



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CAMPUS QUIXADÁ**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO**

**FRANCISCO ALLAN FLÁVIO VIDAL COSTA**

**MODELAGEM E RACIOCÍNIO SOBRE PERFIS DISCENTES DO CURSO DE  
SISTEMAS DE INFORMAÇÃO DA UFC CAMPUS QUIXADÁ UTILIZANDO  
ONTOLOGIAS**

**QUIXADÁ**  
**2017**

FRANCISCO ALLAN FLÁVIO VIDAL COSTA

MODELAGEM E RACIOCÍNIO SOBRE PERFIS DISCENTES DO CURSO DE SISTEMAS  
DE INFORMAÇÃO DA UFC CAMPUS QUIXADÁ UTILIZANDO ONTOLOGIAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao  
Curso de Graduação em Sistemas de Informação  
do Campus Quixadá da Universidade Federal  
do Ceará, como requisito parcial à obtenção do  
grau de bacharel em Sistemas de Informação.  
Área de concentração: Computação.

Orientador: Prof. Dr. Paulo de Tarso  
Guerra Oliveira

QUIXADÁ

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

C872m Costa, Francisco Allan Flávio Vidal.  
Modelagem e raciocínio sobre perfis discentes do curso de sistemas de informação da UFC campus Quixadá utilizando ontologias / Francisco Allan Flávio Vidal Costa. – 2017.  
52 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Campus de Quixadá, Curso de Sistemas de Informação, Quixadá, 2017.  
Orientação: Prof. Dr. Paulo de Tarso Guerra Oliveira.

1. Representação do conhecimento (Teoria da Informação). 2. Ontologia. 3. Estudantes-Perfil. I. Título.  
CDD 005

---

FRANCISCO ALLAN FLÁVIO VIDAL COSTA

MODELAGEM E RACIOCÍNIO SOBRE PERFIS DISCENTES DO CURSO DE SISTEMAS  
DE INFORMAÇÃO DA UFC CAMPUS QUIXADÁ UTILIZANDO ONTOLOGIAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao  
Curso de Graduação em Sistemas de Informação  
do Campus Quixadá da Universidade Federal  
do Ceará, como requisito parcial à obtenção do  
grau de bacharel em Sistemas de Informação.  
Área de concentração: Computação.

Aprovada em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Paulo de Tarso Guerra  
Oliveira (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dra. Maria Viviane de Menezes  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Me. Jeferson Kenedy Moraes Vieira  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

À minha família, por sua capacidade de acreditar e investir em mim. Mãe, seu cuidado e dedicação me deram a segurança e certeza de que não estou sozinho nesta jornada. Aos meus irmãos por me instigarem a ir sempre além.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha mãe, Lúcia, por todos os anos de sacrifícios que foram feitos para que eu pudesse usufruir de uma boa educação, pelo apoio que sempre me foi dado durante toda a minha caminhada e por ser a minha base.

Agradeço ao meu avô, Francisco, que mesmo já não estando presente continua a ser meu referencial e inspiração em como ser um bom homem.

Agradeço ao meu orientador Paulo de Tarso Guerra Oliveira por ter exercido este papel com excelência, paciência e dedicação. Sem seu auxílio muito disto não teria sido possível.

Agradeço ao meu amigo Nilo que me mostrou que é possível viver em tranquilidade e ainda assim correr atrás dos nossos objetivos.

Agradeço aos meus amigos Dani, Rafael, Fernando, Ygor e Luana que me acompanham e dão força para continuar esta complexa jornada.

Agradeço aos meus amigos que encontrei na UFC, João Victor, Anthony, Rodrigo, e Iarlen por terem tornado estes difíceis anos em uma aventura divertida.

Agradeço a professora Viviane Menezes e ao professor Jeferson Kenedy Moraes Vieira, pela disponibilidade em participar da banca desse trabalho e pelas excelentes colaborações e sugestões.

Agradeço a professora Ingrid Teixeira Monteiro e a minha amiga Shayane que ofereceram sábias e confortantes palavras, sem saberem, quando eu mais precisei.

E por último agradeço a Deus, por ter colocado todas estas pessoas incríveis para fazer parte em algum momento da minha vida.

“Mesmo quando tudo parece desabar, cabe a mim decidir entre rir ou chorar, ir ou ficar, desistir ou lutar; porque descobri, no caminho incerto da vida, que o mais importante é o decidir.”

(Cora Coralina)

## RESUMO

Este trabalho, explorando a multiplicidade de atuação do egresso do curso de Sistemas de Informação, propõe uma metodologia para identificar o perfil de atuação de cada aluno. Para identificar estes perfis, este trabalho elabora uma representação do conhecimento do domínio acadêmico do curso de Sistemas de Informação. Esta representação do conhecimento é construída por meio de uma ontologia, que permite inferir sobre a base de conhecimento e obter novas informações. Com estas inferências é possível identificar os perfis de cada aluno. Após a identificação dos perfis dos alunos, foi elaborado um questionário para identificar os interesses de atuação dos alunos. Estes interesses são então comparados ao obtido na ontologia para verificar a precisão da ontologia. Por fim, este trabalho apresenta algumas discussões e possíveis aplicações futuras deste modelo.

**Palavras-chave:** Representação do conhecimento (Teoria da Informação). Ontologia. Estudantes-Perfil.



## **ABSTRACT**

This work, exploring the multiplicity of role action of the egress of the Information Systems course, it proposes a methodology to identify student's acting profiles. To identify these profiles, this work elaborates a knowledge representation of the academic domain of the Information Systems course. This knowledge representation was built using an ontology, which allow us to make inference on the knowledge base, obtain new informations. With these inferences it is possible to identify the profiles of the student. After identifying these profiles of the students, a questionnaire was applied to identify the interests of the students. These interests are compared to what was obtained by the ontology in order to verify its accuracy. Finally, this paper presents some discussions and possible applications of this model.

**Keywords:** Representation of knowledge (Information Theory). Ontology. Students-Profile.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Exemplo de ontologia . . . . .	17
Figura 2 – Tela do Protégé: Classes, Relações e Atributos . . . . .	29
Figura 3 – Tela do Protégé: Instanciação de Classes . . . . .	30
Figura 4 – Tela do Protégé: Consultas . . . . .	30
Figura 5 – Ontologia de domínio acadêmico . . . . .	31
Figura 6 – Exemplo de uma instância de aluno . . . . .	32
Figura 7 – Exemplo de uma instância de disciplina . . . . .	32
Figura 8 – Exemplo de uma instância de caminho . . . . .	33
Figura 9 – Exemplo de uma instância de curso . . . . .	33
Figura 10 – Exemplo do conceito de Perfil Administrador de Redes . . . . .	34
Figura 11 – Representação gráfica dos relacionamentos entres os conceitos. . . . .	35
Figura 12 – Exemplo de construção do perfil administrador de redes . . . . .	38
Figura 13 – Exemplo de uma consulta para identificar alunos que seguem caminho de teoria da computação . . . . .	39
Figura 14 – Exemplo de consulta do perfil do aluno . . . . .	40
Figura 15 – Exemplo de erro de conceito na ontologia . . . . .	41
Figura 16 – Exemplo de erro em uma instanciação . . . . .	42

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Formação Básica em Ciência da Computação . . . . .	21
Tabela 2 – Formação Básica em Matemática . . . . .	21
Tabela 3 – Formação Básica em Sistemas de Informação . . . . .	21
Tabela 4 – Formação Tecnológica . . . . .	22
Tabela 5 – Formação Complementar e Humanística . . . . .	22
Tabela 6 – Formação Suplementar . . . . .	23
Tabela 7 – Integralização curricular do curso de SI . . . . .	23
Tabela 8 – Comparativo entre trabalhos relacionados e este trabalho . . . . .	27
Tabela 9 – Perfis estipulados de acordo com análise de mercado . . . . .	37
Tabela 10 – Matriz de confusão Ontologia sem optativas x Interesse Alunos . . . . .	43
Tabela 11 – Matriz de confusão Ontologia com optativas x Interesse Alunos . . . . .	43
Tabela 12 – Parâmetros de classificação . . . . .	44
Tabela 13 – Parâmetros de classificação por perfil apenas obrigatórias . . . . .	44
Tabela 14 – Parâmetros de classificação por perfil com optativas inclusas . . . . .	45
Tabela 15 – Tabela de coleta de identificação de perfis . . . . .	49
Tabela 16 – Matriz Curricular . . . . .	51
Tabela 17 – Disciplinas Optativas . . . . .	52

## SUMÁRIO

1	<b>INTRODUÇÃO</b> . . . . .	13
2	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> . . . . .	15
2.1	<b>Sistemas baseados em conhecimento</b> . . . . .	15
2.2	<b>Ontologias</b> . . . . .	15
2.2.1	<i>Ontologias no contexto computacional</i> . . . . .	16
2.2.2	<i>Linguagens usadas na representação de ontologias</i> . . . . .	17
2.2.3	<i>Inferências em ontologias</i> . . . . .	18
2.3	<b>Perfil discente no curso de sistemas de informação da UFC campus Quixadá</b> . . . . .	19
3	<b>TRABALHOS RELACIONADOS</b> . . . . .	25
3.1	<b>Uma proposta de caminhos à matriz curricular do curso bacharelado em Sistemas de Informação da Universidade Federal do Ceará</b> . . . . .	25
3.2	<b>Course-Recommendation System Based on Ontology</b> . . . . .	25
3.3	<b>Using Ontology for Personalised Course Recommendation Applications</b> . . . . .	26
3.4	<b>Li-Fraumeni Ontology: A case study of an ontology for Knowledge Discovery in a Cancer Domain</b> . . . . .	26
4	<b>CONSTRUÇÃO DA ONTOLOGIA</b> . . . . .	28
4.1	<b>Identificação do propósito e especificação de requisitos</b> . . . . .	28
4.2	<b>Ferramenta de construção</b> . . . . .	29
4.3	<b>Especificação dos conceitos</b> . . . . .	31
4.4	<b>Especificação das relações entre conceitos</b> . . . . .	34
5	<b>UTILIZAÇÃO DA ONTOLOGIA</b> . . . . .	36
5.1	<b>Especialização e população da ontologia</b> . . . . .	36
5.2	<b>Consultas na ontologia</b> . . . . .	38
6	<b>RESULTADOS</b> . . . . .	41
6.1	<b>Avaliação de consistência</b> . . . . .	41
6.2	<b>Avaliação dos Resultados</b> . . . . .	42
7	<b>CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS</b> . . . . .	46
	<b>REFERÊNCIAS</b> . . . . .	47
	<b>APÊNDICE A – Tabela de Identificação de Perfis</b> . . . . .	49

<b>APÊNDICE B</b> – Métricas de análise a partir de uma matriz de confusão .	50
<b>ANEXO A</b> – Matriz Curricular do Curso de Sistemas de Informação UFC Campus Quixadá . . . . .	51
<b>ANEXO B</b> – Disciplinas optativas do Curso de Sistemas de Informação UFC Campus Quixadá . . . . .	52

## 1 INTRODUÇÃO

Os cursos de Bacharelado em Sistemas de Informação (SI) buscam formar discentes com um perfil flexível para atender as diversas necessidades que o profissional de tecnologia da informação tem que lidar (SBC, 2003).

O projeto pedagógico do curso de SI da Universidade Federal do Ceará (UFC), campus Quixadá, foi desenvolvido baseado no currículo de referência da Sociedade Brasileira de Computação (UFC, 2008). O curso é operacionalizado através de caminhos de conhecimentos que determinam as disciplinas que compõem o curso e que proporcionam a formação desejada para o profissional da área.

Após o término do curso o egresso pode atuar, por exemplo, em áreas de desenvolvimento de sistemas, infraestrutura de tecnologia da informação, gestão de sistemas de informação, entre outras (SBC, 2003). Cada área têm um perfil de atuação que necessita de conhecimentos diferentes. Por exemplo, em desenvolvimento de software não é necessário o mesmo conhecimento de gestão quanto na área de gestão de sistemas de informação.

O caráter flexível proposto ao profissional de SI pode tornar difícil ao discente identificar ou decidir qual o perfil seguir durante o curso. Mesmo que o discente escolha um perfil, pode ser que não tenha afinidade com as disciplinas que estão a ele relacionadas. Nesse contexto, o uso de uma ferramenta poderia auxiliar o discente na identificação do perfil que este se adequa, permitindo, por exemplo, que o discente possa cursar uma quantidade maior de disciplinas relacionadas ao seu perfil.

