

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

José Fonseca Marangon

ontoAGA:
Ontologia de Apoio à Gestão Acadêmica

JUIZ DE FORA

2015

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

José Fonseca Marangon

**ontoAGA:
Ontologia de Apoio à Gestão Acadêmica**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, do Instituto de Ciências Exatas da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação.

Orientadora: Dra. Fernanda Cláudia Alves Campos.

Juiz de Fora
2015

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração
automática da Biblioteca Universitária da UFJF,
com os dados fornecidos pelo autor

Marangon, José Fonseca .

ontoAGA: Ontologia de Apoio à Gestão Acadêmica / José
Fonseca Marangon. -- 2015.

138 f.

Orientadora: Fernanda Cláudia Alves Campos

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de
Juiz de Fora, Instituto de Ciências Exatas. Programa de Pós-
Graduação em Ciência da Computação, 2015.

1. Ontologia. 2. Web Semântica. 3. Universidade. 4.
Interoperabilidade. 5. Integração de Bases de Dados Legadas.

I. Campos, Fernanda Cláudia Alves , orient. II. Título.

José Fonseca Marangon

**ontoAGA:
Ontologia de Apoio à Gestão Acadêmica**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, do Instituto de Ciências Exatas da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação.

Aprovada em 25 de agosto de 2015

BANCA EXAMINADORA

Profa. Fernanda Claudia Alves Campos, D.Sc. - Orientadora
Universidade Federal de Juiz de Fora

Profa. Regina Maria Maciel Braga Villela, D.Sc.
Universidade Federal de Juiz de Fora

Profa. Neide dos Santos, D.Sc
Universidade Estadual do Rio de Janeiro

Ely Edison da Silva Matos, D.Sc
Universidade Federal de Juiz de Fora

Dedico este trabalho aos meus pais, Alcides e Edith,
e a minha companheira Lúcia, pelo incentivo e apoio.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por estar sempre ao meu lado.

A minha companheira, amiga e incentivadora Lúcia, por compreender minhas ausências e por me ajudar na revisão dos textos. Seu apoio em todos os momentos tornou este desafio mais leve.

A todos os professores do programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, da UFJF.

A minha orientadora, professora Fernanda Campos, pelo incentivo no momento de decidir iniciar esta caminhada, e por suas sugestões, orientações, e disponibilidade que foram fundamentais para a conclusão deste trabalho.

À professora Regina Braga, que me apresentou a ontologia, e sugeriu que eu aplicasse nesta dissertação o meu conhecimento, adquirido durante anos como profissional da tecnologia da informação na UFJF, no desenvolvimento de uma ontologia na área acadêmica.

Ao professor José Maria Nazar David, pelas sugestões no trabalho de mapeamento sistemático da literatura, que me permitiu pesquisar e conhecer o estado da arte na área de ontologias aplicadas à área acadêmica.

Aos meus colegas de trabalho, Ely Edison da Silva Matos e Mussolini Sutana Fernandes.

Ao Ely, analista de sistemas do CGCO – UFJF, que por várias vezes me ajudou, transmitindo segurança e sugerindo caminhos bem definidos para o uso de várias tecnologias, na integração e na implementação da ontologia.

Ao Mussolini, que aplicou seus conhecimentos, adquiridos na Coordenadoria de Assuntos Acadêmicos, atuando como o stackholder durante as fases de especificação, conceitualização e formalização da ontologia.

A todos os colegas do mestrado, pela parceria nos momentos de estudo ao longo desta jornada.

“Saber muito não lhe torna inteligente.
A inteligência se traduz na forma que
você recolhe, julga, maneja e, sobretudo,
onde e como aplica esta informação.”

Carl Sagan

RESUMO

A evolução da Web Semântica incentivou a criação de ontologias em diferentes domínios e com o propósito de interpretar o conteúdo de acordo com seu contexto. Uma ontologia sobre Universidade pode retratar uma instituição em particular, e ampliar a consistência e a clareza dos conceitos e propriedades do domínio. Entretanto, há necessidade de se estruturar conceitos comuns às instituições de ensino superior no Brasil para promover o intercâmbio e a integração de informações de forma a se construir um modelo de referência na área acadêmica das instituições. Esta dissertação apresenta a proposta de uma ontologia, no domínio da gestão acadêmica, denominada ontoAGA para ajudar a exploração de dados legados na web Semântica de forma padronizada e possibilitando a integração de bases de dados de diferentes tecnologias.

Palavras chaves: ontologia, Web Semântica, Universidade, interoperabilidade.

ABSTRACT

The evolution of the Semantic Web has encouraged the creation of ontologies in different domains and with the purpose of content interpretation according to its context. An ontology about University can describe a specific institution and consistency and clearness of concepts and domain properties. Otherwise, there is a demand to structure common concepts of higher education institutions in Brazil to promote the exchange and integration of information in order to build a reference model for educational institutions. This work presents the proposal of an ontology in the field of educational management, named ontoAGA, to help exploit legacy data in Semantic Web in a standardized manner and enable the integration of databases of different technologies.

Keywords: ontology, Semantic Web, University, interoperability.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	16
1.1	Contexto Histórico – Sistemas de Informação da UFJF.....	17
1.1.1	O sistema SIGA	18
1.2	Objetivos	20
1.3	Problemas.....	21
1.4	Hipóteses	21
1.5	Metodologia de Pesquisa.....	21
1.6	Organização da Dissertação	22
2	TRABALHOS RELACIONADOS	24
2.1	Mapeamento Sistemático	25
2.1.1	Planejamento	26
2.1.2	Execução do Estudo e Extração dos Dados.....	27
2.1.3	Resultados	28
2.2	Trabalhos Relacionados	32
2.2.1	Proposta de Borbásné et al.	32
2.2.2	Proposta de Ameen et al.....	34
2.2.3	Proposta de Malviya et al.	39
2.2.4	A Proposta de Malik et al.....	44
2.3	Análise Comparativa dos Trabalhos.....	49
2.4	Considerações Finais do Capítulo	50
3	ONTOLOGIA DE APOIO À GESTÃO ACADÊMICA	52
3.1	Etapa 1: Especificação	53
3.2	Etapa 2: Conceitualização	55
3.3	Etapa 3: Formalização	58
3.3.1	Módulo Base	60
3.3.2	Módulo Acadêmico	61
3.3.3	Módulo Administrativo	63
3.3.4	Ontologia ontoAGA	63
3.4	Considerações Finais do Capítulo	64

4	IMPLEMENTAÇÃO E INTEGRAÇÃO DA ONTOAGA	65
4.1	Implementação	65
4.1.1	Classes Definidas	67
4.1.1.1	Modalidade do Curso	67
4.1.1.2	Disciplina.....	68
4.1.1.3	Papéis.....	68
4.1.2	Regras	68
4.1.2.1	Administração.....	68
4.1.2.2	Acadêmico	69
4.1.3	<i>Property Chains</i>	69
4.2	Integração	69
4.3	Considerações Finais do Capítulo	71
5	AVALIAÇÃO DA ONTOAGA	72
5.1	Definição e Planejamento do Método de Pesquisa	72
5.2	Provas de Conceito	72
5.2.1	Cenários das Provas de Conceito	72
5.2.2	Cenário I.....	73
5.2.3	Cenário II.....	78
5.2.4	Cenário III	83
5.3	Considerações Finais do Capítulo	85
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	87
6.1	Conclusões.....	88
6.2	Contribuições.....	88
6.3	Limitações	89
6.4	Trabalhos Futuros	89
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	91
8	APÊNDICES	93
8.1	Apêndice 1 ontologia ontoAGA.....	93
8.2	Apêndice 2 – Cenário II – Base de Dados DB1	126
8.3	Apêndice 3 – Cenário II – Mapeamento dos Identificadores.....	131
8.4	Apêndice 4 – Cenário II – Mapeamento para Acesso aos Dados	133
8.5	Apêndice 5 – Cenário III – Mapeamento para o SIGA.....	136

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Artigos do Grupo III	29
Quadro 2. Artigos do Grupo IV	30
Quadro 3. Ítens relacionados à universidade utilizados nos trabalhos realizados	49
Quadro 4. Especificação da ontologia ontoAGA.	54
Quadro 5. Glossário de termos	55
Quadro 6. Árvore de classificação dos conceitos – módulo Acadêmico	59
Quadro 7. Árvore de classificação dos conceitos – módulo Administrativo	60
Quadro 8. Alinhamento dos conceitos dos módulos Acadêmico e Administrativo	60
Quadro 9. Mapeamento de classes ontoAGA x HERO	71

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Organização da dissertação	24
Figura 2 - Artigos selecionados.....	28
Figura 3 - Distribuição dos grupos de artigos selecionados.....	29
Figura 4 - Implementação da ontologia em Protégé (Borbásné et al. 2006).....	34
Figura 5 - Passos envolvidos na construção da Ontologia Universidade (Ameen et al. 2012).....	35
Figura 6 - Subclasses da Ontologia Universidade (Ameen et al. 2012).....	35
Figura 7 - Object Properties (Fonte Ameen et al. 2012)	36
Figura 8 – Relacionamentos entre classes (Ameen et al. 2012).....	36
Figura 9 - Data Properties (Ameen et al. 2012)	37
Figura 10 - Propriedade <i>hasSecured</i> como restrição (Ameen et al. 2012).....	37
Figura 11 - Propriedade <i>hasAge</i> como restrição (Ameen et al. 2012)	37
Figura 12 - Uso de anotação através da Annotationsproperty (Ameen et al. 2012)...	38
Figura 13 - Modelo inferido da ontologia curso (Ameen et al. 2012).....	38
Figura 14 - Modelo declarado da ontologia University (Ameen et al. 2012)	38
Figura 15 - Código gerado para classes usando o JCreator (Ameen et al. 2012).....	39
Figura 16 - Código gerado para o objectproperties usando o JCreator (Ameen et al. 2012).....	39
Figura 17 - Classes da Ontologia Universidade (Malviya et al. 2011)	40
Figura 18 - Propriedade dos dados da Ontologia Universidade (Malviya et al. 2011).....	41
Figura 19 - Visão definida da classe curso (Malviya et al. 2011).....	43
Figura 20 - Visão inferida da classe curso (Malviya et al. 2011).....	44
Figura 21 - Criação de Propriedades como: "Nome" e "ID" de uma subclasse como "ControllerofExamination" (Malik et al. 2010).....	46
Figura 22 - Instâncias de IP UniversityOntology (Malik et al. 2010).....	47
Figura 23 - Processo de recuperação da consulta (Malik et al. 2010).....	48
Figura 24 - Gráfico correspondente à subclasse "ControllerofExamination", usando guia TGViz. (Malik et al. 2010)	49
Figura 25 - Módulo Base.....	61
Figura 26 - Módulo Acadêmico – parte 1	62
Figura 27 - Módulo Acadêmico – parte 2	62

Figura 28 - Módulo Administrativo	63
Figura 29 – ontoAGA - Classes	66
Figura 30 – ontoAGA - Propriedades.....	67
Figura 31 – Resultado da inferência – parte 1	73
Figura 32 – Resultado da inferência – parte 2.....	74
Figura 33 – Resultado da inferência – parte 3.....	74
Figura 34 – Resultado da inferência – Individuo	75
Figura 35 – Consulta SPARQL.....	76
Figura 36 – Consulta SPARQL.....	77
Figura 37 – Consulta SPARQL.....	78
Figura 38 – Esquema da base de dados DB1	79
Figura 39 – Resultado da inferência.....	80
Figura 40 – SPARQL Federado	81
Figura 41 – Consulta com SPARQL Federado	82
Figura 42 – Resultado da inferência.....	83
Figura 43 – SPARQL Federado com mapeamento D2RQ.....	84
Figura 44 – Consulta SPARQL Federado	84
Figura 45 – Resultado da consulta SPARQL Federado	85

LISTA DE ABREVIACOES

CNAM	<i>Conservatoire National des Arts et Métiers</i>
CAT	<i>Computer Adaptive Testing</i>
MST	<i>Multistage Testing</i>
MFT	<i>Multiple Fixed Teting</i>
HTML	<i>Hypertext Markup Language</i>
WEB	<i>World Wide Web</i>
OWL	<i>Web Ontology Language</i>
SHOE	<i>Simple HTML Ontology Extension</i>
OIL	<i>Ontology Inference Layer</i>
DAML	<i>Darpa Agent Markup Language</i>
DAML + OIL	<i>Darpa Agent Markup Language Ontology Inference Layer</i>
W3C	<i>World Wide Web Consortium</i>
RDF	<i>Resource Description Framework</i>
RDFS	<i>RDF Schema</i>
URI	<i>Uniform Resource Identifier</i>
SPARQL	<i>Standard Protocol for RDF Query Language</i>
XML	<i>Extensible Markup Language</i>
XMLS	<i>Extensible Markup Language Schema</i>

1 INTRODUÇÃO

Um grande desafio da Internet é a organização da vastidão de conteúdo disponível, de uma forma simples, eficiente e focada em nossas necessidades. A Web Semântica surgiu com o propósito de interpretar um conteúdo de acordo com seu contexto (Clicko, 2008).

A Web Semântica consiste na materialização da proposta de Berners-Lee (2007), de dotar a Web com uma representação semântica compartilhada, de uma forma que pudesse ser interpretada simultaneamente por seres humanos e máquinas, permitindo assim a inferência automática de conteúdo, futuros estados e ações.

De acordo com Ramalho (2006), uma das bases da Web Semântica reside na utilização de ontologias, de modo que se espera que, com o desenvolvimento de ontologias formais, seja possível descrever as informações semânticas dos recursos Web, possibilitando o compartilhamento e a manipulação de informações que possam ser interpretadas computacionalmente de maneira automática, a partir da utilização de regras lógicas.

A evolução da Web Semântica incentivou a criação de ontologias em diferentes domínios. Segundo Ameen et al. (2012), uma ontologia sobre Universidade contém detalhes do trabalho em uma Universidade específica e pode, portanto, retratar essa universidade em particular. A proposta de uma ontologia da área acadêmica, baseada na realidade da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), pode ampliar a consistência e a clareza dos conceitos e propriedades do domínio.

A necessidade e interoperabilidade de currículos surgiu com o Processo de Bolonha, Borbásné et al. (2006), a mais importante reforma educacional superior criada pelos ministros da educação europeus. Começou em 19 de junho de 1999, quando 29 ministros europeus responsáveis pelo ensino superior declararam a criação de uma Área do Ensino Superior Europeia. Eles assinaram a Declaração de Bolonha, que contém os objetivos desse processo (Borbásné, 2006):

- adoção de um sistema comum de graus equivalentes e comparáveis;
- eliminação dos obstáculos ainda existentes à livre mobilidade de estudantes.

Hoje, a UFJF possui programas de intercâmbio com outras instituições nacionais e estrangeiras, e convênio sobre mobilidade acadêmica entre instituições federais do Brasil, o que exige uma equivalência de currículos para aproveitamento das disciplinas cursadas em outras instituições.

Assim, a principal proposta deste trabalho é uma ontologia para o domínio da gestão acadêmica, com foco na criação de um modelo de referência. Uma motivação adicional para a

realização deste trabalho é avançar as pesquisas relacionadas ao projeto BROAD (CAMPOS et al., 2012)(REZENDE et al., 2013), (PEREIRA; CAMPOS; BRAGA; et al., 2014a)(PEREIRA; CAMPOS; STROELE; et al., 2014b)(PEREIRA; CAMPOS; STRÖELE; et al., 2014c) acrescentando uma ontologia sobre a área acadêmica à rede de ontologias do projeto.

1.1 Contexto Histórico – Sistemas de Informação da UFJF

A Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) foi criada em 30 de dezembro de 1960, por meio do decreto número 3.858, assinado pelo então presidente Juscelino Kubitschek, que veio à cidade participar, como paraninfo, da formatura dos alunos da escola de medicina, no Cine Teatro Central.

Desde a sua criação, a UFJF já trabalhou com cinco sistemas de informação na área acadêmica. Como profissional de tecnologia da informação, ingressei na UFJF em 1983, sendo assim, participei da manutenção do primeiro sistema e da implantação, customização e treinamento dos usuários dos outros quatro.

O processo de informatização na UFJF começou no início da década de 1970, com a utilização de um mainframe IBM1130. Neste mainframe eram executados os sistemas acadêmico, vestibular, folha de pagamento, almoxarifado e patrimônio.

Em meados da década de 1980, com o processo de migração para micros, os sistemas foram convertidos para a linguagem Clipper, sendo alguns transformados em sistemas departamentais, executados na própria unidade.

Em 1989, a UFJF retornou à plataforma de mainframe, com o A9BR da Unisys e o sistema SAU – Sistema de Automação Universitária, um sistema integrado desenvolvido pela empresa TECHNE S.A. Com o problema do bug do ano 2000, que atingia o sistema devido à maneira como as datas eram armazenadas e tratadas, a UFJF se viu diante de duas opções: ou empreender um grande esforço para adaptar todo o sistema, ou realizar o *downsizing* para plataforma baixa, com um novo sistema.

Com a opção pelo *downsizing*, os sistemas foram particionados novamente em sistemas departamentais.

Em setembro de 2002, a administração da UFJF apontou a necessidade de uma mudança estrutural na questão de informática na universidade. Essas mudanças atingiram vários níveis, tanto gerenciais quanto técnicos, com especial reflexo nos sistemas de informação.

Dentre as principais premissas e ações adotadas para a realização dessas mudanças,

destacamos: (a) preservação da independência da universidade no que diz respeito ao desenvolvimento, implantação e manutenção de sistemas informatizados; (b) transparência das informações, com acesso “universal” (via web); (c) discussão dos fluxos de trabalho e de documentos adotados pela universidade, uma vez que muitos desses fluxos eram considerados ultrapassados ou não adaptados às tecnologias existentes; (d) foco na integração, principalmente em relação aos sistemas administrativos; e (e) implantação de processos de melhoria da qualidade.

A aplicação prática dessas ideias começou no início de 2003, com a adoção do framework Miolo como plataforma de desenvolvimento e a criação do primeiro módulo do SIGA (Sistema Integrado de Gestão Acadêmica), a gestão da área de ensino. A partir de 2004, com a consolidação do processo de desenvolvimento e a implantação dos módulos de recursos humanos e bibliotecas, foi iniciado o trabalho de migração e integração dos sistemas da área administrativa, dando origem ao módulo SIGA-AD (Sistema Integrado de Gestão Acadêmica-Administrativo) (RIBEIRO et al. 2007).

1.1.1 O sistema SIGA:

Para o desenvolvimento e integração dos sistemas foi feito um estudo sobre a UFJF, sendo considerados:

- O organograma com as unidades acadêmicas e administrativas e suas dependências como, por exemplo, salas de aula, bibliotecas e laboratórios, permitindo assim cadastrar o limite de acadêmicos de cada dependência;
- Os níveis acadêmicos oferecidos – graduação, pós-graduação lato sensu e stricto sensu;
- O enquadramento de cada curso, de acordo com as áreas de conhecimento definidas pela CAPES;
- O perfil de cada usuário do sistema como aluno, docente, chefia de departamento, coordenação de curso, direção de unidade acadêmica e administrativa, pró-reitoria, pesquisa, extensão, apoio estudantil, técnico administrativo, para definir o nível de acesso ao sistema;
- Informações sobre as dissertações e teses dos cursos stricto sensu;
- O quantitativo de cursos e alunos;
- A instituição tem cerca de 20.000 acadêmicos matriculados na graduação, sendo 16.500 nos cursos presenciais e 3.500 nos cursos a distância (dados de 2015);
- Existem dois campings localizados em Juiz de Fora e Governador Valadares;

- O campus de Governador Valadares iniciou suas atividades em agosto de 2012 e oferece 10 cursos de graduação;
- Nos cursos de mestrado têm 1.500 acadêmicos e 800 acadêmicos nos cursos de doutorado;
- Alunos que participam de convênios de intercâmbio da instituição com outras universidades brasileiras e internacionais.

Funcionalidades do SIGA ensino:

De acordo com o calendário acadêmico, um plano departamental para o período letivo seguinte será lançado no sistema. Ele informará, além das disciplinas, as turmas e o total de vagas oferecidas. Uma turma poderá ser oferecida para um ou mais cursos. Neste caso, será informada a distribuição das vagas para cada curso, horários de aula e docentes da turma.

O período de matrículas será concretizado da seguinte maneira: para os calouros, a matrícula será efetuada automaticamente no SIGA, em todas as turmas que são do primeiro período na grade do curso. Para os veteranos, ela será realizada em três fases. A primeira fase será efetivada pelo discente, via web, em que ele escolherá as turmas que deseja cursar. No final desta fase, o sistema fará a análise da solicitação de matrícula, verificando coincidência de horários, existência de pré-requisito e vagas disponíveis. Se todos esses critérios forem satisfeitos, a matrícula será confirmada. Caso ocorram pendências em alguma turma solicitada, o discente terá uma segunda fase da matrícula, na qual poderá fazer o ajuste. No final desta segunda fase, o sistema fará novamente a análise da solicitação, confirmando ou detectando novas pendências. A partir daí, o sistema ficará indisponível para o discente e teremos a terceira fase da matrícula, que será feita pela coordenação do curso. Nesta fase, a coordenação verificará as pendências e fará o ajuste final.

Iniciado o período letivo, o sistema permitirá ao docente o agendamento das datas das avaliações e os critérios que serão adotados na disciplina. Esses critérios, de acordo com o regimento acadêmico, podem ser: média aritmética das notas, média ponderada das notas ou soma das notas. Para a média aritmética e média ponderada, as notas variam de zero a cem. No caso da soma, as notas variam de zero a quarenta, sendo que a soma de todas elas deverá ser igual a cem.

Os principais usuários do SIGA ensino são: discentes, docentes, chefes de departamento, coordenadores de curso e técnicos administrativos. De acordo com o tipo de usuário, um perfil de acesso será definido com as funcionalidades liberadas para ele. A seguir, serão apresentadas as principais funcionalidades disponíveis para cada usuário do sistema, de

acordo com o seu perfil.

Funcionalidades para o discente

Recebimento de mensagens gerais da instituição; recebimento de mensagens específicas da coordenação do curso e do docente da turma; acompanhamento do calendário acadêmico; acompanhamento do lançamento de suas notas parciais; impressão de documentos como os históricos periódico e final, após a conclusão do curso; atestado de matrícula; comprovante de matrícula com horários de aulas; grade do curso; entre outras.

Funcionalidades para o docente

Email dos acadêmicos de sua turma; agendamento das avaliações; lançamento de notas das avaliações; impressão de relatórios como FAE - ficha de aproveitamento escolar; histograma de notas; FAE com notas lançadas; plano de curso e plano de ensino de suas disciplinas; entre outras.

Funcionalidades para a coordenação de curso

Relatórios gerenciais; email dos discentes do curso; planilha com os ingressantes e concluintes do curso para serem inscritos no ENADE; ajustes de matrícula; análise de currículo para verificar possíveis formandos no atual período; inscrição dos possíveis formandos no atual período.

Funcionalidades para a chefia de departamento

Lançamento do plano departamental, plano de ensino e plano de curso de todas as disciplinas do departamento; relatórios gerenciais; acompanhamento dos lançamentos, pelos docentes do departamento, de notas, plano de ensino e plano de curso.

Funcionalidades para a Coordenadoria de Assuntos e Registros Acadêmicos

Cadastro dos calouros, por meio da planilha gerada pelos sistemas de seleção oferecidos: Sistema de Seleção Unificada - SISU, Vestibular e Processo de Ingresso Seletivo Misto – PISM; cadastro de discente com ingresso por transferência; cadastros de curso, disciplina, grade do curso, programa, pré-requisito de disciplina, equivalência de disciplina, disciplina associada e correquisito de disciplina; relatórios gerenciais; atualização do perfil do usuário, como chefe de departamento, coordenação de curso etc.

1.2 Objetivos

Considerando o contexto apresentado, o fato de que os dados do sistema SIGA, relativos à gestão acadêmica, encontram-se armazenados em uma base de dados relacional, que não permite inferências semânticas, e a necessidade de se estruturar conceitos comuns às instituições de ensino superior no Brasil para promover o intercâmbio, a integração de

informações entre instituições e que sirva de referência para aplicações futuras.

Os objetivos deste trabalho são:

- usando as tecnologias da Web Semântica, propor um modelo de referência do escopo comum na área acadêmica das instituições de ensino superior do Brasil;
- usando tais tecnologias, estudar e propor mecanismos que possibilitem a integração com outras bases de dados.

1.3 Problemas

A fim de alcançar os objetivos propostos na seção anterior, três questões devem ser consideradas:

- A pesquisa deve utilizar recursos e ferramentas cujo uso já se encontra padronizado no contexto da Web Semântica;
- As soluções propostas devem ser independentes de uma plataforma específica;
- As soluções propostas não devem ser nem tão genéricas que demandem uma grande especialização para serem usadas na prática, nem tão específicas que não possam ser adaptadas a outros sistemas ou instituições.

1.4 Hipóteses

Esta pesquisa está relacionada à possibilidade de expor, na Web Semântica, dados que estão em sistemas legados e à integração de dados legados utilizando ontologias. Assim, são levantadas duas hipóteses:

- H1: O uso de ontologias pode ajudar a exposição de dados legados na Web Semântica, de forma padronizada.
- H2: A exposição dos dados de forma padronizada possibilita a integração de bases de dados legados de diferentes estruturas e tecnologias.

1.5 Metodologia de Pesquisa

Esse trabalho caracteriza-se como uma pesquisa exploratória e as metodologias de pesquisa usadas neste trabalho incluem: (1) a revisão bibliográfica; (2) o mapeamento sistemático (KITCHENHAM, 2007); (3) a proposta e o desenvolvimento de uma ontologia; e (4) as avaliações realizadas da proposta, feitas através do desenvolvimento de um protótipo e de provas de conceito (*Proof of Concept – PoC*) (DE MELLO *et al.*, 2012).

Na revisão bibliográfica foi possível obter o conhecimento atualizado (“estado da arte”) nas áreas relacionadas à Educação e à Gestão Acadêmica. A realização do mapeamento sistemático teve como objetivo buscar outros trabalhos em que o tema desta pesquisa já

tivesse sido abordado. O resultado do mapeamento sistemático ajudou na escolha dos conceitos e relações do domínio acadêmico relevantes na literatura e na escolha das ferramentas para implementação do protótipo.

Após a realização da revisão bibliográfica e do mapeamento sistemático, foi desenvolvida uma ontologia usando a metodologia QDAOntology (PALAZZI, 2010). A validação da proposta foi feita através de três provas de conceitos (DE MELLO *et al.*, 2012), que poderão trazer evidências dos resultados esperados. As provas de conceito permitem um entendimento observacional no contexto real de estudo.

1.6 Organização da dissertação

Este trabalho está organizado em seis capítulos: este primeiro capítulo apresenta uma introdução ao tema, mencionando o grande desafio da internet para a organização do grande volume de dados disponíveis por meio de Web Semântica e com a ajuda de ontologias. É também apresentada a motivação para o desenvolvimento deste trabalho, que inclui o contexto histórico dos sistemas de informação desenvolvidos na UFJF e as características do atual sistema de informação de gestão acadêmica.

No segundo capítulo é realizado um mapeamento sistemático da literatura sobre ontologias na área educacional e também um estudo sobre os trabalhos relacionados.

No terceiro capítulo é proposta a concepção da ontologia de apoio a gestão acadêmica, chamada de ontoAGA, usando a abordagem QDAontology, sendo documentadas cada uma das fases do processo.

No quarto capítulo é apresentado o processo de desenvolvimento da ontologia, cujo principal objetivo é estruturar conhecimentos comuns às instituições de ensino superior no Brasil. A proposta da ontologia é ser um complemento aos atuais sistemas de informação, possibilitando não apenas o registro e a descoberta do conhecimento, mas também promovendo o intercâmbio e a integração de informações entre instituições.

No quinto capítulo são apresentadas as provas de conceito, através de três cenários: o primeiro cenário avalia a abrangência da ontologia e verifica que tipos de consultas ela é capaz de responder; o segundo cenário avalia a efetividade do uso da ontologia como mecanismo de integração entre dois ambientes distintos, a ontologia e o banco de dados e, finalmente, o terceiro cenário avalia a proposta de integração entre bases de dados distintas, que estão armazenadas em banco de dados relacionais de diferentes tecnologias.

No sexto capítulo são apresentadas as considerações finais, destacando a

importância da integração dos dados, baseada em tecnologias diversas. Esse capítulo destaca também a análise dos resultados, mostrando a validade da aplicação proposta. São apresentadas ainda as limitações, as contribuições deste trabalho e sugestões para os trabalhos futuros. A figura 1 é uma síntese da organização desta dissertação.

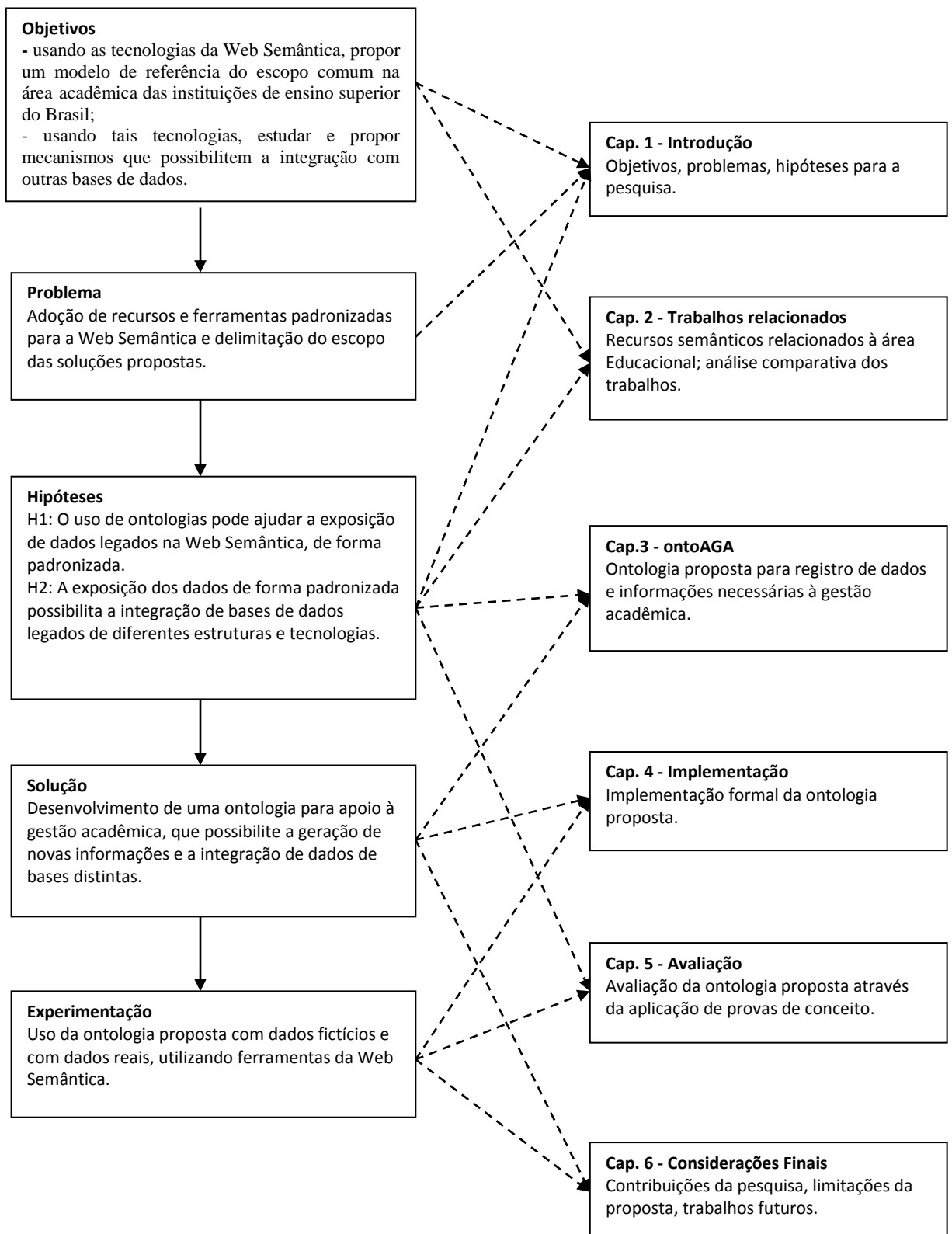


Figura 1 - Organização da dissertação

2 TRABALHOS RELACIONADOS

As ontologias são um pilar fundamental da Web Semântica. Elas têm como objetivo a captura do conhecimento do domínio, fornecendo um entendimento consensual do mesmo. As ontologias são independentes das aplicações que as utilizam e contribuem para a interoperabilidade semântica entre essas aplicações.

Diferentes grupos de desenvolvedores criaram ontologias sobre Universidade. Esse domínio, apesar das diferentes propostas, retrata, em geral, as realidades locais de todo o processo educacional, que acabam por refletir nos conceitos e relacionamentos descritos na ontologia. O entendimento, a troca de informações e reutilização do conhecimento do domínio acadêmico de uma instituição de ensino superior pode colaborar com o desenvolvimento de aplicações que incorporem os dados que não estão disponíveis na Web atual.

Esse trabalho pretende contribuir com o projeto BROAD (Campos et al., 2012) que engloba pesquisas relacionadas à investigação e adoção de tecnologias de software, tais como ontologias, serviços web semânticos, agentes, sistemas de recomendação e redes sociais para construir uma arquitetura para a busca personalizada por OAs, bem como para a sua composição em conteúdos educacionais. As arquiteturas do projeto possuem uma base semântica composta de ontologias, onde esse trabalho se insere. Um exemplo é a Ontologia PERSONNA (Rezende et al. 2015) que descreve o perfil e contexto do aluno para fins de recomendação de Objetos de Aprendizagem. Para o desenvolvimento dessas vem-se adotando a abordagem QDAontology (QualityDriven Approach for e-Science Ontologies) (Palazzi et al. 2010) como processo de engenharia ontológica.

O objetivo desse capítulo é apresentar os resultados de um mapeamento sistemático (MS) realizado para identificar o estado da arte sobre ontologias do contexto educacional, notadamente universidades, cursos, disciplinas e gestão acadêmica. A partir desse mapeamento, foram identificadas ontologias que, mesmo que muitas vezes enfatizando o processo de desenvolvimento, abordam o domínio dessa proposta de dissertação: área acadêmica de uma instituição de ensino superior.

2.1 Mapeamento Sistemático

O mapeamento sistemático é um processo formal que utiliza a mesma metodologia básica das revisões sistemáticas de literatura (RSL). A diferença, segundo Kitchenham et al. (2010), é que a RSL foca em questões de pesquisa bem definidas, mais específicas, que

podem ser respondidas por pesquisa experimental. Os mapeamentos sistemáticos focam em questões mais amplas, de natureza exploratória, cujo propósito é dar uma visão geral de uma área de pesquisa, em vez de analisar as questões concretas.

Esse mapeamento sistemático está assim organizado: inicialmente é apresentado o planejamento, em seguida as questões de pesquisa, como foram feitas as pesquisas nas máquinas de busca considerando o modelo PICO - população, intervenção, comparação e saídas, são apresentadas as considerações sobre os artigos selecionados pelas máquinas de busca, os critérios adotados para inclusão e exclusão dos artigos retornados e as bibliotecas digitais utilizadas nesse trabalho. Na sequência são apresentados os resultados do mapeamento sistemático, considerando as ontologias educacionais, notadamente as ontologias com foco em universidades, cursos, disciplinas e gestão.

2.1.1 Planejamento

Para o mapeamento sistemático, foi definido um protocolo que apresenta como questão de pesquisa principal:

- Qual o estado da arte sobre ontologias aplicadas no contexto educacional?
E como questões secundárias:
- A ontologia descreve objetos de aprendizagem?
- A ontologia apresenta modelagem ontológica de materiais e objetos de aprendizagem, baseada nas tecnologias Web Semântica?
- A ontologia apresenta pressupostos teóricos?
- A ontologia apresenta elementos sobre universidades, cursos e disciplinas no seu modelo?

