



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

RICARDO PASQUALOTTI

**ONTOPAMPA: UMA ONTOLOGIA DE SUPORTE À OFERTA DE
DISCIPLINAS COMPLEMENTARES DE GRADUAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso

Alegrete
2013

RICARDO PASQUALOTTI

**ONTOPAMPA: UMA ONTOLOGIA DE SUPORTE À OFERTA DE
DISCIPLINAS COMPLEMENTARES DE GRADUAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como parte das atividades para obtenção do
título de bacharel em Ciência da Computação
na Universidade Federal do Pampa.

Orientador: Prof. Me. João Pablo Silva da
Silva

Alegrete

2013

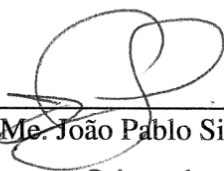
RICARDO PASQUALOTTI

**ONTOPAMPA: UMA ONTOLOGIA DE SUPORTE À OFERTA DE
DISCIPLINAS COMPLEMENTARES DE GRADUAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como parte das atividades para obtenção do
título de bacharel em Ciência da Computação
na Universidade Federal do Pampa.

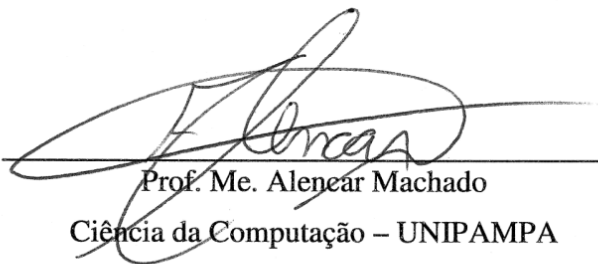
Trabalho apresentado e aprovado em: ...06... deMARÇO..... de 2013.

Banca examinadora:

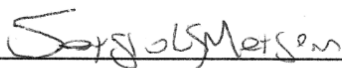


Prof. Me. João Pablo Silva da Silva
Orientador

Ciência da Computação – UNIPAMPA



Prof. Me. Aleneár Machado
Ciência da Computação – UNIPAMPA



Prof. Dr. Sérgio Luis Sardi Mergen
Ciência da Computação – UNIPAMPA

AGRADECIMENTOS

Meus sinceros agradecimentos a todas as pessoas que contribuíram de forma direta ou indireta para a realização deste trabalho, em especial:

À minha família, pela confiança e apoio prestado ao longo desta caminhada.

Ao meu orientador João Pablo da Silva pela paciência, dedicação e ajuda, fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

À Luiza por todo o carinho e incentivo, que foram essenciais nestes anos difíceis.

RESUMO

Devido à grande diversidade de áreas englobadas pela Computação, existem diversos caminhos que podem ser seguidos por alunos de graduação do curso de Ciência da Computação. As instituições de ensino superior oferecem uma parte do currículo flexível, permitindo que os discentes direcionem seu currículo às suas áreas de interesses. A grande diversidade dessas áreas de interesses introduz um problema na escolha e oferta das Disciplinas Complementares de Graduação (DCGs). Neste trabalho, foi realizado o desenvolvimento de um modelo ontológico capaz de auxiliar o coordenador do curso no processo de planejamento de oferta das DCGs, considerando as áreas de interesse dos alunos. A ontologia foi construída através do método *Ontology Development 101*, e teve seu domínio dividido em duas perspectivas: uma responsável por representar o currículo do curso, e a outra por estabelecer o perfil dos alunos. Através da correlação entre essas perspectivas, foi possível representar o conhecimento necessário para responder as consultas referentes ao processo de oferta de DCG, e ao aconselhamento de DCG para alunos e professores.

Palavras-chave: ontologia, currículo do curso, perfil do aluno.

ABSTRACT

Due to the wide diversity of areas encompassed by Computer Science, there are several paths that can be followed by graduate students of the Computer Science course. The higher education institutions provide a flexible part of the curriculum, allowing students to target their resume to their areas of interest. The wide diversity of these areas of interest introduces a problem in the choice and offer of Undergraduate Complementary Disciplines (DCG). In this work, it was developed an ontological model capable of helping the course coordinator in the planning process DCG offer, considering the interest areas of students. The ontology was build using the Ontology Development 101 method, and its domain was divided into two perspectives: one is responsible for representing the course curriculum, and the other to establish a student profile. By the correlation between these perspectives, it was possible to represent the necessary knowledge to answer queries about the process off DCG offering, and the counseling of DCG for students and teachers.

Keywords: ontology, course curriculum, student profile.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Componentes de uma ontologia.....	24
Figura 2 - Sublinguagens OWL.....	27
Figura 3 - Arquitetura do Jena.....	29
Figura 4 - Domínio do curso.....	39
Figura 5 - ONTOPAMPA	40
Figura 6 - Hierarquia de classes	43
Figura 7 - Representação da consulta de oferta de DCG.....	46
Figura 8 - Representação da consulta referente aos professores	47
Figura 9 - Representação da consulta referente aos alunos	48
Figura 10 - Página inicial do protótipo.....	53
Figura 11 - Tela de passagem de parâmetro	54
Figura 12 - Tela de resultado de uma consulta.....	55
Figura 13 - Porcentagem dos resultados obtidos da ontologia	57
Figura 14 - Resultados obtidos por indivíduo	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Exemplo de consultas SPARQL.....	28
Tabela 2 - Lista de classes	42
Tabela 3- Lista de propriedades.....	43
Tabela 4 - Lista de restrições	44

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	19
1.1	Contexto e Motivação	19
1.2	Objetivos Geral e Específicos	20
1.3	Principais contribuições	20
1.4	Organização do documento	21
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	23
2.1	Definição de Ontologias	23
2.2	Engenharia para Ontologias	24
2.3	Especificação de Ontologias	26
2.4	Consultas em Ontologias	27
2.5	Framework de Desenvolvimento	28
2.6	Fechamento do Capítulo	29
3	TRABALHOS RELACIONADOS	31
3.1	Metodologia para revisão	31
3.2	Resultados da revisão	31
3.2.1	Ontologias para perfil de usuário	31
3.2.2	Ontologias para contexto acadêmico	33
3.3	Fechamento do Capítulo	35
4	ONTOPAMPA	37
4.1	Visão geral	37
4.2	Modelo ontológico	39
4.2.1	Domínio e Escopo	40
4.2.2	Considerar o reuso	40
4.2.3	Enumerar termos importantes	41
4.2.4	Hierarquia de classes	41
4.2.5	Propriedades	43
4.2.6	Restrições de propriedades	44
4.2.7	Instâncias	45
4.3	Consultas SPARQL	45
4.4	Fechamento do capítulo	49
5	VERIFICAÇÃO E VALIDAÇÃO	51
5.1	Método	51

5.2 Protótipo	52
5.3 Resultados.....	55
5.4 Fechamento do Capítulo.....	58
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	59
6.1 Trabalhos futuros.....	60
REFERÊNCIAS	63
APÊNDICE A – Consulta SPARQL referente à categoria Coordenador	65
APÊNDICE B – Consulta SPARQL referente à categoria Professor	71
APÊNDICE C – Consulta SPARQL referente à categoria Aluno	79

1 INTRODUÇÃO

Este capítulo visa apresentar o contexto em que se encontra inserido o trabalho e a motivação responsável por conduzir o desenvolvimento das atividades a fim de alcançar os objetivos pretendidos. A Seção 1.1 descreve a contextualização e a motivação para o desenvolvimento do trabalho. Na Seção 1.2 é descrito o objetivo geral e os objetivos específicos. A Seção 1.3 apresenta a metodologia de trabalho utilizada. Por fim, na Seção 1.4 faz uma breve caracterização dos demais Capítulos.

1.1 Contexto e Motivação

O mercado de trabalho possui uma demanda contínua por profissionais qualificados da área da Computação, justamente por essa ser uma área ampla em termos de aplicação. Para atender a essa demanda, as instituições de ensino superior oferecem diversos cursos de graduação que abrangem a grande área Computação, tais como: Engenharia de Software, Engenharia da Computação, Ciência da Computação, entre outros.

Esses cursos são responsáveis por fazer uma partição da Computação em núcleos menores e mais específicos, fazendo com que alunos de graduação encaminhem uma formação sólida e direcionada as suas áreas de interesses (MEC, 2011). O curso de Ciência da Computação trata da Computação como atividade fim, com o dever de preparar profissionais capacitados a contribuir para a evolução do conhecimento científico e tecnológico, e fazer uso desse conhecimento na avaliação, especificação, e desenvolvimento de ferramentas, métodos e sistemas computacionais (SBC, 2011).

A Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) oferece um curso de Bacharelado em Ciência da Computação, que objetiva prover aos alunos uma capacidade de projetar e construir software e hardware. Para alcançar esse objetivo, o curso implantou uma organização curricular seguindo o currículo de referência da SBC, onde o currículo é composto por disciplinas obrigatórias que estão divididas em núcleos, que são: Matemática, Ciências Básicas, Fundamentos de Computação, Tecnologia da Computação e Contexto Social e Profissional. Também por uma parte flexível composta pelas Disciplinas Complementares de Graduação (DCGs) e as Atividades Complementares de Graduação (ACG), que permite aos alunos preenchê-las com componentes curriculares que atendam aos seus interesses individuais (PPCCC, 2009).

Semestralmente o coordenador do curso de Ciência da Computação realiza a oferta das DCGs baseando-se em uma série de fatores. Entretanto o perfil dos alunos não é considerado, pois avaliar o perfil de cada aluno tornaria o processo árduo e demorado. A experiência como discente mostra que este processo pode levar a uma oferta não aderente aos interesses dos alunos. Os alunos, ao longo do curso, acabam desenvolvendo interesses específicos que levam a descrição de um perfil. Esse perfil é composto por um conjunto de características, interesses e aptidões. Essas informações que definem o perfil dos alunos são obtidas através das atividades curriculares e extracurriculares, tais como: participação em eventos, cursos, e projetos de pesquisa, ensino, e extensão, entre outros.

Considerando a necessidade de uma solução para este problema, e partindo da premissa que existe uma correlação entre o domínio do perfil do aluno e o domínio da organização curricular, surge a possibilidade do uso de ontologias para representar esse domínio de conhecimento, de forma que seja possível uma visualização clara e nítida da correlação existente entre esses domínios. Propõe-se então o desenvolvimento de uma ontologia de suporte capaz de auxiliar o coordenador do curso de Ciência da Computação da UNIPAMPA na seleção das DCGs, a serem ofertadas semestralmente, levando em conta os interesses dos alunos.

1.2 Objetivos Geral e Específicos

O trabalho tem como objetivo geral a construção de um modelo ontológico capaz de auxiliar o coordenador do curso de Ciência da Computação da UNIPAMPA a escolher quais DCGs são mais aptas a serem ofertadas aos discentes de acordo com o perfil dos mesmos. Complementarmente, ficam definidos os seguintes objetivos específicos:

- Explicitar o conhecimento envolvido no processo de oferta de DCG;
- Estabelecer consultas que recomendem DCG segundo o perfil dos alunos;
- Tornar a oferta de DCG coerente com o perfil dos alunos;
- Minimizar a complexidade envolvida no processo de oferta de DCG.

1.3 Principais contribuições

O presente trabalho é caracterizado pela modelagem de uma ontologia capaz de representar o domínio de conhecimento do curso de Ciência da Computação da UNIPAMPA,

além do desenvolvimento de uma interface web que possibilite a validação da ontologia, através de consultas disponibilizadas à usuários. Assim podem ser citadas como principais contribuições:

- A modelagem do domínio de conhecimento do curso de Ciência da Computação da UNIPAMPA;
- O aconselhamento de potenciais DCGs para serem cursadas pelos alunos baseadas em seu perfil;
- O aconselhamento de possíveis DCGs a serem ministradas por determinados professores;
- O aconselhamento de potenciais DCGs para serem ofertadas para uma determinada turma de acordo com o perfil dos alunos.

1.4 Organização do documento

O restante deste trabalho está organizado de acordo com a sequência de capítulos descrita abaixo:

- *Capítulo 2:* Apresenta uma fundamentação teórica sobre os conceitos e tecnologias necessárias para a compreensão da solução proposta;
- *Capítulo 3:* Apresenta dois grupos de trabalhos relacionados, um de ontologias que representam perfil e outro de ontologias para contexto acadêmico;
- *Capítulo 4:* Apresenta a ONTOPAMPA, todo o processo de modelagem do domínio de conhecimento e as consultas realizadas na ontologia;
- *Capítulo 5:* Apresenta a metodologia utilizada para realizar a verificação e a validação do modelo, e também os resultados obtidos;
- *Capítulo 6:* Apresenta a conclusão do trabalho desenvolvido.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O presente capítulo propõe uma fundamentação teórica a fim de introduzir conceitos e tecnologias sobre ontologias, além de uma API Java usada para o desenvolvimento de sistemas baseados em ontologias. A Seção 2.1 apresenta uma fundamentação sobre ontologias, através de definições e conceitos. A Seção 2.2 faz uma breve contextualização de engenharia de ontologias. Já a Seção 2.3 introduz a linguagem OWL. Na Seção 2.4 serão apresentadas as formas de consultas. A Seção 2.5 faz uma breve apresentação do *framework* de desenvolvimento Jena. Por fim, na Seção 2.6 está contido o fechamento do capítulo.

2.1 Definição de Ontologias

A palavra ontologia tem origem em um ramo da filosofia que estuda o ser e sua existência, assim, sendo definida como a teoria da natureza da existência. Na ciência da Computação, a palavra ontologia é um termo técnico que foi adotado primeiramente por pesquisadores de inteligência artificial, que reconheceram sua aplicabilidade lógica e desenvolveram modelos computacionais que possibilitam o raciocínio automatizado (GRUBER, 1995).

A partir dos anos 90, a fim de estabelecer padrões de interoperabilidade foram definidos um conjunto de tecnologias que passaram a tratar a ontologia como um componente padrão dos sistemas de conhecimento, sendo definida como uma especificação explícita de uma conceitualização (GRUBER, 1995).

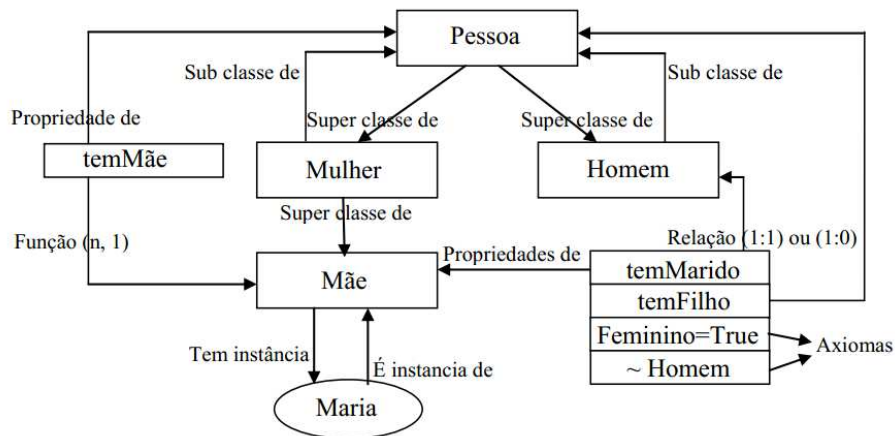
Uma ontologia no escopo de ciência da Computação define um conjunto de primitivas de representação, das quais fazem parte as classes, atributos e relações, incluindo seus significados e restrições para modelar um determinado domínio de conhecimento (GRUBER, 1995). Gruber ainda define cinco componentes para a formalização de uma ontologia, que são:

- Conceitos: representam alguma coisa em um determinado domínio;
- Relações: fazem a interação entre conceitos no domínio;
- Função: representa um caso particular de relação;
- Axiomas: é uma sentença tomada como verdadeira;
- Instâncias: representam os indivíduos do domínio.

A Figura 1 demonstra os componentes definidos por Gruber (1995) anteriormente,

podendo ser observada a hierarquia entre quatro classes que são: *Pessoa*, *Mulher*, *Homem*, e *Mãe*. É possível também visualizar a instância *Maria* que a classe *Mãe* possui, além de propriedades, axiomas, uma relação e uma função.

Figura 1 - Componentes de uma ontologia



Fonte: GOMES, 2005.

2.2 Engenharia para Ontologias

Segundo Noy e McGuinness (2001), para desenvolver uma ontologia é necessário definir as classes e estruturá-las de forma hierárquica taxonômica, para depois definir suas propriedades e descrever as restrições. As classes descrevem certos conceitos referentes a determinado domínio e podem ser divididas em subclasses e superclasses, onde uma subclasse herda as propriedades de uma superclasse. Já as propriedades são atributos que descrevem conceitos das classes. As restrições são limitações impostas às propriedades.

Para a construção de ontologias que sejam confiáveis alguns cuidados devem ser tomados no seu desenvolvimento. Segundo Gruber (1995) os critérios que devem ser observados na construção de uma ontologia são:

- Clareza e objetividade na definição de cada um dos termos;
- Coerência através de inferências consistentes com as definições apresentadas na ontologia;
- Extensibilidade, com a intenção de tornar a ontologia capaz de suportar a inclusão de novos termos sem interferir em conceitos já definidos;
- Codificação de forma minimizada para não tornar-se refém de uma tecnologia

particular;

- Compromisso ontológico reduzido para possibilitar o compartilhamento e o reuso da ontologia criada.

Noy e McGuinness afirmam que existem algumas metodologias de desenvolvimento de ontologias que visam sistematizar e auxiliar sua construção e manipulação, porém não há um consenso sobre qual a melhor metodologia a ser utilizada no processo de desenvolvimento. Eles afirmam que não existe um método correto para modelar um domínio, mas existem algumas alternativas mais viáveis. A solução mais adequada depende totalmente da aplicação da ontologia. Dessa forma, o método explorado nesta abordagem será o Método 101. Este método é dividido em sete fases, descritas abaixo:

- Determinar o domínio e o escopo: uma forma de definir o escopo de uma ontologia é elaborar uma lista de questões que uma base de conhecimento baseada na ontologia deve ser capaz de responder;
- Considerar a reutilização: é sempre válido analisar o que alguém já fez e verificar se pode ser aperfeiçoado e utilizado para o domínio desejado, sendo assim pode ser usada para economizar esforços. O reuso de ontologias pode ser um requisito se o sistema interage com outras aplicações que já tem ontologias controladas;
- Enumerar termos importantes na ontologia: devem ser listados os termos sobre os quais serão tratados, e quais as propriedades destes termos. Deve ser listado também o que se pretende dizer sobre esses termos. Para obter uma lista abrangente, é importante que não haja preocupação com os relacionamentos entre os termos;
- Definir as classes e a hierarquia de classes: os termos listados na lista anterior são transformados em classes e subclasses e forma-se uma hierarquia, onde uma instância de uma classe automaticamente é também uma instância de uma subclasse. Existem três métodos para desenvolver uma hierarquia. São eles:
 - Top-Down: a definição é iniciada pelos conceitos mais gerais, para só posteriormente definir os conceitos mais específicos;
 - Bottom-up: ao contrário do Top-Down, inicia pelos conceitos mais específicos e só depois parte pra definição dos conceitos gerais;
 - Middle-out: é apresentado como uma combinação entre os dois métodos anteriores. Inicialmente são definidos os conceitos considerados mais importantes para depois generalizar e especificar devidamente.
- Definir as propriedades das classes: as propriedades de uma classe descrevem

atributos de instâncias e suas relações com outras instâncias;

- Definir restrições das propriedades: esta fase é usada para descrever ou limitar um conjunto de possíveis valores para uma propriedade. Os tipos de valores mais comuns são: strings, números inteiros, ponto flutuante, booleano e instâncias de outras classes;
- Criar instâncias: e por fim, o último passo é criar as instâncias de cada classe.