Sistemas baseados em conhecimento são sistemas criados com o intuito de interpretar o conhecimento humano e com isso elaborar estratégias e até resolver problemas (VIEIRA *et al.*, 2005). No problema da identificação de perfil, um sistema baseado em uma modelagem do curso de SI poderia auxiliar o discente a decidir o perfil com o qual este possui maior afinidade. Para isso é necessário fornecer como entrada as disciplinas em que o discente possui melhor desempenho. Para tomar decisões sobre um conhecimento, os sistemas baseados em conhecimento necessitam que o domínio seja representado em fatos e regras.

Ontologias são utilizadas em sistemas baseados em conhecimento para representar o conhecimento de um domínio, por se tratar de representações formais de conhecimento, permitindo realizar inferências lógicas sobre os dados que modela. Por exemplo, ontologias são utilizadas por Budaruiche *et al.* (2015) para representar o conhecimento do domínio médico, permitindo classificar o paciente como portador da síndrome de Li-Fraumeni, por Huang *et*

*al.* (2013) para sugerir cursos na Universidade de Tecnologia de Chaoyang em Taiwan, e por Ibrahim *et al.* (2017) para sugerir cursos universitários.

Neste trabalho elaboramos um modelo de representação dos perfis discentes do curso de Sistemas de Informação da UFC, Campus Quixadá. Este modelo foi elaborado utilizando ontologias e servirá de base para que um sistema baseado em conhecimento possa raciocinar sobre um discente e, por exemplo, inferir sobre qual perfil o mesmo possui maior afinidade, permitindo a orientação do discente às disciplinas optativas relacionados ao seu perfil.

O restante desse trabalho está organizado como segue. No Capítulo 2 são apresentados os conceitos necessário à elaboração do modelo. No Capítulo 3 descrevemos trabalhos relacionados a este. No Capítulo 4 mostramos o passo a passo da construção da ontologia. No Capítulo 5 mostramos como utilizar a ontologia proposta. No Capítulo 6 mostramos os resultados do modelo ontológico. E, por fim, no Capítulo 7 apresentamos nossas conclusões para este trabalho e como ele pode ser evoluído no futuro.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção são apresentados os fundamentos teóricos necessários para a realização deste trabalho. A Seção 2.1 apresenta uma breve conceituação sobre sistemas baseados em conhecimento. A Seção 2.2 apresenta ontologias, que é a forma como o domínio acadêmico é representado para que possamos raciocinar sobre ele. A seção 2.3 apresenta o curso de Sistemas de Informação de forma geral e o perfis dos discentes do curso no Campus de Quixadá.

### 2.1 Sistemas baseados em conhecimento

Sistemas baseados em conhecimento surgiram como um subconceito de inteligência artificial, sendo criados com o intuito de representar o conhecimento humano e com isso elaborar estratégias e resolver problemas, características tipicamente humanas (LESSA *et al.*, 2010).

Estes sistemas tem a capacidade de manipular o conhecimento e informação de forma inteligente, indicando soluções ou decisões a serem tomadas para um problema. Para manipular as informações o sistema define o significado do conhecimento e como interpretá-lo (LESSA *et al.*, 2010).

Para realizar inferências, um sistema baseado em conhecimento precisa de uma base de conhecimento contendo os fatos e regras do domínio do problema. Para isso é preciso utilizar de alguma forma de representação de conhecimento como, por exemplo, ontologias que permitem a inserção de novos conhecimentos na estrutura do sistema (LOPES *et al.*, 2011).

### 2.2 Ontologias

Ontologia é um termo originário do grego e significa o estudo do ser, visando compreender a natureza do ser e as relações que o compõem (GUIZZARDI, 2005). Em áreas como Inteligência Artificial, Linguística Computacional e Teoria de Banco de Dados, ontologias são usadas para descrever formalmente um domínio de interesse e fornecer uma especificação dos termos usados no domínio representado (BISPO JUNIOR, 2011).

Ontologias favorecem o compartilhamento das informações entre pessoas e software, fornecendo uma descrição formal das relações existentes dos objetos em uma linguagem que as máquinas podem compreender (JOSUÉ NETO, 2008). Este formalismo permite a sistemas de software, por meio de mecanismos e regras de inferência, a capacidade de deduzir novos fatos de um domínio.



### 2.2.1 Ontologias no contexto computacional

Uma ontologia representa um conjunto de conceitos de um determinado domínio. Este conjunto de conceitos, também chamado de classes, são as principais entidades de uma ontologia, representando elementos do domínio. Por exemplo, em uma representação simples do domínio acadêmico, *Discente* e *Pessoa* fazem parte do conjunto de conceitos da ontologia.

Na declaração de uma nova classe é possível herdar características de uma classe já existente, o que é chamado de especialização. A especialização estabelece uma relação entre a nova classe e a classe já existente, a nova classe passa a ser subclasse da classe já existente. (TRILLO, 2005). Tomando como exemplo a ontologia do domínio acadêmico, *Discente* é uma especialização de *Pessoa* por herdar as características de pessoa e adicionar as características que os distinguem.

As interações entre os conceitos de um domínio de uma ontologia são chamadas de relações. Em uma ontologia do domínio acadêmico, podemos identificar uma relação entre objetos do tipo *Discente* e *Disciplina* por meio da relação *curso* que une as classes *Discente* e *Disciplina*.

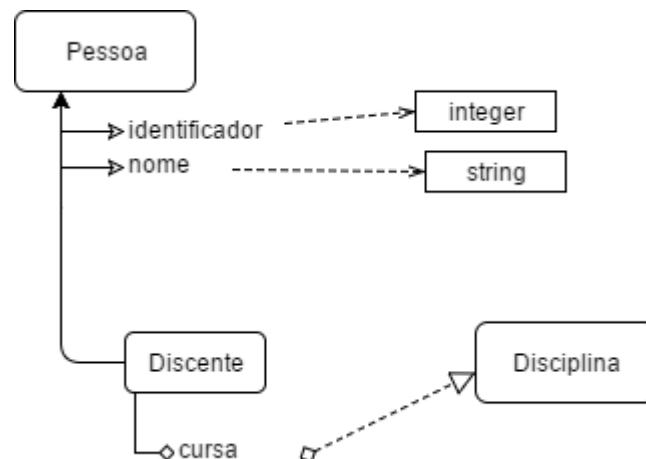
Atributos são propriedades que ajudam a identificar os elementos do domínio. Para se atribuir valor a um atributo, é necessário especificar quais os tipos de dados que são suportados pelo atributo. No domínio acadêmico, por exemplo, o nome é um dado do tipo *string*, que diz respeito a textos, e matrícula tem um tipo de dados *integer*, que é um número inteiro.

Um indivíduo é a representação de um elemento real do domínio dentro da ontologia. O mesmo corresponde à instanciação de uma classe por meio da atribuição de valores a suas relações e atributos. O ato de instanciar classes com elementos do domínio real é chamado de população da ontologia. No exemplo da Figura 1 se quisermos um indivíduo da classe *Discente*, é preciso atribuir-lhe o valor de identificador e nome, tendo em vista que *discente* é subclasse de *pessoa*, e atribuir a relação *curso* a uma disciplina.

Ontologias podem ser classificadas de várias formas, dependendo do motivo para a sua criação (BISPO JUNIOR, 2011). Um modo de classificar ontologias é segundo seu nível de generalidades (GUIZZARDI, 2005): ontologias de alto nível, de domínio, de tarefas e de aplicação.

As ontologias de alto nível, podem ser consideradas ontologias genéricas, sendo aplicáveis a conceitos mais abstratos como espaço, tempo, eventos (BISPO JUNIOR, 2011). São mais difíceis de se utilizar em sistemas computacionais por apresentarem conceitos e relações

Figura 1 – Exemplo de ontologia



Fonte: Elaborado pelo autor

difíceis de definir e formalizar.

As ontologias de domínio e de tarefas usualmente consistem em especializações dos conceitos introduzidos nas ontologias de alto nível, descrevendo vocabulários relacionados a tarefas se for uma ontologia de tarefas, ou descrever um domínio específico se for uma ontologia de domínio (GUIZZARDI, 2005).

Ontologias de aplicação são as mais específicas, usadas dentro de aplicações e podem combinar tanto os conceitos das ontologias de tarefa quanto das ontologias de domínio em uma especialização mais voltada a aplicação que se deseja (GUIZZARDI, 2005).

Neste trabalho, ontologias serão usadas para representar os conceitos e relações do domínio acadêmico, para a aplicação na extração de conhecimento sobre os discentes e seus caminhos de conhecimento. A ontologia que iremos construir é do tipo aplicação e será construída a partir da modelagem do domínio dos cursos de Sistemas de Informação da UFC campus Quixadá.

### 2.2.2 Linguagens usadas na representação de ontologias

Um aspecto que deve ser levado em consideração na construção de ontologias são as linguagens que a representam. A utilização de linguagem é importante para permitir sua efetiva utilização e compartilhamento. As linguagens mais recentes de representação de ontologias são baseadas em Lógica de Descrição, dentre as quais se destacam (BATISTA, 2014):

- a) **Ontology Inference Layer (OIL)**: Foi patrocinada por um consórcio da Comu-

nidade Europeia por meio do projeto On-to-Knowledge. É uma linguagem baseada em *frames* que utilizam lógica de descrição para fornecer uma semântica clara, ao mesmo tempo permitindo implementações eficientes de mecanismos de inferência que garantam a consistência da linguagem;

- b) Resource Description Framework (RDF): É um esquema de representação que utilizam classes e propriedades para descrever os conceitos, conceitos semelhantes a orientação a objetos como hierarquia e especialização. Dessa forma um indivíduo é considerado instância de classes.
- c) DARPA Agent Markup Language (DAML): Projetada pela agência de defesa americana, em conjunto com o *World Wide Web Consortium* (W3C). Essa linguagem foi criada por meio da extensão do RDF, de modo a acrescentar construtores mais expressivos, com o objetivo de facilitar a interação de agentes de softwares autônomos na web;
- d) DAML+OIL: Foi criada como combinação das linguagens DAML e OIL. A linguagem é dividida em objetos que são membros de classes definidas na ontologia DAML e os valores são importados do modelo XML;
- e) Web Ontology Language (OWL): O W3C lançou a OWL como uma revisão da linguagem DAML+OIL e a projetou para atender às necessidades das aplicações para a web semântica, explicitando conceitos e fatos sobre um determinado domínio, fornecendo informações sobre indivíduos que fazem parte do domínio em questão, permitindo a inferência sobre os conceitos e fatos explicitados.

Utilizamos a linguagem OWL como linguagem de representação da ontologia deste trabalho, por ser mantida pela W3C e por isso têm padrões bem definidos. Esperamos assim criar um ontologia de fácil compartilhamento e com possibilidade de uso de mecanismos de inferência lógica, permitindo raciocinar sobre o domínio modelado.

### **2.2.3 Inferências em ontologias**

Nas áreas de Lógica e Inteligência Artificial, além de representar o conhecimento, buscamos raciocinar e inferir sobre este conhecimento (RESINA, 2014). Com isso os sistemas desenvolvidos com este propósito devem ser capazes de representar e processar o conhecimento, buscando encontrar informações implícitas nas informações representadas (VIEIRA *et al.*, 2005).

Para gerar as informações implícitas a partir do conhecimento presente nas on-

tologias são utilizado os chamados motores de inferência, que produzem informações sobre satisfatibilidade, subclassificação, equivalência e de disjunção de conceitos.

A satisfatibilidade consiste em verificar se um conceito possui uma interpretação que satisfaz as premissas de uma terminologia predefinida (RESINA, 2014). Para que o conceito seja satisfazível este não pode ter contradição na sua definição.

A subclassificação consiste em verificar se um conceito é mais geral que o outro (VIEIRA *et al.*, 2005). Se todos os elementos de um conceito estão contidos em um outro conceito, temos um sub conceito. Tomando como exemplo a Figura 1, um *Discente* é subconceito de *Pessoa*, pois seus elementos fazem parte do conceito Pessoa.

A equivalência consiste em verificar se dois ou mais conceitos de um domínio especificados de formas diferentes possuem, após verificação, a mesma definição (VIEIRA *et al.*, 2005).

A disjunção pode ser vista como o oposto da equivalência e consiste em identificar conceitos que não podem ter instâncias em comum (VIEIRA *et al.*, 2005). No exemplo da Figura 1, *Disciplina* e *Pessoa* são conceitos que não podem ter interseção entre suas instâncias.

Existe na literatura motores de inferência que oferecem estas funcionalidades como o *Racer*, *Pallet*, *Fact++* e *HermiT* (RESINA, 2014). Neste trabalho utilizamos o *Fact++*, pois o mesmo possui maior integração com a versão mais recente da ferramenta de manipulação de ontologias existentes.

### **2.3 Perfil discente no curso de sistemas de informação da UFC campus Quixadá**

O profissional de tecnologia da informação precisa ser flexível para atender aos diversos domínios de aplicações, assim como lidar bem com as características de gestão da empresa. Este profissional tem que ser capaz entender os problemas organizacionais e propor soluções de bom custo benefício (SBC, 2003).

