

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA
MESTRADO EM INFORMÁTICA**

FELIPE FRECHIANI DE OLIVEIRA

**UMA ONTOLOGIA DE COLABORAÇÃO E SUAS
APLICAÇÕES**

VITÓRIA, AGOSTO 2009

FELIPE FRECHIANI DE OLIVEIRA

**UMA ONTOLOGIA DE COLABORAÇÃO E SUAS
APLICAÇÕES**

**Dissertação submetida ao Programa de
Pós-Graduação em Informática da
Universidade Federal do Espírito Santo
como requisito parcial para a obtenção
do grau de Mestre em Informática.**

VITÓRIA, AGOSTO 2009

FELIPE FRECHIANI DE OLIVEIRA

**UMA ONTOLOGIA DE COLABORAÇÃO E SUAS
APLICAÇÕES**

**Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Informática da
Universidade Federal do Espírito Santo como requisito parcial para a obtenção do
grau de Mestre em Informática.**

Aprovada em 28 de agosto de 2009.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Giancarlo Guizzardi
Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)
Orientador

Prof^ª. Renata S.S. Guizzardi
Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)
Orientadora

Prof^ª. Flávia Maria Santoro
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
(UNIRIO)

Prof^ª. Roberta Lima Gomes
Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)

VITÓRIA, AGOSTO 2009

DEDICATÓRIA

**Dedico esta dissertação ao
meu finado avô Carlos
Frechiani.**

AGRADECIMENTOS

Agradeço a **Deus**, pela vida e pela força.

Ao meu **avô** a quem devo a minha graduação e esse título de mestrado.

A meus **pais** pelo exemplo, pela oportunidade e pelo apoio.

Ao meu **irmão** pela força.

A **Aline** pelo amor e apoio.

Aos meus amigos e colegas de curso e em especial **Santos, Júlio, Bernardo** (vulgo gafa) pelas inúmeras discussões e interações proveitosas.

Ao **Giancarlo** e **Renata** pela orientação e por apoiar as minhas insistências ao tema de colaboração.

Aos **professores** que colaboraram com seus conhecimentos.

A **todos do departamento** que estiveram dispostos ajudar.

RESUMO

A colaboração é inerente aos processos da vida, apoiando as interações realizadas entre seres vivos. Muitas teorias estudam, de forma isolada, os efeitos e causas da colaboração como as teorias da comunicação, cooperação e coordenação. Nesse contexto, faz-se necessário uma elaboração de um conhecimento bem fundamentado, provendo uma visão geral do domínio que, por sua vez, é essencial para um melhor entendimento desse domínio.

Ontologias vêm sendo utilizadas na Ciência da Computação como forma de formalização bem fundamentada de conhecimento. Além dessa formalização, ela visa possibilitar a reutilização desse conhecimento e ainda a integração de aplicações. Portanto, neste trabalho, é elaborado um conhecimento sobre o domínio de colaboração no que tange três perspectivas: cooperação, comunicação e coordenação. Tais conhecimentos são representados através de uma Ontologia de Domínio de Colaboração.

Com a finalidade de demonstrar como o conhecimento provido por essa ontologia é reutilizável e ainda constatar as vantagens nesse reuso neste trabalho são desenvolvidas algumas aplicações que tem por base a Ontologia de Colaboração. Portanto, no contexto de ferramentas colaborativas é apresentado: (i) um ambiente de navegação, (ii) um serviço de apoio à colaboração, (iii) uma aplicação de captura de leituras e publicações de blogs e, (iv) integração de (i) e (ii) dessa forma apoiando através de um inferências a ferramenta de navegação através desse serviço.

Palavras-chave: Ontologias, Ontologia de Colaboração, Ontologias de Domínio, Reutilização de Ontologia, Colaboração, Comunicação, Coordenação e Cooperação

ABSTRACT

Collaboration is an essential process of individual's life that stands the interactions realized among them. Many theories have studied its effects and causes in a specific way like in communication, cooperation and coordination theories. In this context, it is necessary to develop a well defined knowledge. With this in mind, we want to provide a general overview of the collaboration domain that is essential to a better understanding of it.

Ontologies have being used in the Computer Science as a way to produce a formalized and a well defined knowledge. In addition to that, they are supposed to enable knowledge reusability and tool integration. Thus, in this work we target to build knowledge about the collaboration domain especially within cooperation, communication and coordination. This collaboration knowledge is captured and presented through a Collaboration Ontology.

With the main objectives of show how the Collaboration Ontology knowledge can be used to enables knowledge reuse and to depict the advantages when reusing it, in this work is presented some tools that is based on it. In the context of collaborative tools we present: *(i)* an environment of conavigation, *(ii)* a service of collaboration support, *(iii)* a tool for capturing read and blogs posts and *(iv)* that is integration of *(i)* and *(ii)* in order to support inference feature in a conavigation tool through such service.

Palavras-chave: Ontologies, Collaboration Ontology, Domain Ontology, Ontology Reuse, Collaboration, Communication, Coordination and Cooperation

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 -- Níveis de Classificação de Ontologias.....	20
Figura 2.2 – Fragmento de UFO B Relacionando e Eventos (GUIZZARDI et al., 2008b).	22
Figura 2.3 – Eventos e a criação de Endurants (GUIZZARDI; OLIVEIRA, 2009).....	23
Figura 2.4 – Relações de Habilitação, Sincronização e Condições entre Eventos (GUIZZARDI; OLIVEIRA, 2009)	23
Figura 2.5 Fragmento de UFOC: Ações, Agentes e Substanciais (GUIZZARDI et al., 2008b)	24
Figura 2.6 - Aquisição de Recursos entre Agentes (GUIZZARDI, 2006).....	25
Figura 2.7 – UFO C Relações Sociais (GUIZZARDI; OLIVEIRA, 2009)	27
Figura 2.8 – Fragmento da UFO-C Decomposição de Objetivos (GUIZZARDI, 2007) .	28
Figura 2.9 Fragmento da UFO-C Relações entre Dependências e Agentes (GUIZZARDI, 2006),	29
Figura 2.10 Fragmento de UFO-C Relação de Agentes em Delegações, Conflitos e Compartilhamentos (GUIZZARDI et al., 2007).....	30
Figura 3.1- Visão geral do Modelo 3C de colaboração (FUKS et al., 2005).....	39
Figura 4.1-Diagrama de Pacotes das Ontologias e as relações que formam a Ontologia de Colaboração	52
Figura 4.2 - Ontologia de Cooperação.....	53
Figura 4.3 - Ontologia de Comunicação	59
Figura 4.4 - Ontologia de Coordenação dependência de Fluxo (<i>Flow</i>).....	63
Figura 4.5 - Ontologia de Coordenação dependência de Usabilidade (<i>Usability</i>).....	63
Figura 4.6 - Ontologia de Coordenação dependência de Transferência (<i>Transfer</i>).....	64
Figura 4.7 - Ontologia de Coordenação dependência de Encaixe (<i>Fit</i>).....	65
Figura 4.8 - Fragmento da Ontologia de Coordenação.....	66
Figura 4.9 - Fragmento da Ontologia de Coordenação Representando Conceitos de Grupos e Protocolos e suas Respectivas Relações.....	67
Figura 5.1: Diagrama de Pacotes de Ocean: Coordenação, Cooperação e Comunicação	76
Figura 5.2: Fragmento do Modelo Conceitual do Pacote de Comunicação de Ocean.	77
Figura 5.3: Fragmento do Modelo Conceitual do Pacote de Comunicação de Ocean.	79
Figura 5.4: Fragmento do Modelo Conceitual do Pacote de Coordenação de Ocean.	80
Figura 5.5: Fragmento do Modelo Conceitual do Pacote de Cooperação de Ocean Baseado na Ontologia de Colaboração.	82
Figura 5.6: Visão Geral da Interface de Ocean.....	84
Figura 5.7: Painel de Grupos e Sessões	84
Figura 5.8: Painel de Navegação	85
Figura 5.9: Painéis de Participantes e Histórico.	85
Figura 5.10: Painel de Anotação	86
Figura 5.11: Exemplos de utilização das funcionalidades de Ocean	87
Figura 6.1: Exemplo de como a Informação é Codificada em HTML e Visualmente Apresentada por um Navegador Web	92
Figura 6.2: Fragmento da Implementação da Classe Sessão Colaborativa	94
Figura 6.3: Representação da Relação subSessão e superSessão	94

Figura 6.4: Exemplo de Como um Axioma Lógico pode ser Utilizado para a Criação de Fatos	95
Figura 6.5: Axioma A2 – Um Exemplo de Como um Axioma Lógico pode ser Utilizado para a Reclassificação de Instâncias	95
Figura 6.6: Informações de uma Página Web Anotada Semanticamente com a Utilização da Ontologia de Colaboração Expressa em OWL.	97
Figura 6.7 – Exemplo de Utilização de SOCO	98
Figura 6.8 – Cenário de Integração entre Utilização de SOCO e Ocean.	99
Figura 6.9: Exemplo de Edição executada pelo participante João através da qual ele adota o Objetivo <i>Modificar Tempo Para a Realização do Mestrado</i>	100
Figura 6.10 – Visão Geral da Arquitetura e Integração de SOCO e Ocean.....	101
Figura 6.11: <i>Widget</i> Gerado por SOCO para Exibir Informações Relevantes ao Participante Relacionada a Potencias de Colaboração exibidas na Página Pessoal do Usuário.....	102
Figura 6.12: Ontologias de Classe de Aplicação de Blogs Derivada da Ontologia de Colaboração	104
Figura 6.13 – Representações do vários Formatos de Representação de dados de aplicações de blogs.	108
Figura 6.14: Mapeamento entre a Ontologia de Blogs e o Modelo Conceitual dos XMLs das Ferramentas de Blogs Escavados	110
Figura 6.15: Macro Visão do Funcionamento de InterBlogs.....	111
Figura 6.16: Informações Capturadas Através da Utilização de InterBlogs.....	112

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1 - Dicionário de Termos da Ontologia de Cooperação.....	57
Tabela 4.2 - Dicionário de termos da Ontologia de Comunicação	60
Tabela 4.3 - Dicionário de termos da Ontologia de Coordenação	68
Tabela 6.1: Dicionário de Termos da Ontologia de Classe de Aplicações de Blogs.....	105
Tabela 6.2: Dicionário de Termos do Formato RSS 1.0.....	108
Tabela 6.3: Dicionário de Termos do Formato Atom 1.0 Variação	109

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO	12
1.1. MOTIVAÇÃO	12
1.2. OBJETIVOS E ESCOPO	14
1.3. ABORDAGEM.....	15
1.4. ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.....	15
CAPÍTULO 2. ONTOLOGIAS.....	17
2.1. INTRODUÇÃO	17
2.2. DEFINIÇÕES	18
2.3. NÍVEIS ONTOLÓGICOS	19
2.3.1. ONTOLOGIAS DE FUNDAMENTAÇÃO.....	20
2.3.1.1. ONTOLOGIA DE FUNDAMENTAÇÃO UNIFICADA	21
2.3.2. ONTOLOGIAS DE DOMÍNIO.....	31
2.3.3. ONTOLOGIAS DE CLASSE DE APLICAÇÃO E ONTOLOGIAS DE APLICAÇÃO.....	31
2.4. ENGENHARIA REVERSA E ONTOLOGIAS.....	32
2.5. ONTOLOGIAS NA COLABORAÇÃO.....	33
2.5. CONCLUSÃO	35
CAPÍTULO 3. ASPECTOS RELEVANTES DO DOMÍNIO DE COLABORAÇÃO	37
3.1. INTRODUÇÃO	37
3.2. A COLABORAÇÃO E O MODELO 3C	38
3.2.1. A COOPERAÇÃO.....	39
3.2.2. A COMUNICAÇÃO	42
3.2.3. COORDENAÇÃO	44
3.3. CONCLUSÃO	48
CAPÍTULO 4. CONTO: UMA ONTOLOGIA DE DOMÍNIO DE COLABORAÇÃO	50
4.1. INTRODUÇÃO	50
4.2. CONTO: UMA ONTOLOGIA DE COLABORAÇÃO	51
4.2.1. A ONTOLOGIA DE COOPERAÇÃO.....	52
4.2.2. ONTOLOGIA DE COMUNICAÇÃO	58
4.2.3. ONTOLOGIA DE COORDENAÇÃO	62
4.3. CONCLUSÃO	69
CAPÍTULO 5. OCEAN: UMA APLICAÇÃO DA ONTOLOGIA DE COLABORAÇÃO EM UM AMBIENTE DE CONAVEGAÇÃO.....	71
5.1. INTRODUÇÃO	71
5.2. VANTAGENS DA UTILIZAÇÃO DE ONTOLOGIAS COMO REFERÊNCIA PARA ELABORAÇÃO DE APLICAÇÕES.....	72
5.3. ABORDAGEM DE CONAVEGAÇÃO DE OCEAN	74
5.4. MODELAGEM CONCEITUAL BASEADA NA ONTOLOGIA DE COLABORAÇÃO	76
5.5. PROTÓTIPO DE OCEAN	83
5.6. CONCLUSÃO	87

CAPÍTULO 6. SOCO E INTERBLOGS, APLICAÇÕES INSERIDAS NO CONTEXTO DA WEB SEMÂNTICA BASEADAS NA ONTOLOGIA DE COLABORAÇÃO	89
6.1. INTRODUÇÃO	89
6.2. CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA.....	91
6.3. PADRÕES BÁSICOS DE IMPLANTAÇÃO DA ONTOLOGIA EM OWL E SWRL	93
6.4. SOCO – SERVIÇO ONTOLÓGICO DE APOIO A COLABORAÇÃO.....	96
6.5. INTERBLOGS E SOCO.....	102
6.5.1. UMA ONTOLOGIA DE BLOG BASEADO NA ONTOLOGIA DE COLABORAÇÃO	103
6.5.2. MAPEAMENTO DA ONTOLOGIA DE BLOGS PARA AS FERRAMENTAS DE BLOGS.....	106
6.5.3. PROTÓTIPO INTERBLOGS.....	110
6.6. CONCLUSÃO	112
CAPÍTULO 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	114
7.1. CONCLUSÕES	114
7.2. PERSPECTIVAS FUTURAS.....	117
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	119

CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO

Este capítulo apresenta as motivações que serviram de base para a elaboração desta dissertação e os objetivos que foram buscados. Também é abordada a maneira como a pesquisa foi conduzida e qual a estrutura que foi adotada para melhor compreensão deste trabalho.

1.1. MOTIVAÇÃO

A colaboração é inerente aos processos da vida, apoiando as interações realizadas entre seres vivos. Ela é essencial para a sobrevivência e para a manutenção da evolução. Nos dias de hoje o reflexo da colaboração pode ser sentida nas interações proporcionada pela computação através das ferramentas como chat, email, conferencia, blogs, fóruns, etc. Dessa forma, fundamentar o domínio de colaboração é essencial para formalizar um conhecimento sobre esse domínio proporcionando uma base teórica para tais ferramentas, provendo interoperabilidade semântica, raciocínio automático e reuso de conhecimento.

Em sistemas tradicionais, incluindo sistemas colaborativos, têm suas informações modeladas com diferentes pontos de vistas sobre o conhecimento do domínio. Cada sistema usa sua própria linguagem e sintaxe para a representação do conhecimento, o que forma uma semântica local para cada um deles (GU, 2004). Em um cenário de integração esta abordagem gera incompatibilidades, pois, cada ferramenta tem sua própria semântica, portanto, é necessária uma unificação da representação de cada uma delas através de um mapeamento em uma semântica compartilhada, para que uma possa entender a outra.

No contexto da web semântica, a falta de semântica para máquinas em páginas web (ex.: publicações de blogs, fóruns, criação de páginas pessoais, sites de notícias, empresas etc.) impossibilita que agentes computacionais tenham acesso às informações presentes nessas páginas sendo, portanto, necessário a adição de uma semântica explicita direcionada a esses agentes. A disponibilização dessas informações, para tais máquinas, possibilita a geração de raciocínio automatizado, habilitando elas para a inferência de informação. Dessa forma, um conhecimento bem fundamentado e unificado

proporcionaria uma linguagem para que tais agentes pudessem colaborar, comunicar e acessar essas informações.

A reutilização do conhecimento é um fator determinante em organizações como, por exemplo, a existência de uma memória organizacional. Dessa forma, a capacidade de reutilizar conhecimento pode tornar organizações mais rápidas em respostas às diversas situações tratadas e por ela desempenhadas (OLEARY, 1998).

Ontologias de domínio vêm sendo muito estudadas e utilizadas como conhecimento bem fundamentado sobre um domínio (GUARINO, 1998), (GUIZZARDI, 2005), (GÓMEZ-PÉREZ et al., 2004), (FALBO, 2004) e (GUIZZARDI, 2006). Portanto, através de ontologias se espera representar e capturar um conhecimento bem fundamentado sobre o domínio. Essa fundamentação tem por intuito proporcionar um vocabulário comum e bem estruturado desse conhecimento, proporcionando uma abordagem para a resolução dos problemas anteriormente mencionados. De fato, como, por exemplo, na *Engenharia de Software* aonde ontologias vêm sendo muito estudadas e utilizadas como artefatos reutilizáveis (GUIZZARDI, 2005), (GÓMEZ-PÉREZ et al., 2004), (NARDI, 2006) e (FALBO, 2004) e em cenários de integração de ferramentas, nos quais, ontologias se tornam úteis para prover uma linguagem comum (em termos sintáticos e semânticos) com o objetivo de promover interoperabilidade (OLIVEIRA et al., 2007).

Por fim, vale mencionar que a colaboração pode ser dividida em cooperação, comunicação e coordenação e diversos trabalhos estudam esses domínios em particular como, por exemplo, a disciplina de Comunicação Social, que estuda profundamente o processo da comunicação e a Teoria da Coordenação (MALONE; CROWSTON, 1990), que estuda as diversas interdependências entre atividades e várias estratégias de gerenciamento. Porém, é necessária a composição desses três domínios para que se possa prover uma visão mais clara sobre a colaboração e seus benefícios. Diante do exposto, este trabalho procurou investigar formas de representar a colaboração, suas vantagens nas interações e na utilização no desenvolvimento de softwares.

1.2. OBJETIVOS E ESCOPO

Este trabalho tem como objetivo específico propor uma Ontologia de Colaboração, gerando um conhecimento bem fundamentado e conciso sobre esse domínio. Em especial, para atingir esse objetivo, o trabalho foi estruturado em outros três domínios específicos: cooperação, coordenação, e comunicação. Portanto, é objetivo propor ontologias para esses três domínios.

No intuito de demonstrar as vantagens da Ontologia de Colaboração proposta neste trabalho, um ambiente de navegação colaborativa (Ocean) é apresentado como estudo de caso. Através da implementação do protótipo dessa ferramenta, constata-se essas vantagens, atribuídas à utilização dessa ontologia como referência no processo de desenvolvimento de tal ferramenta.

Outra vantagem da utilização de ontologias é sentida na integração de ferramentas. Dessa forma duas integrações são objetivadas: (i) uma especialização da Ontologia de Colaboração para a representação de um domínio mais específico de colaboração (Blogs), dessa forma, proporcionando a integração entre várias ferramentas de blog e, (ii) a utilização da ontologia para integrar Ocean a um serviço de apoio à colaboração proporcionado a integração desse serviço com esse ambiente.

No contexto da web semântica, é objetivo mostrar como a Ontologia de Colaboração pode ser utilizada para anotar semanticamente páginas web, provendo significado semântico explícito a tais páginas. Além disso, é objetivo ilustrar como essas anotações podem ser utilizadas por máquinas de raciocínio automatizado, inferindo novas informações e, em especial, apoiando a colaboração.

Não faz parte do escopo deste trabalho representar todo o domínio de colaboração, visto que o mesmo é extremamente extenso e complexo em abrangência. Vale ressaltar também que não faz parte do escopo propor estratégias de coordenação, como as mencionadas em (CROWSTON; OSBORN, 2003), (FUKS, 2002) e (KLEIN et al., 2007). No contexto da coordenação também não faz parte do escopo representar todos os tipos de dependência entre atividades, mas apenas aqueles citados em (MALONE; CROWSTON, 1990). Além disso, as aplicações propostas nesta dissertação têm o caráter de estudos de casos, logo são apenas protótipos, não objetivando a colocação das mesmas em produção nesse momento, deixando essa etapa para trabalhos futuros.

1.3. ABORDAGEM

Neste trabalho, foi realizada uma abordagem interativa ao longo da pesquisa e do seu desenvolvimento. Dessa forma, inicialmente, foi desenvolvida uma versão inicial da Ontologia de Colaboração proposta em OLIVEIRA et al. (2007), baseada em teorias disponíveis na área da colaboração e a UFO A (GUIZZARDI, 2005). Posteriormente, essa ontologia foi utilizada no processo de desenvolvimento de um ambiente de navegação colaborativa publicada em SANTOS et al (2009). Em uma segunda interação, essa ontologia foi refinada, para gerar um aumento de sua expressividade e, no intuito de ilustrar sua utilização, esse ambiente foi atualizado, para aumentar as funcionalidades disponíveis para seus usuários e adequá-lo a eventuais modificações na ontologia. Vale ressaltar que esse ambiente foi desenvolvido por meio de um trabalho em conjunto, logo, em especial Ocean é totalmente documentado em SANTOS (2009), ficando como mérito dessa dissertação apenas o estudo de caso. Subsequentemente, concentrou-se na demonstração de como essa ontologia poderia ser utilizada para a realização de inferência e integração de ferramentas. Para isso, uma aplicação de captura de participações de blogs foi desenvolvida e o ambiente Ocean foi integrado com um serviço de apoio à colaboração (SOCO), também proposto neste trabalho.

1.4. ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Esta dissertação está organizada em sete capítulos. Além deste capítulo, que apresenta a Introdução, há mais seis capítulos com o seguinte conteúdo:

- *Capítulo 2 – Ontologias*: apresenta um referencial teórico a respeito de ontologias, incluindo definições, tipos e aplicações. É dado destaque às ontologias de fundamentação e de domínio, pois são bases para a proposta apresentada neste trabalho. Além disso, são citados alguns trabalhos relacionados.
- *Capítulo 3 – Aspectos Relevantes do Domínio de Colaboração*: apresenta uma revisão da literatura sobre colaboração com enfoque nas teorias disponíveis nas três áreas que a compreende: cooperação, comunicação e coordenação.
- *Capítulo 4 – CONTO: Uma Ontologia Domínio de Colaboração*: apresenta a Ontologia de Colaboração fundamentada na ontologia de fundamentação UFO

(GUIZZARID, 2005), através de modelos conceituais e um conjunto de axiomas que restringem o domínio.

- *Capítulo 5 – OCEAN: Uma Aplicação da Ontologia de Colaboração em um Ambiente de Conavegação*: apresenta um ambiente desenvolvido tendo como base a Ontologia de Colaboração e suas vantagens nessa abordagem ontológica.
- *Capítulo 6 – SOCO e InterBlogs, Aplicações Inseridas no Contexto da Web Semântica Baseadas na Ontologia de Colaboração*: apresenta um serviço de apoio à colaboração (SOCO) e uma aplicação de captura de leituras e publicações de blogs. Assim como a integração desse serviço com Ocean.
- *Capítulo 7 - Considerações Finais*: apresenta as conclusões do trabalho, as contribuições, dificuldades e propostas de trabalhos futuros.

CAPÍTULO 2. ONTOLOGIAS

Neste capítulo, é apresentada uma discussão sobre ontologias, apresentando os níveis ontológicos e a definição de ontologia no contexto desse trabalho. Além disso, é destacada a importância da utilização de ontologias para a representação formal de um conhecimento sobre um determinado domínio. Através dessa discussão, se forma uma das bases teóricas necessária para a elaboração da Ontologia de Colaboração proposta no Capítulo 4. Além disso, trabalhos relacionados sobre o tema são discutidos e analisados.

2.1. INTRODUÇÃO

Ontologias foram estudadas inicialmente na filosofia e, hoje, são amplamente utilizadas na engenharia de software e inteligência artificial como forma de formalizar uma representação de um conhecimento em determinado domínio. Através desse conhecimento bem fundamentado, é possível a reutilização e uma melhor compreensão do domínio. Dado um domínio, a sua ontologia forma o cerne de qualquer sistema de conhecimento que representa este domínio (CHANDRASEKARAN et al., 1999).

Ontologias são classificadas em dois tipos: de alto nível (fundamentação) e de baixo nível (CHANDRASEKARAN et al., 1999). Ontologias de alto nível definem entidades que são independentes de domínio, dando um suporte ontológico bem fundamentado para a elaboração ontologias de baixo nível, tais como ontologias de domínio, de aplicação e de classe de aplicações, que são utilizadas para a representação de conhecimento específicos do domínio.

Em engenharia de software, ontologias podem ser recuperadas a partir informações implícitas, quando, por exemplo, existe falta de documentação no *software*. Tal técnica é conhecida como *engenharia reversa* que recupera o conhecimento implícito existente, tornando-o abstrato (PRESSMAN, 2006). Portanto, a engenharia reversa pode gerar uma ontologia, ou seja, um conhecimento formal sobre o domínio em questão. Ainda no contexto da engenharia de software, ontologias são aplicadas em diversos trabalhos como, por exemplo, o desenvolvimento de sistemas baseados em ontologias apresentado em FALBO et. al, (2004).

Ao final do capítulo, no contexto de cooperação e comunicação, ainda são apresentados alguns trabalhos correlatos, como, por exemplo, uma Ontologia de Blogs e Reuniões. Todavia, nenhum trabalho com o mesmo nível de comprometimento de representação do domínio de colaboração como o presente foi encontrado.

Em suma, este capítulo apresenta o referencial teórico utilizado para a elaboração da ontologia de colaboração e trabalhos relacionados na área e está organizado da seguinte forma: A Seção 2.2 apresenta uma breve definição sobre ontologias; a Seção 2.3 apresenta e discute os diversos níveis ontológicos referenciados na literatura e a ontologia de fundamentação (*Unified Foundation Ontology*); a Seção 2.4 apresenta engenharia reversa, utilizada para construir ontologias a partir de ferramentas existentes; a Seção 2.5 apresenta alguns trabalhos relacionadas a área de colaboração; e, por fim, a Seção 2.6 apresenta considerações finais sobre o capítulo.

2.2. DEFINIÇÕES

Na filosofia, ontologia é conhecida como o estudo dos tipos das coisas que existem. Em Inteligência Artificial, o termo ontologia vem amplamente sendo utilizado como uma teoria (CHANDRASEKARAN et al., 1999), que expressa quais entidades podem existir na mente (conhecimento) de um agente (WIELINGA; SCHREIBER, 1993). Na Engenharia de Software, em particular, uma ontologia é vista como um conhecimento que possibilita a elaboração/reutilização de modelos de domínio (ISCOE et al., 1991). Levando em consideração a abrangência do campo de estudo de ontologias, há diferentes definições para esse termo. Portanto, a seguir, são apresentadas algumas definições:

Ontologia é um vocabulário que representa, geralmente, uma especialização de algum domínio. Além disso, ela forma a base de conhecimento que descreve esse domínio e reflete o senso comum dentro do mesmo (WIELINGA; SCHREIBER, 1993).

Segundo ALBERTS (1993), uma ontologia é um corpo de conhecimento que se preocupa em representar um domínio que descreve uma taxonomia de conceitos e que define a semântica de interpretação de um conhecimento.

GRUBER (1995) afirma que uma ontologia é uma especificação explícita de uma conceituação. Além disso, GUARINO e GIARETTA (1995) completam essa definição da

seguinte forma; “uma ontologia é uma especificação explícita e parcial de uma conceituação”. Desta forma, GUARINO (1997) define uma conceituação como uma representação do que se conhece como *universo de discurso*, ou seja, é um conjunto informal de regras que restringem a estrutura de uma parte da realidade.

Uma ontologia é uma teoria lógica bem definida que tem como objetivo descrever um vocabulário formal, com comprometimentos ontológicos para uma conceituação particular de uma determinada visão de mundo. Os modelos gerados através de uma linguagem lógica, usando esse vocabulário são restrições impostas pelos comprometimentos ontológicos. Dessa forma, uma ontologia reflete indiretamente esses comprometimentos através desses modelos (GUARINO, 1998).

De fato, uma ontologia, na prática, não consegue cobrir todas as possibilidades de um domínio (conceituações) e a base de conhecimento feita baseada nesta ontologia, algumas vezes, é mais apropriada para algum uso específico do que para outros (GUARINO, 1997). Portanto, uma ontologia não necessita cobrir todo *universo de discurso*, mas a parte requisitada para a sua representação.

2.3. NÍVEIS ONTOLÓGICOS

Existe, na literatura, uma classificação básica entre dois tipos de Ontologias, sendo o primeiro denominado de ontologias de alto nível ou de fundamentação e o segundo de ontologias de baixo nível. Ontologias de fundamentação são teorias ou especificações de categorias de entidades gerais, independentes de domínio, como eventos, relações, tempo, espaço, etc. (DEGEN, 2001). Já ontologias de baixo nível são aquelas atreladas ao domínio particular que se deseja representar. Portanto, elas contêm entidades específicas do domínio e são divididas em: ontologias de domínio, ontologias de classe de aplicações, e ontologias de aplicações (GUARINO, 1997). A Figura 2.1 ilustra uma visão geral dessa classificação de níveis, e como esses níveis ontológicos estão organizados.

