (RDF Schema)**¹¹ é uma uma extensão do RDF (*Resource Description Framework*). Esta linguagem tem por objetivo a representação de conhecimento por meio da ideia de redes semânticas [22].

A **DAML+OIL**, criada no ano de 2001 da combinação de duas linguagens que representavam características similares, DAML e OIL. A DAML+OIL¹² tem como objetivo permitir a implementação de mecanismos de inferência [22].

¹¹ <http://www.w3.org/TR/rdf-schema/>

Seguindo o propósito das demais linguagens apresentadas, a **OWL** busca definir ontologias por meio de classes, propriedades e seus relacionamentos para um domínio de aplicação específico. A OWL utiliza RDF e RDFS para a sua definição, sendo a mesma uma revisão da linguagem DAML+OIL [22]. A OWL inclui as características presentes nas linguagens que a originaram e adiciona a capacidade de expressar relacionamentos complexos e ricos.

A definição oficial dada pelo W3C¹³ para a OWL segue abaixo:

A linguagem OWL 2 (W3C OWL 2 Web Ontology Language) é uma linguagem da web semântica projetada para representar conhecimento complexo sobre coisas, grupos de coisas e relacionamentos entre coisas. OWL é uma linguagem baseada em lógica computacional de forma que o conhecimento expressado em OWL possa ser raciocinado (reasoned¹⁴) por programas de computadores ou para verificar a consistência do conhecimento ou para tornar explícito o conhecimento implícito.

A OWL possui três linguagens, em ordem crescente de expressividade:

- **OWL Lite:** possibilita a criação de hierarquias simplificadas de classificação e restrições. Não possui axiomas nem estruturas sofisticadas de relacionamentos. Sua intenção é fornecer suporte à migração de tesouros e taxonomias para o formato de ontologias.
- **OWL DL:** possui todas as construções da OWL, mas só podem ser usadas com certas restrições, mantendo assim a máxima expressividade sem prejudicar a completude computacional e a decidibilidade (os processamentos serão concluídos em tempo finito). Recebe esta nomenclatura devido a sua relação com a lógica descritiva (DL é o acrônimo para lógica de descrição).
- **OWL Full:** suporta máxima expressividade e a liberdade sintática do RDF sem as garantias computacionais das outras duas linguagens OWL. Estende a OWL DL sem as restrições impostas por ela.

A OWL é recomendada pela W3C por ser adequada quando as informações precisam ser processadas e interpretadas por máquina, além da facilidade em expressar significados e semântica [25].

¹² <http://www.daml.org/2001/03/daml+oil-index>

¹³ <http://www.w3.org/TR/owl2-primer/>

¹⁴ O termo *reasoned*, na Web Semântica, refere-se ao processo de derivar fatos que não são explicitamente expressados por uma ontologia e suas instâncias.

2.4. APLICAÇÃO DE ONTOLOGIAS NA ENGENHARIA DE REQUISITOS

O que deve ser construído é o maior problema a ser identificado, abordado e detalhado na Engenharia de Requisitos [37]. Deste modo, os estudos para a definição dos requisitos de sistemas de informação, devem sempre resultar e estabelecer uma boa definição das funcionalidades, atributos e restrições apresentadas pelos *stakeholders* referente ao software a ser desenvolvido. Se as características e os requisitos definidos pelos engenheiros de software não estiverem corretos, o sistema não atenderá às expectativas e necessidades dos usuários. Existem alguns fatores que podem resultar em um processo de elicitação de requisitos problemático e conseqüentemente em um documento de requisitos inadequado diante das solicitações dos *stakeholders*, conforme especificado por Castañeda *et al.* [38]:

- **Requisitos Ambíguos:** pode causar retrabalho e perda de tempo. Sua origem está relacionada com os *stakeholders*, os quais produzem diferentes interpretações de um mesmo requisito. Além disso, um *stakeholder* pode interpretar o mesmo requisito de diversas maneiras. A ambigüidade leva ao desenvolvimento de produtos de software incorretos. O conhecimento relacionado aos requisitos deve ser o mesmo tanto para a equipe de profissionais que construirá o software quanto para o cliente, a fim de que se obtenha o mesmo entendimento para fins de acordo e aprovação.
- **Especificação Insuficiente:** ausência de detalhamentos e especificações dos requisitos. Isso pode levar à frustração dos desenvolvedores, porque eles baseiam seu trabalho em suposições incorretas e, assim, o produto solicitado pelo cliente não é desenvolvido.
- **Definição Incompleta de Requisitos:** impossibilita o planejamento do projeto e seu monitoramento e gerenciamento. A má compreensão dos requisitos leva a estimativas otimistas, que causam problemas quando o planejamento e os recursos são esgotados sem a conclusão do projeto.
- **Requisitos Dinâmicos e em constante mudança:** exige uma constante revisão dos requisitos para entender as necessidades dos clientes e identificar como eles podem ser satisfeitos.

Além dos fatores apresentados por Castañeda, existem outras dificuldades encontradas na Engenharia de Requisitos. Destaca-se o problema de dificuldade de comunicação. Para diminuir as ocorrências de dificuldades de comunicação que podem gerar especificações incorretas ou incompletas de requisitos, é preciso entender, analisar e

posicionar a equipe corretamente de acordo com ambiente sociológico e o domínio do problema no qual está inserido um projeto de desenvolvimento de software. Para facilitar a comunicação deve-se ter conhecimento e visão crítica sobre o contexto do problema.

Desde a origem da engenharia de requisitos, estudos vêm apresentando o desenvolvimento de diversas técnicas para conhecer da melhor forma possível as informações relevantes do domínio do problema. Uma das mais reconhecidas hoje é o uso de ontologias [39]. No que se refere à definição de requisitos, as ontologias permitem que seja definido um conhecimento comum entre as partes interessadas, permitindo melhor comunicação e consequentemente uma elicitação mais completa dos requisitos de software [40]. Os usos potenciais de ontologias em Engenharia de Requisitos (ER) incluem a representação de: (i) um modelo de requisitos, impondo um modo particular de estruturação de requisitos, (ii) estruturas para conhecimento de domínio e (iii) o conhecimento do domínio de aplicação, conforme apresentado por Castañeda et al. [38].

- i. Ontologia de Requisitos. As especificações de requisitos W3C são as descrições das características desejadas pelos clientes. Um modelo de requisitos pode ser definido usando uma ontologia
- ii. Estrutura para Conhecimento do Domínio. Na engenharia de requisitos, diferentes abordagens são utilizadas para a obtenção deles. O uso de ontologias para descrever a estrutura de documentos necessários para a definição de requisitos de novos sistemas, reduz os casos de especificações insuficientes. Além disso, podem ajudar na definição de várias estruturas para mostrar o mesmo conhecimento, para, por exemplo, envolver todas as partes interessadas na análise de requisitos.
- iii. Ontologia do Domínio de Aplicação. Ontologia do Domínio de Aplicação. Neste caso, a ontologia representa o conhecimento do domínio da aplicação e as informações necessárias para a criação de softwares relacionados a um domínio específico. Apresenta as relações semânticas estabelecidas entre seus conceitos de um ponto de vista do mundo real. Uma ontologia de domínio de aplicação é útil para identificar requisitos dinâmicos e em mudança, uma vez que ajuda a entender o domínio.

Qualquer processo de desenvolvimento de software deverá considerar a presença de vários *stakeholders* que buscam a definição de um sistema de informação com um objetivo comum. Deste modo, a engenharia de requisitos tem como função especificar e compreender

as solicitações das partes interessadas para definir um documento de requisitos que possa guiar o processo de desenvolvimento do software.

Diante disso, uma ontologia de domínio pode ser utilizada como uma forma de facilitar a compreensão e as discussões entre as partes interessadas. Assim, a fim de facilitar e promover a compreensão do domínio do problema, uma definição comum dos conceitos envolvidos no contexto deve ser realizada. Isso significa que os profissionais técnicos da área de engenharia de software devem conhecer a linguagem e os conceitos relacionados ao universo do discurso, para só então iniciar a definição e modelagem dos requisitos de um sistema de informação [38].

Deste modo, uma ontologia que representa um domínio específico pode ser útil na elicitação e na especificação dos requisitos, assim como em todas as atividades do processo de desenvolvimento do software, pois será utilizada como forma de representação do conhecimento do domínio do problema.

2.5. TRABALHOS RELACIONADOS

Esta seção apresenta pesquisas relacionadas com a temática e o propósito deste trabalho. Deste modo, são apresentados estudos relacionados com a utilização de ontologias em atividades da engenharia de requisitos. Ao mesmo tempo, são encontrados estudos que apresentam ontologias representando os domínios da área governamental.

As buscas foram restritas a título, resumo e palavras-chave nas bases: Springer, ACM, Science Direct, IEEE e Scopus. A fim de obter mais informações, não foi estipulado limite referente ao período de publicação. Diante do exposto, busca-se apresentar alguns trabalhos relevantes destes dois contextos da aplicação de ontologias.

2.5.1. Ontologias e a Engenharia de Requisitos

Na ER as ontologias de domínio estabelecem um conhecimento comum entre as partes envolvidas, possibilitando uma melhor comunicação na busca de uma elicitação e análise mais completa possível para os requisitos dos sistemas [39]. Alguns estudos relacionam a utilização de ontologias para facilitar a definição de requisitos e garantir que os mesmos sejam detalhados adequadamente conforme o domínio do problema a ser implementado, outros apresentam a utilização de ontologias no processo de validação ou de gerenciamento. Desse modo, alguns destes estudos são apresentados.

No ano de 2006 Kaiya e Saeki [19], apresentaram um método de levantamento de requisitos chamado ORE (*Ontology-based Requirements Elicitation*), o qual sugere que ontologias sejam utilizadas no conhecimento de domínio, pois contêm regras semânticas que dão significado para sentenças de requisitos. Dessa forma, ao usar regras de inferência, é possível descobrir quais requisitos devem ser adicionados ou excluídos para garantir a completude e consistência. Nesse método, os conceitos e relacionamentos modelados na ontologia de domínio permitem, através de uma fórmula de análise, verificar a qualidade dos requisitos elicitados frente a sua corretitude, completude, consistência e ambiguidade.

Em 2007 Zong-Yong *et al.* [41], propuseram uma estrutura baseada na modelagem de conhecimento KADS (*Knowledge Aided Design System*), que utiliza múltiplas ontologias para o levantamento de requisitos. A estrutura combina ontologias de fundamentação, ontologia de domínio e ontologia de tarefa em um metamodelo para organizar e padronizar o processo de levantamento de requisitos.

Em 2010, Zapata *et al.* [39] apresentaram uma *meta-ontology*¹⁵ para o processo de elicitação de requisitos. Esta *meta-ontology* é incremental e independente do domínio do problema. Neste processo, ela é utilizada para extrair os conceitos expressados em linguagem natural pelos *stakeholders* durante conversas com os engenheiros de requisitos.

No ano de 2014 [42], uma revisão sistemática de literatura foi feita com o objetivo de identificar, avaliar, interpretar e sintetizar os estudos disponíveis sobre ontologias na engenharia de requisitos e buscou identificar quais as formas de aplicação das ontologias nesta área de estudo da engenharia de software. Neste, foram analisados 66 estudos publicados de janeiro de 2007 a outubro de 2013, respeitando critérios de inclusão para a extração dos dados.

Nos estudos analisados, um dos fatores que interessam ao trabalho atual refere-se ao item que identificou as principais fases do processo de engenharia de requisitos que foram apoiadas pelo uso de ontologias. As fases foram classificadas de acordo com o processo de engenharia de requisitos em: elicitação, análise e negociação, especificação, validação e gestão. Como resultado, obtiveram que a fase predominante foi a Especificação (83,3%, 55 trabalhos), seguida de Análise e Negociação (57,6%, 38 artigos), Gestão (36,4%, 24 artigos), Elicitação (24,2%, 16 trabalhos) e Validação (6,1%, 4 trabalhos). Analisando a área de interesse deste trabalho, observa-se que o uso de ontologias na fase de Elicitação (quase 25%,

¹⁵ *Meta-ontology* se refere a uma ontologia geral, cujo o uso é permitido em qualquer domínio, sem se importar com a sua natureza.

16 trabalhos) buscou sempre o fornecimento de alguma orientação aos profissionais para melhor realizar a elicitação de requisitos. Cabe ressaltar que a maioria dos trabalhos que apoiou a fase de elicitação, também relatou apoio à fase de análise e negociação, considerando que as mesmas se completam quanto atividades do processo de engenharia de requisitos.

Destaca-se, no estudo feito pelos autores, que três categorias de benefícios merecem atenção especial, uma vez que apresentam a maioria das evidências encontradas nos estudos empíricos: (i) manipulação da ambiguidade, inconsistência e incompletude dos requisitos; (ii) falta de conhecimento do domínio para orientar a elicitação de requisitos; e (iii) o uso de ontologias para auxiliar no gerenciamento de requisitos. Deste modo, a revisão sistemática mostra que as ontologias são promissoras e apropriadas para suportar vários aspectos da engenharia de requisitos.

2.5.2. Ontologias no Contexto Governamental

Na área governamental, as ontologias de domínio são utilizadas como forma de padronização e representação de um domínio de conhecimento específico, visando à padronização e ao entendimento das estruturas conceituais envolvidas na gestão pública.

No projeto ontoGov [43], a equipe utilizou tecnologias da web semântica para a construção de ontologias que representam o significado dos dados processados, recursos e funcionalidades oriundas dos serviços do governo eletrônico. É uma plataforma que facilita a composição, configuração e a evolução dos serviços com o objetivo de oferecer às administrações públicas uma visão dos modelos de configurações de serviços, assim como melhorar os serviços prestados aos usuários.

Berrada e Adadi [44] apresentam uma ontologia relacionada ao domínio da administração pública, chamada WebGov. Ela tem o propósito de fornecer um modelo de conhecimento global da execução dos serviços administrativos prestados pelo governo com o objetivo que a mesma seja utilizada no desenvolvimento dos serviços eletrônicos.

Relacionado ao governo brasileiro, Martins *et al.* [45] descreveu uma ontologia para o Orçamento Público Federal Brasileiro onde é proposta uma estruturação das receitas e despesas com a qual é possível a análise e comparação dos dados orçamentários de vários anos. Apesar de focar na esfera federal, a legislação que regulamenta sua estrutura é nacional, logo, o orçamento federal serve de base para os orçamentos de todas as instâncias e esferas

governamentais, podendo então a estrutura apresentada na ontologia ser adaptada em outros entes federativos.

No ano de 2014, Bortolato [46] modelou, documentou e codificou uma ontologia do Processo Legislativo do Estado de São Paulo compatível com a Web Semântica, utilizando-se de uma metodologia para construção de ontologias, aplicando métodos, técnicas e ferramentas de apoio dessa metodologia. O trabalho de construção da ontologia teve como objetivo apresentar uma estrutura de conceitos considerada fundamental para disseminar e melhorar a compreensão do conhecimento. Esta ontologia foi definida com o propósito de auxiliar na modelagem e no desenvolvimento de sistemas de informação que apoiam e rastreiam a atividade legislativa e os processos de representação política, além de disponibilizar todo dado produzido nesse processo em formato aberto e semantizado, promovendo a transparência governamental e a interoperabilidade tecnológica e semântica.

Uma ontologia modelada para o contexto de transparência governamental do Governo Federal brasileiro pode ser encontrada em Vianna *et al.* [47]. A proposta de ontologia apresentada no estudo tem a intenção de identificar no modelo de dados os principais tipos de documentos gerenciados pelo portal de transparência, além de identificar dados que contenham informações que subsidiem atividades de auditoria e contribuam com a identificação de problemas em processos de despesas e serviços da administração pública federal.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho se enquadra, quanto à metodologia, como sendo uma pesquisa tecnológica, considerada uma pesquisa científica aplicada. A mesma apresenta como produtos finais, neste caso, uma ontologia de domínio sobre licitações, uma ferramenta denominada ReqOnto e um experimento da aplicação da ontologia na atividade de elicitação de requisitos de um portal de transparência municipal. Quanto à forma de abordagem, esta pesquisa é qualitativa de caráter descritivo [48]. Em relação aos procedimentos, é classificada como experimental, onde são provocadas algumas alterações no ambiente-alvo da pesquisa, e as intervenções realizadas são observadas, buscando identificar se os resultados produzidos são os esperados no experimento.

Na abordagem deste estudo, a ontologia é definida como um artefato computacional composto de um vocabulário de conceitos, com suas definições, propriedades e instanciações. Ainda, um modelo gráfico que apresenta as possíveis relações entre os conceitos que restringem a interpretação, representando o conhecimento do domínio de licitações de maneira clara e não ambígua. A escolha pela modelagem de uma ontologia de domínio visa a atender o objetivo de utilizá-la como forma de representação do conhecimento de um domínio particular. Agrega-se a isso o fato de que, além de capturar o conhecimento, ontologias de domínio compartilham o entendimento comum de algum domínio de conhecimento específico para que o mesmo possa ser comunicado entre pessoas e computadores. Observa-se ainda que ontologias de domínio têm sido desenvolvidas para domínios específicos como medicina, direito, engenharia, modelagem organizacional e química [49].

Para alcançar os objetivos, este trabalho organiza-se em quatro etapas, cada qual com suas atividades específicas, envolvendo estudos, pesquisas, modelagem da ontologia, implementação da ferramenta, experimento e análise dos resultados. Os passos metodológicos do trabalho estão representados em ciclo (Figura 6) com o intuito de demonstrar que a ontologia é interativa, podendo sofrer alterações e agregação de conceitos durante o seu desenvolvimento e aplicação.

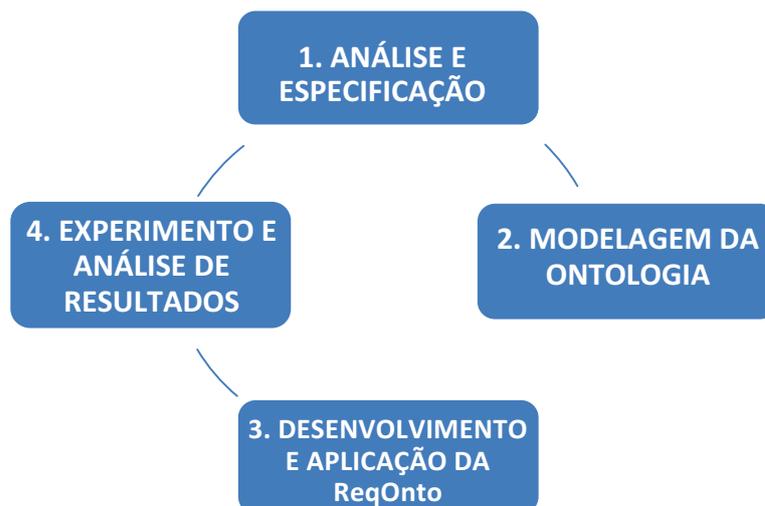


Figura 6. Etapas definidas para a execução do trabalho.

A Figura 6 apresenta o diagrama funcional de alto nível do trabalho proposto. Detalhes sobre cada uma das etapas são descritos na sequência.

3.1. ANÁLISE E ESPECIFICAÇÃO

A etapa de Análise e Especificação representa a primeira fase do trabalho, responsável pela identificação e mapeamento das informações, conceitos e estruturas a ser modeladas na ontologia de domínio sobre licitações. As atividades desenvolvidas nesta etapa são apresentadas na Figura 7.



Figura 7. Atividades da etapa de Análise e Especificação.

Nas próximas sessões as atividades da etapa de análise e especificação são apresentadas em detalhes.

3.1.1. Legislação e Recomendações

As atividades apresentadas na Figura 7 iniciaram com estudos sobre a legislação brasileira e as recomendações apresentadas pelas entidades e órgãos governamentais sobre transparência na gestão pública. Estes estudos iniciais envolveram os contextos de governo eletrônico e transparência governamental, onde se buscou a compreensão da legislação vigente no Brasil. Conhecer os órgãos governamentais reguladores do acesso às informações por parte dos cidadãos e as recomendações ou obrigatoriedades apresentadas às mais variadas esferas governamentais é imprescindível para compreender a necessidade de promover a transparência da gestão pública em prol da construção de uma sociedade mais crítica e fiscalizadora. Ainda, neste processo inicial de ambientação com o contexto, buscou-se identificar a existência e a utilização de ontologias relacionadas ao domínio governamental.

De acordo com a legislação brasileira, várias são as informações obrigatórias a ser publicadas à população pelas gestões municipais, as quais correspondem às seguintes áreas de conhecimento:

- Informações Institucionais (Competências, Estrutura Organizacional, Endereços, Contatos e Horários).
- Receitas e Despesas.
- Licitações.
- Contratos.
- Registro de Repasses ou Transferências.
- Recursos Humanos.
- Diárias.
- Informações do Patrimônio Público.

Devido à amplitude destas informações e ao tempo de pesquisa disponível, não foi possível contemplar na ontologia todas as obrigatoriedades previstas, as quais deverão fazer parte da evolução da ontologia.

Foi definido um grupo de informações para ser representada na ontologia, o qual envolve conceitos e estruturas relacionados a alguns dos procedimentos governamentais de esfera municipal. Este grupo de informações foi selecionado a partir da análise feita nas leis

federais, mais precisamente pela Constituição da República, Lei de Responsabilidade Fiscal (LRF) ou Lei Complementar nº 101/2000, Lei Complementar nº 131/2009, pelo Decreto nº 7.185/2010 e pela Lei de Acesso à Informação (LAI) ou Lei nº 12.527/2011. Além das leis nacionais, também foram considerados os critérios de avaliação definidos pelo Tribunal de Contas do Estado do Rio Grande do Sul para o “Prêmio Boas Práticas de Transparência na Internet” em sua edição de 2015 [50] e as recomendações feitas por órgãos governamentais, como o Programa Brasil Transparente e as campanhas de transparência feitas pelo Tribunal de Contas do Rio Grande do Sul [3].

Diante do exposto, delimitou-se a modelagem de uma ontologia de domínio sobre licitações públicas, como forma de padronização de conceitos para contribuir com a elicitação de requisitos de portais de transparência municipal, os quais contribuem na construção de uma gestão pública participativa e colaborativa. A delimitação do domínio considerou a importância de transparecer à sociedade informações completas sobre os processos licitatórios. Por se tratar de informações que transparecem a maioria das movimentações financeiras, investimentos e gastos das gestões públicas, esta exigência de publicação é claramente expressada na legislação brasileira em vigor.

A realização desta atividade envolveu a leitura de trabalhos realizados na área, a compreensão de legislações e de documentos de órgãos regulamentadores do serviço público municipal, além da revisão de bibliografias relacionadas com os assuntos. Deste modo, ampliou-se o conhecimento e a compreensão dos conceitos envolvidos no contexto público administrativo. Este estudo resultou em parte da revisão bibliográfica apresentada no capítulo 2, o que consolidou a base de conhecimentos essenciais para a continuidade das atividades propostas nas etapas seguintes.

3.1.2. Portais de Transparência Municipal

Além dos estudos sobre a legislação que trata da transparência governamental, foi necessário conhecer e compreender a complexidade envolvida nas informações e estruturas conceituais da gestão pública sobre licitações.

Para definir detalhadamente a abordagem proposta neste trabalho, buscou-se analisar a complexidade, a padronização conceitual e a forma de apresentação das informações disponibilizadas pelos órgãos municipais em seus portais de transparência. Esta complexidade de termos e falta de padronização de informações representa um dos principais problemas enfrentados pelas equipes de desenvolvimento de software. Ocorre que, na maioria

das vezes, a falta de conhecimento técnico e jurídico do domínio do problema, por parte dos profissionais envolvidos nas atividades da engenharia de software, dificulta a compreensão das informações publicadas e o diálogo com os *stakeholders* dos projetos de software. Diante disso, acredita-se que o problema de compreensão das estruturas conceituais envolvidas na gestão pública poderá ter seu impacto negativo minimizado a partir da utilização da ontologia modelada no processo de engenharia de requisitos. Esta análise foi essencial na definição da estrutura e na organização os dados a ser modelados.