O curso de Bacharelado em Sistemas de Informação visa a formação de profissionais da área de Computação e Informática para atuação em pesquisa, gestão, desenvolvimento, uso e avaliação de tecnologias de informação aplicadas nas organizações (SBC, 2003).

O egresso do curso de SI tem como características desejadas o desenvolvimento e a gestão de soluções baseadas em tecnologia da informação, elicitando os requisitos necessários para desenvolver, evoluir e administrar os sistemas de informação. O egresso deve ainda ser capaz de planejar e gerenciar a infraestrutura de tecnologia de informação (UFC, 2008).

O egresso do curso de Sistemas de Informação deve ser capaz de escolher e configurar soluções de processamento de informação, entendendo o contexto organizacional na qual as soluções são desenvolvidas (UFC, 2008). O egresso deve analisar sistematicamente os processos organizacionais, entendendo os modelos e áreas de negócio auxiliando nas mudanças organizacionais.

Segundo SBC (2003), o egresso tem possibilidades de atuar nas seguintes áreas:

- a) **Desenvolver Sistemas de Informação:** podendo atuar como analista de sistemas, programador, gerente de desenvolvimento, gerente de projetos, consultor/auditor em desenvolvimento de sistemas, etc;
- b) **Infraestrutura de Tecnologia da Informação:** atuando como analista de suporte, administrador de banco de dados, gerente de redes de computadores, consultor/auditor na área de infra-estrutura, etc;
- c) **Gestão de Sistemas de Informação:** podendo atuar como gerente de sistemas de informação, consultor/auditor em gestão de sistemas de informação, etc.

O curso de Sistemas de Informação da UFC, Campus Quixadá, constrói a formação profissional do seu discente por meio de caminhos de conhecimento. Seguindo as recomendações do currículo de referência da SBC (2003), o Projeto Pedagógico do Curso (UFC, 2008) divide o curso em sete caminhos de conhecimento: formação básica em Ciência da Computação, formação básica em Matemática, formação básica em Sistemas de Informação, formação tecnológica, formação complementar, formação humanística e formação suplementar.

Cada caminho é implementado através de matérias que ajudam na formação nesta área de conhecimento. Uma matéria pode ser aplicada através de uma ou mais disciplinas, e ser abordada em abrangência ou em profundidade (UFC, 2008). Matérias abordadas em abrangência podem ser operacionalizadas como unidades dentro do conteúdo programático em algumas disciplinas (UFC, 2008). Abaixo apresentamos as matérias do curso de SI da UFC, Campus Quixadá, propostas pelo projeto pedagógico do curso.

Tabela 1 – Formação Básica em Ciência da Computação

Matéria	Disciplina	Abrangência	Profundidade
Programação	Fundamentos de Programação		X
	Laboratório de Programação		X
	Estruturas de Dados		X
	Linguagens de Programação		X
	Programação Avançada		X
Teoria da Computação e Algoritmos	Linguagens Formais	X	
	Projeto e Análise de Algoritmos	X	
	Teoria da Computação		
Arquitetura de Computadores	Arquitetura de Computadores	X	

Fonte: UFC (2008)

Tabela 2 – Formação Básica em Matemática

Matéria	Disciplina	Abrangência	Profundidade
Matemática	Matemática Básica	X	
	Matemática Discreta		X
	Lógica para Computação		X
	Cálculo Diferencial e Integral	X	
	Probabilidade e Estatística	X	

Fonte: UFC (2008)

Tabela 3 – Formação Básica em Sistemas de Informação

Matéria	Disciplina	Abrangência	Profundidade
Sistemas de Informação	Introdução à Ciência da Computação e aos SI	X	
	Teoria Geral dos Sistemas		X

Fonte: UFC (2008)

Tabela 4 – Formação Tecnológica

Matéria	Disciplina	Abrangência	Profundidade
Sistemas operacionais, Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos	Sistemas Operacionais		X
	Redes de Computadores	X	
	Tópicos Avançados em Redes de Computadores	X	
	Gerência de Redes	X	
	Sistemas Distribuídos		X
Compiladores	Compiladores	X	
Banco de Dados	Fundamentos de Banco de Dados		X
	Construção de Sistemas de Gerência de Banco de Dados		X
	Tópicos em Banco de Dados	X	
Engenharia de Software	Análise e Projeto de Sistemas		X
	Engenharia de Software		X
	Gerência de Projetos de Software		X
	Qualidade de Software		X
Sistemas Multimídia, Interface Humano-Computador	Sistemas Multimídia	X	
	Interface Humano-Computador	X	
Inteligência Artificial	Inteligência Artificial	X	
Sistemas de Informação Aplicados	Gestão da Informação e dos Sistemas de Informação		X
	Auditoria e Segurança de Sistemas de Informação		X
	Avaliação de Sistemas	X	
	Trabalho Cooperativo Baseado em Computador	X	
	E-Business	X	
Computação Gráfica	Introdução à Computação Gráfica	X	

Fonte: UFC (2008)

Tabela 5 – Formação Complementar e Humanística

Matéria	Disciplina	Abrangência	Profundidade
Administração	Teoria Geral da Administração.		X
	Funções, Empresariais	X	
	Empreendedorismo	X	
Contabilidade e Custos	Contabilidade e Custos	X	
Direito e Legislação	Ética, Direito e Legislação	X	
Economia	Economia e Finanças	X	
Comportamento Organizacional	Comportamento Organizacional	X	
Língua Inglesa	Inglês Instrumental I	X	
	Inglês Instrumental II	X	
Filosofia	Filosofia da Ciência	X	
Sociologia	Sociologia	X	

Fonte: UFC (2008)

Tabela 6 – Formação Suplementar

Matéria	Disciplina	Abrangência	Profundidade
Trabalho de Conclusão	Trabalho de Conclusão de Curso I e II		X
Estágio Profissional	Estágio Supervisionado I e II		X

Fonte: UFC (2008)

Para atuar, por exemplo, no desenvolvimento de sistemas de informação como programador, é esperado que o discente possua afinidade com as disciplinas de formação básica em Ciência da Computação, nas matérias de programação, bem como afinidade com as disciplinas de formação básica em Sistemas de Informação (ACM, 2010).

O projeto pedagógico do curso define que para integralização curricular do aluno, serão necessárias 3008 horas, com tempo estimado de conclusão de quatro anos ou oito semestres letivos. Podendo o aluno cursar no mínimo 64 horas e no máximo 512 horas em um semestre (UFC, 2008). A implementação desta integralização pode ser consultada no Anexo A e no Anexo B.

As disciplinas do Curso de SI são de três tipos: obrigatórias, optativas e optativas-livres. Há também atividades extraclases: estágio supervisionado, trabalho de conclusão de curso e atividades complementares, como extensão, monitoria, iniciação científica, entre outras (UFC, 2008). Esta estrutura do curso está presente na Tabela 7 abaixo.

Tabela 7 – Integralização curricular do curso de SI

Modalidade	Integralização em Horas	Equivalência em Créditos
Carga Horária Obrigatória	1536	96
Carga Horária Optativa	384	24
Carga Horária Optativa-Livre	320	20
Estágio Profissional	320	20
Trabalho Final de Curso	160	10
Atividades Complementares	288	18
Total	3008	188

Fonte: UFC (2008)

O projeto pedagógico do curso define também a divisão das disciplinas em caminhos de conhecimento conforme visto no capítulo 2 na seção 2.3. No entanto o currículo de referência da ACM (2010) traz exemplos de como essas disciplinas são mais necessárias em certas trilhas de carreiras do que outras, isto é, de como um determinado perfil está melhor associado com disciplinas específicas do curso (ACM, 2010).



O manual do aluno traz a perspectiva das avaliações de rendimento que são realizadas por cada disciplina (PROGRAD, 2012). Essa avaliação é realizada de forma progressiva que resultarão em notas que podem ser obtidas através de provas, seminários, trabalhos de pesquisa e outros.

Ao final do semestre caso a média das avaliações progressivas seja igual ou maior que 7,0 o aluno estará aprovado por média. Caso não consiga atingir a meta com as notas das avaliações progressivas o aluno pode recorrer a uma avaliação final (PROGRAD, 2012).

Para realizar a avaliação final a média das avaliações progressivas deve ser maior que 4,0. A aprovação na avaliação final se dará quando a média da soma da avaliação final a média progressiva é igual ou superior a 5,0 (PROGRAD, 2012).

Neste trabalho, as disciplinas propostas no projeto pedagógico irão ajudar na identificação dos perfis de maior afinidade do discente. Identificar essa afinidade poderá ajudar o discente na escolha das disciplinas que lhe darão uma melhor base para atuar como profissional no futuro.

### 3 TRABALHOS RELACIONADOS

Neste capítulo é apresentado trabalhos relacionados à abordagem proposta. São apresentados trabalhos sobre os caminhos presentes no currículo do curso de Sistemas de Informação da UFC Campus Quixadá (Seção 3.1), uso de ontologias para classificar domínios acadêmicos (Seções 3.2 e 3.3) e não acadêmicos (Seção 3.4), e por fim uma comparação entre estes trabalhos é apresentada na Tabela 8.

#### 3.1 Uma proposta de caminhos à matriz curricular do curso bacharelado em Sistemas de Informação da Universidade Federal do Ceará

O Curso de Sistemas de Informação da UFC do campus Quixadá não faz distinção explícita entre as disciplinas voltadas ao mercado de trabalho ou voltadas à academia. Freitas (2011) propõe uma classificação do curso em dois caminhos: caminho acadêmico e caminho de mercado de trabalho.

Nessa classificação, Freitas (2011) utiliza dados de ofertas de emprego para determinar as disciplinas que são mais requisitadas no mercado de trabalho e faz utilização dos Exame Nacional para Ingresso na Pós-Graduação em Computação para determinar quais disciplinas são mais cobradas para seguir o caminho acadêmico.

Apesar da classificação proposta, mesmo que o discente decida seguir, por exemplo, o caminho de mercado de trabalho, ainda assim é preciso saber com quais disciplinas este discente apresenta maior afinidade. Para isso, além dos caminhos propostos por Freitas (2011), é necessário determinar perfis de atuação do discente para que este possa cursar as disciplinas mais adequadas ao seu perfil.

#### 3.2 Course-Recommendation System Based on Ontology

Huang *et al.* (2013) desenvolve um sistema de recomendação utilizando ontologias para representar o domínio acadêmico da universidade *Chaoyang University of Technology* de Taiwan. Este sistema sugere disciplinas de acordo o percentual que o aluno necessita para concluir o programa de ensino escolhido.

Cada programa é desenvolvido pela universidade seguindo as diretrizes do próprio governo. Um programa é pensado de forma que o egresso esteja apto a exercer um determinada atividade após a conclusão do curso. Sendo cada programa composto por uma série de disciplinas

que são compartilhadas entre os diversos programas.

No entanto neste trabalho tais programas não são determinados pela universidade, eles existem apenas enquanto necessidade de mercado. Além disso, neste trabalho procuramos identificar as afinidades dos alunos com as disciplinas e então sugerir um caminho a seguir e quais as disciplinas que o compõem.

### **3.3 Using Ontology for Personalised Course Recommendation Applications**

Ibrahim *et al.* (2017) elabora um sistema de recomendação de cursos universitários com base nos interesses de busca de um possível aluno. O sistema utiliza um conjunto de ontologias para modelar o conhecimento sobre o estudante e sobre o conteúdo dos cursos.

O sistema é capaz de buscar informações sobre os cursos nas páginas das universidades na internet de forma automatizada e compila os dados em um banco de dados que é acessado pelo conjunto de ontologias. As ontologias são então capazes de inferir sobre a busca do estudante e sugerir sobre quais cursos e universidades o mesmo deve frequentar.

Como o trabalho de Ibrahim *et al.* (2017) busca informações sobre os cursos nos sites das universidades, não é possível determinar com quais disciplinas o aluno terá mais afinidade durante o curso, e portanto não se pode identificar o perfil do aluno dentro do curso e quais as disciplinas que se melhor relacionam com este perfil.

### **3.4 Li-Fraumeni Ontology: A case study of an ontology for Knowledge Discovery in a Cancer Domain**

Budaruiche *et al.* (2015) elabora um conjunto de ontologias no domínio médico para classificar uma paciente entre os casos clássicos da síndrome de Li-Fraumeni. Assim, o uso de ontologias busca melhorar o diagnóstico da síndrome Li-Fraumeni.

Esse conjunto de ontologias foi elaborada com base na documentação de atendimento do A.C. Camargo Cancer Center, que conta com mais de 800 mil registros de atendimentos desde a sua abertura. Esse grande número de dados reais de atendimento permite uma extração mais precisa do conhecimento que se deseja adquirir.