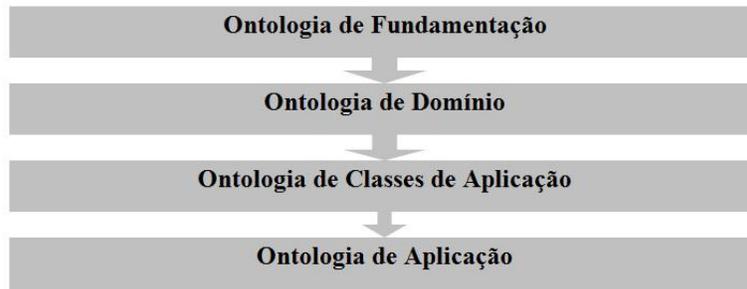


Figura 2.1 -- Níveis de Classificação de Ontologias

2.3.1. ONTOLOGIAS DE FUNDAMENTAÇÃO

Ontologias de fundamentação, como mencionado anteriormente, são livres de domínio, abrangendo teorias de partes, teorias de todo-parte, diferença entre tipos e instâncias, rigidez e anti-rigidez etc. Dessa forma, elas definem um arcabouço para a definição bem fundamentada do domínio (DEGEN, 2001).

Dentre as ontologias de fundamentação mais conhecidas, estão a DOLCE (*Descriptive Ontology for Linguistic and Cognitive Engineering*) (BOTTAZZI; FERRARIO, 2008), GFO (*General Formal Ontology*) (HERRE et al., 2006), SUMO (*Suggested Upper Merged Ontology*) (NILES; PEASE, 2001), UFO (*Unified Foundational Ontology*) (GUIZZARDI, 2005) e CYC (LENAT; GUHA, 1990). Essas ontologias de fundamentação representam entidades que são independentes de domínio, portanto devem ser imparciais do ponto de vista de qualquer domínio específico.

Como citado por DEGEN et al., (2001, p.54) “toda ontologia específica de domínio deve utilizar como base uma ontologia de alto nível”. Tal citação descreve um passo essencial no desenvolvimento de uma ontologia de domínio para torná-la mais bem fundamentada. Discussões profundas sobre a importância de análises providas por ontologias de fundamentação são feitas em (GUARINO; WELTY, 2002, p.63) e onde são ilustrados vários exemplos como o descrito a seguir:

[...]faz sentido dizer que “oceano” é uma subclasse de “água”, já que todos os oceanos são ‘água’. Entretanto, se lembramos que instâncias de “água” não são ditos como todos e instâncias de “oceano” sempre o são, então se chega a uma contradição. Problemas como esse são causados pela ambiguidade da linguagem natural, portanto oceanos não são “tipos de” água, mas sim compostos de água.

Tendo isso em mente, neste trabalho, é utilizada como base uma ontologia de fundamentação conhecida como Ontologia de Fundamentação Unificada (*Unified Foundation Ontology* – UFO). Tal ontologia foi escolhida por abranger a distinção clara entre eventos (*perdurants*) e duradouros (*endurants*). Além disso, ela trata de entidades e relações sociais, desejáveis de representação no domínio de colaboração, abordado neste trabalho. A seguir, são descritos os principais conceitos dessa ontologia de fundamentação utilizados neste trabalho.

2.3.1.1. ONTOLOGIA DE FUNDAMENTAÇÃO UNIFICADA

A Ontologia de Fundamentação Unificada (UFO) foi desenvolvida baseada em um conjunto de teorias de Ontologias Formais, Lógicas Filosóficas, Filosofia de Linguagens e Psicologia Cognitiva (GUIZZARDI et al., 2008a). O cerne dessa ontologia é a UFO-A (GUIZZARDI 2005) que trata conceitos de tipos duradouros (*Endurants*) independentes de domínios. Já a UFO-B trata de conceitos relacionados a eventos e suas relações, e em complemento a essa, há a UFO-C, tratando de termos relacionados à intencionalidade e a entidades sociais. A seguir, é apresentada essa ontologia de fundamentação, contudo somente os conceitos relevantes são descritos. Essas descrições são baseadas nas distinções feitas em (GUIZZARDI, 2005), (GUIZZARDI; WAGNER, 2005), (GUIZZARDI, 2006), (GUIZZARDI et al., 2007), (GUIZZARDI et al., 2008a) e (GUIZZARDI et al., 2008b) (GUIZZARDI; OLIVEIRA et. al, 2009).

A Ontologia UFO-B faz a diferenciação clássica entre eventos e objetos. Tal distinção é feita entre esses tipos em termos de suas respectivas relações com o tempo. Diz-se que objetos estão inteiramente presentes em qualquer instante do tempo que estiverem presentes, i.e., eles são no tempo no sentido de, se em uma situação c , um objeto o possui a propriedade p e em uma situação c' a propriedade p' (possivelmente incompatível com p), ele continua sendo o mesmo objeto o em ambas as situações. Por exemplo, pode-se dizer que o indivíduo Juarez tem 23 anos em c e 40 anos em c' , mas ele é o mesmo indivíduo Juarez (GUIZZARDI et al., 2008a).

Como ilustrado na Figura 2.2, **Eventos** (*Events*) são entidades compostas por partes temporais. São exemplos de **Eventos**: uma reunião, uma conversa, uma partida de futebol e um terremoto. Em qualquer momento em que um **evento** está presente, apenas

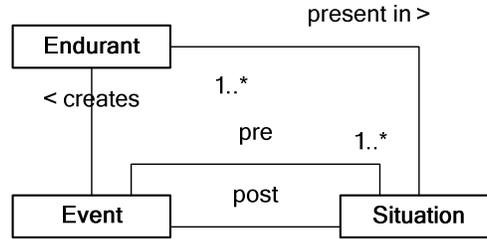


Figura 2.3 – Eventos e a criação de Endurants (GUIZZARDI; OLIVEIRA, 2009)

Como ilustrado no modelo da Figura 2.3, há uma relação de criação (*creates*) entre **Event** e **Endurants**. Um **Endurant** o é criado por um **Event** (*Perdurant*) e se existe uma situação s , tal que ela é *pre-state* de e , na qual o não existe e existe uma situação s' , que é *pos-state* de e , na qual o existe (GUIZZARDI; OLIVEIRA, 2009). A idéia é que um **endurant** é criado por um evento se antes da execução desse evento esse **endurant** não existia e após a execução desse evento ele passa a existir, logo, diz-se que esse evento criou esse **endurant**.

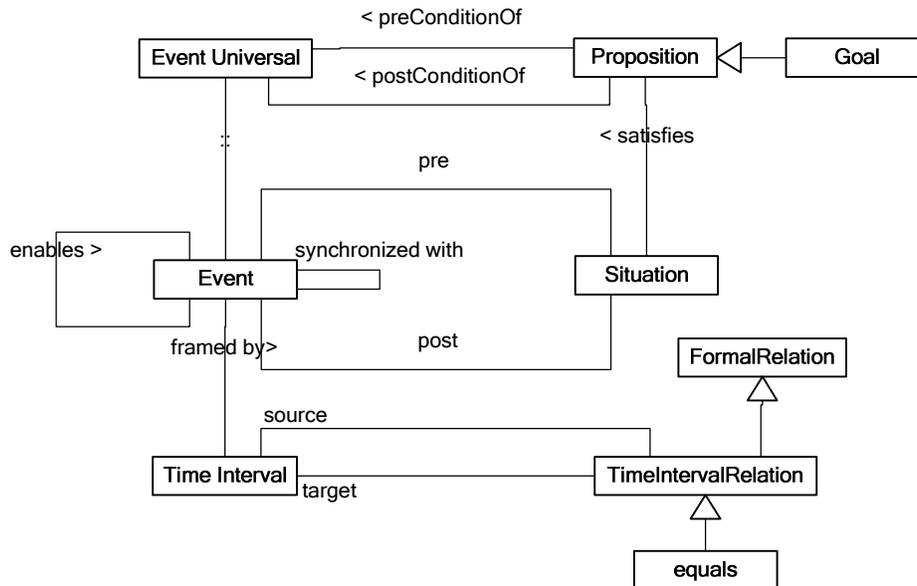


Figura 2.4 – Relações de Habilitação, Sincronização e Condições entre Eventos (GUIZZARDI; OLIVEIRA, 2009)

Um **Evento** pode se relacionar com outros eventos, uma dessas relações é a de sincronização, na qual um evento está *sincronizado com* (*synchronized with*) outro evento quando os seus **Time Intervals** são iguais. Dessa forma, um evento e é sincronizado com

um evento e' se eles acontecem ao mesmo tempo. Outras relações ainda são importantes como a relação de *precondição* e *poscondição* de **Proposições** (*Proposition*) e **Tipos de Eventos** (*Event Universal*), ambas ilustradas na Figura 2.4. Tal relação implica que uma proposição p é uma *precondição* de um evento e se o *pre-state* de e' é suficiente para satisfazer p . Tal relação é base para a definição da relação de *habilitações* (*enables*) entre eventos. Portanto, se tem a noção de que um evento a habilita outro evento a' se o *pos-state* de a é suficiente para satisfazer a *precondição* de a' , então a habilita a' (GUIZZARDI; OLIVEIRA, 2009).

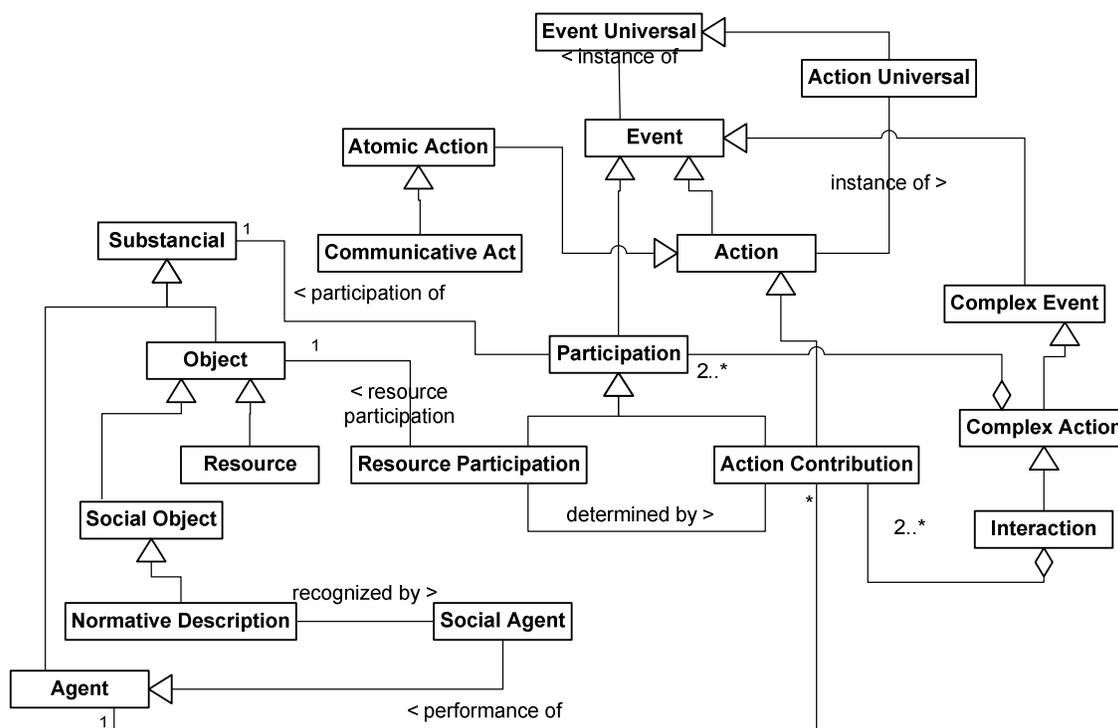


Figura 2.5 Fragmento de UFOC: Ações, Agentes e Substanciais (GUIZZARDI et al., 2008b)

Já a UFO-C é uma ontologia de entidades sociais compostas de *substantial*s e seus relacionamentos sociais, como anteriormente mencionados, complementando UFO-B. Em especial, na Figura 2.5, é feita a distinção entre substanciais agentivos e não agentivos, respectivamente denominados aqui por **Agentes** (*Agents*) e **Objetos** (*Objects*). Agentes podem ser, por exemplo, uma pessoa, um cachorro ou do tipos sociais, como por

exemplo, uma organização, uma sociedade. **Objetos** também podem ser indivíduos físicos (p.ex., um livro, um carro, uma árvore) ou sociais (p.ex., dinheiro, linguagem e normas) (GUIZZARDI et al., 2008a), (GUIZZARDI et al., 2008b). Os ditos **Agentes Sociais** (*Social Agents*) reconhecem uma **Descrição Normativa** (*Normative Description*) que são conjuntos de regras ou normas definidas como, por exemplo a constituição brasileira.

Conforme discutido em (GUIZZARDI, 2006), a necessidade de uma **Participação de Recurso** pode gerar uma **Dependência de Recurso** e dessa forma tendo como resultado de uma **Aquisição de Recurso** entre **Agentes**. Como ilustrado na Figura 2.6, seja uma **aquisição de recurso r** de um **agente B** para um **agente A**; A dá permissão do recurso r para B. Para isso acontecer, A deve ter o direito de conceder permissão para o **agente B** e, além disso, o direito de conceder o direito do tipo de permissão (p.ex, usar, alterar).

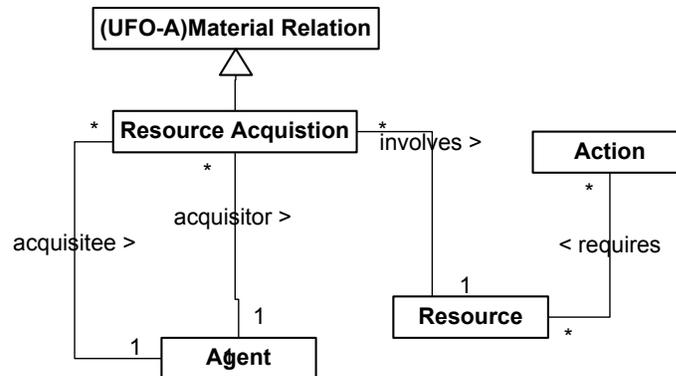


Figura 2.6 - Aquisição de Recursos entre Agentes (GUIZZARDI, 2006).

Agentes são indivíduos que possuem os chamados **Intentional Modes**. Porém, a intencionalidade deve ser entendida em um contexto mais amplo do que a noção de “alguma coisa que se intenciona”, mas como a capacidade de certas propriedades de certos indivíduos de se referir a possíveis situações na realidade **Intentional Modes**, que podem ser do tipo **Crença** (*belief*), **Desejo** (*desire*) ou **Intenção** (*intention*), sendo esse último uma representação abstrata de uma classe de **Situações** referenciadas por esse **intentional modes**. Assim, “alguma coisa que se intenciona” é um tipo específico de intencionalidade denominada **intenção** (*intention*). O *conteúdo proposicional* de uma **intenção** é um **objetivo** (*goal*). A relação precisa entre um **intentional mode** e uma

situação é a seguinte: uma **situação** na realidade pode satisfazer o *conteúdo proposicional* de um **intentional mode** (i.e., satisfazer, no sentido lógico, a proposição representando o conteúdo proposicional). **Crenças** podem ser justificadas por **situações** na realidade. Exemplos incluem a crença de que Políticos são honestos e de que a Terra gira em torno de seu próprio eixo (GUIZZARDI et al., 2008a). Enquanto um **desejo** expressa uma vontade de um **agente** em direção a um estado de coisas na realidade (p.ex., o meu desejo de obter grau de mestre em informática), por outro lado **intenções** são estados de coisas desejados e que o agente se compromete a perseguir (*comprometimento interno*). Por essa razão, **intenções** fazem com que **agentes executem ações** (GUIZZARDI et al., 2008a).

Ações são eventos intencionais, i.e., **eventos** que instanciam um **Plano** (*ação universal*) com o propósito específico de satisfazer (o conteúdo proposicional de) alguma intenção. São exemplos de ações: escrever este artigo, um processo de negócio, etc. Assim como **eventos**, ações podem ser **Atômicas** ou **Complexas**. Uma **Ação Complexa** é composta de duas ou mais **Participações**. Essas **participações**, por sua vez, podem ser intencionais (sendo, portanto, elas próprias ações) ou não intencionais. Por exemplo, o ataque de Brutus a César inclui a participação intencional de Brutus e a participação não intencional da faca. Em outras palavras, seguindo a tradição de teorias filosóficas de ação (*action theories*), nem toda **participação** de um **agente** é considerada uma **ação**, mas somente as participações intencionais, aqui denominadas **Ações de Contribuição** (*action contributions*). Apenas agentes (entidades capazes de possuir intentional modes) podem realizar ações (GUIZZARDI et al., 2008a).

que induzem à instanciação dos quas relativos ao social relator desses indivíduos. (GUIZZARDI; OLIVEIRA, 2009).

Atos comunicativos podem gerar os denominados **Comprometimentos** (*social commitments*), como, por exemplo, ao alugar um carro, se cria um comprometimento de devolvê-lo em certas condições etc. (o conteúdo proposicional). Além disso, cria também uma **Reivindicação** (*social claim*) da locadora para com o locatário, relativa a esse conteúdo proposicional. Um **Social Relator** é um tipo de **Social Mode** composto de dois ou mais pares de **comprometimentos/reivindicações** (propriedades sociais) associados. Finalmente, um **Comprometimento** é cumprido por um agente se esse agente realiza uma ação tal que o *pós-estado* dessa ação é uma **situação** que *satisfaz* o *conteúdo proposicional* daquele **comprometimento** (GUIZZARDI et al., 2008a), se tal comprometimento for essencial no sentido de precisar ser realizado pelo agente então ele é dito **Closed Commitment**. Tipos de **Compromisso Fechado** (*Closed Commitment Universal*) que tem como conteúdo proposicional (*propositional content of*) um **Objetivo** (*Goal*), tal objetivo é satisfeito quando são criados instâncias de *Tipos de Ações* (*Action Universals*), ou seja, essa ação leva (*brings about*) a uma situação onde esse objetivo é satisfeito (GUIZZARDI et al., 2008b). Em outras palavras uma ação é causada por um **Closed Commitment**.

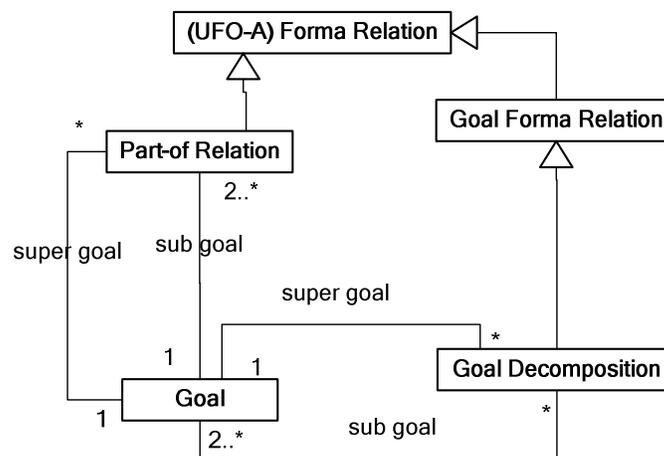


Figura 2.8 – Fragmento da UFO-C Decomposição de Objetivos (GUIZZARDI, 2007)

De acordo com UFO-C, como ilustrado na Figura 2.9, a representação de **Decomposição de Objetivos** (*Goal Decomposition*), que é um tipo básico de **Relação Formal** (*Forma Relation*) entre **objetivos**, define uma relação mereológica

binária (parte de) entre **objetivos**. Uma **decomposição de objetivos** agrupa vários *sub-objetivos* relacionados a um mesmo *super-objetivo* (*super goal*). Em outras palavras, suponha que um **objetivo** g' e g'' são partes de um *super-objetivo* g . Então, pode-se dizer que existe uma relação de **decomposição de objetivos** entre g (super-objetivo) e g' e g'' (sub objetivos) (GUIZZARDI et al., 2007).

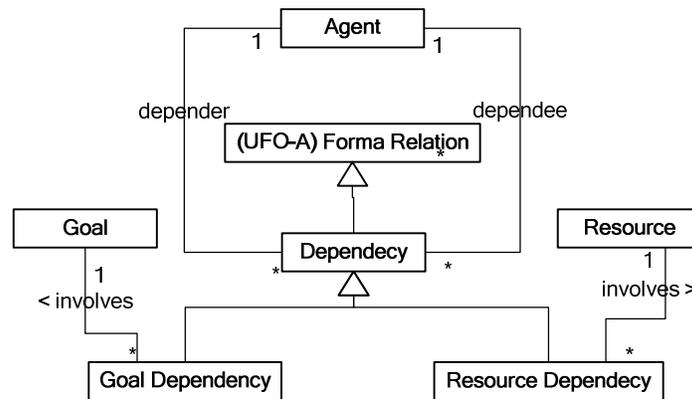


Figura 2.9 Fragmento da UFO-C Relações entre Dependências e Agentes (GUIZZARDI, 2006),

A Figura 2.10 ilustra a relação de agentes e dependências com objetivos. A **Dependência de Objetivos** (*Goal Dependency*) são tipos de **dependência** que *envolve objetivos* entre **agentes**; o *dependente* (*depender*) e o *dependido* (*dependee*). A **dependência** é sempre uma **relação formal** ternária contendo dois **agentes** e um **objetivo**. De forma análoga temos a **Resource Dependency** que é uma dependência entre agentes e um **Recurso** (*Resource*) (GUIZZARDI et al., 2007).

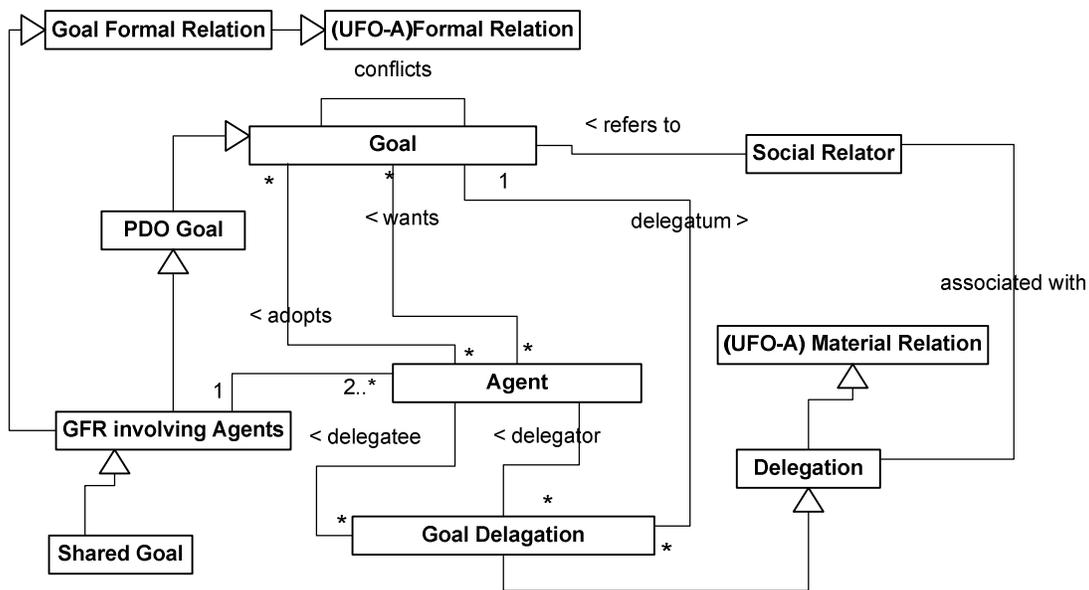


Figura 2.10 Fragmento de UFO-C Relação de Agentes em Delegações, Conflitos e Compartilhamentos (GUIZZARDI et al., 2007)

Um **Objetivo Compartilhado** (*Shared Goal*) é uma proposição pretendida ao mesmo tempo por mais de dois **agentes**, como ilustrado na Figura 2.10. Em outras palavras, dois **agentes** compartilham um mesmo **objetivo** se ambos têm desejos individuais que se referem ao mesmo **objetivo**. Dois **objetivos** são ditos **conflitantes** se eles não podem ser atingidos ao mesmo tempo. Por exemplo, dado dois **objetivos conflitantes** G1 e G2, a realização do **objetivo** G1 impediria a realização do **objetivo** G2 e vice-versa (GUIZZARDI et al., 2007).

Uma **Delegação** (*Delegation*) é um tipo de **Relação Material** (*Material Relation*) que é mais que uma simples relação de entidades. Em particular, ela conecta dois **agentes** (*delegado* e *delegando*) e um **objetivo** (*envolvido*). Além disso, *referindo-se* a essa relação de **delegação**, está o **Social Relator** (i.e. o par comprometimento/ reivindicação) estabelecido entre dois **agentes** envolvidos nessa **delegação**. Em outras palavras, quando um **agente** A delega um **objetivo** G para um **agente** B, devido ao fato de A **depende** de B para atingir G, B se compromete a atingir B em favor de A, adotando, portanto, o **objetivo** de A (GUIZZARDI et al., 2007).

2.3.2. ONTOLOGIAS DE DOMÍNIO

Uma ontologia de domínio captura, de forma genérica e formal, o senso comum de um domínio particular. Essa formalização é feita de tal forma que se possibilite melhorar o reuso e o compartilhamento por aplicações e grupos (GÓMEZ-PÉREZ et al., 2004). Em outras palavras, uma ontologia de domínio define um vocabulário específico usado para descrever uma parte da realidade do domínio. Ela deve compor uma representação que capture conceito, relações e propriedades do domínio, e um conjunto de axiomas que o restrinjam.

Ontologias de domínio descrevem um vocabulário relacionado a domínios de forma genérica como na área de medicina elaborado em GONÇALVES, (2009), o que pode ser feito através da especialização de termos mencionados por uma ontologia de fundamentação (GUIZZARDI, 2005). Dentre os objetivos de uma ontologia de domínio estão: (i) compartilhar informação, (ii) reusar elementos do domínio, (iii) tornar suposições do domínio explícitas, (iv) separar conhecimentos de domínio de conhecimento operacional e analisar o conhecimento do domínio, (v) promover interoperabilidade entre aplicações e (v) produzir modelos conceituais parcos e com consistência lógica. Em particular, neste trabalho, é proposta uma ontologia de domínio, com a finalidade de atender os objetivos anteriormente mencionados.

Vários trabalhos têm sido desenvolvidos com intuito de avaliar, remodelar, integrar modelos conceituais, prover semântica a modelos e na construção de ontologias de domínio (e.g. (GUIZZARDI, 2005), (OLIVEIRA et al., 2007), (GUIZZARDI et al., 2008) e (SANTOS et al., 2009).

2.3.3. ONTOLOGIAS DE CLASSE DE APLICAÇÃO E ONTOLOGIAS DE APLICAÇÃO

Ontologias de Classe de Aplicações descrevem conceitos que dependem de domínios e tarefas específicos, sendo, portanto, especializações de ontologias de domínio e tarefa. Esses conceitos geralmente correspondem a entidades do domínio e aos papéis executados por elas enquanto executam uma determinada tarefa (GUIZZARDI, 2005).

A idéia de ontologias de aplicações é análoga àquela onde acontece uma especialização de um conhecimento de um domínio (FALBO et al., 2002a,b)(FALBO; DUARTE, 2002). Especializações de conhecimento são criadas e incorporam conhecimento que são dependentes de tarefas e aplicações. Elas têm um propósito particular e sua funcionalidade deve ser executada por algum sistema específico ou por uma classe de sistemas (GUIZZARDI, 2005).

2.4. ENGENHARIA REVERSA E ONTOLOGIAS

O termo “Engenharia Reversa” tem sua origem em análises de *hardware*, pois essa é uma prática comum à construção ou melhoramento de produtos a partir de projetos de produtos que já estão disponíveis (BRAGA, 2006). A aplicação da engenharia reversa na engenharia de software é realizada através de um conjunto de teorias, metodologias e técnicas para apoiar e extrair abstrações das informações/dados existentes no software (JACOBSON; LINDSTROM, 1991).

Na engenharia de software, as razões para a sua aplicação são diversas como, por exemplo, quando uma aplicação é concebida sem a elaboração de uma documentação, devido a algum tipo de restrição como futuros melhoramentos ou futuras manutenções e restrições de custo ou tempo (KLOSH, 1996). Outros casos em que a engenharia reversa é utilizada são: códigos fontes mal estruturados, documentação inexistente ou desatualizada (KLOSH, 1996).

Do ponto de vista de interoperabilidade de ferramentas, a engenharia reversa, através da escavação de modelos conceituais, desempenha um papel de extrema importância na integração de ferramentas de diferentes domínios (KRAMLER et al, 2006), como, por exemplo, em ferramentas que utilizam *EXtensible Markup Language* (XML) para armazenamento de informação.