Para esse mapeamento, a expressão de busca foi organizada considerando apenas a população e a intervenção. As saídas foram avaliadas e consideradas de acordo com os critérios de inclusão e exclusão dos documentos definidos a seguir.

Os critérios de inclusão foram:

- i. a ontologia deve ser aplicada ao contexto educacional;
- ii. os artigos devem responder às questões de pesquisa;
- iii. deve ser um estudo primário.

Para exclusão, os critérios foram os seguintes:

- i. não ser relacionados aos objetos de pesquisa;
- ii. não ter o texto completo disponível através da web;
- iii. os documentos se apresentarem duplicata;

iv. se houver uma ou mais publicações referentes ao mesmo estudo, só será considerada a mais atual.

Quanto às bibliotecas eletrônicas, foram feitas pesquisas nas seguintes máquinas de busca: Scopus(<http://www.scopus.com>), IEEE Digital Library (<http://ieeexplore.ieee.org>), El Compendex(<http://www.engineeringvillage.com>), e Science@Direct (<http://www.sciencedirect.com>).

Essas bibliotecas foram escolhidas por disponibilizarem acesso livre para a comunidade acadêmica da Universidade Federal de Juiz de Fora.

Para pesquisa através das máquinas de busca, foi usada a seguinte expressão:

(learning context or learning system or learning systems or learning scenario or domain education or education domain or learning environment or e-learning or distance learning or course education or discipline education or networks ontologies or implementation ontologies or collaborative learning) and (discipline ontology or course ontology or ontology evaluation or evaluation ontology or ontologies education).

Os artigos de controle foram três publicações que já haviam sido lidas anteriormente e certamente continham as informações que os tornaram aptos a serem recuperados:

- Creation of ontology in education domain (Ameen et al., 2012).
- Developing University Ontology using Protégé OWL Tool (Malviya et al., 2011).
- A educational Ontology for Transparency and Student Mobility between Universities (Borbásné et al., 2006).

2.1.2 Execução do Estudo e Extração dos Dados

A execução da expressão de busca nas bibliotecas digitais obteve, como retorno, 153 artigos no Scopus, 9 no IEEEExplore, 12 no El Compendex e 33 no Science Direct. Com os resultados retornados foi feita a próxima etapa dos estudos. Com o objetivo de obter uma visão geral sobre o estado da arte na área de ontologias educacionais e pesquisas relacionadas à implementação destas ontologias na área educacional, foram selecionados os artigos relevantes para o desenvolvimento desse levantamento.

Para a execução dessa etapa, foi utilizada a ferramenta StArt (www.lapes.dc.ufscar.br/tools/start-tool), que foi desenvolvida especificamente para facilitar o processo de mapeamento sistemático e revisão sistemática da literatura, como auxílio para organização e gerenciamento dos estudos selecionados e dados extraídos.

Os artigos inicialmente selecionados foram avaliados através do seu título e aqueles

que claramente não atendiam aos objetivos desse mapeamento foram excluídos. Assim, restaram 146 artigos, que foram avaliados através de seus *abstracts* ou pela leitura integral, no caso de dúvidas sobre a inclusão ou exclusão dos mesmos. Dessa análise, foram selecionados quarenta e dois artigos. A figura 2 a seguir ilustra essa etapa.

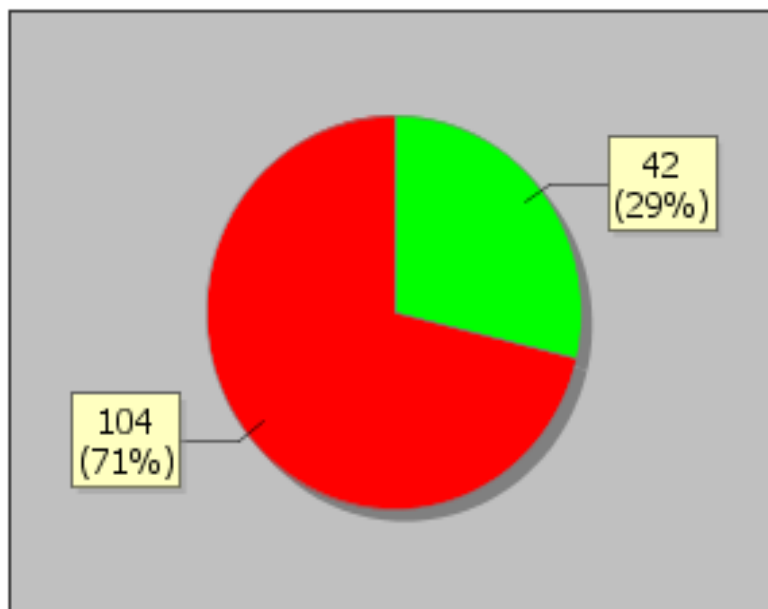


Figura 2 - Artigos selecionados

2.1.3 Resultados

Os artigos foram divididos em quatro grupos, de acordo com as questões de pesquisa principal e secundárias. Alguns artigos, pelo seu conteúdo, poderiam ficar em mais de um grupo, mas, para não haver repetição, foram incluídos em apenas um grupo.

No primeiro grupo, ficaram onze artigos, que estão relacionados com as questões secundárias: a ontologia descreve objetos de aprendizagem? E a ontologia apresenta pressupostos teóricos?

No segundo grupo, ficaram cinco artigos que estão relacionados com a questão secundária: a ontologia apresenta modelagem ontológica de materiais e objetos de aprendizagem, baseados nas tecnologias da web semântica?

No terceiro grupo, ficaram cinco artigos, que estão relacionados com a questão secundária: a ontologia apresenta elementos sobre universidades, cursos e disciplinas no seu modelo?

E, no quarto grupo, ficaram vinte e um artigos, que estão relacionados com a questão principal: Qual o estado da arte sobre ontologias aplicadas no contexto educacional?

A figura 3 a seguir ilustra a distribuição destes grupos:

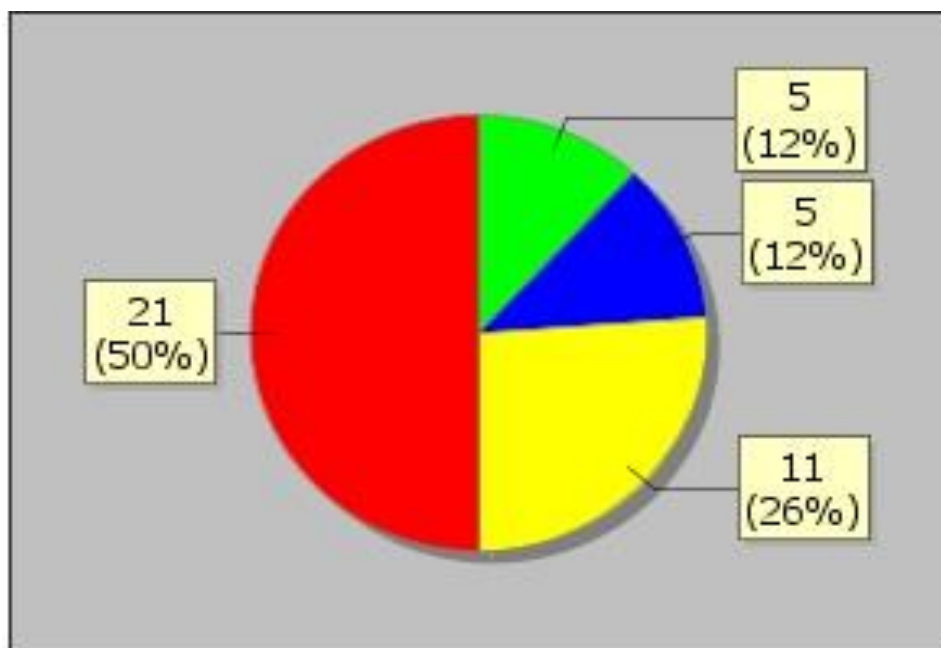


Figura 3 - Distribuição dos grupos de artigos selecionados

A seguir listamos os artigos dos grupos 3 e 4 que são diretamente relacionados com o tema dessa dissertação - área acadêmica de uma instituição de ensino superior, contendo título, veículo de publicação, autores e ano de publicação (Quadros 1 e 2).

Quadro 1. Artigos do Grupo III

Título	Veículo de Publicação	Autores	Ano de Publicação
Creation of Ontology in Education Domain	IEEE Fourth International Conference on Technology for Education	Ameen et al.	2012
Construction of University Ontology	IEEE Congress on Information and Communication Technologies	Ameen et al.	2012
Developing an University Ontology in Education Domain using Protégé for Semantic Web	International Journal of Engineering Science and Technology	Malik et al.	2010
Developing University Ontology using Protégé OWL Tool: Process and Reasoning	International Journal of Scientific & Engineering Research	Malviya et al.	2011
E-Course Ontology for Developing E-learning Courses	IEEE Developments in E-systems Engineering	El-Ghalayini	2011

Quadro 2. Artigos do Grupo IV

Título	Veículo de Publicação	Autores	Ano de Publicação
A educational Ontology for Transparency and Student Mobility between Universities	28 Int. Conf. Information Technology Interfaces ITI	Borbásné et al.	2006
Construction of domain ontologies: Sourcing the World Wide Web	International Journal of Intelligent Information Technologies	Kim et al.	2011
Construction of threshold concept-based programming courses ontology	Proceedings of the International Conference on E-Business and E-Government, ICEE 2010	Zeng et al.	2010
Discipline-ontology based learning resources semantic retrieval algorithm	International Conference on Internet Technology and Applications, ITAP 2010 – Proceedings	Yang et al.	2010
Study on construction of university course ontology: content, method and process	Proceedings - 2009 International Conference on Computational Intelligence and Software Engineering	Zeng et al.	2009
Development of domain ontology for e-learning course	ITME2009 - Proceedings 2009 IEEE International Symposium on IT in Medicine and Education	Yun et al.	2009
Course ontology construction of e-Learning	Advanced Materials Research	Cheng et al.	2012
Knowledge reuse: its role and implications for upper level ontologies	Proceedings - 3rd IEEE International Conference on Intelligent Networking and Collaborative Systems	Conesa	2011
The development of ontology-based course for computer networks	Proceedings - International Conference on Computer Science and Software Engineering	Jiang et al.	2008
Ontology based course navigation	Hypertext 2007: Proceedings of the Eighteenth ACM Conference on Hypertext and Hypermedia	Velart et al.	2007
Collaborative ontology modelling: Collaboratively built, evaluated and distributed ontologies	Proceedings - 2010 IEEE 6th International Conference on Intelligent Computer Communication and Processing	Martin	2010

Automatic extraction of course ontology from Chinese textbook	International Conference on Computational Intelligence and Software Engineering	Wei et al.	2010
Towards evaluating ontology based data matching strategies: Matching strategies, evaluation methodology and results	2010 4th International Conference on Research Challenges in Information Science - Proceedings	Tang et al.	2010
Evaluating ontology extraction tools using a comprehensive evaluation framework	Data and Knowledge Engineering	Park et al.	2010
Automatic topic(s) identification from learning material: An ontological approach	2010 2nd International Conference on Computer Engineering and Applications	Jain et al.	2010
Building domain ontologies from text for educational purposes	IEEE Transactions on Learning Technologies	Zouaq et al.	2008
Revealing criteria for the ontology evaluation task	Journal of Internet Technology	Karoui et al.	2007
Empirical merging of ontologies - A proposal of universal uncertainty representation framework	Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)	NovÅjAek et al.	2006
An ontology-based framework for bridging learning design and learning content	Educational Technology and Society	Knight et al.	2006
Use cases of heterogeneous learning ontologies	Proceedings - 5th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies	Bouzeghoub et al.	2005
An automatic algorithm for building ontologies from data	Proceedings - 2004 International Conference on Information and Communication Technologies: From Theory to Applications, ICTTA 2004	Colace et al.	2004

2.2 Trabalhos Relacionados

Baseado no mapeamento sistemático, quatro artigos se mostraram particularmente úteis para implementação de ontologias na área acadêmica de uma instituição de ensino superior (Borbásné et al, 2006), (Ameen et al, 2012), (Malviya et al, 2011), (Malik et al, 2010).

Borbásné et al. (2006) descrevem uma ontologia Educacional para transferência e mobilidade de estudantes entre universidades. A formação da educação superior, anunciada pela declaração de Bolonha (2003), exigiu a criação de currículos equivalentes para qualificação europeia e a promoção da livre mobilidade dos estudantes. Este trabalho apresenta o processo de desenvolvimento de uma ontologia educacional baseada em regras e representação do modelo para facilitar esta proposta.

Ameen et al. (2012) destacaram a ontologia como sendo uma parte integrante da Web Semântica, podendo a ontologia ser projetada para criar elementos de metadados necessários para o desenvolvimento de aplicações na Web Semântica. O modelo de desenvolvimento é ilustrado com a criação das ontologias universidade e curso.

Malviya et al. (2011) e Malik et al. (2010) apresentam as características do Protégé para implementação das ontologias e focam em ontologias do domínio de universidades.

2.2.1 Proposta de Borbásné et al.

Borbásné et al. (2006) descreve uma ontologia Educacional para transferência e mobilidade de estudantes entre universidades. A formação da educação superior, anunciada pela declaração de Bolonha, exige a criação de currículos equivalentes para qualificação europeia e a promoção da livre mobilidade dos estudantes. Este trabalho apresenta o processo de desenvolvimento de uma ontologia educacional baseada nas regras e representação do modelo para facilitar esta proposta. O objetivo deste projeto foi definir uma estrutura curricular através da gestão informatizada para facilitar a compatibilidade dos programas e garantir a transparência destes para a mobilidade estudantil. É apresentado o protótipo implementado usando o Protégé.

O primeiro passo descrito no artigo foi a criação de um modelo conceitual, baseado em regras, com base na representação do conhecimento e no uso da ontologia, que define o domínio de forma mais precisa, possibilitando a comparação entre este domínio do conhecimento do Processo de Bolonha e o conhecimento de um determinado estudante, para ajudar a livre mobilidade estudantil.

Os propósitos deste projeto resultaram nos seguintes requisitos para a ontologia

educacional:

- Descrição clara de um determinado domínio (como os currículos);
- Mapeamento do conhecimento do estudante candidato à mobilidade com a ajuda do sistema de testes baseado no modelo;
- Adoção do processo de desenvolvimento top down no projeto da ontologia, começando com a coleta e estruturação dos conceitos mais gerais no domínio.

As áreas do conhecimento são as partes do módulo de currículos. Esta parte do modelo conceitual garante a comparação das qualificações entre os conteúdos dos currículos.

O modelo educativo modular, criado pelo CNAM (Conservatoire National des Arts et Métiers), é a base da estrutura que retrata as possibilidades do estudante que quer se matricular em uma nova formação, pois as competências do estudante serão comparadas com as exigências do currículo. Foi identificado no modelo conceitual, também com a ajuda do módulo de competências, que as exigências do mercado de trabalho influenciam as qualificações dos currículos, através da relação entre as tarefas determinadas pelo escopo das atividades e do módulo de competências. Esta parte do modelo assegura a promoção da mobilidade do estudante.

Para desenvolver o protótipo da ontologia baseada neste modelo conceitual foi escolhido um currículo da área de desenvolvimento de sistemas de informação. Seus elementos de conhecimento corresponderam às instâncias do modelo de classes. Foi elaborado um procedimento de testes para o levantamento da base de conhecimento de um estudante candidato. Para verificar este procedimento, foi implementado o modelo top down com as instâncias do módulo de currículos e elementos de determinadas áreas de conhecimento que foram definidas.

O protótipo, implementado usando o Protégé, é apresentado na figura 4 a seguir. Para testar o modelo de conhecimento descrito um banco de questões de múltipla escolha foi construído.

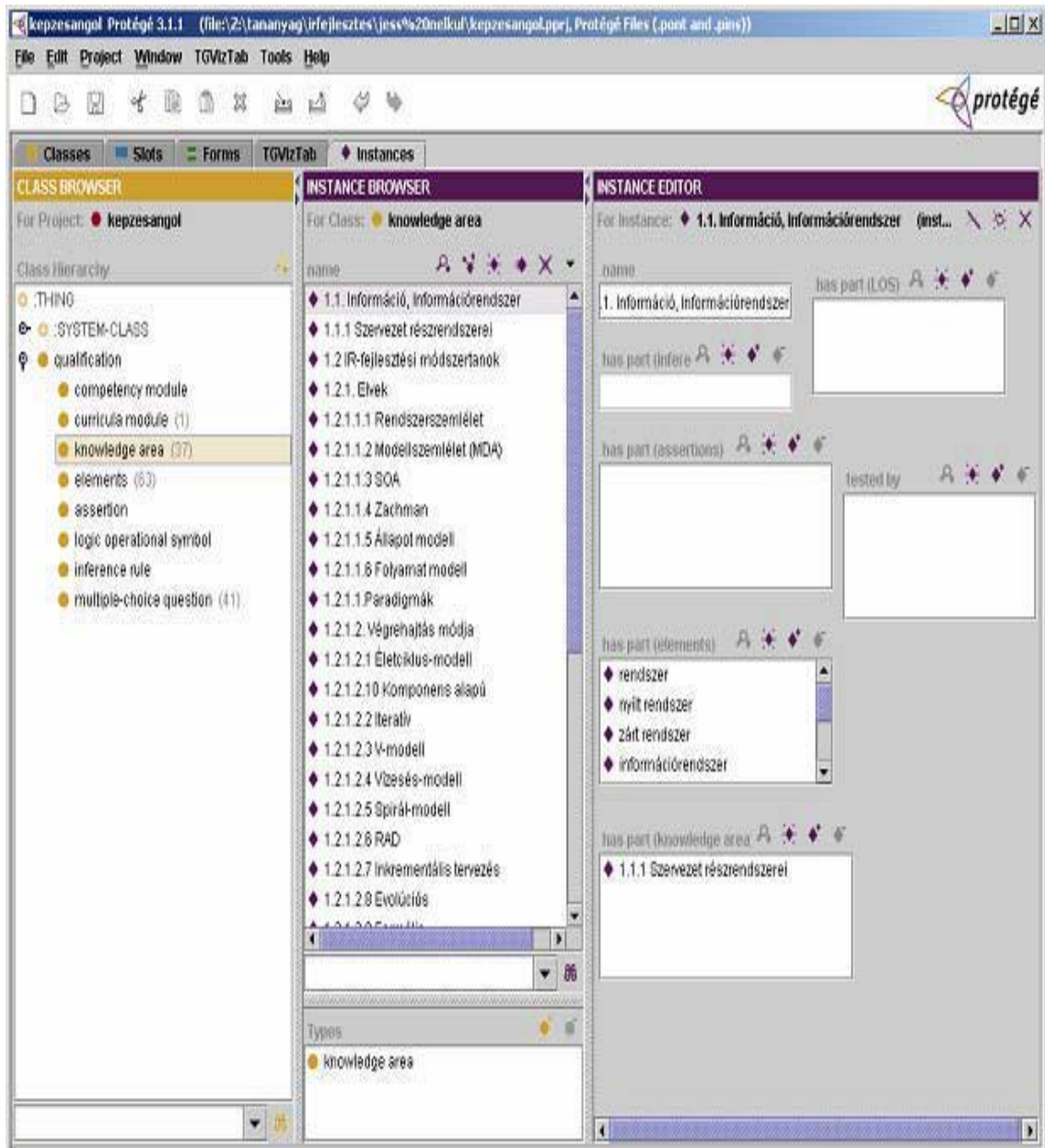


Figura 4 - Implementação da ontologia em Protégé (Borbásné et al. 2006)

2.2.2 Proposta de Ameen et al.

Ameen et al. (2012) apresentam o processo de construção da ontologia sobre a universidade, as etapas e os detalhes das atividades usando a ferramenta Protégé 4.0. São apresentados sete passos na criação da ontologia, como levantamento do funcionamento detalhado de uma universidade, identificação das classes que devem ser criadas, identificação das propriedades relacionadas às classes, identificação das restrições que devem ser implementadas, criação da ontologia, como salvá-la e exportá-la usando o JCreator e apresentação do código RDF/XML da ontologia. A figura 5 destaca esses passos.

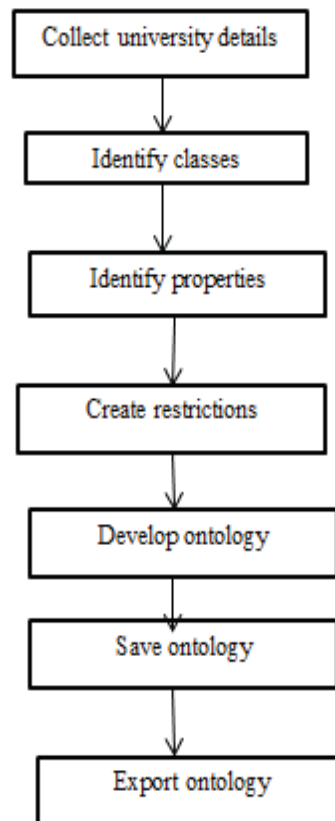


Figura 5 - Passos envolvidos na construção da Ontologia Universidade (Ameen et al. 2012)

No trabalho são identificadas várias subclasses como curso, estudante, exame de qualificação, biblioteca, docente, servidor administrativo, coordenação e laboratório, como mostrados na figura 6 a seguir.

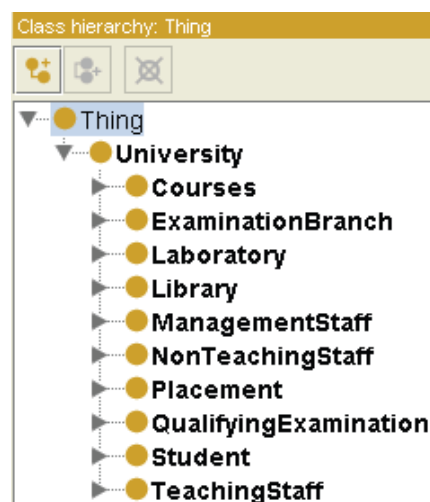


Figura 6 - Subclasses da Ontologia Universidade (Ameen et al. 2012)

No artigo são apresentadas as três propriedades que podem ser definidas na linguagem OWL: *object properties*, *data property* e *annotation property*. Na figura 7 são apresentadas as *object property*.



Figura 7 - Object Properties (Fonte Ameen et al. 2012)

Os relacionamentos entre indivíduos estão representados na figura 8 e os *data property* na figura 9.

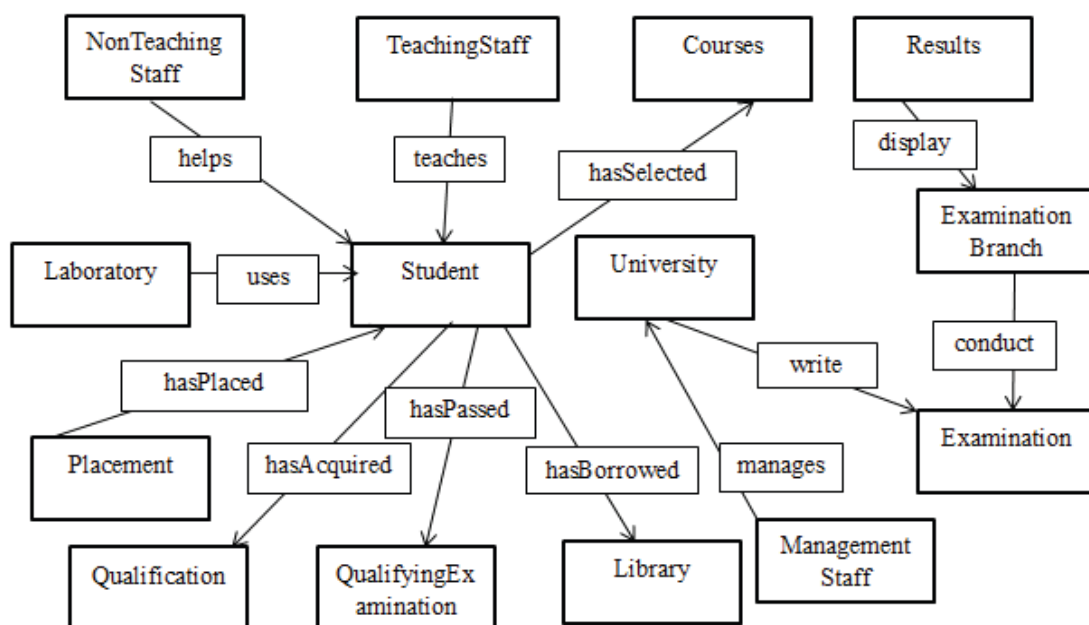


Figura 8 – Relacionamentos entre classes (Ameen et al. 2012)

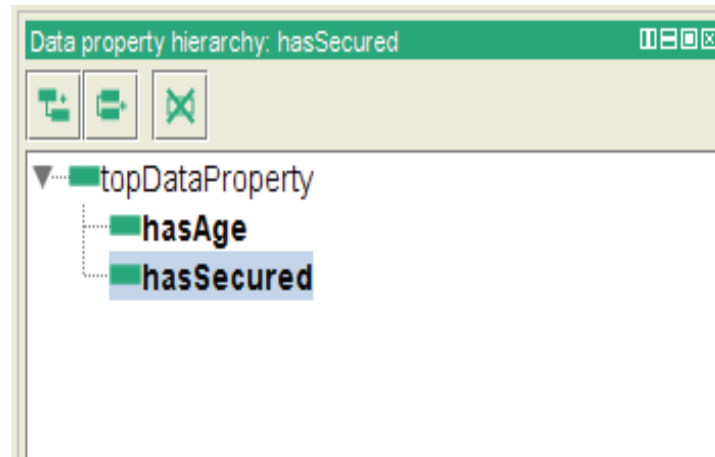


Figura 9 - Data Properties (Ameen et al. 2012)

No *data properties* foram definidas restrições em que a propriedade *hasSecured* define que, para aprovação no exame de qualificação da pós-graduação, tem que haver um valor maior que 55 (figura 10). Outra restrição apresentada é quanto à idade do estudante, que deve ser menor ou igual a 90 anos, definida na propriedade *hasage*, como mostrado na figura 11 a seguir.

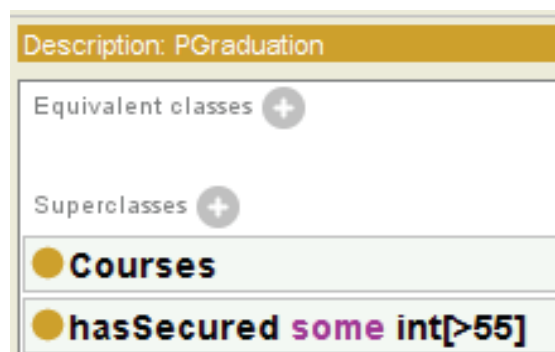


Figura 10 - Propriedade *hasSecured* como restrição (Ameen et al. 2012)

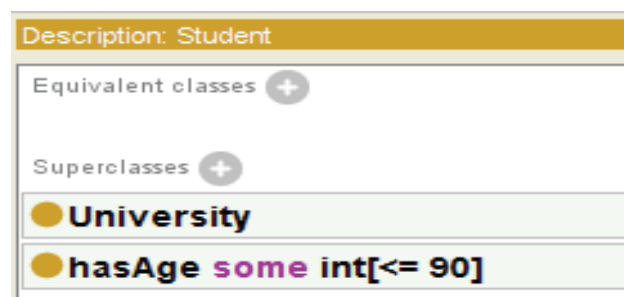


Figura 11 - Propriedade *hasAge* como restrição (Ameen et al. 2012)

A *annotation property* foi usada para adicionar metadados ou informações para classes, indivíduos e objetos. A figura 12 a seguir apresenta uma anotação sobre a classe universidade.

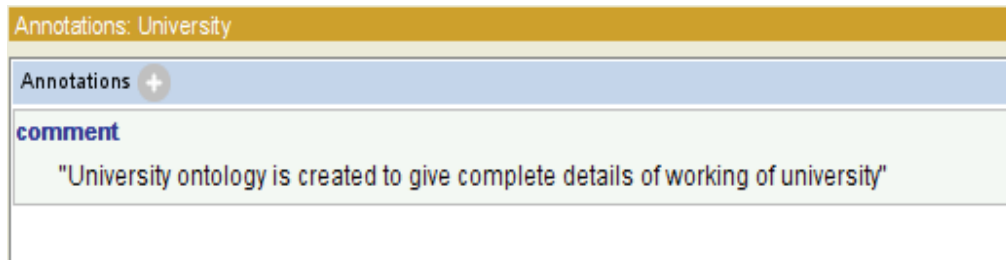


Figura 12 - Uso de anotação através da annotations property (Ameen et al. 2012)

A ontologia foi implementada com a ferramenta Protégé 4.0 e a consistência foi verificada através do *reasonerFAC++*, validando a ontologia, como mostrado nos modelos *inferido e declarado* nas figuras 13 e 14 a seguir.

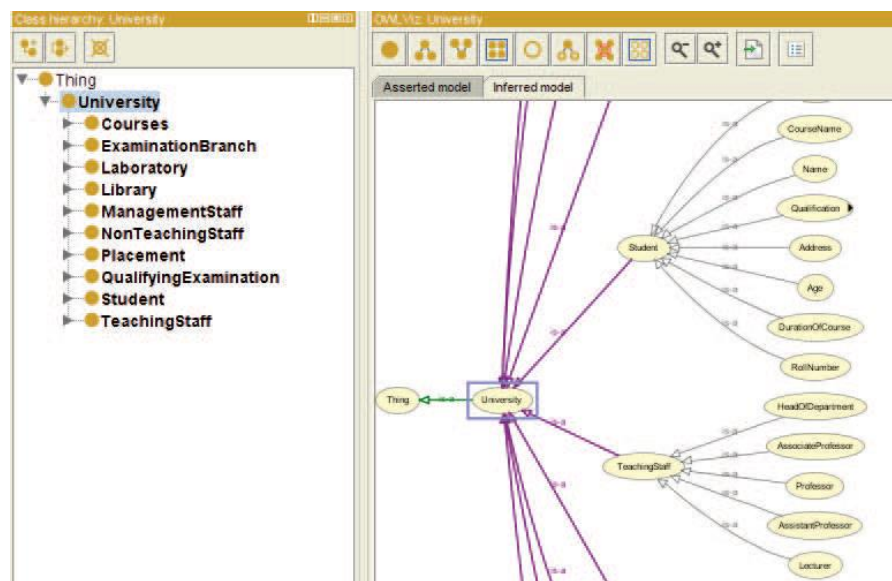


Figura 13 - Modelo inferido da ontologia curso (Ameen et al. 2012)

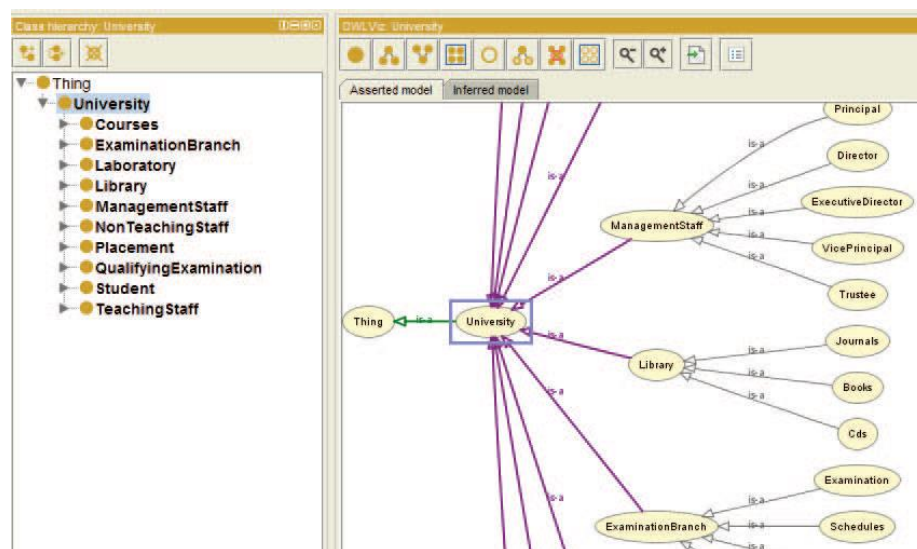
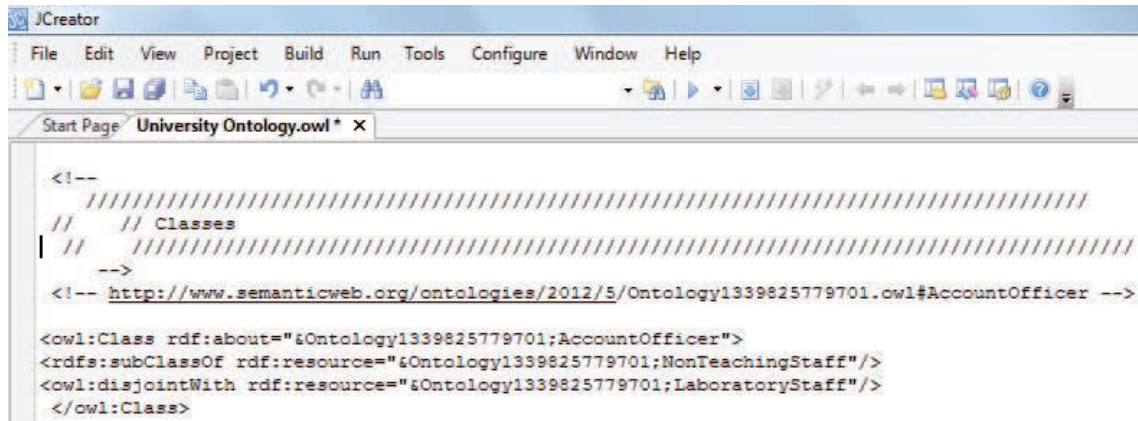


Figura 14 - Modelo declarado da ontologia University (Ameen et al. 2012)

A ontologia pode ser importada, usando editores como *Visual Studio*, *JCreator* e *JGrasp*. O código *RDF OWL*, gerado pelo *JCreator* para classes e *object properties*, é apresentado nas figuras 15 e 16 a seguir.

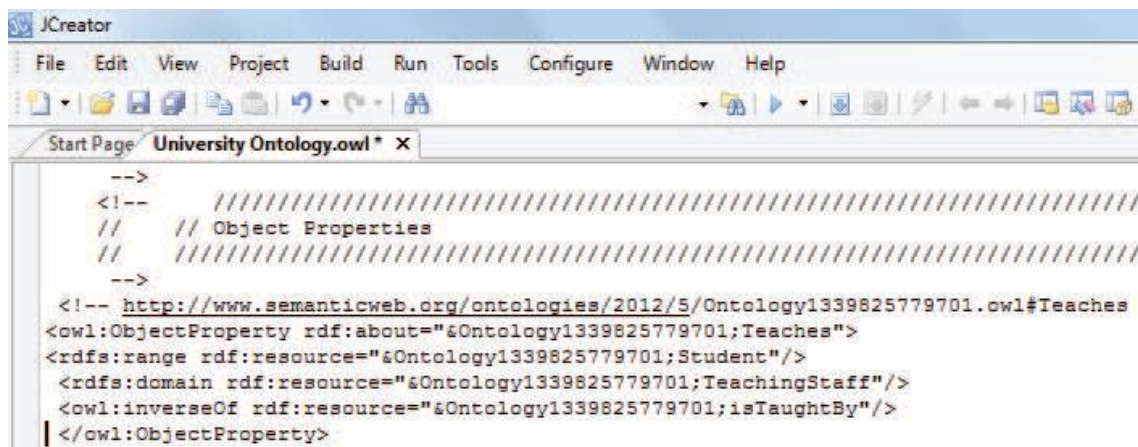


```

JCreator
File Edit View Project Build Run Tools Configure Window Help
Start Page University Ontology.owl * X
<!--
//
// Classes
//
-->
<!-- http://www.semanticweb.org/ontologies/2012/5/Ontology1339825779701.owl#AccountOfficer -->
<owl:Class rdf:about="&Ontology1339825779701;AccountOfficer">
<rdfs:subClassOf rdf:resource="&Ontology1339825779701;NonTeachingStaff"/>
<owl:disjointWith rdf:resource="&Ontology1339825779701;LaboratoryStaff"/>
</owl:Class>

```

Figura 15 - Código gerado para classes usando o JCreator (Ameen et al. 2012)



```

JCreator
File Edit View Project Build Run Tools Configure Window Help
Start Page University Ontology.owl * X
-->
<!--
//
// Object Properties
//
-->
<!-- http://www.semanticweb.org/ontologies/2012/5/Ontology1339825779701.owl#Teaches
<owl:ObjectProperty rdf:about="&Ontology1339825779701;Teaches">
<rdfs:range rdf:resource="&Ontology1339825779701;Student"/>
<rdfs:domain rdf:resource="&Ontology1339825779701;TeachingStaff"/>
<owl:inverseOf rdf:resource="&Ontology1339825779701;isTaughtBy"/>
</owl:ObjectProperty>

```

Figura 16 - Código gerado para o object properties usando o JCreator (Ameen et al. 2012)

Como vantagens de trabalhar com ontologias os autores destacam: a utilização do *reasonner* para verificar sua consistência e obter novas informações através de inferências; o reuso da ontologia criada e a facilidade de acesso eficiente e a recuperação de informações, que são processadas automaticamente pela máquina.