Como forma de estudo, foram analisadas as informações publicadas em 10 (dez) portais de transparência de poderes executivos municipais do estado do Rio Grande do Sul. Os mesmos foram selecionados pelos seguintes critérios: (i) melhores classificações no Prêmio Boas Práticas de Transparência na Internet¹⁶ no ano de 2015; (ii) portais desenvolvidos por diferentes empresas que prestam serviço a órgãos públicos. Este último critério considerou a importância de analisar sistemas desenvolvidos por diferentes equipes de engenheiros de software e engenheiros de requisitos, considerando que é atividade destes profissionais a estruturação e a modelagem conceitual das informações publicadas nos portais de transparência.

O Prêmio Boas Práticas de Transparência na Internet foi instituído pelo Tribunal de Contas do Estado (TCE-RS) no ano de 2014, e consiste na concessão de um diploma e de um selo digital em reconhecimento às iniciativas governamentais que mais se destacam quanto à transparência e ao controle social nos sites institucionais das Prefeituras e Câmaras de Vereadores do Estado. A Tabela 4 apresenta os municípios do Estado do Rio Grande do Sul dos quais seus Portais de Transparência Municipal foram analisados neste estudo.

Tabela 4. Portais de Transparência analisados.

Município	Sítio
Canoas	http://sistemas.canoas.rs.gov.br/transparencia/servlet/home
Farroupilha	http://transparencia.farroupilha.rs.gov.br:8083/
Feliz	http://portal.feliz.rs.gov.br:8081/pronimtb/
Itaqui	http://transparencia.itaqui.rs.gov.br/
Novo Hamburgo	http://transparencia.novohamburgo.rs.gov.br/
Passo Fundo	http://www.pmpf.rs.gov.br/transparencia/index.php?p=1&a=1
São Pedro do Sul	http://e-gov.betha.com.br/transparencia/01018-000/con_despesasempenhadas.faces?mun=NQpf3BLLgRc=
Porto Alegre	http://www2.portoalegre.rs.gov.br/transparencia/
Santa Rosa	http://www.atende.net/transparencia/portal.php?cliente=2668
São Domingos do Sul	http://www.saodomingosdosul.rs.gov.br/sistemas/portaltransparencia/

¹⁶ http://portal.tce.rs.gov.br/portal/page/portal/tcers/publicacoes/estudos/avaliacao_portais_rs

A partir da análise realizada, foi possível identificar as informações comuns em cada um dos sítios, além das diversas formas utilizadas para organizar e apresentar estas informações aos cidadãos. Ao mesmo tempo, analisando a documentação do Prêmio Boas Práticas na Internet, foi possível confrontar informações e identificar os pontos falhos de cada portal de transparência analisado, nos quais as exigências de qualidade de transparência definida pelo TCE-RS não foram atendidas. Certamente, nem todos os requisitos das obrigatoriedades previstas na legislação foram elicitados no desenvolvimento destes sistemas, por isso alguns critérios de qualidade não foram atendidos. Com esta análise, buscou-se identificar e sintetizar em um documento (Apêndice A) a descrição das informações disponibilizadas aos cidadãos referente às licitações dos órgãos governamentais analisados. Ressalta-se que este documento não representa as obrigatoriedades previstas na legislação, mas a realidade encontrada nos sítios analisados. Da mesma forma, esta análise contribuiu para a compreensão dos conceitos a ser implementados na ontologia.

Foram selecionados alguns dos portais de transparência analisados nesta etapa da pesquisa para apresentar a visualização das informações disponibilizadas sobre licitações. Na Figura 8 é apresentada a visualização dos detalhes de uma licitação do tipo Registro de Preço do portal de transparência da Prefeitura Municipal de Canoas. No detalhamento deste sítio, encontra-se apenas a publicação de documentos como editais e atas do processo licitatório (anexos).



PREFEITURA DE CANOAS

A Cidade ▾ A Prefeitura ▾ Notícias Informativos ▾ Multimídia ▾ Publicações Oficiais ▾

Você está em: Inicial > Editais de Licitações - Pregão Presencial > EDITAL Nº. 11/2016 CBUQ

EDITAL Nº. 11/2016 CBUQ

REGISTRO PREÇOS Nº 06/2016. Registro de Preços para aquisição de Concreto Betuminoso Usinado a Quente – CBUQ em atendimento a demanda da Secretaria Municipal de Obras Públicas, do Município de Canoas/RS.

Abertura: 29/01/2016 - 09:00:00

Download do Edital

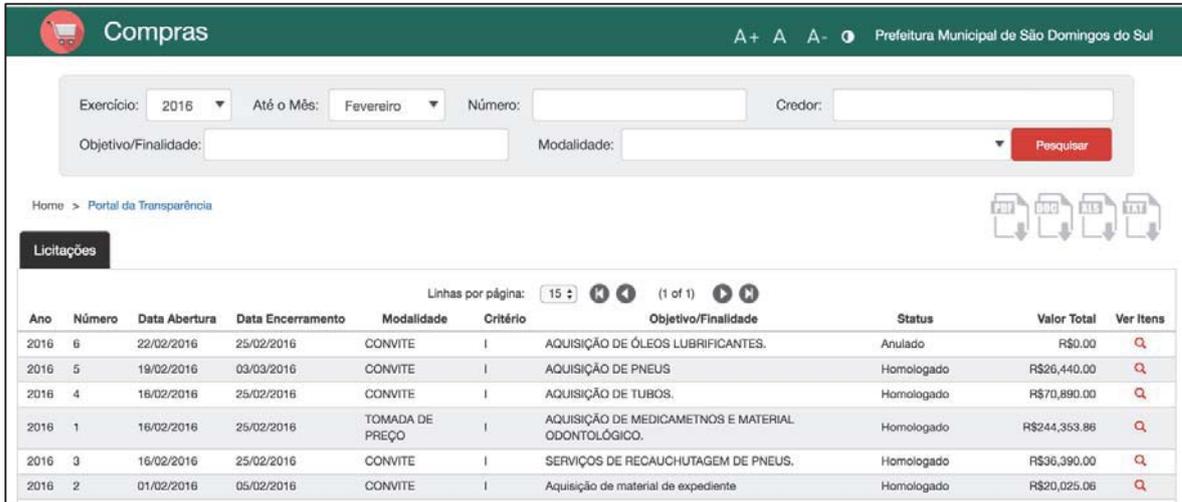
[Edital](#)

Anexos

- [ATA_PP_02_2016.pdf](#)
- [ATA_PP_02_2016_EM_18_02.p....pdf](#)
- [Ata_PP_02_2016_EM_04_03.p....pdf](#)
- [PP_002_16_RP_006_16_LISTA....xls](#)

Figura 8. Consulta de licitação. Fonte: sítio da Prefeitura de Canoas/RS.

Nas Figuras 9 e 10 são apresentadas informações do sítio da Prefeitura Municipal de São Domingos do Sul. Diferentemente do portal de transparência apresentado, a Figura 9 apresenta uma tela de consulta de licitações onde, a partir dos filtros selecionados, algumas informações gerais são apresentadas.

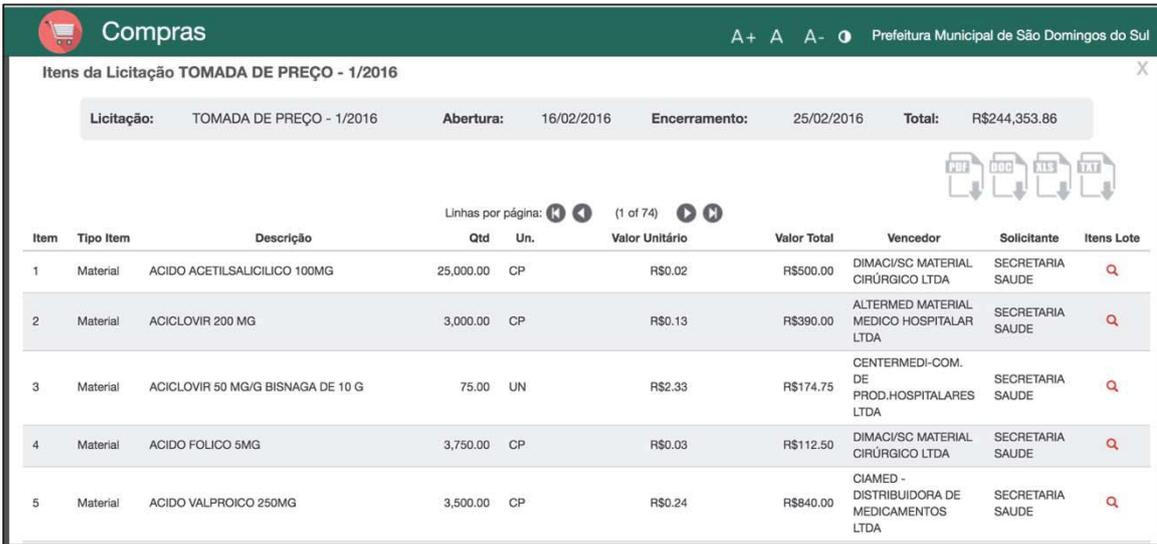


The screenshot shows the 'Compras' portal interface. At the top, there are search filters for 'Exercício' (2016), 'Até o Mês' (Fevereiro), 'Número', and 'Credor'. Below these are fields for 'Objetivo/Finalidade' and 'Modalidade', with a 'Pesquisar' button. A navigation bar includes 'Home > Portal da Transparência' and a 'Licitações' tab. The main content is a table of bids with the following data:

Ano	Número	Data Abertura	Data Encerramento	Modalidade	Critério	Objetivo/Finalidade	Status	Valor Total	Ver Itens
2016	6	22/02/2016	25/02/2016	CONVITE	I	AQUISIÇÃO DE ÓLEOS LUBRIFICANTES.	Anulado	R\$0,00	Q
2016	5	19/02/2016	03/03/2016	CONVITE	I	AQUISIÇÃO DE PNEUS	Homologado	R\$26,440,00	Q
2016	4	16/02/2016	25/02/2016	CONVITE	I	AQUISIÇÃO DE TUBOS.	Homologado	R\$70,890,00	Q
2016	1	16/02/2016	25/02/2016	TOMADA DE PREÇO	I	AQUISIÇÃO DE MEDICAMENTOS E MATERIAL ODONTOLÓGICO.	Homologado	R\$244,353,86	Q
2016	3	16/02/2016	25/02/2016	CONVITE	I	SERVIÇOS DE RECAUCHUTAGEM DE PNEUS.	Homologado	R\$36,390,00	Q
2016	2	01/02/2016	05/02/2016	CONVITE	I	Aquisição de material de expediente	Homologado	R\$20,025,06	Q

Figura 9. Consulta de Licitações. Fonte: sítio da Prefeitura de São Domingos do Sul/RS.

Fazendo a escolha de uma licitação, podem ser visualizados os seus detalhes que incluem a listagem dos itens do certame licitatório, conforme apresentado na Figura 10. Neste sítio, informações sobre fornecedores participantes e vencedores são apresentados ao selecionar cada item do processo. Observa-se que, neste município, as informações sobre licitações são denominadas 'Compras'.



The screenshot shows the details of a bid titled 'Itens da Licitação TOMADA DE PREÇO - 1/2016'. The bid information includes: 'Licitação: TOMADA DE PREÇO - 1/2016', 'Abertura: 16/02/2016', 'Encerramento: 25/02/2016', and 'Total: R\$244,353,86'. Below this is a table of items with the following data:

Item	Tipo Item	Descrição	Qty	Un.	Valor Unitário	Valor Total	Vencedor	Solicitante	Itens Lote
1	Material	ACIDO ACETILSALICILICO 100MG	25,000.00	CP	R\$0.02	R\$500.00	DIMACI/SC MATERIAL CIRURGICO LTDA	SECRETARIA SAUDE	Q
2	Material	ACICLOVIR 200 MG	3,000.00	CP	R\$0.13	R\$390.00	ALTERMED MATERIAL MEDICO HOSPITALAR LTDA	SECRETARIA SAUDE	Q
3	Material	ACICLOVIR 50 MG/G BISNAGA DE 10 G	75.00	UN	R\$2.33	R\$174.75	CENTERMEDI-COM. DE PROD.HOSPITALARES LTDA	SECRETARIA SAUDE	Q
4	Material	ACIDO FOLICO 5MG	3,750.00	CP	R\$0.03	R\$112.50	DIMACI/SC MATERIAL CIRURGICO LTDA	SECRETARIA SAUDE	Q
5	Material	ACIDO VALPROICO 250MG	3,500.00	CP	R\$0.24	R\$840.00	CIAMED - DISTRIBUIDORA DE MEDICAMENTOS LTDA	SECRETARIA SAUDE	Q

Figura 10. Detalhamento de Pregão. Fonte: sítio da Prefeitura de São Domingos do Sul/RS.

Dando continuidade à demonstração de algumas das análises feitas, nas Figuras 11 e 12 são apresentadas as informações disponibilizadas no sítio da Prefeitura Municipal de Passo Fundo. Para tal, observa-se na Figura 11 a tela inicial do módulo de licitações com informações gerais conforme os filtros aplicados na consulta.

CAPITAL NACIONAL DA LITERATURA
Passo Fundo - RS

PREFEITURA GOVERNO OUVIDORIA FALA CIDADÃO

Buscar no portal

Consulta Licita...
Consulta Licitações

Pesquisar Limpar Gerar planilha Relação - Licitações

Instruções
Informe os critérios a serem utilizados como filtros de busca de licitações. Após clique em Pesquisar. Caso você queira consultar todas as licitações, basta não informar nenhum dos critérios abaixo e clicar em Pesquisar. Para fazer uma nova consulta, clique em Limpar.

Administração Município de Passo Fundo

Exercício 2016 a 2016

Número a

Número Total a

Data de Abertura/Rat. a

Protocolo

Objeto

Caráter Todos

Modalidade Todas

Evento Todas

Data Publ. Edital a

Administração	Modalidade	Licitação	Objeto	Evento
Município de Passo Fundo	Chamamento Público	2016/2	Credenciamento de entidades mantenedoras de instituições educacionais	ADJUDICAÇÃO
Município de Passo Fundo	Concorrência	2016/2	Contratação de empresa especializada para a execução de obra	ADJUDICAÇÃO
Município de Passo Fundo	Pregão Eletrônico	2016/2	contratação de empresas especializadas para a locação de estrutura	ADJUDICAÇÃO
Município de Passo Fundo	Tomada de Preços	2016/2	Contratação de empresa especializada em construção civil para	ADJUDICAÇÃO
Município de Passo Fundo	Dispensada	2016/1	LOCAÇÃO DE MICRO-ÔNIBUS EXECUTIVO.	ADJUDICAÇÃO
Município de Passo Fundo	Chamamento Público	2016/1	Cadastros de instituições educacionais de nível superior, de nível	ADJUDICAÇÃO
Município de Passo Fundo	Concorrência	2016/1	Contratação de empresa especializada em construção civil para	ADJUDICAÇÃO
Município de Passo Fundo	Chamada Pública	2016/1	Aquisição de gêneros alimentícios da Agricultura Familiar e do	ADJUDICAÇÃO
Município de Passo Fundo	Pregão Eletrônico	2016/1	É objeto desta licitação a aquisição de material e equipamentos	ADJUDICAÇÃO

Figura 11. Consulta de licitações. Fonte: sítio da Prefeitura de Passo Fundo/RS.

Assim como a demonstração anterior, na Figura 12 observam-se os detalhes do processo licitatório. Diferentemente do portal de transparência do Município de São Domingos do Sul, o município de Passo Fundo apresenta ao usuário mais detalhes da licitação consultada, disponibilizando o acesso em uma única tela de consulta organizada com abas de trabalho.

Além dos itens licitados, apresenta também documentos do processo como atas de reuniões e editais, listagem dos fornecedores participantes e dos vencedores do processo, além de detalhes sobre as fases da licitação.

CAPITAL NACIONAL DA LITERATURA
Passo Fundo - RS

PREFEITURA GOVERNO OUVIDORIA FALA CIDADÃO

Buscar no portal

Consulta Licita... Detalhes de Lic... Voltar

Detalhes de Licitação

Gerar planilha 1 de 1

Licitação Pregão Eletrônico 2016 2 Número Total 5039 Evento ADJUDICAÇÃO

Licitação - Capa Documentos Itens Fases Vencedores Vencedores Total Participantes Editais

Base Legal Pregão Data do Evento 22/01/2016
 Caráter Compras e Serviços Avaliação Lotes
 Comissão VANESSA DALFOVO - PREGOEIRA Tipo
 Processo Referência Critério Julgamento
 Processo Início Data Retirada Protocolo 2-2015/39100
 Data de Publicação Abertura
 Objeto contratação de empresas especializadas para a locação de estruturas de banheiros químicos, execução de serviços de instalação de equipamentos para iluminação, sonorização, montagem e desmontagem de grades de contenção, com o fornecimento de materiais e mão de obra necessários em
 Observação
 Contato
 Nome Telefone Fax

Figura 12. Detalhamento de Pregão. Fonte: sítio da Prefeitura de Passo Fundo/RS.

As análises levaram a um entendimento amplo a respeito dos conceitos do domínio, da pouca padronização das informações e as diversas formas de apresentação aos cidadãos. Além disso, podem-se observar as características das informações governamentais, as quais representadas pela ontologia poderão facilitar a compreensão para o processo de elicitação de requisitos de sistemas relacionados à transparência municipal. Diante desta complexidade, a ontologia visa a auxiliar e facilitar algumas tarefas desempenhadas por especialistas no processo de engenharia de requisitos, pois terão uma base organizada de conhecimentos sobre as necessidades e obrigatoriedades propostas para este domínio de problema.

3.1.3. LicitaCon

Ao mesmo tempo que os estudos estavam dedicados na compreensão da legislação brasileira sobre transparência governamental e na análise dos portais de transparência para a definição dos conceitos a ser implementados na ontologia, o TCE-RS apresentou aos gestores municipais uma padronização de dados, conceitos e regras a ser utilizadas no sistema de licitações municipais. Esta definição foi apresentada pelo Tribunal de Contas do Estado do Rio Grande do Sul de maneira oficial e obrigatória aos órgãos públicos

municipais do Rio Grande do Sul. Compete a esse órgão a formalização deste tipo de estrutura, pois esse é o órgão que regulamenta a gestão administrativa dos municípios do Rio Grande do Sul e fiscaliza o cumprimento da legislação vigente no país. A partir desta determinação, todos os órgãos, entidades e unidades públicas municipais e estaduais, passaram a fazer adaptações em seus sistemas de informação, padronizando-os de acordo com a estrutura definida pelo órgão regulamentador.

Segundo o próprio órgão [3], o Sistema de Licitações e Contratos - LicitaCon define-se como:

O LicitaCon consiste no novo sistema informatizado desenvolvido pelo TCE-RS para controle e monitoramento das licitações e contratos administrativos firmados pelos órgãos, poderes e entidades das esferas públicas municipal e estadual do Estado Rio Grande do Sul. A partir de uma sistemática que permite o acompanhamento da licitação durante todas as fases do processo, e do contrato desde sua celebração até o seu encerramento, o LicitaCon irá ampliar a capacidade de monitoramento das contratações públicas, conferindo maior eficiência às atividades de controle desenvolvidas pelo TCE-RS.

O novo sistema desenvolvido pelo TCE-RS entrou em vigor a partir do dia 13/11/2015 com a publicação da Resolução nº1050/2015¹⁷ que dispõe sobre o envio e a disponibilização (por meio do LicitaCon) de dados, informações e documentos relativos a licitações e contratos administrativos dos poderes, órgãos e entidades jurisdicionados do Tribunal de Contas do estado do Rio Grande do Sul [3].

Como forma de fiscalização à obrigatoriedade da adequação, a Instrução Normativa nº 06/2016¹⁸ que entrou em vigor a partir de 29/04/2016, apresentou a regulamentação e demais regras técnicas relativas à alimentação do LicitaCon. Diante disso, o TCE-RS passou a exigir, de cada órgão público do estado, o envio periódico dos dados dos processos licitatórios e contratuais. Eles devem estar de acordo com a padronização de dados contida no documento denominado LicitaCon - Manual do Leiaute do eValidador [51].

Diante desta novidade, a estrutura para as informações a ser disponibilizadas em cada arquivo a ser encaminhado para o órgão fiscalizador, passou a ser documento fundamental e regulamentador dos conceitos a ser modelados na ontologia deste estudo. Esta adesão foi inevitável, considerando que a padronização apresentada foi elaborada, validada e exigida por um órgão oficial do governo brasileiro. Em complemento a isso, esta

¹⁷http://www1.tce.rs.gov.br/portal/page/portal/tcers/jurisdicionados/sistemas_controle_externo/licitacon/legislacao/Resolucao_1050.pdf

¹⁸http://www1.tce.rs.gov.br/portal/page/portal/tcers/jurisdicionados/sistemas_controle_externo/licitacon/legislacao/IN_06_Licitacon.pdf

padronização atende às exigências da legislação vigente e considera as recomendações feitas por outros órgãos do governo federal sobre transparência municipal. Deste modo, para a construção da ontologia, os conceitos, estruturas, atributos, propriedades, descrições e padronizações, foram modeladas conforme as definições contidas no documento do TCE-RS LicitaCon - Manual do Leiaute do eValidador.

A estrutura conceitual definida pelo órgão regulamentador abrange conceitos sobre todo o domínio de licitações. Desta forma, a ontologia é considerada uma base de conhecimento sobre licitações, podendo ser utilizada na elicitação de requisitos de qualquer tipo de sistema relacionada a este contexto. Ressalta-se que o presente estudo aplica a ontologia modelada em um experimento de elicitação de requisitos para um sistema de Portal de Transparência Municipal. Isso significa que nem todas as informações licitatórias (conceitos modelados na ontologia) são contempladas nos requisitos do novo sistema, considerando que existem informações que não possuem caráter obrigatório de publicação nos portais de transparência dos municípios.

3.2. MODELAGEM DA ONTOLOGIA

A segunda etapa deste trabalho iniciou com algumas definições técnicas necessárias para implementar a ontologia de domínio sobre licitações, a qual é formada por conceitos e informações relevantes que devem ser conhecidos para dar andamento ao processo de engenharia de requisitos de sistemas relacionados a portais de transparência municipal. Deste modo, pretende-se que a ontologia seja utilizada como base de conhecimento primário para facilitar o processo de elicitação de requisitos de projetos relacionados a licitações governamentais, já que a ontologia, no presente trabalho, é considerada uma forma de representar e compartilhar o entendimento comum do domínio modelado.

O processo de especificação e implementação da ontologia teve início a partir dos estudos feitos sobre as metodologias popularmente utilizadas para a construção de ontologias. As linguagens utilizadas para sua representação também foram item de análise, assim como as ferramentas de edição de ontologias, suas características e aplicações. Todos estes são fatores, que foram detalhados no Capítulo 2, precisam ser analisados e definidos antes de iniciar a implementação de uma ontologia. As atividades definidas nesta etapa de trabalho são apresentadas na Figura 13.



Figura 13. Atividades da etapa de Modelagem da Ontologia.

Nas próximas seções as atividades da etapa de modelagem da ontologia são apresentadas em detalhes.