Nos dias de hoje, essa linguagem é utilizada por uma grande variedade de aplicações para armazenar e trocar informações na internet. Contudo, mesmo em aplicações mais recentes que utilizam a linguagem XML, ainda se deixa a desejar em muitas características relevantes, quando lidando com troca de informações que requerem uma estrutura mais bem definida. De fato, de acordo com *World Wide Web Consortium* (W3C), XML provê um apoio sintático para documentos estruturados, mas não impõe

nenhuma restrição semântica aos conceitos presentes no documento. Entretanto, considerando a sua estrutura e as informações presentes nesses documentos, é possível construir modelos conceituais a partir delas (FERDINAND; ZIRPINS, 2004). No contexto deste trabalho, a engenharia reversa é utilizada para extrair informações conceituais de documentos XML, em especial, para a construção de modelos conceituais a partir de XMLs presentes nas ferramentas de Blogs, ou seja, extrair a ontologia da aplicação.

2.5. ONTOLOGIAS NA COLABORAÇÃO

Na literatura, não foi encontrado trabalhos que tratem na abrangência pretendida aqui os conceitos envolvidos no domínio de colaboração, fundamental para a proposta desta dissertação. Contudo, existem alguns trabalhos que abordam partes específicas como, por exemplo, uma Ontologia de Blogs (CAMPOS; DIVINO, 2008), uma Ontologia de Reuniões (BACHLER et al., 2003) e um projeto que propõem uma Ontologia de Comunidades. Tais trabalhos são discutidos a seguir, apontando alguns problemas causados pela não utilização uma ontologia de alto nível, durante o seu processo de concepção. Algumas dessas falhas são discutidas detalhadamente em GUIZZARIDI (2006), no qual é mostrado como uma linguagem de modelagem baseada em uma ontologia de fundamentação pode ser utilizada para resolver problemas de interoperabilidade semântica, que não podem ser resolvidos com linguagens com *Ontology Web Language* (OWL) e *Resource Description Language* (RDF). Além disso, é ilustrado como uma ontologia de fundamentação pode ajudar a deixar explícitos objetivos ontológicos obscuros.

O projeto *Semantically-Interlinked Online Communities*¹(SIOC) trata de conceitos relacionados a comunidades virtuais, descrevendo informações estruturais sobre comunidades e seus conteúdos, com o objetivo de descobrir informações relacionadas, novas conexões entre conteúdos e outras comunidades. SIOC descreve conceitos de Comunidade, Container, Fórum, Item, Post, Papel, Ambiente, Espaço, Thread, Usuário, Grupo de Usuário. Porém, sua concepção foi orientada à utilização de RDF/XML, o que

¹ SIOC: <http://sioc-project.org/ontology/>, acessado, abril 2009.

efetivamente acarreta em uma visão menos abrangente em termos de modelagem, devido a limitações da linguagem, podendo causar a perda de qualidade da ontologia.

Uma Ontologia de Blogs é proposta por CAMPOS e DIVINO (2008) e denominada de *Blog Ontology* (BloOn). Essa ontologia leva em consideração o domínio de blogs e tem o objetivo de descrever um conhecimento do domínio específico de blogs² e capturar o fenômeno da distribuição do *meme*³ no contexto de blogs. A BloOn é classificada como uma ontologia de classe de aplicações pois seus conceitos representam aplicações de blogs. Em tal ontologia se pode notar alguns erros básicos como, por exemplo a confusão feita entre papéis, na qual a ontologia define que um leitor de blog não pode ser um também um autor. Além disso, ela sofre o mesmo fator de SIOC (orientação a RDF/XML).

Outro fator importante que vale ressaltar a respeito da BloOn é o fato da ontologia não estar baseada em uma teoria formal, fato que é salientado pelos próprios autores. Esse aspecto é uma das diferenças entre BloOn e a Ontologia de Blogs proposta no Capítulo 6, que considera teorias do domínio. Portanto, sem uma base semântica bem definida para o domínio, como a apresentada nas seções anteriores, ela falha em alguns aspectos, por não possuir uma base teórica e uma ontologia de fundamentação para apoiá-la. Um exemplo disso é a não distinção clara entre *endurants* e *perdurants* e, além disso, através da BloOn não seria possível capturar leituras de blogs, que é uma das finalidades da aplicação proposta de InterBlogs, por não capturar esse tipo de ação.

Compendium (BACHLER et al., 2003) é um sistema gráfico de hipertexto, que pode ser utilizado para conectar a memória semântica de um grupo, quando utilizado no cenário de reunião de grupos. Através do desenvolvimento de uma ontologia específica de reuniões, aplicada para anotar semanticamente conceitos existentes em reuniões, e é possível navegar nessas reuniões (BACHLER et al., 2003). Contudo, esta ontologia tem um caráter especialista, representando apenas reuniões, ocorrendo problemas semelhantes aos citados na BloOn.

² Um blog é um tipo de site web, usualmente mantido por uma pessoa através de publicações regulares de comentários, descrições de eventos, relatos, ou materiais como gráficos e vídeos. Essas publicações são comumente exibidas em uma ordem cronológica inversa. <en.wikipedia.org/wiki/Blog, capturado em maio de 2009>

³ Meme – é uma unidade de informação que pode ser transmitida de uma mente para outra através de falas, gestos e rituais ou outros fenômenos de troca de informação.

O projeto *Friend of a Friend* (FOAF)⁴ tem o objetivo de criar uma Web com páginas pessoais semanticamente acessíveis por máquinas de inferências. Dentre o conteúdo anotado estão: (i) links entre páginas, (ii) informações pessoais, como blog, pessoas conhecidas, interesses e página pessoal, (iii) contas eletrônicas, como chat e email. FOAF define uma tecnologia aberta e descentralizada para conectar páginas sociais e as pessoas que as descrevem. Essa ontologia é totalmente voltada para conteúdos online e para as relações entre indivíduos. Porém, como descrito na página do projeto, muitos conceitos ainda são considerados instáveis.

Considerando os trabalhos relacionados, foram encontradas algumas ontologias propostas interessantes sobre o tema. Porém não foi constatada nenhuma que seguisse um processo especializado para o desenvolvimento da ontologia e que levasse em consideração um estudo mais aprofundado do domínio, para somente então propor uma ontologia sobre o tema. Além disso, esses trabalhos focaram na modelagem de partes específicas do domínio de colaboração, deixando muitas vezes a desejar em relação a uma visão mais geral sobre o domínio de colaboração.

2.5. CONCLUSÃO

Inicialmente, neste capítulo, foram apresentados os principais conceitos relacionados a ontologias. Nesse contexto, foram discutidas algumas definições, além de uma classificação de níveis ontológicos, a saber: ontologias de fundamentação, ontologia de domínio, ontologia de classe de aplicação e aplicação. Essa classificação em níveis ajuda a clarear as distinções ontológicas e os objetivos específicos de cada nível, proporcionando um melhor direcionamento para a sua reutilização/aplicação. Em particular, foi apresentado a *Unified Foundation Ontology* e seus respectivos conceitos relevantes para a elaboração da Ontologia aqui proposta.

Uma forma de extrair uma ontologia de uma aplicação foi apresentada: a técnica conhecida como engenharia reversa. Em especial, essa técnica é útil na geração de ontologias a partir de documentos XML, abordagem que é utilizada no Capítulo 6 para a extração de uma ontologia de aplicação.

⁴ <http://www.foaf-project.org/>

Alguns trabalhos relacionados foram citados, porém, nenhum com uma visão do domínio de colaboração como a proposta neste trabalho (Capítulo 4). Portanto, se pode afirmar que este trabalho tem uma característica inovadora com relação a sua proposta.

CAPÍTULO 3. ASPECTOS RELEVANTES DO DOMÍNIO DE COLABORAÇÃO

Neste capítulo é apresentada uma discussão sobre o domínio de colaboração, portanto é discutida a base teórica relacionada a esse domínio que é posteriormente utilizada para a elaboração da Ontologia de Colaboração proposta no Capítulo 4. Dessa forma, teorias e trabalhos relacionados ao tema são apresentados.

3.1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo é realizada uma discussão sobre o domínio de colaboração, portanto, são apontadas as principais teorias e referências nessa área. No intuito de organizar melhor a discussão, ela é estruturada na visão proposta pelo Modelo 3C de colaboração (FUKE et al., 2005). Portanto, os temas abordados abrangem os três C's: cooperação, comunicação e coordenação. Em virtude disso, são apresentadas algumas das principais teorias existentes em cada uma das áreas, apontando ainda seus pontos de interligação e salientando que a colaboração é compreendida na visão do Modelo 3C a partir da junção desses três temas.

A cooperação é tão essencial no processo evolutivo que até hoje seus reflexos podem ser sentidos nas interações do dia-a-dia na sociedade. Estudos como a Teoria dos Jogos (NEUMANN; MORGENSTERN, 1944) dão relevância a cooperação, através de análise das interações entre indivíduos, na quais se identificam padrões de ausência ou presença da cooperação e os impactos causados devido a isso. Essa teoria ainda formula análises valiosas para uma melhor compreensão dos motivos da cooperação, suas razões lógicas de existência, para tal, tomando como base análises probabilísticas.

Já a comunicação trata o processo através do quais seres vivos conseguem trocar informações, expressar desejos, emoções, idéias, realizando um papel essencial nesse quebra cabeça de interações. Nesse contexto, existem várias teorias da comunicação e da filosofia da linguagem (SEARLE, 1983) que estudam de forma exaustiva esse processo, apontando as principais entidades envolvidas e seus papéis.

Por último, há a coordenação estuda as formas de promover harmonia e melhorias tanto na cooperação quanto na comunicação, buscando elevar os resultados da colaboração. Para essa discussão é referenciada a Teoria da Coordenação (MALONE; CROWSTON, 1990) que propõe uma taxonomia de relações de interdependências entre atividades e alguns mecanismos (estratégias) genéricos de resolução de conflitos. Em particular, no domínio de coordenação, alguns trabalhos como em RAPOSO et al. (2001), RAPOSO e FUKS (2002) e KLEIN et al., (2007) estendem tal teoria ampliando esses mecanismos de coordenação. Contudo, falta nesses trabalhos uma representação formal domínio de colaboração, necessária para a elaboração de estratégias de coordenação, que devido a limitações de escopo foram deixadas para serem definidas em trabalhos futuros.

Este capítulo apresenta a discussão sobre o tema de colaboração e está organizado da seguinte forma: A Seção 3.2 apresenta a discussão sobre o tema de colaboração e seus conceitos envolvidos; comunicação, coordenação e cooperação e, por fim, a Seção 3.3 apresenta a conclusão do capítulo.

3.2. A COLABORAÇÃO E O MODELO 3C

Na literatura o termo colaboração e cooperação são muitas vezes utilizados de forma indiscriminada como sinônimos. Dessa forma, neste trabalho será adotada a visão proposta por um modelo amplamente reconhecido, o Modelo 3C de colaboração em conformidade com FUKS et al., (2005). Assim, é definida como colaboração neste trabalho a composição de cooperação, comunicação e coordenação, assim estabelecendo uma conformidade estrutural com o Modelo 3C.

O Modelo 3C de colaboração é baseado na premissa de que, para colaborarem indivíduos necessitam realizar ações de comunicação, coordenação e cooperação. Em projetos de software esse modelo é amplamente utilizado na elaboração de *groupwares* e exemplos dessa utilização são exaustivamente discutidos em (FUKS et al, 2002), (FUKS et al, 2003), (FUKS et al, 2005) e (GEROSA et al., 2006).

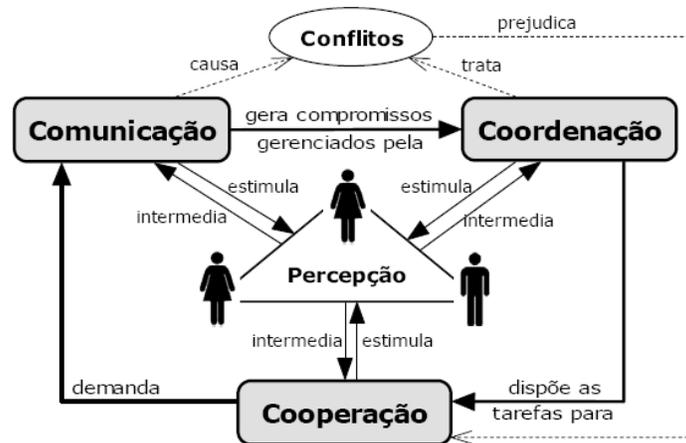


Figura 3.11- Visão geral do Modelo 3C de colaboração (FUKS et al., 2005)

Na Figura 3.1 é apresentada uma visão geral do Modelo 3C de colaboração e como seus elementos se relacionam, representando, dessa forma, a maneira pela qual a colaboração ocorre entre indivíduos. Nele, é ilustrado como a comunicação é utilizada pela cooperação e coordenação, gerando compromissos e possibilitando a colaboração. Já a coordenação fornece as regras e protocolos necessários, para que indivíduos comuniquem-se e cooperem de forma harmoniosa.

3.2.1. A COOPERAÇÃO

No trabalho colaborativo, a *cooperação* é o esforço conjunto em um ambiente compartilhado para alcançar um determinado objetivo (OLIVEIRA et al., 2007). O homem, através de um instinto intrínseco de evolução e aperfeiçoamento, coopera e para tal atividade ele se apoia na comunicação e na coordenação. É fato que, desde os primórdios da humanidade, o homem aprendeu as vantagens e ganhos, possíveis de obtenção através da *cooperação*. Diversos trabalhos, como em (ROUGHGARDEN et al., 2006), (SACHS, 2006) e (PASZKOWSKI, 2006) discutem como a cooperação é e foi essencial no papel da evolução, e como os organismos recorrem a esse recurso também para a sobrevivência. Vale ressaltar que o foco aqui é a cooperação no que tange as relações entre agentes humanos, porém, como mencionado anteriormente a cooperação abrange um domínio mais amplo.

Na Teoria dos Jogos proposta por NEUMANN e MORGENSTERN (1944), é demonstrado através da análise de jogos, que determinadas configurações das relações

entre jogadores podem elevar chances de obtenção de ganhos de forma significativa, devido basicamente a cooperação entre os jogadores, em detrimento do individualismo e egoísmo. Tais jogos nos quais a cooperação é realizada são classificados como jogos de soma não zero, pois o resultado da interação entre os participantes resulta em uma diferença como, por exemplo, ganha-ganha ou perde-perde.

A Teoria dos Jogos ainda define jogos com resultados de soma zero, nos quais a competição é a essência do jogo. A soma zero, parte da hipótese que existem conflitos de interesses entre os jogadores, acarretando em uma competição. Dessa forma para um ganhar o jogo é necessário que o outro jogador perca. Portanto, os únicos resultados possíveis para esse tipo de jogo são aqueles em que um participante ganha e o outro perde. Particularmente, esse tipo de jogo implica que seus participantes tenham objetivos conflitantes. É defendido na literatura como, por exemplo, em MUCCHIELLI (1980) e LIPNACK e STAMPS (2000) que competições inseridas na *cooperação*, quando não destrutivas, podem ser usadas como *estratégias de coordenação*, dando motivação e estimulando os participantes a atingirem o objetivo comum. Um exemplo desse tipo de estratégia é utilizado com sucesso em KWINN et al. (2003), no qual se divide quatro times para a realização de um mesmo objetivo devido a restrições de tempo e requisitos de qualidade. Um cenário como esse é interpretado de uma forma diversa: a cooperação existe dentro de cada um desses times e a competição entre os times. Em outras palavras, a premissa aqui assumida é de que a colaboração são interações entre indivíduos que não possuem objetivos conflitantes. O próprio compartilhamento de objetivos (ou a complementariedade de objetivos) é, portanto, assumida aqui como um critério de unidade de cada um desses grupos de colaboração.

Os Jogos mencionados na Teoria dos Jogos quando executados podem ser vistos como *sessões colaborativas*, nas quais jogadores participam com a finalidade de atingirem determinados objetivos compartilhados ou devido a necessidades mutuas ou a existência de objetivos complementares denominados de *social exchange* (HOMANS, 1958). Portanto, em sua essência a teoria dos jogos estuda as relações interpessoais, a colaboração entre indivíduos, e através de análises probabilísticas como essas relações podem ser utilizadas, para se obter melhores resultados no jogo, ou seja, obter a maximização de resultados.

Nesse contexto de análises probabilísticas, a Teoria da Cooperação (AXELROD, 1984) estuda a tensão compartilhada entre jogos. Basicamente o foco é o entendimento do que é bom para indivíduos em curto prazo, e o que é bom para o grupo em longo prazo, considerando um contexto de várias *sessões colaborativas* ao longo do tempo. Vale ressaltar que essa teoria tem como base a Teoria dos Jogos, mais especificamente destrinchando o problema conhecido como O Dilema do Prisioneiro (*The Prisoner's Dilemma*). Tal teoria busca responder as seguintes questões: (i) em que condições a cooperação pode surgir e ser sustentada por indivíduos egoístas? (ii) que conselho pode ser oferecido a um indivíduo para melhor conseguir melhores resultados na cooperação? e (iii) quais são as melhores regras para promover a cooperação entre indivíduos? Respondendo essas questões, essa teoria visa ressaltar como a cooperação pode ser realizada de forma a melhorar os resultados, dado que esses indivíduos podem cooperar em várias iterações.

Outro estudo relevante é o demonstrado em (AXELROD, 2000), no qual é constatada que, quando baseada na reciprocidade, a cooperação realmente existe entre indivíduos, nações e grupos. Essa reciprocidade pode ser vista como uma permutação social (*social exchange*) de objetivos, possíveis através de acordos sociais realizados entre essas entidades.

Outro ponto importante a ser mencionado e argumentado por SMITH (1985), que aponta dentre a causa das riquezas das nações: (i) a livre iniciativa de mercado e (ii) a *especialização do trabalho*, como instrumento de aumento de produtividade. De fato, na sociedade de hoje, os efeitos da cooperação são evidentes. Pessoas se especializam em funções ou papéis (papéis colaborativos), executando atividades específicas, como por exemplo, agricultores que produzem alimentos, que são posteriormente comercializados na sociedade. Outros se especializam na área da saúde, educação, comércio, tecnologia, etc. Esse modelo de trabalho especializado torna possível a esses indivíduos focarem em um determinado tipo de trabalho, aumentando a produtividade e possibilitando o aperfeiçoamento. No contexto industrial, esse tipo de organização foi proposta formalmente por TAYLOR (1976). Dessa forma, esses indivíduos executam papéis colaborativos específicos durante a atividade de colaboração, o que proporciona uma melhoria significativa da mesma.

3.2.2. A COMUNICAÇÃO

O ato de Informar, de acordo com o dicionário Merriam Webster é dar ou comunicar alguma informação ou conhecimento. Nesse aspecto, o informante emite a informação, contudo esse processo de emissão não assegura que essa informação ou conhecimento seja recebido, ou mesmo entendido pelo receptor. Por outro lado, o processo de comunicação, discutido nesta seção, implica em um recebimento por um receptor e um entendimento dessa informação pelo mesmo (KARBOWIAK, 1969).

Nos seres vivos, as trocas de informação estão presentes desde o nível celular, onde o Ácido Desoxirribonucléico (ADN) carrega informações passadas de geração em geração. Essa informação genética é transmitida por um código ao longo das gerações, que pode ser visto como uma mensagem passada de pai para filho (herança genética), e determinam as funções biológicas do ser (NELSON; COX, 2004).

Diferenciando trocas de informações da comunicação, definimos inicialmente comunicação como: o intercâmbio de informações entre pelo menos dois indivíduos, com a compreensão da mesma pelos envolvidos. Portanto, basicamente a comunicação é um processo que apóia a criação de um entendimento comum/compartilhado. Vale ressaltar que esse entendimento comum pode ser a externalização de uma visão de mundo intrínseca de um dos indivíduos envolvidos no processo, ou seja, a externalização de uma realidade particular.

O homem, durante milhares de anos de evolução desenvolveu várias maneiras de comunicação, com o objetivo de alcançar o aperfeiçoamento próprio e por questões de sobrevivência. Em particular, um desses processos de comunicação realizados pelo homem deu origem a *linguagem idiomática*. Com essa forma de codificar/decifrar as mensagens enviadas e recebidas, o homem pode aperfeiçoar a externalização de pensamentos, tornado possível a utilização de níveis complexos de abstração, tornando assim, possível a troca de conhecimentos/informações tácitas (BELTRÃO, 1977).

As mensagens são meios pelos quais é possível representar objetos, relatar fatos, descrever situações e expor idéias (BERLO, 1972), em resumo, a representação da informação tácita que pretende ser transmitida ou repassada de um individuo a outro. A comunicação realizada pelo homem é, quase sempre anexada a uma reflexão. Portanto, a definição de comunicação para o ser humano é um processo de transmissão de

informação, enriquecido pela reflexão e posta em símbolos a outro, com o propósito de provocar uma reação identicamente simbólica (PENTEADO, 1993).

É importante entender como a comunicação como linguagem surgiu, para descobrir como, inicialmente, o homem superou em inteligência os demais seres vivos, e se devido às interações com indivíduos de mesma espécie, ocasionadas por essa nova forma de comunicação chegou ao patamar de evolução atual. Dessa forma, para um melhor entendimento da comunicação, é importante definir quais são as entidades essenciais que participam desse processo. Muitos trabalhos ao longo dos anos vêm propondo modelos de processos de comunicação como em (SHANNON, 1949), (SCHRAMM, 1964), (BERLO, 1972), (MELO, 1973), (KOTTER, 1977) e (PENTEADO, 1993). Alguns desses trabalhos propõem modelos mais complexos como, por exemplo, a representação de efeitos desejáveis (objetivos da comunicação no receptor) a serem causados com a comunicação, do comunicador para o receptor. Contudo, é consenso nesses modelos as entidades de *transmissor* ou *comunicador*, *receptor* ou *destinatário*, *mensagem* e uma *linguagem* que codifica a *mensagem*. Portanto, neste trabalho adotamos como participantes do processo de comunicação básica essas entidades.

É importante ainda mencionar uma teoria oriunda da filosofia da linguagem que estuda os denominados *speech act* (atos comunicativos), como discutido em SEARLE (1983). Um *speech act* é definido como o ato que carrega um conteúdo proposicional de uma unidade comunicativa separada por pausas (*utterance*). Dessa forma, os *Illocutionary acts* (interação de comunicação) são compostos por *speech acts* completos, nos quais o conteúdo do *speech act* é entregue ao receptor (SEARLE, 1983). *Illocutionary act* é um ato executado intencionalmente de tal forma que se deixe claro para alguma pessoa o que este ato representa (SEARLE, 1983). Além disso, o emissor é definido em termos de intencionalidade que não são necessariamente intrinsecamente linguísticas. Contudo, a maioria dos *illocutionary acts* realizados por humanos são atos que carregam termos linguísticos (SEARLE, 1983). *Illocutionary acts* são divididos em cinco categorias básicas: informar (*assertive*), ordens (*directives*), atos compromissos (*commissives*), declarações (*declarations*) e expressões (*expressives*) (SEARLE, 1979).

Levando em consideração a intencionalidade, a conexão entre estados intencionais e *speech acts* é que, na execução de cada *illocutionary act* existe um conteúdo proposicional, no qual é expresso um determinado estado intencional com um conteúdo proposicional como, por exemplo, se um agente expressa um desejo *d*, ele expressa a intenção de querer *d* (SEARLE, 1983).

Vale salientar que a comunicação é um campo em constante evolução e devido à complexidade do tema, vários tipos de comunicação e teorias são propostos, como por exemplo, comunicação de massa, comunicação social, comunicação pessoal, etc. (OLIVEIRA, 2003). Portanto, como anteriormente mencionado, devido a essa complexidade, este trabalho trata somente da comunicação básica e intencional entre seres humanos.

3.2.3. COORDENAÇÃO

A coordenação tem como objetivo prover harmonia, promovendo a colaboração e maximizando resultados. Uma boa coordenação é, quase sempre perceptível, bem definida, e deve ser conhecida pelas entidades envolvidas na colaboração. Um contra-exemplo disso é uma sala de aula onde todos falam ao mesmo tempo. Nesse caso em particular é possível nitidamente notar a falta da coordenação.

A Teoria da Coordenação (MALONE; CROWSTON, 1990) contribuiu para mudança da visão do problema de coordenação, a qual antes vista como problemática no contexto de situações de trabalho em grupo, mas que também deve ser tratada em atividades em que ocorrem com a participação de um único indivíduo, em outras palavras, mostrando que a coordenação é necessária em uma visão orientada a atividades em oposição a uma visão orientada a atividades de grupos de indivíduos.

Tal teoria define um conjunto de princípios de como atividades podem ser coordenadas. Nesse contexto, ela define a coordenação como “o gerenciamento de dependências entre atividades” (CROWSTON; MALONE, 1994). Tais dependências restringem a maneira como essas atividades são executadas. Além disso, uma taxonomia é proposta para representar os vários tipos de dependências entre atividades, sendo a primeira delas a *dependência de fluxo (flow)*, na qual uma atividade, que produz um recurso restringe outras atividades, que consomem esse recurso. Outro tipo de

dependência é a *dependência de compartilhamento* em que duas ou mais atividades compartilham um mesmo recurso. Por último, a *dependência de encaixe (fit)*, na qual duas ou mais atividades produzem um recurso de forma sincronizada (CROWSTON; OSBORN, 2003).

A *dependência de fluxo* é ainda dividida em *usabilidade (usability)* e *transferência (transfer)*. A *dependência de usabilidade* é a dependência em que um recurso criado por uma atividade deve ser produzido de forma apropriada para as atividades que necessitam desse recurso. Já na *dependência de transferência*, um recurso deve ser transferido do local onde foi criado para o local onde ele será consumido, ou seja, o recurso deve ser disponibilizado em um local específico, necessário para o seu uso (CROWSTON; MALONE, 1994).

Baseado nos tipos de dependências discutidos anteriormente, a Teoria da Coordenação propõe mecanismos de coordenação genéricos para o gerenciamento de atividades. Esses mecanismos são estratégias de coordenação que tem como objetivo a resolução de conflitos. Além disso, estratégias de coordenação podem ser usadas para evitar tarefas repetitivas que geram um mesmo recurso, ou seja, tarefas com um mesmo tipo de saída, o que em alguns casos não é desejado.

Alguns trabalhos como RAPOSO et al. (2001), RAPOSO e FUKS (2002), ANDRES e ZMUD (2002) e KLEIN et al., (2007) apresentam extensões dessas estratégias de coordenação proposta pela Teoria da Coordenação em CROWSTON e OSBORN (2003), alguns deles com a adição da dimensão temporal. Portanto, basicamente se tem a *interdependência de tempo e recursos* entre atividades. A dependência temporal estabelece uma restrição na ordem de execução das atividades (precedência). Já a dependência de recursos é aquela descrita anteriormente (fluxo, encaixe e compartilhamento). Particularmente, o trabalho proposto em RAPOSO et al. (2001) utiliza essas dependências como primitivas para a generalização das estratégias de coordenação, levando em conta o fator temporal. Um exemplo desse tipo de estratégia (temporal e gerenciamento de recurso) é uma situação onde se tem um determinado número M de agentes executando N atividades compartilhando um único recurso A (RAPOSO et al., 2001).

A Teoria da Coordenação e suas extensões focalizam especialmente no gerenciamento de atividades, buscando uma forma de automatizar a resolução de conflitos e maximizar o aproveitamento das atividades e recursos. Porém, nesses trabalhos não são abordadas estratégias de otimização de atividades na produção de recursos. Também são deixados de lado alguns aspectos de gerenciamento de recursos como, por exemplo, a multiplicidade de reutilização de um recurso. Isto se deve pelo fato de que o que o modelo a ser apresentado trata-se de um modelo independente de domínio e questões desse tipo dependem comumente da natureza do recurso sendo utilizado.

A necessidade de levar fatores de coordenação em consideração fica clara quando, em um escalonamento de atividades, a execução de uma tarefa T1 modifica uma determinada característica do recurso R1 usada por uma tarefa T2. Se por algum motivo colocarmos a T1 antes de T2, a segunda pode não ser mais possível de execução, devido a incompatibilidade de recurso demandado por ela. Dessa forma, uma representação formal do domínio é necessária, em um passo anterior ao de elaboração de estratégias de coordenação, com o objetivo de capturar o máximo de estratégias possíveis (coordenação), tornando ideal o aproveitamento de recursos e atividades.

Outro ponto importante e ainda não mencionado são as oportunidades de colaboração. Elas devem ser levadas em conta ao planejar uma estratégia de coordenação, pois, em um trabalho envolvendo vários indivíduos, oportunidades de colaboração podem existir, contudo devido à falta de informação entre esses agentes, ou seja, a falta de uma visão geral do contexto, elas podem não ser percebidas. De fato, isso pode acontecer em atividades que utilizam um mesmo recurso ou tipo de recurso. O fato de atividades necessitarem de um mesmo recurso pode indicar um potencial de colaboração. Por exemplo, o fato de somente um dos envolvidos na utilização do recurso deter o conhecimento de utilização do mesmo possibilita uma oportunidade de colaboração entre eles. Mais especificamente, suponha que existam atividades desempenhadas por agentes que necessitam do uso de um computador, mas somente um desses agentes detém o conhecimento necessário para a operação do recurso. Por conseguinte, uma estratégia de coordenação, em que esses agentes tenham a oportunidade de cooperar, pode facilitar o trabalho a ser desempenhado por ambos ou por um deles.