Na pesquisa, Budaruiche *et al.* (2015) elaboram ontologias do domínio médico, mais especificamente do domínio oncológico. Neste trabalho será elaborada uma ontologia que representa o domínio acadêmico, em específico do curso de Sistemas de Informação da UFC

Campus Quixadá.

Tabela 8 – Comparativo entre trabalhos relacionados e este trabalho

<b>Trabalho</b>	<b>Classificação de Perfis</b>	<b>Uso de Ontologia</b>	<b>Inferência Lógica</b>	<b>Domínio</b>
Budaruiche <i>et al.</i> (2015)	Sim	Sim	Sim	Medicinal
Freitas (2011)	Sim	Não	Não	Acadêmico
Huang <i>et al.</i> (2013)	Não	Sim	Sim	Acadêmico
Ibrahim <i>et al.</i> (2017)	Sim	Sim	Sim	Acadêmico
Este Trabalho	Sim	Sim	Sim	Acadêmico

## 4 CONSTRUÇÃO DA ONTOLOGIA

Seguimos a metodologia de criação de ontologias proposta por Falbo (1998). Dividimos o processo de criação de uma ontologia dos perfis discentes do curso de Sistemas de Informação nas seguintes fases: especificação de requisitos, construção da ontologia e avaliação da ontologia.

A fase de especificação de requisitos busca-se identificar conceitos e relações relevantes no domínio, estabelecendo termos para referenciá-los. Na fase de construção, os conceitos do domínio são representados em alguma linguagem formal usualmente utilizando ferramentas específicas para esse fim. Na terceira fase, a ontologia é avaliada em termos de questões de competência, especificações de requisitos e/ou do mundo real (FALBO, 1998).

### 4.1 Identificação do propósito e especificação de requisitos

Identificar claramente os propósitos da ontologia permite que os aspectos do domínio representados realmente sejam úteis para a ontologia. O propósito da ontologia neste trabalho é modelar o domínio acadêmico, em específico do curso de Sistemas de Informação, para permitir identificar com quais caminhos de conhecimento o aluno possui maior afinidade. Esta afinidade permite direcionar o aluno a perfis de mercado que são construídos de acordo com estes caminhos de conhecimento.

Precisamos assim identificar os aspectos que fundamentam a modelagem do conhecimento acadêmico e assim definir o contexto do domínio a ser estudado. Para identificar esses aspectos pesquisamos no manual do aluno da UFC (PROGRAD, 2012), no Projeto Pedagógico do Curso de Sistemas de Informação (UFC, 2008), no currículo de referência para cursos de graduação da SBC (SBC, 2003) e no currículo de referência para o cursos de Sistemas de Informação da ACM (ACM, 2010).

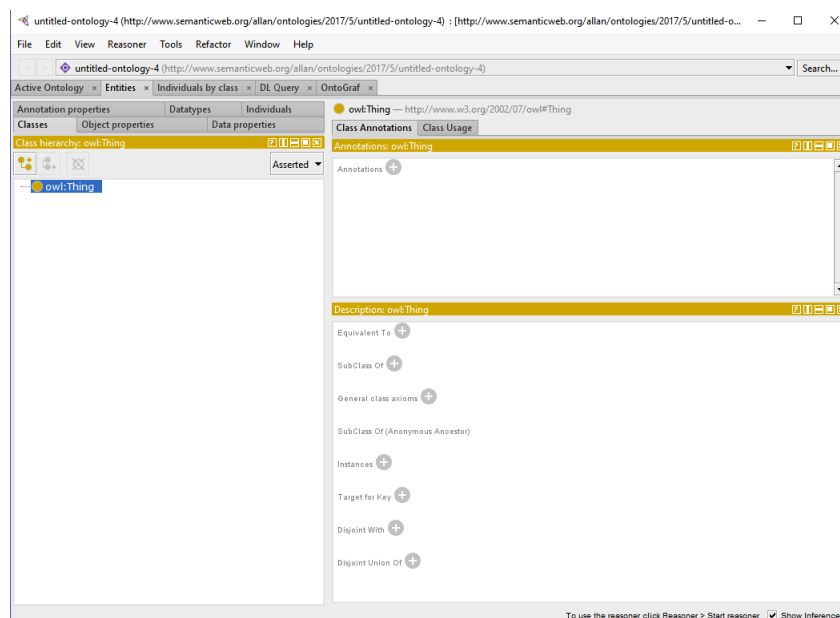
Para alcançar seu propósito, a ontologia precisa das disciplinas cursadas pelos alunos e dos resultados que estes alunos obtiveram nas disciplinas. A ontologia necessita ainda dos caminhos de conhecimentos das disciplinas e de perfis construídos com base nestes caminhos de conhecimento.

## 4.2 Ferramenta de construção

Para construção da ontologia é utilizado o software Protégé (STANFORD, 2016), que é desenvolvido e mantido pela Universidade de Stanford. O sistema apresenta uma interface agradável ao usuário auxiliando-o na criação de ontologias. O sistema Protégé dispõe ainda de diversos motores de inferência que auxiliam na extração de conhecimento.

Na Figura 2 podemos ver a tela onde são elaborados as classes, relações e atributos. É possível navegar entre classes, relações e atributos através de abas que ficam acima da hierarquia de classes a esquerda.

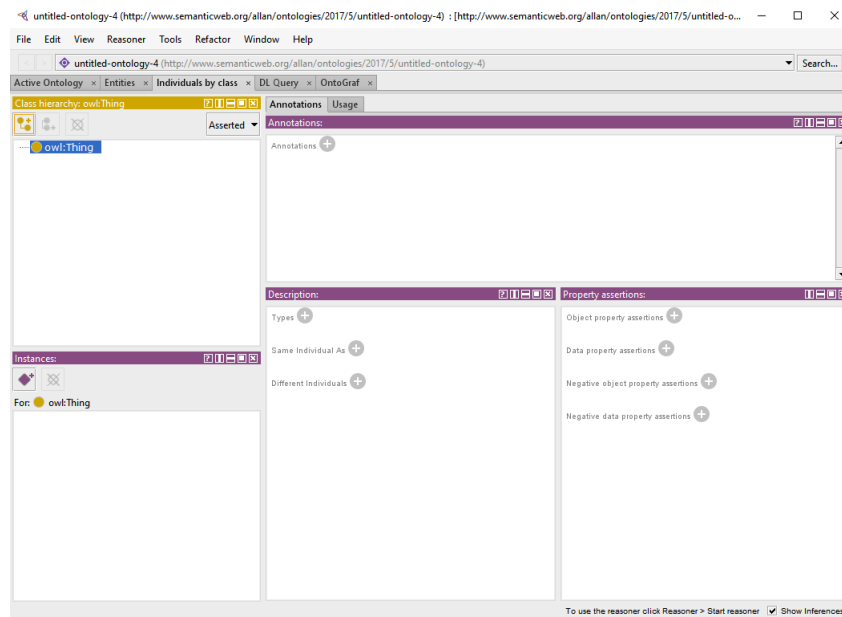
Figura 2 – Tela do Protégé: Classes, Relações e Atributos



Fonte: Elaborado pelo autor

Na Figura 3 podemos ver a tela onde são indicados os valores aos atributos e relações de uma ontologia. Na caixa *Property Assertions* são atribuídos os valores às relações e atributos através dos campos *Object property assertions* e *Data property assertions*, respectivamente.

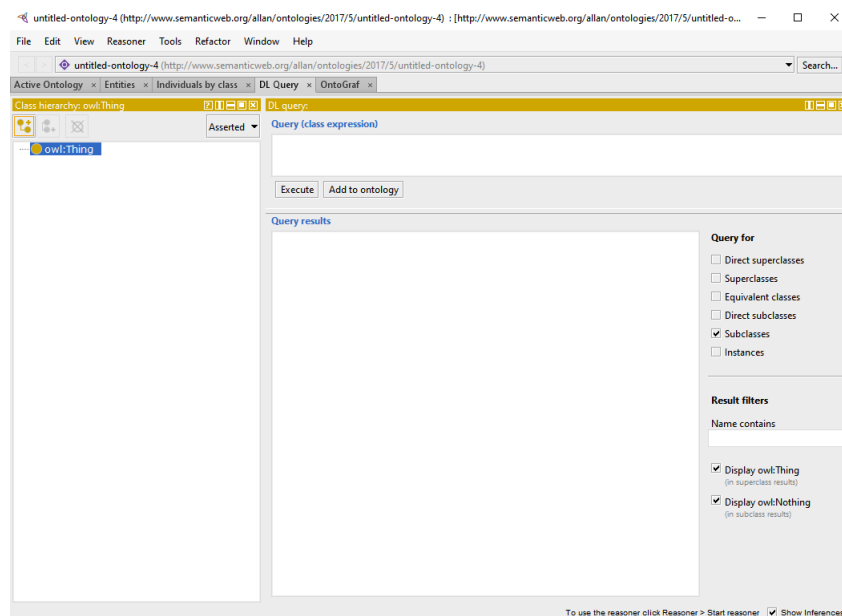
Figura 3 – Tela do Protégé: Instanciação de Classes



Fonte: Elaborado pelo autor

Na Figura 4 podemos ver a tela onde são realizadas as consultas as informações contidas na ontologia. A consulta é elaborada de acordo com as classes existentes na ontologia.

Figura 4 – Tela do Protégé: Consultas

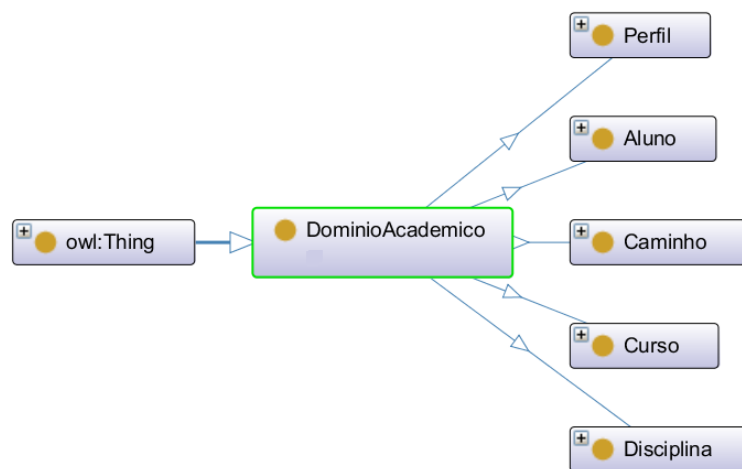


Fonte: Elaborado pelo autor

### 4.3 Especificação dos conceitos

Para construir a ontologia sobre o perfil discente do aluno de sistemas de informação, primeiro buscamos representar pequenas partes do domínio para então integrá-las. Desta forma, modelamos o conhecimento sobre o domínio utilizando os conceitos principais *Aluno*, *Caminho de Conhecimento*, *Curso*, *Disciplina* e *Perfil*.

Figura 5 – Ontologia de domínio acadêmico



Fonte: Elaborado pelo autor

O aluno é uma entidade que existe dentro do domínio acadêmico sendo portanto uma subclasse de domínio acadêmico. O *Aluno* é um conceito na ontologia que representa o ser aluno, isto é, uma abstração do aluno do mundo real para a ontologia.

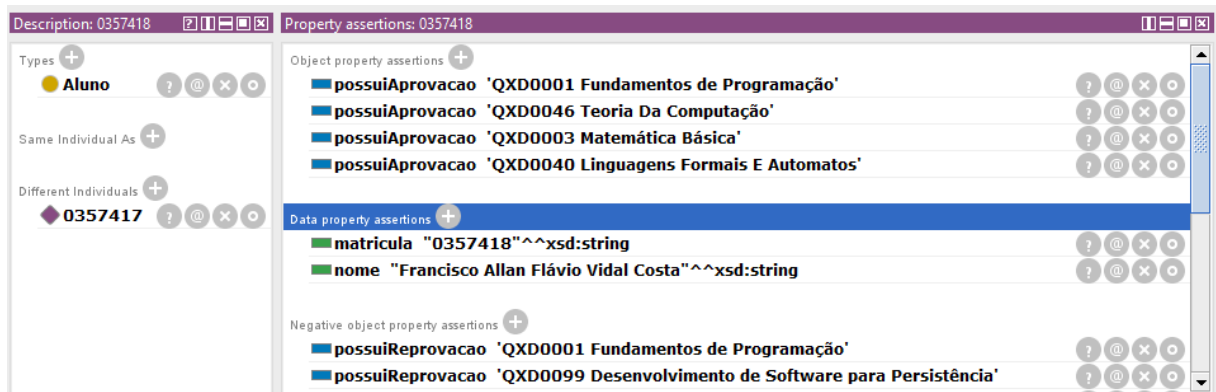
O conceito *Aluno* possui como atributos identificadores seu nome e seu número de matrícula na instituição de ensino. Estas propriedades são necessárias para representar e identificar o aluno dentro da ontologia, e posteriormente para realizar buscas sobre um aluno. A Figura 6 apresenta um exemplo de instância de *Aluno* representada no Protégé.