2.3 Especificação de Ontologias

A *Web Ontology Language* (OWL) é uma linguagem para representação de ontologias, recomendada pelo *World Wide Web Consortium* (W3C). Essa linguagem surgiu da realização de uma revisão da linguagem *DARPA Agent Markup Language* (DAML) *Ontology Interchange Language* (OIL) (MCGUINNESS; HARMELEN, 2012).

Segundo McGuinness e Harmelen (2010), a linguagem OWL foi projetada para ser usada por aplicações que necessitam processar o conteúdo das informações, e não apenas apresentar informações aos seres humanos. A OWL, por prover um vocabulário adicional juntamente com a semântica formal, tem uma maior facilidade de interpretação do conteúdo Web por máquinas do que as linguagens *Extensible Markup Language* (XML), *Resource Description Framework* (RDF) e *RDF Schema* (RDFS).

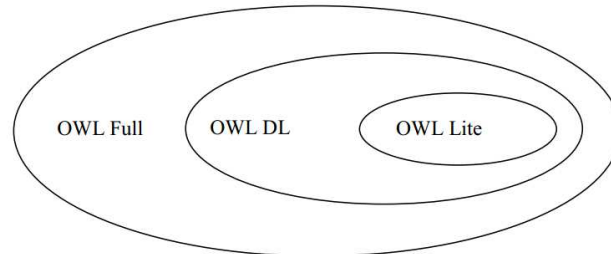
A linguagem OWL é dividida em três sublinguagens (MCGUINNESS; HARMELEN, 2012):

- *OWL Lite*: oferece um processo de classificação e restrição bastante simples, isso torna a migração de taxonomias existentes um processo mais rápido;
- *OWL Description Logics* (DL): oferece expressividade enquanto mantém a computabilidade e a decidibilidade. Esta sublinguagem inclui todas as construções da linguagem OWL, entretanto essas construções só podem ser usadas com algumas restrições. A OWL DL tem uma maior complexidade formal que a OWL Lite;
- *OWL Full*: além de oferecer uma máxima expressividade, oferece também a liberdade sintática do RDF, por consequência não oferece garantia computacional.

Com base na definição das sublinguagens apresentadas, é possível afirmar que toda ontologia *OWL Lite* válida é uma ontologia *OWL DL* válida, inclusive que toda ontologia *OWL DL* válida é uma ontologia *OWL Full* válida. Também se pode afirmar que toda conclusão *OWL Lite* válida é uma conclusão *OWL DL* válida, e que por consequência toda

conclusão *OWL DL* válida é uma conclusão *OWL Full* válida. A Figura 2 ilustra essa relação (MCGUINNESS; HARMELEN, 2012).

Figura 2 - Sublinguagens OWL



Fonte: MCGUINNESS; HARMELEN, 2012.

2.4 Consultas em Ontologias

Na Web Semântica a linguagem definida como padrão pela W3C para realizar consultas em base de dados RDF é a SPARQL. Essa linguagem é capaz de compor consultas possuindo vários modelos RDF como fonte de dados. Permite também a realização de consultas em modelos especificados através de OWL (PRUD' HOMMEAUX; SEABORNE, 2012).

A linguagem SPARQL é muito semelhante a linguagem *Structured Query Language* (SQL). Segundo Prud'hommeaux e Seaborne (2012) as principais cláusulas da linguagem SPARQL são:

- *Select*: permite que seja feita uma seleção para identificar quais valores serão retornados;
- *From*: possibilita identificar quais fontes de dados deverão ser consultadas;
- *Where*: possibilita a definição de regras para que seja realizada atribuição de valores para as variáveis;
- *Prefix*: permite que seja declarado o esquema usado na consulta;
- *Filter*: permite que seja feita a filtragem do resultado.

A Tabela 1 apresenta um exemplo de consulta em SPARQL. Na primeira linha estão os dados em RDF. Na segunda linha encontra-se a consulta em SPARQL, onde a cláusula *PREFIX* é responsável por abreviar a *Uniform Resource Identifier* (URI), a cláusula *SELECT* faz a seleção das variáveis: *?name* e *?mbox*, e a cláusula *WHERE* estabelece duas regras: a primeira define que todos os elementos de *?x* que possuírem nome serão atribuídos a variável

?name e a segunda define que todos os elementos de ?x que possuírem email serão atribuídos a variável ?mbox. Por fim, a terceira linha apresenta o resultado da consulta (PRUD' HOMMEAUX; SEABORNE, 2012).

Tabela 1 - Exemplo de consultas SPARQL

Dados	<pre>@prefix foaf: <http://xmlns.com/foaf/0.1/> . _:a foaf:name Johnny Lee Outlaw . _:a foaf:mbox <mailto:jlow@example.com> . _:b foaf:name Peter Goodguy . _:b foaf:mbox <mailto:peter@example.org> . _:c foaf:mbox <mailto:carol@example.org> .</pre>
Consulta	<pre>PREFIX foaf: <http://xmlns.com/foaf/0.1/> SELECT ?name ?mbox WHERE { ?x foaf:name ?name . ?x foaf:mbox ?mbox }</pre>
Resultado	<pre>Name mbox Johnny Lee Outlaw <mailto:jlow@example.com> Peter Goodguy <mailto:peter@example.org ></pre>

Fonte: PRUD' HOMMEAUX; SEABORNE, 2012.

2.5 Framework de Desenvolvimento

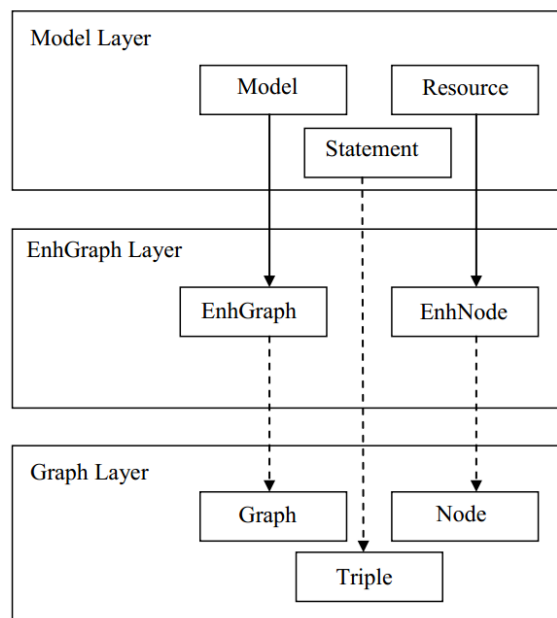
O Jena é um projeto *open-source* desenvolvido pela *HP Labs Semantic Web Programme*, sendo uma *Application Programming Interface* (API) Java para desenvolvimento de aplicações voltadas à web semântica, a qual oferece ambientes para programação de RDF e RDFS, além de fornecer um motor de inferência baseado em regras. O Jena permite que sejam manipulados e consultados arquivos OWL e ainda possibilita a criação de novos motores de inferências, ou até mesmo estender os motores já existentes (JENA, 2012).

Existem duas versões do *framework* Jena. O Jena 1 foi a primeira a ser lançada e tem como grande contribuição a capacidade de manipular grafos RDF, além de oferecer suporte a ontologias através de *DARPA Agent Markup Language Ontology Inference Layer*. Já o Jena 2 uma versão aprimorada do Jena 1, é caracterizado pelo suporte que oferece a RDFS e OWL, e também por oferecer um motor de inferência (CARROLL et al., 2003).

A arquitetura do *framework* Jena é organizada através de camadas, demonstradas na Figura 3. A primeira camada é a *Graph*, que se baseia na sintaxe abstrata de RDF e oferece

também um armazenamento de triplas, além de possibilitar que sejam feitas inferências sobre certas premissas especificamente para *RDF Schema* e para um subconjunto de *OWL*. A segunda camada nomeada de *EnhGraph* é considerada uma camada intermediária por se localizar entre a camada *Graph* e a camada *Model*. Esta camada tem por função permitir múltiplas visões de grafos e nodos simultaneamente. A última camada denominada *Model* ou *Ontology Models* é utilizada por programadores de aplicações a fim de proporcionar um conjunto de métodos mais ricos que oferecem as interfaces necessárias para viabilizar o desenvolvimento de aplicações (CARROLL, 2003).

Figura 3 - Arquitetura do Jena



Fonte: CARROLL, 2003.

2.6 Fechamento do Capítulo

Com a utilização de ontologias é possível representar hierarquicamente um domínio de conhecimento, através de classes, relações e atributos. Quando essas primitivas são corretamente representadas, é possível realizar inferências sobre este domínio. Entretanto o processo de modelagem de ontologias é bastante complexo, pois exige que o desenvolvedor possua uma facilidade em visualizar e compreender modelos abstratos de representações.

A engenharia de ontologias é muito importante na construção de ontologias, pois oferece métodos que servem de guia para a modelagem de ontologias, desde a definição do

domínio que será coberto pela ontologia até as instâncias que irão povoar a mesma, contribuindo assim para a redução da complexidade de seu desenvolvimento.

A linguagem OWL foi desenvolvida pela W3C para tornar possível a representação de ontologias na web, bem como a formalização de um determinado domínio através de hierarquia de classes. O Jena e o SPARQL são essenciais para a manipulação de ontologias, porém para utilizar essas ferramentas se faz necessário um conhecimento de orientação a objetos e XML.

3 TRABALHOS RELACIONADOS

Com o propósito de tornar válido o tema desta monografia, foi realizada uma busca por trabalhos relacionados em diversas bases de dados e sistemas de busca. Este capítulo apresenta na Seção 3.1 a metodologia de trabalho que foi adotada para elaborar a revisão de literatura. Na Seção 3.2 são apresentados os resultados da revisão e o relacionamento existente entre os trabalhos. Por fim, a Seção 3.3 faz o fechamento do capítulo.

3.1 Metodologia para revisão

A presente revisão sistemática objetivou buscar na literatura, através de uma leitura analítica e crítica do conteúdo, dados de diferentes trabalhos e pesquisas para integrar informações de estudos sobre o tema. Dessa forma, inicialmente foram selecionados vinte trabalhos que abordam ontologias em diversas áreas de aplicação. Com o objetivo de centralizar o foco dos trabalhos encontrados no tema proposto, foram escolhidos oito trabalhos, considerados mais relevantes. Estes trabalhos foram divididos em dois grupos de acordo com a afinidade do tema.

3.2 Resultados da revisão

Os trabalhos selecionados foram organizados em dois grupos. O primeiro trata de ontologias relacionadas à obtenção de um perfil. As ontologias contidas neste grupo, buscam moldar o perfil de indivíduos, considerando as informações levantadas sobre eles. O segundo grupo é composto por um conjunto de trabalhos que relatam sistemas semânticos desenvolvidos e aperfeiçoados para auxiliar em questões acadêmicas, através de ontologias.

3.2.1 Ontologias para perfil de usuário

Musa, Palazzo e Oliveira (2007) afirmam que atualmente existe um grande número de sistemas hipermídias adaptativos, onde um único aluno pode conter seus dados espalhados entre vários desses sistemas e, se esses sistemas conseguissem trocar dados, obteriam informações mais completas sobre os alunos. Dessa forma, o artigo tem como objetivo desenvolver uma ontologia de aluno, com base em padrões, que ofereça uma representação universal para esses dados.

A ontologia foi definida com base nos padrões *Personal And Private Information* (PAPI) e *Learning Information Package* (LIP). Esses padrões sofreram uma análise resultando na escolha dos elementos considerados mais importantes para um sistema de *Ensino à Distância* (EAD) adaptativo. Com o intuito de analisar a ontologia, dados de usuários do sistema *AdaptWeb* foram representados na ontologia, além de dados extraídos do currículo Lattes.

Os resultados foram satisfatórios. A ontologia atendeu de forma positiva a todos os requisitos de avaliação propostos. Através de ontologias é possível compartilhar dados de formato específico entre sistemas diferentes, fazendo mapeamento padrão.

Hannel (2008) declara que avaliar a atividade científica é um processo comum na gestão da ciência e tecnologia. O processo de avaliar pesquisadores não é uma tarefa fácil, pois envolve variáveis complexas de serem analisadas. É preciso extrair informações na web sobre determinado pesquisador e compreender essas informações com ajuda humana. Esse trabalho, através da web semântica e com a modelagem de uma ontologia, busca sistematizar o processo de obtenção de perfil de pesquisadores da área da Ciência da Computação.

Para desenvolver a *OntoResearcher*, primeiramente foi elaborado um modelo com os indicadores que possibilitam obter a qualificação dos pesquisadores, originados em duas fontes de informações. A ontologia foi desenvolvida utilizando a linguagem OWL-DL e o software editor *Protégé*. O projeto contou também com reuso, onde foram importadas três ontologias para incrementar o modelo. Para povoar a *OntoResearcher* com informações obtidas de diferentes fontes foi desenvolvido um módulo de extração web, que extrai dados XML do Lattes e obtém o número de citações de cada publicação de um pesquisador.

Os resultados foram satisfatórios, pois o objetivo de qualificar os pesquisadores nas áreas de Ciência da Computação foi alcançado. Algumas contribuições deixadas são a utilização de diversas fontes de informação, o reuso de ontologias e a implementação de um protótipo web.

Rigo e Oliveira (2008) apontam que o crescente desenvolvimento da web vem possibilitando uma difusão no conjunto de informações disponíveis. A Web Semântica provê melhorias, através da descrição dos conteúdos e da utilização de métodos que possibilitam o processamento automático por sistemas computacionais. O objetivo deste trabalho é a integração dos dados de usuários obtidos automaticamente através da mineração do uso da web, com a descrição semântica adquirida da ontologia de domínio.

Primeiramente foi feita a mineração do uso da web, onde foram coletadas e tratadas automaticamente informações obtidas de usuários. Essas informações dos usuários foram

integradas com informações semânticas, originadas da anotação semântica dos documentos com base em uma ontologia de domínio. Essa ontologia foi desenvolvida com o uso do *Protégé* e, para sua representação, foi utilizada a linguagem OWL.

Esse método facilita a geração de adaptações significativas, relacionando informações de acessos de usuários e semântica. Os testes realizados indicam que é possível identificar os interesses e necessidades de um usuário.

3.2.2 Ontologias para contexto acadêmico

Pezza, Omar e Votre (2003) exaltam que com a rápida e abrangente difusão da informação, a cada dia aumenta a dificuldade de ensino devido ao grau diferenciado de conhecimento que cada aluno possui. Alguns problemas acabam danificando o processo de formação de conhecimento proposto. O objetivo do trabalho consiste em utilizar ontologias para construir uma base de dados dinâmica que contenha todo o conhecimento ensinado ao longo do curso, juntamente com um processo de avaliação contínua e personalizada dos alunos, que torne possível uma reestruturação constante da grade curricular para melhor atender suas necessidades.

O software escolhido para criar o modelo foi o *Protégé*. Para este modelo de conhecimento foi utilizada como base a grade do curso de Ciência da Computação da Universidade Presbiteriana Mackenzie, enfatizando as disciplinas específicas da Computação. O modelo possui dez classes, todas povoadas com atributos e algumas divididas em subclasse, para facilitar a resolução de problemas que provavelmente surgirão. Foram usados dois atributos para criar uma estrutura de interdependência de conceitos do curso, que nos mostra a relação entre as disciplinas.

Ficou claro que o uso de ontologias é bastante apropriado para representar a grade curricular de um curso de graduação, e que é possível visualizar o curso de forma simples. Diversos problemas podem ser facilmente detectados e corrigidos utilizando o modelo proposto.

Pedrozo (2009) faz uma análise de como as ontologias são consideradas extremamente importantes na representação formal de conhecimento e, por consequência, são a grande aposta do Projeto Web Semântica que tem como meta o tratamento semântico dos dados da web. Foi iniciada a modelagem da ontologia Onto-Comp, com a intenção de testar o potencial do formalismo das ontologias. O trabalho tem como objetivo o aperfeiçoamento da Onto-Comp através da redefinição de algumas classes e adição de conceitos, e a reconstrução do

Sistema Semântico para Orientação Acadêmica (SOA) através da incrementação de novas funcionalidades.

A modelagem da ontologia foi baseada na Classificação Brasileira de Ocupações (CBO), pela forma hierárquica com que os conceitos são organizados. O aperfeiçoamento da Onto-Comp foi feito através da identificação dos conceitos e relações na ontologia. Foram adicionados axiomas para incluir informações à ontologia. Também foi realizada a integração da ontologia CBO à Onto-Comp, processo automatizado pelo *Protégé*. Por fim, foi elaborada uma avaliação das ontologias para checar a consistência lógica e as respostas às questões de competência.

O trabalho explorou o potencial das ontologias na representação de conhecimento. A metodologia utilizada foi bastante relevante para a modelagem ontológica deste projeto. A descrição das atividades e as sugestões de planejamento conduziram o processo para um maior domínio e qualidade do produto.

Maior (2007) afirma que o curso de Ciência da Computação da Universidade Federal da Bahia (UFBA) foi desenvolvido com o intuito de oferecer um alto grau de flexibilidade na escolha das disciplinas do curso, proporcionando uma vasta área de conhecimento que os alunos podem seguir. O trabalho tem por objetivo, através do uso de uma ontologia, auxiliar os alunos na escolha das disciplinas de acordo com a linha profissional que desejam seguir.

A metodologia usada para criar a ontologia foi a Monto (OLIVEIRA, 2006), que possui as etapas de planejamento, especificação, conceitualização, formalização, implantação e manutenção, além das etapas de suporte que são executadas em paralelo às demais. Para desenvolver a ontologia foi utilizado o editor *Protégé*. Para checar a consistência foi utilizado o raciocinador Pellet (MINDSWAP, 2003) e, por fim, no processo de manipulação da ontologia foi utilizada a API Jena (MCBRIDE, 2002).

Um dos benefícios que a ontologia oferece é a representação do conhecimento de forma semântica. O trabalho apresentou a modelagem do conhecimento do currículo da UFBA em uma ontologia para orientar os alunos do curso de Ciência da Computação a seguir o perfil profissional desejado.

Gomes (2005) explica que com o crescimento acelerado da web, acabam surgindo alguns problemas relacionados ao grande número de informações desordenadas que a web possui e um desses problemas é a falta de semântica para guiar uma busca por informações relevantes. O trabalho propõe desenvolver um sistema de consultas semânticas para a ontologia que representa o conhecimento no domínio da UFBA. Além disso, objetiva ampliar, reestruturar e testar sua consistência para que futuramente possa ser utilizada no site

da universidade.