Algumas características sobre recursos como *concorrência* (*concurrency*), e *reutilização* (*reusability*) são importantes de serem representadas. A *Concorrência* ou *Compartilhamento* representa a utilização de recursos por vários agentes ao mesmo tempo sem a perda de suas propriedades necessárias para a sua utilização. Já a *Reutilização*, determina se um recurso pode ser reutilizado, sem perder suas propriedades necessárias para a sua utilização (YOSHIOKA; HERMAN, 2000). Baseado em algumas dessas caracterizações de recursos no Capítulo 4 é apresentado uma taxonomia para *Recursos* no que tange aspectos relevantes para a colaboração, deixando as demais para serem tratadas em trabalhos futuros.

No contexto de atividades em grupos e levando em consideração que em alguns casos tais grupos existem para uma melhor coordenação, a seguir é realizada uma discussão sobre os critérios e motivos de formação dos grupos. É sabido que, onde uma pessoa falha na execução de uma atividade, um grupo pode ser bem sucedido, dessa forma é interessante entender quais são os fatores que levam à formação de grupos e como eles interagem. No contexto organizacional, grupos muitas vezes são definidos por fatores *estruturais* da organização. Esses fatores definem fronteiras que delimitam o grupo, com objetivo de facilitar colaboração, e a própria coordenação em si, dentro da organização. Esse tipo de coordenação é definido em DONALDSON (2001) e nomeado de *coordenação estrutural*. Tais grupos são formados de forma “forçada”, devido ao fator estrutural que remete à entrada desses indivíduos no grupo. Vale ressaltar que esse tipo de organização segue um critério essencial de união como, por exemplo, o grupo de alunos cursando Ciência da Computação na Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), ou o grupo de “trabalhadores” do Senado Federal, conhecido como senadores.

Grupos de indivíduos são formados devido a diversos critérios de união como, por exemplo, grupos de negros e brancos do Brasil, grupos de pessoas com mais de 60 anos, grupos de pessoas do sexo feminino, grupos que praticam um determinado tipo de esportes, etc. Contudo, sempre se tem um critério que determina a união, esse critério representa uma característica que os tornam um grupo. Em sistemas de informação, um desses critérios pode ser caracterizado através de uma restrição de acesso a informação, onde uma determinada informação é restrita a um conjunto de indivíduos (grupo). Tal restrição pode criar um sentimento de união entre esses indivíduos (LIPNACK;

STAMPS, 2000). Nesse trabalho será focada a definição de grupos no sentido de grupos colaborativos, portanto, o conceito de grupo utilizado neste trabalho tem critérios mais restritos do que os critérios de formação acima apresentados (estrutural e por características físicas comuns). Nesses *grupos colaborativos*, é assumida a premissa de que os integrantes do grupo concordam com um *acordo colaborativo* conhecido por todos que define o critério de união desse grupo. Em especial, em alguns casos, as regras que definem um acordo colaborativo são materializadas através de uma descrição explícita. Um exemplo desta descrição é um *protocolo* ou um *contrato normativo* que descreve explicitamente os papéis envolvidos em um processo colaborativo, bem como os direitos e deveres daqueles que desempenham esses papéis.

Devido à complexidade de alguns desses grupos, em muitos casos se tem a necessidade da formação de subgrupos (LIPNACK; STAMPS, 2000). Subgrupos ocorrem quando entre um determinado grupo de indivíduos, devido a algum sub critério de união, se tem a necessidade de uma sub formação. Essa necessidade ocorre mais frequentemente em grandes organizações, onde uma divisão é necessária para que se possa controlar melhor o conjunto de indivíduos. No exemplo anteriormente mencionando, o grupo dos alunos do curso de Ciência da Computação da UFES pode ser modelado como um subgrupo dos alunos da UFES, dividido dessa forma para melhor organizar os tipos de matérias a serem cursadas pelos alunos do grupo.

3.3. CONCLUSÃO

Neste capítulo foram apresentados os aspectos relevantes ao domínio de colaboração e seus principais conceitos, levando em consideração as teorias mais amplamente aceitas em cada área da colaboração. Os temas de cooperação, comunicação e coordenação foram discutidos, formando uma base teórica para a elaboração da Ontologia de Colaboração apresentada no Capítulo 4. Vale ressaltar a utilização da visão proposta pelo Modelo 3C de colaboração, proporcionando uma análise modularizada do domínio.

É ainda importante concluir que a predisposição do homem de colaborar, com objetivo de adquirir e compartilhar conhecimento permitiu o desenvolvimento de técnicas avançadas de trocas de conhecimento, facilitando e aprimorando a própria comunicação e

também a cooperação e a coordenação. Isso levou, por consequência, à evolução da própria espécie, assim como da colaboração por ela realizada.

CAPÍTULO 4. CONTO: UMA ONTOLOGIA DE DOMÍNIO DE COLABORAÇÃO

Com base no texto exposto do capítulo anterior, nota-se a necessidade do desenvolvimento de uma conceituação que possa unificar os conceitos no domínio de colaboração. Portanto, este capítulo apresenta uma ontologia de Colaboração estruturalmente organizada em conformidade com o Modelo 3C.

4.1. INTRODUÇÃO

A colaboração emerge em diversas situações, as quais são basicamente causadas pelas interações entre indivíduos ou grupos desses. Tais interações fornecem um meio pelo qual esses indivíduos são levados a realizar algum tipo de colaboração, seja por um instinto de sobrevivência ou mesmo por um instinto intrínseco de parceria. Essa colaboração é claramente visível em sociedades, organizações, grupos de indivíduos, empresas, etc.

Em especial no contexto organizacional, a colaboração é utilizada para trocas de informações dentro e fora dos limites organizacionais. De acordo com *The Global Ceo Study* (2006), uma organização que colabora de forma eficiente consegue maximizar seus lucros. Dessa forma, tal colaboração reduz custos de transações entre as organizações e as habilita na criação de modelos de negócios especializados, combinando serviços providos por outras organizações (e.g. terceirização da cadeia e serviços/produção).

Dando importância ao tema de colaboração, é crucial conceituar e formalizar um vocabulário comum para a sua representação. Portanto, neste capítulo é apresentado a Ontologia de Colaboração (*Collaboration Ontology* – CONTO) que devido a critérios de organização está estruturada de acordo com a divisão sugerida pelo Modelo 3C compreendendo: comunicação, cooperação e coordenação. Tal modelo foi escolhido devido ao fato de ser amplamente utilizado na literatura em diversas soluções no que tange a colaboração como, por exemplo, BORGHOFF e SCHLICHTER (2000) como um meio de classificar sistemas colaborativos, e em PIMENTEL (2006) onde é utilizado para a criação de um processo de desenvolvimento de *groupware*.

Seguindo a estrutura proposta pelo Modelo 3C, são apresentadas três ontologias; cooperação, comunicação e coordenação. Essas três ontologias buscam representar um conhecimento capturado sobre o domínio específico de colaboração. Dessa forma são apresentados conceitos, relações, propriedades do domínio e um conjunto de axiomas que restringem o domínio de colaboração. Tal Ontologia foi desenvolvida no intuito de formalizar o conhecimento bem fundamentado sobre o domínio de colaboração, provendo um vocabulário comum e apoiando a integração dentro do domínio de colaboração. Esta ontologia visa à representação do domínio de colaboração com seus conceitos restritos no que tange a relações humanas e os reflexos causados por essas relações.

Este capítulo apresenta a Ontologia de Colaboração proposta nesta dissertação e está organizada da seguinte forma: a Seção 4.2 apresenta a Ontologia de Colaboração dividida em três ontologias: cooperação, comunicação, coordenação; por fim, a Seção 4.3 apresenta a conclusão deste capítulo.

4.2. CONTO: UMA ONTOLOGIA DE COLABORAÇÃO

Em conformidade com a estrutura sugerida pelo Modelo 3C, a Ontologia de Colaboração foi subdividida nas ontologias de: Cooperação, Comunicação e Coordenação. Essa divisão visou facilitar o seu processo de desenvolvimento, permitindo um melhor entendimento de cada parte da colaboração e seus aspectos específicos de cada área. A Figura 4.1 apresenta a divisão da Ontologia de Colaboração e como elas se relacionam ilustrado através de um diagrama de pacotes, no qual cada pacote representa uma das ontologias. Como ilustrado na Figura 4.1 a Ontologia de Comunicação promove o apoio necessário para a realização da cooperação, portanto ela apóia as interações entre agentes. Além disso, a comunicação gera compromissos ou acordos que são gerenciados pela coordenação durante o processo de comunicação e cooperação. Por fim, a coordenação organiza e harmoniza os processos de cooperação.

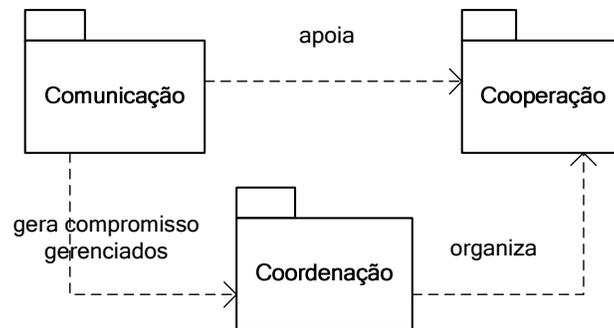


Figura 4.1-Diagrama de Pacotes das Ontologias e as relações que formam a Ontologia de Colaboração

Em complemento aos modelos conceituais a seguir apresentados, foram necessários a definição e formalização de um conjunto de axiomas. Portanto, em sequencia são apresentadas as três ontologias que formam a Ontologia de Colaboração proposta neste trabalho representadas pelos modelos conceituais, axiomas e as suas respectivas descrições.

4.2.1. A ONTOLOGIA DE COOPERAÇÃO

A Ontologia de Cooperação foi desenvolvida com o intuito de representar elementos que são relacionados ao trabalho conjunto entre indivíduos, ou seja, o trabalho cooperativo. Nesse contexto de cooperação fazem parte, o ambiente onde a cooperação acontece, as ações que esses indivíduos realizam, dentre outros. A Figura 4.2 exhibe a Ontologia de Cooperação, conceitos em cinza são provenientes das ontologias de fundamentação UFO (A), (B) e (C) previamente apresentadas no Capítulo 2 e destacado em branco conceitos da Ontologia de Cooperação.

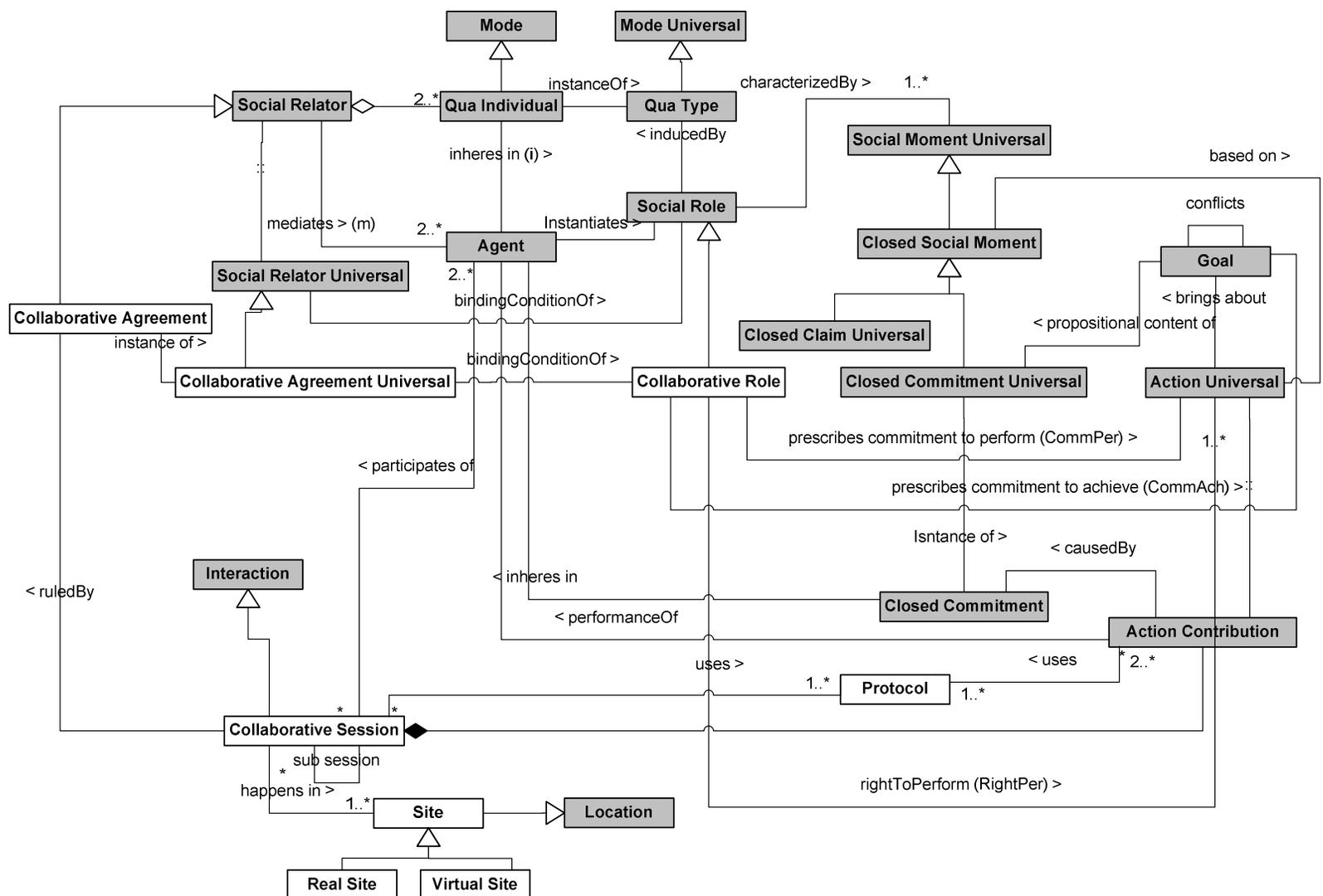


Figura 4.2 - Ontologia de Cooperação

Agentes, como ilustrado na Figura 4.2 podem participar (*participates of*) de uma **Sessão Colaborativa** (*Collaborative Session*) (SC). Uma SC deve ter pelo menos dois participantes, por definição. As **Sessões Colaborativas** são compostas por *Participação de Recurso* (*Resource Participation*) ou de *Ações de Contribuição* (*Action Contribution*). Uma *Participação de Recurso* é a participação de um *Recurso* não intencional, ou seja, ele participa de forma inanimada (sendo utilizado, criado, terminado ou modificado) (GUIZZARDI et al., 2008b). Por outro lado, uma *Ação de Contribuição* é aquela executada por (*performance of*) um *Agente* (*Agent*) que tem a intenção de contribuir. As *Participações* de uma SC e ela própria são organizadas através da coordenação, a qual é representada no modelo pelo conceito **Protocolo** (*Protocol*), o qual é detalhado posteriormente na Ontologia de Coordenação.

A **Sessão Colaborativa** é uma *Interação* (*Interaction*) entre *Agentes* deliberada por (*ruled by*) **Acordos Colaborativos** os quais implicam em não possuir *Objetivos* (*Goal*) conflitantes, como, por exemplo, em uma partida de futebol onde os jogadores do mesmo time objetivam a vitória ou uma reunião de projeto na qual seus participantes objetivam a resolução de determinados objetivos compartilhados, dessa forma nesses exemplos existe um acordo colaborativo que rege essas colaborações. A natureza desses acordos colaborativos podem derivar de objetivos compartilhados ou das denominadas **trocas sociais** (*social exchange*) (HOMANS, 1958), nas quais um participante adota o objetivo do outro e vice-versa, mediando um acordo. A **Sessão Colaborativa** aqui definida é o mesmo tipo de interação definida por NEUMANN e MORGENSTERN (1944), que ocorre quando os objetivos inerentes dentre os participantes da sessão não conflitam e como consequência o resultado dessa colaboração é uma soma não zero, ou seja, os resultados da SC são positivos ou negativos, não existindo, portanto uma competição, como os definidos em jogos de soma zero.

Durante uma SC, *Agentes* instanciam **Papéis Colaborativos** (*Collaborative Roles*) que são caracterizados por (*characterized by*) um Tipo de *Compromisso Fechado* (*Closed Commitment Universal*) que tem como conteúdo proposicional (*propositional content of*) um *Objetivo* (*Goal*). Tal objetivo é satisfeito quando são criados instâncias de Tipos de *Ações* (*Action Universals*), ou seja, essa ação leva (*brings about*) a uma situação onde esse objetivo é satisfeito (GUIZZARDI et al., 2008b). Dessa forma, os **Papéis**

Colaborativos, quando instanciados por *Agentes*, os levam a realizar ações que são causadas pelo *Compromisso Fechado* de instanciar esse papel. Voltando ao exemplo da partida de futebol, o papel colaborativo assumido por um jogador de jogar como lateral esquerdo é cumprido quando ele desempenha o papel durante a partida com ações de um lateral. Lembrando que, quando esse jogador assumiu esse papel, ele concorda em aceitar os objetivos inerentes ao papel e que são satisfeitos quando ele executa ações específicas desse papel.

A partir das definições acima se pode derivar algumas relações. A primeira, é denominada *prescribes commitment to achieve* (CommAch) e ocorre entre **Papéis Colaborativos** e *Objetivos*. Logo, se CommAch (r, g) então existe um closed commitment universal c a ser realizado (*fulfilled*) que tem como conteúdo g , caracterizando então o papel colaborativo r . Isto reforça que um papel colaborativo r tem um compromisso de realizar um objetivo que foi acordado através de um compromisso assumido, como definido pelo axioma A1. A segunda relação é derivada entre **Papéis Colaborativos** e *Tipos de Ações (Action Universal)* denominada de *prescribes commitment to performe* (CommPer). Conforme definido pelo axioma A2, se CommPer (r, a), então existe um closed commitment universal c , tal que c caracteriza o papel colaborativo r e c é baseado em um action universal, ou seja, para satisfazer esse compromisso o papel tem que executar um tipo de ação específica a . Análogo ao CommPer, definido no axioma A3, o papel tem o direito de executar uma determinada ação, ou seja, assim como ele faz um comprometimento (Commits) de executar, em contrapartida ele ganha o direito de executar (RigthPer).

<p>A1- $CommAch(r, g) \equiv \exists c \text{ Closed Commitment Universal } (c) \wedge characterized_by(r, c) \wedge propositional_content_of(g, c)$</p>
--

<p>A2- $CommPer(r, a) \equiv \exists c \text{ Closed Commitment Universal } (c) \wedge characterized_by(r, c) \wedge based_on(c, a)$</p>

<p>A3- $RigthPer(r, a) \equiv \exists c \text{ Closed Claim Universal } (c) \wedge characterized_by(r, c) \wedge based_on(c, a)$</p>

Com mencionado, uma SC é deliberada (*ruled by*) por **Acordos Colaborativos** (*Collaborative Agreements*) que são configurados (acordados) pelos participantes desta SC. Esses **Acordos Colaborativos** são tipos de **Relações Sociais** (*Social Relator*) e instanciam **Tipos de Acordos Colaborativos** (*Collaborative Agreement Universal*) que estão atrelados aos **Papéis Colaborativos**. Em outras palavras, a relação de um **Collaborative Agreement Universal** e um **Papel Colaborativo** é uma condição de ligação (*binding condition of*) que o primeiro impõe sobre o segundo (ver axioma A4). Dessa forma, através da comunicação, **Acordos Colaborativos** podem ser firmados entre *Agentes* de tal forma que sejam refletidos nos **Papéis Colaborativos** que esses agentes se comprometem a desempenhar em uma SC. Um Exemplo disso é quando um jogador acorda com o seu time que irá desempenhar o papel de lateral esquerdo.

Conforme definido pelo axioma A5 e acima descrito, se *RuledBy* (s,c) então existe um c , tal que c é instância de collaborative agreement universal (CAU) e para toda ação a que faz parte de s , então existe uma condição de ligação entre o papel colaborativo r orientada pelo CAU tal que r tem o compromisso de executar a . Isto exemplifica que as ações realizadas em uma sessão colaborativa são orientadas por acordos colaborativos através dos papéis colaborativos instanciados pelos participantes da sessão. Já no axioma A6 se tem que dado uma CAU ca , para todo goal g, g' existe um papel colaborativo r tal que r é orientado pelo ca e se r prescreve um comprometimento de atingir g e g' , então g não conflita com g' . Em outras palavras, considerando uma CAU que orienta um papel colaborativo, se tem que esse papel não pode prescrever um comprometimento de atingir um objetivo que conflita com um objetivo que ele prescreve.

A4- $Collaborative\ Role\ (r) \equiv \forall u\ binding_condition_of(u,r) \rightarrow Collaborative\ Agreement\ Universal\ (u)$

A5- $RuledBy\ (cs,ca) \equiv Collaboration\ Session\ (cs) \wedge Collaborative\ Agreement\ (ca) \wedge \exists U_{ca}\ instance_of\ (ca, U_{ca}) \wedge (\forall a\ part_of\ (a,cs) \rightarrow \exists r\ binding_condition_of(U_{ca}, r) \wedge CommPer(r,a))$
--

A6- $Collaborative\ Agreement\ Universal\ (u) \equiv \forall g, g' \exists r, r' binding_condition_of\ (u, r)$
--

$$\wedge comAch(r, g) \wedge binding_condition_of(u, r') \wedge comAch(r', g') \rightarrow \neg conflict(g, g')$$

Um **Ambiente** (Site) representa onde uma SC acontece (*happens in*), podendo ser esse um **Ambiente Virtual** (Virtual Site) ou **Real** (Real Site). Como pode ser observado no modelo, um ambiente é um tipo de *Location*, ou seja, um espaço conceitual cujos valores (qualia) podem ser usados como valores de propriedades de localização espacial de entidades concretas (*endurants* e *perdurants*). Um Ambiente é dito virtual se estiver sendo simulado por uma ferramenta de software, perceba que um ambiente virtual também existe no “mundo real”. Em contrapartida, um **Ambiente Real** é aquele que existe no mundo real, dessa forma existindo em um espaço físico concreto. Exemplos de **Ambientes Virtuais** são: Fóruns, Blogs, Gerenciadores de Documentos, etc. e exemplos de **Ambientes Reais** são: a sala onde acontece a reunião, o estádio onde acontece a partida de futebol, etc. A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta um dicionário de dados da Ontologia de Cooperação, com uma entrada para cada conceito

Tabela 4.1 - Dicionário de Termos da Ontologia de Cooperação

Collaborative Session	Eventos complexos nos quais participantes interagem através de participações/contribuições com o propósito de colaborar
Site	Local onde a sessão colaborativa acontece
Site Virtual	Ambiente que é simulado por uma ferramenta de software onde uma sessão colaborativa acontece
Site Real	Ambiente concreto do mundo real onde a sessão colaborativa acontece
Collaborative Agreement	Representa um tipo de Social role que delibera uma sessão colaborativa.
Collaborative Agreement Universal	Tipo de <i>Social Relator Universal</i> que pode ser instanciado por um Collaborative Agreement e fornece a condição de ligação de um Papel colaborativo
Collaborative Role	Papel Social que agentes se comprometem a desempenhar devido aos acordos por eles assumidos

A conceituação discutida nesta seção pode ser resumida da seguinte forma. Agentes participam de uma sessão colaborativa desempenhando papéis colaborativos. Estes papéis são assumidos por agentes que são (e quando são) mediados por um acordo colaborativo. Papéis Colaborativos são caracterizados por comprometer-se a certos objetivos realizando ações específicas. Ao assumir um papel colaborativo, um agente adota os objetivos prescritos para aquele papel. Uma sessão colaborativa é materializada por participações/contribuições que são resultados dos compromissos fechados assumidos nesses papéis. Por fim, Papéis que são ligados pelo mesmo acordo colaborativo não podem prescrever objetivos conflitantes. Esta condição diferencia um acordo colaborativo de um compromisso social genérico.

4.2.2. ONTOLOGIA DE COMUNICAÇÃO

A Ontologia de Comunicação tem o objetivo de representar os elementos inerentes ao domínio de comunicação. Logo, é abordado nessa ontologia elementos que representam a comunicação e as demais entidades envolvidas durante esse processo. Na Figura 4.3 são destacados conceitos e relações presentes na Ontologia de Comunicação. Nela é feita uma distinção entre **Contribuições Materiais** (*Material Contribution*) e **Atos Comunicativos** (*Communicative Acts*) e **Percepção** (*Perception*) que são tipos de *Ações de Contribuição*. Sendo a primeira, contribuições que modificam um estado de mundo de forma material (física). Além disso, essas contribuições não carregam **Mensagens** (*Messages*). Exemplos de contribuições materiais são: em um jogo de futebol, o ato de passar a bola para o seu companheiro, ajudar a mover uma mesa. Já os *Atos Comunicativos* e as **Percepções** estão associados a uma **Mensagem**, essa mensagem carrega o conteúdo que se deseja transmitir (SEARLE, 1983). Em outras palavras, a mensagem é o conteúdo proposicional de um ato comunicativo. Essas **Mensagens** podem ser expressas de forma codificada (*coded in*) em uma **Linguagem Idiomática**.

Em particular, os *Atos Comunicativos* são tipos de *illocutionary acts* (SEARLE, 1983). Exemplos desses atos são informar, requisitar, prometer, ordenar, etc.. Os *Atos Comunicativos* carregam as informações que são trocadas durante uma SC. Tais informações são trocadas por ações *executadas por* (*performance of*) Agentes. *Atos*

Em especial, uma **Interação Comunicativa** tem como conteúdo proposicional uma **Mensagem** que é a mesma atrelada ao *Ato Comunicativo* essencial para essa interação, portanto esta relação deriva da relação entre mensagem e o ato. Por sua vez, uma **Percepção**, devido ao fato de ser parte de uma **Interação Comunicativa** pode perceber um conteúdo proposicional. Dessa forma uma **Percepção** pode ter como conteúdo proposicional uma **Mensagem**.

As **Interações Comunicativas** são *Ações Complexas (Complex Actions)* que podem ainda ter como subtipo uma **Idiomatic Interaction**, na qual representam interações onde há a utilização de uma **Linguagem Idiomática (Idiomatic Language)** para o intercâmbio de conhecimentos tácito, idéias e informações (BELTRÃO, 1977). Exemplos desse tipo de comunicação são as trocas de informação realizadas pela sociedade humana, através de diálogos, jornais, revistas, televisão, livros, etc. As **Interações Comunicativas** podem ser utilizadas de uma forma mais geral que acontece quando a mensagem não está expressa em uma **Linguagem Idiomática**. Tal comunicação é, por exemplo, utilizada através de gestos com um aperto de mão, um sinal de ok, entre outros. A Tabela 4.2 apresenta um dicionário de termos da Ontologia de Comunicação, descrevendo seus principais conceitos:

Tabela 4.2 - Dicionário de termos da Ontologia de Comunicação

Communicative Interaction	Representa a comunicação entre dois ou mais agentes através de troca de informações: envio e percepção.
Material Contribution	Ação de Contribuição em que não ocorre troca de mensagens
Message	A mensagem é o conteúdo proposicional trocado de um ato de comunicação e, conseqüentemente, de uma interação comunicative entre agentes
Communicative Act	Representa a ato de enviar uma mensagem
Perception	Representa a ação de perceber uma mensagem
Idiomatic Language	Linguagem que usa um idioma para a sua representação
Sender	Individuo capaz de emitir uma mensagem
Receiver	Individuo capaz de perceber uma mensagem

Idiomatic Interaction	Interação Comunicativa que envolve uma mensagem codificada em uma linguagem idiomática
------------------------------	--

Na Ontologia de Comunicação, para que se possa realizar uma **Interação Comunicativa**, a **Percepção** deve ser realizada somente após o *Ato Comunicativo*. Logo, como representado pelo axioma A7, para toda interação comunicativa c , *ato comunicativo* a parte de c e percepção p parte de c , então a tem que ser realizado antes de p , a precede p no tempo, e a mensagem presente em ambas as ações é a mesma. Já o axioma A8 representa a necessidade existencial de uma **Interação Comunicativa** em ter duas **Ações de Contribuição** (Communicative Act e uma Perception). A idéia é que uma interação comunicativa tenha um ato comunicativo c executado por um agente emissor a e uma percepção c' executada por um agente a' , então uma interação de comunicação é formada pela composição de c e c' .