3.2.1. Metodologia, Linguagem e Ferramenta

Devido à existência de diversas maneiras utilizadas para a construção de ontologias, a primeira atividade buscou a definição de uma metodologia de trabalho a ser adotada para organizar e facilitar a implementação. Cada metodologia apresenta suas próprias características e atividades a serem realizadas na construção de ontologias. Estas características particulares foram consideradas na busca da definição do processo mais adequado para o projeto em questão.

Para fazer a escolha do método a ser utilizado, foi importante identificar o que é abordado e as características de cada um deles, conforme apresentado no Capítulo 2. Após a análise, fez-se a avaliação do método que melhor atendesse às necessidades do processo de construção da ontologia de domínio deste trabalho. Diante disso, a metodologia escolhida para o desenvolvimento da ontologia de domínio sobre licitações foi a metodologia *Ontology Development 101*, também denominada *Método 101*. A escolha levou em consideração a sua simplicidade e o detalhamento apresentado para cada etapa de trabalho. Conforme Isotani e Bittencourt [31], o método apresenta uma abordagem iterativa e descreve detalhadamente os passos que guiam o trabalho dos envolvidos.

Além de definir o método de engenharia de ontologias a ser utilizado, foi

necessário determinar a linguagem a ser utilizada na sua especificação. Entre as linguagens recomendadas pelo W3C [25] e já apresentadas no Capítulo 2 deste trabalho, destacam-se a linguagem RDF e OWL. A OWL é recomendada por ser adequada a situações onde as informações precisam ser processadas e interpretadas por máquina, além de possuir facilidade em expressar significados e semântica. Após a análise das características e da popularidade das mesmas, determinou-se a utilização da linguagem OWL no desenvolvimento desta ontologia.

A escolha da ferramenta de implementação complementa os requisitos técnicos necessários para iniciar a modelagem. Segundo Isotani e Bittencourt [31], dos editores analisados e detalhados na revisão bibliográfica do Capítulo 2, o Protégé¹⁹ é um dos mais conhecidos e utilizados pela comunidade internacional, é open source e gratuito. O Protégé é uma plataforma que fornece um conjunto de ferramentas para a construção de aplicações de modelos de domínio e de base de conhecimentos relacionadas com ontologias. Segundo seus mantenedores, em sua essência, a ferramenta permite a implementação de estruturas de modelagem de conhecimento e ações de apoio à criação, visualização e manipulação de ontologias em variados formatos. Ademais, a ferramenta habilita a construção de ontologias OWL e apresenta um aspecto decisivo na sua escolha para este trabalho. O método *Ontology Development 101*, escolhido para o desenvolvimento da ontologia de domínio, apresenta uma estreita relação com a ferramenta Protégé [24].

3.2.2. Desenvolvimento da Ontologia

Após as definições de metodologia de desenvolvimento, linguagem de representação e ferramenta de edição de ontologias, foi iniciado o processo de construção da ontologia de domínio. Para tal, foram seguidos os passos propostos pela metodologia escolhida, os quais são apresentados a seguir conforme as atividades realizadas neste trabalho.

3.2.2.1. Passo 1 – Determinar Escopo

Para determinar o domínio e o escopo utilizando a metodologia 101, sugerem-se alguns questionamentos de competência simples. Estes foram respondidos ao iniciar o processo de trabalho com a ontologia [31].

¹⁹ <http://protege.stanford.edu/>

- Que domínio deseja-se cobrir com a ontologia? Busca-se cobrir com a ontologia o domínio de licitações públicas, buscando a conformidade com a padronização de informações e conceitos estabelecida pelo Tribunal de Contas do Estado do Rio Grande do Sul, os quais são seguidos por todos os órgãos e entidades dos municípios da sua abrangência.
- Com que propósito será utilizada a ontologia? Como base de conhecimento primário do domínio modelado e terá o propósito de contribuir no processo de entendimento e conhecimento do contexto de licitações, apresentando conceitos e estruturas que facilitarão o entendimento do domínio do problema e facilitarão a elicitação de requisitos de novos sistemas de informação. Através da ontologia, busca-se que os profissionais responsáveis pela elicitação de requisitos tenham o entendimento e uma visualização básica do contexto antes de entrar em contato com seus *stakeholders*. Da mesma forma, no momento da elicitação de requisitos, acredita-se que a ontologia contribuirá com o detalhamento conceitual para a melhor definição dos requisitos, possibilitando ainda verificações sobre a abordagem definida nos requisitos do sistema e a relação com o contexto geral do assunto.
- Para que informações a ontologia deve fornecer respostas? Aos questionamentos feitos sobre a estrutura, as formas, os significados, os dados necessários e a organização das informações sobre licitações públicas de esfera municipal. Alguns destes questionamentos são: Quais são as informações comuns a todos os tipos de licitações? Quais são as fases de uma licitação? Onde as informações cadastrais das pessoas são utilizadas no domínio de licitações?
- Quem vai utilizar e manter a ontologia? Engenheiros de software e engenheiros de requisitos, para compreenderem e conhecerem os conceitos envolvidos no domínio do software que deverão desenvolver. Esta ontologia futuramente será disponibilizada em bibliotecas públicas de ontologias, para que possa ser utilizada e mantida por interessados no domínio abordado.

3.2.2.2. Passo 2 – Considerar Reuso

Quanto ao reuso de ontologias já existentes, foram feitas pesquisas específicas relacionadas ao domínio de licitações em bibliotecas e repositórios de ontologias. Pelo fato de

tratar-se de um domínio específico apresentado como forma de regulamentação de dados de um órgão fiscalizador estadual, não foram identificadas ontologias específica sobre o assunto.

Decidiu-se construir uma ontologia sobre licitações desde o princípio da construção de uma ontologia, sem reaproveitar elementos já previamente construídos. Algumas ontologias podem ser utilizadas, no sentido de contribuir com a construção desta ontologia, como a Dublin Core. A Dublin Core é uma ontologia construída em linguagem RDF que modela metadados para recursos na web, como sites, imagens, textos e outros mais que podem ser disponibilizados. Porém, ao analisar, nota-se que esta ontologia apresenta uma certa complexidade, que vai além do escopo da ontologia modelada neste trabalho, podendo ser utilizada como forma de enriquecimento da ontologia de licitações, em trabalhos futuros. Portanto, a reutilização de outras ontologias já formalizadas e disponíveis, não apresentaria contribuições ao objetivo de utilização da ontologia de licitações neste momento.

3.2.2.3. Passo 3 – Enumerar Termos

Com base no LicitaCon - Manual do Leiaute do eValidador, fez-se a extração e listagem dos termos a ser modelados na ontologia. Esta listagem contemplou a definição de cada termo e uma descrição explicativa de cada conceito no contexto abordado, conforme é demonstrado na Tabela 5.

Tabela 5. Listagem de alguns termos da ontologia.

TERMO	EXPLICAÇÃO
CARGO	Cargos desempenhados pelas pessoas conforme o plano de cargos do órgão.
COMISSÃO	Informações relacionadas à formalização das comissões dos processos licitatórios.
CONSELHO PROFISSIONAL	Cadastramento de Conselhos Profissionais a serem utilizados no cadastro de Pessoas. Cada conselho profissional é identificado por uma sigla e uma descrição do seu nome.

Após a enumeração e organização dos termos, iniciou-se o próximo passo proposto pela metodologia.

3.2.2.4. Passo 4 – Definir Classes

A partir da listagem enumerada dos termos e da estruturação apresentada no documento LicitaCon - Manual do Leiaute do eValidador, referente aos arquivos a ser encaminhados ao TCE-RS, fez-se a definição da hierarquia de classes da ontologia (Figura

14). Neste trabalho, classes e subclasses também são compreendidas e descritas por ‘entidades’ e ‘subentidades’ respectivamente. Por padronização todos os termos que representam classes foram grafados com inicial maiúscula.



Figura 14. Hierarquia de classes no Protégé.

Já as propriedades, apresentadas na sequência, foram escritas com inicial minúscula. As classes da ontologia foram documentadas com comentários que melhor definem a sua utilização (Figura 15).

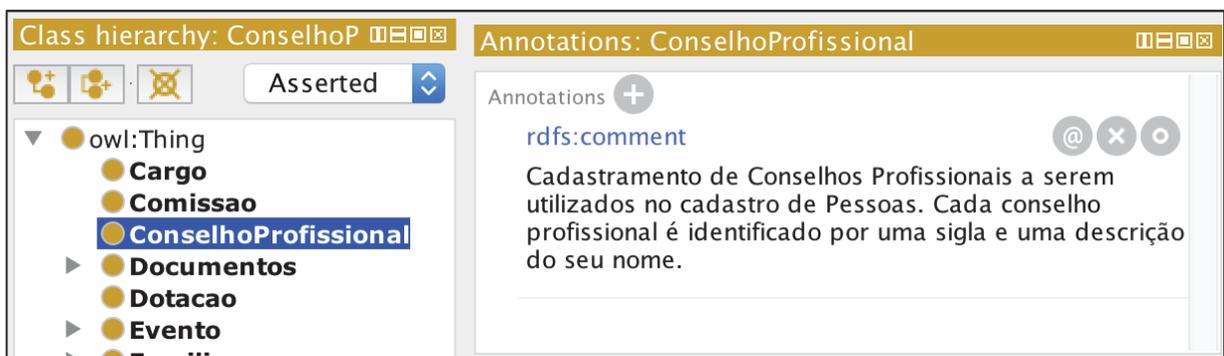


Figura 15. Documentação de classes no Protégé.

Após a modelagem das classes e subclasses, fez-se a definição das propriedades.

3.2.2.5. Passo 5 – Definir Propriedades

Assim como a definição das classes, as propriedades vinculadas a cada classe também foram obtidas através da listagem de termos da estruturação dos arquivos do LicitaCon. Diante disso, a especificação e a organização das características de cada classe ou subclasse foi sendo definida na ontologia (Figura 16). Na Figura podem ser observadas algumas propriedades modeladas e o comentário explicativo da propriedade ‘anoAtoDesignacaoMembro’ pertencente à entidade (domain) ‘MembroComissao’.

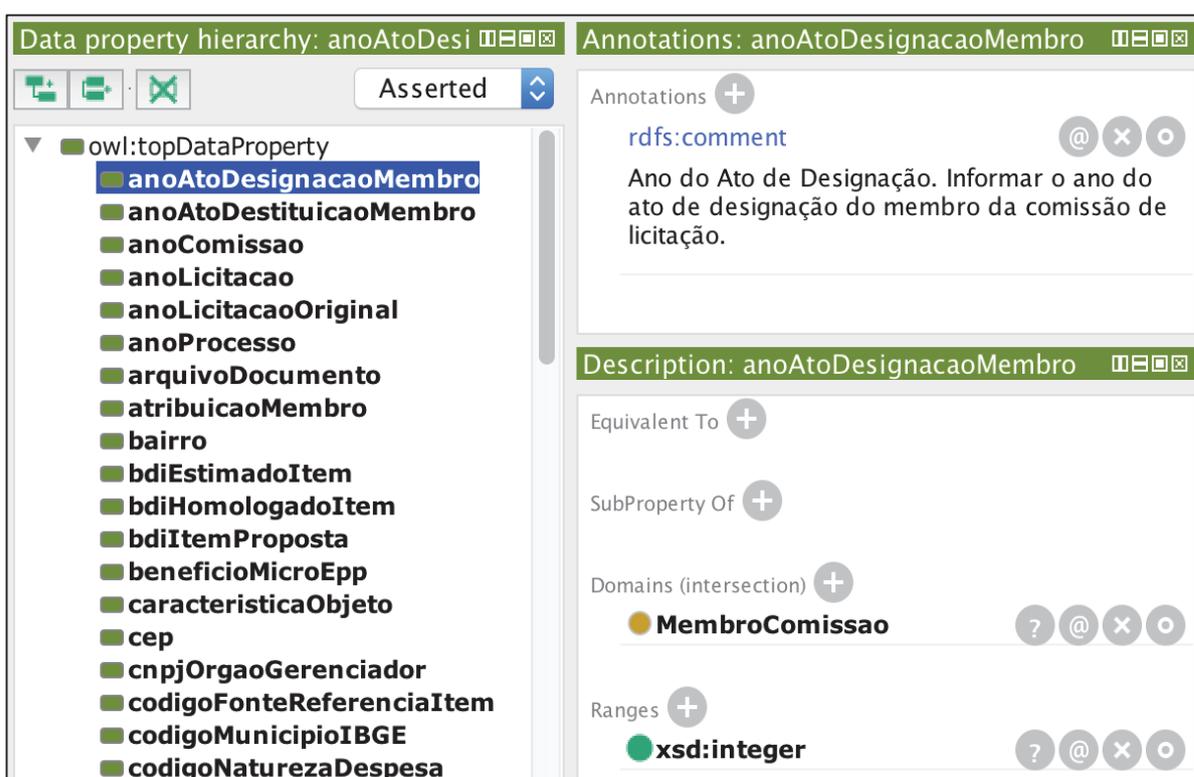


Figura 16. Algumas propriedades (DataProperties) no Protégé.

A partir da definição e modelagem das propriedades na ontologia, os conceitos do domínio de licitações passaram a ser melhor compreendidos.

3.2.2.6. Passo 6 – Definir Restrições

A definição de restrições não é considerada essencial para a ontologia de domínio proposta neste trabalho. Considera-se neste item que a ontologia será utilizada como base de

conhecimento primário do domínio de licitações, artefato este que apresentará aos profissionais da área a organização e a explicação dos conceitos no domínio. Diante disso, a ontologia não tem como objetivo armazenar dados ou detalhar restrições sobre cada propriedade ou conceito definido. Deste modo, a ontologia servirá como forma de apresentação da estrutura conceitual e das definições utilizadas no contexto em questão.

Neste passo da metodologia, fez-se a definição, conforme apresentado no documento do TCE-RS, LicitaCon - Manual do Leiaute do eValidador, dos tipos de dados técnicos permitidos em cada propriedade vinculada com as classes e subclasses da ontologia. Como é possível observar na Figura 16, a propriedade ‘anoAtoDesignacaoMembro’ refere-se a um dado do tipo inteiro (integer).

3.2.2.7. Passo 7 – Criar Instâncias

No último passo da metodologia foram criadas instâncias individuais (indivíduos) para algumas classes e subclasses. Estas instâncias foram criadas conforme os dados (valores) determinados como padrão para algumas informações do domínio de licitações. Tais opções são definidas pelo TCE-RS no LicitaCon - Manual do Leiaute do eValidador.

Para melhor compreender as instâncias criadas, observa-se na Figura 17 uma parte do Manual do LicitaCon que define os valores fixados para o conceito Tipo de Licitação.

Tipo de Licitação. Informar de acordo com as opções de valor abaixo disponibilizadas. No caso de RDC, este campo equivale ao critério de julgamento previsto na Lei 12.462/11. As combinações possíveis de modalidade de Licitação(CD_TIPO_MODALIDADE) x Tipo de Objeto(TP_OBJETO) x Tipo de Licitação(TP_LICITACAO) estão disponíveis no Apêndice C.

Valores: MCA(Melhor Conteúdo Artístico), MDE(Maior Desconto), MLO(Maior Lance ou Oferta), MOO(Maior Oferta de Outorga), MOP(Maior Oferta de Preço), MOQ(Maior Oferta de Outorga após Qualificação das Propostas Técnicas), MOT(Maior Oferta de Outorga e Melhor Técnica), MPP(Melhor Proposta Técnica com Preço fixado no Edital), MPR(Menor Preço), MRE(Maior Retorno Econômico), MTC(Melhor Técnica), MTO(Menor Valor da Tarifa e Maior Oferta de Outorga), MTT(Menor Valor da Tarifa e Melhor Técnica), MVT(Menor Valor da Tarifa), NSA(Não se aplica), TPR(Técnica e Preço).

Figura 17. Valores fixados para o Tipo de Licitação [51].

Diante disso, na ontologia, fez-se a criação de uma instância para cada valor definido, as quais correspondem à classe TipoLicitacao (Figura 18).

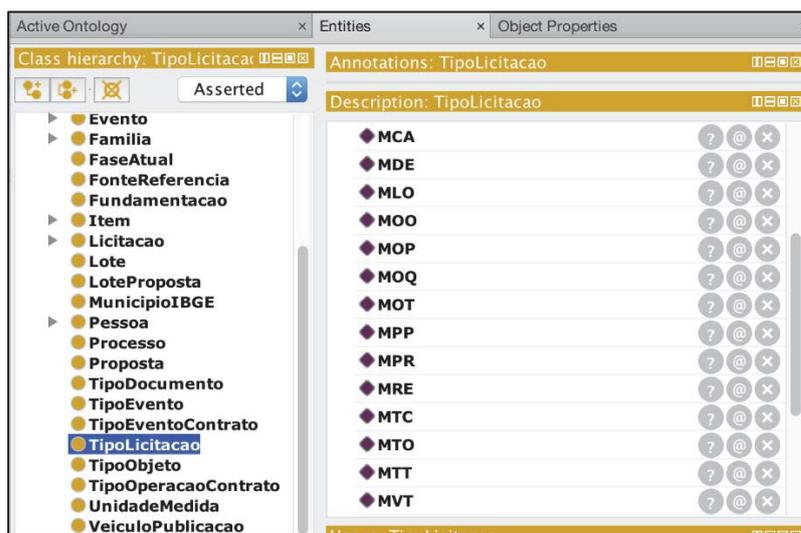


Figura 18. Instâncias criadas na classe TipoLicitacao.

A ontologia modelada sobre licitações será utilizada como base para o conhecimento primário do domínio pois contém estruturação conceitual que poderá dar significado para sentenças de requisitos a ser definidos e proporcionar a compreensão do contexto. A ontologia de domínio sobre licitações apresenta em sua hierarquia a definição de 24 entidades, 23 subentidades (distribuídas em 6 entidades principais), 144 propriedades, 31 relacionamentos e 207 indivíduos, totalizando 429 conceitos modelados.

Neste processo de modelagem da ontologia, foi dedicada atenção à inclusão das descrições, detalhamentos, orientações, comentários e explicações sobre cada conceito, propriedade e relacionamento modelado. O objetivo foi construir uma documentação sobre a ontologia, pois a partir da própria ferramenta Protégé é possível gerar esta documentação (Figura 19). Diante disso, a documentação da ontologia é considerada como um artefato fundamental para a compreensão e a construção da base de conhecimento do domínio modelado. Portanto, recomenda-se que este artefato faça parte da documentação de requisitos dos sistemas de informação que aplicarem a ontologia no processo de elicitação.

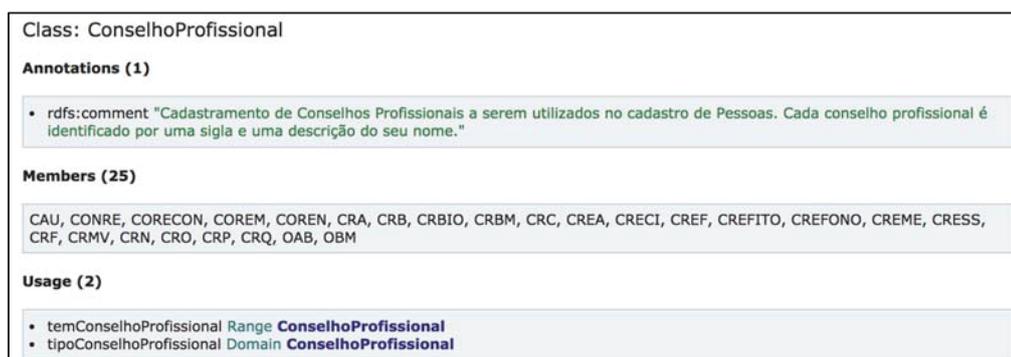


Figura 19. Documentação de classe gerada pelo Protégé.

Além da documentação textual, a ferramenta permite a geração e visualização gráfica da ontologia, como forma de atender aos objetivos e facilitar a construção da base de conhecimento sobre o domínio. Na Figura 20 é apresentada a visualização gráfica das classes e subclasses da ontologia modelada no Protégé.

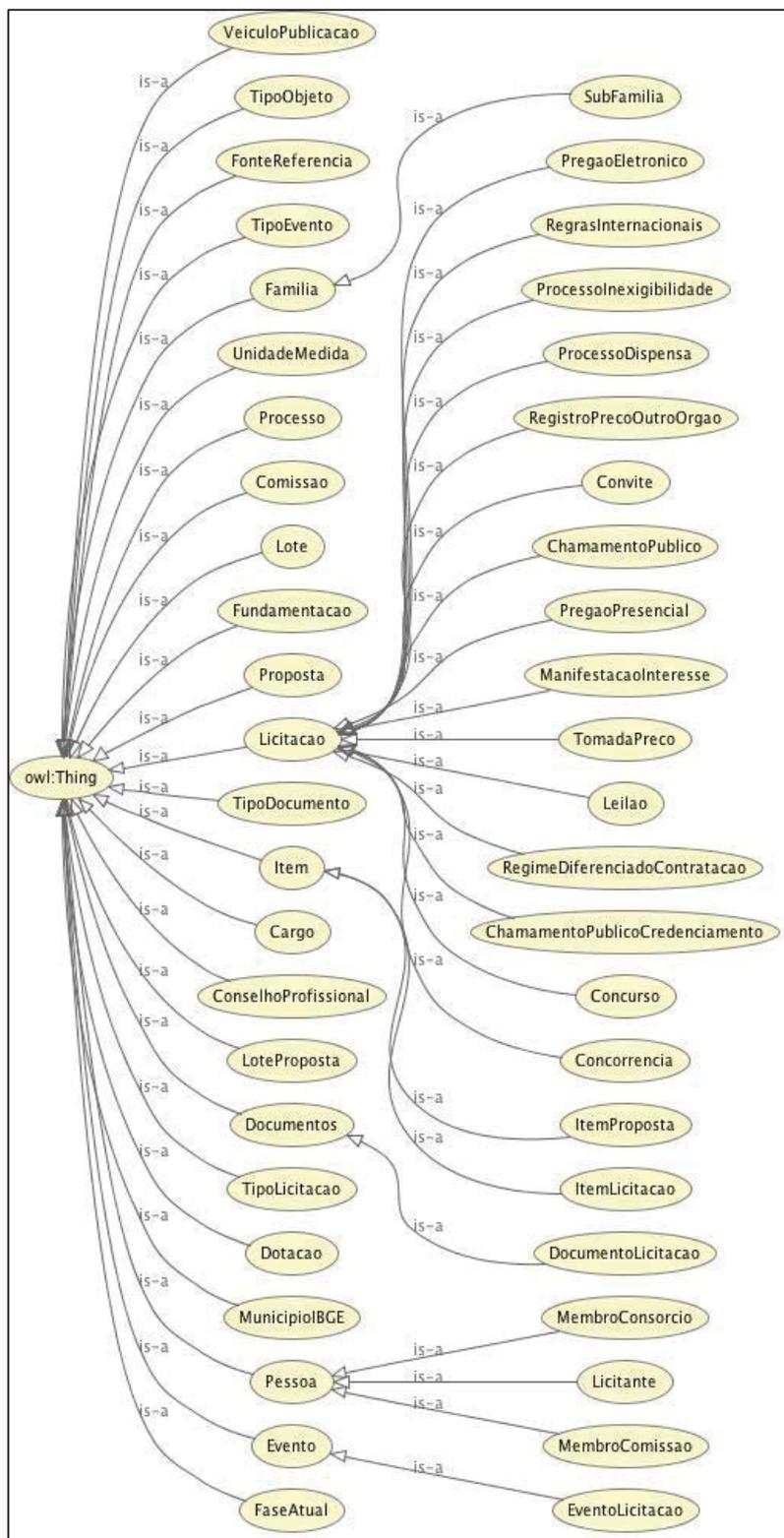


Figura 20. Visualização gráfica da ontologia de domínio.