Inicialmente foi desenvolvido um sistema de busca Web, que obtém dados do arquivo OWL, gerado pelo *Protégé*. As consultas efetivadas pelos usuários são proporcionadas através da API Jena. As recomendações geradas sobre os resultados da busca Web provém de um motor de inferências, o *Racer*. A maior contribuição do trabalho foi a expansão da OntoUFBA e a demonstração de que é possível efetuar inferências e raciocínios utilizando essa representação.

Gava e Menezes (2003) enfatizam que a aprendizagem cooperativa, ao contrário do envolvimento individual, busca promover um cenário de aprendizagem no qual o estudante pode realizar atividades e refletir sobre o que está fazendo em conjunto, onde todos os envolvidos podem expor opiniões, soluções e compartilhar conhecimento. O trabalho tem por objetivo, através de uma ontologia de domínio, descrever o conhecimento sobre os elementos essenciais que devem ser considerados na aprendizagem cooperativa.

A ontologia de domínio foi descrita por meio de conceitos, propriedades, relações e axiomas, para representar o conhecimento sobre os seguintes elementos: pessoas, atividades, recursos e produtos. Essa ontologia provê uma conceituação explícita sobre os elementos citados, auxiliando pessoas a compreender melhor esta área de conhecimento. Está sendo usada como um dos elementos de um modelo de referência para a elaboração de estações de aprendizagem.

3.3 Fechamento do Capítulo

Através de uma revisão sistemática, foram analisados de forma crítica os trabalhos encontrados para, posteriormente, fazer a seleção dos trabalhos mais relevantes para esse contexto. Mesmo após a seleção e o filtro aplicado, a abrangência tomada pelos trabalhos é muito vasta.

Com a finalidade de diminuir esta abrangência e agregar trabalhos que tratam de um assunto de forma mais específica, foram divididos estes trabalhos em dois grupos. O primeiro relaciona trabalhos que moldam perfis de usuários, e o segundo grupo aborda ontologias em contexto acadêmico.

Os trabalhos posicionados no primeiro grupo contribuem com este trabalho de forma significativa, pois demonstram formas e padrões que podem ser utilizados para definir um perfil, e como um perfil pode ser traçado através de uma ontologia. Dessa forma, auxiliam na modelagem da perspectiva de perfil do aluno, que visa estabelecer as áreas de interesses dos

alunos de acordo com as atividades extracurriculares realizadas.

Já os trabalhos contidos no segundo grupo têm sua importância voltada à perspectiva da organização curricular, pois tratam de ontologias que foram modeladas para representar domínios acadêmicos, e provam que a utilização de ontologias para modelar este tipo de domínio é efetiva, pois representa o conhecimento envolvido em um formato compreensível, além de torná-lo apto a diversas aplicações.

4 ONTOPAMPA

O presente capítulo apresenta detalhadamente o modelo desenvolvido e todas as etapas do processo de modelagem da ONTOPAMPA, além de apresentar as principais consultas respondidas pela ontologia. A Seção 4.1 apresenta uma visão geral do sistema. Na Seção 4.2 é apresentada a ONTOPAMPA e seu processo de modelagem. Na Seção 4.3 são apresentadas as principais consultas realizadas na ontologia. Por fim, a Seção 4.4 faz o fechamento do capítulo.

4.1 Visão geral

A UNIPAMPA oferta um Bacharelado de Ciência da Computação, que trata a Computação como área fim. A organização curricular segue as orientações da SBC, com o objetivo de acompanhar as mudanças tecnológicas e preparar ao máximo os discentes para o mercado de trabalho (PPC-CC-UNIPAMPA, 2009). Neste sentido, a grade curricular é composta por dois tipos de disciplinas: as obrigatórias, que devem ser cursadas por todos os alunos, e as DCGs, que são de livre escolha dos alunos. As DCGs são o grande diferencial da graduação por permitir que o discente possa direcionar seu currículo para determinada área da Computação (PPC-CC-UNIPAMPA, 2009). Essas DCGs totalizam aproximadamente vinte por cento do currículo, e têm a função de tornar o currículo do curso dinâmico e flexível. (PPC-CC-UNIPAMPA, 2009).

O planejamento da oferta de DCG é realizado pelo coordenador do curso, o qual lança mão de critérios próprios para seleção das disciplinas. Os alunos escolhem semestralmente as DCGs que desejam cursar, de acordo com o perfil ou interesse, a fim de especializar sua formação e a experiência para se adequar ao mercado de trabalho, que exige cada vez mais do profissional uma formação de qualidade.

O perfil é composto por um conjunto de características, interesses e aptidões. Essas informações que definem o perfil dos alunos são obtidas através das atividades curriculares e extracurriculares desenvolvidas ao longo da graduação, pois nela são apresentados diversos ambientes de escolha onde se põem a prova suas habilidades e interesses. É importante conhecer o perfil do aluno para que seja possível oferecer um correto dimensionamento das ações a serem desenvolvidas e, assim, tornar mais eficiente a utilização dos recursos existentes.

A experiência obtida como aluno mostra que nem sempre a oferta de DCG está em

harmonia com o perfil discente, pois o processo de oferta de DCG realizado na UNIPAMPA apesar de levar em conta uma série de fatores, não considera o perfil dos alunos, pois avaliar o perfil de cada aluno tornaria o processo árduo e demorado. Muitas vezes os alunos não têm um conhecimento prévio para escolher uma DCG que pertença a sua área de conhecimento dominante.

Uma DCG escolhida aleatoriamente pelo aluno pode gerar desinteresse e baixo aproveitamento. Percebe-se assim, a necessidade de uma seleção de DCG orientada ao perfil discente para possibilitar uma oferta mais interessante. Esta situação levanta a necessidade de uma solução capaz de indicar potenciais DCGs para oferta semestral, além de diminuir tanto a complexidade quanto o esforço do processo de planejamento para o coordenador do curso.

Devido à necessidade de uma oferta de DCG orientada ao perfil curricular e extracurricular dos discentes, propõe-se o desenvolvimento de um modelo ontológico que seja capaz de harmonizar informações sobre a organização curricular do curso de Ciência da Computação da UNIPAMPA, com informações sobre o perfil do aluno, no intuito de auxiliar o coordenador do curso no processo de planejamento de oferta. Desta forma, além de atender as necessidades dos alunos, pode-se também atender suas expectativas.

Para organizar essas informações de forma que se estabeleça um domínio de conhecimento semântico, modelou-se uma ontologia para representar o domínio do curso de Ciência da Computação da UNIPAMPA. Esse domínio engloba duas perspectivas de informações, uma delas representa a organização curricular do curso, e a outra representa o perfil do aluno. Através da união dessas perspectivas, pretende-se representar o conhecimento necessário para responder consultas orientadas ao planejamento de oferta de DCG.

A Figura 4 apresenta a correlação das perspectivas, onde a primeira elipse representa a perspectiva da organização curricular, e a segunda elipse representa o perfil do aluno composto por seus interesses. A área comum entre essas duas elipses demonstra a correlação entre elas, responsável por apresentar as respostas às consultas realizadas. Juntas, essas duas elipses compõem a grande elipse que representa o domínio do curso.

Figura 4 - Domínio do curso



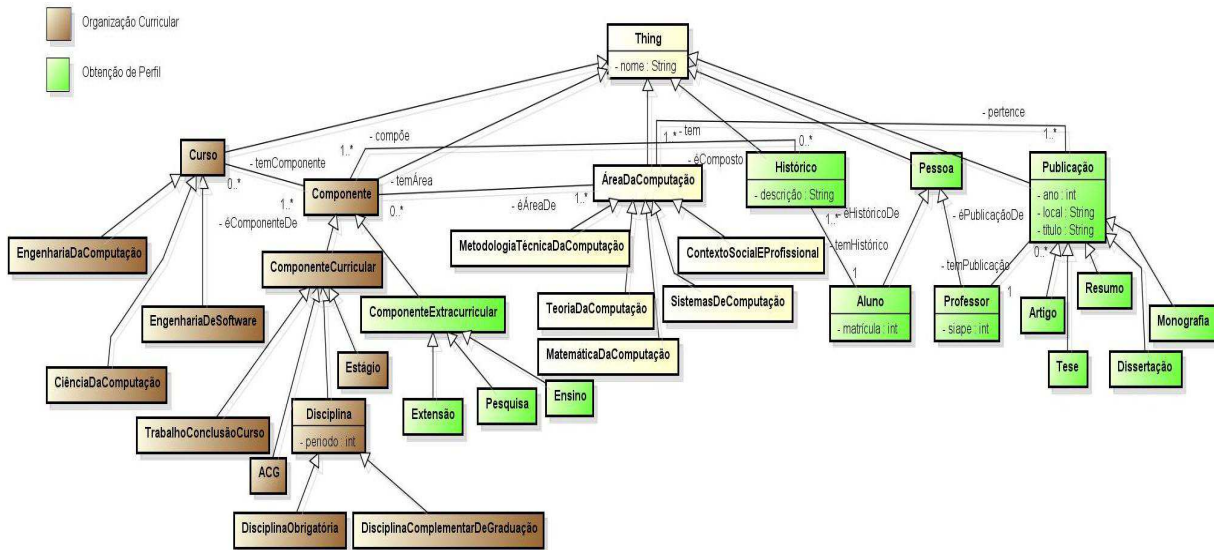
4.2 Modelo ontológico

Conforme apresentado na Seção anterior, a ontologia que representa o domínio do curso de ciência da Computação da UNIPAMPA, denominada ONTOPAMPA, é a base para o desenvolvimento do sistema de auxílio à oferta de DCG, pois através desse domínio de conhecimento serão extraídas as informações necessárias para responder as consultas efetuadas.

A Figura 5 apresenta a ONTOPAMPA de forma completa, onde é possível visualizar as classes responsáveis por formar as duas perspectivas que compõem a ontologia. A perspectiva da organização curricular é destacada pela cor marron e a perspectiva de obtenção de perfil é destacada com a cor verde. As classes localizadas no centro são responsáveis pela definição das áreas de conhecimento da Computação. Ainda na Figura 5 se notam as associações entre as classes representadas pelas propriedades de objeto, e também é possível observar as propriedades de dados das classes.

O domínio de conhecimento foi modelado seguindo as sete fases do Método 101, proposto por Noy e McGuinness (2001), por ser um método simples, prático e amplamente utilizado, além de possuir fases bem definidas de desenvolvimento, que serão apresentadas nas subseções seguintes.

Figura 5 - ONTOPAMPA



4.2.1 Domínio e Escopo

O domínio da ontologia é composto por duas perspectivas. Na primeira perspectiva, temos a representação da organização curricular do curso, que é composta por disciplinas obrigatórias e disciplinas complementares. A segunda perspectiva aborda o perfil do aluno, que é representado pelas atividades curriculares e extracurriculares, que pertencem a determinadas áreas de estudo da Computação. Juntas, elas representam o conhecimento sobre o domínio do curso.

A ontologia será utilizada para auxiliar o coordenador do curso de Ciência da Computação da UNIPAMPA na escolha e oferta das DCGs, considerando as áreas da Computação que o aluno se identifica. Para isso, ela deverá responder a algumas perguntas, tais como:

- Quais DCGs posso ofertar para uma turma segundo seu perfil?
- Quais DCGs são aconselhadas para determinado aluno cursar?
- Quais DCGs são aconselhadas para determinado professor ministrar?

4.2.2 Considerar o reuso

É necessário observar que o reuso de ontologias já existentes é um fator importante para auxiliar o desenvolvimento do sistema, pois através do reuso de ontologia é possível refinar e estender as fontes existentes para o domínio pretendido. Foram estudadas algumas

referências relacionadas que utilizam ontologias, porém não foram reutilizadas neste projeto, pois possuem objetivos diferentes dos aqui pretendidos.

4.2.3 Enumerar termos importantes

Com o domínio e o escopo bem definidos, foi realizado um levantamento de termos considerados essenciais para representar o domínio do curso, visando definir as classes do modelo e sua hierarquia. Esta coleção de termos foi estabelecida através de questionários que foram encaminhados a um grupo de alunos, professores e coordenadores dos diversos cursos de graduação que constituem a UNIPAMPA.

O questionário direcionado aos professores e coordenadores portava questões referentes à oferta de DCG realizada semestralmente na UNIPAMPA, com o intuito de mapear o processo de oferta de DCG praticado semestralmente pelos coordenadores dos cursos na UNIPAMPA. Além disso, o questionário levantou ideias e sugestões de mudanças para aperfeiçoar esse processo de oferta de DCG.

Aos alunos, foi direcionado um formulário para a coleta de ideias e sugestões, visando definir uma forma de mapeamento para obtenção do perfil dos alunos e detalhar a visão deles diante dessa oferta de DCG realizada, além de apurar possíveis mudanças que possam contribuir com o processo de oferta.

Com base nesse método, foi possível realizar o levantamento de termos considerados relevantes para o mapeamento do domínio. Abaixo são listados os principais termos levantados:

- Área de interesse, DCG, Disciplina Obrigatória, Alunos, Professores, Perfil, Curricular, Extracurricular, Semestre, Atividades, Publicações, Cursos, Pesquisa, Ensino, Matrícula.

4.2.4 Hierarquia de classes

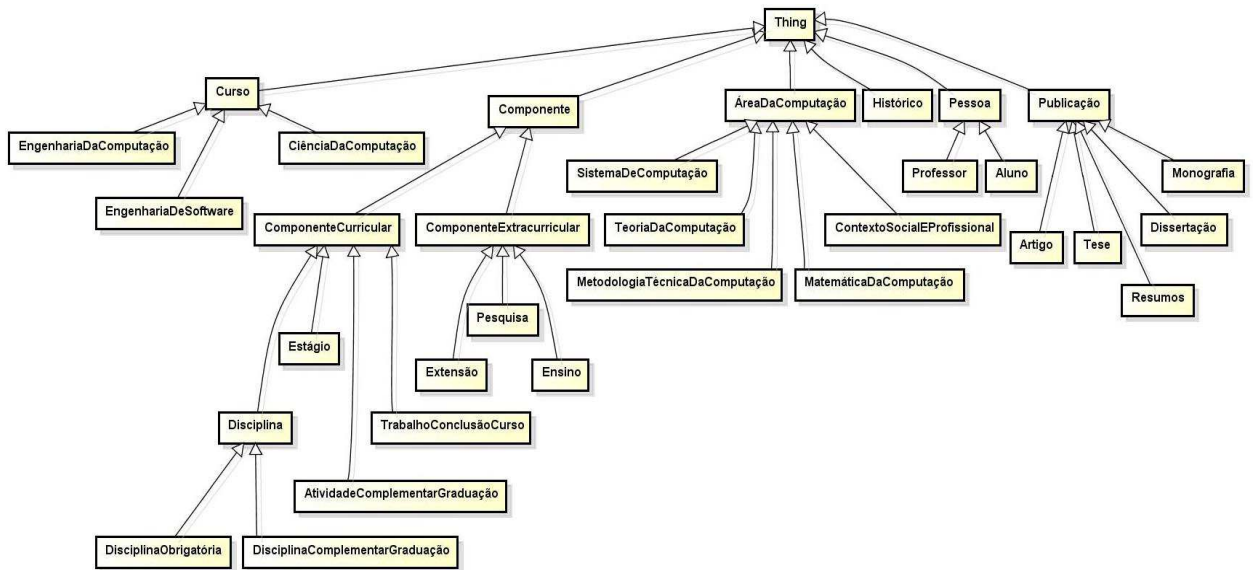
A hierarquia de classes do modelo foi estabelecida a partir do levantamento de termos, realizado com a participação de docentes e discentes. Esses termos definidos se transformaram em classes que, posicionadas de forma a representar o domínio do curso, geraram uma hierarquia. Para um melhor entendimento das classes fixadas para a ontologia, a Tabela 2 apresenta uma breve descrição que justifica a existência de cada classe, e a localização da classe na hierarquia.

Tabela 2 - Lista de classes

Classe	Descrição
<i>AreaComputacao</i>	Áreas de conhecimento da Computação
<i>ContextoSocialProfissional</i>	Área mais específica de conhecimento, contexto social e profissional
<i>MatematicaDaComputacao</i>	Área mais específica de conhecimento, matemática da Computação
<i>MetodologiaTecnicaComputacao</i>	Área mais específica de conhecimento, metodologia técnica da Computação
<i>SistemasDeComputacao</i>	Área mais específica de conhecimento, sistemas de Computação
<i>TeoriaDaComputacao</i>	Área mais específica de conhecimento, teoria da Computação
<i>Componente</i>	Componentes que formam a organização do curso
<i>ComponenteCurricular</i>	Componentes curriculares do curso
<i>AtividadeComplementarGraduacao</i>	Atividades complementares de graduação
<i>Disciplina</i>	Todas as disciplinas do curso
<i>DisciplinaComplementarGraduacao</i>	Disciplinas complementares de graduação
<i>DisciplinaObrigatoria</i>	Disciplinas obrigatórias do curso
<i>Estagio</i>	Estágios realizados por um aluno
<i>TrabalhoConclusaoCurso</i>	Trabalho de conclusão de curso realizado pelo aluno
<i>ComponenteExtracurricular</i>	Componentes extracurriculares que podem ser efetivados durante a graduação
<i>Ensino</i>	Atividades extracurriculares realizadas referentes ao ensino
<i>Extensao</i>	Atividades extracurriculares realizadas referentes à extensão
<i>Pesquisa</i>	Atividades extracurriculares realizadas referentes à pesquisa
<i>Curso</i>	Cursos oferecidos na UNIPAMPA
<i>CienciaComputacao</i>	Especificamente o curso de Ciência da Computação
<i>Engenharia Computacao</i>	Especificamente o curso de Engenharia da Computação
<i>EngenhariaSoftware</i>	Especificamente o curso de Engenharia de Software
<i>Historico</i>	Todas as atividades realizadas pelo aluno
<i>Pessoa</i>	Todos os usuários do sistema
<i>Aluno</i>	Discentes da UNIPAMPA
<i>Professor</i>	Docentes da UNIPAMPA
<i>Publicacao</i>	Todas as publicações realizadas pelos professores
<i>Artigo</i>	Publicações do tipo artigo dos professores
<i>Dissertacao</i>	Publicações do tipo Dissertação dos professores
<i>Monografia</i>	Publicações do tipo Monografia dos professores
<i>Resumo</i>	Publicações do tipo resumo dos professores
<i>Tese</i>	Publicações do tipo tese dos professores

A Figura 6 apresenta a hierarquia formada pelas classes descritas anteriormente.

Figura 6 - Hierarquia de classes



4.2.5 Propriedades

Com as classes definidas e a hierarquia da ontologia formada, definiram-se as propriedades necessárias para refinar a formalização da modelagem do domínio do curso. Primeiramente foram definidas as propriedades do tipo objeto, responsáveis por relacionar indivíduos de diferentes classes da ontologia. Foram fixadas ainda propriedades do tipo dados, responsáveis por auxiliar na descrição de um conceito. A Tabela 3 apresenta uma lista de propriedades da ONTOPAMPA, na qual é possível observar o nome, domínio, range e o tipo das propriedades existentes.