$A7- \forall x,y,z \text{ Communicative Interaction } (x) \wedge \text{ Communicative Act } (y) \wedge \text{ Perception } (z) \wedge \text{ part_of } (y, x) \wedge \text{ part_of } (z, x) \rightarrow (\text{precede } (y, z) \wedge \forall m1,m2 \text{ propositional_content_of } (m1, y) \wedge \text{ propositional_content_of } (m2, z) \rightarrow m1 = m2)$
--

$A8- \forall x,y,z \text{ Communicative Interaction } (x) \wedge \text{ Communicative Act } (y) \wedge \text{ Perception } (z) \wedge \text{ part_of } (y, x) \wedge \text{ part_of } (z, x) \rightarrow \exists s,r \text{ Sender}(s) \wedge \text{ performance_of } (y, s) \wedge \text{ Receiver } (r) \wedge \text{ performance_of } (z, r) \wedge (s \neq r)$
--

A conceituação discutida nesta seção pode ser resumida da seguinte forma. Agentes participam de sessões colaborativas através de atos intencionais chamados de contribuições de ação (Action Contribution) que podem ser do tipo material ou comunicativa. Atos comunicativos possuem (além de uma força ilocucionária) um conteúdo proposicional, ou mensagem, que pode ou não ser codificada em uma linguagem idiomática (um objeto social compartilhado por uma comunidade de agentes). Quando uma interação comunicativa (uma ação complexa) ocorre, tem-se que a mesma é composta de um ato comunicativo e uma percepção deste ato comunicativo por agentes diferentes. Quando uma interação comunicativa ocorre o conteúdo proposicional do ato comunicativo efetuado por um dos agentes é o mesmo percebido pelo outro.

4.2.3. ONTOLOGIA DE COORDENAÇÃO

A Ontologia de Coordenação representa os elementos do domínio que são utilizados para promover organização e harmonia para os conceitos presentes nas duas ontologias previamente apresentadas. Portanto, essa ontologia tem como objetivo organizar e harmonizar a colaboração como um todo, capturando, as relações de dependência entre ações, potenciais de colaboração e possíveis conflitos, dado que uma premissa para que a colaboração aconteça entre indivíduos é que os mesmos não assumam objetivos conflitantes no contexto da colaboração. A presente ontologia não abrange estratégias de coordenação como as apresentadas em MALONE e CROWSTON (1990) e evoluídas em vários trabalhos como em RAPOSO et al. (2001), ANDRES e ZMUD (2002) e KLEIN et al. (2007), deixando estes tipos de representações para trabalhos futuros.

A Teoria da Coordenação (CROWSTON, 1994) define uma taxonomia de dependências entre ações, restringindo a maneira como essas atividades são executadas. Vale também ressaltar que não é o objetivo desta seção representar todos os tipos de dependências entre ações, mas definir algumas das mencionadas nessa teoria, como apresentado a seguir. Dessa forma nas Figuras 4.4-7 apresentam esses vários tipos de interdependência entre ações. O primeiro tipo denominado dependência de **Fluxo** (*Flow*) (ver Figura 4.4) é um tipo de dependência entre *Ações* na qual uma delas produz um *Recurso* que é utilizado (requerido) por outra *Ação*. Dessa forma uma *Ação* produz um *post-state* (uma situação) no qual esse recurso passa a existir. Esta situação, por sua vez, é a *pre-state* de uma outra ação que requer a utilização deste recurso. Tem-se que dado *flow* (a, a', r) então o *pos-state* de *a* (no qual *r* passa a existir) é o *pre-state* de *a'*. Isto deixa claro que *a* e *a'* são necessariamente temporalmente ordenadas. Exemplos de dependência de fluxo são comuns em cadeias de produção, como a produção automotiva, na qual existe uma cadeia de fabricação, e uma cadeia de montagem, nas quais atividades requerem produtos produzidos na linha de fabricação para a utilização na linha de montagem. O axioma A9 representa a formalização dessa dependência.

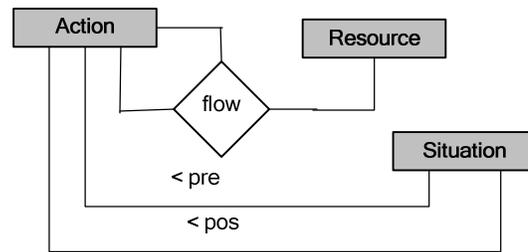


Figura 4.4 - Ontologia de Coordenação dependência de Fluxo (*Flow*)

A9- $Flow(a, a', r) \equiv creates(a, r) \wedge requires(a', r)$

A dependência de **Usabilidade** (*Usability*) é um tipo de dependência de **Fluxo** na qual o recurso deve atender as características específicas para as necessidades de uma determinada ação, em outras palavras o recurso deve ser apropriado para a utilização satisfazendo os requisitos da ação. A dependência de **Usabilidade** é destacada pela Figura 4.5, nela o *Recurso* gerado pela *Ação* precisa atender uma determinada caracterização (*characterization*) definida por um *Moment Universal* φ , que define o tipo de propriedade necessária para esse *Recurso*. Portanto, a *Ação* a deve gerar uma *Situação* s como *post-state* na qual exista esse *Recurso* r e ele é apropriado para a *Ação* a' (ou seja, r é caracterizado por uma propriedade específica) que por sua vez requer r , dessa forma s é um *pre-state* de a' (ver axioma A10). No exemplo da produção automotiva, a dependência de usabilidade garante que as peças encaminhadas para a montagem, satisfaça critérios necessários para que o carro possa ser montado.

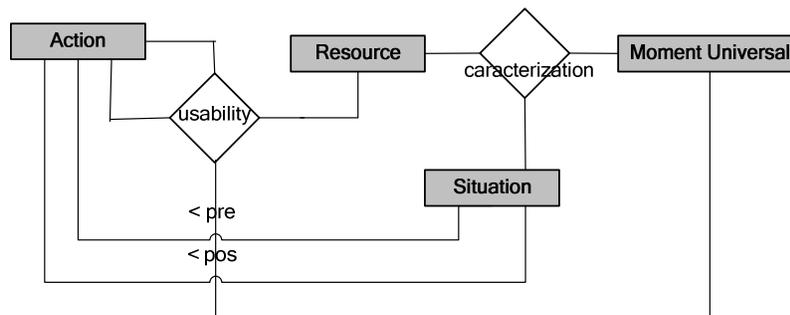


Figura 4.5 - Ontologia de Coordenação dependência de Usabilidade (*Usability*)

A10- $Usability(a, a', r, \varphi) \equiv Flow(a, a', r) \wedge characterization(r, \varphi, s) \wedge (s = pre-state(a') \wedge pos-state(a))$

Levando em consideração requisitos de localização, a dependência de **Transferência** (*Transfer*) (ver Figura 4.6) define que um *Recurso* deve ser transferido do local onde foi criado, para o local onde ele será utilizado, ou seja, o *Recurso* deve estar no local apropriado para que a ação que a requisita o utilize. Essa dependência é uma dependência de **Fluxo** com uma necessidade de atender a um requisito adicional, o de garantir a presença do *Recurso* em uma *Localização* (*Location*) específica. Dessa forma dado uma *transfer* (a, a', r, l), então se tem um *flow* (a, a', r) e tal recurso r tem uma localização específica l . Logo, a *Ação* a deve gerar uma *situação* s como *post-state* na qual r deve estar localizado em l , onde l é apropriado para a *Ação* a' , dessa forma s é um *pre-state* de a' . Novamente no exemplo da produção automotiva, essa dependência quando atendida garante que os produtos produzidos na linha de produção estejam no lugar correto da linha de montagem para a utilização, também são exemplos desse tipo de dependência compras realizadas pela internet, nas quais se adquire um determinado produto e esse produto posteriormente deve ser entregue no local determinado pelo comprador. O axioma A11 define formalmente essa dependência.

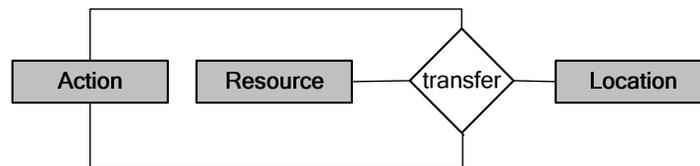


Figura 4.6 - Ontologia de Coordenação dependência de Transferência (*Transfer*)

A11- $Transfer(a, a', r, l) \equiv Flow(a, a', r) \wedge LocationOf(r, l, s) \wedge (s = (pre-state(a') = pos-state(a)))$

O tipo de dependência de **Precedência** (*Precedence*) é uma consequência da dependência de **Fluxo**, onde uma *Ação* *requer* (*requires*) um determinado *Recurso* como *precondição* (*precondition*) para a sua execução. Dessa forma essa condição é essencial para habilitar aquela atividade. Conforme o axioma A12, onde se tem que para todo a, a' e r onde a requer um recurso r e a' cria r então a ação a' deve preceder a ação a , para que a ação a seja realizada sem restrições. Isto exemplifica que uma restrição do tipo *flow* implica em um tipo de precedência temporal.

A12- $(\forall a, a', r \text{ requires}(a, r) \wedge \text{creates}(a', r) \rightarrow \text{precedes}(a', a))$

Por último, a dependência de **Encaixe** (*Fit*) (CROWSTON; OSBORN, 2003), que é um tipo de *Relação Formal* (*Formal Relation*) entre *Actions*, na qual duas ou mais ações são executados simultaneamente para produzir um ou mais *Recursos*, dessa forma esses *Recursos* são gerados de forma coletiva pelos eventos que o criam (ver Figura 4.7). Dessa forma dado um *fit* (*f*) então existe uma ação complexa *c*, composta de pelo menos duas ações *c',c''* que agem de forma sincronizada em *f* de tal forma a criar um recurso *r*. Logo, *r* é criado por *c* satisfazendo a dependência de *f*. Um exemplo ilustrativo dessa dependência seria uma atividade de serrar uma árvore com um serrote que somente pode ser manipulado por duas pessoas ao mesmo tempo, dessa forma gerando um recurso (lenha).

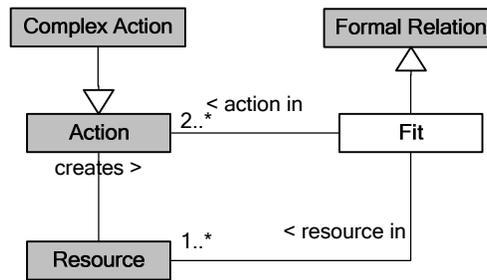


Figura 4.7 - Ontologia de Coordenação dependência de Encaixe (*Fit*)

$$A13-Fit(f) \rightarrow \exists e \text{ Complex Action } (e) \wedge (\forall e' \text{ action_in } (e', f) \leftrightarrow \text{part_of } (e', e)) \wedge (\forall e'', e''' \text{ action_in } (e'', f) \wedge \text{action_in } (e''', f) \rightarrow \text{synchronization } (e'', e''')) \wedge (\forall r \text{ resource_in } (r, f) \rightarrow \text{creates } (e, r))$$

Como descrito anteriormente e ilustrado na Figura 4.8, um *Recurso* (*Resource*) pode participar de uma SC, e para tal é necessário definir algumas características com a finalidade de se determinar melhor o seu aproveitamento e a detecção de oportunidades de colaboração, visto que durante um trabalho colaborativo, esse recurso pode ser demandado em cenários distintos, logo ocorrendo à necessidade do seu compartilhamento. Um *Recurso* é considerado **Compartilhável** (*Sharable Resource*) quando é passível de acesso por mais de um agente ou ação ao mesmo tempo, e por sua vez ele é considerado **Exclusivo** (*Exclusive Resource*) quando não é o caso. Em outras palavras quando duas ou mais participações de um mesmo recurso não podem acontecer ao mesmo tempo (*overlaps*) ele é dito **Recurso Exclusivo** (*Exclusive Resource*). Um recurso *r* é dito *exclusive resource* se para toda participação *p, p'* de *r* então o time interval *i* e *i'*

respectivamente de p e p' não se sobrepõem. A idéia é que não existam mais de uma participação de r sobrepostas em um intervalo de tempo (ver axioma A14). Em contrapartida, como ilustrado pelo axioma A15, um recurso r é dito sharable se ele não é exclusivo, portanto a ele é permitido ter participações sobrepostas em um determinado intervalo de tempo.

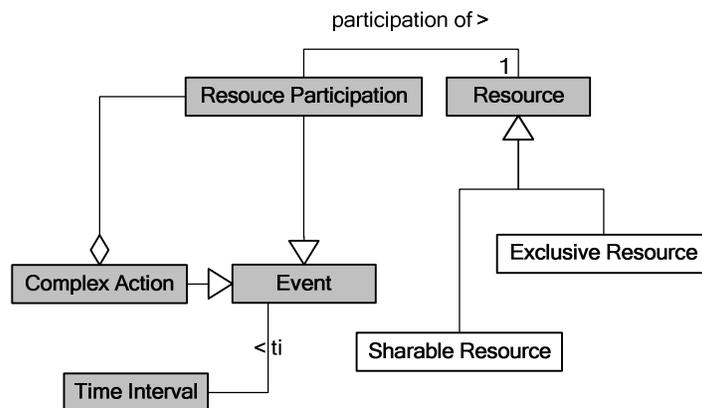


Figura 4.8 - Fragmento da Ontologia de Coordenação

A14 - *Exclusive Resource* (r) $\rightarrow \forall p, p' \text{ participation_of}(p,r) \wedge \text{participation_of}(p',r) \wedge (p \neq p') \rightarrow \neg(\text{overlaps}(ti(p), ti(p')))$

A15 - *Sharable Resource* (r) $\rightarrow \neg \text{Exclusive Resource}(r)$

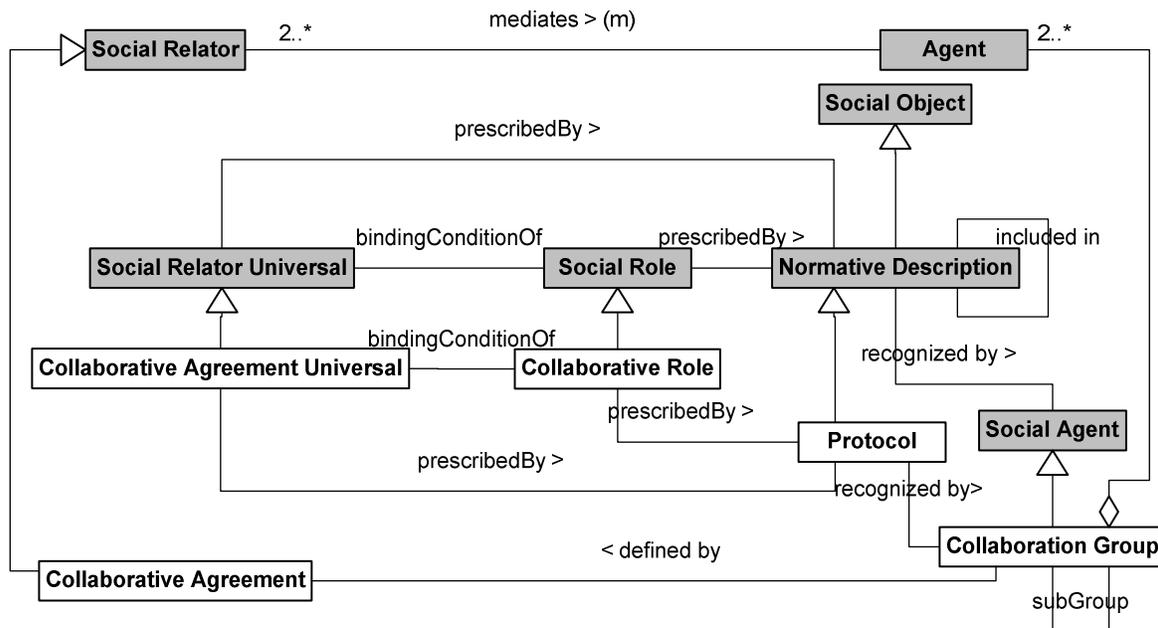


Figura 4.9 - Fragmento da Ontologia de Coordenação Representando Conceitos de Grupos e Protocolos e suas Respectivas Relações.

Grupos Colaborativos (*Collaboration Groups*) são formados quando ocorre uma união entre *Agentes*, em especial definido por (*defined by*) **Acordos Colaborativos** (*Collaborative Agreement*) que são mediados entre os membros do grupo (ver axioma A-16). Como toda sessão colaborativa (SC) é deliberada por um **Acordo Colaborativo** no qual agentes devem assumir papéis, se tem que toda SC tem pelo menos um **Grupo Colaborativo**, mesmo que este esteja presente de forma implícita. Esses acordos podem ser vistos como critérios que definem a formação do grupo como o definido em LIPNACK e STAMPS (2000). Por fim, um **Grupo Colaborativo** reconhece (*recognizes*) um **Protocolo** que é uma descrição das normas e regras que regem o grupo.

Os **Grupos Colaborativos** ainda podem formar *subGrupos* (*subGroup*), que são formados por sub conjunto de participantes dentro desse grupo que especializam **Acordos Colaborativos** específicos. Em outras palavras, um *subGroup* tem os mesmo **Acordos Colaborativos** que o *superGroup* e como diferencial **Acordos Colaborativos** especializados, compartilhados por um sub conjunto de agentes.

Grupos Colaborativos, *Agentes*, *Ações de Contribuições* e **Sessões Colaborativas** são harmonizados através de um conjunto de regras denominado **Protocolo**, como ilustrado no modelo da Figura 4.9. O conceito **Protocolo** rege as ações de colaboração durante uma SC. O **Protocolo** (*Normative Description*) tem a descrição da definição dos **Papéis Colaborativos** e seus objetivos adotados através de *Compromissos Fechados*, ou seja, um **Papel Colaborativo** é prescrito por um **Protocolo** e percebe que tal relação é a manifestação da relação entre *Social Role* e *Normative Description*. É importante salientar que se dois **Papéis Colaborativos** são definidos em um protocolo que descreve um mesmo **Acordo Social** então: (i) eles não implicam no compromisso de adotar objetivos conflitantes; (ii) as ações, nas quais os compromissos fechados são baseadas, são devidamente ordenadas pelas relações de dependência entre ações descritas, incluindo aquelas descritas nesta seção. Além disso, o **Protocolo** é conhecido e reconhecido pelos *Agentes* e **Grupos Colaborativos** respectivamente.

A16- Collaborative Group (g) $\equiv \exists c$ Collaborative Agreement (c) $\wedge (\forall x$ part_of (x, g) \leftrightarrow mediates(c, x))

Tabela 4.3 - Dicionário de termos da Ontologia de Coordenação

Protocol	Conjunto de regras que estabelece coordenação para a harmonia e melhoria da Sessão Colaborativa
Collaborative Group	Conjunto de agentes definidos por Acordos Colaborativos
Exclusive Resource	Recurso que não pode ser utilizado de forma simultânea
Sharable Resource	Recurso que pode ser utilizado de forma simultânea
Flow	Dependência entre ações na qual uma delas cria um recurso que é requisitado pela outra
Usability	Especialização de uma dependência do tipo Flow na qual o recurso produzido deve possuir também características específicas.
Transfer	Especialização de uma dependência do tipo Flow na qual o recurso produzido deve ser disponibilizado em uma

	localização específica quando
Fit	Dependência de dois ou mais eventos necessitam serem executados simultânea para a criação de um recurso

A conceituação discutida nesta seção pode ser resumida da seguinte forma. Ações que criam recursos podem ter tipos de dependências conhecidas como dependências de *flow* que basicamente estão relacionadas a criação, localização, usabilidade. Além dessas, ainda é importante mencionar a dependência de *fit*, na qual um recurso é produzido de forma coletiva através da execução de mais de uma ação ao mesmo tempo. O reconhecimento desses diversos tipos de dependência pela coordenação é essencial para uma análise das possíveis estratégias de coordenação. Grupos colaborativos são formados por compostos por agentes e são definidos por acordos colaborativos. Tais grupos reconhecem e respeitam regras conhecida como protocolo e assim permitindo que a colaboração entre os mesmo aconteça. Esse protocolo ainda é responsável pelas regras que definem os papéis colaborativos assumidos por agentes. Por fim, levando em consideração aspectos colaborativos um recurso é definido como Exclusivo ou Compartilhável, no primeiro caso acontece quando um recurso não pode utilizado de forma simultânea, em oposição ao segundo caso.

4.3. CONCLUSÃO

Neste capítulo foi apresentada uma Ontologia de Colaboração com o objetivo de representar e formalizar um conhecimento sobre esse domínio. Essa ontologia foi desenvolvida utilizando como base de fundamentação as ontologias de fundamentação UFO (A), (B) e (C) que facilitou o seu desenvolvimento aumentando sua expressividade em relação a primeira versão apresentada em OLIVEIRA et al. (2007). Para facilitar o entendimento e estruturação do domínio, a ontologia foi dividida em conformidade com o Modelo 3C de colaboração, portanto, CONTO é representada por três ontologias, a saber: Ontologia de Cooperação, Comunicação e Coordenação. Cada área (cooperação, coordenação e comunicação). Como apresentado no Capítulo 3, foi utilizado um referencial teórico buscando a representação do senso comum nas respectivas áreas. Dessa forma as ontologias apresentadas buscam refletir as teorias utilizadas.

A ontologia proposta aqui não tem a finalidade de cobrir todo o domínio de colaboração e também não faz parte do escopo propor estratégias de coordenação que podem ser adotadas para aperfeiçoar e organizar a colaboração. Nos próximos capítulos são apresentados exemplos de utilização dessa ontologia com o objetivo de ilustrar as vantagens de sua utilização, primeiro através de elaboração de um ambiente de conavegação (capítulo 5), e em seguida através de uma Ontologia de Blogs, anotações semânticas de páginas e integrações geradas entre esse ambiente de conavegação com essas anotações semânticas.

CAPÍTULO 5. OCEAN: UMA APLICAÇÃO DA ONTOLOGIA DE COLABORAÇÃO EM UM AMBIENTE DE CONAVEGAÇÃO

Uma das possíveis aplicações de uma ontologia de domínio é utilizá-la como modelo de referência para uma classe de aplicações em um domínio específico. Dessa forma, servindo de guia no desenvolvimento de uma aplicação específica nesse domínio. Neste capítulo é apresentado um ambiente de navegação web colaborativa (conavegação) construído com base na Ontologia de Colaboração exposta no capítulo anterior, destacando-se através de seus modelos de análise, como a ontologia foi utilizada para a especificação do ambiente e implementação de um protótipo.

5.1 INTRODUÇÃO

Ocean, introduzido em (SANTOS, 2009), é uma proposta de um ambiente colaborativo que tem como objetivo apoiar a navegação web em grupo, ou seja, compartilhar páginas navegadas dentre um conjunto de pessoas. Esse paradigma de conavegação pode ser visto como uma atividade social (GEROSA et al., 2004), onde os usuários compartilham suas atividades (HOYOS-RIVERA et al., 2006), diferente da atividade comum de navegação *web*, usualmente realizada de forma individual.

A concepção de Ocean baseia-se na Ontologia de Colaboração descrita no Capítulo 4. Como consequência da abordagem ontológica de desenvolvimento utilizada, os modelos conceituais apresentados neste capítulo foram gerados através da reutilização dessa ontologia. Para tal, em alguns modelos foi necessária a especialização dessa ontologia, para poder representar o subdomínio de navegação colaborativa assim como as características específicas da aplicação, devido à característica genérica de ontologia de domínio reutilizada.

A utilização de uma ontologia como referência no desenvolvimento de uma ferramenta proporciona algumas vantagens como: (i) redução do universo de discurso; (ii) elaboração de modelos conceituais concisos e consistentes, (iii) reutilização de

conhecimento, (iv) rápida prototipação, e (v) integração. Essas vantagens são elaboradas na seção 5.2.

Com o objetivo de exemplificar essas vantagens, é apresentada a fase de análise de Ocean relacionada a modelagem conceitual e uma implementação dos pontos principais dessa modelagem através de um protótipo. Vale salientar que Ocean é uma evolução da proposta primeiramente apresentada em (SANTOS et al., 2009) que foi baseada na primeira versão da Ontologia de Colaboração proposta em OLIVEIRA, (2007).

Este capítulo aborda a utilização da Ontologia de Colaboração (CONTO) como modelo de referencia para desenvolvimento de aplicações no domínio de colaboração, utilizando Ocean como estudo de caso, e esta organizado da seguinte forma: A Seção 5.2 apresenta as vantagens da utilização da abordagem de desenvolvimento ontológica; a Seção 5.3 apresenta sucintamente a abordagem de Ocean que foi apoiado pela Ontologia de Colaboração no seu desenvolvimento; a Seção 5.4 discute a modelagem de Ocean e sua relação com CONTO; a Seção 5.5 apresenta a implementação do protótipo gerado a partir da abordagem de Ocean destacando a conceituação utilizada; por fim, a Seção 5.6 apresenta as conclusões do capítulo.

5.2 VANTAGENS DA UTILIZAÇÃO DE ONTOLOGIAS COMO REFERÊNCIA PARA ELABORAÇÃO DE APLICAÇÕES

Ontologias formais vêm sendo amplamente utilizadas em áreas da Ciência da Computação, com destaque para Inteligência Artificial, Engenharia de Software e Sistemas de Banco de Dados (SMITH; WELTY, 2001). Em particular na Engenharia de Software, a abordagem ontológica possui objetivos em comum com o que é conhecido como *engenharia de domínio*. Este tipo de modelagem conceitual visa a elaboração/reutilização de modelos de domínio capazes de apoiar a evolução do *software* (ISCOE et al., 1991). A idéia é prover modelos consistentes, contingenciando assim problemas práticos enfrentados por analistas e desenvolvedores de *software* no domínio em questão. Em geral, à medida que um *software* cresce em tamanho e complexidade, aumenta-se a dificuldade em sua manutenção, adição de novas funcionalidades e integração com novos sistemas, ou seja, cresce a *entropia* do *software* (JACOBSON,

1992). Porém, a abordagem ontológica pode acarretar em uma conceituação mais bem fundamentada (e, conseqüentemente, estável) do domínio por objetivar a representação de características intrínsecas a uma conceituação do domínio na realidade ao invés de focar na produção de um modelo que atenda exclusivamente a uma aplicação específica.

Levando esses fatores em consideração, a seguir são explicitadas as principais vantagens da utilização de uma ontologia de domínio como referência na fase de análise do desenvolvimento de um *software*.

1. Uma ontologia de domínio é destinada a cobrir um domínio (ou universo de discurso), seu escopo deve cobrir aplicações inerentemente inseridas nesse domínio. Dessa forma, a modelagem conceitual de uma aplicação específica se beneficia de uma ontologia do domínio no sentido de se apoiar em um modelo de referência mais bem fundamentado (GUARINO, 1998).
2. No entanto, ao aplicar-se uma ontologia de domínio na modelagem conceitual de uma dada aplicação, apenas parte da ontologia é relevante para utilização pela aplicação. A partir desse *reuso*, é possível produzir-se então um modelo conceitual conciso da aplicação, que ainda apresente consistência lógica e ontológica. Essas vantagens são sentidas diretamente na fase de análise e sendo refletidas nas fases posteriores do desenvolvimento, com isso garantindo a *adequação ontológica do software* (GUARINO, 1998).
3. A abordagem ontológica pode ser de fato eficiente para a construção de um protótipo rápido, já que um conhecimento prévio provido pela ontologia serve de base para o desenvolvimento inicial do modelo conceitual da aplicação. Esse modelo inicial gerado é conhecido como *ontologia da aplicação* (GUARINO, 1998). Em particular, os modelos conceituais de Ocean foram gerados através da especialização da ontologia de colaboração, como mencionado anteriormente.
4. Uma ontologia de domínio não necessariamente deve cobrir todo o escopo de uma aplicação, mas cobrir a representação do domínio em sua essência (GUARINO, 1997). Uma abordagem ontológica mostra-se menos tendenciosa, pois não leva em consideração os requisitos específicos de uma aplicação, nem mesmo um paradigma específico para representação do mundo real (e.g., orientação a

objetos) como feito em uma abordagem tradicional de engenharia de software. A razão para isso é que uma ontologia de domínio, por outro lado, está orientada a uma especificação do que o domínio representa. Portanto, a utilização dessa conceituação ontológica pode prover informações básicas (vocabulário comum) para aplicações que necessitem interoperar com outras aplicações, como no exemplo apresentado posteriormente no Capítulo 6, que envolve a integração de Ocean com um serviço externo de apoio a colaboração.

5.3. ABORDAGEM DE CONAVEGAÇÃO DE OCEAN

Por anos a forma de trabalho humana em grupo vem sendo realizada compartilhando-se fisicamente um mesmo ambiente e intervalo de tempo. Entretanto, com a evolução da Internet e das ferramentas de colaboração, esse tipo de trabalho não mais precisa ser realizado com aqueles requisitos rígidos de espaço e tempo. Ou seja, sem a restrição de compartilhar o mesmo ambiente físico entre as pessoas que necessitam colaborar.

Especialmente no contexto de organizações, grupos rompem fronteiras de distância e fuso horário através da utilização da internet e surgem novas ferramentas como um novo paradigma de interação. Como resultado, a natureza das relações do trabalho está se modificando rapidamente (STAMPS; LIPNACK, 2008). Devido a essas modificações, muitas ferramentas de colaboração vêm sendo desenvolvidas e evoluídas para dar suporte ao trabalho colaborativo, como por exemplo, ferramentas de email, mensagem instantânea, espaços virtuais, vídeo conferência, edição colaborativa de texto e navegação colaborativa.