2.2.3 Proposta de Malviya et al.

Malviya et al. (2011) apresentam o trabalho de desenvolvimento da ontologia Universidade usando a ferramenta Protégé. O artigo concentra na criação desta ontologia em vários aspectos, como: superclasses e hierarquia de subclasses, instâncias de subclasse e as etapas para o seu desenvolvimento.

Os autores citam outras ontologias do domínio relacionadas à educação, como a ontologia universidade, desenvolvida por Sanjay Malik (2010), que foca nos detalhes de funcionários da universidade e a ontologia curso, apresentada por Ling Zeng et al. (2009), com elementos importantes para a área da universidade, como relação do estudante com um determinado professor, assunto ou ano. Essas ontologias colaboraram para detalhar a proposta sobre estudante, curso e professor, que são itens importantes para o domínio universidade.

A seguir são descritos os passos para o desenvolvimento de uma ontologia sobre a Universidade usando o Protégé, segundo o modelo dos autores:

Passo I - Classes e hierarquia de classes

O primeiro passo define as classes ou conceitos relacionados à universidade. Todos os conceitos são focados principalmente no estudante, professor e curso (figura 17).

Passo II - As propriedades da ontologia

São definidas as propriedades de acordo com a relação que se quer adicionar entre as classes, que mostram a relação entre indivíduos.

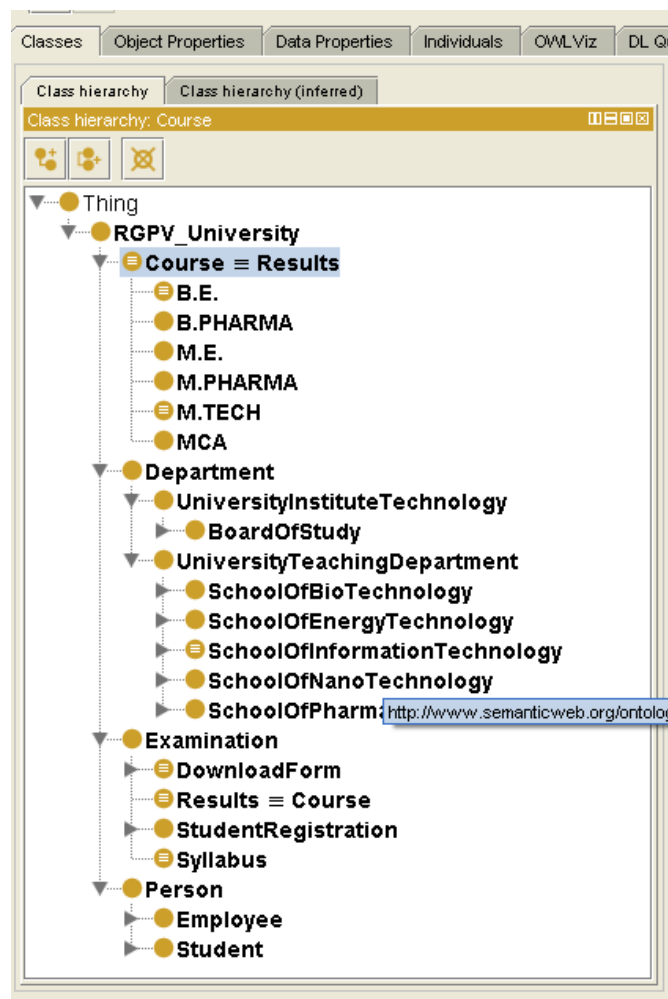


Figura 17 - Classes da ontologia Universidade (Malviya et al. 2011)

Passo III – *Data Properties* da ontologia

Aqui são mostradas as propriedades dos dados da ontologia universidade com a relação entre os indivíduos (figura 18).

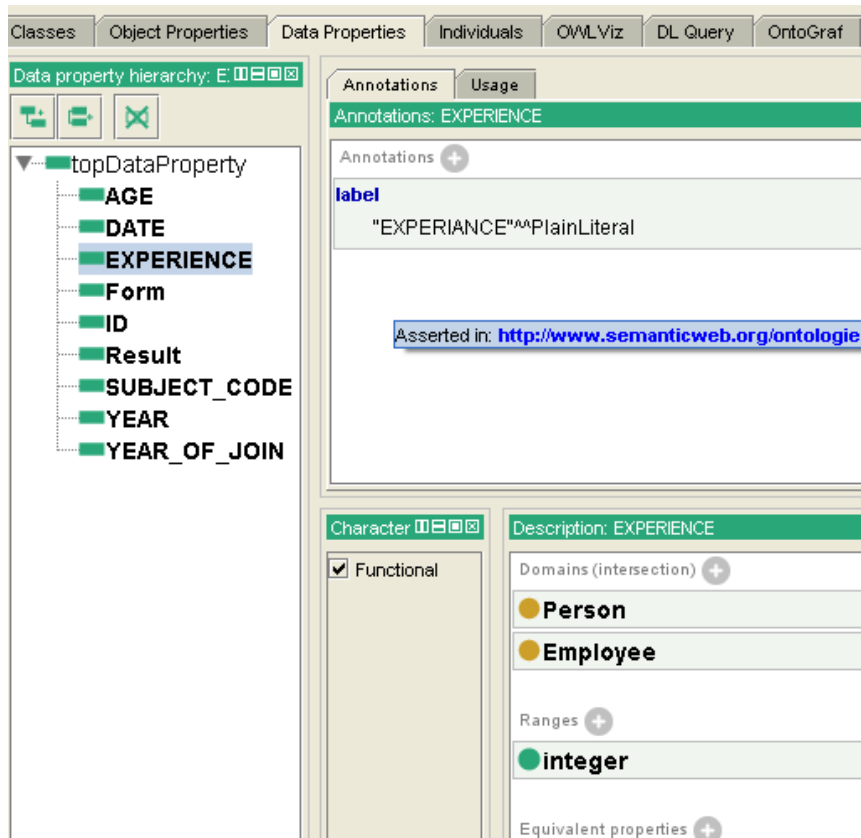


Figura 18 - Propriedade dos dados da Ontologia Universidade (Malviya et al. 2011)

Passo IV - Propriedades e relacionamentos

Somente com as classes não se responde a muitas perguntas, por isso também é necessário definir ligações dentro ou entre as classes (como propriedades). Aqui são usadas propriedades que mostram a relação de indivíduo para indivíduo, tais como a propriedade orientador entre professor e estudante. Outra propriedade é a propriedade que pode ligar o indivíduo tal como (fazer curso), em que o estudante escolhe o curso (sobre o diagrama de classes).

Também pode-se definir propriedades de domínio e faixas, como por exemplo:

```
<owl: objeto de propriedade rdf: ID = -advisor||>
<rdfs: resource=||#student||/> domínio rdf:
<rdfs: gama rdf: resource=||#faculty||>
</owl: objeto Propriedade >
```

Na camada superior da ontologia universidade tem-se: pessoa, publicação, trabalho, R.G.P.V. Universidade entre outros. A camada intermediária da ontologia universidade inclui: funcionário, estudante, artigo, livro, teses, conselho de estudo, departamento, Instituto. Na camada inferior temos: cadeira (professor), diretor, tipos de professor. Outro exemplo apresentado é:

```
<owl: object property rdf: ID = —has member‖>
<rdfs: domain rdf: resource = —#Person‖/>
<rdfs: range rdf: resource = —# RGPV_ university —/>
</owl: objectProperty>.
```

Nesse exemplo é definido um *object property* “hasMember”, seu *domain* está em pessoa e a *range* em RGPV_university.

Passo V - Axiomas da ontologia:

I - Axiomas para as classes

Axiomas podem ser usados para descrever a relação entre as classes, atributos e indivíduos. Há quatro axiomas de classes: a existência da classe, subclasse, classe equivalente e classe disjunta. Todos os axiomas são descritos pela linguagem usando RDF: ID; RDFS: subClassOf; OWL: equivalentClass; e OWL: disjoint.

II - Os axiomas para atributos

Os axiomas de atributos descrevem as relações entre os atributos e podem ser divididos em: relação de inclusão (RDFS: subPropertyOf), equivalente (OWL: equivalentProperty), inversa (OWL: inverseOf), funcional (OWL: FunctionalPropetry), inversa (OWL: InverseFunctionalProperty), relação de simetria (OWL: SymmetricProperty) e transitiva (OWL: TransitiveProperty).

III - Os axiomas de instâncias

Em OWL, existem dois tipos de axiomas entre instâncias. Um é a composição de membros e valores de atributos. Inicialmente, classifica a informação e, em seguida, descreve a composição de cada classe e o valor de seu atributo. O outro descreve se duas instâncias são equivalentes. Essas descrições são: OWL: sameAs; OWL: differentFrom, e OWL: AllDifferent etc.

Passo VI - Instâncias da ontologia

Definindo a instância (indivíduo), inicialmente, seleciona a classe e, em seguida, cria as instâncias desta classe.

Passo VII - Reasoning da ontologia

Para a construção correta e consistente da ontologia, o *reasoner* é a parte mais importante. Ele verifica a consistência e encontra contradições lógicas implícitas nas definições.

Nas figuras 19 e 20 são apresentados os modelos definido e inferido da ontologia universidade. Nesta visualização são mostrados dois tipos de classe: a classe de cor amarela, que é a classe primitiva, que satisfaz apenas a condição necessária e a classe de cor laranja, que satisfaz a condição necessária e suficiente.

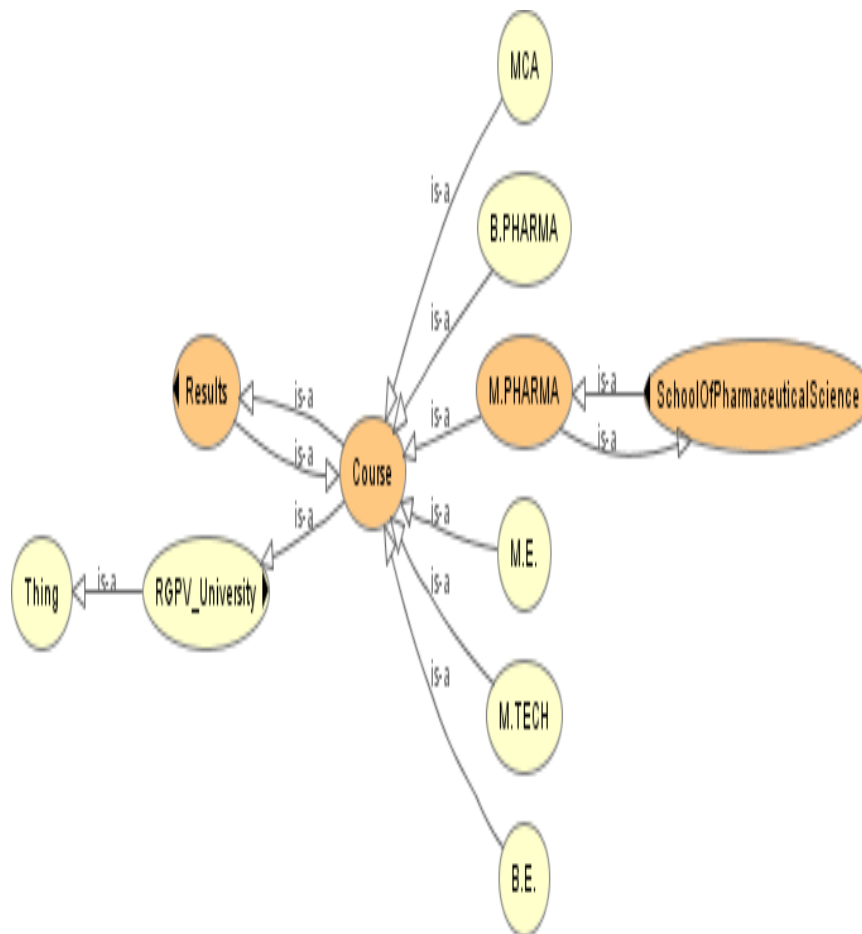


Figura 19 - Visão definida da classe curso (Malviya et al. 2011)

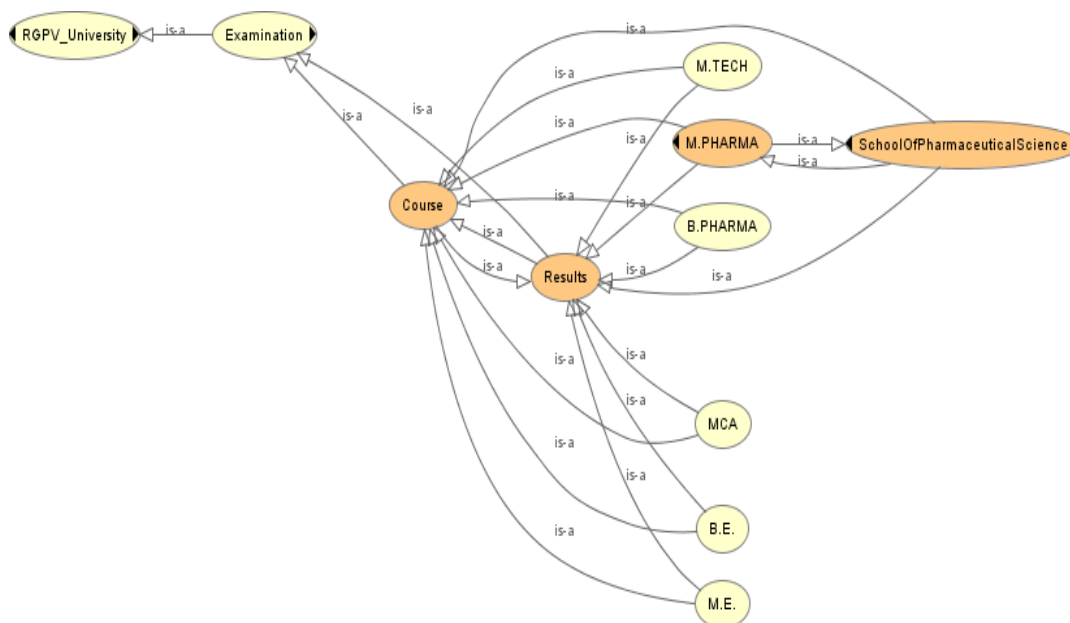


Figura 20 - Visão inferida da classe curso (Malviya et al. 2011)

2.2.4 A Proposta de Malik et al.

Malik et al. (2010) apresentam o trabalho: Desenvolvimento da Ontologia Universidade no domínio da educação usando o Protégé para a Web Semântica. Neste artigo é considerado o domínio da educação e a Universidade Indraprastha, em Delhi na Índia, foi tomada como um exemplo para o desenvolvimento da ontologia. Foram considerados vários itens e etapas no desenvolvimento tais como: superclasses, hierarquia de subclasses, criação de uma subclasse, ilustração de instâncias de classes e o processo de consulta.

Na pesquisa sobre os editores de ontologias mais utilizados para o seu desenvolvimento, verificou-se que a ferramenta Protégé era usada por 68,2 % dos usuários, seguido por Swoop, OntoEdit, Texteditor e AltovaSemanticWorks. 31% das ontologias pesquisadas eram do domínio da educação. Portanto, neste trabalho, a ontologia no domínio Universidade foi construída usando o Protégé e OWL.

Segundo os autores Malik et al. (2010) a criação de uma Ontologia de qualidade, bem estruturada e livre de contradições, não é tarefa fácil. O desenvolvedor de uma ontologia de boa qualidade deve ter a capacidade de conceituar e organizar ideias, e habilidade para abstrações da modelagem. Ele deve ter um bom conhecimento da sintaxe das linguagens de ontologias para que o modelo seja correto. Assim, as ontologias precisam ser bem desenvolvidas e aceitas. Embora os desenvolvedores prefiram criar ontologias menores para fins especiais, na prática, ontologias podem ser necessárias para serem utilizadas em larga escala, ou utilizando de partes de mais de uma ontologia, ou modificando-as de acordo com as

necessidades.

A construção de ontologias é dividida em três etapas: captura da ontologia, codificação da ontologia e possível integração com ontologias existentes. O ciclo de vida de uma ontologia envolve etapas como especificação, conceitualização, formalização, implementação, integração e manutenção.

Os passos fundamentais para o desenvolvimento de uma ontologia usando uma ferramenta são:

- Obter o conhecimento do domínio: uma visão geral e um profundo conhecimento do respectivo domínio são pré-requisitos para a construção de qualquer ontologia de domínio.
- Identificar os conceitos chaves: conceitos que representam o domínio são identificados e, então, implementados por meio de classes.
- Construir a taxonomia: a hierarquia das classes é criada através da criação de classes e suas respectivas subclasses e instâncias de classes.
- Identificar os relacionamentos entre as classes: propriedades são usadas para representar as relações entre as classes.
- Verificar a consistência: a consistência da ontologia de domínio construída deve ser verificada, usando o *reasoner*.
- Implementação da ontologia: envolve a implantação da ontologia para permitir a comunicação entre máquinas.

Uma metodologia de construção de ontologias pode ter as seguintes camadas:

- Camada superior: é a que constrói a conformidade dos processos, de acordo com o processo de desenvolvimento de software.
- Camada intermediária: apresenta as restrições genéricas e orientações para especificar as etapas principais.
- Camada inferior: apresenta as orientações mais detalhadas, tais como o processo de identificação da classe, etc.

Segundo os autores o desafio é que mudanças no domínio, ou conceitos compartilhados podem causar mudanças na especificação.

Na Indraprastha Ontology University a hierarquia de superclasse e subclasse é apresentada, sendo "GGS University IP" a superclasse, e "AffiliatedInstitutes (AI) " e " IPU Campus Administration" algumas das suas subclasses, que apresentam outras subclasses como, "GovtMaintainedInstitutes", "Establishment", "Controller of Examination",

"Academics" etc. Portanto, foram criadas as classes e subclasses para descrever os principais conceitos e, em seguida, adicionar as propriedades (figura 21).

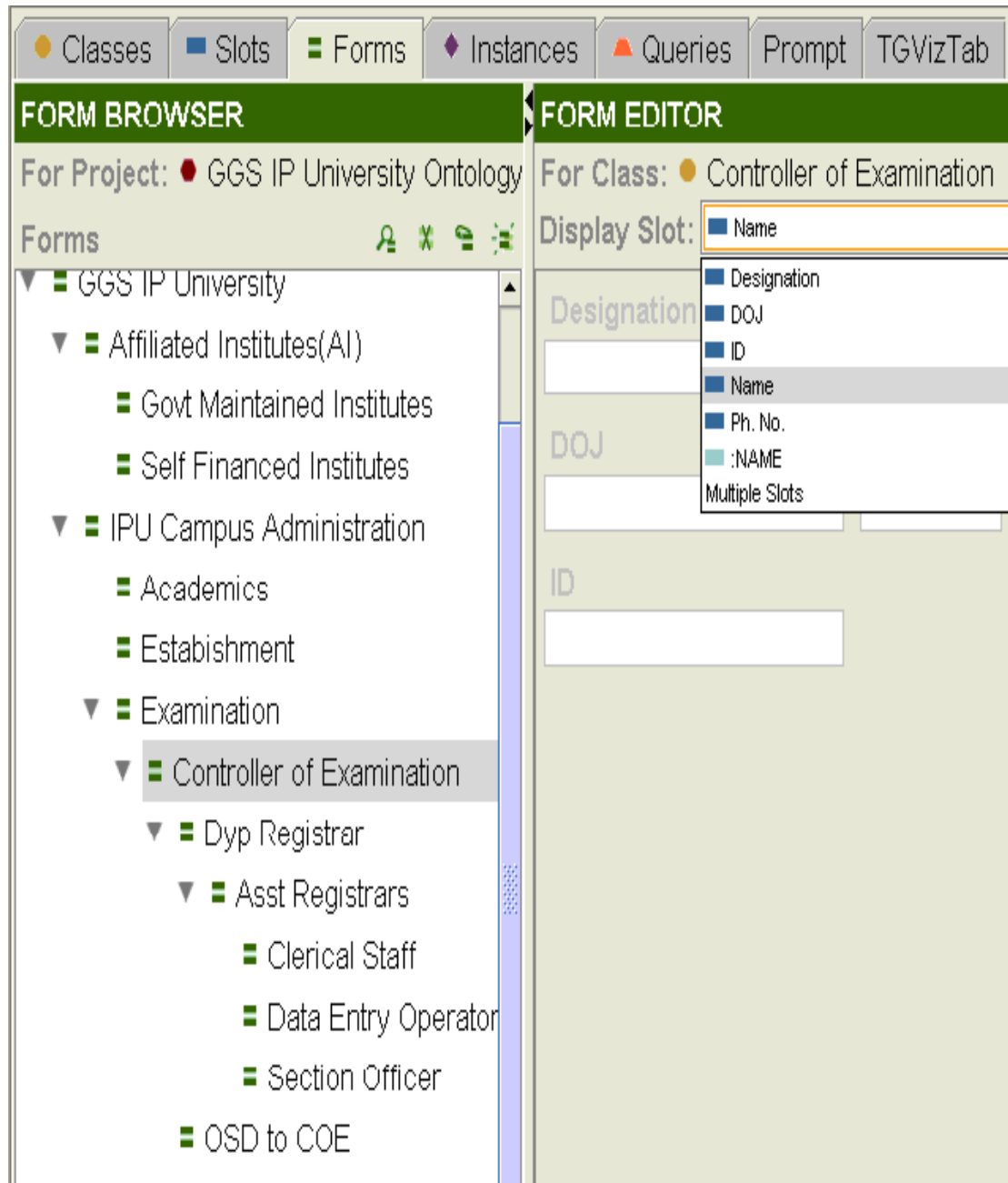


Figura 21 - Criação de Propriedades como: "Nome" e "ID" de uma subclasse como "Controller of Examination" (Malik et al. 2010)

A figura 22 a seguir ilustra instâncias da Indraprastha Ontology University, que apresentam alguns detalhes das classes correspondentes, que podem ser úteis na busca de algumas informações sobre a subclasse como "Controller of Examination", com alguns valores de propriedade como "Nome" ou "ID".

The screenshot displays a software interface for managing an ontology. At the top, there are tabs for 'Classes', 'Slots', 'Forms', 'Instances', 'Queries', 'Prompt', and 'TGVizTab'. The interface is divided into three main sections:

- CLASS BROWSER:** Shows a class hierarchy for 'GGS IP University'. The hierarchy includes:
 - GGS IP University
 - Affiliated Institutes(AI)
 - Govt Maintained Institutes
 - Self Financed Institutes
 - IPU Campus Administration
 - Academics
 - Establishment
 - Examination
 - Controller of Examination (1) (highlighted)
 - Dyp Registrar
 - Asst Registrars
 - Clerical Staff
 - Data Entry Operator
 - Section Officer
 - NSD to COE

- INSTANCE BROWSER:** Shows an instance for the class 'Controller of Examination'. The instance is 'Prof. Yogesh Singh'.
- INSTANCE EDITOR:** Shows a form for editing the instance. The fields are:
- Designation: Professor , COE
- Name: Prof. Yogesh Singh
- DOJ: 2006
- Ph. No.: 23900400
- ID: 1

Figura 22 - Instâncias de IP University Ontology (Malik et al. 2010)

No processo de recuperação da consulta na figura 23 a seguir, a propriedade "Queries" é usada para mostrar como pode se executar a consulta, e encontrar a informação específica sobre quaisquer instâncias, ou classes específicas. Quando a consulta é executada, ela dá o valor do ID como "1" e uma instância da subclasse de "Controller of Examination" é criada com os seus valores de propriedade como: Nome, Designação, DOJ , Ph.No., ID.

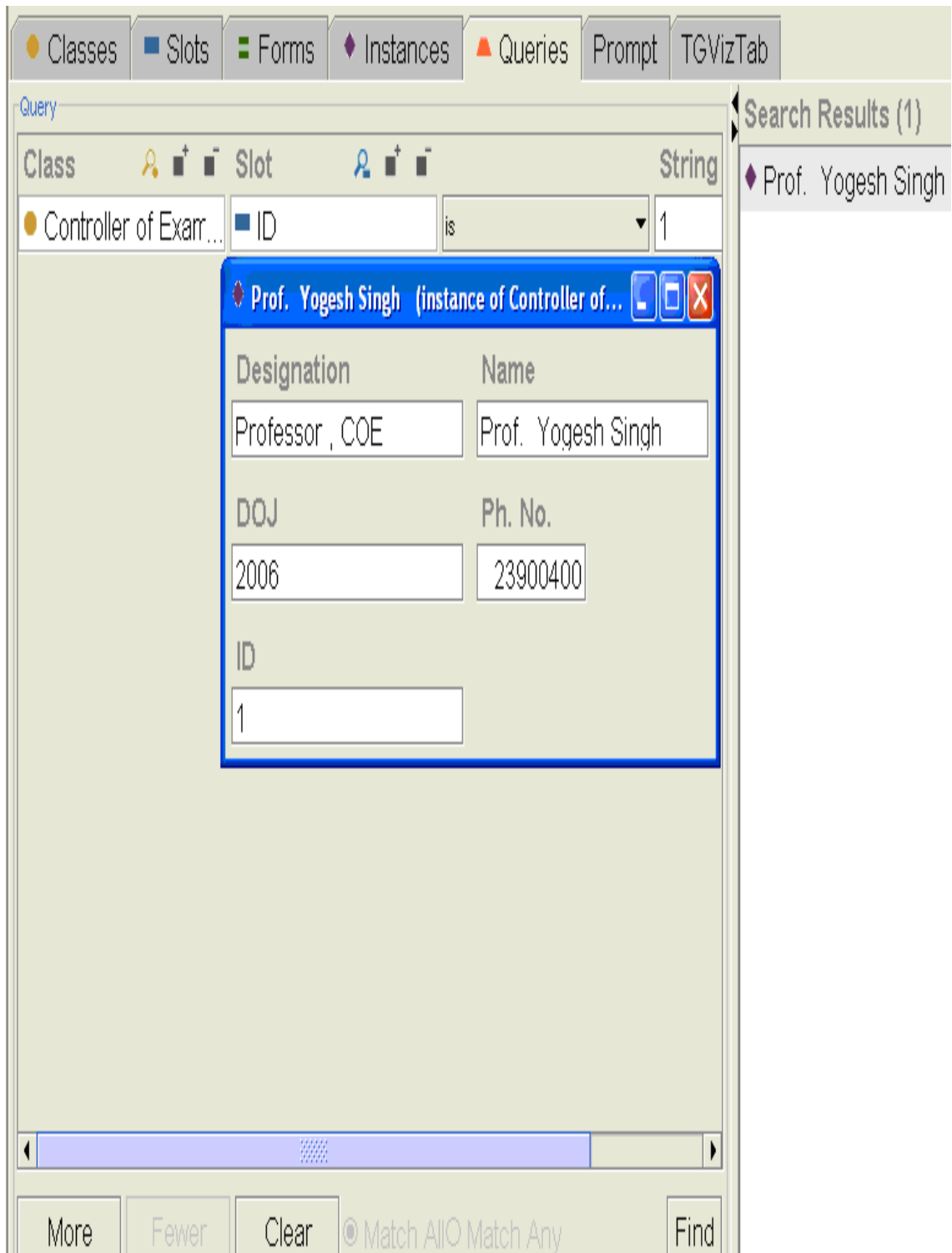


Figura 23 - Processo de recuperação da consulta (Malik et al. 2010)

Na figura 24 a seguir, a guia TGviz é utilizada para mostrar um gráfico correspondente à subclasse "ControllerofExamination", que prevê a possível sequência e opções de como se pode chegar a qualquer classe ou subclasse de qualquer outra classe ou subclasse.

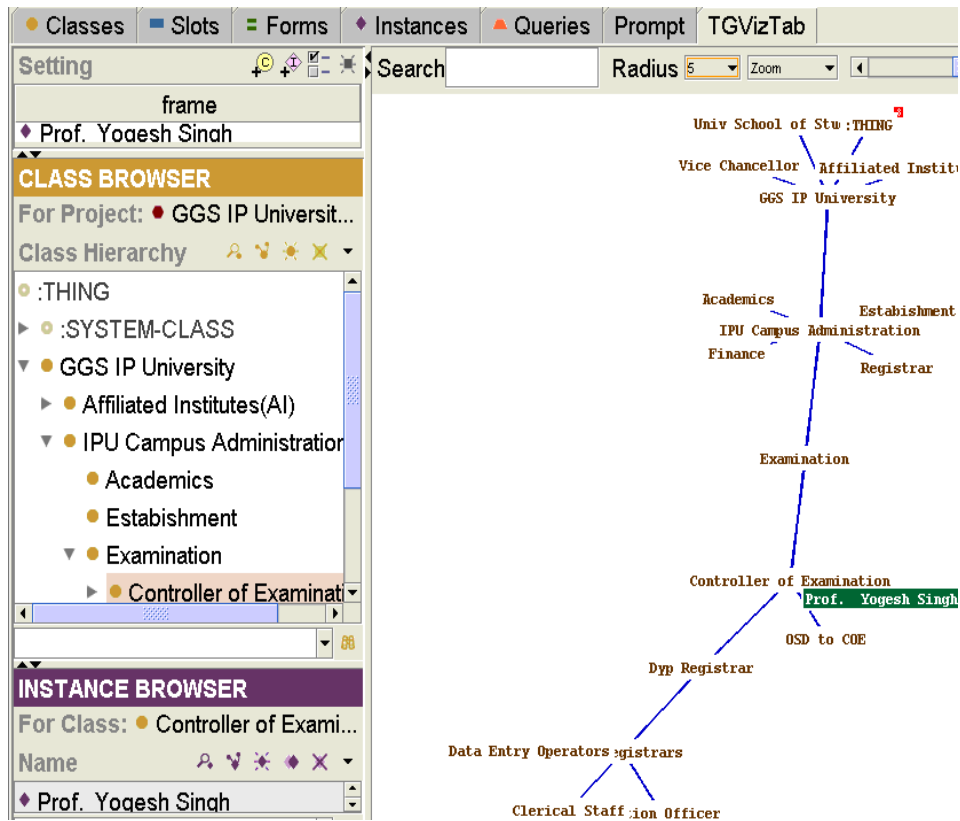


Figura 24 - Gráfico correspondente à subclasse "ControllerofExamination", usando guia TGViz. (Malik et al. 2010)

2.3 Análise Comparativa dos Trabalhos

Com o objetivo de identificar termos e conceitos relacionados ao domínio da universidade, a partir dos artigos descritos no item 2.2, destaca-se no quadro 3 os principais itens identificados, relacionados a área de gestão acadêmica, foco desta dissertação.

Quadro 3. Itens relacionados à universidade utilizados nos trabalhos relacionados

	Borbásné et al (2006)	Ameen et al. (2012)	Malviya et al. (2011)	Malik et al. (2010)
Área de conhecimento	X			
Administração				X
Biblioteca		X		
Currículo	X			
Curso		X	X	
Departamento			X	
Direção			X	
Estudante		X	X	
Docente		X	X	
Exame de qualificação		X		

Habilidades	X			
Instituto			X	X
Laboratório		X		
Pessoa			X	
Pós-graduação		X		
Publicação			X	
Tese			X	

É importante destacar que Borbásné et al (2006), realizaram seu trabalho com ênfase para as áreas de conhecimento, currículo e habilidades, que são itens considerados para a mobilidade acadêmica entre instituições. Ameen et al. (2012), realizaram o trabalho considerando como classes relacionadas ao domínio da universidade biblioteca, curso, estudante, docente, exame de qualificação, laboratório e pós-graduação. Malviya et al. (2011), realizaram o trabalho considerando as classes curso, departamento, direção, estudante, instituto, pessoa, publicação e tese relacionadas ao domínio da universidade. Malik et al. (2010) realizaram o trabalho com ênfase nas classes administração e instituto para o domínio da universidade. As classes curso, docente e estudante foram as classes comuns que apareceram nos trabalhos de Ameen et al. (2012) e Malviya et al. (2011).

Os trabalhos descritos adotaram a ferramenta Protégé, que permite a edição e construção de ontologias de domínio, através da definição de classes, hierarquias de classes, variáveis, restrições de valores para a variável, e as relações entre as classes e as propriedades desses relacionamentos. Uma vantagem relatada pelos autores é que o Protégé é gratuito e vem com pacotes de visualização, como *OntoViz*, ajudando o usuário a visualizar a ontologia com a ajuda de diagramas.

2.4 Considerações Finais do Capítulo

Este capítulo apresentou conceitos básicos de ontologia e características importantes para o desenvolvimento das mesmas. Apresentou os resultados do mapeamento sistemático da literatura realizado para ajudar a compreender o estado da arte na área de ontologias educacionais. Destacou alguns trabalhos relacionados, todos abordam o domínio de universidade e gestão acadêmica e alguns enfatizam modelos para implementação de ontologias.

Este estudo ajudou na definição dos conceitos iniciais que foram usados na ontologia de apoio à gestão acadêmica, cujo objetivo é conter todos estes conceitos em uma única ontologia.

Frente ao aumento da utilização de dados da Web, essa dissertação propõe o desenvolvimento de um modelo semântico, que represente os conceitos e relações do domínio acadêmico da UFJF com o objetivo de favorecer o entendimento comum e a reutilização de conhecimentos específicos em várias aplicações.

3 ontoAGA: Ontologia de Apoio à Gestão Acadêmica

Todas as Universidades Federais brasileiras e outras instituições de Ensino Superior contam com algum tipo de suporte informatizado para a gestão das atividades acadêmicas. Estes Sistemas de Informação são construídos com tecnologias diversas, utilizando uma variedade de linguagens de programação, interfaces com o usuário e sistemas de bancos de dados. Dada esta diversidade, a integração dos dados das várias instituições (realizada, por exemplo, pelo Ministério da Educação, por ocasião do Censo Universitário, Enade, SiSU, e-MEC) é uma tarefa complexa.

Um mecanismo que pode facilitar a aplicação de processos deste tipo é o uso de ontologias. Conforme apresentado no capítulo 2, as ontologias fornecem a possibilidade de construção de um vocabulário compartilhado, bem como a implementação de regras usadas para inferências. Embora existam diversas ontologias para o domínio das universidades, ou elas são ontologias de referência ou são ontologias voltadas a uma aplicação específica. Além disso, não se enquadram diretamente nas estruturas acadêmicas adotadas nas instituições brasileiras.

Este capítulo apresenta o processo de desenvolvimento da versão inicial da ontologia ontoAGA (Ontologia de Apoio à Gestão Acadêmica), cujo principal objetivo é estruturar conceitos comuns às instituições de ensino superior no Brasil. Servindo como uma “*lingua franca*” entre as diversas instituições, ela pode ser considerada como um complemento aos atuais Sistemas de Informação, possibilitando não apenas o registro e a descoberta de conhecimento a partir destes sistemas, mas também promovendo o intercâmbio e a integração de informações entre instituições. Neste sentido, ontoAGA assume um status intermediário entre uma ontologia de domínio e uma ontologia de aplicação.