Tabela 3- Lista de propriedades

Nome	Domínio	Range	Tipo
Compõe	Componente	Histórico	String
ehAreaDe	AreaComputacao	Componente	String
ehComponenteDe	Componente	Curso	String
ehComposto	Historico	Componente	String
ehHistoricoDe	Historico	Aluno	String
ehPublicacaoDe	Publicacao	Professor	String
Pertence	Publicacao	AreaComputacao	String
Tem	AreaComputacao	Publicacao	String
temArea	Componente	AreaComputacao	String
temComponente	Curso	Componente	String
temHistorico	Aluno	Historico	String
temPublicacao	Professor	Publicacao	String

4.2.6 Restrições de propriedades

Após a definição das propriedades da ONTOPAMPA, foi estabelecido um grupo de restrições para as propriedades fixadas na ontologia, que são responsáveis por impor algumas regras a essas propriedades. A Tabela 4 apresenta a lista de restrições contidas em cada classe.

Tabela 4 - Lista de restrições

Classe	Restrições
AreaComputacao	nome exactly 1
ContextoSocialProfissional	nome exactly 1
MatematicaDaComputacao	nome exactly 1
MetodologiaTecnicaComputacao	nome exactly 1
SistemasDeComputacao	nome exactly 1
TeoriaDaComputacao	nome exactly 1
Componente	nome exactly 1, temArea min 1
ComponenteCurricular	nome exactly 1, temArea min 1
AtividadeComplementarGraduacao	nome exactly 1, temArea min 1
Disciplina	nome exactly 1, temArea min 1
DisciplinaComplementarGraduacao	nome exactly 1, temArea min 1, periodo exactly 1
DisciplinaObrigatoria	nome exactly 1, temArea min 1, periodo exactly 1
Estagio	nome exactly 1, temArea min 1
TrabalhoConclusaoCurso	nome exactly 1, temArea min 1
ComponenteExtracurricular	nome exactly 1, temArea min 1
Ensino	nome exactly 1, temArea min 1
Extensao	nome exactly 1, temArea min 1
Pesquisa	nome exactly 1, temArea min 1
Curso	nome exactly 1, temComponente min 1
CienciaComputacao	nome exactly 1, temComponente min 1
EngenhariaComputacao	nome exactly 1, temComponente min 1
EngenhariaSoftware	nome exactly 1, temComponente min 1
Historico	descricao exactly 1, ehComposto min 1, ehHistoricoDe exactly 1
Pessoa	nome exactly 1
Aluno	nome exactly 1, matricula exactly 1, temHistorico min 1
Professor	nome exactly 1, siape exactly 1, temPublicacao min 1
Publicacao	ano exactly 1, local exactly 1, titulo exactly 1
Artigo	ano exactly 1, local exactly 1, titulo exactly 1
Dissertacao	ano exactly 1, local exactly 1, titulo exactly 1
Monografia	ano exactly 1, local exactly 1, titulo exactly 1
Resumo	ano exactly 1, local exactly 1, titulo exactly 1
Tese	ano exactly 1, local exactly 1, titulo exactly 1

4.2.7 Instâncias

Por fim, após todas as etapas anteriores concluídas, realizou-se o povoamento da ontologia, onde foram inseridas manualmente informações referentes a determinados professores e alunos da UNIPAMPA, como disciplinas cursadas, atividades extracurriculares realizadas, publicações, entre outras. Essas instâncias criadas estão relacionadas ao curso de Ciência da Computação.

4.3 Consultas SPARQL

A ONTOPAMPA foi modelada para que seja capaz de responder questões referentes ao aconselhamento de DCG, considerando aspectos referentes aos alunos e professores com o intuito de auxiliar o coordenador do curso. A ontologia foi escrita com a linguagem OWL, tornando possível sua manipulação através de recursos fornecidos pela API Jena, que é responsável pela execução das consultas escritas em SPARQL e também pela formatação do resultado impresso no console. As figuras apresentadas a seguir demonstram a realização das consultas na ontologia, através de esquemas que permitem visualizar os recursos e relações necessárias para obter a resposta.

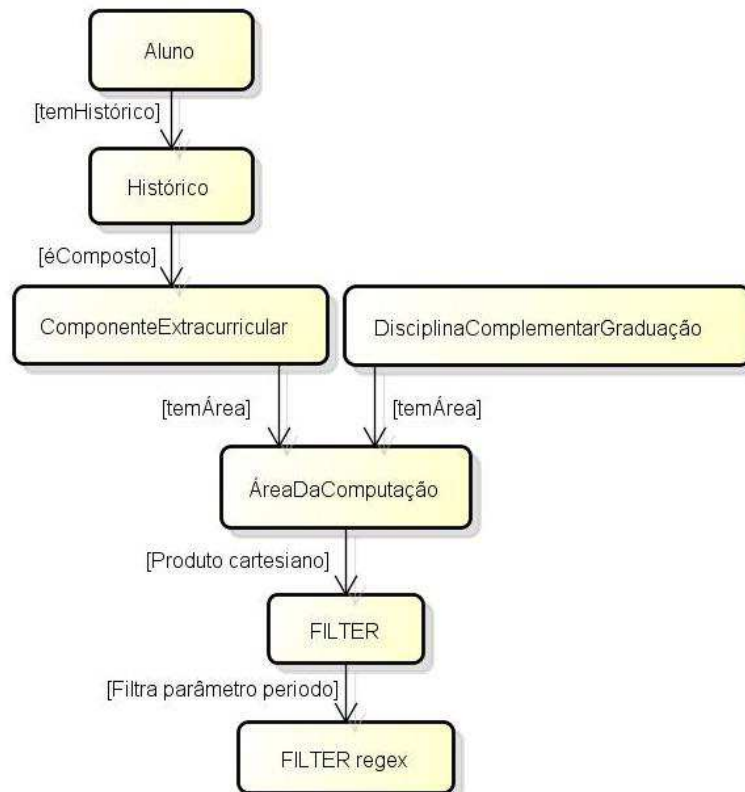
A primeira consulta referente ao aconselhamento de DCG para a oferta semestral é responsável por responder a seguinte questão: “Quais as DCGs posso ofertar para uma turma segundo seu perfil?”. Para responder essa questão, inicialmente, recuperaram-se os seguintes indivíduos, ignorando os repetidos:

- Indivíduos da classe *Aluno* que possuem relação com indivíduos da classe *Historico*;
- Indivíduos da classe *AtividadeExtracurricular* que possuem relação com indivíduos da classe *AreaDaComputacao*;
- Indivíduos da classe *AreaDaComputacao* que possuem relação com indivíduos da classe *DisciplinaComplementarGraduacao*;

Posteriormente realizou-se um produto cartesiano entre esses indivíduos e suas relações com as classes citadas acima, onde é possível conhecer todos os alunos que possuem atividades extracurriculares em seu histórico, e também à quais áreas da Computação essas atividades pertencem. Essa área das atividades do aluno é comparada com a área de conhecimento das DCGs, e assim são conhecidas as DCGs pertencentes à área de interesse dos alunos. Para que a consulta seja realizada a um aluno em específico foi aplicada a cláusula *FILTER regex*, onde é passado um parâmetro, digitado pelo usuário na interface, que possui o

período da turma que se deseja direcionar a consulta. Assim o resultado é filtrado listando apenas as DCGs referentes à turma solicitada. A Figura 7 apresenta esse processo de consulta através da representação das classes envolvidas e dos filtros aplicados. A consulta completa, escrita em SPARQL, referente a essa questão pode ser visualizada no Apêndice A.

Figura 7 - Representação da consulta de oferta de DCG



Já a segunda consulta referente ao aconselhamento de DCGs aptas a serem ministradas pelos professores é responsável por responder a questão: “Quais DCGs são aconselhadas para determinado professor ministrar?”. Para obter a resposta referente a essa questão são recuperados diversos indivíduos, a saber:

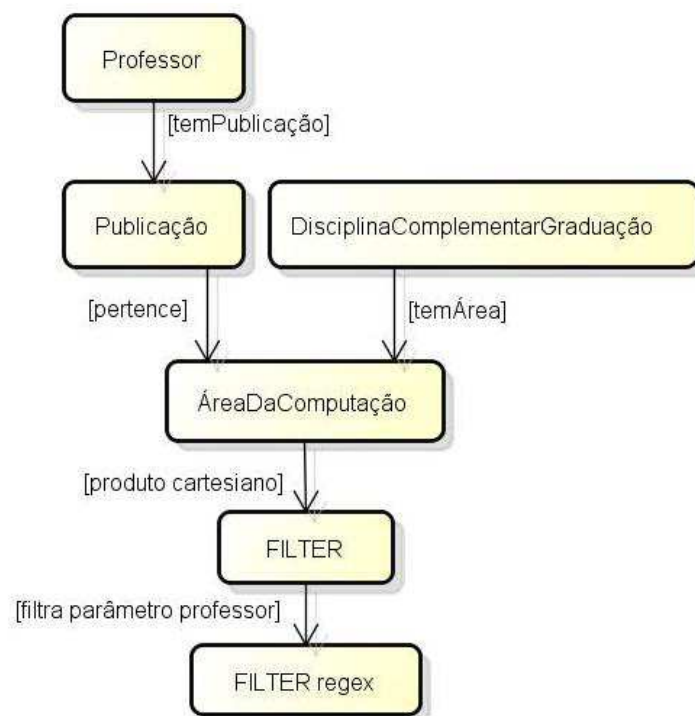
- Indivíduos da classe *Professor* que tem relação com algum indivíduo das classes *Artigo*, *Tese*, *Resumo*, *Dissertacao*, *Monografia*.
- Indivíduos das classes *ContextoSocialEProfissional*, *MetodologiaTecnicaComputacao*, *MatematicaDaComputacao*, *SistemasDeComputacao*, *TeoriaDaComputacao* que possuem relação com indivíduos das classes *Artigo*, *Tese*, *Resumo*, *Dissertacao*, *Monografia*.

- Indivíduos das classes *ContextoSocialEProfissional*, *MetodologiaTecnicaComputacao*, *MatematicaDaComputacao*, *SistemasDeComputacao*, *TeoriaDaComputacao*, que possuem relação com indivíduos da classe *DisciplinaComplementarGraduacao*.

Posteriormente, realizou-se o produto cartesiano entre todos os indivíduos e suas relações, permitindo conhecer todos os professores, suas publicações e a área da Computação a que pertencem às publicações. Essas informações são comparadas com as áreas das DCGs e assim é possível listar as DCGs compatíveis com a área das publicações dos professores.

Para filtrar a consulta de modo que retorne as DCGs recomendadas a um professor em específico, o usuário passa como parâmetro o nome do professor desejado, através da interface web. A Figura 8 apresenta esse processo de consulta através da representação das classes envolvidas e dos filtros aplicados. A consulta na íntegra referente a essa questão encontra-se no Apêndice B.

Figura 8 - Representação da consulta referente aos professores

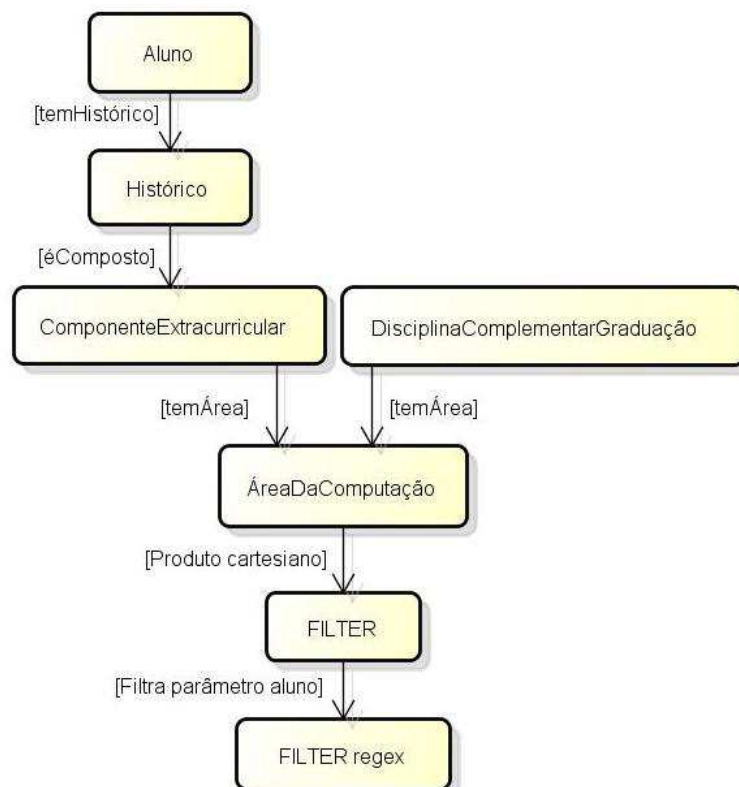


Por fim, a consulta referente ao aconselhamento de DCG para serem cursadas pelos alunos é responsável por responder a seguinte questão: “Quais DCGs são aconselhadas para determinado aluno cursar?”. Para obter a resposta referente a essa questão, inicialmente, foram recuperados os seguintes indivíduos, ignorando os repetidos:

- Indivíduos da classe *Aluno* que possuem relação com indivíduos da classe *Historico*;
- Indivíduos da classe *AtividadeExtracurricular* que possuem relação com indivíduos da classe *AreaDaComputacao*;
- Indivíduos da classe *AreaDaComputacao* que possuem relação com indivíduos da classe *DisciplinaComplementarGraduacao*;

Posteriormente realizou-se um produto cartesiano entre esses indivíduos e suas relações com as classes citadas acima, onde possível conhecer todos os alunos que possuem atividades extracurriculares em seu histórico, e também a quais áreas da Computação essas atividades pertencem. Essa área das atividades do aluno é comparada com a área de conhecimento das DCGs, e assim são conhecidas as DCGs pertencentes à área de interesse dos alunos. Para que a consulta seja realizada a um aluno em específico foi aplicada a cláusula *filter regex*, onde é passado um parâmetro, digitado pelo usuário na interface, que possui o nome do aluno a qual se deseja direcionar a consulta. Assim o resultado é filtrado listando apenas as DCGs referentes ao aluno solicitado. A Figura 9 apresenta esse processo de consulta através da representação das classes envolvidas e dos filtros aplicados. A consulta referente a essa questão encontra-se descrita no Apêndice C.

Figura 9 - Representação da consulta referente aos alunos



4.4 Fechamento do capítulo

O presente capítulo apresentou a visão de solução elaborada para o problema que envolve a oferta de DCG, detalhando todo o processo de construção da ontologia e o método utilizado.

O Método 101 foi muito importante na construção da ontologia, pois contribuiu com a redução da complexidade da modelagem, mostrando-se um guia desde a definição do domínio, passando por todas as etapas, até a inserção das instâncias que povoaram a ontologia. Outros fatores, como a utilização de certas tecnologias, auxiliaram no desenvolvimento.

A ONTOPAMPA atende aos requisitos propostos, porém está longe de cobrir todo o domínio do curso de Ciência da Computação da UNIPAMPA. Como se trata de um primeiro contato com a formalização de um domínio de conhecimento, o escopo proposto pelo modelo é compacto e modesto. Entretanto, a descrição do domínio de conhecimento realizada pode ser refinada de forma que permita atender a conceitos complementares ao domínio do curso.

5 VERIFICAÇÃO E VALIDAÇÃO

Este capítulo tem o propósito de realizar a verificação e a validação da ontologia modelada, para que seja possível analisar se a ONTOPAMPA atende realmente ao escopo definido, através da avaliação do resultado das consultas realizadas em um protótipo web, efetuadas pelos usuários em um cenário real de uso. A Seção 5.1 descreve o método utilizado para realizar a verificação e validação da ontologia. A Seção 5.2 apresenta o protótipo desenvolvido para validar a ontologia modelada. A Seção 5.3 traz uma análise qualitativa da verificação e validação realizada e apresenta seus respectivos resultados. Por fim, a Seção 5.4 faz o fechamento do Capítulo.

5.1 Método

A estratégia para realizar a verificação e validação da ONTOPAMPA foi baseada na construção de uma interface web, buscando prover um cenário real de uso para que alunos, professores e coordenadores tivessem a oportunidade de realizar consultas, referentes ao aconselhamento de DCG, na ontologia modelada.

Inicialmente, para viabilizar a verificação, foram inseridas na ontologia informações reais de determinados professores e alunos, por um usuário especializado, para prover a esses alunos e professores condições para realizar as consultas. Com o intuito de testar todas as funcionalidades do protótipo, foram realizadas consultas referentes a três categorias de usuários oferecidas, que são:

- Aluno: passou-se como parâmetro o nome de determinado aluno, para receber como resposta as DCGs aconselhadas a cursar;
- Professor: passou-se como parâmetro o nome de determinado professores, para receber como resposta as DCGs aconselhadas a ministrar;
- Coordenador: passou-se como parâmetro determinadas turmas, para receber como resposta uma lista de DCGs aconselhadas a ofertar.

A validação da ONTOPAMPA precisou de método mais demorado em relação à verificação. Primeiramente foram extraídas manualmente as atividades realizadas por professores e alunos e associadas as suas respectivas áreas. Em segundo lugar foram levantadas manualmente algumas DCGs existentes e associadas as suas respectivas áreas. Por fim, a área de conhecimento dessas DCGs foi comparada com a área das atividades realizadas

pelos alunos e professores para encontrar as DCGs que seriam aconselhadas de acordo com seus perfis. Esse processo foi utilizado na ONTOPAMPA através da execução de consultas, para que fosse possível comparar os resultados obtidos através do levantamento de informações manual com os resultados encontrados na consulta realizada na ontologia.

Com os dois processos concluídos, coletaram-se os resultados, que foram arquivados com o intuito de possibilitar uma análise estatística de índice de aprovação dos usuários, além de uma porcentagem de acertos.

5.2 Protótipo

O protótipo desenvolvido neste trabalho não tem como meta propiciar a manutenção e alteração de perfis de alunos, professores ou atividades já existentes na ontologia, muito menos a inserção de quaisquer informações recentemente realizadas por usuários através da interface. Este trabalho oferece, na forma de uma interface web, um ambiente para realização de determinadas consultas referentes às DCGs do curso de Ciência da Computação.

O protótipo desenvolvido tem por objetivo demonstrar a efetividade da ONTOPAMPA, através das respostas de consultas referentes a questões de sua competência. Na construção do aplicativo web, foram definidas três categorias, que são:

- Coordenador: consultas referentes ao interesse do coordenador do curso, como o aconselhamento de potenciais DCGs para oferta;
- Aluno: consultas referentes ao interesse dos alunos, como o aconselhamento de DCG para cursar, que sejam compatíveis com seu perfil;
- Professor: consultas referentes aos professores, as quais sugerem possíveis DCGs que podem ser ministradas por determinados professores.