Em particular, ferramentas de navegação colaborativa provem uma forma útil de grupos compartilharem informação através da internet. Tais ferramentas são especificamente denominadas conavegadores (*cobrowsers*), sendo comumente utilizadas em (i) sistemas de ensino a distância, com o objetivo de oferecer aulas e apresentações online (SANTOS et al., 2009),(BROOKS et al., 2006) e (GEROSA et al., 2004), (ii) aplicações de *helpdesk*, no suporte aos usuários guiando-os através de suas atividades (DIEBERGER, 2000), (iii) sistemas de comércio eletrônico, ajudando usuários a recomendar produtos ou realizar compras (CLAVARDON, 2008),(GEROSA et al.,

2004), e recentemente (iv) alimentando redes sociais com recomendações de navegações (SANTOS et al., 2009),(BROWZMI, 2008).

Além do apoio a navegação existe outros aspectos que devem ser levados em consideração, para dar um melhor suporte e facilitar as interações entre os usuários da conavegação. Nessa linha de pensamento, a abordagem de Ocean visa apoiar o usuário através de soluções organizadas de acordo com os três pontos de colaboração apontados pelo modelo 3C como discutidos a seguir.

Cooperação: Ocean propõe um histórico de conavegação visando registrar os eventos ocorridos durante as atividades de conavegação, constituindo assim um repositório compartilhado para participantes. Mensagens de comunicação trocadas durante a sessão fazem parte também do histórico de conavegação, visto que essas informações compõem interações realizadas pelos participantes. Vale ressaltar a preocupação em manter um registro passível de recuperação por sessões, geradas pelos diferentes conjuntos de grupos existentes em Ocean.

Comunicação: Buscando dar ao participante uma alternativa a mais de comunicação, além do acesso as páginas web visitadas, Ocean provê uma funcionalidade conhecida como *anotações*. Essa funcionalidade de comunicação permite aos usuários a produção de comentários e marcas (figuras geométricas) sobre as páginas web, destacando trechos do conteúdo compartilhado. Esse tipo de funcionalidade é útil, por exemplo, em tarefas de revisão, como revisão de artigos, textos escolares, documentos, etc. Anotações são frequentemente utilizadas em ferramentas de manipulação de documentos, como por exemplo, Microsoft Project, Microsoft Visio e Adobe Acrobat. Tal funcionalidade foi adotada por Ocean com o objetivo de promover o enriquecimento da comunicação entre os usuários da ferramenta, agregando valor para a sessão de conavegação. Vale ainda ressaltar que esse tipo de anotação é um subconjunto do conceito de tinta digital (PROVENSI et al., 2008) e não tem nenhuma relação com anotações semânticas.

Coordenação: A sessão de conavegação em Ocean é flexível no que tange as regras de organização das sessões colaborativas, trazendo com isso os seguintes benefícios: (i) individualização das atividades permitindo que os usuários contribuam separadamente para a realização dos objetivos almejados pelo grupo, e (ii) agrupamento

das atividades no qual um único participante tem o poder de guiar os demais, denominado como apresentador-observador (SANTOS, 2009).

O mecanismo de coordenação de Ocean foi projetado para promover liberdade para os participantes nas sessões de conavegação, porém evitando a perda de controle da mesma, através de regras baseadas em privilégios de cada usuário, com isso evitando conflitos. Tal abordagem ainda é flexível, de modo que permite aos usuários participarem em grupos independentes, dentro de uma mesma sessão de conavegação.

5.4. MODELAGEM CONCEITUAL BASEADA NA ONTOLOGIA DE COLABORAÇÃO

Como mencionado anteriormente o desenvolvimento de Ocean utilizou como referência a Ontologia de Colaboração descrita no Capítulo 4. Dado esse desenvolvimento, nesta seção são apresentados os modelos conceituais deste protótipo. Esses modelos foram estendidos (especializados) a partir da ontologia de colaboração com o objetivo de representar de forma consistente as necessidades do domínio de conavegação pelo protótipo. Dessa forma o propósito de tal extensão visa aproveitar as vantagens citados na Seção 5.2. Por questões de simplificação será omitida a descrição dos conceitos apresentados no Capítulo 4 relacionados a Ontologia de Colaboração. Assim como a Ontologia de Colaboração (CONTO), Ocean também segue a divisão sugerida pelo Modelo 3C: comunicação, coordenação e cooperação, portanto sua organização de pacotes é mostrada na Figura 5.1.

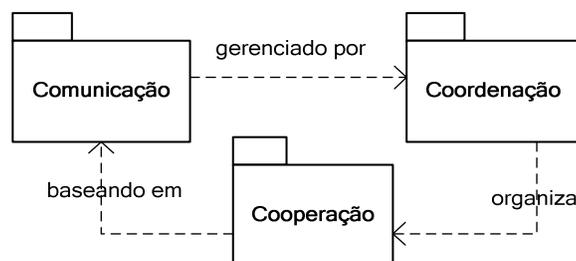


Figura 5.1: Diagrama de Pacotes de Ocean: Coordenação, Cooperação e Comunicação

Nas Figuras 5.2, 5.3, 5.4 e 5.5 são ilustrados os modelos conceituais de Ocean e sua relação com a ontologia de colaboração, destacados na cor cinza os conceitos oriundos da ontologia, e em branco os conceitos gerados pelos requisitos necessários para representar o escopo desta aplicação.

comportamento reflete a forma com que os participantes poderiam desempenhar suas atividades se estivessem em um ambiente físico compartilhado com outros participantes.

No modelo da Figura 5.2 é ilustrado as **Start Up Actions** que formam as participações de uma SCO que são destinadas a todos os participantes da sessão na qual ela é realizada, ou seja, elas são percebidas através de **FlowUp Actions** pelos participantes da sessão. Elas são especializadas em: **Navegar** (*Navigate*), **Anotar** (*Anotate*), **Requisição de Mudança de Privilégio** (*Priviledge Change Request*), **Mudar Privilégio** (*Change Priviledge*), **Entrada** (*Join Session*), **Saída** (*Leave Session*) e **Criar Sessão** (*Create Session*). Arelado aos Atos de Comunicativos estão as **Mensagens** (*Messages*) que são responsáveis por carregar conteúdo da informação que se deseja compartilhar como, por exemplo, círculo, quadrados, retas, texto (notas) no caso de anotações.

No contexto de negociações que podem acontecer em uma SCO, que usa o processo de comunicação para apoiar redefinição de instâncias de papéis nas **Thread Sessions** e **Grupos de Conavegação** (*Cobroswer Group*) esta o ato comunicativo de **Mudar Privilégio** (*Change Priviledge*). Dessa forma através dele os participantes podem trocar informações para negociar os recursos de navegação e anotação.

As ações de **Anotar** (*Anotate*) representam os tipos de ações voltadas para a comunicação de anotações. Essas carregam consigo **Mensagens** que constituem as anotações no seu conteúdo, para isso a **Anotação** é especializada em ações de **Desenhar** e **Comentar**. É importante mencionar as ações de **Navegar** (*Navigate*) que são ações de navegação em páginas web..

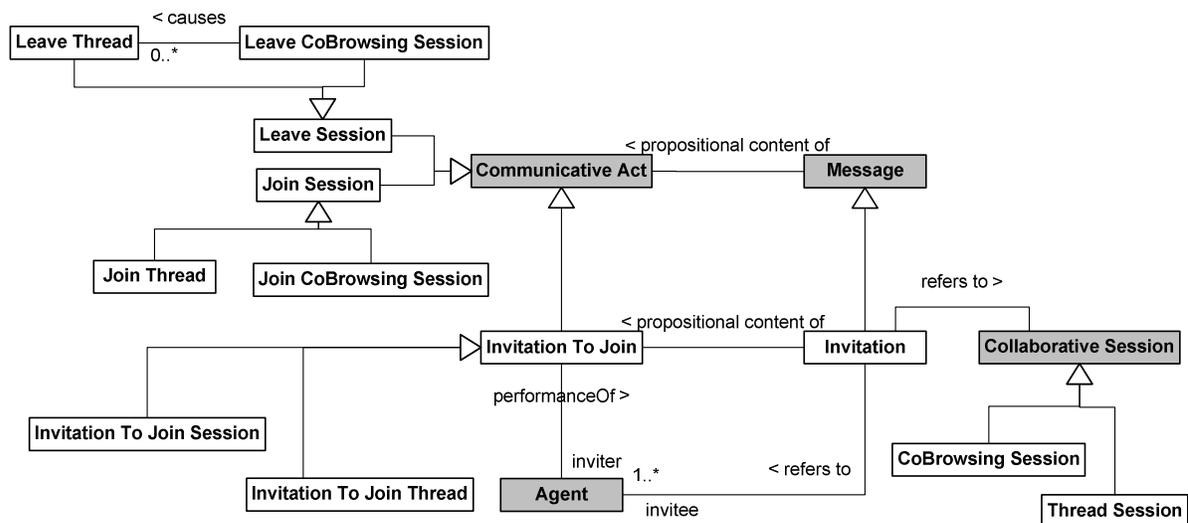


Figura 5.3: Fragmento do Modelo Conceitual do Pacote de Comunicação de Ocean.

Durante a SCO participantes podem entrar e deixar as sessões. Dessa forma quando um participante deseja não participar de uma **Thread Session** ele executa um Ato Comunicativo de deixar a thread (*Leave Thread*), logo, todos os outros participantes são notificados de que esse participante não mais colabora nessa thread em particular. Tal ato pode ocorrer em mais alto nível, em uma SCO, o que significa que o participante deixou a SCO como um todo (*logout*). Se um participante deixa a SCO ele deve deixar todas as **Threads Sessions** que constituem esta SCO. Portanto, a saída da SCO causa a saída imediata das respectivas **Thread Sessions**. Por último, agentes podem ser convidados a participarem tanto de uma SCO quanto para de uma **Thread Session** dentro da SCO, representado pelo ato **Convite de Entrada** (*Invitation to Join*). O primeiro caso acontece quando o agente não está presente na SCO e o segundo quando ele já faz parte da SCO, mas deseja-se que ele entre em uma sub sessão específica, entre um subconjunto de participantes da SCO que já está colaborando. O **Convite de Entrada** carrega um tipo especial de mensagem, denominada de **Convite** (*Invitation*), este convite refere-se a uma sessão colaborativa particular.

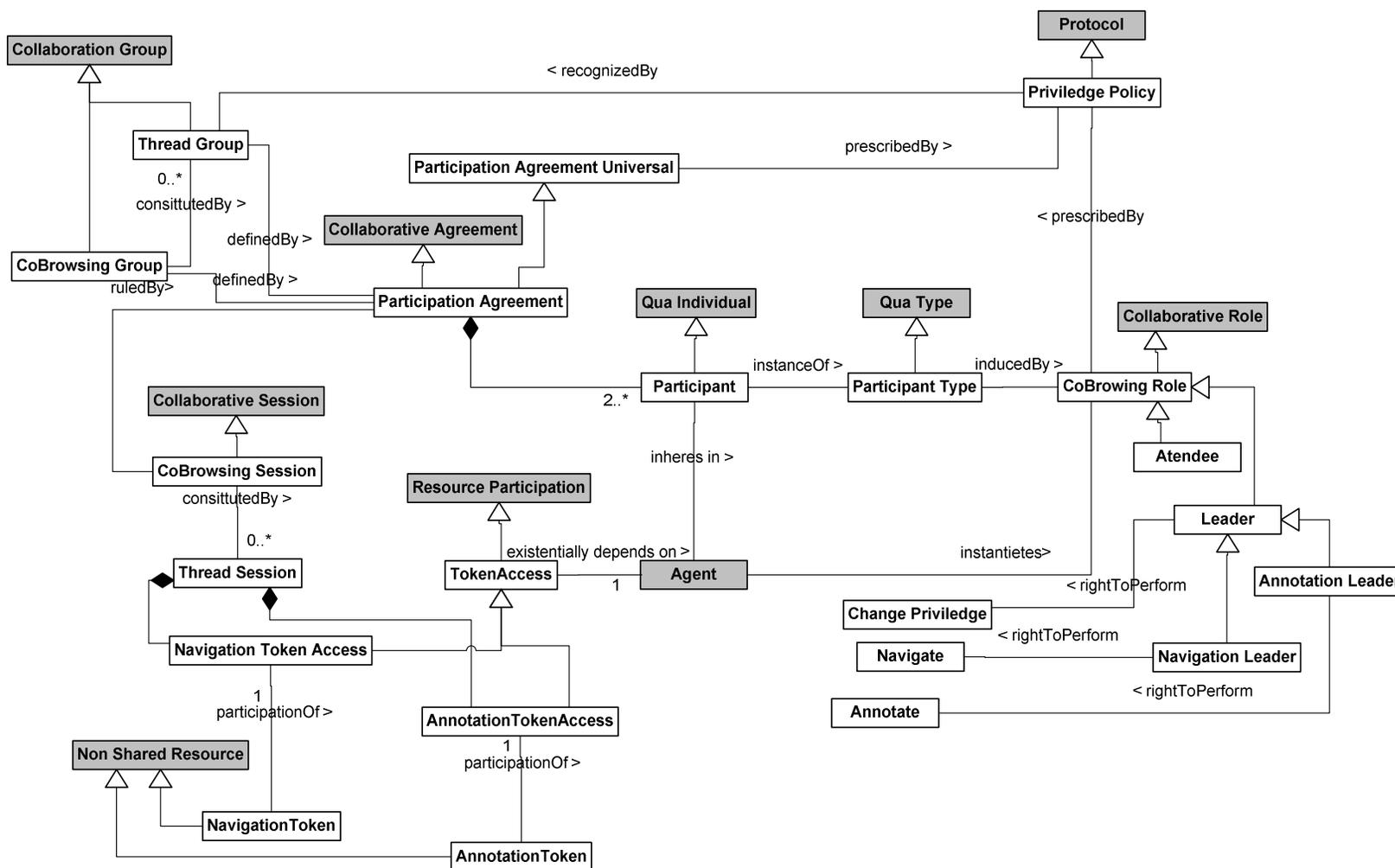


Figura 5.4: Fragmento do Modelo Conceitual do Pacote de Coordenação de Ocean.

Com o objetivo de apoiar coordenação na SCO, fez-se necessário uma **Política de Privilégios**. A **Política de Privilégios**, como ilustrado na Figura 5.4, é uma especialização do conceito **Protocolo** (*Protocol*) e representa o conjunto de regras que mantém a harmonia da SCO. Particularmente, a **Política de Privilégios** prescreve os **Papéis de Conavegação** (*CoBrowsing Roles*), dessa forma definindo os papéis que os participantes da SCO podem assumir em cada **Thread Session** específica. Ele ainda indiretamente restringe os Atos Comunicativos e Percepções dos participantes durante a SCO e as **Threads Sessions**.

Papéis de Conavegação representam os tipos de papéis que um participante pode assumir durante uma SCO, sendo eles: **Observador** (*Attendee*), **Líder de Navegação** (*Navigation Leader*) e **Líder de Anotação** (*Annotation Leader*). Ele é induzido por (*inducted by*) um **Tipo de Participação** que faz parte do **Acordo de Participar** da **Sessão de Conavegação**. O **Acordo de Participar** é a condição inicial que define **Grupos de Conavegação**, que delibera a **Sessão de Conavegação** e que é induzido por (*inducted by*) papéis de conavegação, ou seja, quando um usuário inicia uma conavegação em ocean, ele instancia uma **Participação** que é induzida pelo desempenho de um determinado papel (**Observador** ou **Líder**), o conjunto dessas participações definem um grupo e ainda tal participação é o que motiva a realização da **Sessão de Conavegação** em si.

O acesso a navegação e a anotações é dado no contexto das **Threads Sessions** através do **Token de Navegação** (*Navigation Token*) e **Anotação** (*Annotation Token*) respectivamente, que são tipos de recurso não compartilháveis. Dessa forma esses recursos participam de uma **Thread Session** sendo acessados através de participações de **Navigation Token Access** e **Annotation Token Access**. Se um participante p desempenha um papel de conavegação de líder em uma thread session s , então p tem o acesso garantido ao token de navegação t , portanto, ele pode executar uma ação de navegação a que por sua vez requer t como pré requisito para a sua realização. A idéia é que ao desempenhar o papel de líder o participante tenha acesso garantido ao recurso de navegação. Além disso, esse acesso permite ao líder de navegação passar o token de navegação, em outras palavras, ele detém o direito de passar (*right to perform*) o token a outro participante através de uma ação de **Mudança de Privilégio**. O comportamento do

Token de Anotação e Líder de Anotação segue de forma análoga ao de navegação.

Outro aspecto importante de coordenação diz respeito à organização dos participantes em grupos. Desta forma, um **Grupo de Conavegação (Cobrowser Group)** que é um tipo de **Grupo Colaborativo (Collaborative Group)**, representa todos os usuários pertencentes à SCO. Além disto, os **Grupos de Conavegação** podem ser compostos por (constituídos por) subgrupos chamados de **Thread Grupos**, devido à necessidade de representar os subgrupos de participantes formados nas **Thread Sessions**. Tanto os **Grupos de Conavegação** quanto os **Thread Groups** são definidos pelos **Acordos de Participação** instanciados entre agentes, conforme ilustrado na Figura 5.4. Portanto, ao entrar em um grupo o agente concorda com o acordo de participação definida para aquele grupo.

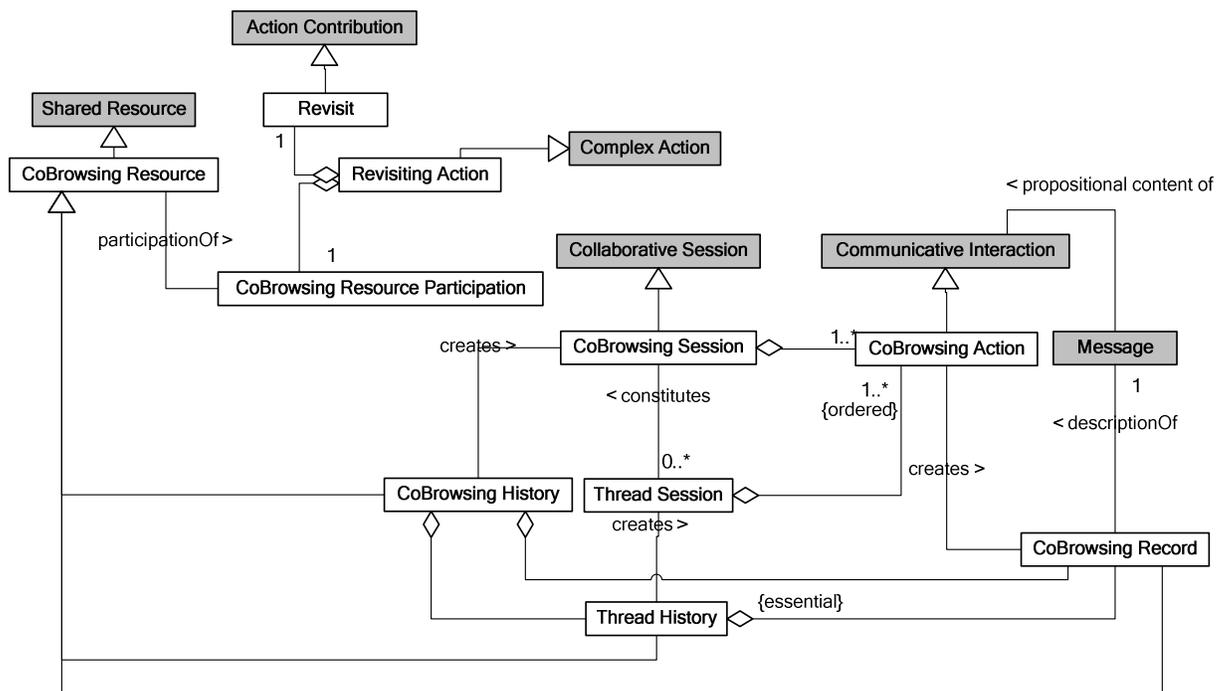


Figura 5.5: Fragmento do Modelo Conceitual do Pacote de Cooperação de Ocean Baseado na Ontologia de Colaboração.

Em uma SCO, a cooperação é evidenciada pelos resultados das atividades desempenhadas pelos participantes. Nesse sentido, os principais artefatos produzidos durante uma SCO são as páginas pelas quais os participantes navegaram e suas contribuições realizadas sobre esses Recursos. Dessa forma, o **Registro de Conavegação**

(*Cobrowsing Record*) é criado sempre que uma **Ação de Conavegação** é executada. Tal registro descreve uma mensagem, dessa forma se tem um registro dos acontecimentos da sessão. Estes registros compõem o **Histórico de Conavegação** e seus respectivos **Thread History** que são organizados em ordem temporal de suas ocorrência. Portanto, a cooperação em Ocean é capturada na forma de um **Histórico de Conavegação** (*Cobrowser History*) que visa manter um registro do ocorrido durante uma SCO e com uma maior granularidade de captura em uma **Thread Session** através da **Thread History**. Dessa forma a **Thread History** representa o histórico de cada **Thread Session** individualmente e assim possibilitando a recuperação do histórico de forma específica por **Thread Session**. Tanto o **Histórico de Conavegação** quanto a **Thread History** são especializações de **Recurso de Conavegação** (*Cobrowser Resource*).

Como acima mencionado, o **Recurso de Conavegação** é um **Recurso Compartilhável** (*Shared Resource*) que é utilizado para o armazenamento e recuperação do histórico dos acontecimentos da SCO como um todo. Logo, em uma ação de acesso ao histórico, um participante pode utilizar esse recurso para realizar **Ações de Revisitar** (*Revisiting Actions*) que é um tipo de Ação Complexa composta por uma ação de **Revisitar** e por uma **Participação de Recurso de Conavegação** (*Cobrowser Resource Participation*). Dessa forma, possibilitando que participantes possam retomar atividades ou discussões realizadas anteriormente na sessão ou ainda em sessões passadas.

5.5. PROTÓTIPO DE OCEAN

Nesta sessão é apresentado um protótipo de Ocean, que implementa as suas principais funcionalidades. Como tal, este protótipo tem o objetivo de apoiar usuários na navegação colaborativa, tentando torná-la o mais próxima de uma navegação onde os indivíduos dividem o mesmo ambiente físico. Além disso, ele tem o objetivo de corroborar a estratégia de desenvolvimento ontológica adotada. Esse protótipo foi implementado utilizando o framework Google Web Toolkit⁵ e JAVA.

⁵ *Framework* para desenvolvimento de aplicações AJAX em linguagem JAVA que é compilado e transformado em javascript automaticamente e compatível com a maioria dos *browsers* disponíveis no mercado <capturado, <http://code.google.com/webtoolkit>, dezembro de 2008>

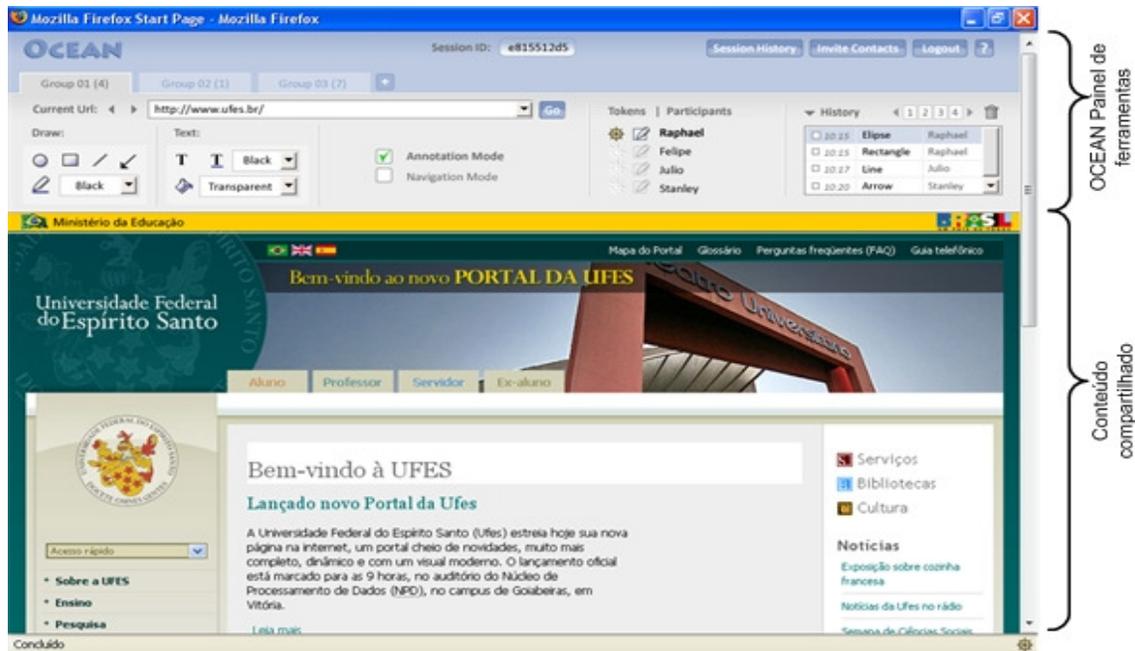


Figura 5.6: Visão Geral da Interface de Ocean.

A Figura 5.6 ilustra uma visão geral desse protótipo, mostrando sua tela principal e suas principais funcionalidades. A barra de ferramentas contém um conjunto de painéis que permite ao usuário interagir com o ambiente. No centro da interface de Ocean, localiza-se a janela de navegação onde o usuário visualiza o conteúdo compartilhado e tem acesso a navegação através de cliques na página web apresentada.

O *painel de grupos e sessões* é ilustrado pela Figura 5.7. Esse painel permite aos participantes da sessão convidar outros participantes e sair da SCO através do *logout*. Ele ainda permite a navegação entre as **Thread Sessions** e a criação delas. As **Thread Sessions** são representadas pelas várias abas do painel.



Figura 5.7: Painel de Grupos e Sessões

Logo abaixo do *painel de grupos e sessões* encontra-se o *painel de navegação* como ilustrado na Figura 5.8. Esse painel basicamente informa o endereço corrente que os participantes estão visualizando no momento de execução da respectiva **Thread Session**. Além disso, ele proporciona ao participante através da utilização da caixa de texto de endereço, informar o endereço de navegação manualmente. Por fim, ele permite voltar ou

avançar nas páginas previamente navegadas, através das URLs armazenadas no respectivo **Thread History**.

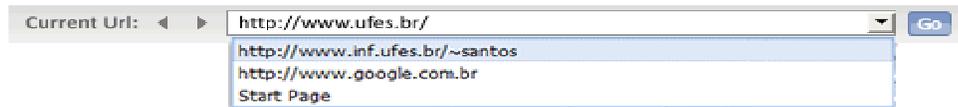


Figura 5.8: Painel de Navegação

A Figura 5.9 b destaca o *painel de histórico*, no qual durante uma **Thread Session**, os participantes podem acessar as ações de **Anotação**, assim como removê-las ou modificá-las. Ainda com relação ao *painel de histórico* são exibidos os autores das ações. Essas ações quando acessadas no histórico são conceitualmente **Revisiting Actions** que foram realizadas sobre a página web, como apresentadas na sessão anterior.

Na figura 5.9 (a) destaca-se o *painel de participantes*, onde são exibidos os usuários participantes da **Thread Session** corrente, seus respectivos **Papéis de Conavegação** (*Cobrowser Role*), além do atual estado de sincronização de carregamento de páginas de cada usuário específico, ou seja, o estado particular que cada participante atingiu com relação a visualização páginas web. Além disto, o *painel de usuário* permite a (troca de papéis) passagem das permissões da suas respectivas **Thread Sessions**, sendo essas permissões de navegação ou anotação. Em outras palavras, dessa forma um participante pode receber o controle da sessão, permitindo-o contribuir ativamente navegando ou anotando suas considerações na sessão.

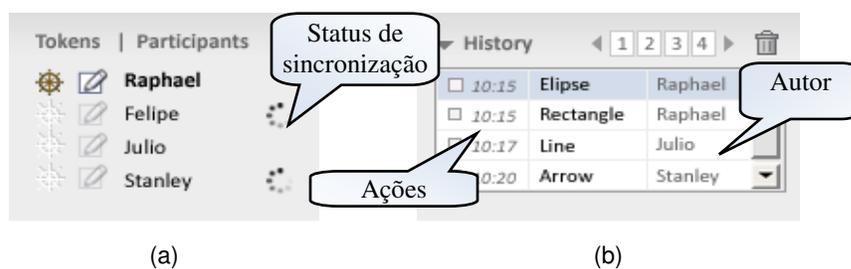


Figura 5.9: Painéis de Participantes e Histórico.

Através da funcionalidade de anotação Ocean busca prover aos participantes da SCO a habilidade de destacar áreas específicas do conteúdo compartilhado. Essa funcionalidade tem o objetivo de reproduzir a maneira que os participantes se comportariam se estivessem colaborando em um cenário onde, compartilhariam um mesmo ambiente físico concreto como, por exemplo, destacar uma parte da tela através de

indicação manual, com a utilização das mãos, com o objetivo de alertar os participantes para uma área específica do conteúdo. Ilustrado na Figura 5.10 está o *painel de anotação*, onde os participantes podem criar elipses, retângulos, setas, retas, assim como comentários em texto, ainda com a flexibilidade da utilização diferentes cores. Por sua vez, essa funcionalidade é a representação do conceito de ações de **Anotação** (*Annotation*), composto pelas respectivas **Mensagens**, a qual representada pelos os objetos desenhados na tela para os participantes.