O processo de desenvolvimento da ontologia, também conhecido como engenharia ontológica, foi realizado através da abordagem QDAontology (PALAZZI, 2010). O uso desta abordagem é justificado não apenas pelo fato de que a abordagem propõe processos bem definidos – especificando etapas, atividades, artefatos e participantes, mas também por ter sido desenvolvida no contexto do NEnC - Núcleo de Pesquisa em Engenharia do Conhecimento ao qual este trabalho está vinculado.

A abordagem QDAontology é constituída por seis etapas: Especificação, Conceitualização, Formalização, Implementação, Integração e Evolução. As etapas Especificação, Conceitualização, Formalização são descritas a seguir. As etapas Implementação e Integração são apresentada no capítulo seguinte.

3.1 Etapa 1: Especificação

Nesta etapa há a preocupação em identificar os objetivos para a construção da ontologia e, para tanto, o domínio da ontologia deve ser especificado, assim como a delimitação do escopo. No caso da ontoAGA, o escopo é a área acadêmica ou, mais especificamente, a gestão dos processos acadêmicos comumente realizados no ambiente das universidades.

O objetivo básico da ontoAGA é integrar informações comuns da área de gestão acadêmica, de forma a ser um modelo de referência para as instituições, e extrair informações através da execução de processos de inferências. Neste sentido, buscou-se evitar a simples reprodução dos dados que já existem nas bases de dados relacionais, a fim de criar um modelo rico em relações semânticas. A estratégia adotada prevê a importação para a ontologia (como *indivíduos*) apenas a informação que identifica determinado elemento na base de dados (por exemplo, o CPF ou o número de matrícula). Após essa importação, o processamento das inferências é executado. As consultas à ontologia devem ser complementadas com o acesso às bases de dados originais, para se recuperar informações adicionais (como o nome de uma pessoa, por exemplo). Esta integração é discutida com detalhes no capítulo seguinte.

A Especificação contou com o suporte de dois participantes: o engenheiro ontológico, no caso um estudante do Mestrado em Ciência da Computação, e o *stakeholder*, o gerente do setor de matrícula e controle acadêmico, experiente no domínio de atividades administrativas e acadêmicas, da Coordenadoria de Assuntos e Registros Acadêmicos (CDARA) da UFJF. Entre as atividades presentes na etapa estão: aquisição do conhecimento, avaliação, documentação, gerência de configuração, planejamento, qualidade e ambiente.

Na aquisição do conhecimento, foram adotadas técnicas como: entrevistas com o especialista do domínio, análise de procedimentos definidos de acordo com o cronograma estabelecido no calendário acadêmico e o estudo do organograma da instituição. Também foi realizada a consulta à estrutura de dados utilizada no SIGA, o sistema de informação utilizado na instituição. A avaliação foi feita através de validação com o *stakeholder*. As diferentes versões geradas foram armazenadas e os ambientes de software e hardware foram definidos pelo engenheiro ontológico. O planejamento não seguiu planos rígidos de desenvolvimento na primeira versão.

Foram consideradas as quatro características fundamentais à Especificação: clareza dos termos, unicidade dos termos, compromisso ontológico e relação com a realidade. O artefato gerado na etapa de Especificação é exibido no Quadro 4. Este documento foi

elaborado visando estabelecer os objetivos para o desenvolvimento da ontoAGA, bem como identificar os termos que a constituem.

Quadro 4. Especificação da ontologia ontoAGA.

Domínio	<i>Gestão Acadêmica</i>
Data	<i>2015</i>
Desenvolvida por	<i>José Fonseca Marangon</i>
Objetivo	<i>Representar elementos básicos do modelo acadêmico através de uma ontologia, visando a extração de informações obtidas através de processos de inferências.</i>
Nível de formalidade	<i>Semiformal</i>
Escopo	<p><i>O escopo da ontologia ontoAGA abrange, na versão inicial, os principais atores e conceitos envolvidos nas atividades da Universidade (ensino, pesquisa e extensão), bem como o registro de atividades administrativas associadas ao campo acadêmico. Não são consideradas, nesta etapa inicial, processos já controlados pelos sistemas de informação, tais como: matrícula de alunos, elaboração do plano departamental, trancamento, transferências, etc.</i></p> <p><i>Outro ponto importante a ser considerado é a associação dos elementos a uma Área de Conhecimento. Isto possibilita não só reconhecer os elementos distintos que estão agregados à mesma Área de Conhecimento, mas também a recomendação de contatos associadas a estas áreas.</i></p> <p><i>Lista de conceitos: Área de Conhecimento, Área de Interesse, Avaliação da CAPES, Biblioteca, Campus, Chefia de Departamento, Coordenação de Curso, Curso, Curso de Graduação, Curso Lato Sensu, Curso Stricto Sensu, Departamento, Dependência, Direção de Unidade, Disciplina, Docente, Estudante, Faculdade, Instituto, Laboratorio, Modalidade do Curso, Nível de Aproveitamento, Orientador, Pesquisador, Pessoa, Prédio, Programa de Pós-Graduação, Projeto de Extensão, Projeto de Pesquisa, Publicacao, Sala de Aula, Servidor, Tese, Unidade Academica, Universidade</i></p>
Fontes de conhecimento	<i>Coordenadoria de Assuntos e Registros Acadêmicos–CDARA e Administração da UFJF, além de documentos oficiais</i>

3.2 Etapa 2: Conceitualização

Nesta etapa o conhecimento do domínio é organizado e estruturado através de modelos significativos no nível de conhecimento. Para isso, utiliza-se representações externas, independentes da linguagem de implementação e do ambiente de desenvolvimento.

Participam da Conceitualização o engenheiro ontológico e o *stakeholder*. A etapa conta com o suporte das seguintes atividades: aquisição do conhecimento, avaliação, documentação, gerência de configuração, planejamento, qualidade e ambiente.

Nesta etapa foi gerado o glossário de termos (Quadro 5), como forma de organizar e estruturar o conhecimento adquirido na etapa de Especificação. Foram consideradas as seguintes características de qualidade: coerência, correteude, independência da codificação e semântica conceitual.

Quadro 5. Glossário de termos

Área do Conhecimento	A classificação das Áreas do Conhecimento tem finalidade eminentemente prática, objetivando proporcionar às Instituições de ensino, pesquisa e inovação uma maneira ágil e funcional de sistematizar e prestar informações concernentes a projetos de pesquisa e recursos humanos aos órgãos gestores da área de ciência e tecnologia. Na ontoAGA é utilizada a Tabela de Áreas do Conhecimento disponibilizada pela CAPES.
Área de Interesse	Na ontoAGA corresponde às Áreas de Conhecimento que possam ser de interesse para pessoas não associadas à Universidade.
Avaliação CAPES	Forma de mensurar a qualidade dos cursos de graduação e pós-graduação no Brasil através de conceitos pré-determinados.
Biblioteca	Espaço físico em que se concentram, de forma organizada e classificada por assunto, título e/ou autor, toda obra literária, científica, cultural, artística, etc. Atualmente, com a informática e com as bibliotecas virtuais, estes espaços são chamados de Centros de Documentação e Informação. No caso da UFJF é o CDDC.
Campus	Ambiente escolar, cujo recinto agrega edificações, ruas, área de lazer, restaurantes, bibliotecas, cuja natureza das atividades está voltada para o ensino, a pesquisa e a extensão, congregando o que se chama universalidade de campo, ou seja, o cultivo das áreas do conhecimento humano.
Cargo	Função criada no organograma de uma instituição a fim de viabilizar o controle e a gestão da mesma, atribuindo responsabilidades civis e criminais ao ocupante.
Cargo Administrativo	Situação que pode ser conceituada como um conjunto de obrigações, deveres e direitos recíprocos, pertinentes às atividades laborais exercidas por alguma pessoa, à qual é delegada as funções e responsabilidades pelo trabalho exercido. Na ontoAGA, os cargos administrativos se enquadram nas funções de gestão da área acadêmica.
Chefia de	Denominação dada à pessoa responsável pela gestão da menor fração

Departamento	da estrutura universitária, para os efeitos de organização administrativa, didático-científica e de distribuição de pessoal e compreenderá disciplinas afins.
Coordenação de Curso	Pessoa/Professor responsável pela equipe de professores de um determinado curso, pelo planejamento de todas as atividades do curso, que age como interlocutor nas demandas entre os alunos e professores, entre professores e gestores, pessoa que propõe mudanças / adaptações / atualizações no curso.
Curso	Conjunto de disciplinas que concentram conteúdos de formação acadêmica e profissional, distribuídas, organizadas, estruturadas e/ou agrupadas de forma sistemática, que permitam uma aprendizagem em ordem crescente de dificuldade e complexidade do conhecimento/saber humano.
Curso de Graduação	De acordo com a lei brasileira curso de nível superior voltado para a formação acadêmica ou profissional, abertos a candidatos que comprovem ter concluído o ensino médio e que tenham sido aprovados em processo seletivo.
Curso Lato Sensu	Também denominado curso de Especialização no Brasil, é um curso de qualificação/capacitação profissional, com duração mínima de 360 horas-aula, podendo ter maior duração de acordo com a área, voltado para a formação do especialista. Em alguns casos é uma condição para o exercício de uma atividade específica, dentro da área de atuação profissional. Ex. Cardiologista, oftalmologista, endodontista, MBA.
Curso Stricto Sensu	Compreende os cursos de mestrado e doutorado, com nível de conhecimento mais elevado. São caracterizados pela exigência de uma pesquisa que resultará um trabalho inovador ou inédito, comprovado a partir de uma dissertação ou tese submetida à avaliação de uma banca examinadora.
Departamento	É a menor fração da estrutura universitária para todos os efeitos de organização administrativa, didático-científica e de distribuição de pessoal e compreenderá disciplinas afins.
Dependência	Espaço físico de uma determinada edificação. Na ontoAGA se refere às áreas físicas onde são realizadas atividades acadêmicas.
Direção de Unidade	Pessoa que ocupa a função de direção da unidade acadêmica, investida de poderes e possuidora de deveres para exercer a função de direção, coordenação, execução, e fiscalização da unidade acadêmica, nos aspectos acadêmico, administrativo, financeiro e disciplinar. Dentre as obrigações, normalmente o diretor preside os Colegiados maiores da Unidade Acadêmica.
Disciplina	No contexto educacional é uma terminologia utilizada para determinar uma “quantidade” de conhecimento, traduzida em conteúdos e duração em tempo e em hora, a ser ministrada através de uma preleção docente.
Docente	Professor com formação e/ou qualificação acadêmica, apto a exercer atividades de ensino, pesquisa e extensão.
Estudante	No contexto da ontoAGA, é o aluno que esteja vinculado a uma instituição de ensino.
Faculdade	São estabelecimentos isolados do ensino superior desprovidos da autonomia universitária prevista na Constituição. Normalmente seus cursos se concentram em uma determinada área do conhecimento. São instituições de pequeno porte, com um baixo número de matrículas,

	para os padrões universitários.
Instituto	É uma instituição que concentra algumas Faculdades ou alguns cursos. Nas universidades são órgãos descentralizados, integrantes da estrutura administrativa, onde se concentram cursos agrupados por afinidade do conhecimento.
Laboratório	Laboratório é o espaço físico dotado ou equipado com instrumentos ou equipamentos de investigação, pesquisa, experimentos, prática simulada de ensino. Hoje, por questões de espaço e economia, os laboratórios atendem cursos distintos com caráter interdisciplinar.
Nível de Aprovação	Escala adotada para mensurar o nível de satisfação das pessoas, ou o quantitativo de resultados positivos em um processo avaliativo.
Nível de Aproveitamento	Forma de mensurar a aprendizagem dos alunos através de uma média aritmética ou ponderada resultante dos processos de avaliação da aprendizagem discente.
Nível do Curso	Escala adotada para o enquadramento dos cursos de acordo com os níveis de ensino. No Brasil temos dois níveis de ensino: básico e superior. O básico tem dois subníveis: fundamental e médio. O superior também em dois subníveis: graduação e pós-graduação.
Orientador	Docente que orienta um estudante dentro da sua área de conhecimento.
Pesquisador	Aquele que faz uma pesquisa ou investigação científica, com uma ação sistemática, e uma metodologia específica visando gerar novos conhecimentos, desenvolver novos produtos, novas tecnologias, contestar teorias, explicar movimentos sociais, explicar fenômenos naturais, etc.
Pessoa	No contexto jurídico, pessoa física ou natural é o ser humano considerado como sujeito de direitos e obrigações, que para receber essa denominação de pessoa, basta nascer com vida, e desse modo adquirir personalidade.
Pós-graduação	Nível de ensino que sucede a graduação, ou seja, agrupa os cursos de Especialização, Mestrado e Doutorado.
Prédio	No contexto acadêmico, é uma edificação que contenha várias unidades menores denominadas salas de aula, laboratórios, anfiteatros, cantinas, sala de projeções, estúdios, etc.
Projeto de Pesquisa	Estágio que antecede a elaboração/aplicação da pesquisa propriamente dita. Possui uma metodologia específica, um cronograma a ser cumprido, além da clareza da justificativa e do objeto da pesquisa, sua finalidade, a metodologia a ser aplicada, os referenciais teóricos, a coleta de dados, etc.
Publicação	Publicação de textos acadêmicos, artigos científicos, revistas eletrônicas, monografias, dissertações ou teses, etc.
Sala de Aula	Espaço físico onde são realizadas as atividades de ensino, pesquisa e extensão, e em que se agrupa um determinado número de alunos que recebem os ensinamentos simultaneamente.
Servidor	Empregado do Estado ou de instituições, organizações, fundações ou autarquias mantidas por ele, remunerado através de impostos e taxas cobrados do cidadão e de empresas pelo Estado.
Tese	É um trabalho acadêmico/científico resultante de uma pesquisa prévia, caracterizado pela complexidade, originalidade e inovação no conhecimento/saber humano, onde o autor utiliza metodologia específica.

Trabalho de Pesquisa	É o produto final resultante da pesquisa realizada, dentro dos princípios propostos no Projeto, lembrando que no decorrer da pesquisa a proposta inserida no projeto inicial pode sofrer alteração, de acordo com os rumos da pesquisa.
Unidade Acadêmica	É o espaço físico em que se promoverá o ensino, a pesquisa e a extensão em uma ou mais áreas do conhecimento, observando o princípio que veda a duplicidade de meios para fins idênticos ou equivalentes.
Universidade	É uma instituição educacional pluridisciplinar, voltada para o desenvolvimento das artes, das letras, da cultura, da ciência, de tecnologia, da pesquisa, da extensão e para a formação de profissionais de nível superior (graduação, especialização, mestrado e doutorado).

3.3 Etapa 3: Formalização

A Formalização tem por objetivo transformar o modelo conceitual construído até o momento em um modelo formal. Dessa forma, o projeto da ontologia pode ser elaborado a partir desta formalização.

O engenheiro ontológico, o *stakeholder* e o desenvolvedor participam ativamente desta etapa. A Formalização apresenta as atividades de: aquisição do conhecimento, avaliação, documentação, gerência de configuração, qualidade e ambiente. As principais características de qualidade adotadas nesta etapa foram: organização, modularidade, estrutura invariante, independência da codificação, semântica conceitual, logicamente correta e restrições.

Na elaboração da ontoAGA, nesta etapa os conceitos definidos na Etapa 2 foram organizados em classes da ontologia (com a criação de classes abstratas que agregassem os conceitos, quando necessário), usando uma estrutura hierárquica, e os conceitos foram divididos em três ontologias inicialmente independentes. Segundo Rector (2003), a modularidade é importante em uma ontologia de domínio, a fim de apoiar a possibilidade de reuso e facilitar a manutenibilidade e a evolução. No caso da ontoAGA, as três ontologias quando não integradas, formam uma rede de ontologias e cada uma foi aqui denominada módulo:

- Módulo Base: contém as classes básicas, funcionando como um tipo de “ontologia de topo”, mas apenas com os conceitos necessários ao escopo da ontoAGA;
- Módulo Acadêmico: importa o módulo Base e contém as classes que representam os conceitos associados às atividades essencialmente acadêmicas;
- Módulo Administrativo: importa o módulo Base e contém as classes que representam os conceitos associados à administração das atividades acadêmicas,

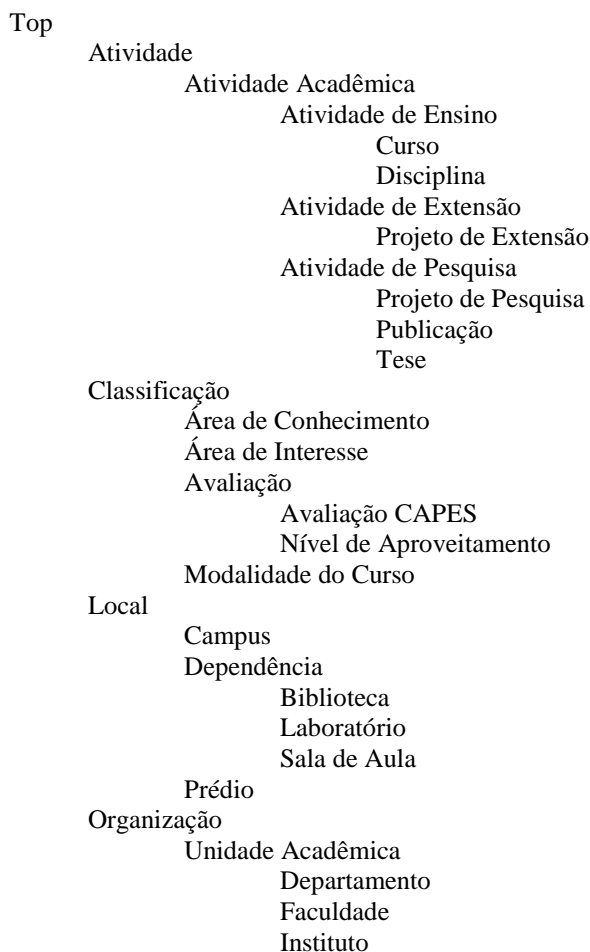
bem como à organização das instituições.

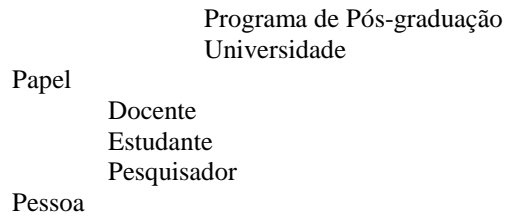
Estes módulos são, finalmente, importados em uma única ontologia (denominada “global”), onde são realizados os alinhamentos necessários entre os conceitos e definidas as regras que envolvem conceitos de módulos distintos. Embora a ontoAGA não seja, em si, uma ontologia complexa, a divisão em módulos permite que a criação e a evolução dos conceitos sejam feitas de forma independente e mesmo que os módulos sejam usados, independentemente, em aplicações específicas.

Os artefatos gerados nesta etapa foram:

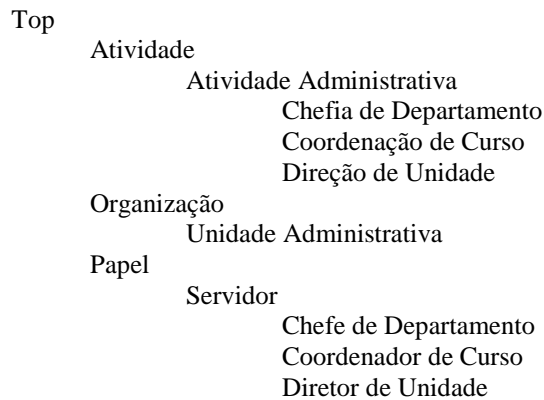
- a árvore de classificação dos conceitos dos módulos Acadêmico e Administrativo (incluindo, cada uma, as classes do módulo Base). Estas árvores são apresentadas nos Quadros 6 e 7.
- o alinhamento dos conceitos dos módulos Acadêmico e Administrativo (Quadro 8).
- os diagramas de relacionamentos das classes (para cada módulo e a integração na ontologia “global”), apresentados nas figuras 25, 26, 27 e 28.

Quadro 6. Árvore de classificação dos conceitos – módulo Acadêmico





Quadro 7. Árvore de classificação dos conceitos – módulo Administrativo



Quadro 8. Alinhamento dos conceitos dos módulos Acadêmico e Administrativo

Equivalência	Descrição
Área de Conhecimento ≡ Área de Interesse	Nesta ontologia, tanto as Áreas de Conhecimento quanto as Áreas de Interesse são representadas pelas Grandes Áreas definidas pela CAPES.
Unidade Acadêmica ≡ Unidade Administrativa	Como apenas o domínio Acadêmico está sendo considerado, as unidades administrativas são as próprias unidades acadêmicas.
Docente ≡ Servidor	Os docente são considerados servidores da Instituição. Além disso, as Unidades Acadêmicas são administradas por docentes.

3.3.1 Módulo Base

Este módulo (Figura 25) funciona como uma “ontologia de topo”, definindo conceitos básicos que são especializados nas ontologias de cada domínio (acadêmico e administrativo, destacado nas figuras através do retângulo).

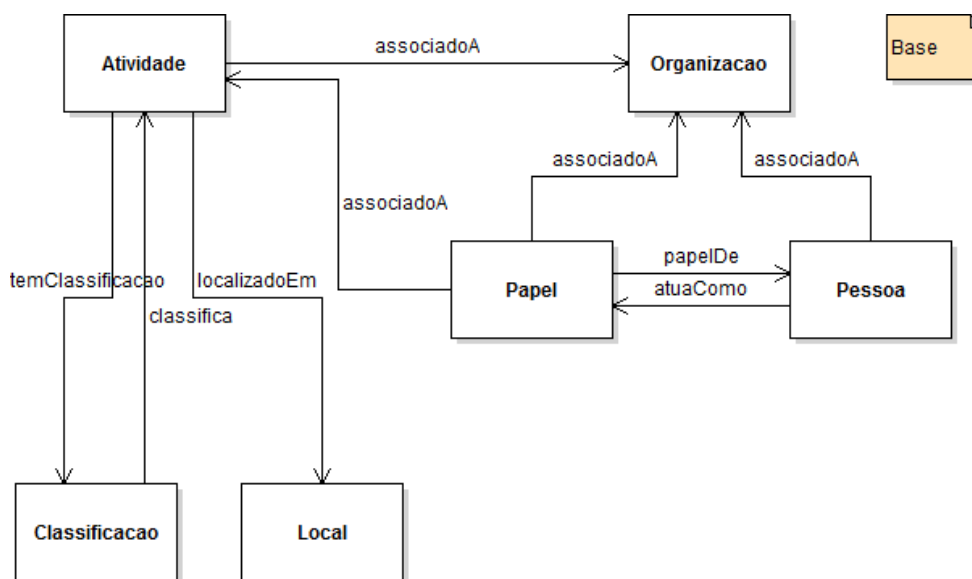


Figura 25 - Módulo Base

3.3.2 Módulo Acadêmico

Neste módulo (Figuras 26 e 27), temos as atividades acadêmicas, que podem ser de ensino, pesquisa ou extensão. As atividades de ensino estão relacionadas a um curso ou disciplina, as atividades de extensão aos projetos de extensão, e as atividades de pesquisa aos projetos de pesquisa, publicação, tese ou dissertação.

A classe Classificação considera a área de conhecimento do docente e do curso e a área de interesse do estudante. Assim, é possível associar os cursos às áreas de interesse do aluno. Ela permite também relacionar os docentes que possuem área de conhecimento compatível, podendo sugerir que eles participem de projetos ou indicá-los como orientadores de tese, dissertação ou participação em bancas.

O docente é associado às disciplinas de sua responsabilidade, está vinculado a um departamento acadêmico e tem uma determinada área de conhecimento. Havendo compatibilidade entre a área de conhecimento do docente e a área de interesse do estudante, eles poderão se envolver no desenvolvimento de projetos, orientação de tese, dissertação ou participação em bancas.

A classe Avaliação considera a avaliação da Capes e o nível de aproveitamento. Os critérios de avaliação adotados pela Capes são: ConceitoCapes3, ConceitoCapes4, ConceitoCapes5, ConceitoCapes6 e ConceitoCapes7. O nível de aproveitamento define se um curso é considerado como de nível alto, médio ou baixo, de acordo com o seu rendimento.

A classe Local generaliza os diversos locais da ontologia. A classe Organização permite a representação equivalente ao organograma físico da instituição, como a estrutura de

3.3.3 Módulo Administrativo

Neste módulo (Figura 28), temos as classes: Atividade, Organização e Papel. Na classe atividade, temos as atividades administrativas, como chefia de departamento, coordenação de curso e direção de unidade. Na classe organização, temos as unidades administrativas e, na classe papel, temos a indicação se o servidor é chefe do departamento, coordenador do curso ou diretor da unidade.

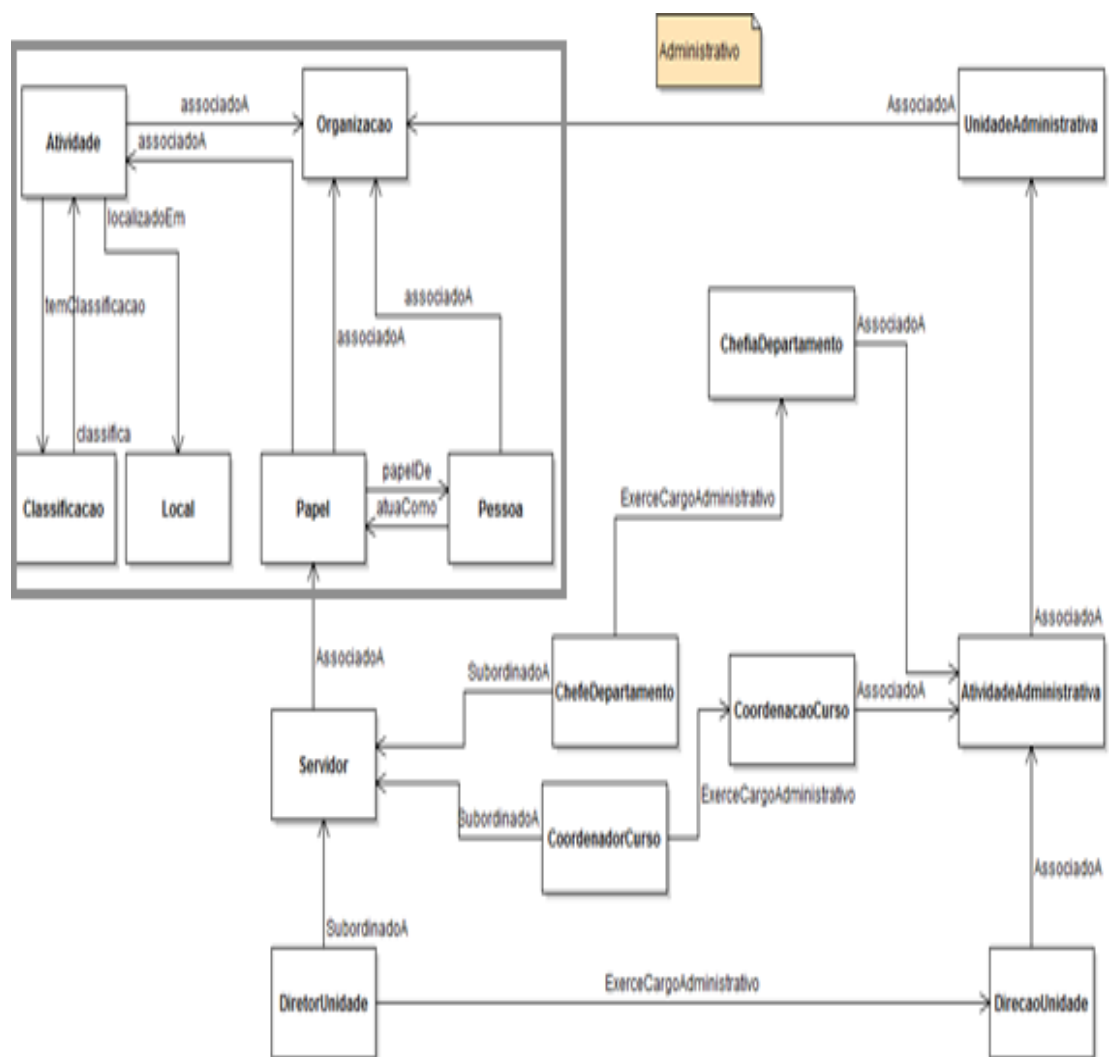


Figura 28 - Módulo Administrativo

3.3.4 Ontologia ontoAGA

A ontologia ontoAGA simplesmente agrega os dois módulos anteriores, através do mecanismo de importação.

3.4 Considerações Finais do Capítulo

Neste capítulo é apresentado o processo de concepção da ontologia ontoAGA, cujo principal objetivo é estruturar conceitos comuns às instituições de ensino superior no Brasil a partir do contexto da Universidade Federal de Juiz de Fora. A ontologia proposta é um complemento aos atuais sistemas de informação acadêmicas, possibilitando não só o registro e a descoberta de conhecimento, mas também promovendo o intercâmbio e a integração de informações entre instituições.

O processo de desenvolvimento da ontologia foi realizado através da abordagem QDAontology, descrevendo, nesta seção, três fases: especificação, conceitualização, e formalização.

Na elaboração da ontoAGA, os conceitos foram divididos em três módulos: base, acadêmico e administrativo. O módulo base contém as classes básicas e funciona como uma ontologia de topo. Ele é importado pelos módulos acadêmico e administrativo, que funcionam como ontologias de domínio. Esses dois últimos módulos são depois importados por uma única ontologia denominada global.

Na etapa de formalização foi realizado o alinhamento entre os conceitos dos módulos acadêmico e administrativo.

No capítulo seguinte, serão feitas as etapas de implementação e integração da ontologia.

4 Implementação e Integração da ontoAGA

Este capítulo dá sequência à aplicação da metodologia QDAontology, apresentando as etapas de Implementação e Integração, que visam efetivamente o uso da ontologia para a geração de informações e conhecimento.

Esta geração de informações e conhecimento através do uso de ontologias pode ser feita através de dois mecanismos: a classificação automática dos indivíduos/classes e a aplicação de regras. Em ontologias utilizando a linguagem OWL2, como é o caso da ontoAGA, a classificação automática pode ser feita através do uso de *classes definidas*, ou seja, classes cuja definição se dá através da aplicação de restrições sobre as *classes primitivas*. Outra forma de explorar a inferência de conhecimentos implícitos nas ontologias é através do uso de regras lógicas. As regras definem mecanismos genéricos de descoberta e geração de novos relacionamentos, com base nos relacionamentos existentes. A seção 4.1 apresenta algumas classes definidas e regras da ontologia ontoAGA.

Por outro lado, um dos objetivos da ontoAGA é a integração de dados baseados em tecnologias diversas. Grande parte das bases de dados está armazenada em bancos de dados relacionais. Assim, a integração da ontoAGA com este tipo de base de dados é um exemplo importante de uso da ontologia. Este exemplo é apresentado na seção 4.2.

4.1 Implementação

Na implementação ocorre o processo de criação da ontologia. Como ferramenta de desenvolvimento, utilizamos o Protégé 4.3 [PROTÉGÉ 2010]. Esta ferramenta possibilita a geração do código-fonte da ontologia (neste caso usando a linguagem OWL2) e também a sua documentação, através de **anotações** feitas na própria ontologia. A documentação completa de ontoAGA é apresentada no Apêndice 1. As Figuras 29 e 30 apresentam, respectivamente, exemplos da definição de classes e propriedades de objetos, como exemplos de implementação usando a ferramenta.

The screenshot displays the ontoAGA application interface. The top menu bar includes File, Edit, View, Reasoner, Tools, Refactor, Window, and Help. The address bar shows the URL 'global (http://www.semanticweb.org/ontoaga/global)' and a search field for entities. Below the menu bar are tabs for Data Properties, Annotation Properties, Individuals, OWLViz, DL Query, OntoGraf, Ontology Differences, and SPARQL Query. The main interface is divided into several panels:

- Class hierarchy (inferred):** Shows a tree structure starting with 'Thing' at the root. Under 'Thing' are 'Top', 'Atividade', 'AtividadeAdministrativa', 'Classificacao', 'Local', 'Organizacao', and 'Pessoa'. 'Atividade' is expanded to show sub-classes like 'AtividadeAcademica', 'AtividadeEnsino', 'AtividadeExtensao', and 'AtividadePesquisa'. 'AtividadeAcademica' includes 'Curso' and 'Disciplina'. 'AtividadeExtensao' includes 'ProjetoExtensao'. 'AtividadePesquisa' includes 'ProjetoPesquisa' and 'Publicacao'. 'AtividadeAdministrativa' includes 'ChefiaDepartamento', 'CoordenacaoCurso', and 'DirecaoUnidade'. 'Classificacao' includes 'AreaConhecimento' (equivalent to 'AreaInteresse'), 'Avaliacao', and 'ModalidadeCurso'. 'Local' includes 'Campus', 'Dependencia' (with 'Biblioteca', 'Laboratorio', 'SalaAula'), and 'Predio'. 'Organizacao' includes 'UnidadeAcademica' (equivalent to 'UnidadeAdministrativa') and 'UnidadeAdministrativ'. 'Pessoa' includes 'Docente' (equivalent to 'Servidor'), 'Estudante', 'Pesquisador', 'Servidor' (equivalent to 'Docente'), and 'Pessoa'.
- Annotations: Thing:** A panel for viewing annotations on the selected class, currently empty.
- Description: Thing:** A panel for viewing the description of the selected class, showing various logical relationships like 'Equivalent To', 'SubClass Of', 'Members', etc., each with a plus sign to expand.

Figura 29 – ontoAGA - Classes

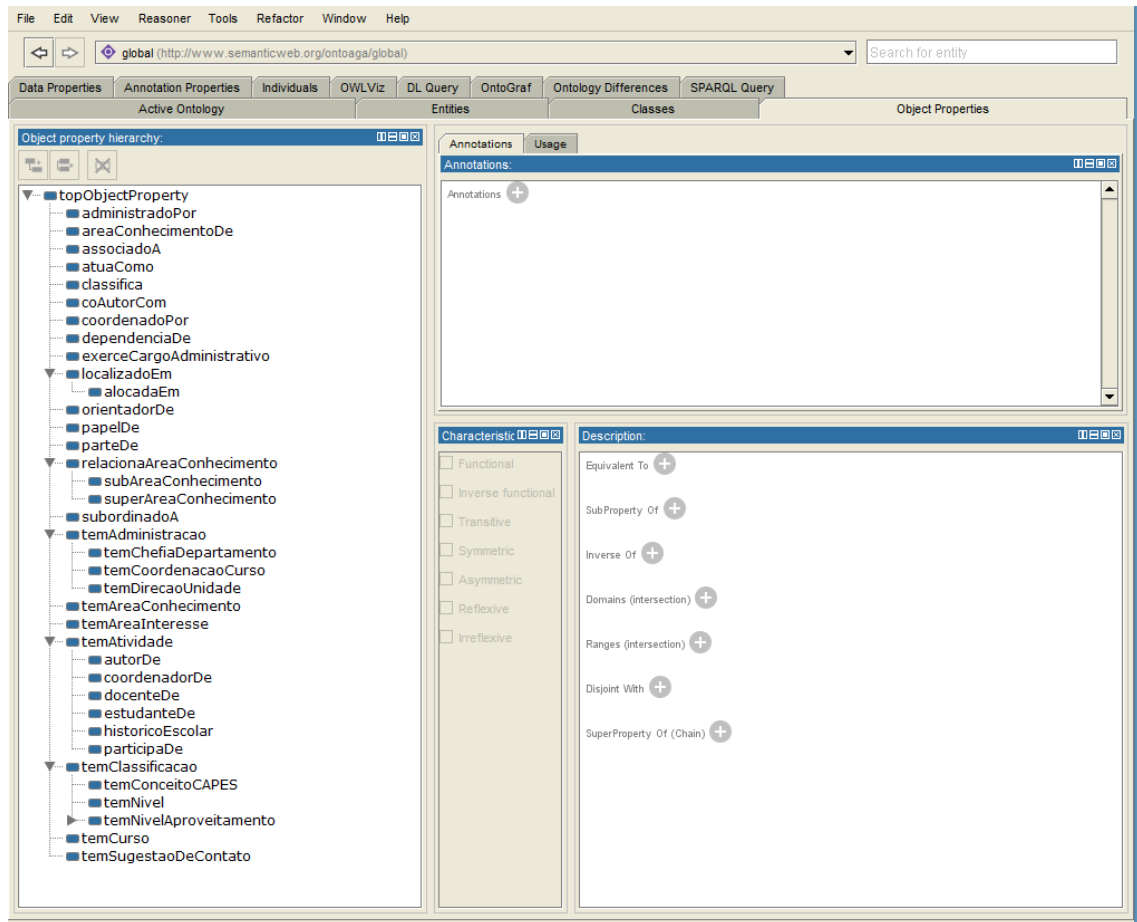


Figura 30 – ontoAGA - Propriedades

Esta etapa conta com o suporte do engenheiro ontológico e do desenvolvedor. As atividades presentes na implementação são: avaliação, documentação, gerência de configuração, qualidade e ambiente. Propriedades formais, semântica conceitual, logicamente correta, restrições e inferência automatizada são as características de qualidade essenciais na implementação.