Foi desenvolvida uma interface web simples e objetiva para a execução das consultas, visando um ambiente amigável, de fácil entendimento. A Figura 10 apresenta uma visão da interface oferecida pelo sistema web desenvolvido, onde é possível visualizar na lateral esquerda da página o menu que apresenta as três categorias de consultas citadas anteriormente.

Figura 10 - Página inicial do protótipo



Após a escolha de uma das categorias de consulta, o sistema oferece um ambiente que possibilita ao usuário a passagem de um parâmetro, responsável por filtrar a consulta de acordo com o nome do aluno, nome do professor, ou turma dos alunos. O parâmetro varia de acordo com a categoria de consulta escolhida. A Figura 11 apresenta o ambiente oferecido pelo sistema, que permite ao usuário utilizar a passagem de parâmetro para filtrar a busca.

Figura 11 - Tela de passagem de parâmetro

The screenshot displays the ONTOPAMPA web interface. At the top left is the UNIPAMPA logo (Universidade Federal do Pampa). To the right, the text 'ONTOPAMPA' is displayed in large white letters on a dark green background, with the subtitle 'Ontologia de apoio à oferta de DCG' below it. The main content area is divided into two columns. The left column contains a vertical menu with the following items: 'Página Inicial', 'Coordenador' (with sub-questions: 'Quais DCG posso ofertar para uma turma segundo seu perfil?' and 'Quais DCG não devo ofertar em semestres iniciais?'), 'Professor' (with sub-question: 'Quais DCG são aconselhadas para o professor ministrar?'), and 'Aluno' (with sub-question: 'Quais DCG são aconselhadas para o aluno cursar?'). The right column features a search form with the label 'Digite o nome do aluno:', an input field, and a blue 'Consultar' button. At the bottom of the page, a footer bar contains the text 'Universidade Federal do Pampa - Ciência da Computação'.

Com o parâmetro escolhido, o usuário executa a consulta e, como resposta, obtém uma lista de DCGs aconselhadas para os alunos cursarem, para os professores ministrarem ou para o coordenador ofertar, dependendo da categoria escolhida. Essa lista de DCGs retornada na interface web foi devidamente formatada visando oferecer uma visualização de fácil entendimento por parte dos usuários. A Figura 12 apresenta a lista de DCGs retornada pelo sistema em uma determinada consulta realizada como exemplo.

Figura 12 - Tela de resultado de uma consulta

The screenshot shows the ONTOPAMPA web application interface. The header includes the Unipampa logo and the text "ONTOPAMPA Ontologia de apoio à oferta de DCG". The main content area is divided into a left sidebar with navigation links and a central results table.

Navigation Links (Left Sidebar):

- Página Inicial
- Coordenador
 - Quais DCG posso ofertar para uma turma segundo seu perfil?
 - Quais DCG não devo ofertar em semestres iniciais?
- Professor
 - Quais DCG são aconselhadas para o professor ministrar?
- Aluno
 - Quais DCG são aconselhadas para o aluno cursar?

Results Table (Center):

Disciplina Complementar de Graduação
Data Warehouse
Organização da Informação
Topicos avançados Banco Dados

Universidade Federal do Pampa - Ciência da Computação

5.3 Resultados

Os resultados obtidos nas três categorias de consultas apresentaram uma variação em relação à expectativa dos usuários. A questão responsável por aconselhar DCGs aptas a serem ministradas pelos professores listou algumas DCGs que não condizem com a área de atuação dos professores. Isso ocorreu devido à existência de DCGs pertencentes a uma mesma área de conhecimento da Computação, porém essa área é muito ampla e contém diversas ramificações que exigem um conhecimento diferenciado para ministrar disciplinas de ramo. Por exemplo, a área de inteligência artificial possui as seguintes DCGs: Processamento de Linguagens Naturais, Tópicos Especiais em Sistemas Inteligentes, Heurísticas e Metaheurísticas, entre outras. Entretanto um professor apto a ministrar uma DCG de Tópicos Especiais em Sistemas Inteligentes pode não ter o conhecimento necessário para ministrar a DCG de Processamento de Linguagens Naturais, mesmo que essas duas pertençam à mesma área de conhecimento. Essa ocorrência de DCGs que não condizem com os perfis é chamada de falsos positivos, que significa que o sistema indica uma possível DCG, quando na verdade essa DCG não é compatível com o perfil analisado.

O mesmo pode ocorrer no caso da consulta responsável por aconselhar DCG para os

alunos cursarem, porém a taxa de falsos positivos é menor, pois a avaliação realizada pelo aluno sobre essa listagem de DCG apresentada pela ontologia não possui a mesma precisão da avaliação dos professores. Um aluno não consegue dizer com convicção se a DCG listada referente à sua área de conhecimento pode ser de seu interesse, por não conhecer do que realmente se trata a DCG.

Os resultados mostraram que os perfis que tiveram um direcionamento a área de conhecimento Contexto Social e Profissional apresentaram a maior taxa de falsos positivos, pois as DCGs que não se enquadraram nas demais áreas da Computação, ou que não se descobriu a qual área realmente pertence, foram consideradas pertencentes à área de Contexto Social e Profissional.

Foram coletadas informações dos testes realizados com professores e alunos que utilizaram o sistema web para realizar as consultas. Foram inseridas informações reais dos mesmos, visando comparar as DCGs aconselhadas pela ontologia com as DCGs que realmente são do interesse dos alunos e as DCGs que correspondem à área de atuação dos professores.

Para medir a precisão das respostas retornadas pela ontologia, três aspectos foram utilizados:

- Não classificado: casos em que não foi possível classificar o perfil, pois os alunos não possuem atividades extracurriculares;
- Falso positivo: casos onde determinadas DCGs listadas pela ontologia como aconselhadas para determinados professores e alunos não condizem com o perfil, mesmo pertencendo a área dos mesmos;
- Acerto: casos onde as DCGs listadas pela ontologia estão em conformidade com o perfil dos alunos e professores.

A Figura 13 apresenta de forma resumida, o percentual de acertos, falsos positivos e não classificados das respostas da ontologia. É possível perceber que, de um total de 100% de respostas dadas pela ontologia, 72% delas foram consideradas corretas, 21% foram consideradas incorretas e 7% das consultas não retornaram nenhuma DCG.

Além disso, na Figura 14 é possível visualizar detalhadamente o gráfico das taxas alcançadas de acordo com cada indivíduo cadastrado na ontologia. Dessa forma, analisando os dados ali representados, nota-se que os falsos positivos detectados estão nas consultas de DCGs aconselhadas aos professores. Isso ocorre porque a área de conhecimento associada a um professor abrange diversos temas mais específicos, e mesmo que um professor pertença a essa área, ele não precisa necessariamente ter um conhecimento específico de todos os

assuntos. Já os resultados referentes aos alunos mostram que os resultados foram mais precisos, até porque a consulta retorna informações baseadas em possíveis áreas que o aluno pode se identificar. Isso aumenta a abrangência de DCGs aconselhadas, pois, diferente do professor, o aluno não precisa ter conhecimento sobre as diferentes ramificações de uma área, visto que ele está começando a compor seu perfil. O professor já tem seu perfil definido e, dessa forma, as DCGs retornadas devem ser mais específicas. Também se nota que alguns alunos não obtiveram DCGs aconselhadas, pois eles ainda não possuem informações suficientes para a ontologia realizar a inferência.

Figura 13 - Porcentagem dos resultados obtidos da ontologia

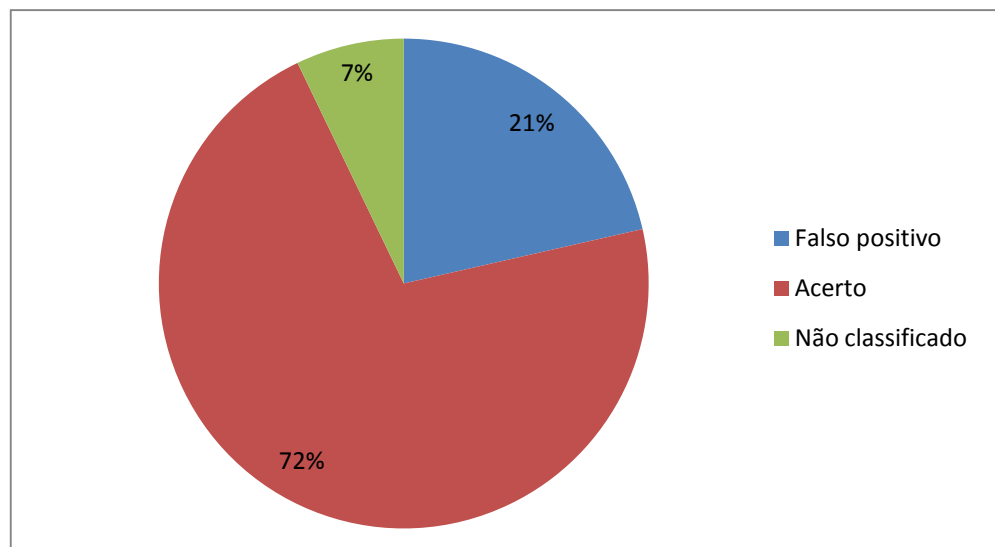
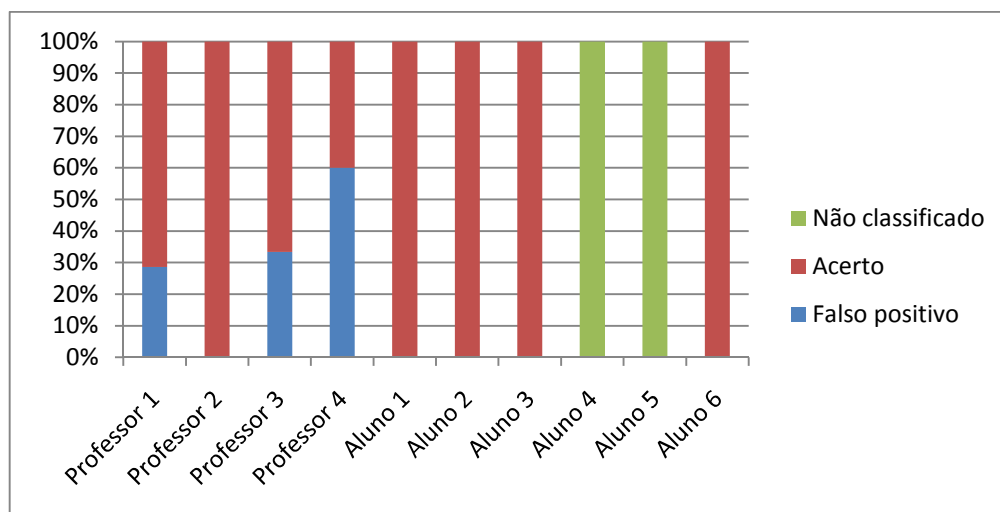


Figura 14 - Resultados obtidos por indivíduo



5.4 Fechamento do Capítulo

O presente capítulo apresentou o processo de verificação e validação da ONTOPAMPA. Para isso, foi desenvolvida uma interface web para realizar as consultas referentes ao aconselhamento de DCG. A validação foi concretizada através da comparação entre o levantamento manual das DCGs referentes aos interesses de professores e alunos com as DCGs aconselhadas pela ONTOPAMPA.

Os resultados obtidos foram satisfatórios, pois provam que o sistema é capaz de responder questões de sua competência. Percebe-se que os resultados obtidos nas consultas referentes aos alunos possuem maior número de acertos em relação às consultas referentes aos professores. Isso ocorre porque as DCGs retornadas para um professor devem ser mais específicas, visto que ele já possui um perfil definido. Os alunos, por sua vez, recém estarão no processo de formação de perfil e, dessa forma, as DCGs retornadas para eles são mais aceitáveis.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve por objetivo modelar uma ontologia para representação do domínio de conhecimento do curso de Ciência da Computação da UNIPAMPA. Para realizar essa modelagem, inicialmente foram estabelecidas duas perspectivas responsáveis por auxiliar o processo de representação, onde a primeira perspectiva representa a organização curricular e a segunda perspectiva representa a obtenção de perfil, e a correlação entre elas representa as áreas de interesses. Juntas, elas representam o domínio do curso.

A ontologia visa auxiliar o coordenador do curso de Ciência da Computação da UNIPAMPA na oferta das DCGs, levando em consideração as áreas da Computação referentes ao perfil dos alunos. Para isso, ela responde três questões essenciais, que são:

- Quais DCGs posso ofertar para uma turma segundo seu perfil?
- Quais DCGs são aconselhadas para determinado aluno cursar?
- Quais DCGs são aconselhadas para determinado professor ministrar?

O Método 101 foi muito importante na construção da ontologia, pois contribuiu com a redução da complexidade da modelagem, mostrando-se um guia desde a definição do domínio, passando por todas as etapas, até a inserção das instâncias que povoaram a ontologia. Outros fatores, como a utilização de certas tecnologias, auxiliaram no desenvolvimento.

A ontologia modelada atingiu seu objetivo de representar o domínio de conhecimento do curso de Ciência da Computação da UNIPAMPA. Apesar das consultas retornarem alguns falsos positivos, a quantidade de acertos é consideravelmente alta e, diante disso, é possível afirmar que a ontologia é capaz de responder às questões de sua competência.

A construção do protótipo para validação da ONTOPAMPA deixou clara a viabilidade de se construir um sistema web real de aconselhamento para alunos, professores e coordenadores, utilizando a API Jena para manipulação da ontologia e execução das consultas escritas em SPARQL, e também fazendo o uso dos recursos do JSF para construção de uma interface web de consulta.

Com uma análise nos resultados obtidos das consultas, observou-se a existência de falsos positivos, onde as DCGs aconselhadas diferem da área de interesse dos alunos e professores. O grau de especificação das áreas de conhecimento possui uma parcela de contribuição na existência desses falsos positivos, pois dentro de uma área de conhecimento existem diversas subáreas consideravelmente diferentes, e mesmo utilizando as áreas de

conhecimento especificadas pela Plataforma Lattes, não é possível distinguir todas as ramificações.

A análise dos resultados provê uma percepção do limite de expressividade da ontologia modelada. Uma forma de acrescentar expressividade a ONTOPAMPA seria realizando inferência, e estabelecendo pesos de relevância para determinados conceitos do modelo. A realização de inferência tornaria possível a construção de novas DCGs baseadas no perfil do aluno, ou até mesmo na área de atuação dos professores.

Foram encontradas algumas dificuldades no desenvolvimento do trabalho, relacionadas à quantidade de tecnologias envolvidas no trabalho com a quantidade reduzida de materiais e exemplos disponíveis sobre o tema. O processo de classificação das áreas a que pertencem cada publicação realizada pelos professores e cada atividade realizada pelos alunos se mostrou um processo complicado, pois é necessário analisar cada publicação para associar a área de conhecimento que melhor se enquadra.

6.1 Trabalhos futuros

A ontologia desenvolvida cobre o domínio do curso de Ciência da Computação através de duas perspectivas, uma responsável por representar o perfil dos alunos e a outra representa a organização curricular, e a correlação entre essas perspectivas provê o pleno atendimento ao escopo apresentado nesse trabalho. Já o sistema desenvolvido consiste em uma interface web responsável por fornecer um ambiente onde possam ser realizadas as consultas referentes aos alunos, professores e coordenadores, de forma simples.

A ontologia desenvolvida pode ser considerada um passo inicial para o desenvolvimento de uma representação de conhecimento que atenda toda a UNIPAMPA. Nesse sentido, a ontologia modelada poderá ser aperfeiçoada, através da inserção de novos conceitos, e até mesmo expandida, com o intuito de atender um domínio mais amplo, visando chegar na representação de toda a universidade.

Uma forma de aperfeiçoar o modelo seria com regras para realizar a inferência de conhecimento através de motores, por exemplo, a possibilidade de criar uma nova DCG, e ainda armazenar a ontologia em um banco de dados para trabalhar com um maior número de informações.

O sistema web poderá ser desenvolvido para executar inúmeras funções que não foram exploradas neste trabalho, visando transformar o sistema em um portal semântico que possa auxiliar os alunos, professores, coordenadores e inclusive servidores e técnicos em diversos

aspectos. O sistema poderá ser adaptado para que ofereça a manutenção de perfil aos usuários, permitindo a inserção e exclusão de novas informações na ontologia.

REFERÊNCIAS

CARROLL, J. J.; DICKINSON, I.; DOLLIN, C.; REYNOLDS, D.; SEABORNE, A.; WILKINSON, K. **Jena: Implementing the Semantic Web Recommendations**. Digital Media Systems Laboratory. HP Laboratories Bristol. 2003.

GAVA, T. B. S.; MENEZES, C. S. de. Uma ontologia de domínio para a aprendizagem cooperativa. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 14., 2003, Rio de Janeiro. **Anais...** . Rio de Janeiro: SBC, 2003. p. 336 - 345. Disponível em: <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/264/250>>. Acesso em: 05 abr. 2012.

GOMES, L. V. R. **Desenvolvimento de um Sistema de Busca baseado em uma Ontologia da UFBA**. 2005. 109 f. Monografia (Bacharelado) - UFBA, Salvador, 2005. Disponível em: <<http://www.wie.dcc.ufba.br/pub/TISA/IndicacaoLeituras/monografiaLorena.pdf>>. Acesso em: 04 abr. 2012.

GRUBER, T. R. **Ontology**. Disponível em: <<http://tomgruber.org/writing/ontology-definition-2007.htm>>. Acesso em: 05 abr. 2012.

GRUBER, T. R. **Toward Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing**. In: International Journal Human-Computer Studies, 1995.

HANNEL, K. **Qualificação de Pesquisadores por Área da Ciência da Computação com Base em uma Ontologia de Perfil**. 2008. 98 f. Dissertação (Mestrado) - UFRGS, Porto Alegre, 2008. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/13646/000649342.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 02 abr. 2012

JENA – **A Semantic Web Framework for Java**. 2012. Disponível em: <<http://jena.sourceforge.net/ontology/>>. Acesso em: 07 abr 2012.

MAIOR, E. P. de L. **Desenvolvimento de uma Ontologia do Currículo do Curso de Ciência da Computação da UFBA**. 2007. 46 f. Monografia (Bacharelado) - UFBA, Salvador, 2007.

MCGUINNESS, D. L; HARMELEN, F. V. **OWL Web Ontology Language Overview**. Disponível em: <<http://www.w3.org/TR/owl-features/>> Acesso em: 03 de abr. 2012.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Diretrizes Curriculares**. [s.L], 2011. Disponível em: <http://www.sbc.org.br/index.php?option=com_jdownloads&Itemid=195&task=finish&cid=186&catid=36>. Acesso em: 08 abr 2012.

MUSA, D. L.; OLIVEIRA, J. P. M. de. OntoLearner: Uma Ontologia para Perfis de Alunos Baseada em padrões. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 18., 2007, São Paulo. **Anais...** .São Paulo: Sbc, 2007. p. 412 - 421.

NOY, N. F.; MCGUINNESS, D. L. **Ontology development 101: A guide to creating your first ontology**. In: Semantic Web Working Symposium, 2001.