Acredita-se que a visualização gráfica da ontologia contribua e facilite o entendimento da estrutura de classes e subclasses definidas.

3.3. DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DA REQONTO

A etapa de aplicação da ontologia modelada contemplou a definição da forma de utilização da mesma na atividade de elicitação de requisitos. Para possibilitar e facilitar a sua aplicação, optou-se pelo desenvolvimento de uma ferramenta, denominada ReqOnto, que integra a ontologia de domínio na atividade de elicitação de requisitos. A Figura 21 apresenta as atividades desenvolvidas nesta terceira etapa do trabalho, o que resultou em um experimento do processo.

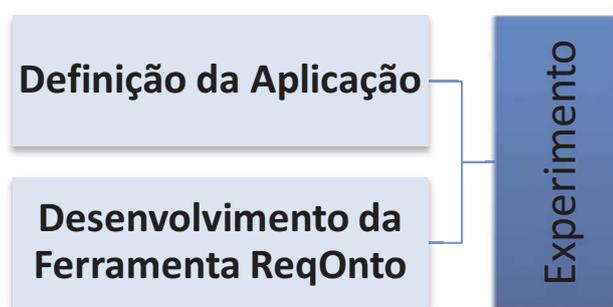


Figura 21. Atividades da etapa de Desenvolvimento e Aplicação da ReqOnto.

Nas próximas seções as atividades do desenvolvimento e aplicação da ReqOnto são apresentadas em detalhes.

3.3.1. Definição da Aplicação

Neste trabalho, propôs-se um modelo de aplicação da ontologia no processo de engenharia de requisitos de Portais de Transparência Municipal. Na aplicação, a ontologia de domínio sobre licitações é utilizada como artefato técnico que possibilita a compreensão e a construção do conhecimento primário sobre o domínio modelado. Entende-se por base de conhecimento, o contato dos profissionais envolvidos no trabalho com a estruturação conceitual de um assunto específico e até então não completamente dominado por eles. Segundo Noy e McGuinness [24]: “Uma ontologia, juntamente com um conjunto de instâncias e indivíduos de classes, constitui uma base de conhecimentos. Na realidade, existe uma linha tênue, onde termina a ontologia e a base de conhecimentos se inicia”.

Na atividade de definição dos requisitos, a ontologia é utilizada como artefato de conhecimento, padronização e entendimento do contexto. Através dela se busca proporcionar aos profissionais da área computacional o conhecimento básico do domínio de licitações, para facilitar a comunicação objetiva, clara e construtiva com os *stakeholders* dos seus projetos de trabalho. Acredita-se que, conhecendo os conceitos detalhados e estruturados pela ontologia, será possível, com maior facilidade, definir requisitos que atendam às reais necessidades dos clientes e às obrigatoriedades previstas na legislação brasileira que regulamenta a transparência municipal.

A Figura 22 representa o processo de utilização da ontologia na atividade de elicitação de requisitos, no qual a partir da ontologia serão elicitados os requisitos, resultando assim no Documento de Requisitos do novo portal de transparência municipal.

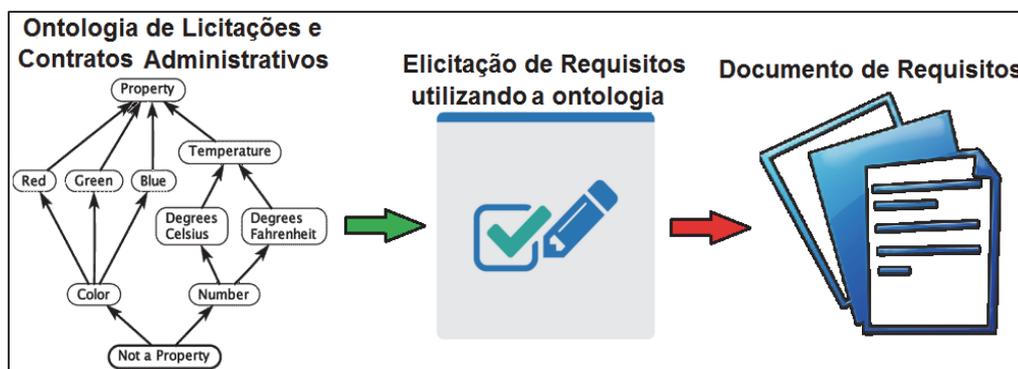


Figura 22. Processo de aplicação da ontologia.

Através do processo de relacionamento dos termos da ontologia com os requisitos elicitados, feito através da ferramenta ReqOnto e detalhado no item 3.3.2 a seguir, objetiva-se contribuir para que os requisitos sejam os mais completos possíveis, garantindo que o portal de transparência atenda às necessidades dos cidadãos e mantenha uma padronização suficiente que permita e facilite a interoperabilidade com outros sistemas. O processo de relacionamento deverá alertar ao engenheiro de requisitos algumas possíveis melhorias a serem feitas na definição e na descrição dos requisitos, para que os mesmos sejam completos e compreensíveis aos profissionais que os utilizarão. Deste modo, será possível perceber a existência de termos na ontologia, os quais são de caráter obrigatório no domínio em questão, que não estão vinculados e contemplados nos requisitos elicitados.

Será possível, ainda, perceber com mais facilidade a presença de requisitos ambíguos, analisando a existência de vários requisitos relacionados a um mesmo termo da ontologia, o que pode dificultar e diminuir a qualidade das informações disponibilizadas nos portais de transparência. Além disso, as interpretações equivocadas ou dúvidas que surgirem

sobre a descrição dos requisitos, poderão ser minimizadas com a leitura da explicação dos termos vinculados, o que facilitará a compreensão do requisito descrito. Além destas percepções, outras poderão ser feitas através do processo proposto de utilização da ontologia, porém, muito dependerá da análise dos profissionais envolvidos nas atividades da engenharia de requisitos.

3.3.2. Ferramenta ReqOnto

Com o intuito de possibilitar a utilização da ontologia na elicitação de requisitos de portais de transparência municipal, foi desenvolvido um software que recebeu a identificação de “ferramenta” por ter o objetivo de auxiliar e possibilitar o alcance de um propósito maior. Esta ferramenta é denominada ReqOnto (Figura 23). Ela disponibiliza funcionalidades de importação e apresentação da ontologia modelada, além de permitir o registro detalhado dos requisitos elicitados, relacionando-os com os conceitos da ontologia.



Figura 23. Identificador da ferramenta desenvolvida.

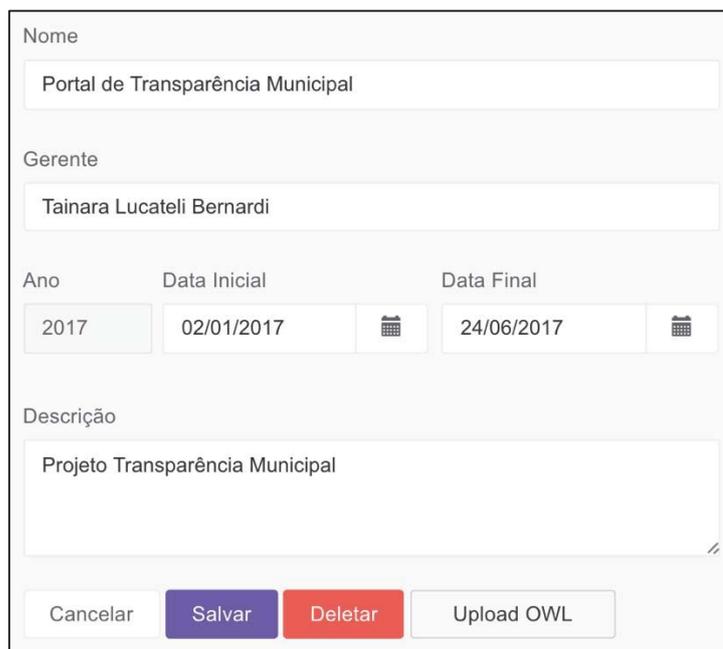
A ferramenta ReqOnto foi desenvolvida para plataforma Web, utilizando a linguagem de programação Java e o banco de dados PostgreSQL. A leitura da ontologia desenvolvida em OWL utilizou a API Jena²⁰ da linguagem de programação Java, usada na criação e manipulação de grafos RDF. Toda a estrutura conceitual da ontologia foi persistida na base de dados da ferramenta, fazendo com que os conceitos da ontologia, seus comentários e especificações sejam tratados como dados, os quais serão analisados e compreendidos pelos usuários a fim de conhecer um determinado domínio de problema.

Para a melhor organização e desempenho das atividades desenvolvidas pelos engenheiros de requisitos, a ferramenta permite o controle de usuários e de níveis de acesso, organização de projetos de trabalho vinculados com ontologias, cadastro e classificação de requisitos, relacionamentos dos requisitos com os conceitos da ontologia, consultas dos requisitos elicitados e consultas da estruturação de conceitos. Além disso, disponibiliza a inclusão da visualização gráfica da ontologia e consultas gráficas das vinculações feitas entre os conceitos da ontologia e os requisitos elicitados. Como já destacado anteriormente,

²⁰<https://jena.apache.org/index.html>

ressalta-se que na ferramenta ReqOnto, as classes e subclasses da ontologia são referenciadas como entidades e subentidades.

Para iniciar a utilização da ReqOnto, é necessário definir um projeto de trabalho. Para cada projeto, é necessário importar a ontologia através do seu arquivo OWL. É possível também importar a imagem da visualização gráfica da ontologia modelada (Figura 24).



O formulário de cadastro de projeto no ReqOnto apresenta os seguintes campos e botões:

- Nome:** Portal de Transparência Municipal
- Gerente:** Tainara Lucateli Bernardi
- Ano:** 2017
- Data Inicial:** 02/01/2017
- Data Final:** 24/06/2017
- Descrição:** Projeto Transparência Municipal

Na base do formulário, há quatro botões: Cancelar (botão desativado), Salvar (botão em azul), Deletar (botão em vermelho) e Upload OWL (botão desativado).

Figura 24. Cadastro de projeto, importação da ontologia (Upload OWL).

A ferramenta ReqOnto possui suas funcionalidades distribuídas entre os seguintes menus (Figura 25):

- **Projetos:** disponibiliza o gerenciamento dos projetos de trabalho, a leitura da ontologia e importação da sua visualização gráfica.
- **Imagem:** apresenta aos usuários a visualização gráfica da ontologia.
- **Ontologia:** apresenta a hierarquia da ontologia construída para que os usuários possam navegar entre os conceitos modelados a fim de compreender o domínio de problema apresentado. Esta hierarquia é observada na Figura 25. Nesta funcionalidade os usuários encontram comentários explicativos, tipos de dados aceitos nas propriedades, informações pré-determinadas (indivíduos) e os relacionamentos existentes entre as entidades modeladas.
- **Requisitos:** funcionalidade de cadastro dos requisitos elicitados para o novo sistema. Além de cadastrar os requisitos, são feitas as vinculações do mesmo com os conceitos da ontologia.

- **Consultas:** dispõe de vários filtros de consultas sobre a ontologia e sobre os requisitos cadastrados. Além disso, disponibiliza três análises gráficas sobre os relacionamentos feitos entre requisitos e a ontologia.
- **Sobre:** neste menu é apresentada a descrição da ferramenta, suas funcionalidades e objetivos.



Figura 25. Tela da ferramenta ReqOnto acessada pelo menu ‘Ontologia’.

A partir de então, os usuários iniciam o processo de análise e compreensão do domínio do problema, neste caso licitações, através das informações da ontologia apresentadas na ferramenta. Para cada conceito modelado, ao selecioná-lo na listagem da ontologia, é apresentada a sua denominação e comentário com a descrição explicativa, conforme apresentado na Figura 26 para o conceito ‘Documentos’.

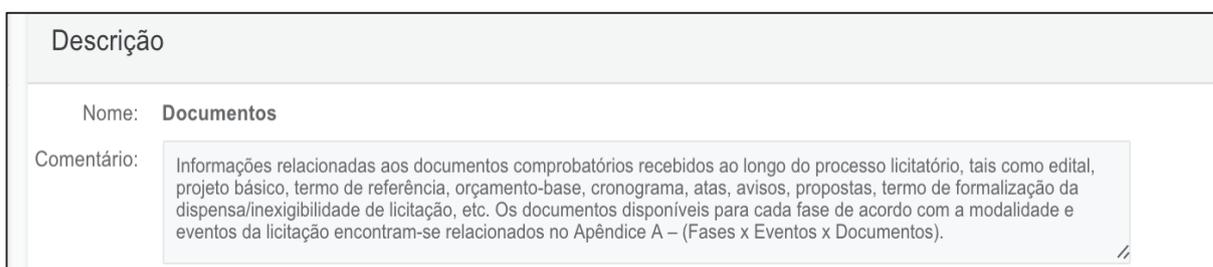


Figura 26. Comentário do conceito ‘Documentos’.

Os conceitos da ontologia estão organizados estruturalmente em entidades, subEntidades, propriedades, indivíduos e relacionamentos, conforme a hierarquia detalhada a seguir. Cada ‘entidade’ pode apresentar ‘subentidades’ dependentes, neste caso, uma ‘subentidade’ herda todas as características da ‘entidade’ a que pertence. Cada ‘entidade’/‘subentidade’ pode apresentar: ‘propriedades’, as quais representam os atributos ou

Subentidade

dados que a compõem; ‘indivíduos’, que representam as instâncias; ‘relacionamentos’, que representa os vínculos e relações existentes elas. Cada relacionamento representa a ligação de uma ‘entidade’/‘subentidade’ com outros conceitos deste mesmo tipo.

Toda a hierarquia conceitual da ontologia é apresentada na ferramenta ReqOnto com diferentes cores, para que os usuários possam, com facilidade, compreender e identificar os conceitos dependentes ou relacionados com cada ‘entidades’/‘subentidades’. As entidades e subentidades são apresentadas na cor Laranja, as propriedades na cor Verde, os indivíduos na cor Roxa e os relacionamentos na cor Azul (Figura 27).

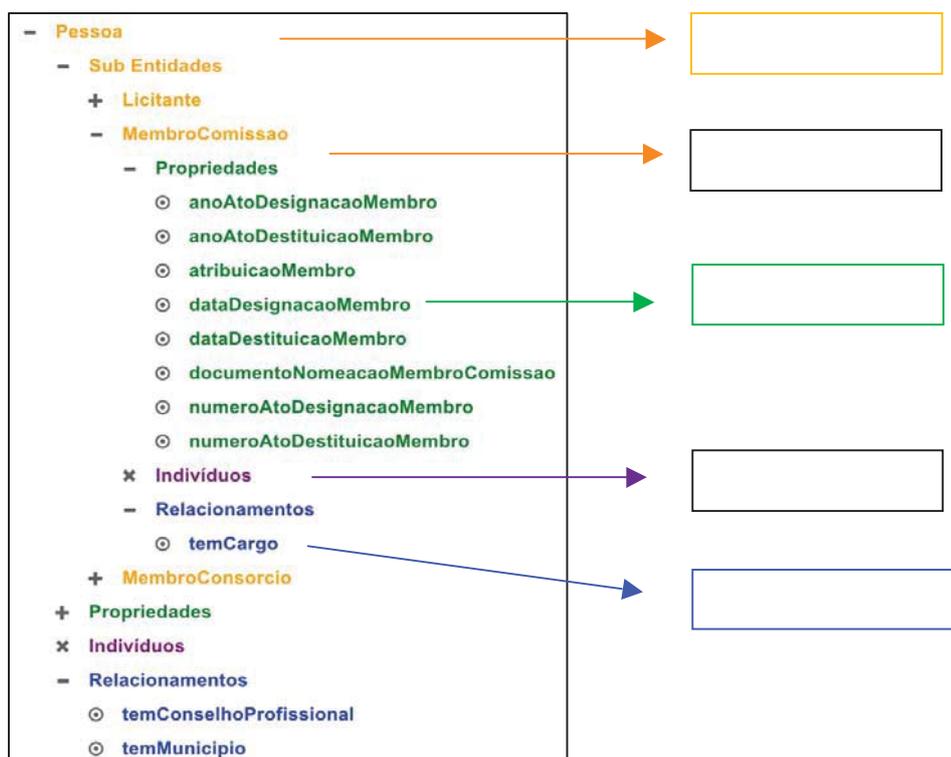


Figura 27. Hierarquia de conceitos apresentada pela ReqOnto.

Na Figura 27, observa-se a hierarquia e a simbologia utilizada na ferramenta ReqOnto. O símbolo de adição (+), localizado à frente de alguns conceitos da ontologia, representa a existência de detalhamentos, ou seja, este conceito possui outros conceitos relacionados, os quais estão ocultos ao usuário da ferramenta. Ao clicar no símbolo (+), as informações complementares são apresentadas e o conceito principal passa a ser identificado com o símbolo de subtração (-). O símbolo de multiplicação (x) significa que determinado tipo de conceito (subentidade, propriedade, indivíduo ou relacionamento) não possui informações ou novos conceitos relacionados. Na Figura 27, é apresentada a entidade ‘Pessoa’ com suas subentidades ‘Licitante’, ‘MembroComissao’ e ‘MembroConsortio’. Percebe-se que as propriedades e os relacionamentos da subentidade ‘MembroComissao’ estão

expandidos e mostrando os conceitos relacionados. Ao contrário disso, observa-se a inexistência de indivíduos relacionados a esta subentidade, conforme o símbolo apresentado junto ao tipo de conceito. Podem ser observadas ainda o detalhe dos relacionamentos da entidade ‘Pessoas’, os quais são herdados por todas as subentidades a ela vinculada.

Para facilitar a compreensão do domínio apresentado pela ontologia, a ferramenta disponibiliza a consulta e emissão do relatório detalhado da estrutura e dos conceitos da ontologia. A partir do relatório os profissionais usuários da ReqOnto, poderão fazer a leitura e a análise do contexto apresentado. Parte deste relatório pode ser observado na Figura 28.

The screenshot shows a web interface for querying an ontology. At the top, there is a dropdown menu labeled 'Tipo de Consulta' with 'ONTOLOGIA' selected. To the right of the dropdown are two buttons: 'Imprimir' (Print) and 'Voltar' (Back). Below this is a section titled 'Resultado' (Result). The results are displayed as a list of concepts with their respective counts in parentheses:

- + Cargo (0)
- + ChamamentoPublico (17)
- + ChamamentoPublicoCredenciamento (2)
- + Comissao (0)
- + Concorrencia (17)
- + Concurso (6)
- + ConselhoProfissional (0)
- + Convite (17)
- + DocumentoLicitacao (5)
- Documentos (5)

Under the 'Documentos (5)' category, there is a text box containing the following information: "Informações relacionadas aos documentos comprobatórios recebidos ao longo do processo licitatório, tais como edital, projeto básico, termo de referência, orçamento-base, cronograma, atas, avisos, propostas, termo de formalização da dispensa/inexigibilidade de licitação, etc. Os documentos disponíveis para cada fase de acordo com a modalidade e eventos da licitação encontram-se relacionados no Apêndice A – (Fases x Eventos x Documentos)."

Below this, there are more categories:

- + Sub Entidades
- Propriedades
 - ⊙ arquivoDocumento (5)
- × Indivíduos
- Relacionamentos
 - ⊙ temTipoDocumento (5)

At the bottom of the 'temTipoDocumento (5)' section, there is a text input field with the placeholder text 'Código do Tipo de Documento.'

Figura 28. Consulta para relatório da ontologia na ReqOnto.

Com base nos conceitos e nas informações apresentadas pela ontologia, os engenheiros farão a elicitação de requisitos do novo sistema de informação a ser desenvolvido. Ao cadastrar um requisito, a ReqOnto permite classificá-lo em requisito Funcional ou requisito Não Funcional. Permite ainda a inclusão da descrição detalhada e a

identificação dos relacionamentos com os conceitos da ontologia (Figura 30). Para cada requisito cadastrado, poderão ser vinculados os conceitos da ontologia. Neste caso, o mesmo pode ser vinculado a um ou mais conceitos, conforme a similaridade existente entre eles.

Na ferramenta ReqOnto, o relacionamento dos conceitos com os requisitos está organizado de acordo com o tipo de conceito. Neste caso, ao identificar a vinculação com algum conceito do tipo ‘propriedade’, ‘indivíduo’ ou ‘relacionamento’, a ferramenta automaticamente relaciona ao requisito um novo vínculo com a ‘entidade’ ou ‘subentidade’ a que este conceito vinculado pertence.

Na Figura 29 a seguir, é apresentado o cadastro de um requisito (RF0015) e os seus relacionamentos com a ontologia. Este requisito possui vínculo com duas entidades (FaseAtual e Licitacao), com uma propriedade (tipoFaseAtual) e com um relacionamento (temFaseAtual), porém, não apresenta vínculos com indivíduos.

Alteração do Requisito: 15 - RF0015

Classificação

Requisito Funcional Requisito Não Funcional

Nome

Submenu EM ANDAMENTO - 3º nível Apresentação aba Ordem Croi

Descrição

Deve conter uma uma linha cronológica indicando em qual Fase se encontra a licitação de acordo com a Modalidade.

Concorrência, Convite, Tomada de Preços , Chamamento Público, Chamamento Publico/Credenciamento ou Leilão:

- Fase Interna > Edital publicado > Habilitação/ Propostas > Adjudicação/ Homologação.

Cancelar Salvar Deletar

Filtro de Entidade

Entidades - 2

CÓDIGO	NOME	
12	FaseAtual	✘
33	Licitacao	✘

Propriedades - 1

CÓDIGO	NOME	
118	tipoFaseAtual	✘

Indivíduos - 0

Relacionamentos - 1

CÓDIGO	NOME	
6	temFaseAtual	✘

Figura 29. Cadastro de requisito na ferramenta ReqOnto.

Na ferramenta, após ter feito o cadastro dos requisitos e a vinculação do mesmo com a ontologia, sempre que um conceito da ontologia (classe, propriedade, indivíduo ou relacionamento) for selecionado, os requisitos com ele vinculado serão resumidamente apresentados ao usuário. Esta apresentação dos requisitos é observada na Figura 30, onde o conceito selecionado é ‘dataAbertura’ (do tipo propriedade, da subentidade ‘PregaoPresencial’, da entidade ‘Licitacao’).

Ontologia: Licitacoes Comprimir Todos

Descrição

Nome: dataAbertura

Tipo: dateTime

Comentário: Data de Abertura da Licitação ou Data da Dispensa, Inexigibilidade ou Registro de Preço de Outro Órgão. Formato dd/mm/aaaa.

Requisitos

Novo

CÓDIGO	NOME		
RF0023	Submenu NOVAS - 2...		✗
RF0030	Submenu ENCERRA...		✗
RF0039	Submenu POR OBJE...		✗
RF0001	Filtros Padrões		✗
RF0005	Submenu TODAS - 2...		✗

Figura 30. Requisitos relacionados com o conceito ontologia.

Através do processo de relacionamentos, é possível identificar os conceitos que não possuem nenhum tipo de vinculação com os requisitos definidos, indicando, deste modo, que os requisitos podem estar incompletos ou há a necessidade de definição de novos requisitos para o sistema. Por outro lado, a existência de vários conceitos relacionados com um mesmo requisito poderá alertar sobre a existência de ambiguidades nos requisitos elicitados. A ontologia permitirá que os engenheiros de requisitos façam estas avaliações durante o processo de trabalho. Esta forma de utilização da ontologia na elicitação é considerada nesta pesquisa como uma nova técnica de elicitação e compreensão do domínio do problema, buscando complementar as atividades feitas através de técnicas tradicionais de elicitação como entrevistas, questionários, etnografia, reuniões.