Figura 5.10: Painel de Anotação

Um cenário da utilização de Ocean é ilustrado na Figura 5.11. Nesse cenário participam quatro usuários (Raphael, Felipe, Julio e Stanley) conavegando em uma **Thread Session** sobre o site na (URL: <http://www.ufes.br>). Ainda pode-se notar ativos outras **Thread Sessions**, ilustradas pelo painel de grupos e sessões através das abas. Em especial, a visão da Figura 5.11 pertence ao participante de nome Raphael que está focada no grupo de número um e suas permissões (papéis desempenhados) correntes são de navegação e anotação.

Alguns elementos do conteúdo foram destacados através da utilização de elipses e notas de texto com o objetivo de ilustrar a utilização das anotações. Vale ressaltar que todos os objetos de anotação são removíveis e movíveis, em outras palavras, o participante pode modificar a qualquer momento a posição desses objetos, desde que tenha a devida permissão, lembrando que essas ações são refletidas para os usuários da **Sessão de Conavegação** (*Cobroswer Session*).

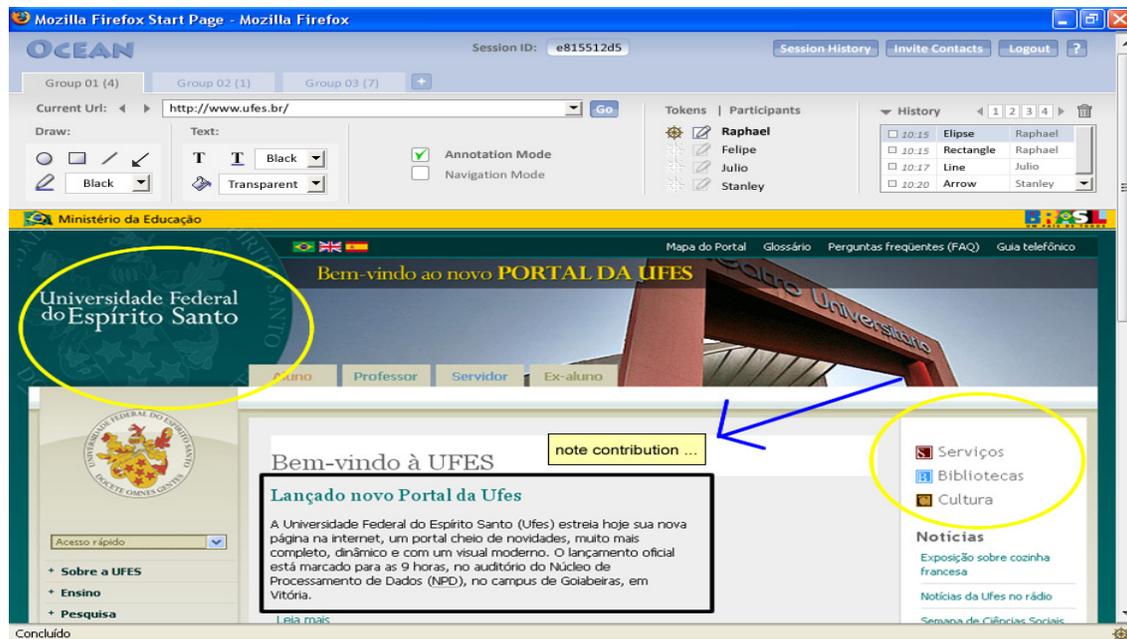


Figura 5.11: Exemplos de utilização das funcionalidades de Ocean

5.6. CONCLUSÃO

Neste Capítulo foi apresentado um ambiente de navegação colaborativa baseada na Ontologia de Colaboração chamado de Ocean. Nessa ferramenta destaca-se uma abordagem ontológica através da utilização da Ontologia de Colaboração como referência no seu processo de desenvolvimento e, por fim, é apresentado um protótipo desse ambiente concretizando essa abordagem utilizada e validando suas vantagens.

Nesse contexto, a abordagem ontológica mostrou-se capaz de facilitar a aquisição de informação sobre o domínio, aumentando a expressividade dos modelos conceituais da ferramenta, limitando e direcionando o escopo da aplicação. Além disso, a abordagem ontológica facilitou o seu desenvolvimento acelerando esse processo através do reuso proporcionado pela ontologia. Por último, essa abordagem visou preparar Ocean para uma futura integração, como é mostrada no Capítulo 6 através da integração de Ocean com um serviço externo de apoio a colaboração.

A proposta de Ocean é inovadora com relação a oferecer uma forma de navegação mais amigável, com funcionalidades que tentam se aproximar do comportamento de um usuário em um ambiente físico compartilhado. Além dessas funcionalidades, a abordagem de Ocean busca dar flexibilidade de colaboração entre seus

usuários, através da flexibilização das sessões de conavegação (criação de subgrupos e subsessões) e do acesso aos registros de históricos. Portando, conclui-se que mesmo levando em consideração esses requisitos flexíveis almejados por Ocean, a Ontologia de Colaboração mostrou-se conceitualmente satisfatória.

CAPÍTULO 6. SOCO E INTERBLOGS, APLICAÇÕES INSERIDAS NO CONTEXTO DA WEB SEMÂNTICA BASEADAS NA ONTOLOGIA DE COLABORAÇÃO

Este capítulo apresenta um serviço de apoio à colaboração (SOCO) e sua utilização para suporte a inferências automatizadas. Esse serviço é baseado na Ontologia de Colaboração apresentada no Capítulo 4. Além disso, é apresentada uma aplicação de integração de blogs e uma de Ontologia de Blogs, esse último também com base na mesma Ontologia de Colaboração. Também é apresentado como esse serviço pode ser utilizado para prover inferência a Ocean.

6.1. INTRODUÇÃO

Com a finalidade de exemplificar a utilização da Ontologia de Colaboração para atender a requisitos de integração, representação de conhecimento e raciocínio semântico, neste Capítulo são apresentadas duas aplicações nela baseadas. O primeiro um serviço web denominado Serviço Ontológico de Apoio a Colaboração (SOCO) e o segundo uma aplicação de captura automática de participações em blogs⁶, nomeado de Integração Ontológica de Blogs (InterBlogs). Esses dois protótipos de aplicações têm por objetivo exemplificar o uso da Ontologia de Colaboração para dar suporte às seguintes funcionalidades: (i) reconhecer e capturar informações de páginas anotadas semanticamente com a Ontologia de Colaboração, (ii) integrar ferramentas inseridas no domínio de colaboração e (iii) apoiar a derivação de conhecimento através do suporte a raciocínio automático.

A primeira aplicação (SOCO) consiste em um repositório semântico baseado na Ontologia de Colaboração e uma máquina de raciocínio automático anexada a tal repositório. Em particular, esse repositório semântico utiliza uma versão da Ontologia de Colaboração implementada neste trabalho em OWL (*Web Ontology Language*). Já a

⁶ Um blog é um tipo de site web, usualmente mantido por uma pessoa através de publicações regulares de comentários, descrições de eventos, relatos, ou materiais como gráficos e vídeos. Essas publicações são comumente exibidas em uma ordem cronológica inversa. <en.wikipedia.org/wiki/Blog, capturado em maio de 2009>

segunda aplicação (InterBlogs) é composta de uma extensão do navegador *web* conhecido como Mozilla Firefox, associada a uma extensão de SOCO com uma terceira aplicação para a exibição visual dessas informações. Para a representação do domínio específico de Blogs foi necessário estender o repositório semântico de SOCO, ou seja, foi necessário estender a Ontologia de Colaboração, gerando uma Ontologia de Classe de Aplicações de Blogs (Ontologia de Blogs). Esta Ontologia de Classes de Aplicação foi então também implementada em OWL, desta forma habilitando SOCO para a armazenagem e recuperação das informações requisitadas pelo domínio de blogs. Tal ontologia evidencia como a Ontologia de Colaboração pode ser especializada para representar uma classe de aplicações no domínio de colaboração. Por fim, ambas as aplicações têm como objetivo dar apoio ao usuário favorecendo e potencializando a colaboração.

Vale mencionar que para anotar semanticamente páginas web e visualizar as informações capturadas foi utilizada uma aplicação terceira (wikidmart⁷) que reconhece semanticamente tanto a Ontologia de Colaboração quanto a Ontologia de Blog em OWL. Essa aplicação terceira foi utilizada para proporcionar uma interface mais amigável de edição de páginas com suporte a anotações em OWL, ou seja, ela gera a página web anotada semanticamente através de sua utilização, além de exibir tais páginas. A escolha da linguagem OWL DL como linguagem de codificação de ontologias é justificada aqui pelo fato de que tanto Ocean quanto InterBlogs são aplicações potenciais de Web Semântica. OWL DL é uma recomendação W3C de linguagem padrão de representação para Web Semântica⁸.

Além da integração de ferramentas de blogs, ainda é apresentado neste trabalho uma integração de SOCO com a aplicação apresentada no Capítulo anterior. Tal integração visou proporcionar raciocínio automatizado a Ocean para dar suporte a identificação automática de potenciais colaboradores.

Em suma, para mostrar utilizações da Ontologia de Colaboração é apresentado neste capítulo duas aplicações: SOCO; a integração de SOCO com InterBlogs e Ocean. Portanto, este capítulo foi organizado da seguinte maneira: na Seção 6.2 é apresentada

⁷ Wikidmart é uma aplicação semântica *open source* que utiliza o framework semântico da empresa zAgile, Inc. que facilita integração semântica. Site do Projeto: zagile.com, release de Janeiro de 2009

⁸ <http://www.w3.org/TR/owl-features/>

uma rápida contextualização de como a web esta apresentada hoje e seus principais problemas; na Seção 6.3 são apresentados os padrões básicos utilizados na implementação da ontologia realizados OWL e SWRL; na Seção 6.4 é apresentado SOCO, além de um cenário de sua utilização integrada com Ocean; na Seção 6.5 é apresentada a Ontologia de Blogs, além do mapeamento entre essa ontologia e as ferramentas de blogs, incluindo uma descrição da aplicação InterBlogs; por fim, na Seção 6.6 são apresentadas as conclusões deste capítulo.

6.2. CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA

Atualmente a publicação de informação na internet pode ser gerada de várias maneiras, dentre elas: através de publicações em blogs, fóruns, criação de páginas pessoais, sites de notícias ou empresas. Tais informações em sua maioria estão dispersas em páginas web, na forma estática ou dinâmica. Em ambos os cenários (dinâmico ou estático) essas páginas são predominantemente apresentadas em uma linguagem conhecida como *Hyper Text Markup Language* (HTML).

Essas páginas contêm o conteúdo disponibilizado pelos seus autores na *web*, porém tanto páginas estáticas quanto dinâmicas, usualmente não fornecem o conteúdo semântico explícito reconhecido por máquinas. Em outras palavras, essas páginas transmitem um conteúdo interpretável por seres humanos, contudo não interpretável por agentes computacionais, devido à falta de uma formalização semântica acessível a esses agentes. Dessa forma, a formalização semântica é necessária para que essas máquinas possam interpretar esse conteúdo.

Nesse contexto, a *web semântica* visa preencher essa lacuna de significado explícito entre as diversas informações disponíveis na web e dessa forma torná-la legível para as máquinas (BERNERS-LEE, 2001). Basicamente, em sua definição, a *web semântica* visa estender a web atual, para preencher essa falta de semântica nas informações. Um exemplo dessa lacuna semântica é ilustrado pela Figura 6.1, onde do lado direito é exibida o código fonte de uma página web em HTML, e do lado esquerdo a mesma informação, porém interpretada pelo navegador *web*, o qual renderiza o documento HTML e apresenta ao usuário humano. Nota-se que o usuário humano consegue facilmente extrair as informações de seu interesse de ambas as representações,

todavia mais facilmente através da imagem da esquerda. Essa interpretação é possível, pois os seres humanos são capazes de interpretar utilizando suas funções cognitivas. Logo, um humano consegue deduzir que “Felipe Frechiani de Oliveira” é o nome de uma entidade do tipo pessoa, e que suas ocupações correntes são “Mestrado em Ciência da Computação” e “Consultor de uma empresa chamada zAgile”.

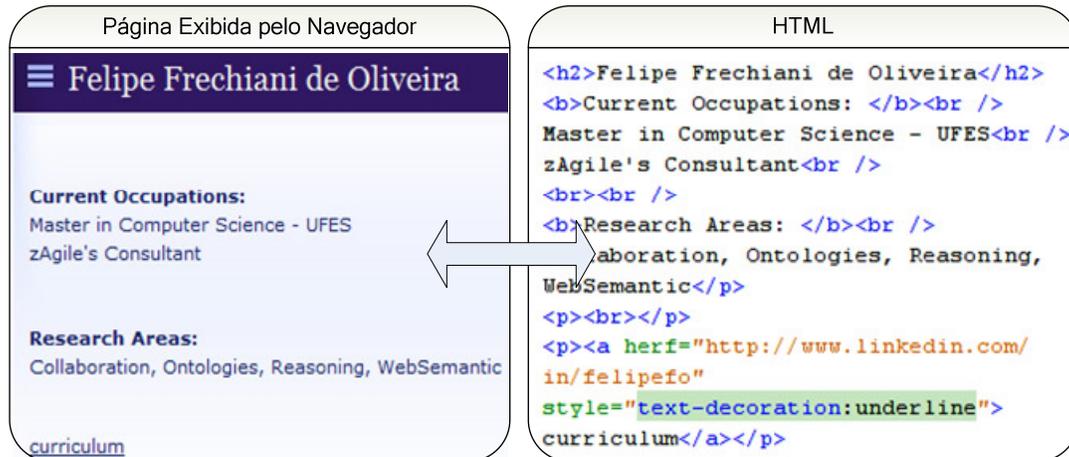


Figura 6.1: Exemplo de como a Informação é Codificada em HTML e Visualmente Apresentada por um Navegador Web

O segundo problema está relacionado aos leitores, publicadores e donos de blogs. Alguns desses blogs têm milhares de acessos diários, como por exemplo, o blog AVC.com⁹, onde uma requisição recorrente desses leitores é a publicação periódica de blogs lidos pelo próprio autor. Por fato de se tratar de uma atividade tediosa e custosa em termos de tempo, seria interessante a automatização de tal atividade.

Além das leituras de Blogs é interessante para o usuário, a captura de publicações realizadas em Blogs de terceiros, mantendo assim um repositório de fácil acesso as suas participações e também permitindo que o mesmo exiba essas participações para outros usuários. Já existe algumas ferramentas que propõem esse tipo de funcionalidade para Blogs como o BlogRollr¹⁰ e, mais genericamente, para qualquer tipo de site, como o Google Reader¹¹. Porém, o primeiro é falho em muitos reconhecimentos de blogs, além de não capturar publicações, e o segundo não é direcionado especificamente a blogs.

⁹ Blog: A VC - Musings of a VC in NYC <<http://www.avc.com>>.

¹⁰ BlogRollr - What blog posts have you been reading? 2009. Project website: blogrollr.com, release de Março de 2009.

¹¹ Google Reader é um tipo de agregador capaz de ler formatos do tipo Atom e RSS.

6.3. PADRÕES BÁSICOS DE IMPLEMENTAÇÃO DA ONTOLOGIA EM OWL E SWRL

A Ontologia de Colaboração e sua extensão para blogs foram implementadas utilizando-se as linguagens *Ontology Web Language* (OWL) e *Semantic Web Rule Language* (SWRL)¹². Portanto, nesta seção são apresentados alguns dos padrões básicos utilizados para transformar as classes, relações, axiomas, propriedades e características dessas propriedades presentes nas ontologias para as respectivas implementações em OWL (versão 1.0) e SWRL. É importante frisar que dado o conjunto de recursos de OWL utilizados, e com o objetivo de manter a decidibilidade das especificações geradas, as versões das ontologias de colaboração e de blogs codificadas em OWL, se encaixam no subconjunto denominado OWL-DL.

Dentre os principais motivos para a escolha de OWL-DL como linguagem de implementação, pode-se destacar: (i) suporte a relações inversas e restrições de cardinalidade, (ii) representação de características intrínsecas das propriedades (e.g.: simetria, transitividade), (iii) portabilidade, devido ao fato de ser baseada em XML, (iv) suporte a uma linguagem de consulta conhecida como SPARQL¹³, (v) integração com uma linguagem de representação de regras conhecida como SWRL, (vi) linguagem padronizada pela W3C, (vii) suporte a relações entre classes, (viii) suporte a raciocínio automatizado por diversas máquinas de inferência, como por exemplo, *Pellet*, *Jena Built-in Rule* e *Fact plus++*, (ix) decidível e (x) suporte de várias Apis para a sua manipulação como por exemplo, *Jena* e OWL-API.

Conceitos da ontologia foram representados através do tipo *Class*, que em OWL define um grupo de instâncias que possuem alguma característica em comum (LACY, 2005). Essa representação é ilustrada pelo exemplo na Figura 6.2 que exhibe o conceito de **Sessão Colaborativa**, que por sua vez é uma especialização do conceito *Interação*. A relação de herança entre os dois conceitos é representada pela relação *subClassOf*. Vale

¹² <http://www.w3.org/Submissions/SWRL/>

¹³ SPARQL – É uma linguagem de consulta para RDF. SPARQL pode ser usada para expressar consultas através de diferentes fontes de dados, onde esses dados podem estar armazenados de forma nativa em RDF ou através de uma visão RDF por intermédio de um *middleware* <<http://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query>>

ressaltar que para uma visualização mais clara dessa implementação foi utilizado à representação conhecida como sintaxe Manchester¹⁴.

Class: CollaborativeSession

SubClassOf:

ufob: Interaction

Figura 6.2: Fragmento da Implementação da Classe Sessão Colaborativa

Relações entre os conceitos presentes na ontologia foram implementadas com a utilização do elemento de OWL dito *Object Properties*. Basicamente, o tipo *Object Property* permite representar relações entre instâncias de duas classes (LACY, 2005). Exemplificando tal uso, a relação *executada por* define o relacionamento entre instâncias de Ação de Contribuição (*Action Contribution*) e Agente (*Agent*).

A linguagem OWL ainda fornece suporte a algumas caracterizações de relações, ou seja, suporte a atribuição de algumas meta-propriedades a essas relações, como por exemplo, transitividade e simetria. Tais características são importantes para: (i) distinção clara da representação de algumas relações, proporcionando maior expressividade e mantendo fidelidade em relação às distinções ontológicas e (ii)) derivação de informações através de inferências automatizadas a partir de informações factualmente representadas, como no exemplo descrito a seguir: um Objetivo (*Goal*) O1 tem os *subObjetivos* (*subGoals*) O2 e O3, e O2 tendo os *sub Objtivos* O4 e O5, e dado a relação *subObjetivo* ter característica transitiva, a máquina de inferência automaticamente relaciona O4 e O5 a O1, através da relação *subObjetivo*.

Um exemplo da representação de *Object Properties* e sua respectiva característica transitiva são ilustrados na Figura 6.3. Nessa Figura estão destacados a relação *subSession* e sua meta-propriedade de transitividade.

ObjectProperty: subSession

Characteristics:

Transitive

InverseOf:

superSession

Figura 6.3: Representação da Relação subSessão e superSessão

¹⁴ <http://www.w3.org/2007/OWL/wiki/ManchesterSyntax>

Na relação *subSessão* (*subSession*) apresentada na Figura 6.3 é exibida o tipo OWL *inverseOf*. A relação inversa representa a associação entre duas relações, nas quais se deseja prover uma ponte de retorno entre ambas, através da inferência de uma instância para a sua inversa (LACY, 2005). Essa associação é útil para gerar automaticamente ligações, como por exemplo, se uma instância de **Sessão Colaborativa** SC1, tem uma relação de *subSessão* com uma instância SC2, então automaticamente, a sua inversa *superSessão* (*superSession*) é inferida, portanto é criado uma associação entre SC2 e SC1 com a utilização da relação *superSession*.

No contexto de raciocínio automático, regras da ontologia foram implementadas em SWRL, tal necessidade foi causada devido a OWL não suportar alguns tipos de regras, como o caso do axioma A1. Para ilustrar a implementação dos axiomas da ontologia nessa linguagem, a Figura 6.4 apresenta o axioma A1. O axioma A1 mostra como SWRL pode ser utilizada para a criação de fatos. Vale salientar que o axioma é exibido em cláusulas de Horn invertida, então a cabeça da cláusula está destaca em negrito no final do axioma e o corpo no seu início em itálico.

A1 - *ufoc:Agent (?ag1) ∧ ufob:Goal (?o) ∧ ufoc:wants (?ag1, ?o) ∧ ufoc:subGoal (?o1, ?o) ∧ diferentFrom (?o, ?o1) → ufoc:wants (?ag1, ?o1)*

Figura 6.4: Exemplo de Como um Axioma Lógico pode ser Utilizado para a Criação de Fatos

A regra A1 pode ser verbalizada da seguinte forma: dado um Agente Ag1 e Objetivos O1 e O, sendo O₁ um *subGoal* próprio de O. Dado que Ag1 deseja O, então é gerado um novo fato que Ag1 também deseja O1. Em outras palavras, se uma agente deseja um objetivo, ele deseja tudo que este objetivo representa, ou seja, todas as suas partes.

Class: SharedGoal
EquivalentTo:
 wants **min** 2 ufoc:Agent
SubClassOf:
 ufoc:Goal

Figura 6.5: Axioma A2 – Um Exemplo de Como um Axioma Lógico pode ser Utilizado para a Reclassificação de Instâncias

Vale ainda ressaltar o uso de restrições para a reclassificação automática de instâncias. Basicamente essas restrições são aplicadas pela máquina de inferência

alterando o conhecimento existente sobre os fatos (reclassificação). Para exemplificar como a máquina de inferência pode ser utilizada, na modificação das informações da base de fatos, na Figura 6.5 é ilustrado o axioma A2 da ontologia. O axioma A2 é uma restrição de cardinalidade de *min 2* que restringe as instâncias de Objetivo Compartilhado a ter pelo menos dois Agentes associados, através da relação *desejadoPor* (*wants*), logo com essa restrição satisfeita, uma instância pode ser classificada como Objetivo Compartilhado.

6.4. SOCO – SERVIÇO ONTOLÓGICO DE APOIO A COLABORAÇÃO

SOCO é um serviço web que utiliza os recursos atualmente propostos pela web semântica, visando basicamente: (i) integração de informação dispersas na web, através de anotações semânticas, utilizando como representação de metadados, a Ontologia de Colaboração proposta neste trabalho, (ii) uma demonstração de como essa ontologia pode ser utilizada juntamente com o apoio de uma máquina de inferência para promover a detecção automática de potenciais conflitos e oportunidades de colaboração.

Visando preencher a lacuna de formalização semântica no domínio de colaboração, SOCO implementa os conceitos presentes na Ontologia de Colaboração. Além disso, um protótipo desse serviço foi desenvolvido em JAVA, utilizando-se um framework de manipulação de ontologias conhecido como Jena¹⁵. A implementação da Ontologia em foi feita em OWL-DL, e para máquina de inferência foi escolhido o Pellet por suportar tanto expressões lógicas em OWL quanto em SWRL.

Nesse contexto, visando detalhar a utilização do serviço e seu funcionamento foi criado um de uso de SOCO, envolvendo três páginas. Na Figura 6.6 (a) é ilustrada uma página pessoal descrevendo dados de um aluno do mestrado de uma instituição, suas áreas de interesses e alguns de seus objetivos pessoais. Na figura 6.6 (b), é apresentada uma página institucional deste mestrado, descrevendo uma reunião programada para ser realizada (Sessão Colaborativa). Essas figuras ilustram como essas páginas estão

¹⁵ Jena é uma biblioteca JAVA para a construção de aplicações para web semântica. Ele prove as primitivas de programação para linguagens como RDF, RDFS e OWL, SPARQL.<<http://jena.sourceforge.net>, capturado em abril de 2009>

anotadas semanticamente¹⁶, utilizando para isso a ontologia de colaboração implementada em OWL.

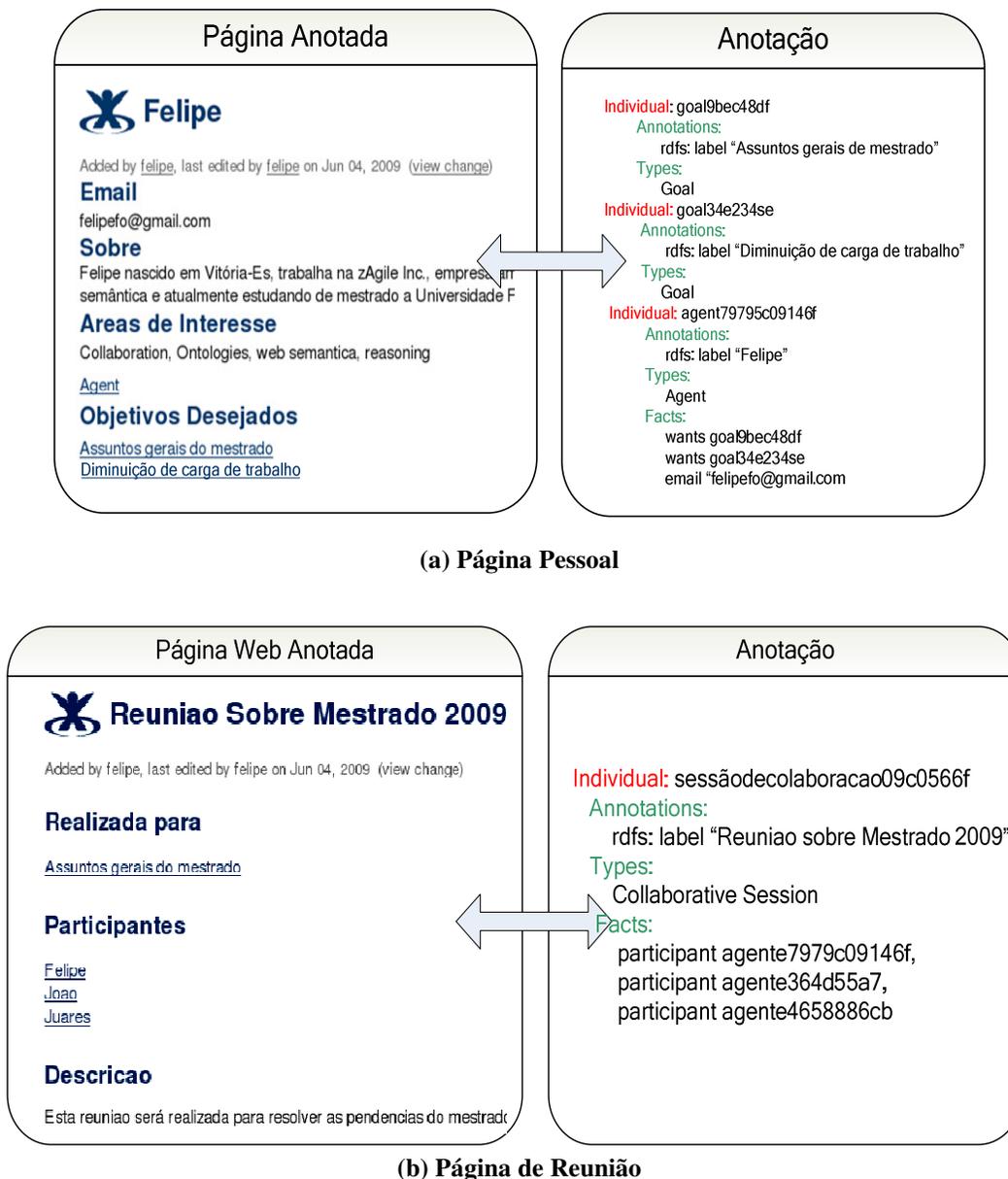


Figura 6.6: Informações de uma Página Web Anotada Semanticamente com a Utilização da Ontologia de Colaboração Expressa em OWL.

Uma visão geral de um cenário de execução deste serviço é ilustrada na Figura 6.7. Suponha a necessidade do Departamento de Informática da Universidade Federal do

¹⁶ Uma página web é considerada anotada semanticamente, quando seus dados são classificados através de metadados que têm o objetivo de dar significado semântico explícito a esses dados. <http://en.wikipedia.org/wiki/Semantic_Web, capturado em abril de 2009>

Espírito Santo (UFES) em realizar uma reunião online (devido a eventuais restrições de localização geográfica entre seus participantes) para a discussão de assuntos relacionados ao Mestrado em Informática da UFES. Através desta reunião, chamada de “reunião sobre mestrado 2009”, o Departamento de Informática visa reunir seus membros para a discussão de “assuntos gerais do mestrado” composto dos seguintes subobjetivos: (i) modificar coordenação, (ii) eleger novo coordenador do mestrado, (iii) reavaliar as atribuições do coordenação, (iv) modificar o tempo para a realização do mestrado e (v) determinar a número máximo de orientados por professor. Participam dessa reunião Felipe, Juarez e João que são integrantes do mestrado da UFES, e por usa vez, tem seus respectivos papéis a desempenhar nessa instituição, portanto estão comprometidos a participar da mesma. Além disso, cada um desses participantes tem seus objetivos (*goals*) pessoais e, conforme ilustrado na Figura 6.7, bem como objetivos externos (fora do contexto) à reunião.