PEDROZO, A. **Modelagem Ontológica através da OWL: Análise e Aprimoramento do Sistema Semântico para Orientação Acadêmica (SOA)**. 2009. 81 f. Monografia (Bacharelado) - UFBA, Salvador, 2009. Disponível em: <https://graco.dcc.ufba.br/pub/TISA/IndicacaoLeituras/monografia_Amon_Pedrozoversao_final.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2012.

PEZZA, A. B.; OMAR, N.; VOTRE, V. P. Integração Disciplinar em um Curso de Graduação com o uso de Ontologias. In: WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA, 9., 2003, Campinas. **Anais...** . Campinas: SBC, 2003. p. 226 - 235. Disponível em: <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/wie/article/view/791/777>>. Acesso em: 02 abr. 2012.

Plataforma Lattes. Disponível em: <lattes.cnpq.br>. Acesso em: 10/12/2012.

PRUD'HOMMEAUX, E.; SEABORNE, A. **SPARQL Query Language for RDF**. Disponível em: <<http://www.w3.org/TR/2010/WD-SPARQL11-federated-query-20100601/>>. Acesso em: 01 de abr. 2012.

RIGO, S. J.; OLIVEIRA, J. P. M. Aplicação de Ontologias de Domínio na Aquisição de perfil de usuários. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 19., 2008, Fortaleza. **Anais...** . Fortaleza: SBC, 2008. Disponível em: <<http://200.169.53.89/download/CD%20congressos/2008/SBIE/workshops/workshop%201/WORKSHOP%201%20-%20Full%20papers/Aplica%C3%A7%C3%A3o%20de%20ontologias%20de%20dom%C3%ADnio%20na%20aquisi%C3%A7%C3%A3o%20de%20perfil.pdf>>. Acesso em: 03 abr. 2012.

SOCIEDADE BRASILEIRA DA COMPUTAÇÃO. **Currículo de Referência da SBC para Cursos de Graduação em Bacharelado em Ciência da Computação e Engenharia de Computação**. [s. L.], 2005. Disponível em: <http://www.sbc.org.br/index.php?option=com_jdownloads&Itemid=195&task=finish&cid=183&catid=36>. Acesso em: 08 abr 2012.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA. **Projeto Pedagógico de Curso: Ciência da Computação**. Alegrete, 2009. Disponível em: <http://alegrete.unipampa.edu.br/computacao/wp-content/uploads/ppc2009cc_final.pdf>. Acesso em: 08 abr 2012.

APÊNDICE A – Consulta SPARQL referente à categoria Coordenador

```

SELECT DISTINCT ?disciplina
WHERE {{
    ?aluno rdf:type onto:Aluno.
    ?aluno onto:nome ?nome.
    ?aluno onto:temHistorico ?temHistorico.
    ?Historico rdf:type onto:Historico.
    ?Historico onto:descricao ?descricao.
    ?Historico onto:ehComposto ?ehComposto.
    ?Pesquisa rdf:type onto:Pesquisa .
    ?Pesquisa onto:nome ?atividade.
    ?Pesquisa onto:temArea ?temArea.
    ?MetodologiaTecnicaComputacao rdf:type onto:MetodologiaTecnicaComputacao.
    ?MetodologiaTecnicaComputacao onto:nome ?area.
    ?MetodologiaTecnicaComputacao onto:ehAreaDe ?ehAreaDe.
    ?DisciplinaComplementarGraduacao rdf:type onto:DisciplinaComplementarGraduacao.
    ?DisciplinaComplementarGraduacao onto:nome ?disciplina.
    ?DisciplinaComplementarGraduacao onto:periodo ?periodo.
    ?DisciplinaComplementarGraduacao onto:temArea ?temArea.
    FILTER(?Historico = ?temHistorico && ?Pesquisa = ?ehComposto && ? DisciplinaComplementarGraduacao =
    ?ehAreaDe)
    FILTER (?periodo = “entrada” )
}
UNION{
    ?aluno rdf:type onto:Aluno.
    ?aluno onto:nome ?nome.
    ?aluno onto:temHistorico ?temHistorico.
    ?Historico rdf:type onto:Historico.
    ?Historico onto:descricao ?descricao.
    ?Historico onto:ehComposto ?ehComposto.
    ?Pesquisa rdf:type onto:Pesquisa .
    ?Pesquisa onto:nome ?atividade.
    ?Pesquisa onto:temArea ?temArea.
    ?SistemasDeComputacao rdf:type onto:SistemasDeComputacao.
    ?SistemasDeComputacao onto:nome ?area.
    ?SistemasDeComputacao onto:ehAreaDe ?ehAreaDe.
    ?DisciplinaComplementarGraduacao rdf:type onto:DisciplinaComplementarGraduacao.
    ?DisciplinaComplementarGraduacao onto:nome ?disciplina.
    ?DisciplinaComplementarGraduacao onto:periodo ?periodo.
    ?DisciplinaComplementarGraduacao onto:temArea ?temArea.
    FILTER(?Historico = ?temHistorico && ?Pesquisa = ?ehComposto && ? DisciplinaComplementarGraduacao =
    ?ehAreaDe)
    FILTER (?periodo = “entrada” )
}
UNION{
    ?aluno rdf:type onto:Aluno.
    ?aluno onto:nome ?nome.
    ?aluno onto:temHistorico ?temHistorico.
    ?Historico rdf:type onto:Historico.
    ?Historico onto:descricao ?descricao.
    ?Historico onto:ehComposto ?ehComposto.
    ?Pesquisa rdf:type onto:Pesquisa .
    ?Pesquisa onto:nome ?atividade.
    ?Pesquisa onto:temArea ?temArea.
    ?TeoriaDaComputacao rdf:type onto:TeoriaDaComputacao.
    ?TeoriaDaComputacao onto:nome ?area.
    ?TeoriaDaComputacao onto:ehAreaDe ?ehAreaDe.
    ?DisciplinaComplementarGraduacao rdf:type onto:DisciplinaComplementarGraduacao.
    ?DisciplinaComplementarGraduacao onto:nome ?disciplina.
    ?DisciplinaComplementarGraduacao onto:periodo ?periodo.
    ?DisciplinaComplementarGraduacao onto:temArea ?temArea.
}

```

```

FILTER(?Historico = ?temHistorico && ?Pesquisa = ?ehComposto && ? DisciplinaComplementarGraduacao =
?ehAreaDe)
FILTER (?periodo = "entrada" )
}
UNION{
?aluno rdf:type onto:Aluno.
?aluno onto:nome ?nome.
?aluno onto:temHistorico ?temHistorico.
?Historico rdf:type onto:Historico.
?Historico onto:descricao ?descricao.
?Historico onto:ehComposto ?ehComposto.
?Pesquisa rdf:type onto:Pesquisa .
?Pesquisa onto:nome ?atividade.
?Pesquisa onto:temArea ?temArea.
?MatematicaDaComputacao rdf:type onto:MatematicaDaComputacao.
?MatematicaDaComputacao onto:nome ?area.
?MatematicaDaComputacao onto:ehAreaDe ?ehAreaDe.
?DisciplinaComplementarGraduacao rdf:type onto:DisciplinaComplementarGraduacao.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:nome ?disciplina.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:periodo ?periodo.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:temArea ?temArea.
FILTER(?Historico = ?temHistorico && ?Pesquisa = ?ehComposto && ? DisciplinaComplementarGraduacao =
?ehAreaDe)
FILTER (?periodo = "entrada" )
}
UNION{
?aluno rdf:type onto:Aluno.
?aluno onto:nome ?nome.
?aluno onto:temHistorico ?temHistorico.
?Historico rdf:type onto:Historico.
?Historico onto:descricao ?descricao.
?Historico onto:ehComposto ?ehComposto.
?Pesquisa rdf:type onto:Pesquisa .
?Pesquisa onto:nome ?atividade.
?Pesquisa onto:temArea ?temArea.
?ContextoSocialProfissional rdf:type onto:ContextoSocialProfissional.
?ContextoSocialProfissional onto:nome ?area.
?ContextoSocialProfissional onto:ehAreaDe ?ehAreaDe.
?DisciplinaComplementarGraduacao rdf:type onto:DisciplinaComplementarGraduacao.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:nome ?disciplina.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:periodo ?periodo.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:temArea ?temArea.
FILTER(?Historico = ?temHistorico && ?Pesquisa = ?ehComposto && ? DisciplinaComplementarGraduacao =
?ehAreaDe)
FILTER (?periodo = "entrada" )
}
UNION{
?aluno rdf:type onto:Aluno.
?aluno onto:nome ?nome.
?aluno onto:temHistorico ?temHistorico.
?Historico rdf:type onto:Historico.
?Historico onto:descricao ?descricao.
?Historico onto:ehComposto ?ehComposto.
?Extensao rdf:type onto:Extensao .
?Extensao onto:nome ?atividade.
?Extensao onto:temArea ?temArea.
?ContextoSocialProfissional rdf:type onto:ContextoSocialProfissional.
?ContextoSocialProfissional onto:nome ?area.
?ContextoSocialProfissional onto:ehAreaDe ?ehAreaDe.
?DisciplinaComplementarGraduacao rdf:type onto:DisciplinaComplementarGraduacao.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:nome ?disciplina.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:periodo ?periodo.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:temArea ?temArea.
FILTER(?Historico = ?temHistorico && ?Extensao = ?ehComposto && ? DisciplinaComplementarGraduacao =
?ehAreaDe)
FILTER (?periodo = "entrada" )
}

```

```

UNION{
  ?aluno rdf:type onto:Aluno.
  ?aluno onto:nome ?nome.
  ?aluno onto:temHistorico ?temHistorico.
  ?Historico rdf:type onto:Historico.
  ?Historico onto:descricao ?descricao.
  ?Historico onto:ehComposto ?ehComposto.
  ?Extensao rdf:type onto:Extensao .
  ?Extensao onto:nome ?atividade.
  ?Extensao onto:temArea ?temArea.
  ?MatematicaDaComputacao rdf:type onto:MatematicaDaComputacao.
  ?MatematicaDaComputacao onto:nome ?area.
  ?MatematicaDaComputacao onto:ehAreaDe ?ehAreaDe.
  ?DisciplinaComplementarGraduacao rdf:type onto:DisciplinaComplementarGraduacao.
  ?DisciplinaComplementarGraduacao onto:nome ?disciplina.
  ?DisciplinaComplementarGraduacao onto:periodo ?periodo.
  ?DisciplinaComplementarGraduacao onto:temArea ?temArea.
  FILTER(?Historico = ?temHistorico && ?Extensao = ?ehComposto && ? DisciplinaComplementarGraduacao =
?ehAreaDe)
  FILTER (?periodo = "entrada" )
}
UNION{
  ?aluno rdf:type onto:Aluno.
  ?aluno onto:nome ?nome.
  ?aluno onto:temHistorico ?temHistorico.
  ?Historico rdf:type onto:Historico.
  ?Historico onto:descricao ?descricao.
  ?Historico onto:ehComposto ?ehComposto.
  ?Extensao rdf:type onto:Extensao .
  ?Extensao onto:nome ?atividade.
  ?Extensao onto:temArea ?temArea.
  ?MetodologiaTecnicaComputacao rdf:type onto:MetodologiaTecnicaComputacao.
  ?MetodologiaTecnicaComputacao onto:nome ?area.
  ?MetodologiaTecnicaComputacao onto:ehAreaDe ?ehAreaDe.
  ?DisciplinaComplementarGraduacao rdf:type onto:DisciplinaComplementarGraduacao.
  ?DisciplinaComplementarGraduacao onto:nome ?disciplina.
  ?DisciplinaComplementarGraduacao onto:periodo ?periodo.
  ?DisciplinaComplementarGraduacao onto:temArea ?temArea.
  FILTER(?Historico = ?temHistorico && ?Extensao = ?ehComposto && ? DisciplinaComplementarGraduacao =
?ehAreaDe)
  FILTER (?periodo = "entrada" )
}
UNION{
  ?aluno rdf:type onto:Aluno.
  ?aluno onto:nome ?nome.
  ?aluno onto:temHistorico ?temHistorico.
  ?Historico rdf:type onto:Historico.
  ?Historico onto:descricao ?descricao.
  ?Historico onto:ehComposto ?ehComposto.
  ?Extensao rdf:type onto:Extensao .
  ?Extensao onto:nome ?atividade.
  ?Extensao onto:temArea ?temArea.
  ?SistemasDeComputacao rdf:type onto:SistemasDeComputacao.
  ?SistemasDeComputacao onto:nome ?area.
  ?SistemasDeComputacao onto:ehAreaDe ?ehAreaDe.
  ?DisciplinaComplementarGraduacao rdf:type onto:DisciplinaComplementarGraduacao.
  ?DisciplinaComplementarGraduacao onto:nome ?disciplina.
  ?DisciplinaComplementarGraduacao onto:periodo ?periodo.
  ?DisciplinaComplementarGraduacao onto:temArea ?temArea.
  FILTER(?Historico = ?temHistorico && ?Extensao = ?ehComposto && ? DisciplinaComplementarGraduacao =
?ehAreaDe)
  FILTER (?periodo = "entrada" )
}
UNION{
  ?aluno rdf:type onto:Aluno.
  ?aluno onto:nome ?nome.
  ?aluno onto:temHistorico ?temHistorico.

```

```

?Historico rdf:type onto:Historico.
?Historico onto:descricao ?descricao.
?Historico onto:ehComposto ?ehComposto.
?Extensao rdf:type onto:Extensao .
?Extensao onto:nome ?atividade.
?Extensao onto:temArea ?temArea.
?TeoriaDaComputacao rdf:type onto:TeoriaDaComputacao.
?TeoriaDaComputacao onto:nome ?area.
?TeoriaDaComputacao onto:ehAreaDe ?ehAreaDe.
?DisciplinaComplementarGraduacao rdf:type onto:DisciplinaComplementarGraduacao.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:nome ?disciplina.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:periodo ?periodo.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:temArea ?temArea.
FILTER(?Historico = ?temHistorico && ?Extensao = ?ehComposto && ? DisciplinaComplementarGraduacao =
?ehAreaDe)
FILTER (?periodo = "entrada" )
}
UNION{
?aluno rdf:type onto:Aluno.
?aluno onto:nome ?nome.
?aluno onto:temHistorico ?temHistorico.
?Historico rdf:type onto:Historico.
?Historico onto:descricao ?descricao.
?Historico onto:ehComposto ?ehComposto.
?Ensino rdf:type onto:Ensino.
?Ensino onto:nome ?atividade.
?Ensino onto:temArea ?temArea.
?TeoriaDaComputacao rdf:type onto:TeoriaDaComputacao.
?TeoriaDaComputacao onto:nome ?area.
?TeoriaDaComputacao onto:ehAreaDe ?ehAreaDe.
?DisciplinaComplementarGraduacao rdf:type onto:DisciplinaComplementarGraduacao.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:nome ?disciplina.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:periodo ?periodo.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:temArea ?temArea.
FILTER(?Historico = ?temHistorico && ?Ensino = ?ehComposto && ? DisciplinaComplementarGraduacao =
?ehAreaDe)
FILTER (?periodo = "entrada" )
}
UNION{
?aluno rdf:type onto:Aluno.
?aluno onto:nome ?nome.
?aluno onto:temHistorico ?temHistorico.
?Historico rdf:type onto:Historico.
?Historico onto:descricao ?descricao.
?Historico onto:ehComposto ?ehComposto.
?Ensino rdf:type onto:Ensino.
?Ensino onto:nome ?atividade.
?Ensino onto:temArea ?temArea.
?SistemasDeComputacao rdf:type onto:SistemasDeComputacao.
?SistemasDeComputacao onto:nome ?area.
?SistemasDeComputacao onto:ehAreaDe ?ehAreaDe.
?DisciplinaComplementarGraduacao rdf:type onto:DisciplinaComplementarGraduacao.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:nome ?disciplina.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:periodo ?periodo.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:temArea ?temArea.
FILTER(?Historico = ?temHistorico && ?Ensino = ?ehComposto && ? DisciplinaComplementarGraduacao =
?ehAreaDe)
FILTER (?periodo = "entrada" )
}
UNION{
?aluno rdf:type onto:Aluno.
?aluno onto:nome ?nome.
?aluno onto:temHistorico ?temHistorico.
?Historico rdf:type onto:Historico.
?Historico onto:descricao ?descricao.
?Historico onto:ehComposto ?ehComposto.
?Ensino rdf:type onto:Ensino.