Para permitir análises, a ReqOnto disponibiliza consultas e relatórios importantes sobre a ontologia, sobre os requisitos elicitados e sobre os relacionamentos identificados entre eles. Estas consultas possibilitam a aplicação de vários filtros de informações, conforme o interesse e necessidade do profissional. A Figura 31 apresenta a tela de filtros disponíveis para a consulta/relatório da ontologia. Nesta, observa-se a variedade de consultas disponíveis especificamente sobre os conceitos da ontologia e dos seus relacionamentos com os requisitos elicitados.

Tipo de Consulta
ONTOLOGIA Gerar

Filtro

Toda Ontologia

Entidades sem vínculo com requisitos

Sub Entidades sem vínculo com requisitos

Propriedades sem vínculo com requisitos

Indivíduos sem vínculo com requisitos

Relacionamentos sem vínculo com requisitos

Quantidade de requisitos

Detalhes dos conceitos e requisitos

Mostrar requisitos

Nome/Comentário de conceito

Nome da Entidade

Nome da Sub Entidade

Nome da Propriedade

Nome do Indivíduo

Nome do Relacionamento

Figura 31. Filtros da consulta/relatório da ontologia.

Outra consulta fundamental na ReqOnto é a consulta de requisitos, pois a mesma disponibilizará um documento de requisitos que poderá ser utilizado como artefato resultante do processo da Engenharia de Requisitos do sistema a ser desenvolvido. Esta consulta/relatório disponibiliza vários filtros para busca das informações.

Uma das funcionalidades importantes da ferramenta é a geração do Documento de Requisitos. Nesta consulta/relatório, os detalhes de todos os requisitos elicitados serão apresentados juntamente com a descrição explicativa de todos os conceitos da ontologia vinculados a cada um dos requisitos do sistema. A partir deste relatório, os *stakeholders* do projeto e os profissionais que darão sequência no processo de desenvolvimento do novo software, terão acesso a detalhes e descrições completas dos requisitos e do contexto por eles abordado. Na Figura 32 pode ser observado parte da consulta que apresenta um requisito e as descrições dos conceitos da ontologia a ele vinculados.

Tipo de Consulta
REQUISITOS Imprimir Voltar

Resultado

+ RF0008 - Submenu TODAS - 3º nível Apresentação aba Rotinas/ Editais

- RF0009 - Submenu TODAS - 3º nível Apresentação aba Licitantes

Deve conter informações relacionadas aos participantes nos processos licitatórios. Nas modalidades (CNS) Concurso, PRE(Pregão), PRP (Pregão presencial) e LEI (Leilão) devem ser informados os participantes que venceram os respectivos certames licitatórios e aqueles que apresentaram recurso, com os seguintes dados:
• Nome • CPF/ CNPJ • Situação (habilitado , não compareceu, inabilitado). Deve ser identificado caso um licitantes tenha o Benefício de micro empresa

- Entidades

⊙ Licitacao

Informações relacionadas aos processos licitatórios realizados.

⊙ Licitante

Informações relacionadas aos participantes nos processos licitatórios. Nas modalidades CNS(Concurso), PRE(Pregão Eletrônico), PRP (Pregão Presencial) e LEI(Leilão) devem ser informados os participantes que venceram os respectivos certames licitatórios e aqueles que apresentaram recursos.

Figura 32. Consulta detalhada dos requisitos na ferramenta ReqOnto.

Além da consulta dos relatórios de maneira digital, é possível a geração de relatórios para a impressão do documento. A Figura 33 demonstra o relatório dos requisitos com detalhamento dos conceitos emitido pela ReqOnto.



Figura 33. Relatório detalhado dos requisitos na ferramenta ReqOnto.

Além das consultas dos dados cadastrados na ferramenta, é possível fazer geração de relatórios gráficos que apresentam percentuais sobre a utilização da ontologia e as vinculações entre conceitos e requisitos. A Figura 34 apresenta o resultado da 'Consulta de Relacionamentos Gerais', onde é mostrado o percentual de conceitos da ontologia que foram vinculados com requisitos elicitados no projeto em questão.

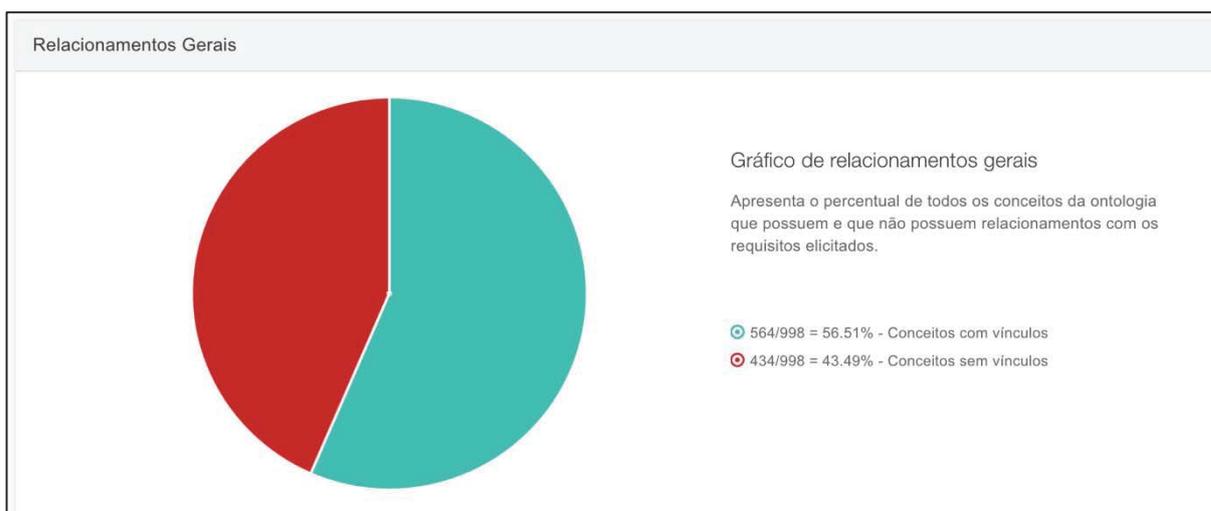


Figura 34. Análise gráfica dos relacionamentos entre requisitos e ontologia.

Outra consulta gráfica importante, denominada ‘Gráfico de Relacionamentos Detalhados’ apresenta o percentual requisitos vinculados com os diferentes tipos de conceitos da ontologia (entidades, subentidade, propriedades, indivíduos e relacionamentos), conforme apresentado na Figura 35.

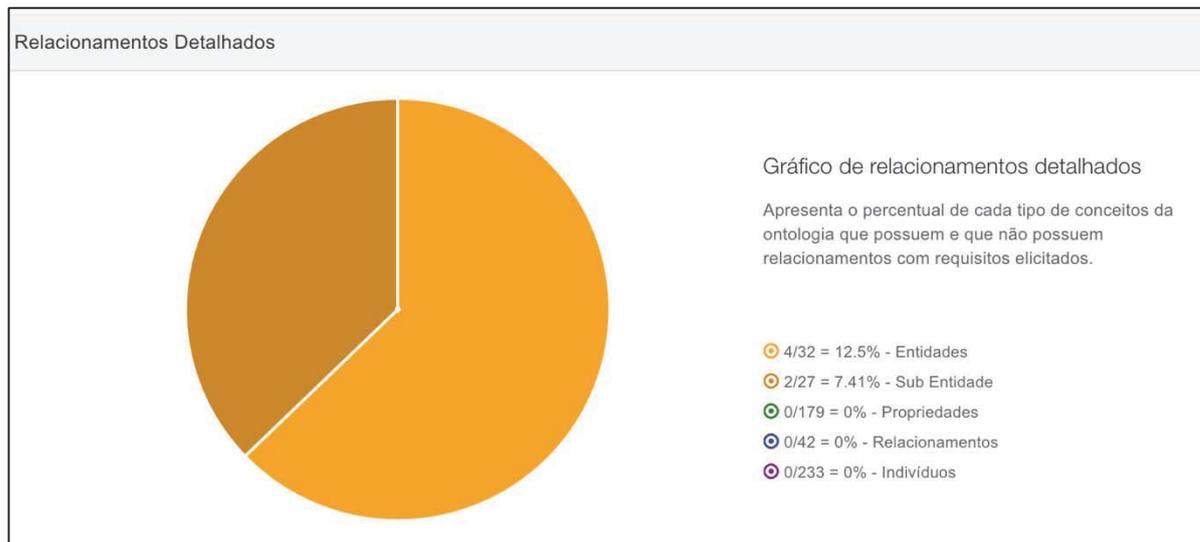


Figura 35. Análise gráfica dos relacionamentos entre requisitos e ontologia.

Além destes, é possível analisar o percentual de requisitos cadastrados que não possuem vínculo com a ontologia, considerando que a ferramenta não obriga a vinculação. Isto permite que todos os requisitos de um sistema possam ser gerenciados na ReqOnto, mesmo que não apresentem relação com a ontologia utilizada. Um exemplo deste gráfico pode ser encontrado na Figura 36.



Figura 36. Análise gráfica dos relacionamentos entre requisitos e ontologia.

O processo de utilização da ontologia na atividade de elicitação da ER busca a construção da base de conhecimentos do domínio do problema, possibilitando e facilitando a

realização de análises críticas sobre os requisitos elicitados. Através disso, será possível identificar pontos de melhorias a serem feitas na descrição e abrangência dos requisitos, como exemplo: (i) podem ser identificados termos que são de caráter obrigatório no domínio e que não estão contemplados nos requisitos definidos; (ii) a presença de requisitos ambíguos, o que pode afetar diretamente a qualidade das informações disponibilizadas; (iii) a existência de definições confusas e relacionamentos equivocados entre requisitos. Além disso, outras possíveis análises a serem feitas utilizando a ontologia de domínio modelada podem ser observadas.

Parte do estudo feito foi dedicado ao processo de utilização da ontologia na atividade de definição de requisitos de um novo portal de transparência municipal. Para isso, fez-se necessário o desenvolvimento da ferramenta ReqOnto, que possibilita o conhecimento da ontologia e permite fazer o seu relacionamento com os requisitos elicitados. Deste modo, busca-se confirmar a existência de benefícios na elicitação de requisitos utilizando a ontologia como base de conhecimentos e a ferramenta desenvolvida para a definição dos requisitos.

Este capítulo apresentou o detalhamento da modelagem da ontologia de domínio sobre licitações, o processo de aplicação na elicitação de requisitos e a ferramenta ReqOnto, componentes que foram aplicados no experimento a descrito no próximo capítulo do trabalho.

4. EXPERIMENTO E ANÁLISE DE RESULTADOS

Neste trabalho, optou-se pelo uso da abordagem de experimento, em que o foco está em descrever determinada intervenção e o contexto em que a mesma ocorreu, ilustrando a avaliação realizada. Quanto à unidade de análise, o experimento tem um contexto único, composto por uma unidade integrada correspondente a uma empresa de desenvolvimento de software.

4.1. EXPERIMENTO

É importante ressaltar que o foco deste experimento é qualitativo, ou seja, não representa uma “amostragem quantitativa”, mas apresenta uma experimentação. Neste caso, demonstra-se que uma ontologia de domínio pode ser utilizada como um artefato para construção do conhecimento primário de um determinado contexto. Para possibilitar a sua utilização e aplicação na atividade de elicitação de requisitos foi desenvolvida a ferramenta ReqOnto.

4.1.1. Ambientação da Unidade de Análise

Para observar a aplicação da ontologia na elicitação de requisitos, buscou-se uma unidade de análise representada por uma empresa de desenvolvimento de software que apresentasse interesse em participar da experimentação e se dispunha a aplicar a proposta do estudo. Além disso, a unidade de análise deveria atender os seguintes critérios:

- empresa de desenvolvimento de software de pequeno porte (até 20 funcionários);
- empresa de desenvolvimento de software que nunca utilizou ontologia no processo de elicitação de requisitos;
- empresa de desenvolvimento de software da região norte do estado do Rio Grande do Sul;
- empresa de desenvolvimento de software que esteja desenvolvendo um portal de transparência municipal e que tenha tempo e equipe disponível para utilizar a ontologia e a ferramenta ReqOnto na atividade de elicitação dos requisitos.

Conforme acordo estabelecido, todos os elementos que poderiam identificar a

unidade de análise, como por exemplo, seu nome e nome de seus funcionários, foram omitidos dos relatos.

Para o bom andamento das atividades e a organização do experimento com a unidade de análise, estabeleceram-se alguns procedimentos de campo que foram realizados conforme a ordem descrita:

1. reunião de apresentação do experimento e planejamento das atividades;
2. levantamento das práticas comumente utilizadas pela empresa na atividade de elicitação de requisitos;
3. implantação da ferramenta ReqOnto e apresentação do seu funcionamento na elicitação de requisitos;
4. execução da elicitação dos requisitos para o módulo de licitações do novo portal de transparência municipal;
5. acompanhamento das atividades de elicitação do módulo em questão;
6. reunião de conclusão dos trabalhos.

A empresa selecionada para o experimento está desenvolvendo um novo sistema de portal de transparência municipal para disponibilizar a seus clientes. Atualmente já dispõe de um sistema em funcionamento, porém o mesmo não atende por completo as exigências da legislação vigente. Cabe ressaltar que o projeto está sendo desenvolvido por uma nova equipe de trabalho, os quais não tiveram participação no desenvolvimento do software hoje utilizado pelos clientes da empresa. O projeto atual está organizado em pequenos módulos de trabalho, nos quais uma mesma equipe de profissionais está alocada.

Os módulos do portal de transparência são desenvolvidos de maneira sequencial, ou seja, um novo módulo só é iniciado após a conclusão do módulo anterior. O processo de desenvolvimento adotado pela empresa inicia com o estudo e entendimento da legislação e do contexto abordado pelo módulo. Na sequência, são realizadas as atividades de elicitação, análise e validação dos requisitos. Depois disso, seguem com o processo de desenvolvimento do software, o qual é concluído com a atividade de validação do módulo do sistema. É considerável destacar que a disponibilização do novo portal de transparência da empresa aos seus clientes só será realizada após a conclusão do desenvolvimento e a validação de todos os módulos do projeto. Para possibilitar o experimento, a empresa antecipou o desenvolvimento do módulo de licitações, o qual estava previsto para ser iniciado no mês de fevereiro do ano de 2017. Porém, os gestores da empresa consideraram que a ordem de desenvolvimento não apresenta interferência na qualidade do produto final.

O processo de elicitación, até então utilizado pela empresa, aplica técnicas que não deverão ser desconsideradas no experimento. Para conhecer o domínio do problema abordado em cada módulo do portal de transparência, os profissionais dedicam tempo na pesquisa e leitura de materiais relacionados, como leis, decretos e regulamentos. Além disso, costumam fazer observações e análises em sistemas desenvolvidos por outras empresas, considerando que os portais de transparência são sítios de acesso público. A partir deste conhecimento inicial sobre o domínio do problema, ocorrem reuniões com os *stakeholders* do projeto para discussão e entendimento das necessidades e funcionalidades do novo sistema. Este processo demanda um tempo considerável dos profissionais da empresa, pois conforme relataram, vários encontros são realizados até que todos cheguem ao entendimento e comum acordo sobre as definições dos requisitos. Após este longo processo de elicitación, análise e várias alterações nos requisitos, os mesmos são validados e o documento de requisitos do novo sistema é oficializado.

O experimento realizado propôs a utilização de um novo artefato na construção do conhecimento e no entendimento do domínio do problema. Nesta atividade, foi utilizada a ontologia de domínio sobre licitações na ferramenta ReqOnto, como meio inicial de estudo do contexto.

4.1.2. Aplicação do Experimento

Os procedimentos de campo planejados para o experimento foram realizados nos meses de agosto e setembro do ano de 2016. Nesse período ocorreram visitas à empresa para o acompanhamento da execução das atividades. A seguir são descritas as atividades do experimento realizado.

4.1.2.1. Atividade 1

O procedimento de campo foi iniciado com uma reunião de apresentação do experimento que seria realizado na empresa, bem como o planejamento das atividades a ser realizadas. Esta reunião contou com a participação dos diretores da empresa, dos profissionais responsáveis pelas atividades da engenharia de requisitos, o gerente do setor de desenvolvimento, o responsável pelo suporte técnico do sistema de licitações e dois jurídicos, responsáveis pela assessoria prestada pela empresa aos setores de licitações dos seus clientes.

Alguns conceitos foram apresentados e explicações feitas sobre a ontologia,

considerando que nenhum dos participantes tinha conhecimento sobre o assunto. Na sequência, realizou-se o levantamento de informações da empresa. Por meio de conversa com os participantes, foi possível estabelecer um panorama geral da empresa, suas características, particularidades e detalhes sobre as práticas de elicitação de requisitos utilizadas. Deste modo, foi possível compreender o processo da engenharia de requisitos e desenvolvimento de software comumente aplicado nos projetos da empresa.

4.1.2.2. Atividade 2

Após a realização do processo de implantação e configuração da ferramenta ReqOnto, fez-se uma nova reunião, exclusivamente com os profissionais responsáveis pela engenharia de requisitos do projeto, onde um destes profissionais possui formação em computação e o outro possui formação na área jurídica, para apresentar o seu funcionamento. Atenção foi dedicada no esclarecimento das dúvidas sobre a ontologia e a sua forma de apresentação na ferramenta, considerando ser o primeiro contato dos profissionais com este tipo de modelagem conceitual. Fez-se uma explicação completa sobre a ontologia, sus conceitos e estruturação, para que ao iniciar o processo de elicitação, todos já tivessem conhecimentos de como fazer a análise da ontologia de domínio a ser utilizada.

4.1.2.3. Atividade 3

Dando continuidade às atividades do experimento, alguns representantes da empresa, baseados na experiência pessoal sobre as atividades de elicitação de requisitos, elaboraram um cronograma de trabalho com estimativas de tempo e de atividades a ser executadas, conforme apresentado na Tabela 6.

Tabela 6. Planejamento de trabalho.

CRONOGRAMA DE PLANEJAMENTO			
Nome da tarefa	Duração	Início	Término
PORTAL DE TRANSPARÊNCIA MUNICIPAL (Mód.Licitações)	39 dias	Ter 09/08/16	Qui 29/09/16
Estudo para conhecer o domínio de Licitações	9 dias	Ter 09/08/16	Sex 19/08/16
Reunião com Stakeholders (Discussão sobre funcionalidades)	1 dia	Qua 24/08/16	Qua 24/08/16
Levantamento de Requisitos	15 dias	Seg 29/08/16	Sex 16/09/16
Reunião de apresentação dos requisitos elicitados	1 dia	Qua 21/09/16	Qua 21/09/16
Período de Validação, Alterações e Ajustes	10 dias	Qui 22/09/16	Qua 06/10/16
Validação dos Requisitos	1 dia	Qui 07/10/16	Qua 07/10/16
Apresentação para equipe de Desenvolvimento	2 dia	Qui 10/10/16	Qui 11/10/16

Para o planejamento foram consideradas as atividades padrões estabelecidas na empresa para o processo de elicitação de requisitos, apenas agregando a ontologia como um novo artefato de trabalho.

4.1.2.4. Atividade 4

No experimento, a equipe de engenheiros de requisitos (formada por dois profissionais), através das funcionalidades de apresentação da hierarquia e dos conceitos detalhados da ontologia na ferramenta ReqOnto, pode conhecer e compreender o domínio de licitações, conforme a padronização definida oficialmente pelo Tribunal de Contas do Estado do Rio Grande do Sul (TCE-RS).

Durante o acompanhamento do processo de estudo do domínio através da ontologia, possibilitou-se observar que a apresentação gráfica das entidades e subentidades da ontologia, disponível na ferramenta, foi bastante utilizada. Segundo os profissionais, esta forma de representação da estrutura conceitual foi essencial para o entendimento do domínio de licitações.

4.1.2.5. Atividade 5

Após consolidar o conhecimento a partir da ontologia, os mesmos manifestaram não sentir a necessidade de buscar novas leituras, pois consideraram o conhecimento obtido com a ontologia o suficiente para dar início às discussões sobre os requisitos do módulo de licitações com os *stakeholders* do projeto. Porém, antes de agendar a primeira reunião com os *stakeholders*, os profissionais optaram por aplicar a técnica de observação, utilizada nos outros módulos deste mesmo sistema.

Fez-se então a observação das informações, da apresentação e da estruturação do módulo de licitações de alguns portais de transparência, os quais foram selecionados conforme a classificação do Prêmio Boas Práticas de Transparência na Internet do TCE-RS no ano de 2016. Um dos portais analisados pelos profissionais da empresa, portal da Prefeitura Municipal de Passo Fundo, foi também analisado no início do estudo deste trabalho. Durante as observações dos portais de transparência, os mesmos utilizaram a ontologia para identificar e compreender os conceitos do domínio.

4.1.2.6. Atividade 6

Após o estudo da ontologia e as análises feitas nos portais de transparência, foi realizada a primeira reunião com os *stakeholders* com o objetivo de compreender as necessidades e expectativas sobre o módulo a ser desenvolvido. Com o conhecimento prévio obtido sobre o domínio do problema, pode-se observar que nesta reunião as discussões foram simples, valiosas e produtivas. Todos os envolvidos tinham conhecimento do assunto em discussão, o que facilitou a compreensão das necessidades apresentadas pelos jurídicos da empresa sobre os requisitos do módulo de licitações para o novo portal de transparência municipal.

Conforme a solicitação feita pelo setor jurídico da empresa, o módulo de licitações do portal de transparência a ser desenvolvido deve atender aos critérios de julgamento estabelecidos pelo TCE-RS no último concurso do Prêmio de Boas Práticas de Transparência na Internet, ocorrido no ano de 2015. Na Instrução Normativa N° 09/2015²¹ desse órgão, os critérios de julgamento são estabelecidos, onde podem ser verificadas as informações de caráter obrigatório de publicação sobre licitações. Este trecho do documento é apresentado no Anexo A deste trabalho.

4.1.2.7. Atividade 7

Após a reunião inicial com os *stakeholders*, os profissionais iniciaram a definição dos requisitos na ferramenta ReqOnto. Cada requisito definido foi classificado como requisito Funcional ou requisito Não Funcional, conforme o seu objetivo. Esta classificação determina a numeração do requisito na ferramenta de trabalho. Requisitos Funcionais recebem uma numeração sequencial e a identificação RF. Assim como os requisitos Não Funcionais, recebem sua própria numeração sequencial e a identificação RNF (Figura 37).

No experimento, foram definidos 46 requisitos funcionais e 11 requisitos não funcionais para o módulo de licitações do novo portal de transparência municipal da unidade de análise.

²¹ http://portal.tce.rs.gov.br/portal/page/portal/noticias_internet/textos_diversos_pente_fino/IN_0.pdf

CÓDIGO	NOME
RF0041	Submenu POR OBJETO - 2º nível Informações detalhadas
RF0042	Submenu POR OBJETO - 3º nível Apresentação aba Ordem Cronológica
RF0043	Submenu POR OBJETO - 3º nível Apresentação aba Itens / Lotes
RF0044	Submenu POR OBJETO - 3º nível Apresentação aba Rotinas/ Editais
RF0045	Submenu POR OBJETO - 3º nível Apresentação aba Licitantes
RF0046	Submenu POR OBJETO - 3º nível Apresentação aba Vencedores
RNF0001	Acessibilidade
RNF0002	Responsividade
RNF0003	Indexadores de busca
RNF0004	Mapa do site

Figura 37. Lista de requisitos elicitados.