O conceito *Disciplina* designa um conjunto de aulas aos quais os alunos assistem e sobre as quais eles serão examinados, podendo ser aprovados ou não. A *Disciplina* de *Fundamentos de Programação*, por exemplo, precisa das aulas sobre algoritmos e vetores e os alunos são avaliados ao final do semestre como aprovados ou reprovados.

O conceito *Disciplina* tem como propriedades o identificador código da disciplina e o nome da disciplina. Estas propriedades ajudam a representar unicamente um disciplina.

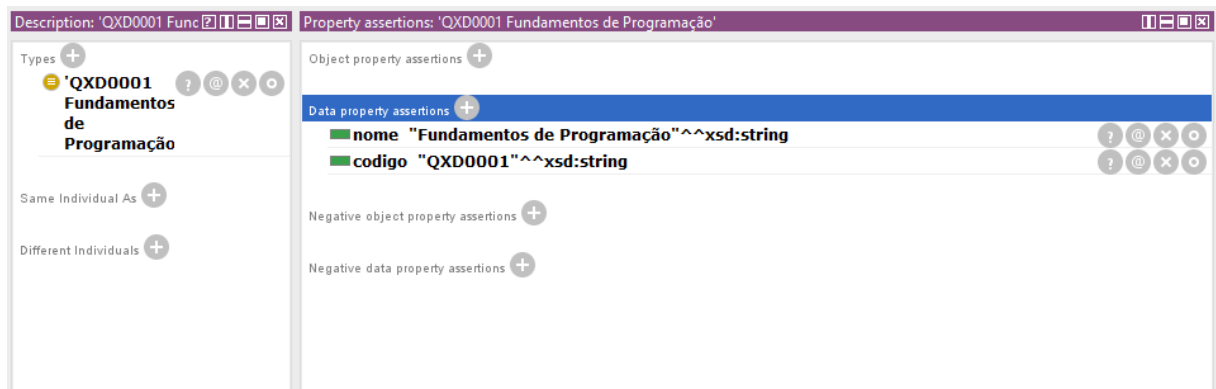


Figura 6 – Exemplo de uma instância de aluno



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 7 – Exemplo de uma instância de disciplina



Fonte: Elaborado pelo autor

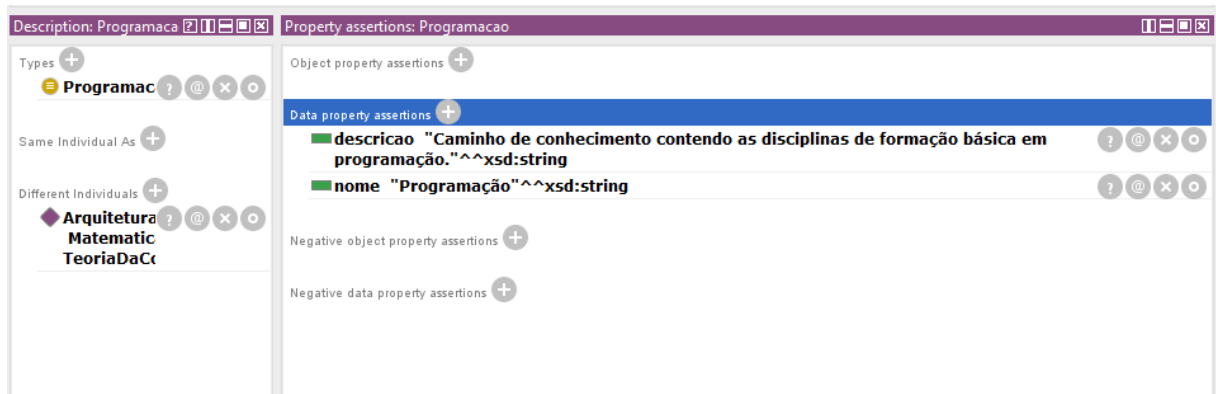
Um *Caminho de Conhecimento* é um conceito do domínio acadêmico que designa um determinado ramo do conhecimento estudado, permitindo criar uma divisão taxonômica entre os temas estudados no curso.

O conceito *Caminho de Conhecimento* é identificado através de seu nome e uma descrição que contém qual o conhecimento que se objetiva alcançar com este caminho de conhecimento.

O *Curso* é uma abstração que representa os requisitos necessários para que um aluno receba instruções sobre um determinado assunto, por exemplo o curso de Sistemas de Informação determina o número de créditos necessário mínimos para que o aluno tenha conhecimento sobre as diversas áreas de atuação do profissional de Sistemas de Informação.

O conceito *Curso* possui como propriedades seu nome e número de créditos para integralização. Estas propriedades são as necessárias para modelagem desta ontologia, no entanto

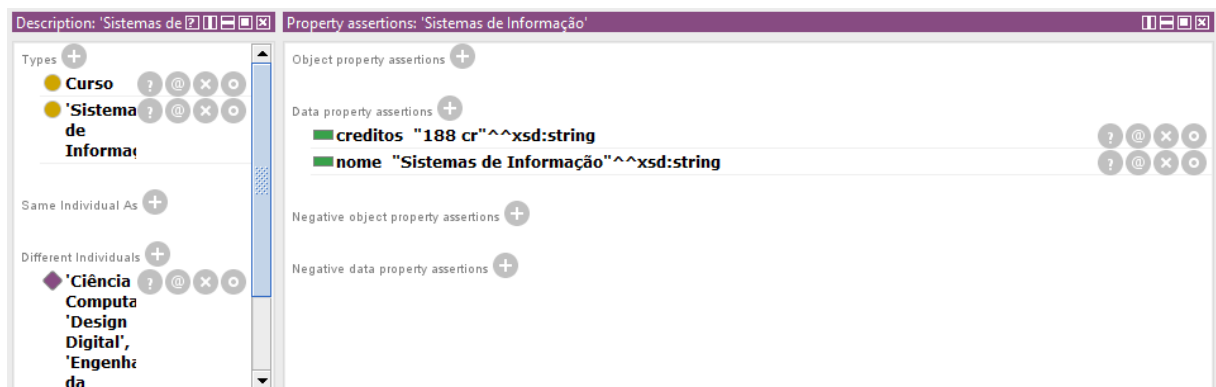
Figura 8 – Exemplo de uma instância de caminho



Fonte: Elaborado pelo autor

existem outros identificadores para o curso, como o código do curso e nome do coordenador, que não são necessários a abordagem do problema. A Figura 9 apresenta um exemplo de instância de *Curso* representada no Protégé.

Figura 9 – Exemplo de uma instância de curso

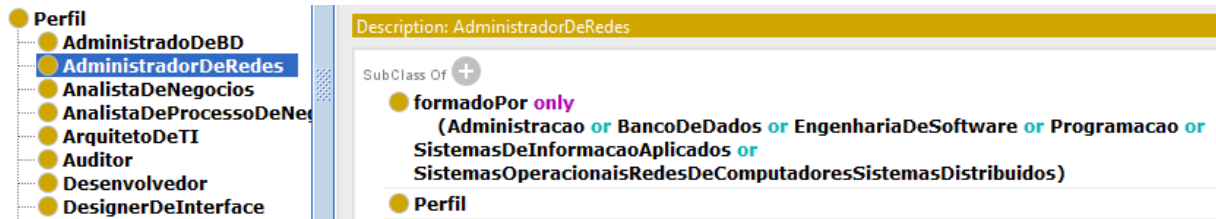


Fonte: Elaborado pelo autor

O conceito *Perfil* nesta ontologia representa as possíveis áreas de atuação de um egresso do curso de Sistemas de Informação. Por exemplo, de *Desenvolvedor* é um perfil de profissional que atua no desenvolvimento de aplicativos com conhecimento em boas práticas de engenharia de software e conhecimento em banco de dados.

O conceito *Perfil* representa os perfis mercadológicos que o aluno de Sistemas de Informação poderá exercer ao concluir o curso de Sistemas de Informação. Ele é representado por seu nome e possui relação de ser formado por um ou mais caminhos de conhecimento. A Figura 10 apresenta um exemplo de especialização de *Perfil* representada no Protégé.

Figura 10 – Exemplo do conceito de Perfil Administrador de Redes



Fonte: Elaborado pelo autor

Os conceitos apresentados nessa seção são os principais conceitos relacionados ao objetivo da ontologia, na próxima seção é explicado como estabelecer as relações entre estes conceitos.

#### 4.4 Especificação das relações entre conceitos

Relações são formas de conectar conceitos dentro de uma ontologia, sendo importantes para representar como os conceitos do domínio acadêmico interagem, como mostrado na Figura 11, permitindo que sejam realizadas consultas entre elementos de conceitos conectados.

Para relacionar um aluno a uma disciplina foram criadas duas relações: *possuiAprovacao* e *possuiReprovacao*. Estas relações são utilizadas para identificar as disciplinas que um aluno já cursou e possui aprovação ou reprovação, respectivamente. Foi definida também uma relação *segueCaminho* inferida através de um conjunto de axiomas e que relaciona um aluno a um ou mais caminhos de conhecimentos.

Uma *Disciplina* está relacionada a *Aluno* por relações inversas a *possuiAprovacao* e *possuiReprovacao*, que são *aprovadorPor* e *reprovadoPor*, respectivamente. O conceito disciplina se relaciona também com caminho de conhecimento com a relação *possuiCaminho* que especifica o caminho a qual a disciplina pertence. Por exemplo, fundamentos de programação *possuiCaminho* programação.

O conceito *Disciplina* têm duas referências cíclicas, isto é, possui referência a si mesmo. A relação *dependeDe* e *requisitoDe* indicam a dependência que pode haver de uma disciplina para outra. Por exemplo em *Fundamentos de Programação requisitoDe Programação Orientada a Objetos* indica que Programação Orientada a Objetos tem como pré-requisito a disciplina de Fundamentos de Programação.

Os relacionamentos presentes em *Disciplina* são importantes para se consultar quais disciplinas os alunos obtêm reprovações e aprovações e inferir quais os caminhos que um

aluno pode estar seguindo. Se um aluno possui aprovações em Fundamentos de Programação e Programação Orientada a Objetos então é inferido que o aluno segue o caminho de conhecimento de *Programação*.

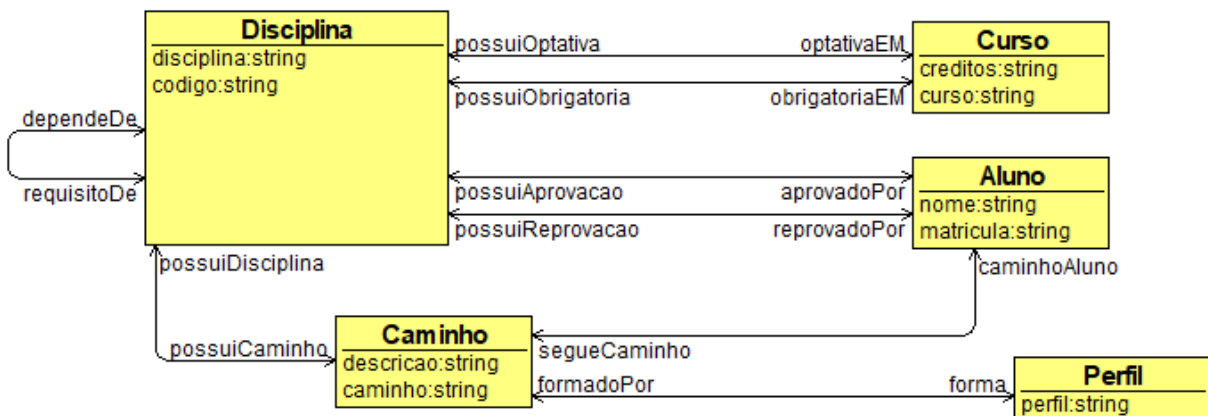
A conexão entre os conceitos de *Disciplina* e *Curso* é realizada através das relações *obrigatoriaEm* e *optativaEm* que respectivamente representa se uma disciplina é obrigatória ou optativa em um curso, sendo essas relações expressas em curso pelas relações inversas *possuiObrigatoria* e *possuiOptativa* respectivamente. Em *Fundamentos de Programação* *obrigatoriaEm* *Sistemas de Informação* é especificado que Fundamentos de Programação é uma disciplina obrigatória no curso de Sistemas de Informação

O conceito *Caminho de Conhecimento* se relaciona com *Disciplina* através da relação *possuiDisciplina* inversa a *possuiCaminho* que especifica as disciplinas que compõem um dado caminho. *Programação possuiDisciplina Fundamentos de Programação* especifica que Programação é uma das disciplinas que pertencem ao caminho Programação.