```

```

?Ensino onto:nome ?atividade.
?Ensino onto:temArea ?temArea.
?MetodologiaTecnicaComputacao rdf:type onto:MetodologiaTecnicaComputacao.
?MetodologiaTecnicaComputacao onto:nome ?area.
?MetodologiaTecnicaComputacao onto:ehAreaDe ?ehAreaDe.
?DisciplinaComplementarGraduacao rdf:type onto:DisciplinaComplementarGraduacao.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:nome ?disciplina.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:periodo ?periodo.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:temArea ?temArea.
FILTER(?Historico = ?temHistorico && ?Ensino = ?ehComposto && ? DisciplinaComplementarGraduacao =
?ehAreaDe)
FILTER (?periodo = "entrada" )
}
UNION{
?aluno rdf:type onto:Aluno.
?aluno onto:nome ?nome.
?aluno onto:temHistorico ?temHistorico.
?Historico rdf:type onto:Historico.
?Historico onto:descricao ?descricao.
?Historico onto:ehComposto ?ehComposto.
?Ensino rdf:type onto:Ensino.
?Ensino onto:nome ?atividade.
?Ensino onto:temArea ?temArea.
?MatematicaDaComputacao rdf:type onto:MatematicaDaComputacao.
?MatematicaDaComputacao onto:nome ?area.
?MatematicaDaComputacao onto:ehAreaDe ?ehAreaDe.
?DisciplinaComplementarGraduacao rdf:type onto:DisciplinaComplementarGraduacao.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:nome ?disciplina.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:periodo ?periodo.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:temArea ?temArea.
FILTER(?Historico = ?temHistorico && ?Ensino = ?ehComposto && ? DisciplinaComplementarGraduacao =
?ehAreaDe)
FILTER (?periodo = "entrada" )
}
UNION{
?aluno rdf:type onto:Aluno.
?aluno onto:nome ?nome.
?aluno onto:temHistorico ?temHistorico.
?Historico rdf:type onto:Historico.
?Historico onto:descricao ?descricao.
?Historico onto:ehComposto ?ehComposto.
?Ensino rdf:type onto:Ensino.
?Ensino onto:nome ?atividade.
?Ensino onto:temArea ?temArea.
?ContextoSociaProfissioal rdf:type onto:ContextoSociaProfissioal.
?ContextoSociaProfissioal onto:nome ?area.
?ContextoSociaProfissioal onto:ehAreaDe ?ehAreaDe.
?DisciplinaComplementarGraduacao rdf:type onto:DisciplinaComplementarGraduacao.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:nome ?disciplina.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:periodo ?periodo.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:temArea ?temArea.
FILTER(?Historico = ?temHistorico && ?Ensino = ?ehComposto && ? DisciplinaComplementarGraduacao =
?ehAreaDe)
FILTER (?periodo = "entrada" )
}
}

```


APÊNDICE B – Consulta SPARQL referente à categoria Professor

```

SELECT DISTINCT ?disciplina
WHERE {{
  ?professor rdf:type onto:Professor.
  ?professor onto:nome ?nome.
  ?professor onto:temPublicacao ?temPublicacao.
  ?Artigo rdf:type onto:Artigo.
  ?Artigo onto:titulo ?titulo.
  ?MetodologiaTecnicaComputacao rdf:type onto:MetodologiaTecnicaComputacao.
  ?MetodologiaTecnicaComputacao onto:nome ?area.
  ?MetodologiaTecnicaComputacao onto:ehAreaDe ?ehAreaDe.
  ?DisciplinaComplementarGraduacao rdf:type onto:DisciplinaComplementarGraduacao.
  ?DisciplinaComplementarGraduacao onto:nome ?disciplina.
  ?DisciplinaComplementarGraduacao onto:temArea ?temArea.
  FILTER(?Artigo = ?temPublicacao && ?MetodologiaTecnicaComputacao= ?pertence &&
  ?MetodologiaTecnicaComputacao = ?temArea)
  FILTER regex(?nome , parametro )
}
UNION {
  ?professor rdf:type onto:Professor.
  ?professor onto:nome ?nome.
  ?professor onto:temPublicacao ?temPublicacao.
  ?Artigo rdf:type onto:Artigo.
  ?Artigo onto:titulo ?titulo.
  ?Artigo onto:pertence ?pertence.
  ?ContextoSocialProfissional rdf:type onto:ContextoSocialProfissional.
  ?ContextoSocialProfissional onto:nome ?area.
  ?ContextoSocialProfissional onto:ehAreaDe ?ehAreaDe.
  ?DisciplinaComplementarGraduacao rdf:type onto:DisciplinaComplementarGraduacao.
  ?DisciplinaComplementarGraduacao onto:nome ?disciplina.
  ?DisciplinaComplementarGraduacao onto:temArea ?temArea.
  FILTER(?Artigo = ?temPublicacao && ?ContextoSocialProfissional= ?pertence && ? ContextoSocialProfissional
  = ?temArea)
  FILTER regex(?nome , parametro )
}
UNION{
  ?professor rdf:type onto:Professor.
  ?professor onto:nome ?nome.
  ?professor onto:temPublicacao ?temPublicacao.
  ?Artigo rdf:type onto:Artigo.
  ?Artigo onto:titulo ?titulo.
  ?Artigo onto:pertence ?pertence.
  ?MatematicaDaComputacao rdf:type onto:MatematicaDaComputacao.
  ?MatematicaDaComputacao onto:nome ?area.
  ?MatematicaDaComputacao onto:ehAreaDe ?ehAreaDe.
  ?DisciplinaComplementarGraduacao rdf:type onto:DisciplinaComplementarGraduacao.
  ?DisciplinaComplementarGraduacao onto:nome ?disciplina.
  ?DisciplinaComplementarGraduacao onto:temArea ?temArea.
  FILTER(?Artigo = ?temPublicacao && ?MatematicaDaComputacao= ?pertence && ? MatematicaDaComputacao
  = ?temArea)
  FILTER regex(?nome , parametro )
}
UNION{
  ?professor rdf:type onto:Professor.
  ?professor onto:nome ?nome.
  ?professor onto:temPublicacao ?temPublicacao.
  ?Artigo rdf:type onto:Artigo.
  ?Artigo onto:titulo ?titulo.
  ?Artigo onto:pertence ?pertence.
  ?SistemasDeComputacao rdf:type onto:SistemasDeComputacao.
  ?SistemasDeComputacao onto:nome ?area.
  ?SistemasDeComputacao onto:ehAreaDe ?ehAreaDe.

```

```

?DisciplinaComplementarGraduacao rdf:type onto:DisciplinaComplementarGraduacao.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:nome ?disciplina.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:temArea ?temArea.
FILTER(?Artigo = ?temPublicacao && ?SistemasDeComputacao= ?pertence && ?SistemasDeComputacao =
?temArea)
FILTER regex(?nome , parametro )
}
UNION{
?professor rdf:type onto:Professor.
?professor onto:nome ?nome.
?professor onto:temPublicacao ?temPublicacao.
?Artigo rdf:type onto:Artigo.
?Artigo onto:titulo ?titulo.
?Artigo onto:pertence ?pertence.
?TeoriaDaComputacao rdf:type onto:TeoriaDaComputacao.
?TeoriaDaComputacao onto:nome ?area.
?TeoriaDaComputacao onto:ehAreaDe ?ehAreaDe.
?DisciplinaComplementarGraduacao rdf:type onto:DisciplinaComplementarGraduacao.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:nome ?disciplina.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:temArea ?temArea.
FILTER(?Artigo = ?temPublicacao && ?TeoriaDaComputacao= ?pertence && ?TeoriaDaComputacao =
?temArea)
FILTER regex(?nome , parametro )
}
UNION{
?professor rdf:type onto:Professor.
?professor onto:nome ?nome.
?professor onto:temPublicacao ?temPublicacao.
?Dissertacao rdf:type onto:Dissertacao.
?Dissertacao onto:titulo ?titulo.
?Dissertacao onto:pertence ?pertence.
?TeoriaDaComputacao rdf:type onto:TeoriaDaComputacao.
?TeoriaDaComputacao onto:nome ?area.
?TeoriaDaComputacao onto:ehAreaDe ?ehAreaDe.
?DisciplinaComplementarGraduacao rdf:type onto:DisciplinaComplementarGraduacao.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:nome ?disciplina.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:temArea ?temArea.
FILTER(?Dissertacao = ?temPublicacao && ?TeoriaDaComputacao= ?pertence && ?TeoriaDaComputacao =
?temArea )
FILTER regex(?nome , parametro )
}
UNION{
?professor rdf:type onto:Professor.
?professor onto:nome ?nome.
?professor onto:temPublicacao ?temPublicacao.
?Dissertacao rdf:type onto:Dissertacao.
?Dissertacao onto:titulo ?titulo.
?Dissertacao onto:pertence ?pertence.
?SistemasDeComputacao rdf:type onto:SistemasDeComputacao.
?SistemasDeComputacao onto:nome ?area.
?SistemasDeComputacao onto:ehAreaDe ?ehAreaDe.
?DisciplinaComplementarGraduacao rdf:type onto:DisciplinaComplementarGraduacao.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:nome ?disciplina.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:temArea ?temArea.
FILTER(?Dissertacao = ?temPublicacao && ?SistemasDeComputacao= ?pertence && ?SistemasDeComputacao =
?temArea)
FILTER regex(?nome , parametro )
}
UNION{
?professor rdf:type onto:Professor.
?professor onto:nome ?nome.
?professor onto:temPublicacao ?temPublicacao.
?Dissertacao rdf:type onto:Dissertacao.
?Dissertacao onto:titulo ?titulo.
?Dissertacao onto:pertence ?pertence.
?MetodologiaTecnicaComputacao rdf:type onto:MetodologiaTecnicaComputacao.
?MetodologiaTecnicaComputacao onto:nome ?area.

```



```

?MetodologiaTecnicaComputacao onto:ehAreaDe ?ehAreaDe.
?DisciplinaComplementarGraduacao rdf:type onto:DisciplinaComplementarGraduacao.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:nome ?disciplina.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:temArea ?temArea.
FILTER(?Dissertacao = ?temPublicacao && ?MetodologiaTecnicaComputacao= ?pertence &&
?MetodologiaTecnicaComputacao = ?temArea )
FILTER regex(?nome , parametro )
}

UNION{
?professor rdf:type onto:Professor.
?professor onto:nome ?nome.
?professor onto:temPublicacao ?temPublicacao.
?Dissertacao rdf:type onto:Dissertacao.
?Dissertacao onto:titulo ?titulo.
?Dissertacao onto:pertence ?pertence.
?MatematicaDaComputacao rdf:type onto:MatematicaDaComputacao.
?MatematicaDaComputacao onto:nome ?area.
?MatematicaDaComputacao onto:ehAreaDe ?ehAreaDe.
?DisciplinaComplementarGraduacao rdf:type onto:DisciplinaComplementarGraduacao.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:nome ?disciplina.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:temArea ?temArea.
FILTER(?Dissertacao = ?temPublicacao && ?MatematicaDaComputacao= ?pertence && ?
MatematicaDaComputacao = ?temArea )
FILTER regex(?nome , parametro )
}

UNION
{
?professor rdf:type onto:Professor.
?professor onto:nome ?nome.
?professor onto:temPublicacao ?temPublicacao.
?Dissertacao rdf:type onto:Dissertacao.
?Dissertacao onto:titulo ?titulo.
?Dissertacao onto:pertence ?pertence.
?ContextoSocialProfissional rdf:type onto:ContextoSocialProfissional.
?ContextoSocialProfissional onto:nome ?area.
?ContextoSocialProfissional onto:ehAreaDe ?ehAreaDe.
?DisciplinaComplementarGraduacao rdf:type onto:DisciplinaComplementarGraduacao.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:nome ?disciplina.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:temArea ?temArea.
FILTER(?Dissertacao = ?temPublicacao && ?ContextoSocialProfissional= ?pertence && ?
ContextoSocialProfissional = ?temArea)
FILTER regex(?nome , parametro )
}

UNION{
?professor rdf:type onto:Professor.
?professor onto:nome ?nome.
?professor onto:temPublicacao ?temPublicacao.
?Monografia rdf:type onto:Monografia .
?Monografia onto:titulo ?titulo.
?Monografia onto:pertence ?pertence.
?ContextoSocialProfissional rdf:type onto:ContextoSocialProfissional.
?ContextoSocialProfissional onto:nome ?area.
?ContextoSocialProfissional onto:ehAreaDe ?ehAreaDe.
?DisciplinaComplementarGraduacao rdf:type onto:DisciplinaComplementarGraduacao.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:nome ?disciplina.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:temArea ?temArea.
FILTER(?Monografia = ?temPublicacao && ?ContextoSocialProfissional= ?pertence &&
?ContextoSocialProfissional = ?temArea)
FILTER regex(?nome , parametro )
}

UNION{
?professor rdf:type onto:Professor.
?professor onto:nome ?nome.
?professor onto:temPublicacao ?temPublicacao.
?Monografia rdf:type onto:Monografia .

```

```

?Monografia onto:titulo ?titulo.
?Monografia onto:pertence ?pertence.
?MatematicaDaComputacao rdf:type onto:MatematicaDaComputacao.
?MatematicaDaComputacao onto:nome ?area.
?MatematicaDaComputacao onto:ehAreaDe ?ehAreaDe.
?DisciplinaComplementarGraduacao rdf:type onto:DisciplinaComplementarGraduacao.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:nome ?disciplina.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:temArea ?temArea.
FILTER(?Monografia = ?temPublicacao && ?MatematicaDaComputacao= ?pertence &&
?MatematicaDaComputacao= ?temArea)
FILTER regex(?nome , parametro )
}

```

```
UNION{
```

```

?professor rdf:type onto:Professor.
?professor onto:nome ?nome.
?professor onto:temPublicacao ?temPublicacao.
?Monografia rdf:type onto:Monografia .
?Monografia onto:titulo ?titulo.
?Monografia onto:pertence ?pertence.
?MetodologiaTecnicaComputacao rdf:type onto:MetodologiaTecnicaComputacao.
?MetodologiaTecnicaComputacao onto:nome ?area.
?MetodologiaTecnicaComputacao onto:ehAreaDe ?ehAreaDe.
?DisciplinaComplementarGraduacao rdf:type onto:DisciplinaComplementarGraduacao.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:nome ?disciplina.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:temArea ?temArea.
FILTER(?Monografia = ?temPublicacao && ?MetodologiaTecnicaComputacao= ?pertence &&
?MetodologiaTecnicaComputacao= ?temArea )
FILTER regex(?nome , parametro )
}

```

```
UNION{
```

```

?professor rdf:type onto:Professor.
?professor onto:nome ?nome.
?professor onto:temPublicacao ?temPublicacao.
?Monografia rdf:type onto:Monografia .
?Monografia onto:titulo ?titulo.
?Monografia onto:pertence ?pertence.
?SistemasDeComputacao rdf:type onto:SistemasDeComputacao.
?SistemasDeComputacao onto:nome ?area.
?SistemasDeComputacao onto:ehAreaDe ?ehAreaDe.
?DisciplinaComplementarGraduacao rdf:type onto:DisciplinaComplementarGraduacao.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:nome ?disciplina.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:temArea ?temArea.
FILTER(?Monografia = ?temPublicacao && ?SistemasDeComputacao= ?pertence && ?SistemasDeComputacao=
?temArea )
FILTER regex(?nome , parametro )
}

```

```
UNION{
```

```

?professor rdf:type onto:Professor.
?professor onto:nome ?nome.
?professor onto:temPublicacao ?temPublicacao.
?Monografia rdf:type onto:Monografia .
?Monografia onto:titulo ?titulo.
?Monografia onto:pertence ?pertence.
?TeoriaDaComputacao rdf:type onto:TeoriaDaComputacao.
?TeoriaDaComputacao onto:nome ?area.
?TeoriaDaComputacao onto:ehAreaDe ?ehAreaDe.
?DisciplinaComplementarGraduacao rdf:type onto:DisciplinaComplementarGraduacao.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:nome ?disciplina.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:temArea ?temArea.
FILTER(?Monografia = ?temPublicacao && ?TeoriaDaComputacao= ?pertence && ?TeoriaDaComputacao=
?temArea )
FILTER regex(?nome , parametro )
}

```

```
UNION{
```

```

?professor rdf:type onto:Professor.
?professor onto:nome ?nome.
?professor onto:temPublicacao ?temPublicacao.

```

```

?Resumo rdf:type onto:Resumo .
?Resumo onto:titulo ?titulo.
?Resumo onto:pertence ?pertence.
?TeoriaDaComputacao rdf:type onto:TeoriaDaComputacao.
?TeoriaDaComputacao onto:nome ?area.
?TeoriaDaComputacao onto:ehAreaDe ?ehAreaDe.
?DisciplinaComplementarGraduacao rdf:type onto:DisciplinaComplementarGraduacao.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:nome ?disciplina.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:temArea ?temArea.
FILTER(?Resumo = ?temPublicacao && ?TeoriaDaComputacao= ?pertence && ? TeoriaDaComputacao=
?temArea )
FILTER regex(?nome , parametro )
}
UNION{
?professor rdf:type onto:Professor.
?professor onto:nome ?nome.
?professor onto:temPublicacao ?temPublicacao.
?Resumo rdf:type onto:Resumo .
?Resumo onto:titulo ?titulo.
?Resumo onto:pertence ?pertence.
?SistemasDeComputacao rdf:type onto:SistemasDeComputacao.
?SistemasDeComputacao onto:nome ?area.
?SistemasDeComputacao onto:ehAreaDe ?ehAreaDe.
?DisciplinaComplementarGraduacao rdf:type onto:DisciplinaComplementarGraduacao.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:nome ?disciplina.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:temArea ?temArea.
FILTER(?Resumo = ?temPublicacao && ?SistemasDeComputacao= ?pertence && ? SistemasDeComputacao=
?temArea )
FILTER regex(?nome , parametro )
}
UNION{
?professor rdf:type onto:Professor.
?professor onto:nome ?nome.
?professor onto:temPublicacao ?temPublicacao.
?Resumo rdf:type onto:Resumo .
?Resumo onto:titulo ?titulo.
?Resumo onto:pertence ?pertence.
?MetodologiaTecnicaComputacao rdf:type onto:MetodologiaTecnicaComputacao.
?MetodologiaTecnicaComputacao onto:nome ?area.
?MetodologiaTecnicaComputacao onto:ehAreaDe ?ehAreaDe.
?DisciplinaComplementarGraduacao rdf:type onto:DisciplinaComplementarGraduacao.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:nome ?disciplina.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:temArea ?temArea.
FILTER(?Resumo = ?temPublicacao && ?MetodologiaTecnicaComputacao= ?pertence &&
?MetodologiaTecnicaComputacao= ?temArea )
FILTER regex(?nome , parametro )
}
UNION{
?professor rdf:type onto:Professor.
?professor onto:nome ?nome.
?professor onto:temPublicacao ?temPublicacao.
?Resumo rdf:type onto:Resumo .
?Resumo onto:titulo ?titulo.
?Resumo onto:pertence ?pertence.
?MatematicaDaComputacao rdf:type onto:MatematicaDaComputacao.
?MatematicaDaComputacao onto:nome ?area.
?MatematicaDaComputacao onto:ehAreaDe ?ehAreaDe.
?DisciplinaComplementarGraduacao rdf:type onto:DisciplinaComplementarGraduacao.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:nome ?disciplina.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:temArea ?temArea.
FILTER(?Resumo = ?temPublicacao && ?MatematicaDaComputacao= ?pertence && ?
MatematicaDaComputacao= ?temArea )
FILTER regex(?nome , parametro )
}
UNION{
?professor rdf:type onto:Professor.
?professor onto:nome ?nome.

```

```

?professor onto:temPublicacao ?temPublicacao.
?Resumo rdf:type onto:Resumo .
?Resumo onto:titulo ?titulo.
?Resumo onto:pertence ?pertence.
?ContextoSocialProfissional rdf:type onto:ContextoSocialProfissional.
?ContextoSocialProfissional onto:nome ?area.
?ContextoSocialProfissional onto:ehAreaDe ?ehAreaDe.
?DisciplinaComplementarGraduacao rdf:type onto:DisciplinaComplementarGraduacao.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:nome ?disciplina.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:temArea ?temArea.
FILTER(?Resumo = ?temPublicacao && ?ContextoSocialProfissional= ?pertence && ?
ContextoSocialProfissional= ?temArea )
FILTER regex(?nome , parametro )
}
UNION{
?professor rdf:type onto:Professor.
?professor onto:nome ?nome.
?professor onto:temPublicacao ?temPublicacao.
?Tese rdf:type onto:Tese .
?Tese onto:titulo ?titulo.
?Tese onto:pertence ?pertence.
?ContextoSocialProfissional rdf:type onto:ContextoSocialProfissional.
?ContextoSocialProfissional onto:nome ?area.
?ContextoSocialProfissional onto:ehAreaDe ?ehAreaDe.
?DisciplinaComplementarGraduacao rdf:type onto:DisciplinaComplementarGraduacao.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:nome ?disciplina.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:temArea ?temArea.
FILTER(?Tese = ?temPublicacao && ?ContextoSocialProfissional= ?pertence && ? ContextoSocialProfissional=
?temArea )
FILTER regex(?nome , parametro )
}
UNION{
?professor rdf:type onto:Professor.
?professor onto:nome ?nome.
?professor onto:temPublicacao ?temPublicacao.
?Tese rdf:type onto:Tese .
?Tese onto:titulo ?titulo.
?Tese onto:pertence ?pertence.
?MatematicaDaComputacao rdf:type onto:MatematicaDaComputacao.
?MatematicaDaComputacao onto:nome ?area.
?MatematicaDaComputacao onto:ehAreaDe ?ehAreaDe.
?DisciplinaComplementarGraduacao rdf:type onto:DisciplinaComplementarGraduacao.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:nome ?disciplina.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:temArea ?temArea.
FILTER(?Tese = ?temPublicacao && ?MatematicaDaComputacao= ?pertence && ? MatematicaDaComputacao=
?temArea )
FILTER regex(?nome , parametro )
}
UNION{
?professor rdf:type onto:Professor.
?professor onto:nome ?nome.
?professor onto:temPublicacao ?temPublicacao.
?Tese rdf:type onto:Tese .
?Tese onto:titulo ?titulo.
?Tese onto:pertence ?pertence.
?MetodologiaTecnicaComputacao rdf:type onto:MetodologiaTecnicaComputacao.
?MetodologiaTecnicaComputacao onto:nome ?area.
?MetodologiaTecnicaComputacao onto:ehAreaDe ?ehAreaDe.
?DisciplinaComplementarGraduacao rdf:type onto:DisciplinaComplementarGraduacao.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:nome ?disciplina.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:temArea ?temArea.
FILTER(?Tese = ?temPublicacao && ?MetodologiaTecnicaComputacao= ?pertence && ?
MetodologiaTecnicaComputacao= ?temArea )
FILTER regex(?nome , parametro )
}
UNION{
?professor rdf:type onto:Professor.