As classes ditas *definidas* (em contraposição às classes ditas *primitivas*), as cadeias de propriedades (*property chains*) e as regras para inferência definidas na ontologia são apresentadas em detalhes na seção seguinte. O leitor deve perceber a ausência de propriedades de dados, uma vez que o objetivo é que tais dados sejam recuperados das bases originais.

4.1.1 Classes definidas

Esta seção apresenta alguns exemplos de classes definidas na ontologia ontoAGA.

4.1.1.1 Modalidade do curso

A classificação do curso segundo a modalidade a que pertence é feita através do

valor da propriedade *temClassificacao*.

<code>CursoGraduacao ≡ temClassificacao value Graduacao</code>
<code>CursoLatoSensu ≡ temClassificacao value LatoSensu</code>
<code>CursoStrictoSensu ≡ temClassificacao value StrictoSensu</code>

4.1.1.2 Disciplina

A classificação das disciplinas pode ser feita através de classes definidas.

<code>DisciplinaPratica ≡ alocadaEm some Laboratorio</code>

4.1.1.3 Papéis

Alguns dos papéis desempenhados pelas pessoas associadas à Instituição são também registrados como classes definidas, sendo inferidos pelo *reasoner*. Pode ser observado que uma classe pode ser definida com base em uma outra classe definida.

<code>Estudante ≡ estudanteDe some Curso</code>
<code>EstudanteGraduacao ≡ estudanteDe some CursoGraduacao</code>
<code>EstudanteLatoSensu ≡ estudanteDe some CursoLatoSensu</code>
<code>EstudanteStrictoSensu ≡ estudanteDe some CursoStrictoSensu</code>
<code>Pesquisador ≡ temAtividade some AtividadePesquisa</code>
<code>DocenteLaboratorio ≡ docenteDe some DisciplinaPratica</code>
<code>Orientador ≡ orientadorDe some Estudante</code>

4.1.2 Regras

Esta seção apresenta alguns exemplos de regras definidas na ontologia ontoAGA, que nos permitem, diferente das bases de dados relacionais e com maior grau de formalização, fazer inferências semanticamente ricas e importantes na geração de informações estratégicas.

4.1.2.1 Administração

Como estabelecido na ontologia, a administração de uma Unidade Acadêmica (ou Curso) está associada a um Cargo Administrativo (não a uma pessoa em particular), e uma Pessoa exerce este Cargo Administrativo. As regras seguintes fazem a associação da Unidade Acadêmica (ou Curso) com tal Pessoa.

<code>UnidadeAcademica(?x), exerceCargoAdministrativo(?z, ?y), temAdministracao(?x, ?y) -> administradoPor(?x, ?z)</code>
<code>Curso(?x), exerceCargoAdministrativo(?z, ?y), temCoordenacaoCurso(?x, ?y) -> coordenadoPor(?x, ?z)</code>

A regra a seguir estabelece a relação hierárquica entre os servidores, permitindo conhecer quais os chefes imediatos de cada servidor.

<code>Servidor(?m), Servidor(?x), Organizacao(?y), administradoPor(?y, ?m), associadoA(?x, ?y), DifferentFrom(?x, ?m) -> subordinadoA(?x, ?m)</code>

4.1.2.2 Acadêmico

A regra seguinte estabelece a transitividade da propriedade *temCurso*, em relação às Unidades Acadêmicas (possibilitando, por exemplo, saber quais os cursos oferecidos por uma Universidade a partir da oferta de cursos pelas Faculdades e Institutos).

```
UnidadeAcademica(?x), UnidadeAcademica(?y), temCurso(?y, ?z),
associadoA(?x, ?y) -> temCurso(?x, ?z)
```

A regra a seguir, bastante comum em ontologias que envolvem publicações, permite conhecer os coautores de uma dada publicação, sem que esta coautoria seja definida explicitamente.

```
Publicacao(?y), autorDe(?x, ?y), autorDe(?z, ?y), DifferentFrom
(?x, ?z) -> coAutorCom(?x, ?z)
```

A próxima regra define que, se um Curso está associado a uma certa Área de Conhecimento, o Coordenador daquele Curso também pode ser associado à mesma Área de Conhecimento.

```
Curso(?x), temAreaConhecimento(?x, ?w),
exerceCargoAdministrativo(?z, ?y), temCoordenacaoCurso(?x, ?y) ->
temAreaConhecimento(?z, ?w)
```

4.1.3 Property chains

As regras para recomendação de contato (que associam as pessoas com interesse em alguma área de conhecimento com as pessoas ligadas a esta área de conhecimento) foram implementadas através do uso de cadeias de propriedades (property chains).

```
temAreaInteresse o areaConhecimentoDe o papelDe -> temSugestaoDeContato
temAreaInteresse o superAreaConhecimento o areaConhecimentoDe o papelDe ->
temSugestaoDeContato
```

4.2 Integração

A atividade de integração considera o reuso e a compatibilidade com outras ontologias existentes. Para efetivar esta fase e, de maneira complementar, avaliar a possibilidade de integração da ontoAGA com outras ontologias existentes no mesmo domínio, utilizamos a ontologia HERO (Zemmouchi-Ghomari & Ghomari, 2013). A integração é uma parte da metodologia QDAOntology, que foi acrescentada na dissertação apenas como uma exemplificação da possibilidade de integração da ontoAga com outras ontologias. O uso da Hero é apenas para exemplificação, já que esta é também uma ontologia no domínio acadêmico.

Os principais mecanismos que possibilitam a interoperabilidade são: combinação, alinhamento, integração e mapeamento de ontologias, descritos a seguir.

Segundo [SOUZA JUNIOR, 2008], na **combinação** de ontologias obtemos como resultado as ontologias originais combinadas em uma única ontologia, que agregue todos os termos das ontologias combinadas, sem uma definição clara da origem de cada um. Geralmente as ontologias originais descrevem domínios similares ou de sobreposição.

O **alinhamento** constitui um conjunto de correspondências entre duas ou mais ontologias. O alinhamento é o resultado do processo de correspondência [EUZENAT, J., SHVAIKO, P. 2007]. No alinhamento de ontologias obtém-se como resultado as duas ontologias originais separadas, nas quais são adicionadas ligações entre seus termos equivalentes. Estas ligações permitem que as ontologias alinhadas reusem informações umas das outras. O alinhamento normalmente é realizado quando as ontologias são de domínios complementares [SOUZA JUNIOR, H. C. 2008].

A **integração** de ontologias pode ser definida, de maneira resumida, como a inclusão de uma ontologia em outra ontologia e afirmações que expressam a ligação entre as ontologias, geralmente através de axiomas que servem como “ponte”. A ontologia integrada contém o conhecimento de ambas as ontologias iniciais. Na integração de ontologias obtemos como resultado uma ontologia única, criada pela montagem, extensão, especialização ou adaptação de outras ontologias de assuntos diferentes [SOUZA JUNIOR, H. C. 2008].

Finalmente, o **mapeamento** é considerado como a versão orientada de um alinhamento. Cada entidade de uma ontologia é mapeada para, no máximo, uma entidade da outra ontologia. O mapeamento pode ser visto como uma coleção de regras orientadas na mesma direção, ou seja, a partir de uma ontologia para a outra [EUZENAT, J., SHVAIKO, P. 2007]. No mapeamento de ontologias obtemos como resultado uma estrutura formal com expressões que ligam os termos de uma ontologia aos termos de outra ontologia. Este mapeamento pode ser usado para transferir instâncias de dados, esquemas de integração e de combinação e outras tarefas similares [SOUZA JUNIOR, H. C. 2008].

Para esta etapa, optamos pelo **mapeamento** da ontologia ontoAGA para a ontologia HERO. A implementação do mapeamento foi feita através de declarações OWL usando a propriedade *owl:equivalentClass*. Esta propriedade associa a descrição de uma classe à descrição de outra classe. O significado deste axioma é que as duas classes possuem a mesma extensão (ou seja, as extensões de ambas as classes contém o mesmo conjunto de indivíduos). As declarações de equivalência foram registradas em arquivo OWL separado, que importa as ontologias ontoAGA e HERO. O Quadro 9 mostra as classes que foram mapeadas através

deste mecanismo.

Quadro 9. Mapeamento de classes ontoAGA x HERO

Classe ontoAGA	Classe HERO
ontoAGA:Curso	hero:Course
ontoAGA:Estudante	hero:Student
ontoAGA:Projeto	hero:Project
ontoAGA:Departamento	hero:Department
ontoAGA:Faculdade OU ontoAGA:Instituto	hero:Faculty

4.3 Considerações Finais do Capítulo

Neste capítulo foi apresentado o processo de desenvolvimento da ontologia. Foi utilizado o Protégé 4.3, que possibilita a geração do código-fonte da ontologia, usando a linguagem OWL2 e também a sua documentação, através das anotações feitas na própria ontologia. Toda a documentação da ontoAGA é apresentada, no apêndice, no final da dissertação. Na ontologia estão presentes as propriedades de objetos, mas não as propriedades de dados, uma vez que, estes dados são recuperados das bases de dados originais.

Para avaliar a possibilidade de integração da ontoAGA com outras ontologias existentes no domínio, utilizamos a ontologia HERO. Para esta etapa, optamos pelo mapeamento entre as duas ontologias. A implementação do mapeamento foi feita através de declarações OWL, usando a propriedade owl:equivalentClass. Esta propriedade associa a descrição de uma classe à descrição da outra classe. As declarações de equivalência foram registradas em arquivo OWL separado, que importa as ontologias ontoAGA e HERO. As classes mapeadas foram curso, estudante, projeto, departamento, faculdade e instituto. As provas de conceito são apresentadas no capítulo seguinte. Como não existe ainda um modelo de referência da área acadêmica nas instituições de ensino superior do Brasil, a proposta da ontoAGA sinaliza como uma possibilidade de integração com outras ontologias que retratem a realidade de uma instituição em particular. Esta integração amplia a consistência e a clareza dos conceitos e as relações do domínio de forma a permitir o desenvolvimento de aplicações futuras.

5 Avaliação da ontoAGA

Neste capítulo é apresentada uma avaliação preliminar da ontologia ontoAGA. O objetivo desta avaliação é demonstrar a validade das hipóteses deste trabalho, ou seja, verificar se o uso de ontologias e outras tecnologias da Web Semântica podem contribuir com a exposição e integração de dados legados.

5.1 Definição e Planejamento do Método de Pesquisa

Com o objetivo de estruturar o processo de avaliação, foi utilizado o método GQM [BASILI, 1994] como base. Neste método são definidos cinco elementos que compõe o estudo, sendo eles: o objeto do estudo; o objetivo do estudo; o foco do estudo; o ponto de vista do estudo; e por fim o contexto em que se aplica. Sendo assim, o estudo aplicado nesta avaliação foi estruturado da seguinte maneira:

“Analisar a utilização de tecnologias de web semântica, principalmente ontologias, com o propósito de propor um modelo de referência com relação à dados e processos associados à gestão acadêmica do ponto de vista do usuário e aplicações que necessitam destes dados e processos no contexto da exposição e integração dos dados disponíveis em sistemas legados ”

Para este estudo é apresentada uma hipótese com o intuito de oferecer respostas aos problemas apresentados neste trabalho, sendo ela: *ao utilizarmos tecnologias de web semântica, como ontologias, podemos facilitar a utilização dos recursos de informação por aplicações e ou usuários relacionados à gestão acadêmica..*

O método de pesquisa adotado para verificar a hipótese deste trabalho foi a realização de provas de conceitos (*Proof of Concept- PoC*). Apesar de não apresentar o formalismo de um estudo experimental, a realização de provas de conceitos contribuiu para a avaliação preliminar da hipótese formulada. Além disso, possibilitou também a verificação da viabilidade da ontologia proposta nesta dissertação.

5.2 Provas de Conceito

5.2.1 Cenários das Provas de Conceito

Três cenários foram estruturados para avaliar a aplicação da ontologia ontoAGA. Um primeiro cenário teve por objetivo a utilização de dados fictícios e a aplicação dos mecanismos de inferência, a fim de se observar o tipo de conhecimento gerado. Um segundo cenário explorou a possibilidade de integração de bases de dados semânticas com bases de

dados relacionais. Finalmente, um terceiro cenário, avaliou a eficácia de uso de ontologias como mecanismo de integração semântica entre bases de dados relacionais. Os três cenários são apresentados a seguir.

5.2.2 Cenário I

Neste cenário foi criada uma ontologia contendo indivíduos fictícios para cada classe ontoAGA. Sobre esta ontologia foi executado o mecanismo de inferência e os resultados gerados foram validados contra as classes definidas e regras (seção 5.1).

Esta inferência foi executada dentro do próprio ambiente de desenvolvimento Protégé, com uso do reasoner Pellet. Os resultados obtidos após o processo de inferência para as classes definidas CursoGraduacao, Pesquisador e Orientador são apresentados nas figuras 31, 32 e 33.

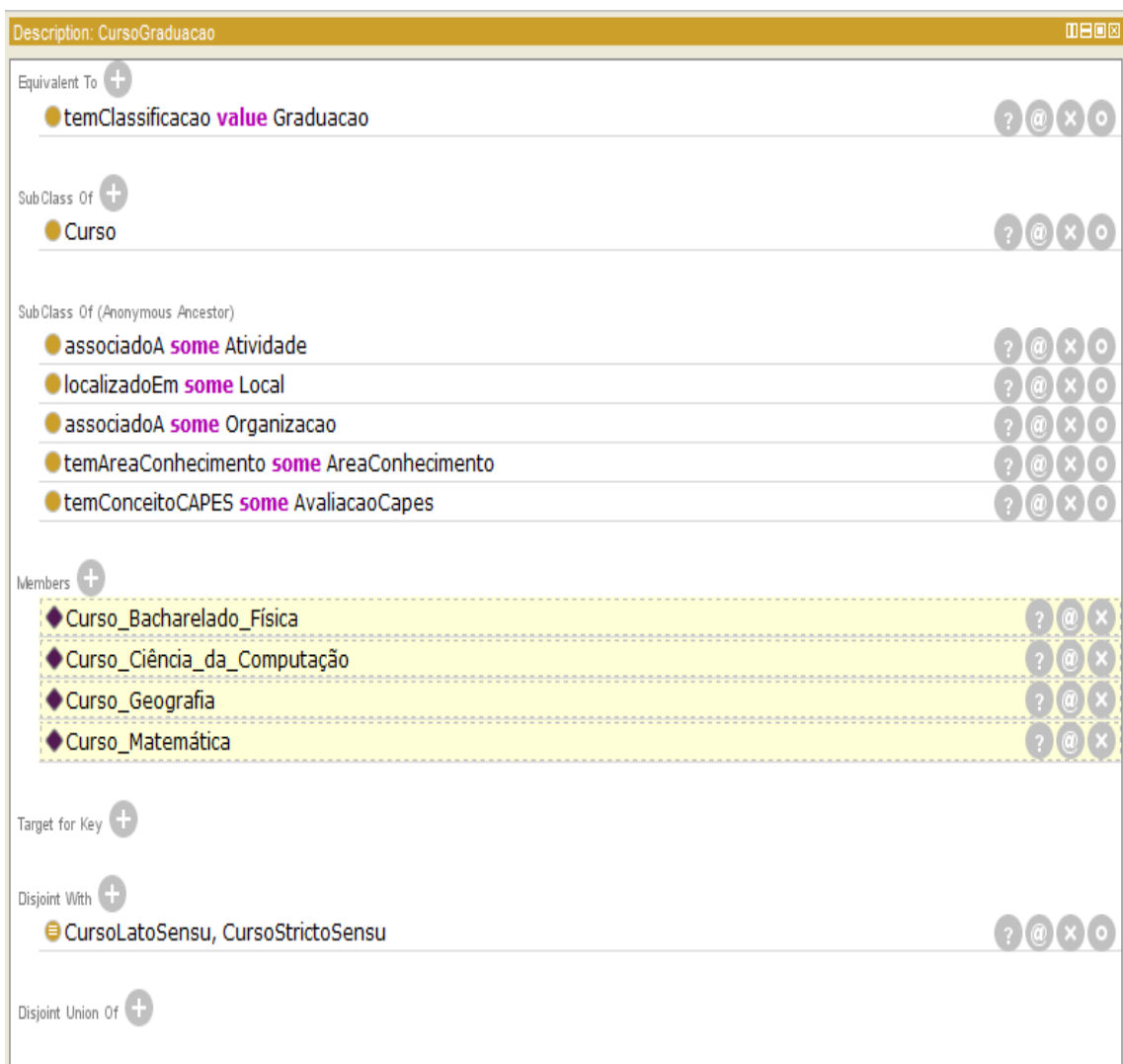


Figura 31 – Resultado da inferência – parte 1

Description: Pesquisador

Equivalent To **temAtividade** **some** AtividadePesquisa

SubClass Of **Papel**

SubClass Of (Anonymous Ancestor)

- associadoA** **some** Atividade
- associadoA** **some** Papel

Members

- Docente10
- Docente2
- Docente3
- Estudante13
- Estudante14
- Estudante15
- Estudante4
- Estudante5

Target for Key

Disjoint With

Disjoint Union Of

Figura 32 – Resultado da inferência – parte 2

Description: Orientador

Equivalent To **orientadorDe** **some** Estudante

SubClass Of

- Docente**
- Servidor**

SubClass Of (Anonymous Ancestor)

- associadoA** **some** Atividade
- associadoA** **some** Papel
- Servidor**
- Docente**
- subordinadoA** **some** Servidor
- associadoA** **some** Organizacao
- temAreaConhecimento** **some** AreaConhecimento
- docenteDe** **some** Disciplina

Members

- Docente10
- Docente2
- Docente3

Target for Key

Disjoint With

Figura 33 – Resultado da inferência – parte 3

A figura 34 mostra o resultado da inferência para o indivíduo Docente2, apresentando tanto os axiomas que foram estabelecidos a priori quanto aqueles que foram inferidos. Destaca-se, na figura, a classificação automática do indivíduo em diversas classes além de Docente, bem como o resultado da aplicação das regras em subordinadoA e coAutorCom.

Figura 34 – Resultado da inferência – Indivíduo

Outra forma de avaliar a abrangência da ontologia é verificar que tipos de consultas ela é capaz de responder. Para esta avaliação, a ontologia inferida, isto é, com os indivíduos. Foi usada como uma base de dados (*dataset*) e publicada como um *SPARQL endpoint*, permitindo a consulta aos dados via protocolo HTTP. Para este teste foi usado o servidor SPARQL Fuseki (FUSEKI 2015). As figuras 35, 36 e 37 mostram a execução de algumas consultas SPARQL (indicadas na própria figura, como comentário), utilizando o servidor Fuseki.

```
5
6 ##
7 ## Quem administra UnidadeAcademica?
8 ##
9
10 select ?unidade ?docente
11 where {
12     ?unidade a acad:UnidadeAcademica.
13     ?docente a acad:Docente.
14     ?unidade adm:administradoPor ?docente.
15 }
16 order by ?unidade
17
```

QUERY RESULTS

Raw Response Table  Show 50 entries

	unidade	docente
1	ind:Depto_de_Computação	ind:Docente7
2	ind:Depto_de_Física	ind:Docente1
3	ind:Depto_de_Matemática	ind:Docente4

Figura 35 – Consulta SPARQL - 1

```

5
6 ##
7 ## Quem coordena o Curso?
8 ##
9
10 select ?curso ?docente
11 where {
12     ?curso a acad:Curso.
13     ?docente a acad:Docente.
14     ?curso acad:coordenadoPor ?docente.
15 }
16 order by ?unidade
17
18

```

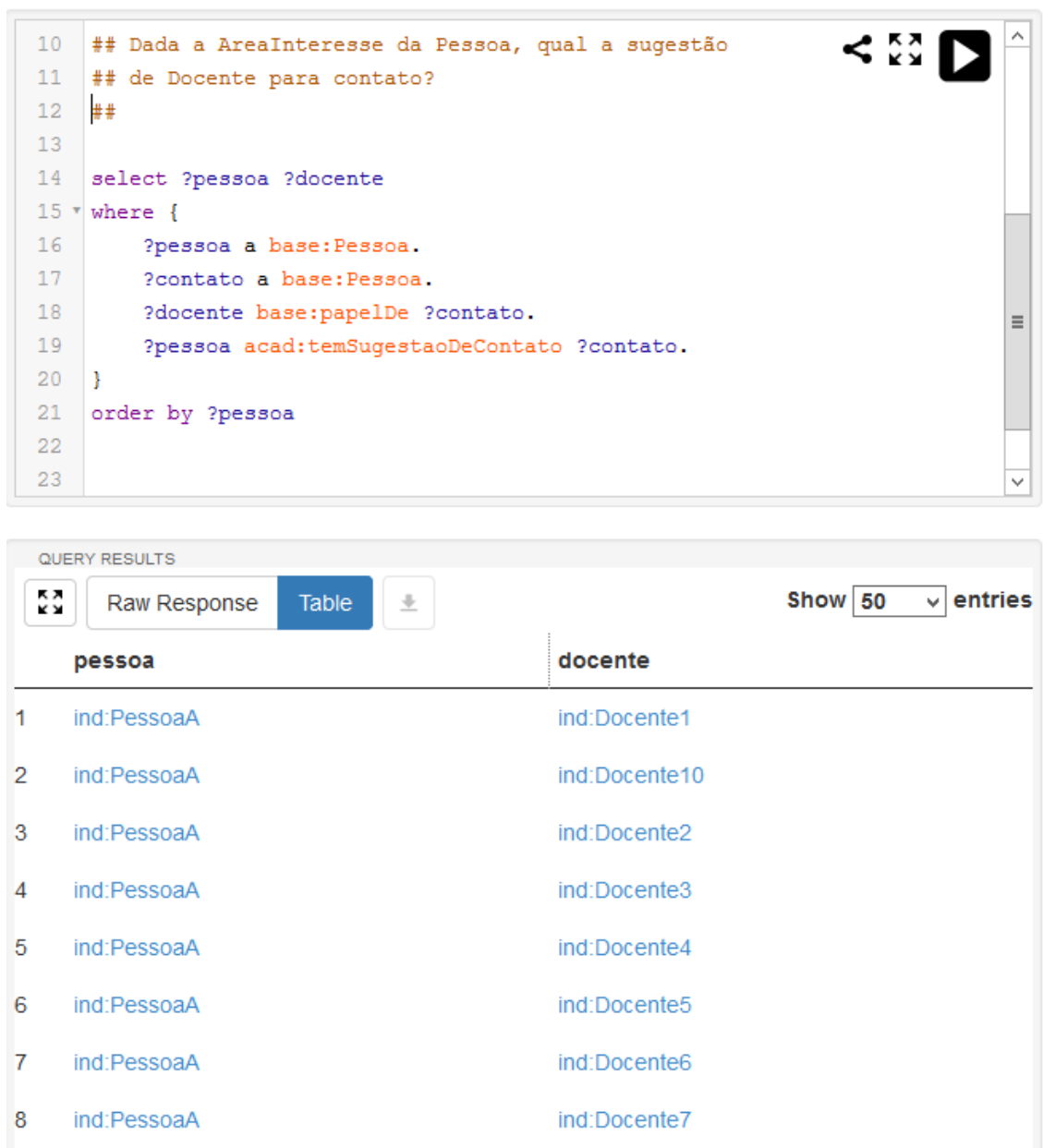
QUERY RESULTS

Raw Response **Table**  Show entries

	curso	docente
1	ind:Curso_Bacharelado_Física	ind:Docente2
2	ind:Curso_Ciência_da_Computação	ind:Docente8
3	ind:Curso_Matemática	ind:Docente5

Showing 1 to 3 of 3 entries

Figura 36 – Consulta SPARQL - 2




```

10 ## Dada a AreaInteresse da Pessoa, qual a sugestão
11 ## de Docente para contato?
12 ##
13
14 select ?pessoa ?docente
15 where {
16     ?pessoa a base:Pessoa.
17     ?contato a base:Pessoa.
18     ?docente base:papelDe ?contato.
19     ?pessoa acad:temSugestaoDeContato ?contato.
20 }
21 order by ?pessoa
22
23

```

QUERY RESULTS

Raw Response Table  Show 50 entries

	pessoa	docente
1	ind:PessoaA	ind:Docente1
2	ind:PessoaA	ind:Docente10
3	ind:PessoaA	ind:Docente2
4	ind:PessoaA	ind:Docente3
5	ind:PessoaA	ind:Docente4
6	ind:PessoaA	ind:Docente5
7	ind:PessoaA	ind:Docente6
8	ind:PessoaA	ind:Docente7

Figura 37 – Consulta SPARQL - 3

5.2.3 Cenário II

Neste cenário procurou-se avaliar a efetividade do uso da ontologia ontoAGA como mecanismo de integração entre dois ambientes distintos. Por um lado temos as ontologias, com a possibilidade de aplicação de mecanismos de inferência para descoberta de relações implícitas; no entanto, é conhecida a dificuldade atual de aplicação destes mecanismos sobre um volume muito grande de dados. Por outro lado, temos as bases de dados relacionais, que possibilitam o armazenamento de volumes grandes de dados, mas não possuem, em geral, mecanismos para inferências.

A fim de promover a integração destes dois ambientes e possibilitar a publicação de

dados legados na Web Semântica, diversas opções têm sido apresentadas. Neste estudo utilizamos a plataforma D2RQ (D2RQ, 2015). D2RQ é um sistema para acessar bases de dados relacionais como um grafo RDF virtual, possibilitando o acesso aos dados sem a necessidade de replicação dos mesmos em uma base RDF. Basicamente, o sistema funciona com três componentes:

- Uma linguagem, que permite criar um mapeamento entre o esquema do banco de dados e uma ontologia;
- Um mecanismo implementado como um plugin para o framework Jena Semantic Web (JENA, 2015), que converte consultas em SPARQL para consultas SQL;
- Um servidor HTTP que recebe as solicitações em SPARQL e consulta o banco de dados, devolvendo as triplas RDF correspondentes à consulta.

Além disso, o sistema D2RQ permite também, quando desejado, o dump da base de dados em forma de um triple-store RDF.

Para o teste de uso da ontoAGA juntamente com o sistema D2RQ, foi criada uma pequena base de dados de exemplo (chamada DB1), utilizando o SGBD Mysql (MYSQL, 2015). O esquema desta base é apresentado na figura 38 e o script de criação do banco de dados, bem com os dados usados no teste são apresentados no Anexo 2.

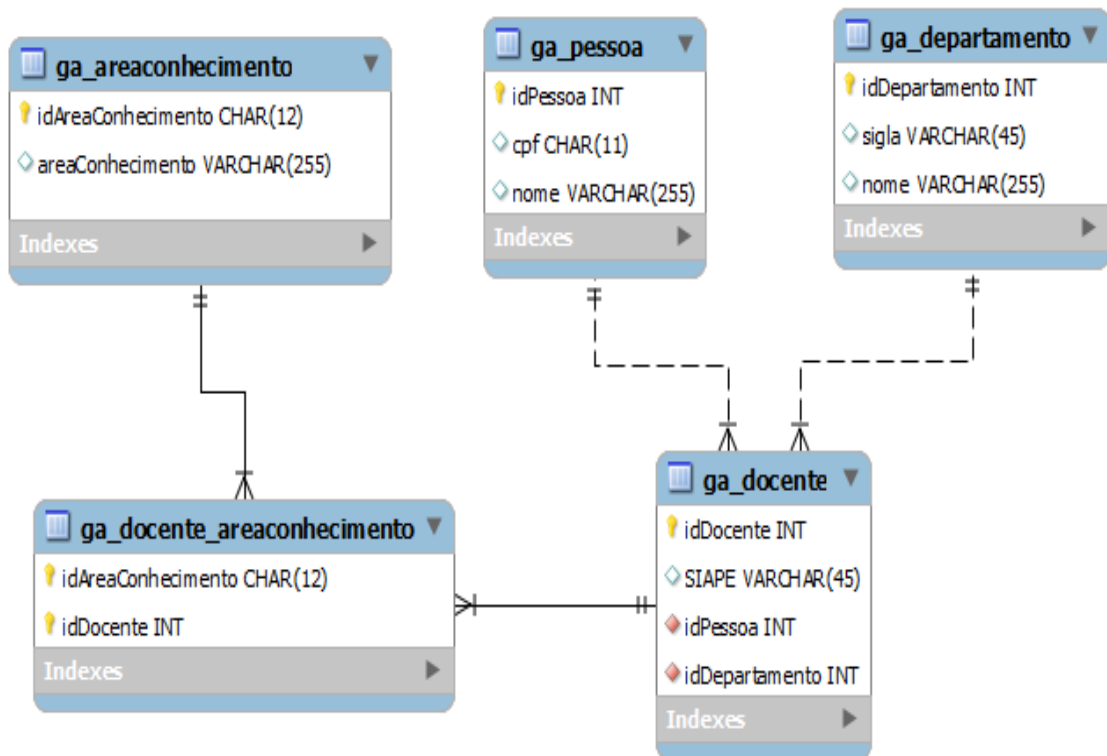


Figura 38 – Esquema da base de dados DB1

Seguindo a proposta da ontoAGA de trabalhar na ontologia apenas com os indivíduos (sem propriedades de dados), dois mapeamentos foram criados:

- um mapeamento para fazer o *dump* dos identificadores de cada entidade. Neste caso, optou-se por usar como identificador não a chave primária de cada tabela (uma vez que as tabelas possuem chaves cegas e poderia haver conflitos na nomeação dos indivíduos), mas os campos que possam ser mais legíveis na ontologia. Assim, a entidade Pessoa foi identificada pelo CPF, a entidade Departamento pela Sigla do departamento e a entidade Docente pelo número SIAPE. Este mapeamento é apresentado no Anexo 3. A ontologia gerada a partir deste mapeamento é usada para aplicação do mecanismo de inferência.
- um mapeamento para acesso aos dados do banco de dados, usado pelo servidor D2RQ. Este mapeamento é apresentado no Anexo 4.

Para o teste, foi criado um indivíduo PessoaA com interesse na área de Matemática. Executada a inferência duas Pessoas são apresentadas como possíveis contatos, conforme a figura 39.

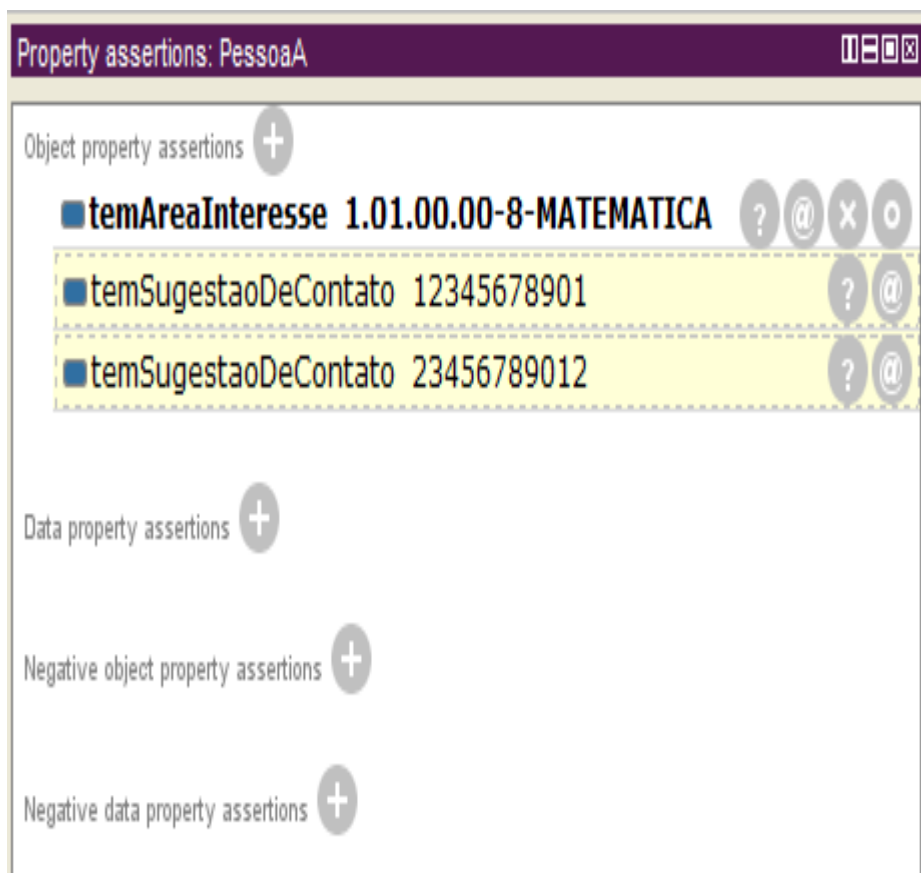


Figura 39 – Resultado da inferência

Os indivíduos relativos a Pessoas são representados pelo CPF. Para se obter os demais dados, a ontologia contendo todos os axiomas inferidos é carregada no servidor Fuseki para possibilitar as consultas via SPARQL. Como parte dos dados é acessível via outro servidor (o servidor D2RQ), é utilizado o comando SPARQL-Federado (SPARQL, 2015) SERVICE. A figura 40 mostra a estrutura do cenário criado e a figura 41 apresenta a consulta SPARQL federada, com o respectivo resultado (apresentando os nomes das pessoas obtidos através de consulta ao banco de dados).