A relação *caminhoAluno* é a relação inversa de *segueCaminho* e estabelece a relação entre caminho e aluno e é obtida através de uma consulta às disciplinas cursadas pelo aluno. Por exemplo, *Aluno A segueCaminho Programação* especifica que o *Aluno A* segue o caminho de conhecimento de Programação.

Com a relação *forma*, *Caminho de Conhecimento* especifica os perfis em que o caminho é utilizado. Para relacionar *Perfil* a *Caminho de Conhecimento* é utilizada a relação inversa *formadoPor* que é inversa a *forma* e especifica quais os caminhos de conhecimentos que formam um determinado perfil.

Figura 11 – Representação gráfica dos relacionamentos entres os conceitos.



Fonte: Elaborado pelo autor

## 5 UTILIZAÇÃO DA ONTOLOGIA

Neste capítulo é explicado como proceder para se utilizar da ontologia, desde o processo de popular a ontologia bem como para realizar as consultas. Conhecer como utilizar a ontologia é importante para que futuros utilizadores possam adicionar novos fatos a ontologia.

### 5.1 Especialização e população da ontologia

O primeiro passo na população da ontologia é definir quais os cursos que serão incluídos. É importante começar pelo cursos pois os mesmos serão utilizados para determinar quais disciplinas são optativas e quais são obrigatórias, para cada curso. Na ontologia deste trabalho foi incluso além do curso de Sistemas de Informação o curso de Ciência da Computação que permite gerar disciplinas optativas livres para o curso de sistemas de informações.

Para popular a ontologia deve-se definir quais os caminhos de conhecimentos que são pertinentes ao curso, isto varia de acordo com o projeto pedagógico do curso. É importante definir os caminhos de conhecimento primeiro para que seja possível identificar a qual caminho cada disciplina possui.

Em seguida, define-se as disciplinas que serão incluídas na ontologia. Ao adicionar uma disciplina, deve-se indicar a qual caminho de conhecimento ela pertence. Na ontologia apresentada neste trabalho foram utilizadas as disciplinas presentes no Projeto Pedagógico do Curso de Sistemas de Informação que podem ser consultadas na tabela 16 disponível no Anexo A deste trabalho.

Na ontologia foram incluídos os seguintes caminhos de conhecimento, de acordo com o PPC de SI (UFC, 2008): Administração, Arquitetura de Computadores, Banco de Dados, Compiladores, Comportamento Organizacional, Computação Gráfica, Contabilidade e Custos, Direito e Legislação, Economia, Engenharia de Software, Estágio Profissional, Filosofia, Inteligência Artificial, Interface Humano Computador, Língua Inglesa, Matemática, Programação, Sistemas de Informação, Sistemas de Informação Aplicados, Sistemas Operacionais Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos, Sociologia, Teoria da Computação e Trabalho de Conclusão de Curso.

Com as disciplinas e os caminhos de conhecimentos definidos, podemos então popular a informação dos perfis. Os perfis precisam ser determinados em relação aos caminhos de conhecimento. Para determinar um perfil basta utilizar a relação *formadoPor* e relaciona-lo a

um ou mais caminhos de conhecimento.

Para elaborar os perfis de forma que estes refletissem a realidade de perfis de atuação no mercado de trabalho foi necessário buscar informações sobre a atuação destes perfis no mercado. Para buscar estes perfis de mercado foram utilizados como base os perfis de atuação sugeridos pela ACM (2010).

Foram incluídos na ontologia os perfis: Administrador de Banco de Dados, Administrador de Redes, Analista de Negócios, Analista de Processos de Negócio, Arquiteto de TI, Auditor de Informação e Segurança, Desenvolvedor, Designer de Interface, Gerente de Projetos e Gerente de TI.

Para elencar os caminhos que compõem cada perfil buscou-se analisar dez vagas de emprego, por perfil, disponíveis no LinkedIn (2017) e no C.E.S.A.R (2017) para tentar identificar a forma como atua cada um destes perfis. Essa análise se dá de forma subjetiva de acordo com as descrições, habilidades desejadas e habilidades exigidas para concorrer a vaga. A tabela com as análises pode ser encontrada no apêndice A e o resultado da análise pode ser visto na Tabela 9.

Tabela 9 – Perfis estipulados de acordo com análise de mercado

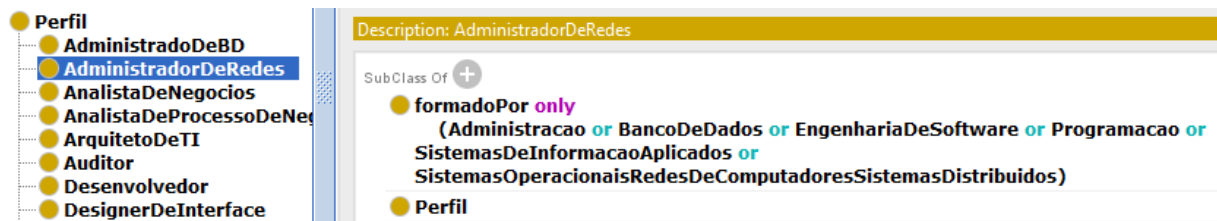
Perfil	Caminhos
Administrador de Banco de Dados	Administração, Banco de Dados, Sistemas de Informação Aplicados, Sistemas operacionais Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos
Administrador de Redes	Administração, Engenharia de Software, Sistemas de Informação Aplicados, Sistemas operacionais Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos
Analista de Negócios	Administração, Banco de Dados, Engenharia de Software, Programação
Analista de Processos de Negócios	Administração, Engenharia de Software, Sistemas de Informação Aplicados, Sistemas operacionais Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos
Arquiteto de TI	Administração, Banco de Dados, Sistemas de Informação Aplicados, Sistemas operacionais Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos
Auditor de Informação e Segurança	Administração, Contabilidade e Custos, Engenharia de Software, Sistemas de Informação Aplicados, Sistemas operacionais Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos
Desenvolvedor	Banco de Dados, Engenharia de Software, Programação
Designer de Interface	Administração, Engenharia de Software, Programação, Sistemas Multimídia e Interface Humano-Computador
Gerente de Projetos	Administração, Engenharia de Software, Programação, Sistemas operacionais, Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos
Gerente de TI	Administração, Banco de Dados, Engenharia de Software, Sistemas de Informação Aplicados, Sistemas operacionais Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos

Fonte: Elaborado pelo autor

Após a definição do perfil populamos a ontologia com os caminhos de conhecimento que o formam de acordo com as especificações da Tabela 9, formando o perfil pela união dos caminhos de conhecimento. Um exemplo de representação de perfil pode ser visto na Figura 12.

Na ontologia essas definições de perfil foram representadas como subconceitos de *Perfil*, isto é, realizamos uma especialização de *Perfil* para representar cada um dos perfis determinados na análise das vagas.

Figura 12 – Exemplo de construção do perfil administrador de redes



Fonte: Elaborado pelo autor

O último passo na população da ontologia é definir os alunos. Neste passo são adicionadas as disciplinas que o aluno possui aprovação e as que possui reprovação. É importante também adicionar as disciplinas que o aluno não possui reprovação, isto se dá pois a ontologia precisa conhecer informações negativas de forma explícita. Desta forma é estabelecido que um aluno que não possui reprovação é diferente de um aluno que possui reprovação.

Com a ontologia devidamente populada, é possível então passar a realizar buscas e inferir novos conhecimentos.

## 5.2 Consultas na ontologia

Consultas podem ser entendidas como perguntas que fazemos à base de conhecimento da ontologia. Podemos fazer perguntas sobre os itens que foram inseridos na ontologia ou perguntar por novos conhecimentos obtidos através do que foi populado.

Com o objetivo de identificar qual perfil discente o aluno possui, primeiro buscamos identificar quais os caminhos em que o aluno não possui reprovação. Para identificar quais os caminhos que o aluno segue foi elaborada uma consulta utilizando-se das disciplinas que compõem os caminhos. Um exemplo desta consulta pode ser encontrando na figura 13. Estas consultas podem ser salvas para representar uma especialização de conceito, sendo esta utilizada neste trabalho para reaproveitar as consultas.

Figura 13 – Exemplo de uma consulta para identificar alunos que seguem caminho de teoria da computação

DL query: ⏏ ⏏ ⏏ ⏏

Query (class expression)

```
Aluno
and ((not (possuiReprovacao value 'QXD0004 Teoria Geral Da Administração'))
and (not (possuiReprovacao value 'QXD0029 Empreendedorismo'))
and (not (possuiReprovacao value 'QXD0032 Funções Empresariais'))
and (not (possuiReprovacao value 'QXD0154 Gestão De Processos De Negócios'))
and (possuiAprovacao some (possuiCaminho value Administracao)))
```

Execute Add to ontology

Query results

Instances (17 of 17)

◆ 0000001	?
◆ 0000002	?
◆ 0338975	?

Query for

- Direct superclasses
- Superclasses
- Equivalent classes

Fonte: Elaborado pelo autor

Com os caminhos do aluno identificados, é realizada então a consulta para saber o caminho para o qual o aluno possui o perfil, isto é, identificar quais os perfis em que o aluno possui todos os caminhos de conhecimento do perfil.

Uma outra consulta é realizada para identificar os caminhos em que o aluno pode ter perfil (perfil parcial), isto é, aquele nos quais o aluno segue alguns dos caminhos que formam um dado perfil.

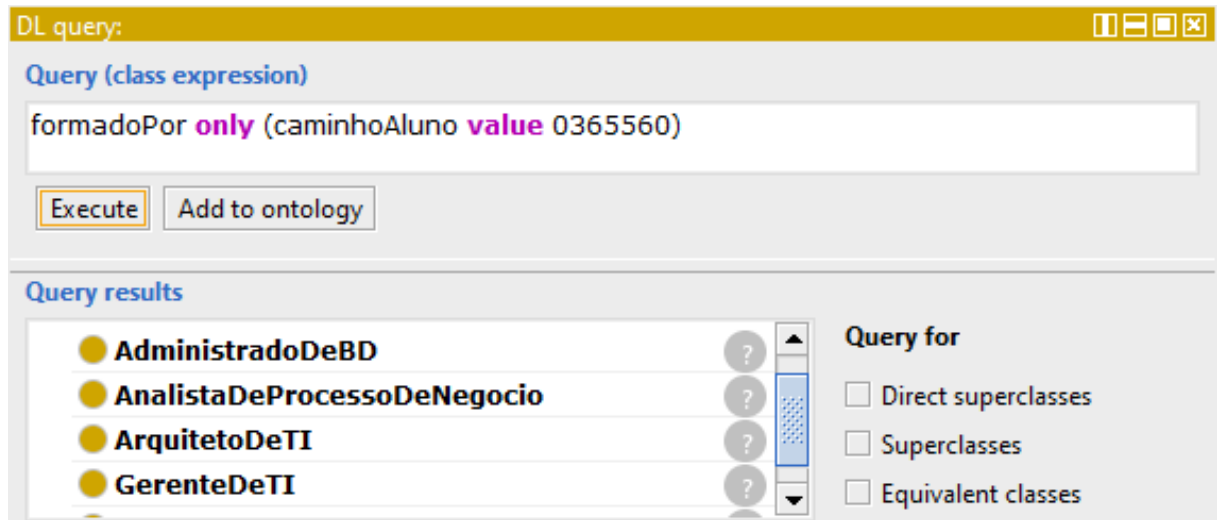
Para exemplificar as duas consultas, tomemos por exemplo o perfil *Desenvolvedor* que é formado pelos caminhos de *Programação*, *Engenharia de Software* e *Banco de Dados*. O aluno A possui este perfil *Desenvolvedor* exatamente se seguir os caminhos de *Programação*, *Engenharia de Software* e *Banco de Dados*. Um aluno B pode possuir este perfil *Desenvolvedor* por seguir os caminhos de *Programação* e *Banco de Dados*.

O potencial das consultas varia de acordo com as informações que se deseja extrair da ontologia. Pode-se obter a quantidade de alunos que segue um determinado caminho como mostra a consulta representado na Figura 13, ou obter o perfil do aluno como representado na Figura 14, ou obter os alunos que possuem um número qualquer de reprovações.

Estas consultas são direcionadas pelo objetivo da ontologia, permitindo que as representações do domínio acadêmico tragam novos conhecimentos sobre o que foi representado a partir de inferências sobre a base de conhecimento representada na ontologia.