```

```

?professor onto:nome ?nome.
?professor onto:temPublicacao ?temPublicacao.
?Tese rdf:type onto:Tese .
?Tese onto:titulo ?titulo.
?Tese onto:pertence ?pertence.
?SistemasDeComputacao rdf:type onto:SistemasDeComputacao.
?SistemasDeComputacao onto:nome ?area.
?SistemasDeComputacao onto:ehAreaDe ?ehAreaDe.
?DisciplinaComplementarGraduacao rdf:type onto:DisciplinaComplementarGraduacao.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:nome ?disciplina.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:temArea ?temArea.
FILTER(?Tese = ?temPublicacao && ?SistemasDeComputacao= ?pertence && ?SistemasDeComputacao=
?temArea )
FILTER regex(?nome , parametro )
}
UNION{
?professor rdf:type onto:Professor.
?professor onto:nome ?nome.
?professor onto:temPublicacao ?temPublicacao.
?Tese rdf:type onto:Tese .
?Tese onto:titulo ?titulo.
?Tese onto:pertence ?pertence.
?TeoriaDaComputacao rdf:type onto:TeoriaDaComputacao.
?TeoriaDaComputacao onto:nome ?area.
?TeoriaDaComputacao onto:ehAreaDe ?ehAreaDe.
?DisciplinaComplementarGraduacao rdf:type onto:DisciplinaComplementarGraduacao.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:nome ?disciplina.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:temArea ?temArea.
FILTER(?Tese = ?temPublicacao && ?TeoriaDaComputacao= ?pertence && ?TeoriaDaComputacao= ?temArea )
FILTER regex(?nome , parametro )
}
}

```


APÊNDICE C – Consulta SPARQL referente à categoria Aluno

```

SELECT DISTINCT ?disciplina
WHERE {{
  ?aluno rdf:type onto:Aluno.
  ?aluno onto:nome ?nome.
  ?aluno onto:temHistorico ?temHistorico.
  ?Historico rdf:type onto:Historico.
  ?Historico onto:descricao ?descricao.
  ?Historico onto:ehComposto ?ehComposto.
  ?Pesquisa rdf:type onto:Pesquisa .
  ?Pesquisa onto:nome ?atividade.
  ?Pesquisa onto:temArea ?temArea.
  ?MetodologiaTecnicaComputacao rdf:type onto:MetodologiaTecnicaComputacao.
  ?MetodologiaTecnicaComputacao onto:nome ?area.
  ?MetodologiaTecnicaComputacao onto:ehAreaDe ?ehAreaDe.
  ?DisciplinaComplementarGraduacao rdf:type onto:DisciplinaComplementarGraduacao.
  ?DisciplinaComplementarGraduacao onto:nome ?disciplina.
  ?DisciplinaComplementarGraduacao onto:temArea ?temArea.
  FILTER(?Historico = ?temHistorico && ?Pesquisa = ?ehComposto && ?DisciplinaComplementarGraduacao =
  ?ehAreaDe)
  FILTER regex (?nome, parametro )
}
UNION{
  ?aluno rdf:type onto:Aluno.
  ?aluno onto:nome ?nome.
  ?aluno onto:temHistorico ?temHistorico.
  ?Historico rdf:type onto:Historico.
  ?Historico onto:descricao ?descricao.
  ?Historico onto:ehComposto ?ehComposto.
  ?Pesquisa rdf:type onto:Pesquisa .
  ?Pesquisa onto:nome ?atividade.
  ?Pesquisa onto:temArea ?temArea.
  ?SistemasDeComputacao rdf:type onto:SistemasDeComputacao.
  ?SistemasDeComputacao onto:nome ?area.
  ?SistemasDeComputacao onto:ehAreaDe ?ehAreaDe.
  ?DisciplinaComplementarGraduacao rdf:type onto:DisciplinaComplementarGraduacao.
  ?DisciplinaComplementarGraduacao onto:nome ?disciplina.
  ?DisciplinaComplementarGraduacao onto:temArea ?temArea.
  FILTER(?Historico = ?temHistorico && ?Pesquisa = ?ehComposto && ?DisciplinaComplementarGraduacao =
  ?ehAreaDe)
  FILTER regex (?nome, parametro )
}
UNION{
  ?aluno rdf:type onto:Aluno.
  ?aluno onto:nome ?nome.
  ?aluno onto:temHistorico ?temHistorico.
  ?Historico rdf:type onto:Historico.
  ?Historico onto:descricao ?descricao.
  ?Historico onto:ehComposto ?ehComposto.
  ?Pesquisa rdf:type onto:Pesquisa .
  ?Pesquisa onto:nome ?atividade.
  ?Pesquisa onto:temArea ?temArea.
  ?TeoriaDaComputacao rdf:type onto:TeoriaDaComputacao.
  ?TeoriaDaComputacao onto:nome ?area.
  ?TeoriaDaComputacao onto:ehAreaDe ?ehAreaDe.
  ?DisciplinaComplementarGraduacao rdf:type onto:DisciplinaComplementarGraduacao.
  ?DisciplinaComplementarGraduacao onto:nome ?disciplina.
  ?DisciplinaComplementarGraduacao onto:temArea ?temArea.
  FILTER(?Historico = ?temHistorico && ?Pesquisa = ?ehComposto && ?DisciplinaComplementarGraduacao =
  ?ehAreaDe)
  FILTER regex (?nome, parametro )
}
}

```

```

UNION{
  ?aluno rdf:type onto:Aluno.
  ?aluno onto:nome ?nome.
  ?aluno onto:temHistorico ?temHistorico.
  ?Historico rdf:type onto:Historico.
  ?Historico onto:descricao ?descricao.
  ?Historico onto:ehComposto ?ehComposto.
  ?Pesquisa rdf:type onto:Pesquisa .
  ?Pesquisa onto:nome ?atividade.
  ?Pesquisa onto:temArea ?temArea.
  ?MatematicaDaComputacao rdf:type onto:MatematicaDaComputacao.
  ?MatematicaDaComputacao onto:nome ?area.
  ?MatematicaDaComputacao onto:ehAreaDe ?ehAreaDe.
  ?DisciplinaComplementarGraduacao rdf:type onto:DisciplinaComplementarGraduacao.
  ?DisciplinaComplementarGraduacao onto:nome ?disciplina.
  ?DisciplinaComplementarGraduacao onto:temArea ?temArea.
  FILTER(?Historico = ?temHistorico && ?Pesquisa = ?ehComposto && ?DisciplinaComplementarGraduacao =
  ?ehAreaDe)
  FILTER regex (?nome, parametro )
}
UNION{
  ?aluno rdf:type onto:Aluno.
  ?aluno onto:nome ?nome.
  ?aluno onto:temHistorico ?temHistorico.
  ?Historico rdf:type onto:Historico.
  ?Historico onto:descricao ?descricao.
  ?Historico onto:ehComposto ?ehComposto.
  ?Pesquisa rdf:type onto:Pesquisa .
  ?Pesquisa onto:nome ?atividade.
  ?Pesquisa onto:temArea ?temArea.
  ?ContextoSocialProfissional rdf:type onto:ContextoSocialProfissional.
  ?ContextoSocialProfissional onto:nome ?area.
  ?ContextoSocialProfissional onto:ehAreaDe ?ehAreaDe.
  ?DisciplinaComplementarGraduacao rdf:type onto:DisciplinaComplementarGraduacao.
  ?DisciplinaComplementarGraduacao onto:nome ?disciplina.
  ?DisciplinaComplementarGraduacao onto:temArea ?temArea.
  FILTER(?Historico = ?temHistorico && ?Pesquisa = ?ehComposto && ?DisciplinaComplementarGraduacao =
  ?ehAreaDe)
  FILTER regex (?nome, parametro )
}
UNION{
  ?aluno rdf:type onto:Aluno.
  ?aluno onto:nome ?nome.
  ?aluno onto:temHistorico ?temHistorico.
  ?Historico rdf:type onto:Historico.
  ?Historico onto:descricao ?descricao.
  ?Historico onto:ehComposto ?ehComposto.
  ?Extensao rdf:type onto:Extensao .
  ?Extensao onto:nome ?atividade.
  ?Extensao onto:temArea ?temArea.
  ?ContextoSocialProfissional rdf:type onto:ContextoSocialProfissional.
  ?ContextoSocialProfissional onto:nome ?area.
  ?ContextoSocialProfissional onto:ehAreaDe ?ehAreaDe.
  ?DisciplinaComplementarGraduacao rdf:type onto:DisciplinaComplementarGraduacao.
  ?DisciplinaComplementarGraduacao onto:nome ?disciplina.
  ?DisciplinaComplementarGraduacao onto:temArea ?temArea.
  FILTER(?Historico = ?temHistorico && ?Extensao = ?ehComposto && ?DisciplinaComplementarGraduacao =
  ?ehAreaDe)
  FILTER regex (?nome, parametro )
}
UNION{
  ?aluno rdf:type onto:Aluno.
  ?aluno onto:nome ?nome.
  ?aluno onto:temHistorico ?temHistorico.
  ?Historico rdf:type onto:Historico.
  ?Historico onto:descricao ?descricao.
  ?Historico onto:ehComposto ?ehComposto.

```



```

?Extensao rdf:type onto:Extensao .
?Extensao onto:nome ?atividade.
?Extensao onto:temArea ?temArea.
?MatematicaDaComputacao rdf:type onto:MatematicaDaComputacao.
?MatematicaDaComputacao onto:nome ?area.
?MatematicaDaComputacao onto:ehAreaDe ?ehAreaDe.
?DisciplinaComplementarGraduacao rdf:type onto:DisciplinaComplementarGraduacao.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:nome ?disciplina.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:temArea ?temArea.
FILTER(?Historico = ?temHistorico && ?Extensao = ?ehComposto && ?DisciplinaComplementarGraduacao =
?ehAreaDe)
FILTER regex (?nome, parametro )
}
UNION{
?aluno rdf:type onto:Aluno.
?aluno onto:nome ?nome.
?aluno onto:temHistorico ?temHistorico.
?Historico rdf:type onto:Historico.
?Historico onto:descricao ?descricao.
?Historico onto:ehComposto ?ehComposto.
?Extensao rdf:type onto:Extensao .
?Extensao onto:nome ?atividade.
?Extensao onto:temArea ?temArea.
?MetodologiaTecnicaComputacao rdf:type onto:MetodologiaTecnicaComputacao.
?MetodologiaTecnicaComputacao onto:nome ?area.
?MetodologiaTecnicaComputacao onto:ehAreaDe ?ehAreaDe.
?DisciplinaComplementarGraduacao rdf:type onto:DisciplinaComplementarGraduacao.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:nome ?disciplina.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:temArea ?temArea.
FILTER(?Historico = ?temHistorico && ?Extensao = ?ehComposto && ?DisciplinaComplementarGraduacao =
?ehAreaDe)
FILTER regex (?nome, parametro )
}
UNION{
?aluno rdf:type onto:Aluno.
?aluno onto:nome ?nome.
?aluno onto:temHistorico ?temHistorico.
?Historico rdf:type onto:Historico.
?Historico onto:descricao ?descricao.
?Historico onto:ehComposto ?ehComposto.
?Extensao rdf:type onto:Extensao .
?Extensao onto:nome ?atividade.
?Extensao onto:temArea ?temArea.
?SistemasDeComputacao rdf:type onto:SistemasDeComputacao.
?SistemasDeComputacao onto:nome ?area.
?SistemasDeComputacao onto:ehAreaDe ?ehAreaDe.
?DisciplinaComplementarGraduacao rdf:type onto:DisciplinaComplementarGraduacao.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:nome ?disciplina.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:temArea ?temArea.
FILTER(?Historico = ?temHistorico && ?Extensao = ?ehComposto && ?DisciplinaComplementarGraduacao =
?ehAreaDe)
FILTER regex (?nome, parametro )
}
UNION{
?aluno rdf:type onto:Aluno.
?aluno onto:nome ?nome.
?aluno onto:temHistorico ?temHistorico.
?Historico rdf:type onto:Historico.
?Historico onto:descricao ?descricao.
?Historico onto:ehComposto ?ehComposto.
?Extensao rdf:type onto:Extensao .
?Extensao onto:nome ?atividade.
?Extensao onto:temArea ?temArea.
?TeoriaDaComputacao rdf:type onto:TeoriaDaComputacao.
?TeoriaDaComputacao onto:nome ?area.
?TeoriaDaComputacao onto:ehAreaDe ?ehAreaDe.
?DisciplinaComplementarGraduacao rdf:type onto:DisciplinaComplementarGraduacao.

```

```

?DisciplinaComplementarGraduacao onto:nome ?disciplina.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:temArea ?temArea.
FILTER(?Historico = ?temHistorico && ?Extensao = ?ehComposto && ?DisciplinaComplementarGraduacao =
?ehAreaDe)
FILTER regex (?nome, parametro )
}
UNION{
?aluno rdf:type onto:Aluno.
?aluno onto:nome ?nome.
?aluno onto:temHistorico ?temHistorico.
?Historico rdf:type onto:Historico.
?Historico onto:descricao ?descricao.
?Historico onto:ehComposto ?ehComposto.
?Ensino rdf:type onto:Ensino.
?Ensino onto:nome ?atividade.
?Ensino onto:temArea ?temArea.
?TeoriaDaComputacao rdf:type onto:TeoriaDaComputacao.
?TeoriaDaComputacao onto:nome ?area.
?TeoriaDaComputacao onto:ehAreaDe ?ehAreaDe.
?DisciplinaComplementarGraduacao rdf:type onto:DisciplinaComplementarGraduacao.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:nome ?disciplina.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:temArea ?temArea.
FILTER(?Historico = ?temHistorico && ?Ensino = ?ehComposto && ?DisciplinaComplementarGraduacao =
?ehAreaDe)
FILTER regex (?nome, parametro )
}
UNION{
?aluno rdf:type onto:Aluno.
?aluno onto:nome ?nome.
?aluno onto:temHistorico ?temHistorico.
?Historico rdf:type onto:Historico.
?Historico onto:descricao ?descricao.
?Historico onto:ehComposto ?ehComposto.
?Ensino rdf:type onto:Ensino.
?Ensino onto:nome ?atividade.
?Ensino onto:temArea ?temArea.
?SistemasDeComputacao rdf:type onto:SistemasDeComputacao.
?SistemasDeComputacao onto:nome ?area.
?SistemasDeComputacao onto:ehAreaDe ?ehAreaDe.
?DisciplinaComplementarGraduacao rdf:type onto:DisciplinaComplementarGraduacao.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:nome ?disciplina.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:temArea ?temArea.
FILTER(?Historico = ?temHistorico && ?Ensino = ?ehComposto && ?DisciplinaComplementarGraduacao =
?ehAreaDe)
FILTER regex (?nome, parametro )
}
UNION{
?aluno rdf:type onto:Aluno.
?aluno onto:nome ?nome.
?aluno onto:temHistorico ?temHistorico.
?Historico rdf:type onto:Historico.
?Historico onto:descricao ?descricao.
?Historico onto:ehComposto ?ehComposto.
?Ensino rdf:type onto:Ensino.
?Ensino onto:nome ?atividade.
?Ensino onto:temArea ?temArea.
?MetodologiaTecnicaComputacao rdf:type onto:MetodologiaTecnicaComputacao.
?MetodologiaTecnicaComputacao onto:nome ?area.
?MetodologiaTecnicaComputacao onto:ehAreaDe ?ehAreaDe.
?DisciplinaComplementarGraduacao rdf:type onto:DisciplinaComplementarGraduacao.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:nome ?disciplina.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:temArea ?temArea.
FILTER(?Historico = ?temHistorico && ?Ensino = ?ehComposto && ?DisciplinaComplementarGraduacao =
?ehAreaDe)
FILTER regex (?nome, parametro )
}
UNION{

```

```

?aluno rdf:type onto:Aluno.
?aluno onto:nome ?nome.
?aluno onto:temHistorico ?temHistorico.
?Historico rdf:type onto:Historico.
?Historico onto:descricao ?descricao.
?Historico onto:ehComposto ?ehComposto.
?Ensino rdf:type onto:Ensino.
?Ensino onto:nome ?atividade.
?Ensino onto:temArea ?temArea.
?MatematicaDaComputacao rdf:type onto:MatematicaDaComputacao.
?MatematicaDaComputacao onto:nome ?area.
?MatematicaDaComputacao onto:ehAreaDe ?ehAreaDe.
?DisciplinaComplementarGraduacao rdf:type onto:DisciplinaComplementarGraduacao.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:nome ?disciplina.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:temArea ?temArea.
FILTER(?Historico = ?temHistorico && ?Ensino = ?ehComposto && ?DisciplinaComplementarGraduacao =
?ehAreaDe)
FILTER regex (?nome, parametro )
}
UNION{
?aluno rdf:type onto:Aluno.
?aluno onto:nome ?nome.
?aluno onto:temHistorico ?temHistorico.
?Historico rdf:type onto:Historico.
?Historico onto:descricao ?descricao.
?Historico onto:ehComposto ?ehComposto.
?Ensino rdf:type onto:Ensino.
?Ensino onto:nome ?atividade.
?Ensino onto:temArea ?temArea.
?ContextoSocialProfissional rdf:type onto:ContextoSocialProfissional.
?ContextoSocialProfissional onto:nome ?area.
?ContextoSocialProfissional onto:ehAreaDe ?ehAreaDe.
?DisciplinaComplementarGraduacao rdf:type onto:DisciplinaComplementarGraduacao.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:nome ?disciplina.
?DisciplinaComplementarGraduacao onto:temArea ?temArea.
FILTER(?Historico = ?temHistorico && ?Ensino = ?ehComposto && ?DisciplinaComplementarGraduacao =
?ehAreaDe)
FILTER regex (?nome, parametro )
}
}

```