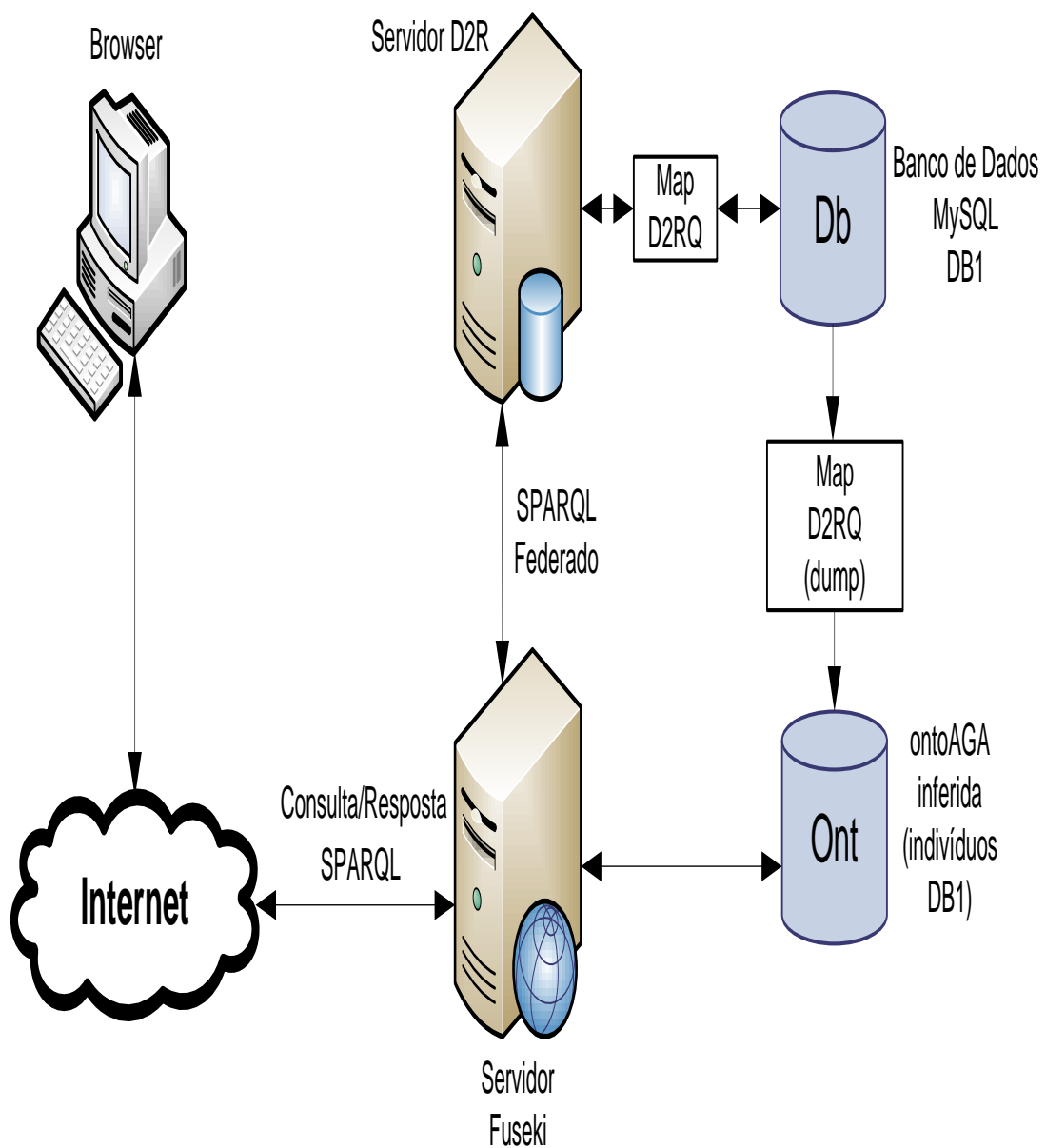



Figura 40 – SPARQL Federado

```

9 PREFIX db1: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/db1/ind#>
10 PREFIX ont: <http://www.semanticweb.org/ontoAGA#>
11 PREFIX vocab: <http://localhost:2020/resource/vocab/>
12
13 SELECT *
14 WHERE {
15   ?subject ont:temAreaInteresse ?area.
16   ?subject ont:temSugestaoDeContato ?cpf.
17   SERVICE <http://localhost:2021/sparql> {
18     ?cpf ont:ga_pessoa_nome ?nome.
19   }
20
21 }

```

QUERY RESULTS

Raw Response **Table**  Search: Show entries

	subject	area	cpf	nome
1	db1:PessoaA	ont:1.01.00.00-8-MATEMATICA	ont:12345678901	"Jose Maria da Silva"
2	db1:PessoaA	ont:1.01.00.00-8-MATEMATICA	ont:23456789012	"Edison Pereira Silva"

Showing 1 to 2 of 2 entries

Figura 41 – Consulta com SPARQL Federado

5.2.4 Cenário III

Finalmente, um terceiro cenário foi criado a fim de avaliar a proposta de integração entre bases de dados distintas, armazenadas em bancos de dados relacionais de diferentes tecnologias. Desta forma, além do banco de dados DB1, apresentado na seção anterior, foi feito um mapeamento para uma pequena porção do banco de dados do SIGA (o sistema de gestão acadêmica da UFJF), que utiliza o SGBD Oracle (ORACLE, 2015). Os mapeamentos utilizados são apresentados nos Anexos 4 e 5, respectivamente.

Para o teste, foi criada uma ontologia que importa os *dumps* gerados para o banco DB1 e para o banco SIGA. Um indivíduo Pessoa B foi inserido na ontologia, com interesse na área de Ciências Exatas. O resultado da execução do mecanismo de inferência é apresentado na figura 42. As sugestões de contatos incluem tanto pessoas do banco de dados DB1 quanto do banco de dados SIGA (a tarja foi utilizada para se manter a privacidade dos dados).

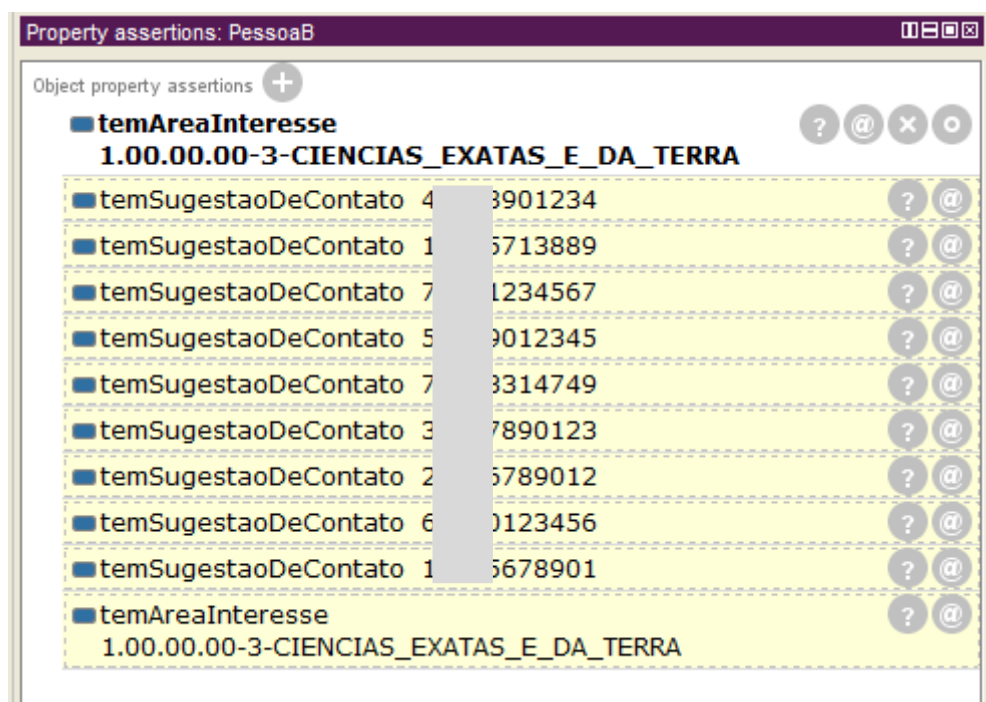


Figura 42 – Resultado da inferência

Como no cenário II, foi utilizado o servidor Fuseki, com o comando SPARQL-Federado SERVICE. A figura 43 mostra a estrutura do cenário III e as figura 44 e 45 apresentam a consulta SPARQL federada, com o respectivo resultado, apresentando os nomes das pessoas e os departamentos aos quais estão associados, obtidos através de consulta a ambos os bancos de dados (os nomes dos docentes da UFJF foram alterados, a fim de se manter a privacidade dos dados).

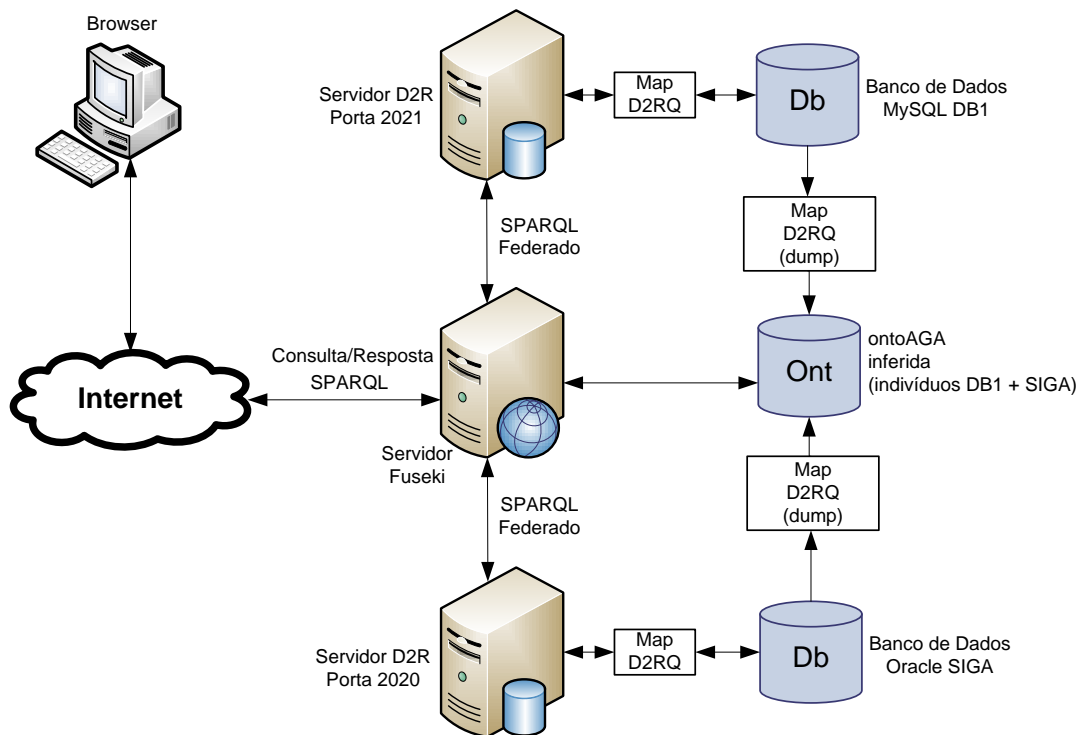


Figura 43 – SPARQL Federado com mapeamento D2RQ

```

4
5 SELECT ?subject ?area ?nome ?depto
6 WHERE {
7   ?subject ont:temAreaInteresse ?area.
8   ?subject ont:temSugestaoDeContato ?cpf.
9   OPTIONAL{SERVICE <http://localhost:2020/sparql> {
10    ?cpf ont:Pessoa_nome ?nome.
11    ?docente ont:papelDe ?cpf.
12    ?docente ont:associadoA ?depto.
13   } }
14   OPTIONAL{SERVICE <http://localhost:2021/sparql> {
15    ?cpf ont:ga_pessoa_nome ?nome.
16    ?docente ont:ga_docente_idPessoa ?cpf.
17    ?docente ont:associadoA ?depto.
18   } }
19 }
20 LIMIT 25
21
22

```

Figura 44 – Consulta SPARQL Federado

QUERY RESULTS

Raw Response Table

Search: Show 50 entries

	subject	area	nome	depto
1	join:PessoaB	ont:1.00.00.00-3-CIENCIAS_EXATAS_E_DA_TERRA	"Jose Maria da Silva"	ont:DB1_DEPMAT
2	join:PessoaB	ont:1.00.00.00-3-CIENCIAS_EXATAS_E_DA_TERRA	"Edison Pereira Silva"	ont:DB1_DEPMAT
3	join:PessoaB	ont:1.00.00.00-3-CIENCIAS_EXATAS_E_DA_TERRA	"Ana Paula Dias"	ont:DB1_DEPFIS
4	join:PessoaB	ont:1.00.00.00-3-CIENCIAS_EXATAS_E_DA_TERRA	"Carlos Antonio Moreira"	ont:DB1_DEPFIS
5	join:PessoaB	ont:1.00.00.00-3-CIENCIAS_EXATAS_E_DA_TERRA	"Felipe Carlos Newman"	ont:DB1_DEPCC
6	join:PessoaB	ont:1.00.00.00-3-CIENCIAS_EXATAS_E_DA_TERRA	"Paulo Roberto Hagen"	ont:DB1_DEPCC
7	join:PessoaB	ont:1.00.00.00-3-CIENCIAS_EXATAS_E_DA_TERRA	"Sonia Maria Frees"	ont:DB1_DEPCC
8	join:PessoaB	ont:1.00.00.00-3-CIENCIAS_EXATAS_E_DA_TERRA	"JOSE FULANO XYZ"	ont:UFJF_DEP_FIS
9	join:PessoaB	ont:1.00.00.00-3-CIENCIAS_EXATAS_E_DA_TERRA	"WILSON SICRANO ABC"	ont:UFJF_DEP_FIS

Showing 1 to 9 of 9 entries

Figura 45 – Resultado da consulta SPARQL Federado

5.3 Considerações Finais do Capítulo

Neste capítulo foram apresentadas três provas de conceito para verificação da efetividade da proposta. A geração de informações e conhecimento usando ontologias pode ser feito através de dois mecanismos: a classificação automática dos indivíduos/classes e a aplicação de regra. A classificação automática na ontoAGA foi feita usando classes definidas, cuja definição se dá através da aplicação de restrições sobre as classes primitivas.

As regras lógicas definem mecanismos genéricos de descoberta e geração de novos relacionamentos baseando-se nos relacionamentos existentes. Este capítulo apresentou alguns exemplos de regras definidas na ontoAGA e uso de cadeias de propriedades (*property chains*). Na primeira prova de conceito foi apresentado um cenário com as implementações das definições acima.

Um dos objetivos da ontoAGA é a integração de dados baseados em tecnologias diversas. Na segunda prova de conceito foi apresentado um cenário que avaliou a efetividade do uso da ontoAGA, como mecanismo de integração entre dois ambientes distintos, a ontologia e bases de dados relacionais. Para esta avaliação foi criada uma base de dados Mysql.

A terceira prova de conceito apresentou um cenário para avaliar a proposta de integração entre bases de dados distintas, armazenadas em banco de dados relacionais de diferentes tecnologias. Para esta avaliação foram usadas uma base de dados Mysql e outra Oracle.

As três provas de conceito mostraram a viabilidade de se usar ontologias para integração de dados baseados em tecnologias diversas e como mecanismo de integração entre dois ambientes distintos, a ontologia e bases de dados relacionais. Dessa forma, tem-se indícios de que as hipóteses apresentadas nesta dissertação podem ser confirmadas, já que a ontologia ontoAGA pode ajudar a exposição de dados legados na Web Semântica, de forma padronizada e essa forma possibilita a integração de bases de dados legados de diferentes estruturas e tecnologias.

Como ameaça a validade das provas de conceito destaca-se a utilização de dados fictícios e da base de dados do SIGA, que possui um modelo de dados específico baseado na realidade da UFJF.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo apresenta as considerações finais desta dissertação e aponta a importância da integração de dados baseada em tecnologias diversas. Grande parte dos dados das instituições acadêmicas está armazenada em bases de dados relacionais. Assim, a integração da ontologia com essas bases de dados é um exemplo importante, pois permitirá a publicação desses dados na web Semântica.

Seguindo a proposta deste trabalho, visando atingir os objetivos estabelecidos inicialmente, foi desenvolvida uma ontologia, utilizando:

- os conceitos de classes primitivas e definidas;
- as regras, através de fórmulas e cadeias de propriedades, que estão disponíveis no OWL2, ou seja, a *property chain*, extraindo assim novos conhecimentos da ontologia;
- consultas usando o sistema Fuseki, que é um servidor que suporta o protocolo SPARQL HTTP, a linguagem SPARQL Query e a linguagem SPARQL Update. As consultas podem ser federadas, ou seja, acessar mais de uma fonte de dados através do uso da operação SERVICE.

Ontologias são muito eficientes para trabalhar com inferências, mas quando incluímos nela uma maior quantidade de indivíduos, o tempo para inferências torna-se muito grande, podendo ocorrer estouro de memória. Por exemplo, quando incluímos os docentes de um departamento, cursos e alguns estudantes, as inferências indicaram como sugestões os cursos e docentes de uma área de conhecimento relacionados com a área de interesse do estudante. Mas, quando incluímos uma quantidade maior de indivíduos na ontologia, isto é, todos os docentes da UFJF, durante a inferência, ocorreu estouro de memória.

Assim, para lidar com grandes volumes de dados, a proposta incluiu o processo de integração entre tecnologias diferentes, por exemplo, entre ontologias e bancos de dados relacionais. Neste caso, na ontologia, as classes terão como indivíduos apenas as chaves relacionadas com as tabelas da base de dados. Dessa maneira, as inferências apontarão as chaves, que serão usadas para pesquisa na base de dados, acessando os demais dados. Por exemplo, através das inferências na ontologia, temos a matrícula do estudante, o CPF do docente, o código do curso ou departamento e, na base de dados, obtemos as demais informações do estudante, docente, curso e departamento.

Para essa integração foram usados o comando SPARQL Federado SERVICE e o sistema D2RQ: o comando SPARQL Federado SERVICE permite a consulta entre dois

servidores remotos, um com o sistema Fuseki e outro com o sistema D2RQ. O sistema D2RQ permite receber uma consulta SPARQL, que é usada para consultas à ontologia e converter esta consulta em uma consulta SQL, que é usada para consultas a banco de dados.

6.1 Conclusões

Este trabalho apresenta como primeiro estudo de caso (prova de conceito), usando um servidor SPARQL Fuseki, uma consulta à ontologia ontoAGA com os axiomas inferidos e com as ‘chaves’ para acesso aos demais dados.

As consultas realizadas são:

- Quem administra a unidade acadêmica?
- Quem coordena o curso?
- Dada uma área de interesse da pessoa, qual a sugestão de docentes para contato?

Os resultados mostram a validade da aplicação proposta apresentada.

Em um segundo estudo de caso (prova de conceito), foi avaliada a efetividade do uso da ontologia ontoAGA como mecanismo de integração entre dois ambientes distintos: a ontologia e bases de dados relacionais. Assim, podemos aplicar os mecanismos de inferência da ontologia e acessar grandes volumes de dados disponíveis nos sistemas legados de bases de dados.

Para essa aplicação, foi criada uma base de dados Mysql e utilizamos a plataforma D2RQ. Os resultados da aplicação mostram a sua validade, apontando uma sugestão de contato para a pessoa com interesse na área de matemática.

Um terceiro estudo de caso (prova de conceito), foi criado para avaliar a proposta de integração entre bases de dados distintas e de diferentes tecnologias. Neste caso, usamos uma base de dados Mysql e outra Oracle. O resultado da execução do mecanismo de inferência apontou a sugestão de contatos de pessoas, tanto do banco de dados Mysql, quanto do banco de dados Oracle, mostrando a validade da aplicação proposta.

6.2 Contribuições

Entre as principais contribuições deste trabalho, destacam-se:

- A confirmação da hipótese sobre o uso de ontologias como ajuda para a exposição de dados legados na Web Semântica, de forma padronizada
- A confirmação da hipótese que, a exposição dos dados de forma padronizada, possibilita a integração de bases de dados de diferentes estruturas e tecnologias
- Os conhecimentos obtidos através dos processos de inferências realizadas na ontoAGA

-
- As inferências apresentadas na ontoAGA usando regras lógicas, através de fórmulas e cadeias de propriedades
 - O desenvolvimento de um cenário de uso, apresentando a integração entre a ontologia e a base de dados
 - O desenvolvimento de um cenário de uso, apresentando a integração entre a ontologia e bases de dados legadas de diferentes estruturas e tecnologias
 - O uso do servidor Fuseki para consultas SPARQL através da interface web
 - O uso do comando SPARQL federado que permite a consulta entre dois servidores remotos
 - O uso do servidor D2RQ que permite receber uma consulta SPARQL e converter esta consulta em uma consulta SQL
 - O mapeamento realizado entre a ontoAGA e a ontologia de referência HERO
 - O uso de mapeamentos entre a ontologia e a base de dados, evitando assim a replicação dos dados na ontologia
 - O processo de desenvolvimento da ontologia através da abordagem QDAontology, documentando cada uma das fases do processo

6.3 Limitações

Duas limitações no atual estágio da pesquisa podem ser apontadas:

- Devido ao grande volume de dados nas bases de dados só foram incluídas as chaves primárias na ontologia. O acesso aos demais dados é feito através de consultas SPARQL, o que pode gerar, em casos de consultas com muitos dados de retorno, um atraso na resposta. Um estudo sobre quais dados seriam mais acessados (e, portanto, passíveis de serem migrados para a ontologia) poderia amenizar este problema.
- Para extração de dados dos sistemas legados (tais como os dados do SIGA, usados nas provas de conceito) um mapeamento manual entre a ontologia e o esquema do banco de dados deve ser realizado. É possível, no entanto, utilizar recursos da ferramenta D2RQ para amenizar este trabalho (ou mesmo construir uma ferramenta específica para isto).

6.4 Trabalhos futuros

Na extração de informações seria importante termos as chaves de toda a base de dados do SIGA na ontoAGA. O desenvolvimento deste trabalho pode obter informações

gerenciais e de apoio à decisão.

O uso da ontoAGA, na UFJF – CGCO, para extrair informações gerenciais e de apoio a decisão deve ser avaliado.

Além do SIGA, a UFJF trabalha com outros sistemas de informação na área acadêmica. Entre eles, o sistema para o gerenciamento dos alunos que participam do ENADE, o sistema para gerenciamento dos cursos no MEC, o sistema para realização do CENSO anual na instituição e o sistema de seleção do SiSU. Estes sistemas podem ser avaliados para uma futura integração com a ontoAGA.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ameen, A., Khan, K. U. R., Rani, B. P. *Creation of Ontology in Education Domain*. **IEEE Fourth International Conference on Technology for Education**, 2012.
- Ameen, A., Khan, K. U. R., Rani, B. P. *Construction of University Ontology*. **IEEE Congress on Information and Communication Technologies**, 2012.
- Basili, V. *GQM Approach Has Evolved To Include Models*. *IEEE Softw.* 11, p.1-8, 1994.
- Borbásné et al. *A educational Ontology for Transparency and Student Mobility between Universities***28 Int. Conf. Information Technology Interfaces ITI**. 2006.
- Cakula, S., Salem, A. M. *E-Learning Developing Using Ontological Engineering WSEAS Transactions on Information Science and Applications*, 2013.
- D2RQ. *D2RQ: Accessing Relational Databases as Virtual RDF Graphs*. Disponível em <http://d2rq.org>. Acesso em 20 jul 2015.
- Diaz, A., Motz, R., Rohrer, E. *Making Ontology Relationships Explicit in a Ontology Network***Booktitle:AMW Publisher – CEVR-ws.org**, 2011.
- Euzenat, J., Shvaiko, P, *Ontology Matching*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg (DE), 2007.
- FUSEKI. Fuseki: *servicing RDF data over HTTP*. Disponível em http://jena.apache.org/documentation/serving_data/. Acesso em 20 jul 2015.
- JENA. *Apache JENA: A free and open source Java framework for building Semantic Web and Linked Data applications*. Disponível em <https://jena.apache.org/>. Acesso em 20 jul 2015.
- Malik, S. K., Prakash, N., Rizvi, S. A. M. *Developing an University Ontology in Education Domain using Protégé for Semantic Web* **International Journal of Engineering Science and Technology**, 2010.
- Malviya, N., Mishra, N., Sahu, S. *Developing University Ontology using Protégé OWL Tool: Process and Reasoning* **International Journal of Scientific & Engineering Research**, 2011.
- MYSQL. *MySQL Database*. Disponível em <https://www.mysql.com/>. Acesso em 20 jul 2015.
- Oliveira, E. H. T., Vicari, R. M., Nozawa, E. H. Axt M. *Na Educational Hypermedia Tool for Recommendation of Relevant Topics of Study Supported by a Domain Ontology* **IEEE Multidisciplinary Engineering Education Magazine**, 2011.
- ORACLE. *Oracle Database*. Disponível em: <https://www.oracle.com/database/index.html>. Acesso em 20 jul 2015.
- Palazzi, D. C. *QDAontology – ABORDAGEM PARA O DESENVOLVIMENTO DE ONTOLOGIAS EM E-SCIENCE: UM ESTUDO DE CASO EM BIOLOGIA*. Dissertação de Mestrado. UFJF, 2010.
- Pernas, A. M., Dias, A., Motz, R., Oliveira, J. P. M. *Situations and ontology networks to define adaptive actions in E-learning systems* **IADIS International Conference**, 2011.
- PROTÉGÉ. 2010. “*The Protégé Ontology Editor and Knowledge Acquisition System*”. Disponível em <http://protege.stanford.edu>. Acesso em 20 jul. 2015
- Rector, A. *Modularisation of Domain Ontologies Implemented in Description Logics and related formalisms including OWL*. in *Knowledge Capture 2003*, (Sanibel Island, FL, 2003), ACM, 121-128.
- Rohrer, E., Motz, R., Dias A. *Web Site Recommendation Modelling Assisted by Ontologies*

Networks CI – volume 5 – numero I– 2010.

Souza Junior, H. C. Ontologias Emergentes: Uma abordagem para construção de ontologias a partir de mapeamentos ponto-a-ponto. 2008. Dissertação: (mestrado) - Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 2008.

SPARQL. *SPARQL 1.1 Federated Query*. Disponível em <http://www.w3.org/TR/sparql11-federated-query/>. Acesso em 20 jul 2015.

Wohlin, C. et al. *Experimentation in Software Engineering*. [S.1.]: Springer Berlin Heidelberg, 2012 .

Wong, W., Liu, W., Bennamoun, M. *Ontology Learning from Text: A Look Back and into the Future* *ACM Computer Survey* 44, 4, Article 20, 2012.

Zemmouchi L., Ghomari A. R. , *Process of Building Reference Ontology for Higher Education, Proceedings of the World Congress on Engineering 2013 Vol III, WCE 2013, July 3 - 5, 2013, London, U.K.*

8 APÊNDICES

8.1 Apêndice 1 – Ontologia ontoAGA

IRI:

<http://www.semanticweb.org/ontoaga>

Other visualisation:

[Ontology source](#)

Table of Content

1. [Classes](#)
2. [Object Properties](#)
3. [Named Individuals](#)
4. [Annotation Properties](#)
5. [General Axioms](#)
6. [SWRL Rules](#)
7. [Namespace Declarations](#)

Classes

- [area conhecimento](#)
- [area interesse](#)
- [atividade](#)
- [atividade academica](#)
- [atividade administrativa](#)
- [atividade ensino](#)
- [atividade extensao](#)
- [atividade pesquisa](#)
- [avaliacao](#)
- [avaliacao capes](#)
- [biblioteca](#)
- [campus](#)
- [chefe departamento](#)
- [chefia departamento](#)
- [classificacao](#)
- [coordenacao curso](#)
- [coordenador curso](#)
- [curso](#)
- [curso graduacao](#)
- [curso lato sensu](#)
- [curso stricto sensu](#)
- [departamento](#)
- [dependencia](#)
- [direcao unidade](#)
- [diretor unidade](#)
- [disciplina](#)
- [disciplina pratica](#)
- [docente](#)
- [docente laboratorio](#)
- [estudante](#)
- [estudante graduacao](#)
- [estudante lato sensu](#)
- [estudante stricto sensu](#)
- [faculdade](#)

- [instituto](#)
- [laboratorio](#)
- [local](#)
- [modalidade curso](#)
- [nivel aproveitamento](#)
- [organizacao](#)
- [orientador](#)
- [papel](#)
- [pesquisador](#)
- [pessoa](#)
- [predio](#)
- [programa pos graduacao](#)
- [projeto extensao](#)
- [projeto pesquisa](#)
- [publicacao](#)
- [sala aula](#)
- [servidor](#)
- [tese](#)
- [unidade academica](#)
- [unidade administrativa](#)
- [universidade](#)

area conhecimento [back to ToC or Class ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#AreaConhecimento>

A classificação das Áreas do Conhecimento tem finalidade eminentemente prática, objetivando proporcionar às Instituições de ensino, pesquisa e inovação uma maneira ágil e funcional de sistematizar e prestar informações concernentes a projetos de pesquisa e recursos humanos aos órgãos gestores da área de ciência e tecnologia. Na ontoAGA é utilizada a Tabela de Áreas do Conhecimento disponibilizada pela CAPES.

is equivalent to

[area interesse^c](#)

has super-classes

[classificacao^c](#)

is in domain of

[relaciona area conhecimento^{op}](#)

is in range of

[relaciona area conhecimento^{op}](#), [tem area conhecimento^{op}](#)

area interesse [back to ToC or Class ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#AreaInteresse>

Na ontoAGA corresponde às Áreas de Conhecimento que possam ser de interesse para pessoas não associadas à Universidade.

has super-classes[classificacao](#)^C**is in range of**[tem area interesse](#)^{OP}atividade [back to ToC](#) or [Class ToC](#)IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/base#Atividade>

Atividades

has super-classes

top

[associado a](#)^{OP} **some** [organizacao](#)^C[associado a](#)^{OP} **some** [atividade](#)^Clocalizado em **some** [local](#)^C**has sub-classes**[atividade academica](#)^C, [atividade administrativa](#)^C**is in domain of**[alocada em](#)^{OP}, [coordenado por](#)^{OP}**is in range of**[tem atividade](#)^{OP}atividade academica [back to ToC](#) or [Class ToC](#)IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#AtividadeAcademica>

As atividades acadêmicas envolvem as atividades de ensino, pesquisa e extensão. As atividades de ensino estão relacionadas com os cursos de graduação, Pós-Graduação Lato Sensu e Pós-Graduação Stricto Sensu.

has super-classes[atividade](#)^C**has sub-classes**[atividade ensino](#)^C, [atividade extensao](#)^C, [atividade pesquisa](#)^Catividade administrativa [back to ToC](#) or [Class ToC](#)IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/administrativo#AtividadeAdministrativa>

Situação que pode ser conceituada como um conjunto de obrigações, deveres e direitos recíprocos, pertinentes às atividades laborais exercidas por alguma pessoa, à qual que é delegada as funções e responsabilidades pelo trabalho exercido. Na ontoAGA, os cargos administrativos se enquadram nas funções de gestão da área acadêmica.

has super-classes

[atividade](#)^c

has sub-classes

[chefia departamento](#)^c, [coordenacao curso](#)^c, [direcao unidade](#)^c

atividade ensino [back to ToC or Class ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#AtividadeEnsino>

As atividades de ensino estão relacionadas a curso e disciplina.

has super-classes

[atividade academica](#)^c

has sub-classes

[curso](#)^c, [disciplina](#)^c

atividade extensao [back to ToC or Class ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#AtividadeExtensao>

É uma atividade acadêmica vinculada às instituições de ensino superior, de caráter prático ou teórico, que integra a Instituição (UFJF) e a comunidade, proporcionando uma permanente transferência de conhecimento e de inovação tecnológica desenvolvida na Instituição, dando a ideia de continuidade da atividade acadêmica da Instituição aos egressos de seus cursos ou egressos de instituições afins.