Figura 14 – Exemplo de consulta do perfil do aluno



Fonte: Elaborado pelo autor

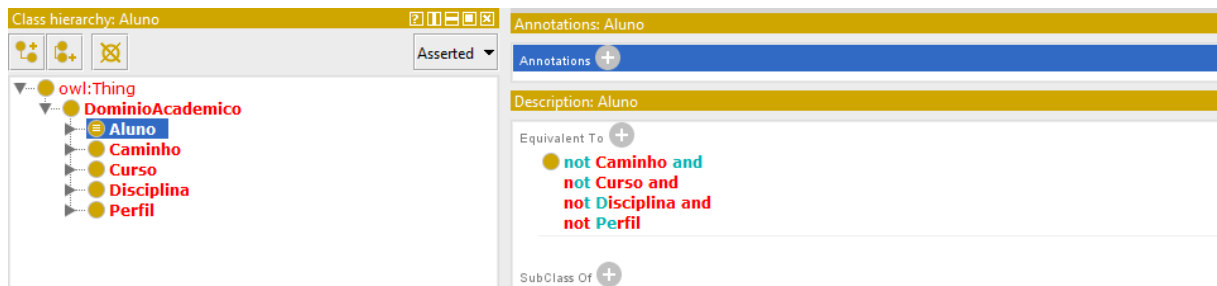
## 6 RESULTADOS

### 6.1 Avaliação de consistência

Para avaliar a ontologia é primeiramente verificado se os conceitos e instâncias da ontologia não possuem conflitos, isto é, se um conceito não está em desacordo com o outro e se não há instâncias que pertencem a conceitos incorretos ou com atribuições erradas. Para essa verificação é utilizado o *reasoner Fact++* incluído no *Protégé*.

Quando executamos um *reasoner*, caso haja alguma inconsistência na ontologia, os elementos da ontologia que estão sendo afetados pelo erro são destacados em vermelho. No exemplo da Figura 15 o erro é causado pelo fato de elementos disjuntos estarem compartilhando de uma propriedade.

Figura 15 – Exemplo de erro de conceito na ontologia



Fonte: Elaborado pelo autor

O mesmo destaque em vermelho é exibido quando a uma instância é atribuída uma propriedade errada ou relações que não podem ser atribuídas a uma instância. Por exemplo, se uma propriedade pede um elemento do tipo *string* e a esta é atribuída um valor de número inteiro, esta instância é exibida com erro. Este exemplo de erro por atribuição de variáveis diferentes pode ser visto na Figura 16.

O uso da ferramenta *Protégé* permitiu agilizar a avaliação da ontologia, tendo em vista que quaisquer erros eram identificados durante o processo de construção da ontologia e logo corrigidos. Isto permitiu que a ontologia fosse elaborada sem conceitos ou indivíduos conflitantes.

Figura 16 – Exemplo de erro em uma instanciação

The screenshot displays an OWL editor interface. On the left, a class hierarchy for 'Aluno' is shown, including 'owl:Thing', 'DominioAcademico', 'Aluno', 'segueCaminhoProgramacao', 'segueTeoriaDaComputacao', 'Caminho', 'Curso', 'Disciplina', and 'Perfil'. On the right, the 'Property assertions: 0357418' section is visible, showing data property assertions for 'nome' and 'matricula', and negative object property assertions for 'possuiReprovacao' with specific course identifiers and names.

Fonte: Elaborado pelo autor

## 6.2 Avaliação dos Resultados

Para se medir o interesse de um aluno em seguir em determinado perfil foi elaborado um questionário para coletar os perfis de interesse do aluno. Para identificar esses interesses eram exibidos os dez perfis apresentados na Tabela 9 com suas respectivas descrições, e então perguntado quais perfis o aluno possuía interesse. No mesmo questionário eram perguntadas as disciplinas cursadas por este aluno e qual o resultado obtido pelo aluno nas disciplinas cursadas.

Este questionário foi disponibilizado online entre os estudantes do curso de Sistemas de Informação. Neste questionário responderam 30 estudantes do curso, no entanto 7 respostas eram incompletas ou vazias e foram removidas.

Após a elaboração do modelo é necessário validar o seu desempenho, sendo a matriz de confusão uma das técnicas mais populares na avaliação de classificação por indução (PEREIRA *et al.*, 2007). A matriz de confusão indica o número de classificações corretas sobre um conjunto de exemplos.

Nesta matriz são confrontados os valores que são previstos pelo modelo indutivo com o valor esperado por alguma métrica (WITTEN *et al.*, 2016). Neste trabalho os valores previstos são os perfis determinados pela ontologia e o valor esperado é o interesse de um aluno em seguir um perfil determinado pelo questionário.

Nesta avaliação os verdadeiros positivos (TP) e os verdadeiro negativos (TN) são classificações corretas (WITTEN *et al.*, 2016). Neste trabalho quando o aluno deseja seguir um perfil e ontologia infere que ele possui este perfil temos um verdadeiro positivo e quando o aluno não deseja seguir um perfil e a ontologia infere que o aluno não possui esse perfil temos um verdadeiro negativo.

Um falso positivo (FP) ocorre quando o resultado é incorretamente previsto como sim quando na verdade deveria ser não. Um falso negativo (FN) ocorre quando o resultado é

incorretamente previsto como negativo quando é deveria ser positivo (WITTEN *et al.*, 2016). Na ontologia um falso positivo ocorre quando um aluno diz não ter interesse em um perfil e a ontologia infere que o aluno possui esse caminho. Na ontologia um falso negativo ocorre quando um aluno diz ter interesse em um perfil e a ontologia infere que o aluno não possui este caminho.

Na Tabela 10 é mostrada a matriz de confusão entre o que foi indicado pela ontologia e o que foi indicado pela pesquisa de interesses com os alunos, utilizando apenas os dados com as disciplinas obrigatórias.

Tabela 10 – Matriz de confusão Ontologia sem optativas x Interesse Alunos

		Alunos	
		Sim	Não
Ontologia	Sim	81	30
	Não	66	53

Fonte: Elaborado pelo autor

Na Tabela 11 é exibida a matriz de confusão entre o que foi indicado pela ontologia e o que foi indicado pela pesquisa de interesses com os alunos, incluídas as disciplinas optativas cursadas pelos alunos.

Tabela 11 – Matriz de confusão Ontologia com optativas x Interesse Alunos

		Alunos	
		Sim	Não
Ontologia	Sim	85	39
	Não	62	44

Fonte: Elaborado pelo autor

Com base na matriz de confusão é possível determinar o valor de algumas métricas que ajudam a classificar o resultado do modelo de indução. Essas métricas são: acurácia, proporção de predições corretas (TP e FN) sobre o conjunto de dados; sensibilidade, proporção de predições corretas entre suas classificações positivas; especificidade, proporção de predições corretas entre suas classificações negativas; e eficiência, uma média entre seus valores de sensibilidade e especificidade<sup>1</sup>. A Tabela 12 apresenta os valores obtidos pela ontologia com relação às indicações realizadas pelos alunos.

Com base na Tabela 12 podemos perceber que a acurácia e a eficiência ficaram acima de 50% sendo este valor próximo de 60% sem a inclusão da optativas. É visto que o modelo possui acurácia e eficiência maiores sem incluir as optativas.

<sup>1</sup> Ver Apêndice B para mais detalhes sobre essas métricas.

Tabela 12 – Parâmetros de classificação

Parâmetro	Valor Obrigatórias	Valor Optativas
Acurácia	58,26%	56,09%
Sensibilidade	55,10%	57,82%
Especificidade	63,86%	53,01%
Eficiência	59,48%	55,42%

Fonte: Elaborado pelo autor

O aumento da sensibilidade com a inclusão de optativas é devido ao fato de que atualmente alguns perfis só podem ser verificados com a presença de optativas. Por exemplo o perfil *Designer de Interface* necessita do caminho de *Interface Humano Computador* que só possui disciplinas optativas para o curso de Sistemas de Informação.

A Tabela 13 apresenta o valor de acurácia, sensibilidade, especificidade e eficiência obtido pela ontologia para cada perfil investigado contendo apenas as obrigatórias e na Tabela 14 são mostrados estes parâmetros com as optativas inclusas. Estas tabelas mostram o perfil de melhor desempenho e o de pior desempenho.

Tabela 13 – Parâmetros de classificação por perfil apenas obrigatórias

Perfil	Acurácia	Sensibilidade	Especificidade	Eficiência
Administrador de Banco de Dados	78,26%	75,00%	100,00%	87,50%
Administrador de Redes	56,52%	55,56%	57,14%	56,35%
Analista de Negocios	56,52%	56,25%	57,14%	56,70%
Analista de Processo de Negocio	73,91%	87,50%	42,86%	65,18%
Arquiteto de TI	52,17%	66,67%	36,36%	51,52%
Auditor	43,48%	0,00%	100,00%	50,00%
Desenvolvedor	56,52%	55,56%	60,00%	57,78%
Designer de Interface	47,83%	0,00%	100,00%	50,00%
Gerente de Projetos	56,52%	58,82%	50,00%	54,41%
Gerente de TI	60,87%	71,43%	44,44%	57,94%
Total	58,26%	55,10%	63,86%	59,48%

Fonte: Elaborado pelo autor

O perfil com melhor taxa de sucesso foi *Administrador de Banco de Dados*. Acreditamos que isso se dá na formação do perfil onde as vagas são claras quanto à necessidade do conhecimento para seguir neste perfil. Outro ponto que colabora para o sucesso em determinar este perfil é que os elementos que o formam já são apresentados logo no início do curso.

O perfil com a pior taxa de sucesso foi o de *Auditor de Informação e Segurança*, que é um perfil complexo de se extrair das vagas disponíveis. Este perfil ainda possui elementos que só estão disponíveis através de disciplinas optativas como *QXD0026 Contabilidade e Custos*.

Tabela 14 – Parâmetros de classificação por perfil com optativas inclusas

Perfil	Acurácia	Sensibilidade	Especificidade	Eficiência
Administrador de Banco de Dados	82,61%	80,00%	100,00%	90,00%
Administrador de Redes	52,17%	55,56%	50,00%	52,78%
Analista de Negocios	60,87%	62,50%	57,14%	59,82%
Analista de Processo de Negocio	60,87%	75,00%	28,57%	51,79%
Arquiteto de TI	56,52%	75,00%	36,36%	55,68%
Auditor	34,78%	0,00%	80,00%	40,00%
Desenvolvedor	56,52%	55,56%	60,00%	57,78%
Designer de Interface	39,13%	25,00%	54,55%	39,77%
Gerente de Projetos	52,17%	52,94%	50,00%	51,47%
Gerente de TI	65,22%	78,57%	44,44%	61,51%
Total	56,09%	57,82%	53,01%	55,42%

Fonte: Elaborado pelo autor

Os resultados apontam que a ontologia permite identificar quais perfis dos alunos há uma boa taxa de acerto. No entanto alguns perfis precisam ser retrabalhados e com uma maior participação dos alunos poderiam ter sido identificados outros perfis que precisam ser refeitos.

## 7 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Este trabalho tem como objetivo criar uma representação do conhecimento sobre os perfis discentes dos alunos do curso de Sistemas de Informação do Campus da Universidade Federal do Ceará em Quixadá e com base na representação inferir os perfis que os alunos podem seguir.

A representação do conhecimento foi elaborada com base no Projeto Pedagógico do Curso de Sistemas de Informação (UFC, 2008), o manual do aluno (PROGRAD, 2012) e no Currículo de Referência da SBC (SBC, 2003) e diversas complexidades do domínio foram abstraídas em prol do objetivo.

Com os conceitos separados para atingir o objetivo, foi elaborada a ontologia que representa o domínio acadêmico. Esta ontologia com o auxílio de um *reasoner* permitiu inferir com base nas disciplinas cursadas pelo aluno qual o perfil que o aluno pode atuar.

Descobrir este perfil permite ao aluno desde cedo direcionar-se para as disciplinas optativas mais relacionadas ao perfil e ter uma formação mais focada no perfil de interesse do aluno, trazendo assim a formação generalizada prevista por um curso de graduação com uma especialização com base no interesse do aluno

Para avaliar a ontologia foram coletados os perfis de interesses dos alunos e estes interesses comparados com o obtido na ontologia. E observou-se que a ontologia obtém um boa taxa acertos quando a predição de caminhos e que possui perfis que precisam ser elaborados novamente.

Como trabalhos futuros está a adição de novos sub conceitos de *Perfil* de forma a incrementar as possibilidades de escolhas dos alunos. A adição de novos cursos permite uma realidade maior de disciplinas para expressar os caminhos do aluno.

Uma abordagem futura para esta base de conhecimento é desenvolver uma interface gráfica para futuras utilizações. Esta interface precisa ser simples e intuitiva de utilizar, com a incorporação é possível integrar a base de conhecimento a base de dados dos alunos e realizar um acompanhamento do aluno a medida que o mesmo avança no curso.

O uso de planejamento automatizado pode ajudar um aluno que possui alguns caminhos de conhecimento que formam um perfil, mas não todos, a alcançar um determinado perfil, como modo de auxiliar os alunos a alcançar o seu perfil de interesse.