Além de registrar o texto descritivo de cada requisito, foram feitos os relacionamentos dos mesmos com os conceitos da ontologia, os quais têm como objetivo vincular os requisitos com cada conceito da ontologia que possua relevância ao seu objetivo ou às informações por eles tratadas. Nesta funcionalidade, cada requisito é relacionado com qualquer tipo e quantidade de conceito da ontologia (entidades, subentidades, propriedades, relacionamentos e indivíduos).

Na tela de manutenção de requisitos, na ferramenta ReqOnto, é possível identificar a existência de relacionamentos com a ontologia. Através da apresentação de símbolos coloridos (Figura 38), é possível identificar os diferentes tipos de conceitos vinculados aos requisitos. Vínculo com entidades é representado pelo símbolo de cor laranja; vínculos com propriedades pela cor verde; com indivíduos pela cor roxa; e vínculo com relacionamentos é representado pela cor azul. Como pode ser observado, o requisito funcional de número 0002 (RE0002), estabelecido no experimento, possui vínculo somente com conceitos do tipo entidade ou subentidade da ontologia.

CÓDIGO	NOME	CONCEITOS
RF0001	Filtros Padrões	
RF0002	Submenu TODAS - Especificação	
RF0003	Submenu TODAS - 1º nível Apresentação aba Informações	

Figura 38. Requisitos com tipos de conceitos relacionados.

Na Figura 39 é apresentado o registro do requisito funcional número 0005 (RF0005) do experimento, onde podem ser observados os conceitos da ontologia vinculados com este requisito. As vinculações entre requisitos e conceitos são realizadas separadamente conforme o tipo do conceito, o que permite a relação com qualquer nível hierárquico da ontologia. Neste requisito, foram vinculadas 5 (cinco) entidades, 5 (cinco) propriedades e 2 (dois) relacionamentos.

Alteração do Requisito: 5 - RF0005

Classificação
 Requisito Funcional Requisito Não Funcional

Nome
 Submenu TODAS - 2º nível Informações detalhas

Descrição
 2º NÍVEL
 INFORMAÇÕES DETALHADAS
 Ao clicar em uma Licitação , deve mostrar as informações detalhadas em forma de resumo com os seguintes dados:
 • Objeto
 • Data de abertura
 • Situação
 • Resultado|
 Caso não tenha alguma dessas informações, não deve ser apresentado o campo em branco.
 A tela terá cinco abas para com as seguintes descrições:
 Ordem Compra, Itens/Lotes, Rotinas/Editais, Licitantes e Vencedores

Filtro de Entidade

Entidades - 5

Propriedades - 5

CÓDIGO	NOME	
384	dataHomologacao	✘
403	numeroLicitacao	✘
450	dataAbertura	✘
483	descricaoObjeto	✘
521	tipoResultadoGlobal	✘

Indivíduos - 0

Relacionamentos - 2

Cancelar Salvar Deletar

Figura 39. Cadastro de Requisito.

Durante o processo de elicitação e cadastro dos requisitos na ferramenta, diálogos informais com os *stakeholders* foram realizadas com o objetivo de esclarecer as dúvidas que surgiam durante a definição e vinculação dos requisitos com a ontologia.

4.1.2.8. Atividade 8

Após a elicitação dos requisitos, feita conforme o entendimento dos engenheiros de requisitos sobre o domínio e as solicitações feitas na reunião inicial do processo, os mesmos reuniram-se com todos os *stakeholders* do projeto para apresentar e discutir os requisitos definidos. Nessa reunião, cada requisito elicitado foi discutido e analisado detalhadamente. Foram identificadas algumas alterações a ser feitas nas descrições dos

requisitos, o que impactou na alteração de alguns vínculos com conceitos da ontologia.

4.1.2.9. Atividade 9

Após feitos os ajustes necessários nos requisitos e a revisão dos vínculos com os conceitos da ontologia, fez-se um novo encontro com os *stakeholders* para validação, quando os requisitos foram rediscutidos e analisados em detalhes. Cada um dos presentes pode acessar o relatório detalhado de requisitos gerado pela ferramenta ReqOnto (Figura 40), contendo a descrição dos requisitos e a explicação (comentário) de cada conceito da ontologia a eles vinculados. Deste modo, ao fazer a leitura do requisito, foi possível compreender todos os conceitos do domínio de licitações relacionados com o objetivo ou com as informações tratadas pelo requisito.

- RF0006 - Submenu TODAS - 3º nível Apresentação aba Ordem Cronológica

Deve conter uma uma linha cronológica indicando em qual Fase se encontra a licitação de acordo com a Modalidade. Concorrência, Convite, Tomada de Preços ou Leilão: • Fase Interna > Edital publicado > Habilitação/ Propostas > Adjudicação/ Homologação. Processo de dispensa: • Fase interna > Homologação

- Entidades

- ⊙ **FaseAtual**

Fase atual da licitação. As modalidades PRD(Processo de Dispensa), PRI(Processo de Inexigibilidade) e RPO(Registro de Preços de Outro Órgão) possuem somente duas fases: Fase Interna e Publicação. As demais possuem quatro fases: Fase Interna (anterior ao Edital), Edital Publicado (do Edital até a véspera da abertura), Habilitação/Propostas (da abertura da licitação até o julgamento das propostas) e Adjudicação/Homologação (ato final). As informações devem estar vinculadas a uma dessas fases.
- ⊙ **Licitacao**

Informações relacionadas aos processos licitatórios realizados.

- Propriedades

- ⊙ **tipoFaseAtual**

Fase atual da licitação.

- Relacionamentos

- ⊙ **temFaseAtual**

Fase da licitação em que o evento ocorreu. Informar de acordo com as opções de valor abaixo disponibilizadas. As modalidades PRD(Processo de Dispensa), PRI(Processo de Inexigibilidade) e RPO(Registro de Preços de Outro Órgão) possuem somente duas fases, a saber: INT(Fase Interna) e PUB(Publicação). As demais modalidades possuem quatro fases, a saber: INT(Fase Interna) - anterior a publicação do Edital, EPU(Edital Publicado) - da publicação até a véspera da abertura da licitação, HAP(Habilitação/Propostas) - da abertura da licitação até o julgamento das propostas e ADH(Adjudicação/Homologação) - ato final. As informações disponibilizadas devem estar vinculadas a uma dessas fases.

Figura 40. Documento de Requisitos.

Prontamente todos os requisitos foram validados, e o documento gerado pela ferramenta ReqOnto, juntamente com a documentação da ontologia, foram oficializados como Documento de Requisitos do módulo de licitações do Portal de Transparência Municipal da empresa.

4.1.2.10. Atividade 10

Dando continuidade às atividades do projeto da empresa, o documento gerado a partir do experimento foi encaminhado ao setor de desenvolvimento de software para a continuidade dos trabalhos. Para tanto, foi realizada uma reunião com os engenheiros de requisitos do projeto, o gerente do setor de desenvolvimento e a equipe de programadores. Nessa reunião, o documento de requisitos foi apresentado, analisado e discutido, conforme a necessidade e os questionamentos realizados.

Foi destacado pelos profissionais participantes desta reunião, a qualidade e o detalhamento do documento de requisitos resultante do experimento. Sua completude impactou positivamente no tempo consumido em discussões para compreender cada um dos requisitos elicitados. Justamente por apresentarem as explicações dos conceitos da ontologia junto com a descrição dos requisitos, o entendimento dos mesmos foi facilitado e agilizado.

4.1.2.11. Atividade 11

Durante o andamento da atividade de elicitação, a equipe de trabalho registrou e relatou várias situações vivenciadas, envolvendo os problemas enfrentados e as facilidades percebidas na utilização da ontologia. A partir deste experimento vivenciado, dos registros realizados durante o trabalho, das observações e do acompanhamento das atividades, buscou-se responder à questão geral de estudo:

“Como representar, por meio de uma ontologia de domínio, um modelo estrutural de informações e conceitos sobre licitações, a fim de facilitar a atividade de elicitação de requisitos de portais de transparência municipal?”

Para analisar as atividades e o atendimento do objetivo geral do estudo, foram propostos aos *stakeholders* alguns questionamentos sobre o experimento. Primeiramente, estes questionamentos foram analisados e refletidos individualmente por cada um dos profissionais participantes. Posteriormente, os mesmos explanaram ao grupo suas opiniões a fim de formalizar uma resposta única da empresa sobre as atividades realizadas. Os questionamentos propostos sobre o experimento encontram-se listados no Apêndice B deste trabalho.

Para finalizar o experimento, foram reunidos todos os *stakeholders* e a gerência da empresa para a reunião de conclusão do experimento. Nesta, o experimento foi analisado e amplamente discutido. Com base nos registros feitos, nas ocorrências de trabalho observadas

durante o processo e nas discussões que consideraram a opinião de todos os participantes do experimento, os questionamentos foram respondidos gerando um documento avaliativo da empresa sobre o experimento.

4.2. ANÁLISE DE RESULTADOS

A partir das funcionalidades de consulta disponível na ferramenta ReqOnto e das respostas concedidas pela empresa para os questionamentos realizados, algumas análises do experimento podem ser sintetizadas e discutidas.

4.2.1. Análise dos resultados obtidos na ReqOnto

Algumas análises e demonstrações dos dados obtidos na ferramenta ReqOnto são apresentadas a seguir como forma de verificar e avaliar o atendimento dos objetivos deste estudo. Como forma de apresentação da ontologia, é pertinente considerar a quantidade de conceitos modelados conforme a hierarquia estabelecida. Na mesma, existem 24 conceitos do tipo entidade, 23 conceitos do tipo subentidade, 144 propriedades, 31 relacionamentos e 207 indivíduos, apresentando um total de 429 conceitos modelados na ontologia.

Dos 47 conceitos modelados como entidades e subentidades, aproximadamente 63,83% deles (30 conceitos) apresentaram vínculo com algum dos requisitos elicitados para o projeto. Este percentual só não é maior pois as exigências atendidas nos requisitos elicitados para o portal de transparência em desenvolvimento não abrangem todos os dados do domínio de licitações, cumprem apenas as exigências do TCE-RS, conforme solicitado pelos *stakeholders* do projeto. Além disso, é possível observar que cada entidade e subentidade está vinculada a uma média de 13,1 requisitos. Observa-se também uma variação de relacionamentos, pois entre as entidades com vínculo, a que apresenta menor quantidade de vinculações apresenta 2 requisitos relacionados, ao mesmo tempo que se observa uma entidade com 46 requisitos vinculados (Licitação), a qual está relacionada com todos os requisitos elicitados para o módulo de licitações do novo portal de transparência municipal da unidade de análise.

Só é possível analisar a quantidade de requisitos vinculados com cada conceito da ontologia observando a funcionalidade de consulta da ontologia na ferramenta ReqOnto, onde ao lado de cada conceito, a quantidade de requisitos vinculados é apresentada (Figura 41).

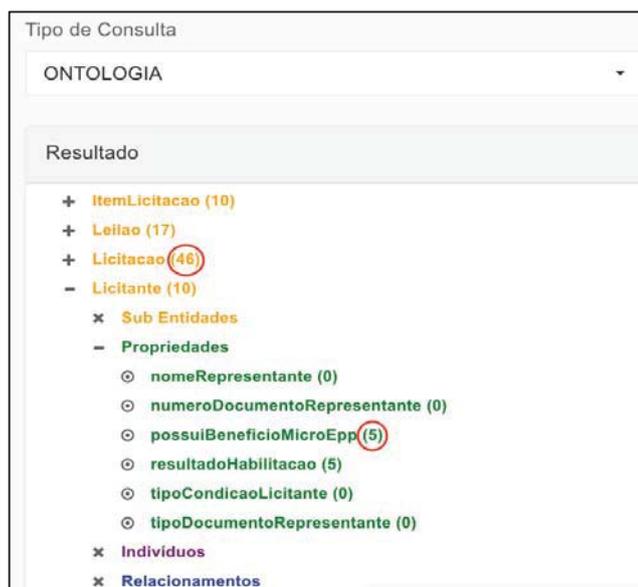


Figura 41. Consulta da ontologia com quantidade de requisitos vinculados.

A partir da consulta gráfica de Análise de Relacionamentos Gerais, que apresenta o percentual de conceitos da ontologia vinculados com os requisitos elicitados, percebe-se a abrangência do domínio modelado (Figura 42).

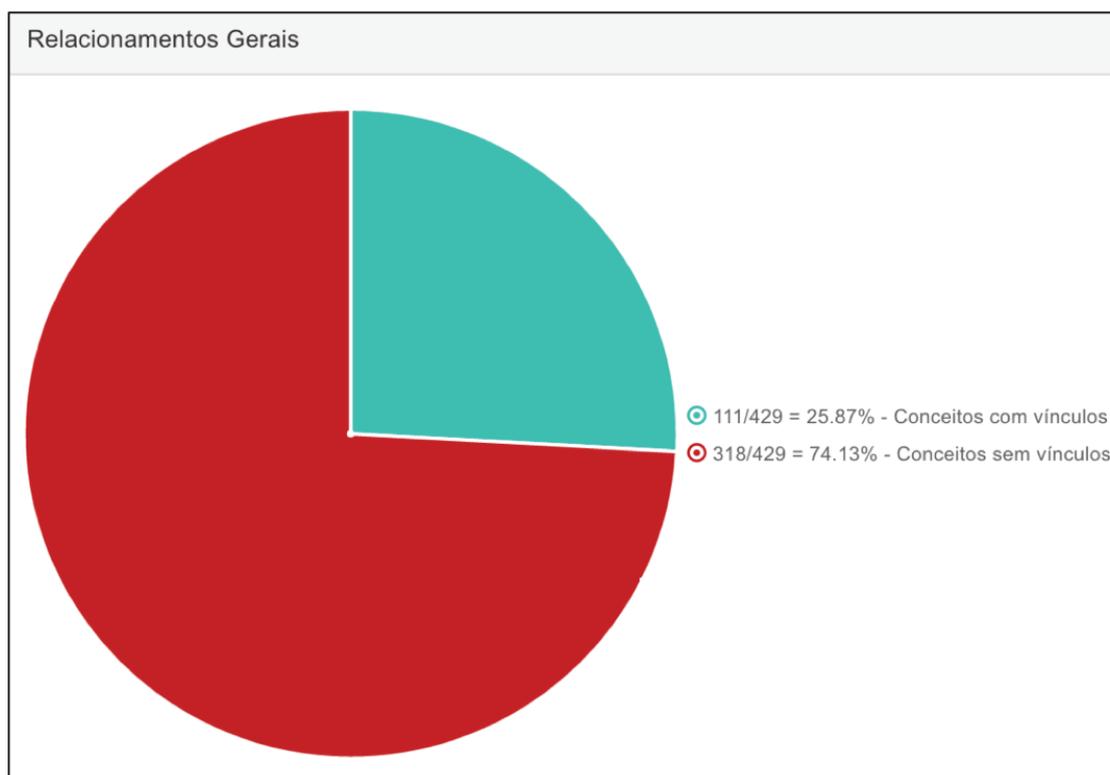


Figura 42. Gráfico de Relacionamentos Gerais.

A ontologia apresentada contempla os conceitos do domínio de licitações públicas, apresentando uma base de conhecimentos completa para possibilitar o

desenvolvimento de diversos softwares relacionados a este contexto. O desenvolvimento do módulo de licitações para o portal de transparência municipal publicar informações obrigatórias, diante do estabelecido pela legislação brasileira e pelo Tribunal de Contas do Estado do Rio Grande do Sul. Isso justifica o fato de os requisitos elicitados não apresentarem relacionamento com todos os conceitos modelados na ontologia. Deste modo, compreende-se o que é observado no gráfico de Relacionamentos Gerais emitido na ReqOnto, onde dos 429 conceitos modelados na ontologia de domínio sobre licitações, 25,87% dos conceitos, o que corresponde a 111, foram vinculados com os requisitos elicitados para o projeto do experimento. Cabe ressaltar que este número se refere à quantidade de conceitos que possuem vínculos, independentemente da quantidade de requisitos vinculados em cada conceito.

Ainda analisando os gráficos disponíveis na ferramenta, no relatório de Relacionamentos Detalhados, são apresentados separadamente por tipo de conceito da hierarquia, os percentuais de vinculação com os requisitos elicitados (Figura 43).

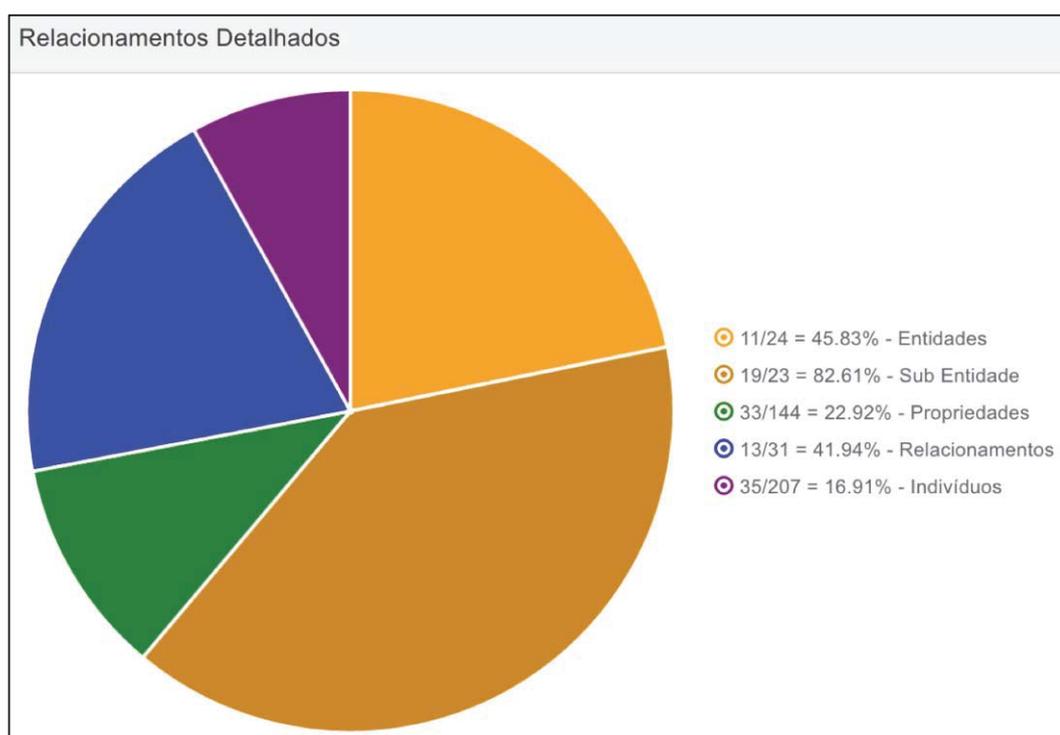


Figura 43. Gráfico de Relacionamentos Detalhados.

Conforme pode ser observado, 45,83% das entidades modeladas na ontologia (11 de 24 entidades) possuem vínculo com algum requisito. Os vínculos de subentidades com requisitos apresentam um percentual consideravelmente maior, 82,61%, sendo que das 23 subentidades apresentadas na ontologia, 19 delas foram vinculadas. De 144 propriedades, 22,92% (33 propriedades), foram vinculadas. Sobre os relacionamentos, 41,94% deles (13 de

31 relacionamentos modelados) foram relacionados com algum requisito e analisando os indivíduos modelados, de 207, apenas 16,91%, 35 conceitos, foram vinculados com os requisitos definidos no experimento.

No experimento realizado, foram elicitados 46 requisitos funcionais e 11 requisitos não funcionais para o módulo de licitações do portal de transparência desenvolvido na unidade de análise. Destes, todos os requisitos funcionais apresentaram alguma vinculação com conceitos da ontologia. Por outro lado, os requisitos não funcionais não apresentaram nenhum vínculo com os conceitos modelados. É importante considerar a possibilidade de registrar requisitos sem vinculação com a ontologia, justificando ainda que este tipo de ocorrência tem maior probabilidade de ser identificada em requisitos não funcionais, os quais referem-se ao sistema como um todo, ou representam características gerais de qualidade. Esta análise dos requisitos do projeto pode ser analisada no gráfico de Análise de Relacionamentos dos Requisitos, disponível na ReqOnto (Figura 44).

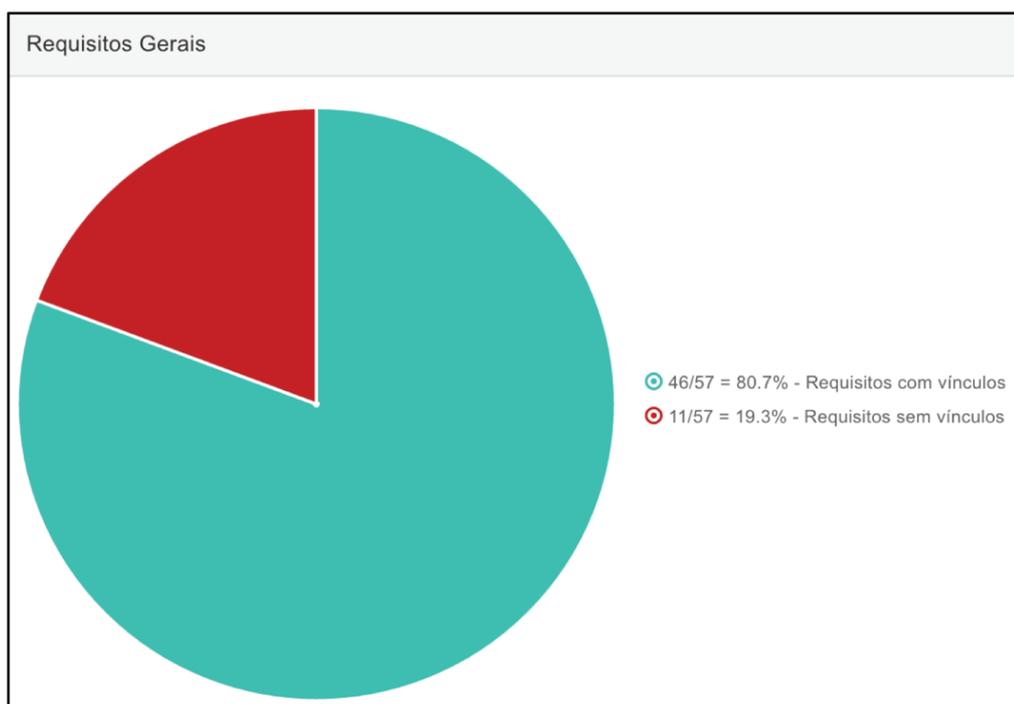


Figura 44. Consulta da ontologia com quantidade de requisitos vinculados.

Dos 46 requisitos funcionais elicitados, na primeira reunião de validação realizada com os *stakeholders*, foram necessários ajustes e revisões de aproximadamente 15% deles (7 requisitos). Porém, os ajustes necessários foram simples e não causaram impactos nas descrições e nos relacionamentos já estabelecidos com os conceitos da ontologia.

Além das análises realizadas com dados extraídos da ferramenta ReqOnto, cabe apresentar a análise do tempo e das atividades desenvolvidas no experimento comparando

com o tempo e as atividades planejadas pelos profissionais da unidade de análise. Deste modo, o cronograma de planejamento pode ser verificado na Tabela 6, apresentada anteriormente, e a seguir, na Tabela 7, observa-se o calendário de execução das atividades do experimento.

Tabela 7. Calendário de Execução do Experimento.