De acordo com o MEC: processo educativo, cultural e científico que articula o Ensino e a Pesquisa de forma indissociável e viabiliza a relação transformadora entre a Universidade e a Sociedade.

has super-classes

[atividade academica](#)^c

has sub-classes

[projeto extensao](#)^c

atividade pesquisa [back to ToC or Class ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#AtividadePesquisa>

É o produto final resultante da pesquisa realizada, dentro dos princípios propostos no Projeto, lembrando que no decorrer da pesquisa a proposta inserida no projeto inicial pode sofrer alteração, de acordo com os rumos da pesquisa.

has super-classes

[atividade academica^c](#)

has sub-classes

[projeto pesquisa^c](#), [publicacao^c](#), [tese^c](#)

avaliacao^c [back to ToC](#) or [Class ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#Avaliacao>

Escala adotada para mensurar o nível de satisfação das pessoas, ou o quantitativo de resultados positivos em um processo avaliativo.

has super-classes

[classificacao^c](#)

[classifica^{op}](#) **some** [curso^c](#)

has sub-classes

[avaliacao capes^c](#), [nivel aproveitamento^c](#)

has members

[conceito c a p e s3ⁿⁱ](#), [conceito c a p e s4ⁿⁱ](#), [conceito c a p e s5ⁿⁱ](#), [conceito c a p e s6ⁿⁱ](#), [conceito c a p e s7ⁿⁱ](#), [nivel aproveitamento altoⁿⁱ](#), [nivel aproveitamento baixoⁿⁱ](#), [nivel aproveitamento medioⁿⁱ](#)

avaliacao capes^c [back to ToC](#) or [Class ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#AvaliacaoCapes>

Forma de mensurar a qualidade dos cursos de pós-graduação no Brasil através de conceitos pré-determinados.

has super-classes

[avaliacao^c](#)

is in range of

[tem conceito c a p e s^{op}](#)

has members

[conceito c a p e s3ⁿⁱ](#), [conceito c a p e s4ⁿⁱ](#), [conceito c a p e s5ⁿⁱ](#), [conceito c a p e s6ⁿⁱ](#), [conceito c a p e s7ⁿⁱ](#)

biblioteca [back to ToC](#) or [Class ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#Biblioteca>

Espaço físico em que se concentram, de forma organizada e classificada por assunto, título e/ou autor, toda obra literária, científica, cultural, artística, etc. Atualmente, com a informática e com as bibliotecas virtuais, estes espaços são chamados de Centros de Documentação e Informação. No caso da UFJF é o CDDC.

has super-classes

[dependencia](#)^C

is disjoint with

[laboratório](#)^C, [sala aula](#)^C, [laboratório](#)^C, [sala aula](#)^C

campus [back to ToC](#) or [Class ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#Campus>

Ambiente escolar, cujo recinto agrega edificações, ruas, área de lazer, restaurantes, bibliotecas, cuja natureza das atividades está voltada para o ensino, a pesquisa e a extensão, congregando o que se chama universalidade de campo, ou seja, o cultivo das áreas do conhecimento humano.

has super-classes

[local](#)^C

chefe departamento [back to ToC](#) or [Class ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/administrativo#ChefeDepartamento>

Denominação dada à pessoa responsável pela gestão da menor fração da estrutura universitária, para os efeitos de organização administrativa, didático-científica e de distribuição de pessoal e compreenderá disciplinas afins.

is equivalent to

[exerce cargo administrativo](#)^{OP} **some** [chefia departamento](#)^C

has super-classes

[docente](#)^C

[servidor](#)^C

is disjoint with

[estudante](#)^C, [estudante graduacao](#)^C, [estudante lato sensu](#)^C, [estudante stricto sensu](#)^C

chefia departamento [back to ToC](#) or [Class ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/administrativo#ChefiaDepartamento>

Denominação dada à pessoa responsável pela gestão da menor fração da estrutura universitária, para os efeitos de organização administrativa, didático-científica e de distribuição de pessoal e compreenderá disciplinas afins.

has super-classes

[atividade administrativa^c](#)

classificacao [back to ToC or Class ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/base#Classificacao>

Classificacaos

has super-classes

top
[classifica^{op}](#) **some** [atividade^c](#)

has sub-classes

[area conhecimento^c](#), [area interesse^c](#), [avaliacao^c](#), [modalidade curso^c](#)

has members

[conceito c a p e s3ⁿⁱ](#), [conceito c a p e s4ⁿⁱ](#), [conceito c a p e s5ⁿⁱ](#), [conceito c a p e s6ⁿⁱ](#), [conceito c a p e s7ⁿⁱ](#), [graduacaoⁿⁱ](#), [lato sensuⁿⁱ](#), [nivel aproveitamento altoⁿⁱ](#), [nivel aproveitamento baixoⁿⁱ](#), [nivel aproveitamento medioⁿⁱ](#), [stricto sensuⁿⁱ](#)

coordenacao curso [back to ToC or Class ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/administrativo#CoordenacaoCurso>

Pessoa/Docente responsável pela equipe de docentes de um determinado curso, pelo planejamento de todas as atividades do curso, que age como interlocutor nas demandas entre os alunos e docentes, entre docentes e gestores, pessoa que propõe mudanças/adaptações/atualizações no curso.

has super-classes

[atividade administrativa^c](#)

coordenador curso [back to ToC or Class ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/administrativo#CoordenadorCurso>

Pessoa/Professor responsável pela equipe de professores de um determinado curso, pelo planejamento de todas as atividades do curso, que age como interlocutor nas demandas entre os alunos e professores, entre professores e gestores, pessoa que propõe mudanças/adaptações/atualizações no curso.

is equivalent to

[exerce cargo administrativo](#)^{op} **some** [coordenacao curso](#)^c

has super-classes

[docente](#)^c

[servidor](#)^c

is disjoint with

[estudante](#)^c, [estudante graduacao](#)^c, [estudante lato sensu](#)^c, [estudante stricto sensu](#)^c

[curso](#)^c back to [ToC](#) or [Class ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#Curso>

Conjunto de disciplinas que concentram conteúdos de formação acadêmica e profissional, distribuídas, organizadas, estruturadas e/ou agrupadas de forma sistemática, que permitam uma aprendizagem em ordem crescente de dificuldade e complexidade do conhecimento/saber humano.

has super-classes

[atividade ensino](#)^c

[tem area conhecimento](#)^{op} **some** [area conhecimento](#)^c

[tem conceito c a p e s](#)^{op} **some** [avaliacao capes](#)^c

has sub-classes

[curso graduacao](#)^c, [curso lato sensu](#)^c, [curso stricto sensu](#)^c

is in range of

[tem curso](#)^{op}

[curso graduacao](#)^c back to [ToC](#) or [Class ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#CursoGraduacao>

De acordo com a lei brasileira curso de nível superior voltado para a formação acadêmica ou profissional, abertos a candidatos que comprovem ter concluído o ensino médio e que tenham sido aprovados em processo seletivo.

is equivalent to

[tem classificacao](#)^{op} **value** [graduacao](#)

has super-classes

[curso](#)^c

is disjoint with

[curso lato sensu](#)^c, [curso stricto sensu](#)^c, [curso lato sensu](#)^c, [curso stricto sensu](#)^c

curso lato sensu [back to ToC](#) or [Class ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#CursoLatoSensu>

Também denominado curso de Especialização no Brasil, é um curso de qualificação/capacitação profissional, com duração mínima de 360 horas-aula, podendo ter maior duração de acordo com a área, voltado para a formação do especialista. Em alguns casos é uma condição para o exercício de uma atividade específica, dentro da área de atuação profissional. Ex. Cardiologista, oftalmologista, endodontista.

is equivalent to

[tem classificacao](#)^{op} value [lato sensu](#)

has super-classes

[curso](#)^c

is disjoint with

[curso graduacao](#)^c, [curso stricto sensu](#)^c, [curso graduacao](#)^c, [curso stricto sensu](#)^c

curso stricto sensu [back to ToC](#) or [Class ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#CursoStrictoSensu>

Compreende os cursos de mestrado e doutorado, com nível de conhecimento mais elevado. São caracterizados pela exigência de uma pesquisa que resultará um trabalho inovador ou inédito, comprovado a partir de uma dissertação ou tese submetida à avaliação de uma banca examinadora.

is equivalent to

[tem classificacao](#)^{op} value [stricto sensu](#)

has super-classes

[curso](#)^c

is disjoint with

[curso graduacao](#)^c, [curso lato sensu](#)^c, [curso graduacao](#)^c, [curso lato sensu](#)^c

departamento [back to ToC](#) or [Class ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#Departamento>

É a menor fração da estrutura universitária para todos os efeitos de organização administrativa, didático-científica e de distribuição de pessoal e compreenderá disciplinas afins.

has super-classes

[unidade academica](#)
[unidade administrativa](#)^c

[tem chefia departamento](#)^{op} **some** [chefia departamento](#)^c

is disjoint with

[faculdade](#)^c, [instituto](#)^c, [universidade](#)^c, [faculdade](#)^c, [instituto](#)^c, [universidade](#)^c

dependencia [back to ToC or Class ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#Dependencia>

Espaço físico de uma determinada edificação. Na ontoAGA se refere às áreas físicas onde são realizadas atividades acadêmicas.

has super-classes

[local](#)
[parte de](#)^{op} **some** [predio](#)^c

has sub-classes

[biblioteca](#)^c, [laboratorio](#)^c, [sala aula](#)^c

direcao unidade [back to ToC or Class ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/administrativo#DirecaoUnidade>

Situação que pode ser conceituada como um conjunto de obrigações, deveres e direitos recíprocos, pertinentes às atividades laborais exercidas por alguma pessoa, à qual que é delegada as funções e responsabilidades pelo trabalho exercido. Na ontoAGA, os cargos administrativos se enquadram nas funções de gestão da área acadêmica.

has super-classes

[atividade administrativa](#)^c

diretor unidade [back to ToC or Class ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/administrativo#DiretorUnidade>

Pessoa que ocupa a função de direção da unidade acadêmica, investida de poderes e possuidora deveres para exercer a função de direção, coordenação, execução, e fiscalização da unidade acadêmica, nos aspectos acadêmico, administrativo, financeiro e disciplinar. Dentre as obrigações, normalmente o diretor preside os Colegiados maiores da Unidade Acadêmica.

is equivalent to

[exerce cargo administrativo](#)^{op} **some** [direcao unidade](#)^c

has super-classes

[docente](#)^c

[servidor](#)^c

is disjoint with

[estudante](#)^c, [estudante graduacao](#)^c, [estudante lato sensu](#)^c, [estudante stricto sensu](#)^c

disciplina [back to ToC or Class ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#Disciplina>

No contexto educacional é uma terminologia utilizada para determinar uma “quantidade” de conhecimento, traduzida em conteúdos e duração em tempo e em hora, a ser ministrada através de uma preleção docente.

has super-classes

[atividade ensino](#)^c

[tem area conhecimento](#)^{op} **some** [area conhecimento](#)^c

[tem nivel aprovacao](#)^{op} **some** [nivel aproveitamento](#)^c

[alocada em](#)^{op} **some** [laboratorio](#)^c **or** [sala aula](#)^c

[parte de](#)^{op} **some** [curso](#)^c

[tem nivel reprovacao infrequencia](#)^{op} **some** [nivel aproveitamento](#)^c

[tem nivel reprovacao nota](#)^{op} **some** [nivel aproveitamento](#)^c

has sub-classes

[disciplina pratica](#)^c

disciplina pratica [back to ToC or Class ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#DisciplinaPratica>

É uma disciplina de conteúdo eminentemente prático, normalmente ministrada em laboratório ou outras dependências fora das salas de aula.

is equivalent to

[alocada em](#)^{op} **some** [laboratorio](#)^c

has super-classes

[disciplina](#)^c

docente [back to ToC or Class ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#Docente>

Professor com formação e/ou qualificação acadêmica, responsável pela transmissão de conhecimento (ensino) a outra pessoa que vai receber o conhecimento (aluno).

is equivalent to

[servidor](#)^c

has super-classes

[papel](#)^c

[docente de](#)^{op} **some** [disciplina](#)^c

[tem area conhecimento](#)^{op} **some** [area conhecimento](#)^c

has sub-classes

[chefe departamento](#)^c, [coordenador curso](#)^c, [diretor unidade](#)^c, [docente laboratorio](#)^c, [orientador](#)^c

is disjoint with

[estudante](#)^c, [estudante graduacao](#)^c, [estudante lato sensu](#)^c, [estudante stricto sensu](#)^c

[docente laboratorio](#)^c back to [ToC](#) or [Class ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#DocenteLaboratorio>

Docente que tem como atividade de ensino aulas práticas

is equivalent to

[docente de](#)^{op} **some** [disciplina pratica](#)^c

has super-classes

[docente](#)^c

[servidor](#)^c

is disjoint with

[estudante](#)^c, [estudante graduacao](#)^c, [estudante lato sensu](#)^c, [estudante stricto sensu](#)^c

[estudante](#)^c back to [ToC](#) or [Class ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#Estudante>

No contexto da ontoAGA, é o aluno que esteja vinculado a uma instituição de ensino.

is equivalent to

[estudante de](#)^{op} **some** [curso](#)^c

has super-classes

[papel](#)^c

has sub-classes

[estudante graduacao](#)^c, [estudante lato sensu](#)^c, [estudante stricto sensu](#)^c

is disjoint with

[docente](#)^c, [docente laboratorio](#)^c, [orientador](#)^c, [chefe departamento](#)^c, [coordenador curso](#)^c, [diretor unidade](#)^c, [servidor](#)^c

estudante graduacao [back to ToC or Class ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#EstudanteGraduacao>

Estudante vinculado a um determinado curso de graduação

is equivalent to

[estudante de](#)^{op} **some** [curso graduacao](#)^c

has super-classes

[estudante](#)^c

is disjoint with

[docente](#)^c, [docente laboratorio](#)^c, [orientador](#)^c, [chefe departamento](#)^c, [coordenador curso](#)^c, [diretor unidade](#)^c, [servidor](#)^c

estudante lato sensu [back to ToC or Class ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#EstudanteLatoSensu>

EstudanteLatoSensus

is equivalent to

[estudante de](#)^{op} **some** [curso lato sensu](#)^c

has super-classes

[estudante](#)^c

is disjoint with

[docente](#)^c, [docente laboratorio](#)^c, [orientador](#)^c, [chefe departamento](#)^c, [coordenador curso](#)^c, [diretor unidade](#)^c, [servidor](#)^c

estudante stricto sensu [back to ToC or Class ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#EstudanteStrictoSensu>

Estudante vinculado a um determinado curso de Pós-Graduação Stricto Sensu.

is equivalent to

[estudante de](#)^{op} **some** [curso stricto sensu](#)^c

has super-classes

[estudante](#)^c

is disjoint with

[docente](#)^c, [docente laboratorio](#)^c, [orientador](#)^c, [chefe departamento](#)^c, [coordenador curso](#)^c, [diretor unidade](#)^c, [servidor](#)^c

faculdade: back to [ToC](#) or [Class ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#Faculdade>

São estabelecimentos isolados do ensino superior desprovidos da autonomia universitária prevista na Constituição. Normalmente seus cursos se concentram em uma determinada área do conhecimento. São instituições de pequeno porte, com um baixo número de matrículas, para os padrões universitários.

has super-classes

[unidade academica](#)^c
[unidade administrativa](#)^c
[tem curso](#)^{op} **some** [curso](#)^c
[tem direcao unidade](#)^{op} **some** [direcao unidade](#)^c

is disjoint with

[departamento](#)^c, [instituto](#)^c, [universidade](#)^c, [departamento](#)^c, [instituto](#)^c, [universidade](#)^c

instituto: back to [ToC](#) or [Class ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#Instituto>

É uma instituição que concentra algumas Faculdades ou alguns cursos. Nas universidades são órgãos descentralizados, integrantes da estrutura administrativa, onde se concentram cursos agrupados por afinidade do conhecimento.

has super-classes

[unidade academica](#)^c
[unidade administrativa](#)^c
[tem direcao unidade](#)^{op} **some** [direcao unidade](#)^c
[tem curso](#)^{op} **some** [curso](#)^c

is disjoint with

[departamento](#)^c, [faculdade](#)^c, [universidade](#)^c, [departamento](#)^c, [faculdade](#)^c, [universidade](#)^c

laboratorio: back to [ToC](#) or [Class ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#Laboratorio>

Laboratório é o espaço físico dotado ou equipado com instrumentos ou equipamentos de investigação, pesquisa, experimentos, prática simulada de ensino. Hoje, por questões de espaço e economia, os laboratórios atendem cursos distintos com caráter interdisciplinar.

has super-classes

[dependencia^c](#)

is disjoint with

[biblioteca^c](#), [sala aula^c](#), [biblioteca^c](#), [sala aula^c](#)

local [back to ToC or Class ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/base#Local>

Locals

has super-classes

top

has sub-classes

[campus^c](#), [dependencia^c](#), [predio^c](#)

is in domain of

[dependencia de^{op}](#)

is in range of

[alocada em^{op}](#)

modalidade curso [back to ToC or Class ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#ModalidadeCurso>

Escala adotada para o enquadramento dos cursos de acordo com os níveis de ensino. No Brasil temos dois níveis de ensino: básico e superior. O básico tem dois subníveis: fundamental e médio. O superior também em dois subníveis: graduação e pós-graduação.

has super-classes

[classificacao^c](#)
[classifica^{op}](#) [some curso^c](#)

has members

[graduacaoⁿⁱ](#), [lato sensuⁿⁱ](#), [stricto sensuⁿⁱ](#)

nível aproveitamento [back to ToC or Class ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#NivelAproveitamento>

Forma de mensurar a aprendizagem dos alunos através de uma média aritmética ou ponderada resultante dos processos de avaliação da aprendizagem discente.

has super-classes

[avaliacao](#)^c

is in range of

[tem nivel aproveitamento](#)^{op}

has members

[nivel aproveitamento alto](#)^{nl}, [nivel aproveitamento baixo](#)^{nl}, [nivel aproveitamento medio](#)^{nl}

organizacao^c [back to ToC](#) or [Class ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/base#Organizacao>

A organização define a estrutura da unidade acadêmica contendo departamento, faculdade, instituto, programa de Pós-graduação e universidade

has super-classes

top

[associado a](#)^{op} **some** [organizacao](#)^c

[associado a](#)^{op} **some** [local](#)^c

has sub-classes

[unidade academica](#)^c, [unidade administrativa](#)^c

is in range of

[dependencia de](#)^{op}

orientador^c [back to ToC](#) or [Class ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#Orientador>

Docente que orienta um estudante dentro da sua área de conhecimento

is equivalent to

[orientador de](#)^{op} **some** [estudante](#)^c

has super-classes

[docente](#)^c

[servidor](#)^c

is disjoint with

[estudante](#)^c, [estudante graduacao](#)^c, [estudante lato sensu](#)^c, [estudante stricto sensu](#)^c

papel [back to ToC](#) or [Class ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/base#Papel>

Papels

has super-classes

top

[associado a](#)^{op} **some** [atividade](#)^c

[associado a](#)^{op} **some** [papel](#)^c

has sub-classes

[docente](#)^c, [estudante](#)^c, [pesquisador](#)^c, [servidor](#)^c

is in domain of

[co autor com](#)^{op}, [orientador de](#)^{op}, [tem atividade](#)^{op}

is in range of

[co autor com](#)^{op}, [coordenado por](#)^{op}, [orientador de](#)^{op}

pesquisador [back to ToC](#) or [Class ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#Pesquisador>

Aquele que faz uma pesquisa ou investigação científica, com uma ação sistemática, e uma metodologia específica visando gerar novos conhecimentos, desenvolver novos produtos, novas tecnologias, contestar teorias, explicar movimentos sociais, explicar fenômenos naturais, etc.

is equivalent to

[tem atividade](#)^{op} **some** [atividade pesquisa](#)^c

has super-classes

[papel](#)

pessoa [back to ToC](#) or [Class ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/base#Pessoa>

No contexto jurídico, pessoa física ou natural é o ser humano considerado como sujeito de direitos e obrigações, que para receber essa denominação de pessoa, basta nascer com vida, e desse modo adquirir personalidade.

has super-classes

top

[associado a](#)^{op} **some** [organizacao](#)^c

[atua como](#)^{op} [some papel](#)^c
[associado a](#)^{op} [some atividade](#)^c

is in domain of

[tem area interesse](#)^{op}, [tem sugestao de contato](#)^{op}

predio [back to ToC or Class ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#Predio>

No contexto acadêmico, é uma edificação que contenha várias unidades menores denominadas salas de aula, laboratórios, anfiteatros, cantinas, sala de projeções, estúdios etc...

has super-classes

[local](#)^c
[parte de](#)^{op} [some campus](#)^c

programa pos graduacao [back to ToC or Class ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#ProgramaPosGraduacao>

Nível de ensino que sucede a graduação, ou seja, agrupa os cursos de Especialização, Mestrado e Doutorado.

has super-classes

[unidade academica](#)^c
[unidade administrativa](#)^c
[tem curso](#)^{op} [some curso lato sensu](#)^c or [curso stricto sensu](#)^c

projeto extensao [back to ToC or Class ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#ProjetoExtensao>

Conjunto de ações processuais, administrativas e acadêmicas, de caráter educativo, formativo e de capacitação, desenvolvidas nas várias áreas do conhecimento, normalmente com prazo determinado, que visam proporcionar a concretização das atividades de extensão. Quando os Projetos de Extensão englobam várias áreas dentro de uma mesma unidade acadêmica podem ser denominados Programas de Extensão, gerido por um Diretor ou Pró-Reitor específico.

has super-classes

[atividade extensao](#)^c

projeto pesquisa [back to ToC or Class ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#ProjetoPesquisa>

Estagio que antecede a elaboração/aplicação da pesquisa propriamente dita. Possui uma metodologia específica, um cronograma a ser cumprido, além da clareza a justificativa e do objeto da pesquisa, sua finalidade, a metodologia a ser aplicada, os referenciais teóricos, a coleta de dados, etc.

has super-classes

[atividade pesquisa](#)^c

publicacao [back to ToC or Class ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#Publicacao>

Publicação de textos acadêmicos, artigos científicos, revistas eletrônicas, monografias, dissertações ou teses, etc.

has super-classes

[atividade pesquisa](#)^c

sala aula [back to ToC or Class ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#SalaAula>

Espaço físico onde são realizadas as atividades de ensino, pesquisa e extensão, e em que se agrupa um determinado número de alunos que recebem os ensinamentos simultaneamente.

has super-classes

[dependencia](#)^c

is disjoint with

[biblioteca](#)^c, [laboratorio](#)^c, [biblioteca](#)^c, [laboratorio](#)^c

servidor [back to ToC or Class ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/administrativo#Servidor>

Empregado do Estado ou de instituições, organizações, fundações ou autarquias mantidas por ele, remunerado através de impostos e taxas cobrados do cidadão e de empresas pelo Estado.

has super-classes

[papel](#)^c

[associado a](#)^{op} [some organizacao](#)^c

subordinado a [some servidor](#)^c

has sub-classes

[chefe departamento](#)^c, [coordenador curso](#)^c, [diretor unidade](#)^c, [docente laboratorio](#)^c, [orientador](#)^c

is disjoint with

[estudante](#)^c, [estudante graduacao](#)^c, [estudante lato sensu](#)^c, [estudante stricto sensu](#)^c

tese^c [back to ToC](#) or [Class ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#Tese>

É um trabalho acadêmico/científico resultante de uma pesquisa prévia, caracterizado pela complexidade, originalidade e inovação no conhecimento/saber humano, onde o autor utiliza metodologia específica.

has super-classes

[atividade pesquisa](#)^c

unidade academica^c [back to ToC](#) or [Class ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#UnidadeAcademica>

é o espaço físico em que se promoverá o ensino, a pesquisa e a extensão em uma ou mais áreas do conhecimento, observando o princípio que veda a duplicidade de meios para fins idênticos ou equivalentes.

is equivalent to

[unidade administrativa](#)^c

has super-classes

[organizacao](#)^c

has sub-classes

[departamento](#)^c, [faculdade](#)^c, [instituto](#)^c, [programa pos graduacao](#)^c, [universidade](#)^c

is in domain of

[tem curso](#)^{op}

unidade administrativa^c [back to ToC](#) or [Class ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/administrativo#UnidadeAdministrativa>

Espaço físico onde são realizadas as atividades administrativas da instituição, e onde se agrupa um determinado número de técnicos administrativos e docentes com atividades administrativas.

has super-classes

[organizacao](#)^c

has sub-classes

[departamento](#)^c, [faculdade](#)^c, [instituto](#)^c, [programa pos graduacao](#)^c, [universidade](#)^c

universidade [back to ToC](#) or [Class ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#Universidade>

É uma instituição educacional pluridisciplinar, (universalidade de campo) voltada para o desenvolvimento das artes, das letras, da cultura, da ciência, de tecnologia, da pesquisa, da extensão e para a formação de profissionais de nível superior (graduação, especialização, mestrado e doutorado).

has super-classes

[unidade academica](#)^c

[unidade administrativa](#)^c

is disjoint with

[departamento](#)^c, [faculdade](#)^c, [instituto](#)^c, [departamento](#)^c, [faculdade](#)^c, [instituto](#)^c

Object Properties

- [administrado por](#)
- [alocada em](#)
- [area conhecimento de](#)
- [associado a](#)
- [atua como](#)
- [autor de](#)
- [classifica](#)
- [co autor com](#)
- [coordenado por](#)
- [coordenador de](#)
- [dependencia de](#)
- [docente de](#)
- [estudante de](#)
- [exerce cargo administrativo](#)
- [historico escolar](#)
- [orientador de](#)
- [papel de](#)
- [parte de](#)
- [participa de](#)
- [relaciona area conhecimento](#)
- [sub area conhecimento](#)
- [super area conhecimento](#)
- [tem administracao](#)
- [tem area conhecimento](#)
- [tem area interesse](#)
- [tem atividade](#)
- [tem chefia departamento](#)
- [tem classificacao](#)
- [tem conceito c a p e s](#)
- [tem coordenacao curso](#)
- [tem curso](#)
- [tem direcao unidade](#)
- [tem nivel](#)
- [tem nivel aprovacao](#)
- [tem nivel aproveitamento](#)
- [tem nivel reprovacao infrequencia](#)

- [tem nivel reprovacao nota](#)
- [tem sugestao de contato](#)
- [top object property](#)

administrado por^{op} [back to ToC](#) or [Object Property ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/administrativo#administradoPor>

has super-properties

[top object property](#)^{op}

alocada em^{op} [back to ToC](#) or [Object Property ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#alocadaEm>

has super-properties

localizado em

has domain

[atividade](#)^c

has range

[local](#)^c

area conhecimento de^{op} [back to ToC](#) or [Object Property ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#areaConhecimentoDe>

has super-properties

[top object property](#)^{op}

is inverse of

[tem area conhecimento](#)^{op}

associado a^{op} [back to ToC](#) or [Object Property ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/base#associadoA>

atua como^{op} [back to ToC](#) or [Object Property ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/base#atuaComo>

is inverse of

[papel de](#)^{op}

autor de^{op} [back to ToC](#) or [Object Property ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#autorDe>

has super-properties

[tem atividade](#)^{op}

classifica^{op}: [back to ToC](#) or [Object Property ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/base#classifica>

is inverse of

[tem classificacao](#)^{op}

co autor com^{op}: [back to ToC](#) or [Object Property ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#coAutorCom>

has super-properties

[top object property](#)^{op}

has domain

[papel](#)^c

has range

[papel](#)^c

coordenado por^{op}: [back to ToC](#) or [Object Property ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#coordenadoPor>

has super-properties

[top object property](#)^{op}

has domain

[atividade](#)^c

has range

[papel](#)^c

is inverse of

[coordenador de](#)^{op}

coordenador de^{op}: [back to ToC](#) or [Object Property ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#coordenadorDe>

has super-properties

[tem atividade](#)^{op}

is inverse of

[coordenado por](#)^{op}

dependencia de^{op}: [back to ToC](#) or [Object Property ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#dependenciaDe>

has super-properties

[top object property](#)^{op}

has domain[local^c](#)**has range**[organizacao^c](#)docente de ^{op} [back to ToC or Object Property ToC](#)IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#docenteDe>**has super-properties**[tem atividade^{op}](#)estudante de ^{op} [back to ToC or Object Property ToC](#)IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#estudanteDe>**has super-properties**[tem atividade^{op}](#)exerce cargo administrativo ^{op} [back to ToC or Object Property ToC](#)IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/administrativo#exerceCargoAdministrativo>**has super-properties**[top object property^{op}](#)historico escolar ^{op} [back to ToC or Object Property ToC](#)IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#historicoEscolar>**has super-properties**[tem atividade^{op}](#)orientador de ^{op} [back to ToC or Object Property ToC](#)IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#orientadorDe>**has super-properties**[top object property^{op}](#)**has domain**[papel^c](#)**has range**[papel^c](#)papel de ^{op} [back to ToC or Object Property ToC](#)IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/base#papelDe>**is inverse of**

[atua como](#)^{op}

parte de^{op} [back to ToC](#) or [Object Property ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#parteDe>

has super-properties

[top object property](#)^{op}

participa de^{op} [back to ToC](#) or [Object Property ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#participaDe>

has super-properties

[tem atividade](#)^{op}

relaciona area conhecimento^{op} [back to ToC](#) or [Object Property ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#relacionaAreaConhecimento>

has super-properties

[top object property](#)^{op}

has sub-properties

[sub area conhecimento](#)^{op}, [super area conhecimento](#)^{op}

has domain

[area conhecimento](#)^c

has range

[area conhecimento](#)^c

sub area conhecimento^{op} [back to ToC](#) or [Object Property ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#subAreaConhecimento>

has characteristics: transitive

has super-properties

[relaciona area conhecimento](#)^{op}

is inverse of

[super area conhecimento](#)^{op}

super area conhecimento^{op} [back to ToC](#) or [Object Property ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#superAreaConhecimento>

has characteristics: transitive

has super-properties

[relaciona area conhecimento](#)^{op}

is inverse of[sub area conhecimento](#)^{op}tem administracao^{op} [back to ToC or Object Property ToC](#)IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/administrativo#temAdministracao>**has super-properties**[top object property](#)^{op}**has sub-properties**[tem chefia departamento](#)^{op}, [tem coordenacao curso](#)^{op}, [tem direcao unidade](#)^{op}tem area conhecimento^{op} [back to ToC or Object Property ToC](#)IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#temAreaConhecimento>**has super-properties**[top object property](#)^{op}**has range**[area conhecimento](#)^c**is inverse of**[area conhecimento de](#)^{op}tem area interesse^{op} [back to ToC or Object Property ToC](#)IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#temAreaInteresse>**has super-properties**[top object property](#)^{op}**has domain**[pessoa](#)^c**has range**[area interesse](#)^ctem atividade^{op} [back to ToC or Object Property ToC](#)IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#temAtividade>**has super-properties**[top object property](#)^{op}**has sub-properties**[autor de](#)^{op}, [coordenador de](#)^{op}, [docente de](#)^{op}, [estudante de](#)^{op}, [historico escolar](#)^{op}, [participa de](#)^{op}**has domain**[papel](#)^c**has range**[atividade](#)^c

tem chefia departamento^{op} [back to ToC](#) or [Object Property ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/administrativo#temChefiaDepartamento>

has super-properties

[tem administracao](#)^{op}

tem classificacao^{op} [back to ToC](#) or [Object Property ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/base#temClassificacao>

has super-properties

[top object property](#)^{op}

has sub-properties

[tem conceito c a p e s](#)^{op}, [tem nivel](#)^{op}, [tem nivel aproveitamento](#)^{op}

is inverse of

[classifica](#)^{op}

tem conceito c a p e s^{op} [back to ToC](#) or [Object Property ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#temConceitoCAPES>

has super-properties

[tem classificacao](#)^{op}

has range

[avaliacao capes](#)^c

tem coordenacao curso^{op} [back to ToC](#) or [Object Property ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/administrativo#temCoordenacaoCurso>

has super-properties

[tem administracao](#)^{op}

tem curso^{op} [back to ToC](#) or [Object Property ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#temCurso>

has super-properties

[top object property](#)^{op}

has domain

[unidade academica](#)^c

has range

[curso](#)^c

tem direcao unidade^{op} [back to ToC](#) or [Object Property ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/administrativo#temDirecaoUnidade>

has super-properties[tem administracao^{op}](#)tem nivel^{op} [back to ToC or Object Property ToC](#)IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#temNivel>**has super-properties**[tem classificacao^{op}](#)tem nivel aprovacao^{op} [back to ToC or Object Property ToC](#)IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#temNivelAprovacao>**has super-properties**[tem nivel aproveitamento^{op}](#)tem nivel aproveitamento^{op} [back to ToC or Object Property ToC](#)IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#temNivelAproveitamento>**has super-properties**[tem classificacao^{op}](#)**has sub-properties**[tem nivel aprovacao^{op}](#), [tem nivel reprovacao infrequencia^{op}](#), [tem nivel reprovacao nota^{op}](#)**has range**[nivel aproveitamento^c](#)tem nivel reprovacao infrequencia^{op} [back to ToC or Object Property ToC](#)IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#temNivelReprovacaoInfrequencia>**has super-properties**[tem nivel aproveitamento^{op}](#)tem nivel reprovacao nota^{op} [back to ToC or Object Property ToC](#)IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#temNivelReprovacaoNota>**has super-properties**[tem nivel aproveitamento^{op}](#)tem sugestao de contato^{op} [back to ToC or Object Property ToC](#)IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#temSugestaoDeContato>**has super-properties**[top object property^{op}](#)**has domain**

[pessoa](#)^c

has sub-property chains

[tem area interesse](#)^{op} ◦ [super area conhecimento](#)^{op} ◦ [area conhecimento de](#)^{op} ◦ [papel de](#)^{op}
[tem area interesse](#)^{op} ◦ [area conhecimento de](#)^{op} ◦ [papel de](#)^{op}

top object property^{op} back to [ToC](#) or [Object Property ToC](#)

IRI: <http://www.w3.org/2002/07/owl#topObjectProperty>

has characteristics: reflexive, symmetric, transitive

has sub-properties

[administrado por](#)^{op}, [area conhecimento de](#)^{op}, [co autor com](#)^{op}, [coordenado por](#)^{op}, [dependencia de](#)^{op}, [exerce cargo administrativo](#)^{op}, [orientador de](#)^{op}, [parte de](#)^{op}, [relaciona area conhecimento](#)^{op}, [tem administracao](#)^{op}, [tem area conhecimento](#)^{op}, [tem area interesse](#)^{op}, [tem atividade](#)^{op}, [tem classificacao](#)^{op}, [tem curso](#)^{op}, [tem sugestao de contato](#)^{op}

Named Individuals

- [conceito c a p e s3](#)
- [conceito c a p e s4](#)
- [conceito c a p e s5](#)
- [conceito c a p e s6](#)
- [conceito c a p e s7](#)
- [graduacao](#)
- [lato sensu](#)
- [nivel aproveitamento alto](#)
- [nivel aproveitamento baixo](#)
- [nivel aproveitamento medio](#)
- [stricto sensu](#)

conceito c a p e s3ⁿⁱ back to [ToC](#) or [Named Individual ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#ConceitoCAPES3>

belongs to

[avaliacao](#)^c
[avaliacao capes](#)^c
[classificacao](#)^c
 top

conceito c a p e s4ⁿⁱ back to [ToC](#) or [Named Individual ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#ConceitoCAPES4>

belongs to

[avaliacao](#)^c
[avaliacao capes](#)^c

[classificacao](#)^c

top

conceito c a p e s5ⁿⁱ [back to ToC](#) or [Named Individual ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#ConceitoCAPES5>

belongs to

[avaliacao](#)^c

[avaliacao capes](#)^c

[classificacao](#)^c

top

conceito c a p e s6ⁿⁱ [back to ToC](#) or [Named Individual ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#ConceitoCAPES6>

belongs to

[avaliacao](#)^c

[avaliacao capes](#)^c

[classificacao](#)^c

top

conceito c a p e s7ⁿⁱ [back to ToC](#) or [Named Individual ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#ConceitoCAPES7>

belongs to

[avaliacao](#)^c

[avaliacao capes](#)^c

[classificacao](#)^c

top

graduacaoⁿⁱ [back to ToC](#) or [Named Individual ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#Graduacao>

belongs to

[modalidade curso](#)^c

[classificacao](#)^c

top

lato sensuⁿⁱ [back to ToC](#) or [Named Individual ToC](#)

IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#LatoSensu>

belongs to[modalidade curso](#)^c[classificacao](#)^c

top

nivel aproveitamento altoⁿⁱ [back to ToC or Named Individual ToC](#)IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#NivelAproveitamentoAlto>**belongs to**[avaliacao](#)^c[nivel aproveitamento](#)^c[classificacao](#)^c

top

nivel aproveitamento baixoⁿⁱ [back to ToC or Named Individual ToC](#)IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#NivelAproveitamentoBaixo>**belongs to**[avaliacao](#)^c[nivel aproveitamento](#)^c[classificacao](#)^c

top

nivel aproveitamento medioⁿⁱ [back to ToC or Named Individual ToC](#)IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#NivelAproveitamentoMedio>**belongs to**[avaliacao](#)^c[nivel aproveitamento](#)^c[classificacao](#)^c

top

stricto sensuⁿⁱ [back to ToC or Named Individual ToC](#)IRI: <http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#StrictoSensu>**belongs to**[modalidade curso](#)^c[classificacao](#)^c

top

General Axioms

All Disjoint Classes [back to ToC](#)

[departamento](#)^c, [faculdade](#)^c, [instituto](#)^c, [universidade](#)^c

All Disjoint Classes [back to ToC](#)

[curso graduacao](#)^c, [curso lato sensu](#)^c, [curso stricto sensu](#)^c

All Disjoint Classes [back to ToC](#)

[biblioteca](#)^c, [laboratorio](#)^c, [sala aula](#)^c

SWRL rules

Rule #1: [back to ToC](#)

[unidade academica](#)^c(?x) , [unidade academica](#)^c(?y) , [tem curso](#)^{op}(?y,?z) , [associado a](#)^{op}(?x,?y) -> [tem curso](#)^{op}(?x,?z)

Rule #2: [back to ToC](#)

[disciplina](#)^c(?x) , [tem nivel aprovacao](#)^{op}(?x,?y) -> [tem nivel aproveitamento](#)^{op}(?x,?y)

Rule #3: [back to ToC](#)

[servidor](#)^c(?m) , [servidor](#)^c(?x) , [organizacao](#)^c(?y) , [administrado por](#)^{op}(?y,?m) , [associado a](#)^{op}(?x,?y) ,
DifferentFrom(?x,?m) -> subordinado a(?x,?m)

Rule #4: [back to ToC](#)

[curso](#)^c(?x) , [exerce cargo administrativo](#)^{op}(?z,?y) , [tem coordenacao curso](#)^{op}(?x,?y) -> [coordenado por](#)^{op}(?x,?z)

Rule #5: [back to ToC](#)

[publicacao](#)^c(?y) , [autor de](#)^{op}(?x,?y) , [autor de](#)^{op}(?z,?y) , DifferentFrom(?x,?z) -> [co autor com](#)^{op}(?x,?z)

Rule #6: [back to ToC](#)

[unidade academica](#)^c(?x) , [exerce cargo administrativo](#)^{op}(?z,?y) , [tem administracao](#)^{op}(?x,?y) -> [administrado por](#)^{op}(?x,?z)

Rule #7: [back to ToC](#)

[curso](#)^c(?x) , [tem area conhecimento](#)^{op}(?x,?w) , [exerce cargo administrativo](#)^{op}(?z,?y) , [tem coordenacao curso](#)^{op}(?x,?y) -> [tem area conhecimento](#)^{op}(?z,?w)