## REFERÊNCIAS

- ACM. **Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Information Systems**. Nova York, [S.l.: S.n], 2010.
- BATISTA, M. C. **Proposta De Uma Ontologia Aplicada Ao Nível G Do MPS-SW**. 61 p. Dissertação (Monografia) — Universidade Federal do Ceará, Quixadá, 2014.
- BISPO JUNIOR, E. L. **Métricas de Avaliação de Alinhamentos de Ontologias**. 89 p. Dissertação (Mestrado) — Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.
- BUDARUICHE, R. M.; WASSERMANN, R.; PATRAO, D. F.; ACHATZ, M. I. Li-fraumeni ontology: A case study of an ontology for knowledge discovery in a cancer domain. **Intelligent Systems (BRACIS), 2015 Brazilian Conference on, IEEE**, p. 157–162, 2015.
- C.E.S.A.R. **Site Corporativo**. 2017. Disponível em: <<http://www.cesar.org.br>>. Acesso em: 20 nov. 2017.
- FALBO, R. d. A. **Integração de Conhecimento em Ambientes de Desenvolvimento de Software**. 205 p. Tese (Doutorado) — Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil, 1998.
- FREITAS, P. R. N. D. **Uma Proposta De Caminhos À Matriz Curricular Do Curso Bacharelado Em Sistema De Informação Da Universidade Federal Do Ceará**. 53 p. Dissertação (Monografia) — Universidade Federal do Ceará, Quixadá, 2011.
- GUIZZARDI, G. **Ontological Foundations for Structural Conceptual Models**. 441 p. Tese (Doutorado) — Centre for Telematics and Information Technology, Enschede, Holanda, 2005.
- HUANG, C.; CHEN, R.; CHEN, L. Course-recommendation system based on ontology. **Internation Conference on Machine Learning and Cybernetics, IEEE**, p. 1168–1173, 2013.
- IBRAHIM, M. E.; YANG, Y.; NDZI, D. Using ontology for personalised course recommendation applications. **International Conference on Computational Science and Its Applications, Springer**, p. 426–438, 2017.
- JOSUÉ NETO, M. B. **CoLORS: um sistema de recomendação de oportunidades de aprendizado sensível a contexto**. 89 p. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Pernambuco, São Paulo, 2008.
- LESSA, G. O.; SILVEIRA, S. R.; RIBEIRO, V. G. Intelivet: Sistema especialista para auxílio no diagnóstico diferencial de doenças em animais de pequeno porte. **Revista INESC**, v. 1, n. 1, p. 63–81, 2010.
- LINKEDIN. **Site Corporativo**. 2017. Disponível em: <<https://www.linkedin.com>>. Acesso em: 20 nov. 2017.
- LOPES, L. F.; GONÇALVES, A. L.; TODESCO, J. L. Um modelo de engenharia do conhecimento baseado em ontologia e cálculo probabilístico voltado ao processo de diagnóstico. **SISTEMAS e GESTÃO**, Inovarse, Rio de Janeiro, RJ, BRASIL, p. 272–293, ago. 2011. Disponível em: <[http://www.inovarse.org/sites/default/files/T11\\_0421\\_1744\\_7.pdf](http://www.inovarse.org/sites/default/files/T11_0421_1744_7.pdf)>.



PEREIRA, J. M.; DOMÍNGUEZ, M. Á. C.; OCEJO, J. L. S. Modelos de previsão do fracasso empresarial: aspectos a considerar. **Tékhné-Revista de Estudos Politécnicos**, Instituto Politécnico do Cávado e do Ave, n. 7, p. 111–148, 2007.

PROGRAD. **Manual do Aluno de Graduação**. Fortaleza, 2012.

RESINA, F. M. X. **Revisão de Crenças em Lógica de Descrição - Um Plug-In para o Protégé**. 75 p. Dissertação (Mestrado) — Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

SBC. **Currículo de Referência da SBC para Cursos de Graduação em Computação e Informática**. Porto Alegre, 2003.

STANFORD. **Protégé Home Page**. 2016. Disponível em: <<http://protege.stanford.edu>>. Acesso em: 30 maio 2017.

TRILLO, C. D. P. **Recuperação de vídeos indexados por conceitos**. 98 p. Dissertação (Mestrado) — Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

UFC. **Projeto Político Pedagógico do curso de Sistemas de Informação - Modalidade: Bacharelado**. Quixadá, 2008.

VIEIRA, R.; SANTOS, D. A. d.; SILVA, D. M. d.; SANTANA, M. R. Web semântica: ontologias, lógica de descrição e inferências. **Web e Multimídia: Desafios e Soluções**, SBC, Porto Alegre, RS, BRASIL, p. 127–167, abr. 2005. Disponível em: <<http://www.inf.pucrs.br/~rvieira/cursos/webmidia.pdf>>.

WITTEN, I. H.; FRANK, E.; HALL, M. A.; PAL, C. J. **Data Mining: Practical machine learning tools and techniques**. [S.l.]: Morgan Kaufmann, 2016.



## APÊNDICE B – MÉTRICAS DE ANÁLISE A PARTIR DE UMA MATRIZ DE CONFUSÃO

Acurácia é a proporção de predições corretas sobre o conjunto de dados, sem levar em consideração o que é positivo e o que é negativo. Acurácia é representada pela fórmula B.1 abaixo.

$$\left( \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \right) \quad (B.1)$$

Sensibilidade é a capacidade do sistema em prever corretamente as classificações positivas, ou seja, a proporção de verdadeiros positivos entre todos os positivos. Representado pela fórmula B.2 abaixo.

$$\left( \frac{TP}{TP + FN} \right) \quad (B.2)$$

Especificidade é a capacidade do sistema em prever corretamente a ausência da condição para casos que realmente não a têm. Especificidade é representado pela fórmula B.4 abaixo.

$$\left( \frac{TN}{TN + FP} \right) \quad (B.3)$$

Eficiência é a média aritmética da Sensibilidade e Especificidade. Na prática, a sensibilidade e a especificidade variam em direções opostas. Isto é, geralmente, quando um método é muito sensível a positivos, tende a gerar muitos falso-positivos, e vice-versa. Assim, um método de decisão perfeito (100 % de sensibilidade e 100% especificidade) raramente é alcançado, e um equilíbrio entre ambos é buscado.

$$\left( \frac{\text{Sensibilidade} + \text{Especificidade}}{2} \right) \quad (B.4)$$

**ANEXO A – MATRIZ CURRICULAR DO CURSO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO  
UFC CAMPUS QUIXADÁ**

**Tabela 16 – Matriz Curricular**

Código Disciplina	Denominação da Disciplina	Créditos	Carga Horária	Pré-requisitos	% Prática	Caráter
<b>PRIMEIRO SEMESTRE</b>						
SIN001	Fundamentos de Programação	6	96	-	50	OBR
SIN002	Matemática Básica	6	96	-	-	OBR
SIN003	Introdução à Ciência da Computação e Sistemas de Informação	4	64	-	-	OBR
SIN004	Teoria Geral da Administração	4	64	-	-	OBR
<b>SEGUNDO SEMESTRE</b>						
SIN005	Cálculo Diferencial e Integral I	4	64	SIN002	25	OBR
SIN006	Matemática Discreta	4	64	SIN002	-	OBR
SIN007	Arquitetura de Computadores	4	64	-	-	OBR
SIN008	Laboratório de Programação	4	64	SIN001	50	OBR
SIN012	Teoria Geral dos Sistemas	4	64	-	-	OBR
<b>TERCEIRO SEMESTRE</b>						
SIN010	Sistemas Operacionais	4	64	SIN007	25	OBR/M
SIN011	Probabilidade e Estatística	4	64	SIN002	-	OBR
SIN018	Fundamentos de Banco de Dados	4	64	-	25	OBR/M
SIN013	Estruturas de Dados	4	64	SIN001	50	OBR
	Optativa	4	64	-	-	OPT
<b>QUARTO SEMESTRE</b>						
SIN014	Linguagens de Programação	4	64	SIN001	50	OBR/M
SIN015	Lógica para Computação	4	64	SIN002	25	OBR
SIN016	Análise e Projeto de Sistemas	4	64	SIN008	50	OBR
SIN017	Gestão da Informação e dos Sistemas de informação	4	64	-	-	OBR
	Optativa	4	64	-	-	OPT
<b>QUINTO SEMESTRE</b>						
SIN024	Construção de Sistemas de Gerência de Banco de Dados (CSGBD)	4	64	SIN018	50	OBR
SIN021	Programação Avançada	4	64	SIN014	50	OBR/M
SIN019	Engenharia de Software	4	64	SIN008	50	OBR/M
SIN020	Redes de Computadores	4	64	-	-	OBR/M
	Optativa	4	64	-	-	OPT
<b>SEXTO SEMESTRE</b>						
SIN022	Auditoria e Segurança de SI	4	64	-	-	OBR/M
SIN023	Gerência de Projetos de Software	4	64	SIN019	-	OBR/M
	Optativa	4	64	-	-	OPT
	Optativa	4	64	-	-	OPT
	Optativa	4	64	-	-	OPT
<b>SÉTIMO SEMESTRE</b>						
	Optativa	4	64	-	-	OPT
	Optativa	4	64	-	-	OPT
	Optativa	4	64	-	-	OPT
<b>OITAVO SEMESTRE</b>						
	Optativa	4	64	-	-	OPT
	Optativa	4	64	-	-	OPT

Fonte: UFC (2008)

**ANEXO B – DISCIPLINAS OPTATIVAS DO CURSO DE SISTEMAS DE  
INFORMAÇÃO UFC CAMPUS QUIXADÁ**

**Tabela 17 – Disciplinas Optativas**

Código Disciplina	Semestre Previsto	Denominação da Disciplina	Créditos	Carga Horária	Pré-requisitos	% Prática	Caráter
SIN050	-	Inglês Instrumental I	4	64	-	-	OPT/M
SIN051	-	Inglês Instrumental II	4	64	SIN050	-	OPT/M
SIN052	-	Tópicos Especiais I	4	64	-	-	OPT/M
SIN053	-	Tópicos Especiais II	4	64	-	-	OPT/M
SIN054	-	Tópicos Especiais III	4	64	-	-	OPT/M
SIN055	-	Tópicos Especiais IV	4	64	-	-	OPT/M
SIN056	-	Atividade Complementar I	6	96	-	-	OPT
SIN057	-	Atividade Complementar II	6	96	-	-	OPT
SIN058	-	Atividade Complementar III	6	96	-	-	OPT
SIN029	3	Empreendedorismo	4	64	-	-	OPT/M
SIN033	3	Trabalho Cooperativo Baseado em Computador	4	64	-	50	OPT/M
SIN044	4	Linguagens Formais	4	64	-	-	OPT
SIN047	4	Interface Humano-Computador	4	64	-	25	OPT/M
SIN035	5	Sociologia	4	64	-	-	OPT/M
SIN036	5	Filosofia da Ciência	4	64	-	-	OPT/M
SIN043	5	Teoria da Computação	4	64	SIN006	-	OPT
SIN049	5	Introdução à Computação Gráfica	4	64	SIN002;SIN009	25	OPT/M
SIN031	6	Ética, Direito e Legislação	4	64	-	-	OPT/M
SIN032	6	Economia e Finanças	4	64	-	-	OPT
SIN038	6	Qualidade de Software	4	64	SIN019	-	OPT/M
SIN040	6	Sistemas Distribuídos	4	64	SIN010	25	OPT/M
SIN059	6	Tópicos Avançados em Redes de Computadores	4	64	-	25	OPT/M
SIN027	7	Avaliação de Sistemas	4	64	-	-	OPT/M
SIN030	7	Contabilidade e Custos	4	64	-	-	OPT
SIN039	7	Tópicos em Banco de Dados	4	64	SIN016;SIN018	50	OPT/M
SIN048	7	Sistemas Multimídia	4	64	-	-	OPT/M
SIN060	7	Inteligência Artificial	4	64	SIN015	25	OPT
SIN061	7	Gerência de Redes	4	64	-	25	OPT/M
SIN063	7	Trabalho de Conclusão de Curso I	4	64	SIN021;SIN023;SIN024		OBR
SIN065	7	Estágio Supervisionado I	10	160			OBR
SIN028	8	Funções Empresariais	4	64	-	-	OPT/M
SIN042	8	Compiladores	4	64	SIN014	25	OPT
SIN045	8	Projeto e Análise de Algoritmos	4	64	SIN013	-	OPT
SIN062	8	E-Business	4	64	-	50	OPT/M
SIN064	8	Trabalho de Conclusão de Curso II	6	96	SIN063		OBR
SIN066	8	Estágio Supervisionado II	10	160			OBR

Fonte: UFC (2008)