EXECUÇÃO			
Nome da tarefa	Duração	Início	Término
PORTAL DE TRANSPARÊNCIA MUNICIPAL Módulo de Licitações	32 dias	Ter 09/08/16	Qui 29/09/16
Estudo para conhecer o domínio de Licitações	17 dias	Ter 09/08/16	Sex 31/08/16
Estudo do domínio através da ontologia			
Estudo do domínio através da análise de outros Portais de Transparência Municipal			
Reunião com Stakeholders (Discussão sobre funcionalidades)	1 dia	Qua 01/09/16	Qua 01/09/16
Levantamento de Requisitos	7 dias	Seg 01/09/16	Sex 09/09/16
Reunião de apresentação dos requisitos elicitados	1 dia	Qua 12/09/16	Qua 12/09/16
Período de Validação, Alterações e Ajustes	4 dias	Qui 13/09/16	Qua 16/10/16
Validação Final do Documento de Requisitos	1 dia	Qui 17/10/16	Qua 17/10/16
Apresentação para equipe de Desenvolvimento	1 dia	Qui 17/10/16	Qui 17/10/16

Analisando comparativamente os cronogramas, percebe-se que algumas atividades foram mais detalhadamente executadas no experimento. Além disso, observa-se que o tempo dedicado ao estudo do domínio de licitações, utilizando a ontologia modelada, foi maior do que o tempo planejado para esta atividade. Porém, este fato torna-se irrelevante, considerando que no momento da utilização de uma ontologia pela primeira vez para a elicitação de requisitos, os profissionais deverão ter o conhecimento prévio deste formato de modelagem conceitual. Tal situação não ocorreu no experimento, onde os profissionais envolvidos na atividade de elicitação não tinham qualquer conhecimento sobre ontologias. Por outro lado, observa-se que o tempo despendido em validações, alterações e ajustes dos requisitos elicitados, diminuiu consideravelmente. Isso ocorreu devido à consolidação do conhecimento sobre o domínio do problema ter facilitado a compreensão das demandas para o software, permitindo a elicitação de requisitos mais detalhados e condizentes com a legislação brasileira.

4.2.2. Análise e discussão dos questionamentos

Esta seção apresenta a análise e discussão dos questionamentos realizados no

experimento. Cada questionamento foi avaliado a partir das respostas concedidas pela empresa e das informações obtidas durante a condução do experimento na unidade de análise. A seguir são apresentadas as respostas concedidas pela empresa e uma breve análise de cada um dos questionamentos. As questões aplicadas podem ser verificadas no Apêndice B.

Para a Questão 1, a resposta da empresa foi: “Sim, a ontologia modelada sobre licitações e a ferramenta ReqOnto serviram como uma base única de conhecimento aglomerado e confiável, tornando dispensável a busca por informações em outros meios não assegurados. Com conceitos simples e de fácil entendimento, auxiliaram no aprendizado e entendimento do domínio, principalmente ao considerar que os profissionais responsáveis pela elicitação não tinham familiaridade e conhecimento nenhum com a área de negócio em questão”.

A partir da observação direta e da resposta concedida pela empresa, percebeu-se que a ontologia apresentada através da ferramenta ReqOnto foi suficiente para os profissionais construírem o conhecimento básico inicial (primário) do domínio de licitações. Adicionalmente, a existência dos registros dos requisitos na ferramenta corroboram com a afirmativa de que a unidade de análise foi capaz de executar a atividade de elicitação utilizando os artefatos disponibilizados no experimento. A constatação de que a empresa conseguiu realizar a elicitação dos requisitos utilizando o conhecimento obtido com a ontologia mostra que a ontologia propicia a comunicação e facilita as discussões sobre o domínio, aumentando a probabilidade de definir requisitos que atendam às exigências apresentadas pela legislação brasileira sobre licitações e sobre transparência governamental.

Na Questão 2, a empresa fez a seguinte manifestação: “Sim, sem a utilização da ontologia, antes de iniciar o processo de elicitação de requisitos precisamos buscar capacitação na área de negócio através de pesquisas e estudos, até o real entendimento dos seus processos, definições e terminologias. Porém, mesmo assim, não é possível garantir uma definição única dos conceitos e muito menos a confiabilidade das informações encontradas sobre o domínio do problema”. A observação e o acompanhamento do experimento permitiram a análise e a avaliação do processo de estudo do domínio com a ontologia e da atividade de elicitação dos requisitos. A partir disso, foram constatadas discussões produtivas e interessantes entre os engenheiros de requisitos e os demais *stakeholders*, em busca das melhores definições para os requisitos do sistema. Além disso, a manifestação dos profissionais afirma que a construção do conhecimento do domínio e a elicitação dos requisitos foram realizadas de maneira ágil e satisfatória quando comparado com as técnicas geralmente utilizadas na empresa.

Conforme apresentado, os processos de elicitação tradicionalmente utilizados na empresa não foram excluídos do experimento. Por opção dos próprios profissionais, não foram necessárias capacitações específicas sobre o domínio, apenas a técnica de observação de portais de transparência de acesso público na web foi utilizada após o conhecimento do domínio a partir da ontologia.

Com relação à Questão 3, a empresa respondeu: “Sim, ficou evidente o enriquecimento dos detalhes dos requisitos com as informações provenientes dos conceitos da ontologia. Isso facilitou o entendimento dos requisitos no momento da validação e principalmente a compreensão detalhada por parte da equipe de desenvolvimento”. Confirmou-se nesta manifestação o que era esperado do processo de vinculação dos requisitos com os conceitos da ontologia. Com o objetivo de melhor esclarecer e detalhar as descrições, pensou-se em desenvolver um relatório na ferramenta ReqOnto que apresentasse o documento de requisitos, enriquecido com as definições dos conceitos da ontologia a eles relacionados. Na descrição do próprio requisito, foram utilizadas explicações extraídas dos conceitos da ontologia, o que confirma a contribuição da mesma no processo de entendimento e de elicitação dos requisitos.

Sobre a Questão 4, a resposta recebida foi a seguinte: “Sim, foi elaborado um cronograma com uma estimativa inicial de esforços. O prazo excedeu o previsto, pois não tínhamos familiaridade com ontologias, além disso, não dimensionamos um prazo de adaptação do processo de elicitação. Ou seja, inicialmente, com a utilização da ontologia, demorou um pouco mais para iniciar a curva de aprendizado. Porém, esses esforços foram recompensados nas discussões com os *stakeholders*, pois conseguimos em menor tempo promover discussões produtivas e importantes, na agilidade da validação, nas poucas modificações a ser realizadas e principalmente no detalhamento das descrições dos requisitos. Definimos requisitos com melhores descrições e com tendência muito menor a incidentes, retrabalhos e falhas nos processos de desenvolvimento”. O planejamento realizado, apresentado na Figura 38, pode ser comparado ao cronograma da execução das atividades, exibido na Figura 47. Assim como afirmado pela resposta concedida pela empresa ao questionamento 4, é perceptível o aumento de tempo no processo de conhecimento do domínio de licitações utilizando a ontologia. Porém, percebe-se a redução do tempo de trabalho nas atividades seguintes, principalmente no período de ajustes e alterações dos requisitos. Além do mais, conforme as manifestações observadas dos profissionais participantes do projeto, a agilidade das atividades e a qualidade das discussões, compreensões e definições dos requisitos, compensam qualquer aumento de tempo dedicado

ao entendimento da ontologia e conhecimento do domínio através dela.

Em relação à Questão 5, foi concedida a seguinte resposta: “Como os requisitos foram bem estruturados desde a sua definição e discussão inicial e tinham informações assistidas pela ontologia, conseguimos a elicitação de requisitos menos mutáveis, comparando com o processo comumente utilizado pela empresa. Diante disso, conseguimos reduzir os esforços gastos com retrabalho durante a elicitação, pois não foram necessárias reuniões extras para discussão e validação dos requisitos”. Confirma-se a resposta da empresa quando é analisada a quantidade de requisitos alterados na primeira validação feita com os *stakeholders*. Por tratar-se de um domínio complexo, assim como é o domínio de licitações, serem apontados ajustes em apenas 7 requisitos, de um montante de 57 requisitos elicitados, confirma-se que realmente ocorreu o entendimento satisfatório do domínio do problema, através da ontologia, por parte dos engenheiros de requisitos.

Analisando a Questão 6, observa-se a seguinte posição da empresa: “Sim, assegurando que quem fará a reutilização da ontologia e sem ter conhecimento na área de negócio em questão, encontrará na mesma o aprendizado suficiente para efetuar a análise ou definição de novos requisitos. Isso normalmente não acontece nos processos padrões da TI, em que são necessárias consultorias ou contratações de pessoas específicas da área de negócio para fornecer informações do domínio, elicitação e até mesmo validar os requisitos antes do desenvolvimento. Caso sejam necessárias alterações nos requisitos já definidos, como ocorreram em 7 requisitos do processo após a primeira validação, a ontologia contribuiu com a possibilidade de identificar através dos vínculos dos conceitos, quais os possíveis requisitos relacionados aos mesmos conceitos que sofreriam interferência com a alteração. Desse modo, faz-se a rastreabilidade dos mesmos, identificando os requisitos que tratam sobre o mesmo assunto. Pelo fato de a ontologia abranger o domínio completo de licitações, poderá ser reutilizada no desenvolvimento de qualquer sistema desta área”. Buscava-se confirmar que a ontologia pudesse contribuir na evolução do software, além disso, que a mesma pudesse sim ser reutilizada no desenvolvimento de outros softwares relacionados com o domínio de licitações. Conforme a manifestação feita sobre o experimento, a ontologia foi utilizada e contribuiu no processo de alteração de requisitos, o que se assemelha ao processo de evolução. Da mesma forma, os profissionais confirmaram a percepção de que ela poderá ser aplicada na elicitação de requisitos de qualquer sistema relacionado ao domínio de licitações, confirmando a exposição feita de que a ontologia modelou os conceitos abrangentes do domínio de licitações, sendo o portal de transparência um sistema relacionado a apenas alguns conceitos e informações do domínio como um todo.

Sobre a Questão 7, a opinião concedida pela empresa foi descrita da seguinte maneira: “Sim pois estávamos concentrados todos na mesma fonte de informações; dessa forma, todos utilizando uma terminologia e linguagem comuns, eliminando possíveis ambiguidades que pudessem afetar a qualidade dos requisitos do produto a ser desenvolvido. Quanto ao documento de requisitos apresentado pela ferramenta, o mesmo superou nossas expectativas e facilitou muito a compreensão dos requisitos descritos. O fato de apresentar junto aos requisitos a explicação dos conceitos da ontologia, permitia um entendimento mais completo e fundamentado do requisito, considerando a complexa área de licitações. Um dos pontos mais vantajosos do experimento feito foi quanto ao documento apresentado à equipe de desenvolvimento, o mesmo permitiu o entendimento simples e correto sobre os requisitos descritos”. Diante da opinião apresentada, confirma-se uma das expectativas de resultado do experimento: de fazer uma elicitação que resultasse em requisitos completos e de qualidade, que representassem com clareza as exigências do sistema. O fato de apresentar a descrição (comentário) dos termos da ontologia vinculados com cada requisito facilitou a compreensão do contexto e da finalidade do requisito elicitado. Durante as observações do experimento, isso foi comprovado em dois momentos: (i) na validação dos requisitos, onde os stakeholders tiveram acesso ao documento para fazer a discussão dos requisitos; (ii) e na apresentação dos requisitos à equipe de desenvolvimento que daria sequência ao desenvolvimento do portal de transparência municipal.

Quanto ao questionamento 8, que analisa a ferramenta ReqOnto, a avaliação da empresa resume-se na seguinte resposta: “Sim, podemos utilizar a metáfora de dizer que a ferramenta ReqOnto foi como uma bússola para os engenheiros de requisitos, pois forneceu o ‘norte’ para guiar no domínio do problema e elicitar os requisitos do projeto”. Diante desta manifestação confirma-se o objetivo de desenvolver a ReqOnto como uma ferramenta adicional e complementar ao processo de aplicação da ontologia na elicitação de requisitos. Poderiam existir outras maneiras de fazer esta aplicação, mas acreditou-se que a ferramenta tornaria o processo de construção do conhecimento mais simples e agradável aos profissionais. Além disso, as análises, consultas e relatórios apresentados pela ReqOnto, favorecem o entendimento do domínio de licitações, a mesma disponibiliza a emissão do documento de requisitos com detalhes importantes para a continuidade dos trabalhos do projeto.

Para finalizar os questionamentos apresentados à unidade de análise sobre o experimento, a Questão 9 permitiu a avaliação mais ampla e geral sobre o processo de construção do conhecimento e elicitação de requisitos. A empresa fez a seguintes

manifestação: “Antes do processo de elicitação de requisitos, devemos ter um conhecimento sobre a área de negócio que será explorada. Para isso as práticas comuns adotadas são entrevistas às partes interessadas, pesquisas e até contratação de consultoria específica da área, onde nos deparamos com vários quesitos que devem ser avaliados, como falta de interesse, disponibilidade e resistência a mudanças dos envolvidos em colaborar com o projeto, muita informação disponível de diversos meios onde muitas vezes acaba prejudicando mais do que auxiliando, informações destinadas exclusivamente às pessoas já familiarizadas com a área de negócio, alto custo de empresas de consultorias para auxiliar o projeto.

Apesar da utilização da ontologia onerar mais tempo do que o estimado, com o experimento aliado ao processo de elicitação de requisitos, conseguimos garantir uma fonte única de informações e conceitos, garantindo a confiabilidade e a veracidade das informações, diminuindo a margem de interpretações diferentes durante o projeto. A ontologia nos proporcionou um embasamento bem fundamentado da área de negócio o qual influenciou diretamente e garantiu maior riqueza nos detalhes e fácil entendimento dos requisitos. Também devemos destacar que com o experimento, os esforços ficaram concentrados no processo de elicitação pois constatamos uma diminuição considerável na necessidade de manutenção dos requisitos.

O desenvolvimento de software é um processo complicado, influenciado por diversos fatores; apenas com a utilização da aplicação da ontologia não podemos garantir um produto de software melhor, garantimos uma elicitação de requisitos melhor. Porém, com o experimento pudemos perceber que a tendência e a probabilidade de produzirmos um software com melhor qualidade é consideravelmente mais alta do que a aplicação apenas dos processos tradicionalmente utilizados nesta atividade”.

Com base na resposta obtida para a Questão 9, é possível perceber que a empresa considerou positivo o experimento feito, apresentando suas vantagens e comparações com o processo tradicionalmente utilizado nos projetos de software. Deve-se considerar a afirmação de que a ontologia, sua aplicação na atividade de elicitação e requisitos e a ferramenta ReqOnto, não garantem um produto de software final com plena qualidade, mas apresenta uma forte tendência e probabilidade de alcançar este produto de qualidade. Além do mais, o parecer confirma o objetivo do experimento em utilizar a ontologia para conhecer o domínio do problema e facilitar o processo de elicitação utilizando a ferramenta ReqOnto.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os desafios vivenciados diariamente pelos profissionais que atuam no desenvolvimento de softwares, relacionados ao contexto da gestão pública, ultrapassam as barreiras do conhecimento técnico necessário sobre tecnologias e sistemas de informação, exigindo além de tudo, conhecimentos amplos dos complexos domínios relacionados aos dados governamentais.

Buscando a minimização das dificuldades enfrentadas e dos efeitos negativos causados na elicitação de requisitos devido à falta de compreensão do contexto governamental, propôs-se neste trabalho a modelagem de uma ontologia de domínio sobre licitações públicas. Porém, simplesmente modelar uma ontologia sobre um domínio específico poderia não contribuir com a diminuição das dificuldades enfrentadas. Deste modo, foi proposta a aplicação desta ontologia na atividade de elicitação de requisitos para o desenvolvimento de um portal de transparência municipal. Tal sistema de informação é muito importante aos poderes públicos e à sociedade, e ao mesmo tempo, muito fiscalizado quanto ao atendimento das exigências apresentadas na legislação brasileira. Para facilitar o processo de aplicação da ontologia de domínio na elicitação de requisitos foi desenvolvida a ferramenta ReqOnto, que auxilia os profissionais no processo de conhecimento e compreensão do domínio modelado, permitindo o registro dos requisitos elicitados e seus relacionamentos com os conceitos da ontologia.

Com base na fundamentação teórica e no processo desenvolvido neste trabalho, realizou-se um experimento de aplicação da ontologia modelada na atividade de elicitação de requisitos de um Portal de Transparência Municipal, utilizando a ferramenta ReqOnto. Através deste experimento, algumas expectativas foram confirmadas.

Como pode ser percebido a partir da análise dos gráficos gerados pela ReqOnto, a ontologia de domínio modelada é abrangente e buscou contemplar todos os conceitos envolvidos no contexto de licitações. Esta abrangência é indispensável para possibilitar a compreensão e o conhecimento do domínio do problema. Cabe ressaltar, que o sistema de Portal de Transparência Municipal não abrange todos os conceitos modelados na ontologia, o mesmo representa apenas uma pequena parte do domínio de licitações. Isso justifica os dados apresentados nos gráficos da ReqOnto, onde percebe-se que poucos conceitos modelados na ontologia foram relacionados aos requisitos definidos no experimento.

Como era esperado, a empresa confirmou a existência de diversas possibilidades de aplicação e reutilização da ontologia como instrumento útil na construção do conhecimento do domínio de licitações, passando a ser um modelo de representação padronizada dos dados licitatórios. Deste modo, utilizando como base estrutural dos requisitos a padronização modelada, pode-se desenvolver com facilidade sistemas de informação que promovem o intercâmbio das informações entre pessoas, dispositivos e computadores.

Outra importante constatação obtida refere-se à construção real do conhecimento a partir da análise da ontologia disponibilizada na ferramenta ReqOnto. Conforme observado e manifestado pela unidade de análise do experimento, foi satisfatória a utilização da modelagem para conhecer e compreender os conceitos do domínio de licitações. Como prova disso, a dinâmica e o entendimento do assunto proporcionaram discussões construtivas entre engenheiros de requisitos e *stakeholders* do projeto, diminuindo a necessidade de múltiplas alterações e validações dos requisitos elicitados. Isso pode ser assegurado observando o tempo transcorrido desde o início da atividade de elicitação até a validação final dos requisitos, o qual foi consideravelmente menor do que o previsto no planejamento do experimento. Este fato confirmou-se devido a possibilidade de verificação e análise dos relacionamentos existentes entre os requisitos elicitados e os conceitos do domínio, possibilitando a percepção de melhorias afim de que os requisitos sejam descritos de maneira concisa e realistas diante das necessidades da gestão pública e da sociedade.

Neste contexto, chama atenção a ênfase dada na avaliação do experimento ao documento de requisitos gerado pela ferramenta ReqOnto, o qual apresenta o resultado do processo de vinculação de cada requisito com os conceitos modelados na ontologia. O documento confirmou a qualidade do processo de elicitação executado, pois as definições conceituais da ontologia apresentadas no relatório enriqueceram a descrição e o detalhamento dos requisitos. Deste modo, os mesmos passaram a ser facilmente compreendidos por todos os profissionais envolvidos no projeto, o que pode ser confirmado no experimento através da declaração feita pela empresa de que a equipe de desenvolvimento compreendeu com facilidade a descrição dos requisitos, minimizando consideravelmente o tempo de trabalho de transição da engenharia de requisitos para as atividades de desenvolvimento do software.

Os desafios enfrentados para o entendimento da padronização, utilizada na representação dos dados licitatórios nos portais de transparência municipal, representam os desafios enfrentados pelos próprios profissionais da área de tecnologia da informação e pelos cidadãos ao consultarem os dados governamentais disponibilizados nos portais de transparência. Indo ao encontro do estabelecimento de um modelo único de informações para

o domínio de licitações apresentado pelo TCE-RS através do LicitaCon, este trabalho propôs-se a modelagem da ontologia e a sua aplicação na elicitação dos requisitos. Diante disso, outro desafio enfrentado está relacionado ao entendimento da modelagem conceitual utilizada, onde poucos profissionais detêm conhecimentos sobre ontologias. Deste modo, é importante obter o conhecimento básico do funcionamento, dos objetivos e da forma de representação antes de dar início ao processo de estudo sobre determinado domínio modelado através de ontologia.

Portanto, diante do exposto, entende-se que os objetivos deste trabalho foram atendidos, considerando que a ontologia representou com completude o domínio de licitações, podendo ser utilizada como fonte de construção do conhecimento primário do contexto abordado, o que facilitou o processo de elicitação de requisitos do portal de transparência municipal. Além disso, confirma-se que a ferramenta ReqOnto, utilizada para a execução do processo proposto de aplicação da ontologia, facilitou a atividade de elicitação dos requisitos, resultando na geração de um documento detalhado, com requisitos concisos e pontuais frente às reais necessidades. Cabe ressaltar que a partir do experimento realizado, a empresa implementou um novo módulo para um dos softwares do seu portfólio de produtos.

Cabe ressaltar que este trabalho não se esgota aqui, pois mais estudos ainda podem ser feitos para confirmar as conclusões obtidas sobre a modelagem da ontologia de domínio, a sua efetividade no processo de elicitação de requisitos e a utilização da ferramenta ReqOnto nesta fase importante da engenharia de software.

5.1. DISSEMINAÇÃO DO CONHECIMENTO

Compartilhar conhecimento é parte fundamental de qualquer produção científica. Neste sentido, a ontologia modelada deverá futuramente ser compartilhada em bibliotecas de ontologias. Além do mais, no decorrer do desenvolvimento deste trabalho, desenvolveram-se atividades especificamente voltadas à disseminação do conhecimento gerado, as quais encontram-se elencadas na sequência:

- Redação e submissão de artigo intitulado *An ontology-based approach to use Requirements Engineering in Portals of Transparency* à Conferência International Conference on WWW/Internet (ICWI)²². O artigo submetido foi aceito na categoria *short paper*, tendo sido publicado nos anais do evento.

²² <http://internet-conf.org/oldconferences/2016>

- Redação e submissão de artigo intitulado *An Ontology-based approach to use Requirements Engineering in Portals of Transparency* ao Seminário de Pesquisa em Ontologias do Brasil (ONTOBRAS)²³ realizado no ano de 2016. Na oportunidade, o artigo submetido foi aceito na categoria *short paper*, porém optou-se por não dar seguimento à publicação do mesmo neste veículo.
- Redação e submissão de artigo intitulado *Use of an ontology on bidding and administrative contracts in the requirements engineering of municipal transparency portals* à Conferência International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS)²⁴. O artigo submetido foi aceito na categoria *short paper*, razão pela qual optou-se por não dar seguimento à publicação do mesmo neste veículo.
- Apresentação do resumo expandido intitulado *Proposta de ontologia para desenvolvimento de Portais de Transparência na II Semana do Conhecimento*²⁵. A apresentação do trabalho ocorreu no dia 04 de novembro de 2015.

5.2. TRABALHOS FUTUROS

Considerando-se as características dos produtos e processos resultantes desta pesquisa, torna-se possível traçar diversos trabalhos futuros associados aos mesmos. O primeiro e mais imediato deles refere-se ao compartilhamento da ontologia de domínio modelada em bibliotecas de ontologias. A mesma será disponibilizada gratuitamente para indivíduos, empresas e órgãos governamentais interessados em utilizá-la no processo de construção do conhecimento do domínio de licitações. Além disso, a partir da publicação, a ontologia poderá ser aprimorada e atualizada por qualquer especialista que tiver interesse em utilizar e manter a sua conformidade com as alterações que venham a ocorrer na legislação brasileira e no manual do TCE-RS, ou mesmo aos que tiverem interesse em contribuir com a inclusão de conceitos relevantes para o domínio em questão.

Também é de interesse tornar a ferramenta ReqOnto genérica e abrangente para ser utilizada na elicitação de requisitos de sistemas que envolvem os mais variados domínios de problema. Para isso, a mesma deverá passar por um processo de reformulação e ajustes para permitir a importação de diferentes ontologias de domínio.