Namespace Declarations [back to ToC](#)

default namespace

<http://www.semanticweb.org/ontoaga#>

academico

<http://www.semanticweb.org/ontoaga/academico#>

ace_lexicon

http://attempto.ifi.uzh.ch/ace_lexicon#

administrativo

<http://www.semanticweb.org/ontoaga/administrativo#>

base

<http://www.semanticweb.org/ontoaga/base#>

owl

<http://www.w3.org/2002/07/owl#>

rdf

<http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>

rdfs

<http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>

swrl

<http://www.w3.org/2003/11/swrl#>

swrlb

<http://www.w3.org/2003/11/swrlb#>

www-semanticweb-org

<http://www.semanticweb.org/>

xsd

<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>

8.2 Apêndice 2 – Cenário II – Base de dados DB1

```

SET @OLD_UNIQUE_CHECKS=@@UNIQUE_CHECKS, UNIQUE_CHECKS=0;
SET @OLD_FOREIGN_KEY_CHECKS=@@FOREIGN_KEY_CHECKS, FOREIGN_KEY_CHECKS=0;
SET @OLD_SQL_MODE=@@SQL_MODE, SQL_MODE='TRADITIONAL';

DROP SCHEMA IF EXISTS `aga_ufjf` ;
CREATE SCHEMA IF NOT EXISTS `aga_ufjf` DEFAULT CHARACTER SET utf8 COLLATE
utf8_general_ci ;
USE `aga_ufjf` ;

-----
-- Table `aga_ufjf`.`ga_pessoa`
-----
DROP TABLE IF EXISTS `aga_ufjf`.`ga_pessoa` ;

CREATE TABLE IF NOT EXISTS `aga_ufjf`.`ga_pessoa` (
  `idPessoa` INT NOT NULL AUTO_INCREMENT ,
  `cpf` CHAR(11) NULL ,
  `nome` VARCHAR(255) NULL ,
  PRIMARY KEY (`idPessoa`) )
ENGINE = InnoDB;

-----
-- Table `aga_ufjf`.`ga_departamento`
-----
DROP TABLE IF EXISTS `aga_ufjf`.`ga_departamento` ;

CREATE TABLE IF NOT EXISTS `aga_ufjf`.`ga_departamento` (
  `idDepartamento` INT NOT NULL AUTO_INCREMENT ,
  `sigla` VARCHAR(45) NULL ,
  `nome` VARCHAR(255) NULL ,
  PRIMARY KEY (`idDepartamento`) )
ENGINE = InnoDB;

-----
-- Table `aga_ufjf`.`ga_docente`
-----
DROP TABLE IF EXISTS `aga_ufjf`.`ga_docente` ;

CREATE TABLE IF NOT EXISTS `aga_ufjf`.`ga_docente` (
  `idDocente` INT NOT NULL AUTO_INCREMENT ,
  `SIAPE` VARCHAR(45) NULL ,
  `idPessoa` INT NOT NULL ,
  `idDepartamento` INT NOT NULL ,
  PRIMARY KEY (`idDocente`) ,
  CONSTRAINT `fk_ga_docente_ga_pessoa`
    FOREIGN KEY (`idPessoa`)
      REFERENCES `aga_ufjf`.`ga_pessoa` (`idPessoa`)
      ON DELETE NO ACTION
      ON UPDATE NO ACTION,
  CONSTRAINT `fk_ga_docente_ga_departamentol`
    FOREIGN KEY (`idDepartamento`)
      REFERENCES `aga_ufjf`.`ga_departamento` (`idDepartamento`)
      ON DELETE NO ACTION
      ON UPDATE NO ACTION)
ENGINE = InnoDB;

CREATE INDEX `idx_ga_docente_ga_pessoa` ON `aga_ufjf`.`ga_docente`

```

```
(`idPessoa` ASC) ;

CREATE INDEX `idx_ga_docente_ga_departamento1` ON `aga_ufjf`.`ga_docente`
(`idDepartamento` ASC) ;

-----
-- Table `aga_ufjf`.`ga_areaconhecimento`
-----
DROP TABLE IF EXISTS `aga_ufjf`.`ga_areaconhecimento` ;

CREATE TABLE IF NOT EXISTS `aga_ufjf`.`ga_areaconhecimento` (
  `idAreaConhecimento` CHAR(12) NOT NULL ,
  `areaConhecimento` VARCHAR(255) NULL ,
  PRIMARY KEY (`idAreaConhecimento`) )
ENGINE = InnoDB;

-----
-- Table `aga_ufjf`.`ga_docente_areaconhecimento`
-----
DROP TABLE IF EXISTS `aga_ufjf`.`ga_docente_areaconhecimento` ;

CREATE TABLE IF NOT EXISTS `aga_ufjf`.`ga_docente_areaconhecimento` (
  `idAreaConhecimento` CHAR(12) NOT NULL ,
  `idDocente` INT NOT NULL ,
  PRIMARY KEY (`idAreaConhecimento`, `idDocente`) ,
  CONSTRAINT `fk_ga_areaconhecimento_has_ga_docente_ga_areaconhecimento1`
    FOREIGN KEY (`idAreaConhecimento`)
    REFERENCES `aga_ufjf`.`ga_areaconhecimento` (`idAreaConhecimento`)
    ON DELETE NO ACTION
    ON UPDATE NO ACTION,
  CONSTRAINT `fk_ga_areaconhecimento_has_ga_docente_ga_docente1`
    FOREIGN KEY (`idDocente`)
    REFERENCES `aga_ufjf`.`ga_docente` (`idDocente`)
    ON DELETE NO ACTION
    ON UPDATE NO ACTION)
ENGINE = InnoDB;

CREATE INDEX `idx_ga_areaconhecimento_has_ga_docente_ga_docente1` ON
`aga_ufjf`.`ga_docente_areaconhecimento` (`idDocente` ASC) ;

CREATE INDEX `idx_ga_areaconhecimento_has_ga_docente_ga_areaconhecimento1`
ON `aga_ufjf`.`ga_docente_areaconhecimento` (`idAreaConhecimento` ASC) ;

SET SQL_MODE=@OLD_SQL_MODE;
SET FOREIGN_KEY_CHECKS=@OLD_FOREIGN_KEY_CHECKS;
SET UNIQUE_CHECKS=@OLD_UNIQUE_CHECKS;

-----
-- Dados
-----
insert into ga_pessoa (cpf,nome) values
('12345678901','Jose Maria da Silva'),
('23456789012','Edison Pereira Silva'),
('34567890123','Ana Paula Dias'),
('45678901234','Carlos Antonio Moreira'),
('56789012345','Felipe Carlos Newman'),
('67890123456','Paulo Roberto Hagen'),
('78901234567','Sonia Maria Frees');
```

```
insert into ga_departamento (sigla,nome) values
('DEPMAT','Departamento de Matemática'),
('DEPFIS','Departamento de Física'),
('DEPCC','Departamento de Ciência da Computação');
```

```
insert into ga_docente (SIAPE, idPessoa, idDepartamento) values
('1111111',1,1),
('2222222',2,1),
('3333333',3,2),
('4444444',4,2),
('5555555',5,3),
('6666666',6,3),
('7777777',7,3);
```

```
insert into ga_areaconhecimento (idAreaConhecimento,areaConhecimento) value
('1.00.00.00-3','1.00.00.00-3-CIENCIAS_EXATAS_E_DA_TERRA'),
('1.01.00.00-8','1.01.00.00-8-MATEMATICA'),
('1.02.00.00-2','1.02.00.00-2-PROBABILIDADE_E_ESTADISTICA'),
('1.03.00.00-7','1.03.00.00-7-CIENCIA_DA_COMPUTACAO'),
('1.04.00.00-1','1.04.00.00-1-ASTRONOMIA'),
('1.05.00.00-6','1.05.00.00-6-FISICA'),
('1.06.00.00-0','1.06.00.00-0-QUIMICA'),
('1.07.00.00-5','1.07.00.00-5-GEOCIENCIAS'),
('1.08.00.00-0','1.08.00.00-0-OCEANOGRAFIA'),
('2.00.00.00-6','2.00.00.00-6-CIENCIAS_BIOLÓGICAS'),
('2.01.00.00-0','2.01.00.00-0-BIOLOGIA_GERAL'),
('2.02.00.00-5','2.02.00.00-5-GENÉTICA'),
('2.03.00.00-0','2.03.00.00-0-BOTANICA'),
('2.04.00.00-4','2.04.00.00-4-ZOOLOGIA'),
('2.05.00.00-9','2.05.00.00-9-ECOLOGIA'),
('2.06.00.00-3','2.06.00.00-3-MORFOLOGIA'),
('2.07.00.00-8','2.07.00.00-8-FISIOLOGIA'),
('2.08.00.00-2','2.08.00.00-2-BIOQUÍMICA'),
('2.09.00.00-7','2.09.00.00-7-BIOFÍSICA'),
('2.10.00.00-0','2.10.00.00-0-FARMACOLOGIA'),
('2.11.00.00-4','2.11.00.00-4-IMUNOLOGIA'),
('2.12.00.00-9','2.12.00.00-9-MICROBIOLOGIA'),
('2.13.00.00-3','2.13.00.00-3-PARASITOLOGIA'),
('3.00.00.00-9','3.00.00.00-9-ENGENHARIAS'),
('3.01.00.00-3','3.01.00.00-3-ENGENHARIA_CIVIL'),
('3.02.00.00-8','3.02.00.00-8-ENGENHARIA_DE_MINAS'),
('3.03.00.00-2','3.03.00.00-2-ENGENHARIA_DE_MATERIAIS_E_METALURGICA'),
('3.04.00.00-7','3.04.00.00-7-ENGENHARIA_ELETRICA'),
('3.05.00.00-1','3.05.00.00-1-ENGENHARIA_MECANICA'),
('3.06.00.00-6','3.06.00.00-6-ENGENHARIA_QUÍMICA'),
('3.07.00.00-0','3.07.00.00-0-ENGENHARIA_SANITARIA'),
('3.08.00.00-5','3.08.00.00-5-ENGENHARIA_DE_PRODUCAO'),
('3.09.00.00-0','3.09.00.00-0-ENGENHARIA_NUCLEAR'),
('3.10.00.00-2','3.10.00.00-2-ENGENHARIA_DE_TRANSPORTES'),
('3.11.00.00-7','3.11.00.00-7-ENGENHARIA_NAVAL_E_OCEANICA'),
('3.12.00.00-1','3.12.00.00-1-ENGENHARIA_AEROESPACIAL'),
('3.13.00.00-6','3.13.00.00-6-ENGENHARIA_BIOMEDICA'),
('4.00.00.00-1','4.00.00.00-1-CIENCIAS_DA_SAUDE'),
('4.01.00.00-6','4.01.00.00-6-MEDICINA'),
('4.02.00.00-0','4.02.00.00-0-ODONTOLOGIA'),
('4.03.00.00-5','4.03.00.00-5-FARMACIA'),
('4.04.00.00-0','4.04.00.00-0-ENFERMAGEM'),
('4.05.00.00-4','4.05.00.00-4-NUTRICAÇÃO'),
('4.06.00.00-9','4.06.00.00-9-SAUDE_COLETIVA'),
```


('4.07.00.00-3', '4.07.00.00-3-FONOAUDIOLOGIA'),
('4.08.00.00-8', '4.08.00.00-8-FISIOTERAPIA_E_TERAPIA_OCUPACIONAL'),
('4.09.00.00-2', '4.09.00.00-2-EDUCACAO_FISICA'),
('5.00.00.00-4', '5.00.00.00-4-CIENCIAS_AGRARIAS'),
('5.01.00.00-9', '5.01.00.00-9-AGRONOMIA'),
('5.02.00.00-3', '5.02.00.00-3-RECURSOS_FLORESTAIS_E_ENGENHARIA_FLORESTAL'),
('5.03.00.00-8', '5.03.00.00-8-ENGENHARIA_AGRICOLA'),
('5.04.00.00-2', '5.04.00.00-2-ZOOTECNIA'),
('5.05.00.00-7', '5.05.00.00-7-MEDICINA_VETERINARIA'),
('5.06.00.00-1', '5.06.00.00-1-RECURSOS_PESQUEIROS_E_ENGENHARIA_DE_PESCA'),
('5.07.00.00-6', '5.07.00.00-6-CIENCIA_E_TECNOLOGIA_DE_ALIMENTOS'),
('6.00.00.00-7', '6.00.00.00-7-CIENCIAS_SOCIAIS_APLICADAS'),
('6.01.00.00-1', '6.01.00.00-1-DIREITO'),
('6.02.00.00-6', '6.02.00.00-6-ADMINISTRACAO'),
('6.03.00.00-0', '6.03.00.00-0-ECONOMIA'),
('6.04.00.00-5', '6.04.00.00-5-ARQUITETURA_E_URBANISMO'),
('6.05.00.00-0', '6.05.00.00-0-PLANEJAMENTO_URBANO_E_REGIONAL'),
('6.06.00.00-4', '6.06.00.00-4-DEMOGRAFIA'),
('6.07.00.00-9', '6.07.00.00-9-CIENCIA_DA_INFORMACAO'),
('6.08.00.00-3', '6.08.00.00-3-MUSEOLOGIA'),
('6.09.00.00-8', '6.09.00.00-8-COMUNICACAO'),
('6.10.00.00-0', '6.10.00.00-0-SERVICO_SOCIAL'),
('6.11.00.00-5', '6.11.00.00-5-ECONOMIA_DOMESTICA'),
('6.12.00.00-0', '6.12.00.00-0-DESENHO_INDUSTRIAL'),
('6.13.00.00-4', '6.13.00.00-4-TURISMO'),
('7.00.00.00-0', '7.00.00.00-0-CIENCIAS_HUMANAS'),
('7.01.00.00-4', '7.01.00.00-4-FILOSOFIA'),
('7.02.00.00-9', '7.02.00.00-9-SOCIOLOGIA'),
('7.03.00.00-3', '7.03.00.00-3-ANTROPOLOGIA'),
('7.04.00.00-8', '7.04.00.00-8-ARQUEOLOGIA'),
('7.05.00.00-2', '7.05.00.00-2-HISTORIA'),
('7.06.00.00-7', '7.06.00.00-7-GEOGRAFIA'),
('7.07.00.00-1', '7.07.00.00-1-PSICOLOGIA'),
('7.08.00.00-6', '7.08.00.00-6-EDUCACAO'),
('7.09.00.00-0', '7.09.00.00-0-CIENCIA_POLITICA'),
('7.10.00.00-3', '7.10.00.00-3-TEOLOGIA'),
('8.00.00.00-2', '8.00.00.00-2-LINGUISTICA,_LETRAS_E_ARTES'),
('8.01.00.00-7', '8.01.00.00-7-LINGUISTICA'),
('8.02.00.00-1', '8.02.00.00-1-LETRAS'),
('8.03.00.00-6', '8.03.00.00-6-ARTES'),
('9.00.00.00-5', '9.00.00.00-5-OUTROS'),
('9.01.00.00-0', '9.01.00.00-0-ADMINISTRACAO_HOSPITALAR'),
('9.02.00.00-4', '9.02.00.00-4-ADMINISTRACAO_RURAL'),
('9.03.00.00-9', '9.03.00.00-9-CARREIRA_MILITAR'),
('9.04.00.00-3', '9.04.00.00-3-CARREIRA_RELIGIOSA'),
('9.05.00.00-8', '9.05.00.00-8-CIENCIAS'),
('9.06.00.00-2', '9.06.00.00-2-BIOMEDICINA'),
('9.07.00.00-7', '9.07.00.00-7-CIENCIAS_ATUARIAIS'),
('9.08.00.00-1', '9.08.00.00-1-CIENCIAS_SOCIAIS'),
('9.09.00.00-6', '9.09.00.00-6-DECORACAO'),
('9.10.00.00-9', '9.10.00.00-9-DESENHO_DE_MODA'),
('9.11.00.00-3', '9.11.00.00-3-DESENHO_DE_PROJETOS'),
('9.12.00.00-8', '9.12.00.00-8-DIPLOMACIA'),
('9.13.00.00-2', '9.13.00.00-2-ENGENHARIA_DE_AGRIMENSURA'),
('9.14.00.00-7', '9.14.00.00-7-ENGENHARIA_CARTOGRAFICA'),
('9.15.00.00-1', '9.15.00.00-1-ENGENHARIA_DE_ARMAMENTOS'),
('9.16.00.00-6', '9.16.00.00-6-ENGENHARIA_MECATRONICA'),
('9.17.00.00-0', '9.17.00.00-0-ENGENHARIA_TEXTIL'),
('9.18.00.00-5', '9.18.00.00-5-ESTUDOS_SOCIAIS'),
('9.19.00.00-0', '9.19.00.00-0-HISTORIA_NATURAL'),
('9.20.00.00-2', '9.20.00.00-2-QUIMICA_INDUSTRIAL'),

```
('9.21.00.00-7', '9.21.00.00-7-RELACOES_INTERNACIONAIS'),  
( '9.22.00.00-1', '9.22.00.00-1-RELACOES_PUBLICAS'),  
( '9.23.00.00-6', '9.23.00.00-6-SECRETARIADO_EXECUTIVO');
```

```
insert into ga_docente_areaconhecimento (idareaconhecimento, iddocente)  
values  
( '1.01.00.00-8', 1),  
( '1.01.00.00-8', 2),  
( '1.05.00.00-6', 3),  
( '1.05.00.00-6', 4),  
( '1.03.00.00-7', 5),  
( '1.03.00.00-7', 6),  
( '1.03.00.00-7', 7);
```

8.3 Apêndice 3 – Cenário II – Mapeamento dos identificadores

```

@prefix d2rq: <http://www.wiwiss.fu-berlin.de/suhl/bizer/D2RQ/0.1#> .
@prefix map: <#> .
@prefix rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#> .
@prefix rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#> .
@prefix xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#> .
@prefix demo: <http://demo/>.
@prefix ont: <http://www.semanticweb.org/ontoAGA#>.
@prefix owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#> .

map:database_source_db a d2rq:Database ;
d2rq:jdbcDriver "com.mysql.jdbc.Driver";
d2rq:jdbcDSN
"jdbc:mysql://127.0.0.1/aga_ufjf?user=fnbrasil&password=OssracF1982";
.

map:AreaConhecimento_1 a d2rq:ClassMap;
  d2rq:dataStorage map:database_source_db ;
  d2rq:uriPattern
"http://www.semanticweb.org/ontoAGA#@@ga_areaconhecimento.areaConhecimento@";
  d2rq:class ont:AreaConhecimento;
.

map:Departamento_2 a d2rq:ClassMap;
  d2rq:dataStorage map:database_source_db ;
  d2rq:uriPattern
"http://www.semanticweb.org/ontoAGA#@@ga_departamento.sigla@";
  d2rq:class ont:Departamento;
.

map:Pessoa_3 a d2rq:ClassMap;
  d2rq:dataStorage map:database_source_db ;
  d2rq:uriPattern "http://www.semanticweb.org/ontoAGA#@@ga_pessoa.cpf@";
  d2rq:class ont:Pessoa;
.

map:Docente_4 a d2rq:ClassMap;
  d2rq:dataStorage map:database_source_db ;
  d2rq:uriPattern
"http://www.semanticweb.org/ontoAGA#@@ga_docente.SIAPE@";
  d2rq:class ont:Docente;
.

map:temAreaConhecimento a d2rq:AdditionalProperty;
  d2rq:propertyName rdf:type;
  d2rq:propertyValue owl:ObjectProperty ;
.

map:papelDe a d2rq:AdditionalProperty;
  d2rq:propertyName rdf:type;
  d2rq:propertyValue owl:ObjectProperty ;
.

# Table ga_docente_areaconhecimento (n:m)
map:ga_docente_areaconhecimento__link a d2rq:PropertyBridge;
d2rq:belongsToClassMap map:Docente_4;
d2rq:property <http://www.semanticweb.org/ontoAGA#temAreaConhecimento>;
d2rq:refersToClassMap map:AreaConhecimento_1;

```

```
d2rq:additionalPropertyDefinitionProperty map:temAreaConhecimento;
d2rq:join "ga_docente_areaconhecimento.idDocente => ga_docente.idDocente";
d2rq:join "ga_docente_areaconhecimento.idAreaConhecimento =>
ga_areaconhecimento.idAreaConhecimento";
```

```
# Docente-Pessoa
```

```
map:ga_docente_pessoa__link a d2rq:PropertyBridge;
d2rq:belongsToClassMap map:Docente_4;
d2rq:property <http://www.semanticweb.org/ontoAGA#papelDe>;
d2rq:refersToClassMap map:Pessoa_3;
d2rq:additionalPropertyDefinitionProperty map:papelDe;
d2rq:join "ga_docente.idPessoa => ga_pessoa.idPessoa";
```

8.4 Apêndice 4 – Cenário II – Mapeamento para acesso aos dados

```

@prefix map: <#> .
@prefix db: <> .
@prefix vocab: <http://www.semanticweb.org/ontoAGA#>.
@prefix rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#> .
@prefix rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#> .
@prefix xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#> .
@prefix d2rq: <http://www.wiwiss.fu-berlin.de/suhl/bizer/D2RQ/0.1#> .
@prefix jdbc: <http://d2rq.org/terms/jdbc/> .
@prefix owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#> .

map:database a d2rq:Database;
d2rq:jdbcDriver "com.mysql.jdbc.Driver";
d2rq:jdbcDSN "jdbc:mysql://127.0.0.1/aga_ufjf";
d2rq:username "fnbrasil";
d2rq:password "OssracF1982";
jdbc:autoReconnect "true";
jdbc:zeroDateTimeBehavior "convertToNull";

# Table ga_areaconhecimento
map:ga_areaconhecimento a d2rq:ClassMap;
d2rq:dataStorage map:database;
d2rq:uriPattern
"http://www.semanticweb.org/ontoAGA#@ga_areaconhecimento.areaConhecimento@";
d2rq:class vocab:ga_areaconhecimento;
d2rq:classDefinitionLabel "ga_areaconhecimento";

map:ga_areaconhecimento__label a d2rq:PropertyBridge;
d2rq:belongsToClassMap map:ga_areaconhecimento;
d2rq:property rdfs:label;
d2rq:pattern "ga_areaconhecimento
#@ga_areaconhecimento.idAreaConhecimento@";

map:ga_areaconhecimento_idAreaConhecimento a d2rq:PropertyBridge;
d2rq:belongsToClassMap map:ga_areaconhecimento;
d2rq:property vocab:ga_areaconhecimento_idAreaConhecimento;
d2rq:propertyDefinitionLabel "ga_areaconhecimento idAreaConhecimento";
d2rq:column "ga_areaconhecimento.idAreaConhecimento";

map:ga_areaconhecimento_areaConhecimento a d2rq:PropertyBridge;
d2rq:belongsToClassMap map:ga_areaconhecimento;
d2rq:property vocab:ga_areaconhecimento_areaConhecimento;
d2rq:propertyDefinitionLabel "ga_areaconhecimento areaConhecimento";
d2rq:column "ga_areaconhecimento.areaConhecimento";

# Table ga_departamento
map:ga_departamento a d2rq:ClassMap;
d2rq:dataStorage map:database;
d2rq:uriPattern
"http://www.semanticweb.org/ontoAGA#DB1_@ga_departamento.sigla@";
d2rq:class vocab:ga_departamento;
d2rq:classDefinitionLabel "ga_departamento";

map:ga_departamento__label a d2rq:PropertyBridge;
d2rq:belongsToClassMap map:ga_departamento;
d2rq:property rdfs:label;
d2rq:pattern "ga_departamento #@ga_departamento.idDepartamento@";

```

```
map:ga_departamento_idDepartamento a d2rq:PropertyBridge;
d2rq:belongsToClassMap map:ga_departamento;
d2rq:property vocab:ga_departamento_idDepartamento;
d2rq:propertyDefinitionLabel "ga_departamento idDepartamento";
d2rq:column "ga_departamento.idDepartamento";
d2rq:datatype xsd:integer;

.

map:ga_departamento_sigla a d2rq:PropertyBridge;
d2rq:belongsToClassMap map:ga_departamento;
d2rq:property vocab:ga_departamento_sigla;
d2rq:propertyDefinitionLabel "ga_departamento sigla";
d2rq:column "ga_departamento.sigla";

.

map:ga_departamento_nome a d2rq:PropertyBridge;
d2rq:belongsToClassMap map:ga_departamento;
d2rq:property vocab:ga_departamento_nome;
d2rq:propertyDefinitionLabel "ga_departamento nome";
d2rq:column "ga_departamento.nome";

.

map:associadoA a d2rq:AdditionalProperty;
d2rq:propertyName rdf:type;
d2rq:propertyValue owl:ObjectProperty ;
.

# Table ga_docente
map:ga_docente a d2rq:ClassMap;
d2rq:dataStorage map:database;
d2rq:uriPattern "ga_docente/@@ga_docente.idDocente@";
d2rq:class vocab:ga_docente;
d2rq:classDefinitionLabel "ga_docente";

.

map:ga_docente__label a d2rq:PropertyBridge;
d2rq:belongsToClassMap map:ga_docente;
d2rq:property rdfs:label;
d2rq:pattern "ga_docente #@@ga_docente.idDocente@";

.

map:ga_docente_idDocente a d2rq:PropertyBridge;
d2rq:belongsToClassMap map:ga_docente;
d2rq:property vocab:ga_docente_idDocente;
d2rq:propertyDefinitionLabel "ga_docente idDocente";
d2rq:column "ga_docente.idDocente";
d2rq:datatype xsd:integer;

.

map:ga_docente_SIAPE a d2rq:PropertyBridge;
d2rq:belongsToClassMap map:ga_docente;
d2rq:property vocab:ga_docente_SIAPE;
d2rq:propertyDefinitionLabel "ga_docente SIAPE";
d2rq:column "ga_docente.SIAPE";

.

map:ga_docente_idPessoa__ref a d2rq:PropertyBridge;
d2rq:belongsToClassMap map:ga_docente;
d2rq:property vocab:ga_docente_idPessoa;
d2rq:refersToClassMap map:ga_pessoa;
d2rq:join "ga_docente.idPessoa => ga_pessoa.idPessoa";

.

map:ga_docente_idDepartamento__ref a d2rq:PropertyBridge;
d2rq:belongsToClassMap map:ga_docente;
d2rq:property vocab:ga_docente_idDepartamento;
d2rq:refersToClassMap map:ga_departamento;
d2rq:join "ga_docente.idDepartamento => ga_departamento.idDepartamento";
```

```
map:ga_docente_ga_departamento_ref a d2rq:PropertyBridge;
d2rq:belongsToClassMap map:ga_docente;
d2rq:property <http://www.semanticweb.org/ontoAGA#associadoA>;
d2rq:refersToClassMap map:ga_departamento;
d2rq:join "ga_docente.idDepartamento => ga_departamento.idDepartamento";
d2rq:additionalPropertyDefinitionProperty map:associadoA;
.

# Table ga_docente_areaconhecimento (n:m)
map:ga_docente_areaconhecimento_link a d2rq:PropertyBridge;
d2rq:belongsToClassMap map:ga_docente;
d2rq:property vocab:ga_docente_areaconhecimento;
d2rq:refersToClassMap map:ga_areaconhecimento;
d2rq:join "ga_docente_areaconhecimento.idDocente => ga_docente.idDocente";
d2rq:join "ga_docente_areaconhecimento.idAreaConhecimento =>
ga_areaconhecimento.idAreaConhecimento";
.

# Table ga_pessoa
map:ga_pessoa a d2rq:ClassMap;
d2rq:dataStorage map:database;
d2rq:uriPattern "http://www.semanticweb.org/ontoAGA#@ga_pessoa.cpf@";
d2rq:class vocab:ga_pessoa;
d2rq:classDefinitionLabel "ga_pessoa";
.

map:ga_pessoa_label a d2rq:PropertyBridge;
d2rq:belongsToClassMap map:ga_pessoa;
d2rq:property rdfs:label;
d2rq:pattern "ga_pessoa #@ga_pessoa.idPessoa@";
.

map:ga_pessoa_idPessoa a d2rq:PropertyBridge;
d2rq:belongsToClassMap map:ga_pessoa;
d2rq:property vocab:ga_pessoa_idPessoa;
d2rq:propertyDefinitionLabel "ga_pessoa idPessoa";
d2rq:column "ga_pessoa.idPessoa";
d2rq:datatype xsd:integer;
.

map:ga_pessoa_cpf a d2rq:PropertyBridge;
d2rq:belongsToClassMap map:ga_pessoa;
d2rq:property vocab:ga_pessoa_cpf;
d2rq:propertyDefinitionLabel "ga_pessoa cpf";
d2rq:column "ga_pessoa.cpf";
.

map:ga_pessoa_nome a d2rq:PropertyBridge;
d2rq:belongsToClassMap map:ga_pessoa;
d2rq:property vocab:ga_pessoa_nome;
d2rq:propertyDefinitionLabel "ga_pessoa nome";
d2rq:column "ga_pessoa.nome";
```

8.5 Apêndice 5 – Cenário III – Mapeamento para SIGA

```

@prefix d2rq: <http://www.wiwiss.fu-berlin.de/suhl/bizer/D2RQ/0.1#> .
@prefix map: <#> .
@prefix rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#> .
@prefix rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#> .
@prefix xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#> .
@prefix demo: <http://demo/>.
@prefix ont: <http://www.semanticweb.org/ontoAGA#>.
@prefix owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#> .
@prefix vocab: <http://www.semanticweb.org/ontoAGA#>.

```

```

map:database_source_db a d2rq:Database ;
d2rq:jdbcDriver "oracle.jdbc.OracleDriver";
d2rq:jdbcDSN "jdbc:oracle:thin:@phoenix.cpd.ufjf.br:1521:ufjf";
    d2rq:username "ematos";
    d2rq:password "mtx-0.25";
.

```

```

map:AreaConhecimento_1 a d2rq:ClassMap;
    d2rq:dataStorage map:database_source_db ;
    d2rq:uriPattern
"http://www.semanticweb.org/ontoAGA#@@AREACONHECIMENTO.AREACONHECIMENTO@";
    d2rq:class ont:AreaConhecimento;
.

```

```

map:Curso_1 a d2rq:ClassMap;
    d2rq:dataStorage map:database_source_db ;
    d2rq:uriPattern
"http://www.semanticweb.org/ontoAGA#UFJF_@@GA_CURSO.CURSO@";
    d2rq:join "GA_CURSO.IDGRANDEAREA => GA_GRANDEAREA.IDGRANDEAREA";
    d2rq:class ont:Curso;
.

```

```

map:Curso_1_nome a d2rq:PropertyBridge;
d2rq:belongsToClassMap map:Curso_1;
d2rq:property vocab:Curso_nome;
d2rq:column "GA_CURSO.NOME";
.

```

```

map:CoordenacaoCurso_1 a d2rq:ClassMap;
    d2rq:dataStorage map:database_source_db ;
    d2rq:uriSqlExpression
"CONCAT('http://www.semanticweb.org/ontoAGA#UFJF_Coordenacao_',
TRIM(GA_COORDENACAO.CURSO))";
    d2rq:condition "GA_COORDENACAO.CURSO = GA_CURSO.CURSO";
    d2rq:condition "GA_CURSO.ATIVO = 'S'";
    d2rq:class ont:CoordenacaoCurso;
.

```

```

map:Docente_1 a d2rq:ClassMap;
    d2rq:dataStorage map:database_source_db ;
    d2rq:uriSqlExpression "CONCAT('http://www.semanticweb.org/ontoAGA#',
TO_CHAR(GA_DOCENTE.IDVINCULO))";
    d2rq:condition "GA_COORDENACAO.IDUSUARIO = GA_DOCENTE.IDUSUARIO";
    d2rq:class ont:Docente;
.

```

```

map:Departamento_1 a d2rq:ClassMap;
    d2rq:dataStorage map:database_source_db ;

```



```
d2rq:uriSqlExpression "CONCAT('http://www.semanticweb.org/ontoAGA#UFJF_',
TO_CHAR(replace(GA_DEPARTAMENTO.DEPTO,' ','_')))" ;
d2rq:condition "GA_COORDENACAO.IDUSUARIO = GA_DOCENTE.IDUSUARIO";
d2rq:condition "GA_DOCENTE.IDDEPTO = GA_DEPARTAMENTO.IDDEPTO";
d2rq:class ont:Departamento;
.

map:Departamento_1_nome a d2rq:PropertyBridge;
d2rq:belongsToClassMap map:Departamento_1;
d2rq:property vocab:Departamento_nome;
d2rq:column "GA_DEPARTAMENTO.NOME";
.

map:Pessoa_1 a d2rq:ClassMap;
d2rq:dataStorage map:database_source_db ;
d2rq:uriSqlExpression "CONCAT('http://www.semanticweb.org/ontoAGA#',
TO_CHAR(PESSOA.CPF))" ;
d2rq:condition "GA_COORDENACAO.CURSO = GA_CURSO.CURSO" ;
d2rq:condition "GA_CURSO.ATIVO = 'S'";
d2rq:condition "USUARIO.IDUSUARIO = GA_COORDENACAO.IDUSUARIO";
d2rq:condition "USUARIO.IDPESSOA = PESSOA.IDPESSOA";
d2rq:class ont:Pessoa;
.

map:Pessoa_1__label a d2rq:PropertyBridge;
d2rq:belongsToClassMap map:Pessoa_1;
d2rq:property rdfs:label;
d2rq:pattern "pessoa #@@PESSOA.IDPESSOA@" ;
.

map:Pessoa_1_idPessoa a d2rq:PropertyBridge;
d2rq:belongsToClassMap map:Pessoa_1;
d2rq:property vocab:Pessoa_idPessoa;
d2rq:column "PESSOA.IDPESSOA";
d2rq:datatype xsd:integer;
.

map:Pessoa_1_cpf a d2rq:PropertyBridge;
d2rq:belongsToClassMap map:Pessoa_1;
d2rq:property vocab:Pessoa_cpf;
d2rq:column "PESSOA.CPF";
.

map:Pessoa_1_nome a d2rq:PropertyBridge;
d2rq:belongsToClassMap map:Pessoa_1;
d2rq:property vocab:Pessoa_nome;
d2rq:column "PESSOA.NOME";
.

map:temAreaConhecimento a d2rq:AdditionalProperty;
d2rq:propertyName rdf:type;
d2rq:propertyValue owl:ObjectProperty ;
.

map:temCoordenacaoCurso a d2rq:AdditionalProperty;
d2rq:propertyName rdf:type;
d2rq:propertyValue owl:ObjectProperty ;
.

map:exerceCargoAdministrativo a d2rq:AdditionalProperty;
d2rq:propertyName rdf:type;
d2rq:propertyValue owl:ObjectProperty ;
.
```

```

map:papelDe a d2rq:AdditionalProperty;
  d2rq:propertyName rdf:type;
  d2rq:propertyValue owl:ObjectProperty ;
.

map:associadoA a d2rq:AdditionalProperty;
  d2rq:propertyName rdf:type;
  d2rq:propertyValue owl:ObjectProperty ;
.

map:ga_curso_ga_areaconhecimento__link a d2rq:PropertyBridge;
d2rq:belongsToClassMap map:Curso_1;
d2rq:property <http://www.semanticweb.org/ontoAGA#temAreaConhecimento>;
d2rq:uriPattern
"http://www.semanticweb.org/ontoAGA#@@AREACONHECIMENTO.AREACONHECIMENTO@@";
d2rq:additionalPropertyDefinitionProperty map:temAreaConhecimento;
  d2rq:join "GA_CURSO.IDGRANDEAREA => GA_GRANDEAREA.IDGRANDEAREA";
  d2rq:join "GA_GRANDEAREA.IDGRANDEAREA =>
AREACONHECIMENTO.IDGRANDEAREA";
.

map:ga_curso_ga_coordenacao__link a d2rq:PropertyBridge;
d2rq:belongsToClassMap map:Curso_1;
d2rq:property <http://www.semanticweb.org/ontoAGA#temCoordenacaoCurso>;
#d2rq:uriSqlExpression
"CONCAT('http://www.semanticweb.org/ontoAGA#Coordenacao_',
TRIM(GA_COORDENACAO.CURSO))";
d2rq:refersToClassMap map:CoordenacaoCurso_1;
d2rq:additionalPropertyDefinitionProperty map:temCoordenacaoCurso;
  #d2rq:join "GA_CURSO.CURSO => GA_COORDENACAO.CURSO";
.

map:ga_docente_ga_coordenacao__link a d2rq:PropertyBridge;
d2rq:belongsToClassMap map:Docente_1;
d2rq:property
<http://www.semanticweb.org/ontoAGA#exerceCargoAdministrativo>;
d2rq:refersToClassMap map:CoordenacaoCurso_1;
d2rq:additionalPropertyDefinitionProperty map:exerceCargoAdministrativo;
.

map:ga_docente_ga_departamento__link a d2rq:PropertyBridge;
d2rq:belongsToClassMap map:Docente_1;
d2rq:property <http://www.semanticweb.org/ontoAGA#associadoA>;
d2rq:refersToClassMap map:Departamento_1;
d2rq:additionalPropertyDefinitionProperty map:associadoA;
.

map:usuario_pessoa__link a d2rq:PropertyBridge;
d2rq:belongsToClassMap map:Docente_1;
d2rq:property <http://www.semanticweb.org/ontoAGA#papelDe>;
d2rq:refersToClassMap map:Pessoa_1;
d2rq:additionalPropertyDefinitionProperty map:papelDe;
.

```