²³ <https://www.ime.usp.br/~ontobras/>

²⁴ <http://www.iceis.org/>

²⁵ <http://semanadoconhecimento.upf.br/index.php/2015/trabalhos/ciencias-exatas-terra>

Outro trabalho futuro diretamente associado aos objetivos da ferramenta ReqOnto é a implementação da funcionalidade de “reimportação” da ontologia. A qualquer momento, uma ontologia poderá passar por modificações, sendo assim, a mesma precisa ser “reimportada” para que a estrutura de conceitos apresentada aos usuários na ferramenta ReqOnto esteja atualizada.

Pretende-se num curto prazo de tempo, após os ajustes das melhorias apresentadas para a ferramenta ReqOnto, encaminhar o registro deste software. O mesmo será registrado e disponibilizado para que possa ser utilizado na leitura de ontologias de domínio para facilitar o conhecimento do domínio e facilitar a elicitação de requisitos de novos sistemas de informação.

Além disso, pretende-se avaliar a eficiência e a eficácia da abordagem apresentada, a partir da comparação dos processos de conhecimento do domínio de licitações e da elicitação de requisitos, em dois grupos distintos de trabalho. Um dos grupos, deverá utilizar a abordagem apresentada e a ferramenta ReqOnto, enquanto outro grupo utilizará técnicas tradicionais da engenharia de requisitos. Esta avaliação poderá ser feita em alguma empresa de desenvolvimento de software ou no próprio meio acadêmico.

REFERÊNCIAS

- [1] FARINELLI, F.; MELO, S.; ALMEIDA, M. B. O papel das Ontologias na Interoperabilidade de Sistemas de Informação: Reflexões na Esfera Governamental. In: ENANCIB 2013. *XIV Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação*. Florianópolis: [s.n.]. 2013. (Comunicação Oral).
- [2] CORRÊA, A. S. et al. A Fuzzy Ontology-Driven Approach to Semantic Interoperability in e-Government Big Data. *International Journal of Social Science and Humanity*, v. 5, n. 2, p. 178-181, Fevereiro 2015.
- [3] TCE-RS. Tribunal de Contas do Estado do Rio Grande do Sul. *Tribunal de Contas do Estado do Rio Grande do Sul*, 2016. Disponível em: <<http://www1.tce.rs.gov.br/portal/page/portal/tcers/>>. Acesso em: 02 Fevereiro 2016.
- [4] LEITE, C.; AWAD, J. D. C. M. *Cidades sustentáveis, cidades inteligentes: desenvolvimento sustentável num planeta urbano*. Porto Alegre: Bookman, 2012.
- [5] MACROPLAN. Desafios da Gestão Municipal 2013. *Macroplan Prospectiva, Estratégia & Gestão*, 2013. Disponível em: <<http://www.macroplan.com.br/Documentos/EstudoMacroplan20131021163811.pdf>>. Acesso em: 26 abril 2015.
- [6] BRASIL. Constituição da república federativa do Brasil, 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm>. Acesso em: 02 Junho 2015.
- [7] BRASIL, P. D. R. Lei Complementar nº 131, de 27 de maio de 2009. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp131.htm>. Acesso em: 02 Junho 2015.
- [8] BRASIL, P. D. R. Lei nº. 12.527, de 18 de novembro de 2011. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/lei/l12527.htm>. Acesso em: 02 Junho 2015.
- [9] MACEDO, F. F. D. *Transparência de software como apoio à publicidade da administração pública*. 2014. 148p. Dissertação (Mestrado). Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- [10] CGU, B. -. Brasil Transparente. *Controladoria Geral da União*, 2013. Disponível em: <<http://www.cgu.gov.br/assuntos/transparencia-publica/brasil-transparente>>. Acesso em: 01 Setembro 2015.
- [11] ALBANO, C. S. *Dados Governamentais Abertos: Proposta de um Modelo de Produção e Utilização de Informações sob a Ótica Conceitual da Cadeia de Valor*. 2014. Tese de Doutorado. Departamento de Administração, USP, São Paulo.
- [12] LUSA, D. A. *Open Smart City View*. 2014. Trabalho Individual - Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada. Instituto de Ciências Exatas e Geociências, UPF, Passo Fundo.
- [13] ARAÚJO, D. B.; AGUIAR, E. L. Dados governamentais abertos como ferramenta de participação social e aproximação entre governo e sociedade. *CONSAD - Congresso Brasileiro de Gestão Pública*. Brasília: [s.n.]. 2014.
- [14] RIBEIRO, C. J. S.; PEREIRA, D. V. A publicação de dados governamentais abertos: proposta de revisão da classe sobre Previdência Social do Vocabulário Controlado do

- Governo Eletrônico. *TransInformação*, Campinas, SP, v. 27, n. 1, 2015.
- [15] MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, O. E. G. Padrões de Interoperabilidade de Governo Eletrônico - ePING - Versão 2015. *gov.br ePING*, 2015. Disponível em: <<http://eping.governoeletronico.gov.br/>>. Acesso em: 25 Junho 2015.
- [16] FONSECA, L. B. R. D.; AZEVEDO, C. L. B.; ALMEIDA, J. P. A. Mapeando Dados Governamentais com uma Ontologia de Organizações. *LOD Brasil - Linked Open Data*. Florianópolis: [s.n.]. 2011.
- [17] SOMMERVILLE, I. *Engenharia de Software*. 9. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.
- [18] IEEE, C. S. *SWEBOK Guide V3*. 2014. Guia.
- [19] KAIYA, H.; SAEKI, M. Using Domain Ontology as Domain Knowledge for Requirements Elicitation. In: RE'06. *4th IEEE International Requirements Engineering Conference*. [S.l.]: [s.n.]. 1996. p. 189-198.
- [20] NATALI, A. C. C.; FALBO, R. D. A. Gerência de Conhecimento de Qualidade de Software. *JISIC- Jornadas Iberoamericanas de Ingeniería de Software e Ingeniería del Conocimiento*. Salvador: [s.n.]. 2002. p. 145-155.
- [21] GRUBER, T. R. *A Translation Approach to Portable Ontology Specifications*. 1993.
- [22] BREITMAN, K. K. *Web semântica: a internet do futuro*. Rio de Janeiro: LCT, 2005.
- [23] BORST, W. *Construction of engineering ontologies for knowledge sharing and reuse*. 1997. 227p. Tese de Doutorado. Dutch research school for Information and Knowledge Systems, University of Twente.
- [24] NOY, N. F.; MCGUINNESS, D. L. Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology. *Knowledge Systems Laboratory Stanford University*, 2001. Disponível em: <<http://www.ksl.stanford.edu/people/dlm/papers/ontology-tutorial-noy-mcguinness.pdf>>. Acesso em: 25 Abril 2015.
- [25] W3C. Publicações do W3C Brasil. *W3C Brasil - World Wide Web Consortium Escritório Brasil*. Disponível em: <<http://www.w3c.br/Materiais/PublicacoesW3C>>. Acesso em: 03 Junho 2015.
- [26] GUARINO, N. Formal Ontology and Information Systems. *FOIS 98*. Trento, Itália: [s.n.]. 1998. p. 3-15.
- [27] BREITMAN, K. K.; LEITE, J. C. S. D. P. Ontologias - Como e porque criá-las. *Anais do SBC*. Rio de Janeiro: [s.n.]. 2004.
- [28] MARTINS, A. F. *Construção de Ontologias de Tarefa e sua Reutilização na Engenharia de Requisitos*. 2009. 178p. Dissertação de Mestrado.
- [29] GUIZZARDI, G. *Desenvolvimento para e com Reuso: Um Estudo de Caso no Domínio de Vídeo sob Demanda*. 2000. 202p. Dissertação de Mestrado.
- [30] CASELLAS, N. *Methodologies, Tools and Languages for Ontology Design. Legal Ontology Engineering: Methodologies, Modelling Trends, and the Ontology of Professional Judicial Knowledge*. Berlin: Springer, 2011.
- [31] ISOTANI, S.; BITTENCOURT, I. I. *Dados Abertos Conectados*. São Paulo: Novatec, 2015.
- [32] GRUNINGER, M.; FOX, M. S. *Methodology for the Design and Evaluation of Ontologies*. Toronto: Department of Industrial Engineering University of Toronto, 1995.
- [33] GÓMEZ-PÉREZ, A.; FERNÁNDEZ, M.; VICENTE, A. J. Towards a method to conceptualize domain ontologies. *ECAI WORKSHOP ON ONTOLOGICAL*

- ENGINEERING*. Budapest: [s.n.]. 1996. Disponível em:.
- [34] SUÁREZ-FIGUEROA, M. C. *NeOn Methodology for building ontology networks: specification, scheduling and reuse*. 2010. Tese de Doutorado. DEPARTAMENTO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.
- [35] SANTOS, M. T. D. *Estudo do Processo de Apropriação da Ontologia pela Ciência da Informação no Brasil*. 2014. 270p.
- [36] ALATRISH, E. S. Comparison of Ontology Editors. *e-RAF Journal on Computing*, 2012. 23-38.
- [37] BERRY, D.; LAWRENCE, B. Requirements Engineering. *Guest Editor's Introduction*, California, 15-2, Março 1998. 26-29.
- [38] CASTAÑEDA, V. . B. L. . C. M. L. . G. M. R. The use of Ontologies in Requirements Engineering. *Global Journal of Researches in Engineering*, v. 10, n. 6, p. 2-8, Novembro 2010.
- [39] ZAPATA, C. M.; GIRALDO, G. L.; MESA, J. E. Una Propuesta de Metaontología para la Educación de Requisitos. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, v. 18, n. 1, p. 26-37, 2010.
- [40] KAIYA, H.; SAEKI, M. Ontology Based Requirements Analysis: Lightweight Semantic Processing Approach. *15th International Conference on Quality Software*. New York: IEEE. 2005. p. 223-230.
- [41] ZONG-YONG, L. et al. Towards a Multiple Ontology Framework for Requirements Elicitation and Reuse. *31st Annual International Computer Software and Applications Conference (COMPSAC 2007)*. [S.l.]: IEEE Computer Society. 2007.
- [42] DERMEVAL, D. V. J. B. I. I. C. J. I. S. B. P. A Systematic Review on the Use of Ontologies in Requirements Engineering. *Brazilian Symposium on Software Engineering*. [S.l.]: [s.n.]. 2014.
- [43] APOSTOLOU, D. . S. L. . L. T. P. . M. J. C. . P. A. Configuring E-Government Services Using Ontologies. *In 5th IFIP Conference e-Commerce, e-Business, and e-Government*. Poznan, Poland: IEEE. 2005. p. 141-155.
- [44] BERRADA, M. . A. D. C. A. Ontology based composition of e-Government services using AI Planning. *10th International Conference on Intelligent Systems: Theories and Applications*. SITA.. Rabat: [s.n.]. 2015. p. 1-8.
- [45] MARTINS, L. C. C. G. S. A. J. D. J. P. *Definição e Validação de uma Ontologia para o Orçamento Público Federal Brasileiro (v.1.0)*. 2013. Relatório Técnico. Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- [46] BORTOLATO, F. *Ligando Dados Governamentais Abertos: uma ontologia do Processo Legislativo de São Paulo*. 2014. Dissertação de Mestrado.
- [47] VIANNA, E. M. D. M. Á. T. J. T. S. B. M. B. D. H. S. P. H. G. D. S. A. P. A Proposal of Ontology about Brazilian Government Transparency Portal. *ICBB 2015: International Conference on Bioinformatics and Biomedicine*. Istanbul, Turkey: [s.n.]. 2015.
- [48] OLIVEIRA, M. M. D. *Como fazer projetos, relatórios, monografias, dissertações e teses*. 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011. 232 p.
- [49] GUIZZARDI, G. *Ontology Foundations for Structural Conceptual Models*. 2005. Tese de Doutorado.
- [50] TCE-RS. Prêmio Boas Práticas de Transparência na Internet. *Tribunal de Contas do Estado do Rio Grande do Sul*, 2015. Disponível em:

<http://www1.tce.rs.gov.br/portal/page/portal/tcers/publicacoes/premios/premio_boas_praticas>. Acesso em: 08 Outubro 2015.

- [51] TCE-RS. Manual do Leiaute do e-Validador. *Tribunal de Contas do Estado do Rio Grande do Sul*, 2016. Disponível em: <http://www1.tce.rs.gov.br/portal/page/portal/tcers/jurisdicionados/sistemas_controle_externo/licitacon/e-validador/manual>. Acesso em: 15 Fevereiro 2016.

APÊNDICE A

Licitações:

Artigo 8º, § 1º, inciso IV, da Lei nº 12.527/2011.

Descrição do critério de avaliação do Prêmio Boas Práticas na Internet (TCE-RS):

Terá desempenho satisfatório no item o ente que publicar, em seu portal, a relação dos procedimentos licitatórios, com seus respectivos editais e resultados. Também serão exigidos dados sobre licitações fracassadas ou desertas e registros de preços, quando configurada alguma dessas situações.

Funcionalidade Observada: Consultar Licitações
<p>Apresentar aos usuários as licitações e processos de compra realizados pelo município ou seus órgãos de maneira individualizada.</p> <p>Filtros opcionais para a Pesquisa:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Órgão municipal responsável pela licitação. • Quando os órgãos do município realizam de maneira individualizada suas licitações, possibilita-se que o órgão seja uma informação de filtro da consulta. • Modalidade da Licitação (Opção de TODAS). • Ano da Licitação (Filtro obrigatório para facilitar a pesquisa). • Número da Licitação. • Mês <ul style="list-style-type: none"> ○ Filtro aplicado na data de Abertura da licitação. ○ Possibilidade de buscar TODOS os meses do ano indicado. • Fase da Licitação <ul style="list-style-type: none"> ○ Fases definidas conforme especificação do TCE/RS. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Fase Interna (Antes da publicação do Edital) ▪ Publicação de Edital (Da publicação do edital até o dia da cotação de preços) ▪ Fase de Habilitação (Antes da Adjudicação) ▪ Fase de Adjudicação/Homologação (Fase Final) ○ No caso de Processo de Inexigibilidade, Processo de Dispensa ou Registro de Preço, as fases são: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Fase Interna ▪ Publicação • Família. Filtro pela família na qual os itens da licitação estão classificados. • Subfamília. Quando aplicado o filtro de Família, disponibiliza ao usuário a opção de filtrar também pela Subfamília identificada nos itens da licitação, conforme a seleção de família já feita. • Objetivo/Finalidade. Pesquisa por palavra/termo informado na informação do objetivo da licitação. • Fornecedor. Identificar um fornecedor vencedor para fazer a pesquisa, seja ele vencedor da licitação como um todo ou apenas de alguns itens ou lotes. <ul style="list-style-type: none"> ○ Ao informar parte do nome do fornecedor no filtro da pesquisa, o sistema deverá apresentar os cadastros de fornecedores que contemplem o termo pesquisado para que o usuário selecione o desejado. Nesta apresentação, além do nome do fornecedor, o CNPJ deverá ser apresentado para que o usuário identifique o fornecedor desejado. <p>Ao efetuar a pesquisa, as seguintes informações deverão ser apresentadas ao usuário:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ano da Licitação

- Número da Licitação
- Data de Abertura da Licitação
- Data de Finalização da Licitação (quando a mesma estiver na fase de Adjudicação / Homologação)
- Modalidade
- Objetivo/Finalidade
- Fase Atual

Para cada licitação listada como resultado da consulta deve ser permitido ao usuário o acesso às informações detalhadas do processo. Ao selecionar uma licitação e acessar o detalhamento, as seguintes informações deverão ser apresentadas aos usuários:

- Número / Ano da Licitação
- Órgão.
 - Quando as licitações ocorrem de maneira individual em cada órgão do município, listar a identificação do órgão responsável pela licitação.
- Modalidade
- Data de Abertura
- Data de Publicação da Licitação
- Data de Recebimento de Propostas
- Horário do Recebimento de Propostas
- Data de Homologação (Quando a licitação estiver finalizada)
- Prazo de Entrega (Quando existir a informação)
- Prazo de Pagamento (Quando existir a informação)
- Número do Processo (Quando existir controle de Processo)
- Ano do Processo (Quando existir controle de Processo)
- Total Homologado (Quando já estiver homologada a licitação)
- Link para acesso ao Contrato (Quando a licitação já estiver encerrada e com contrato feito, pode ser adicionado o link de acesso ao contrato correspondente).
- **Listagem dos Itens, Lotes ou resultado global e seus vencedores** (quando licitação global), conforme as informações de detalhamento de itens (Apresentadas a seguir).
- **Vencedores Total** (Exemplo do Portal do Município de Passo Fundo)
 - Apresenta uma listagem com Nome e Documento dos fornecedores que foram vencedores no processo licitatório e o valor total da compra realizada de cada fornecedor.
- **Documentos e Eventos da Licitação**
 - Acesso aos editais, atas e outros documentos pertencentes ao processo licitatório.
 - Tipo de Documento ou Evento
 - Descrição do Documento ou Evento
 - Data (Quando existir)
 - Acesso ao texto quando for documento.

DETALHAMENTO DE ITENS

O detalhamento dos Itens com vencedores poderá ser apresentado de várias maneiras, recomenda-se a escolha entre dois modos de apresentação:

Listagem dos Itens/Lotes e a identificação do vencedor

OU

Listagem dos vencedores e a partir deles a apresentação dos Itens/Lotes da licitação. Quando utilizar esta opção, apresentar a informação de **Vencedores Total** e a partir da seleção de algum vencedor mostrar os Itens/Lotes correspondentes ao mesmo.

Quando o critério de julgamento for por ITENS: deverão ser listados os itens (Materiais e serviços) que fazem parte da licitação. Informações a serem apresentadas:

- Tipo de Item (Material ou Serviço)
- Nome do item da licitação.

- Unidade de Medida do item
- Quantidade Licitada
- Valor Unitário apresentado pelo vencedor da licitação.
- Nome do Fornecedor Vencedor do item (Quando a apresentação for a partir dos itens/lotos)
- Possibilitar a visualização de mais detalhes de cada item apresentado, pode ser através de botão de acesso ou link para detalhamento. Este detalhamento deve apresentar:
 - Número do item na licitação
 - Código do Produto/Serviço
 - Nome do Item
 - Descrição das especificações do item na Licitação
 - Família do item (Conforme classificação disponibilizada pelo TCE/RS)
 - Subfamília do item (Conforme classificação disponibilizada pelo TCE/RS)
 - Solicitante do Item (Repartição municipal que fez a solicitação do item)
 - Quantidade
 - Unidade de Medida
 - Valor Unitário (vencedor)
 - Valor Total do Item
 - Nome do Fornecedor Vencedor
 - Documento do Fornecedor Vencedor

Quando o critério de julgamento for LOTES: deverão ser listados os Lotes da licitação, conforme as informações a seguir:

- Identificação do Lote (Número ou Nome)
- Valor Vencedor do lote na licitação
- Nome do Fornecedor Vencedor do Lote (Quando a apresentação for a partir dos itens/lotos)
- Possibilitar a visualização de mais detalhes de cada lote apresentado podendo ser feito através de botão de acesso ou link para detalhamento. Este detalhamento deve apresentar:
 - Listagem dos itens pertencentes ao lote com as mesmas informações e detalhamentos apresentados na descrição dos itens de licitação julgada por ITENS.

Quando a licitação for GLOBAL: apresenta-se um único registro com as informações gerais do processo.

- Nome do Fornecedor Vencedor da licitação
- Valor Vencedor da licitação
- Possibilitar a visualização de mais detalhes dos itens da licitação. Acesso pode ser feito através de botão ou link para detalhamento. Este detalhamento deve apresentar:
 - Listagem dos itens da licitação com as mesmas informações e detalhamentos apresentados na descrição das licitações julgada por ITENS. Mesmo a licitação sendo global, no detalhamento apresenta-se o valor individualizado de cada item da licitação.

APÊNDICE B

QUESTÕES DE AVALIAÇÃO DO EXPERIMENTO:

Nº	Questão
1	A empresa foi capaz de realizar a elicitação dos requisitos do módulo de licitações do novo portal de transparência utilizando como base de conhecimento primário a ontologia modelada e a ferramenta ReqOnto?
2	O processo de aplicação da ontologia na atividade de elicitação de requisitos, como base de conhecimento primário do domínio do problema, facilitou a elicitação de requisitos quando comparado com o processo comumente utilizado na empresa?
3	Os comentários apresentados nas descrições dos conceitos da ontologia, foram utilizados para o detalhamento e definição dos requisitos do Portal de Transparência Municipal?
4	Ao iniciar o experimento, fez-se um planejamento de trabalho baseado na experiência dos profissionais em relação ao processo utilizado na empresa. Comparando com a técnica de elicitação experimentada, o tempo de trabalho apresentou alteração significativa?
5	Em comparação com o processo comumente utilizado pela empresa, o experimento feito apresentou alguma diferença considerável quanto a necessidade de alterações e detalhamentos para permitir a validação dos requisitos?
6	Considerando a necessidade de evolução do software desenvolvido ou o desenvolvimento de um novo software relacionado a este domínio de problema, considera que a reutilização da ontologia poderá facilitar o processo de análise para a alteração ou definição de novos requisitos?
7	O documento de requisitos gerado a partir da elicitação utilizando a ontologia de domínio sobre Licitações, apresentou detalhamentos suficientes para o bom entendimento por parte dos stakeholders do projeto?
8	Analisando a ferramenta ReqOnto, considera esta um elemento importante no processo de elicitação de requisitos que utiliza a ontologia como base de conhecimento primário?
9	Faça outras considerações que julga pertinente sobre a técnica de elicitação utilizada no experimento e sobre a ferramenta ReqOnto.

ANEXO A



Tribunal de Contas do Estado do Rio Grande do Sul

Diário Eletrônico



Data da disponibilização: quarta-feira, 03 de junho de 2015 - Ano IX - nº 2043

- i) Artigos 48, 51, 56, 57 e 58 da Lei Complementar nº 101/2000, bem como a Resolução TCE-RS nº 962/2012;
- ii) Artigos 48, 52 e 53 da Lei Complementar nº 101/2000;
- iii) Artigos 48, 54, 55 e 63, inciso II, alínea “b”, da Lei Complementar nº 101/2000.

8) Informações sobre licitações e seus editais e resultados➤ **Aplicação:**

Executivo e Legislativo.

➤ **Critério de Avaliação:**

Terá desempenho satisfatório no item o ente que publicar, em seu portal, a relação dos procedimentos licitatórios, com seus respectivos editais e resultados. Também serão exigidos dados sobre licitações fracassadas ou desertas e registros de preços, quando configurada alguma dessas situações.

Não receberá pontuação o sítio cujo **link** destinado a essa consulta não apresentar qualquer informação. Da mesma forma, não receberá avaliação positiva no item quando o acesso às informações, especialmente às relativas ao edital de licitação, estiver condicionado à identificação ou cadastro prévio do interessado.

➤ **Fundamento Legal:**

Artigo 8º, § 1º, inciso IV, da Lei nº 12.527/2011.

9) Informações sobre contratos celebrados➤ **Aplicação:**

Executivo e Legislativo.

➤ **Critério de Avaliação:**

Considera-se observada a exigência legal quando presente, no sítio, a relação e, no mínimo, o resumo dos contratos e aditivos firmados pelo ente. Para fins de pontuação e com o objetivo de estimular a facilidade de acesso do cidadão aos informes relativos a contratos, as informações deverão constar em **link** específico.

Dessa forma, não receberá avaliação positiva no ponto o portal que disponibilizar dados sobre contratos exclusivamente em espaços destinados a licitações, despesas ou outros que não sejam específicos para o conjunto de informes especificados neste quesito. Igualmente, não receberá pontuação o sítio cujo **link** destinado a essa consulta não apresentar qualquer informação.

➤ **Fundamento Legal:**

Artigo 8º, § 1º, inciso IV, da Lei nº 12.527/2011.