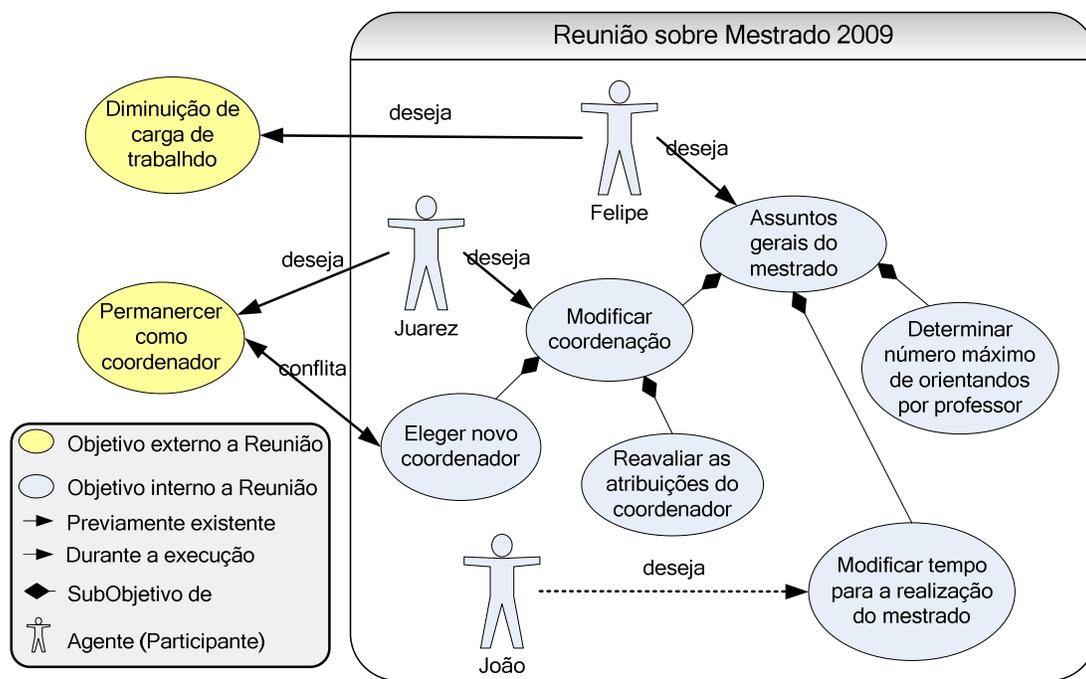


Figura 6.7 – Exemplo de Utilização de SOCO

Vale ressaltar que as páginas criadas para o exemplo foram anotadas semanticamente utilizando um sistema chamado *WikiDSmart*, que suporta a edição de arquivos OWL através de uma interface web e exhibe tal informação no seu formato web

tradicional. Portanto, de posse dessa funcionalidade de edição dinâmica de OWL e da própria página em si, durante essa reunião os participantes podem, por exemplo, tanto assumir objetivos quanto revogá-los.

Devido a restrições de localização geográfica dos participantes, a suposta reunião é realizada através do sistema de conavegação Ocean, apresentado no Capítulo anterior. Dessa forma, ao criar a página da “reunião sobre mestrado 2009” o usuário informa o ambiente onde esta **Sessão Colaborativa** vai acontecer como ilustrado pela Figura 6.8. Ao escolher Ocean como ambiente, SOCO reconhece esse ambiente como um ambiente integrado, então abre uma comunicação com Ocean através da API do mesmo. Nessa comunicação SOCO requisita à Ocean a criação de uma **Sessão de Conavegação** para a realização da reunião de mestrado. Após esta comunicação Ocean devolve para SOCO uma URL para acesso ao ambiente, SOCO então atualiza a página web da reunião exibindo agora a URL de acesso. Através dessa url de acesso os usuários podem dar início à colaboração.

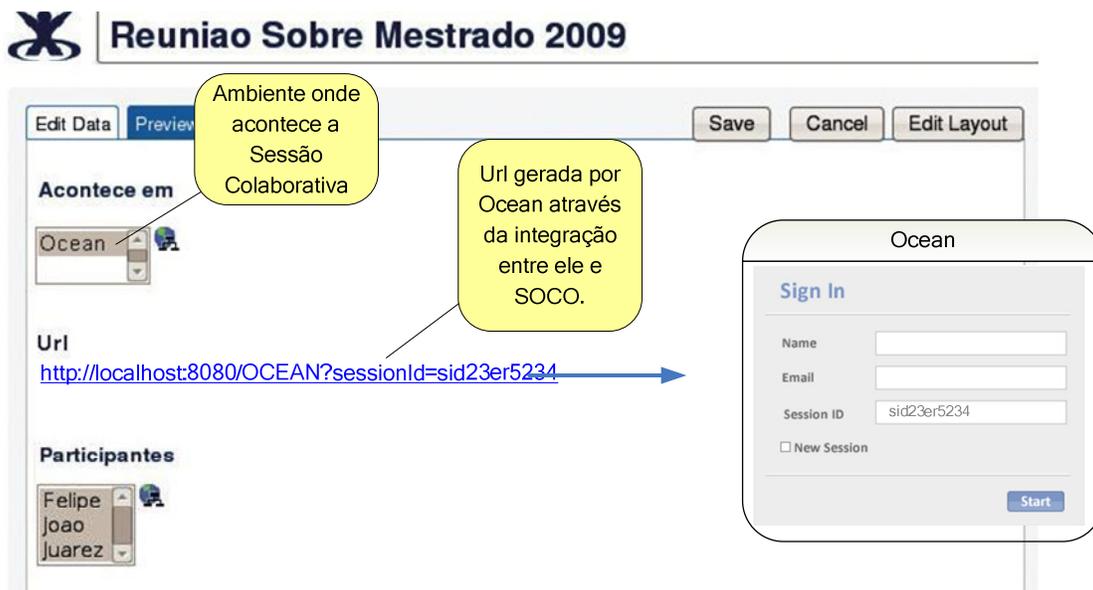


Figura 6.8 – Cenário de Integração entre Utilização de SOCO e Ocean.

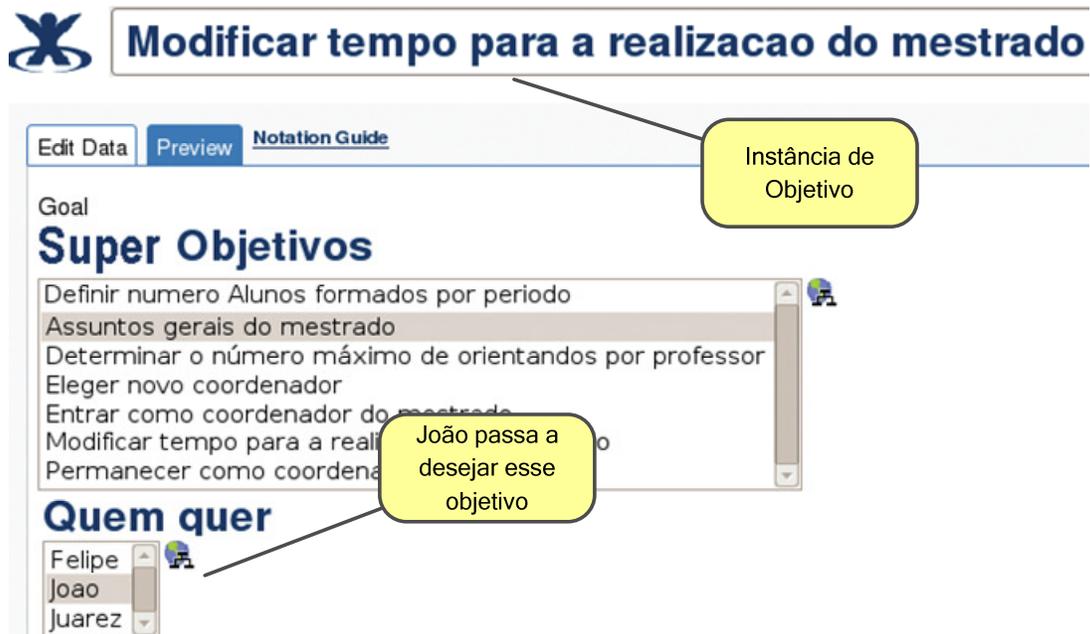


Figura 6.9: Exemplo de Edição executada pelo participante João através da qual ele adota o Objetivo *Modificar Tempo Para a Realização do Mestrado*.

Durante a reunião, João decide definir para ele o objetivo “Modificar tempo para realização do mestrado”, e toda vez que ocorre uma modificação na base de dados, SOCO executa sua máquina de inferência para tentar identificar potências colaboradores entre os participantes da reunião bem como identificar participantes que possuem objetivos conflitantes. A Figura 6.9 exibe a interface de *WikiDSmart*, após essa edição, SOCO através da API de Ocean gera um de ato comunicativo do tipo **Invitation to Join** visando a criação de um **Grupo Colaborativo** e uma **Thread Session**, específica para os usuários que têm objetivos compartilhados. Portanto, em Ocean é apresentada ao participante uma janela que questiona se o mesmo deseja iniciar uma nova aba de colaboração com esse usuário específico. Esta janela de diálogo é, portanto, a materialização de um tipo de ato comunicativo de Ocean chamado de **Invitation To Join**. A Figura 6.10 ilustra essa arquitetura e seu funcionamento levando em consideração SOCO e a integração com Ocean.

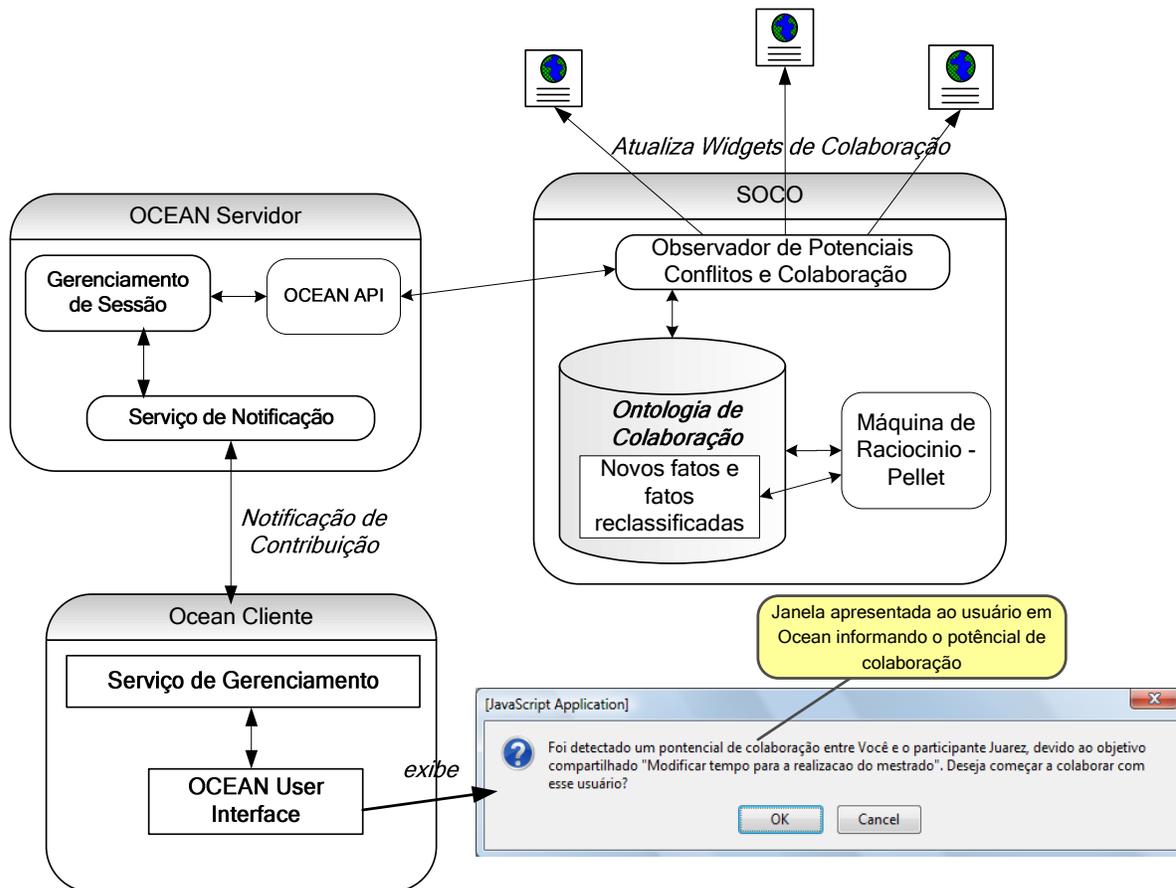


Figura 6.10 – Visão Geral da Arquitetura e Integração de SOCO e Ocean.

Em paralelo como ilustrado na Figura 6.11, SOCO atualiza os *widget* desses usuários apresentando novas informações para esses participantes. Portanto, SOCO através desse *widget* exibe para João que agora ele tem um objetivo compartilhado com o participante Felipe (ver Figura 6.10 (b)). Já o participante Juarez, devido a ele desejar os objetivos “Eleger novo coordenador” e “Permanecer como Coordenador”, chega-se a conclusão de que eles têm objetivos conflitantes, como exibido na Figura 6.10 (a).

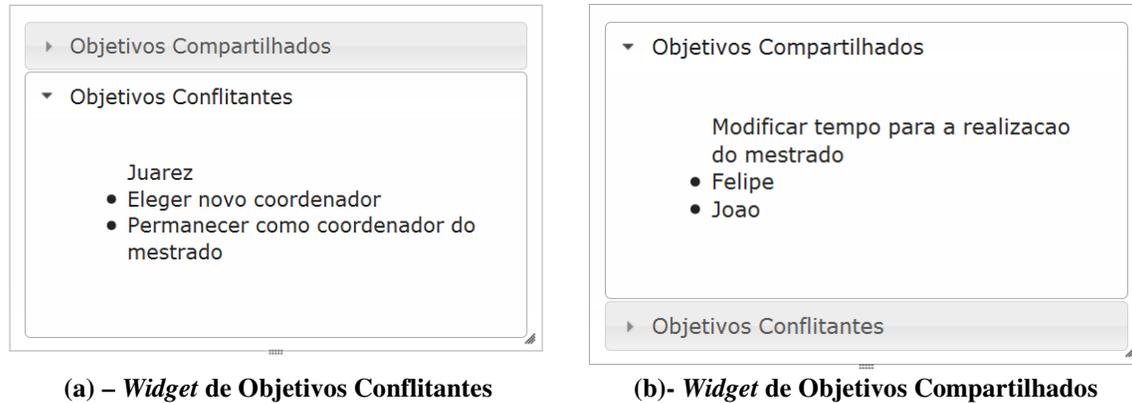


Figura 6.11: Widget Gerado por SOCO para Exibir Informações Relevantes ao Participante Relacionada a Potencias de Colaboração exibidas na Página Pessoal do Usuário

Esse tipo de análise com exibição dinâmica para o usuário visa alertá-lo de possíveis conflitos e potenciais de colaboração gerados por decisões tomadas durante a colaboração, como no exemplo do cenário da reunião de mestrado. Além disso, funcionalidade é útil para executar uma forma passiva de coordenação, ou seja, alertar o usuário de possíveis situações que podem levar a algum tipo de inconsistência e ainda potenciais colaboradores.

6.5. INTERBLOGS E SOCO

Com o objetivo de exemplificar como a Ontologia de Colaboração pode ser utilizada para derivar uma Ontologia de Classe de Aplicações, é apresentada, nesta seção, a aplicação InterBlogs. Ela é uma solução de captura automática de contribuições de blogs composta basicamente de: (i) uma Ontologia de Classe de Aplicações no domínio de blog (Ontologia de Blogs), (ii) um protótipo de captura de informações referentes a leitura e publicação de informação de ferramentas de blogs e (iii) a integração dos itens (i) e (ii) com o serviço SOCO. Utilizando esses recursos, InterBlogs oferece um repositório de itens acessados e publicados em blogs útil para o usuário manter organizadas suas leituras e publicações ou simplesmente disponibilizar suas participações para acesso de outros usuários. Esse tipo de serviço, conhecido como BlogRoll¹⁷, está

¹⁷Blogroll é uma lista de links de blogs ou sites web que os autores de blogs lêem regularmente. O Blogroll geralmente fica em uma coluna na lateral do blog. <Dicionário Blogosphere: www.blogossary.com/define/blogroll>

ganhando atenção e algumas ferramenta já propõem fornecê-lo como em BLOGROLLR (2009) e BLOCOOL (2009).

As informações capturadas por InterBlogs podem ser utilizadas, por exemplo, na construção de redes sociais para sugestão de conhecimento. Dos fluxos entre os seus membros, são extraídos conhecimentos que servem para prover novos relacionamentos (ORGNET, 2007). Essa funcionalidade favorece a colaboração pró-ativa entre os indivíduos. Em particular considerando o contexto de blogs podem-se sugerir blogs que têm alguma relação de conteúdo através de semelhanças entre palavras chaves, o qual pode ser de interesse do usuário.

6.5.1. UMA ONTOLOGIA DE BLOG BASEADO NA ONTOLOGIA DE COLABORAÇÃO

Com intuito de exemplificar como estender a Ontologia de Colaboração, para representar uma classe de aplicações no domínio de colaboração, uma Ontologia de Blogs foi desenvolvida. Para sua construção foi utilizado como base teórica a Ontologia de Colaboração proposta no Capítulo 4 deste trabalho. Vale ressaltar que não é objetivo da Ontologia de Blogs representar o domínio de forma completa. Dessa forma, seus os objetivos são definir conceitos relacionados ao domínio de blogs como, por exemplo, blog, os papéis colaborativos que cada usuário desempenha, informações trocadas nas interações de blogs, etc. Na Figura 6.12 é ilustrada a Ontologia de Blogs e sua relação com a Ontologia de Colaboração, os conceitos em cinza são provenientes da Ontologia de Colaboração e os conceitos em branco foram gerados para representar a conceituação envolvida no contexto de Blogs.

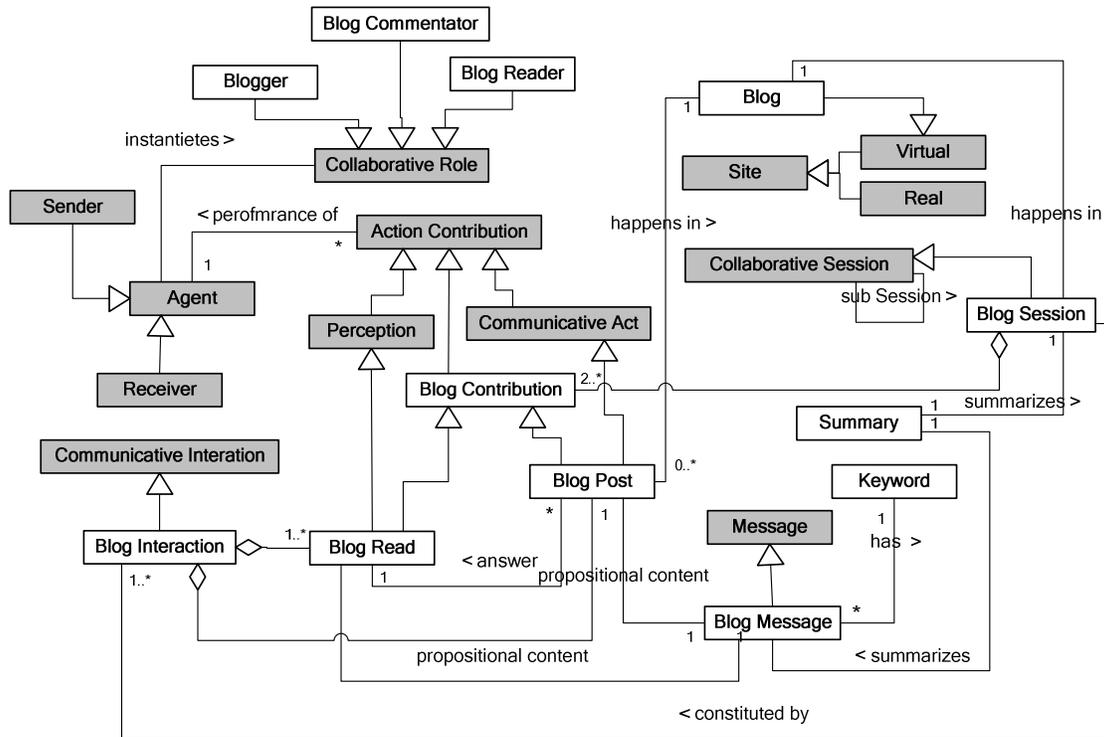


Figura 6.12: Ontologias de Classe de Aplicação de Blogs Derivada da Ontologia de Colaboração

No cerne da Ontologia de Blogs está o conceito **Sessão de Blog** (*Blog Session*) que representa as Sessões Colaborativas específicas de blogs. O conceito **Sessão de Blog** representa a sessão de blog como um todo, em outras palavras, quando um usuário de blog acessa um determinado blog, esse usuário está entrando em uma **Sessão de Blog** com o intuito de participar, seja lendo ou postando no blog. A **Sessão de Blog** ainda tem uma descrição do seu propósito representado pelo conceito **Sumário** (*Summary*). Durante o acesso a esse blog o usuário basicamente executa contribuições de **Publicação** (*Blog Post*) e/ou **Leitura de Blog** (*Blog Read*). Os usuários de blog em geral são representados pelo conceito **Agente** (*Agent*) que podem desempenhar Papéis Colaborativos, sendo eles: **Blogueiro** (*Blogger*), **Comentador de Blog** (*Blog Commentator*) e **Leitor de Blog** (*Blog Reader*). **Blogueiro** é aquele papel colaborativo de um Agente que tem um blog e realiza *posts* periódicos no mesmo. Já o **Comentador de Blogs** e o **Leitor de Blogs** são, respectivamente, aquele que faz comentários as **Publicações de Blogs**, e aquele que desempenha o papel de leitor.

Uma **Sessão de Blog** pode ser composta de *sub sessões* (*sub session*) de blogs. Além disso, a **Sessão de Blog** é composta de **Interações de Blog** (*Blog Interaction*) que por sua vez são compostas por contribuições de **Leitura de Blog** e **Publicação de Blog**.

Dessa forma dado a relação entre uma **Sessão de Blog** s e uma **Contribuição de Blog** p é estabelecida *sse* p for parte de uma **Interação de Blog** i e s é *constituido por* (*constitutedby*) p .

Uma **Publicação de Blog** denota qualquer contribuição que um **Blogueiro** ou **Comentador** faça em seu próprio blog, ou em blogs de terceiros. Já uma **Leitura de Blog** representa os acessos a um conteúdo publicado por outro usuário, ou seja, qualquer leitura a uma **Publicação de Blog**. Atreladas aos conceitos de **Publicação** e **Leitura** estão as **Mensagens de Blogs** (*Blog Message*) que representam o conteúdo trocado nessas contribuições. Essas **Mensagens de Blogs** têm um conjunto de **Palavras-Chave** (*Keywords*) que tentam representar de forma macro o seu conteúdo. Por fim, uma **Sessão de Blog** acontece em um determinado Ambiente Virtual ou Local Virtual, portanto esse conceito foi especializado para **Blog**. Dessa forma, o **Blog** representa o local onde a colaboração de blog acontece. Além disso, vale mencionar que se uma **Sessão de Blog** s *happens in* **Blog** b , então qualquer que seja a **Contribuição de** p , e p parte de s , *sse* p *happens in* b . A Tabela 6.1 exibe uma lista dos conceitos que compreendem a Ontologia de Blogs.

Tabela 6.1: Dicionário de Termos da Ontologia de Classe de Aplicações de Blogs

Blog Post	Contribuição que um usuário pode publicar durante uma sessão de blog que contém uma mensagem de blog a ser compartilhada.
Blog Read	Contribuição de leitura que um usuário executa com o objetivo de acessar um conteúdo para leitura.
Blog Session	Sessão colaborativa na qual os participantes de blogs interagem com o propósito de colaborar utilizando para isso um blog.
Blog	Ambiente onde as sessões de blogs acontecem.
Blog Message	Denota a informação trocada atrelada às contribuições de blogs.
Keyword	Termo que captura a essência de um determinado texto.
Summary	Descrição breve sobre um Blog ou uma Contribuição de Blog.
Blogger	Usuário de blog que tem um Blog e realizar Publicações de Blogs periódicas no mesmo
Blog Reader	Usuário que participa de Blogs como leitor.
Blog Commentator	Usuário que participa de blogs através de comentários nas Publicações de Blogs
Blog Interaction	Interação comunicativa compostas por uma leitura de blog

	e uma publicação de blog
Blog Contribution	Tipo de ação de contribuição realizada em um blog

6.5.2. MAPEAMENTO DA ONTOLOGIA DE BLOGS PARA AS FERRAMENTAS DE BLOGS

A maioria das ferramentas de blogs atuais utiliza alguns padrões para a integração com ferramentas conhecidas como Agregadores¹⁸. Porém, mesmo levando em consideração essa necessidade de integração com esses agregadores, essas ferramentas não seguem um padrão específico devido à inexistência de um formato padrão para representar entidades envolvidas em aplicações de blogs. Por esta razão, ferramentas de blogs acabam modificando e/ou adicionando seus próprios elementos, criando uma incompatibilidade do ponto de vista de interoperabilidade. Dessa forma, um esforço de padronização seria altamente vantajoso para proporcionar interoperabilidade e diminuição de esforço por parte dessas ferramentas, que chegam a disponibilizar seu conteúdo em três tipos de formatos diferentes, com o objetivo de aumentar a possibilidade de reconhecimento desses agregadores.

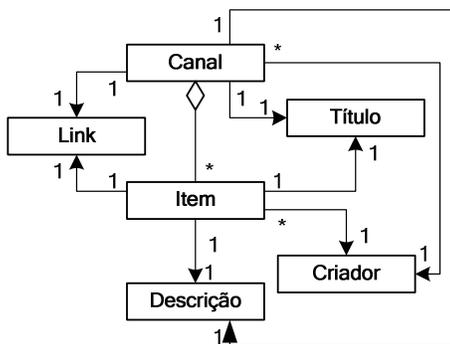
A maioria destes formatos foi baseada na especificação do padrão conhecido como *RDF Site Summary* (RSS 1.0), *Atom 1.0* e o *Really Simple Syndication* (RSS 2.0). Basicamente eles são descritores de metadados de múltiplos propósitos baseados em XML. Esses formatos visam uma especificação genérica, que permita sua utilização para qualquer tipo de site. Porém, tal fato os leva a uma falta de informação semântica para tipos específicos de sites, como por exemplo, para o caso de blogs. Atualmente sem levar em conta variações de implementações são conhecidos ao todo nove tipos de formatos, sendo eles: Atom 1.0, Atom 0.3, RSS 2.0, RSS 1.0, RSS 0.94, RSS 0.93, RSS 0.92, RSS 0.91 e RSS 0.9.

Alguns dos modelos desses formatos são apresentados na Figura 6.13. Tais modelos foram gerados através de leituras das respectivas documentações disponíveis. Além dessa documentação, em alguns casos foi utilizada uma técnica de escavação (FERDINAND; ZIRPINS, 2004) como discutido no Capítulo 2, que permitiu extrair os

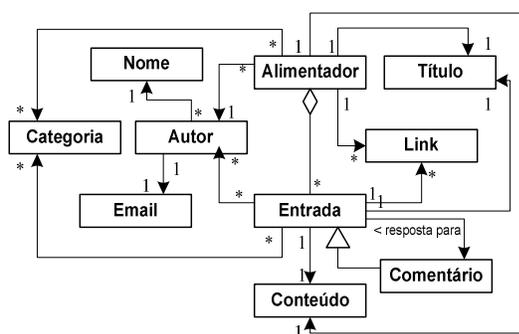
¹⁸ - Agregadores são programas clientes em que seu utilizador inclui os links que deseja acompanhar. Esses programas matem esses conteúdos atualizados automaticamente.

modelos conceituais a partir de arquivos XML utilizados por ferramentas de blogs. Esse processo de escavação foi necessário para identificar e averiguar as variações na utilização dos formatos descritos para o caso de blogs.

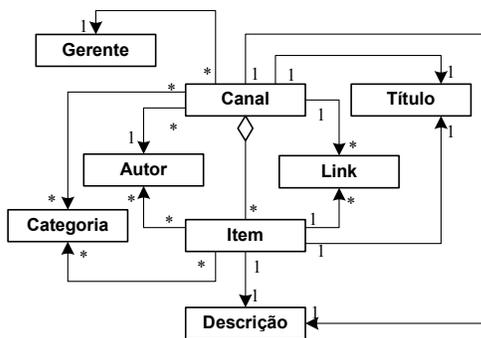
Vale ressaltar que as setas na Figura 6.13 entre conceitos indicam o relacionamento *tem*. Pode-se notar nos modelos da Figura 6.13, que há variações, como por exemplo, o nome dos conceitos Canal, chamado também de Alimentador, e o conceito Item, chamado também de Entrada. Além disso, variações entre formatos do mesmo tipo (ver Figura 6.13 (a) e (c)).



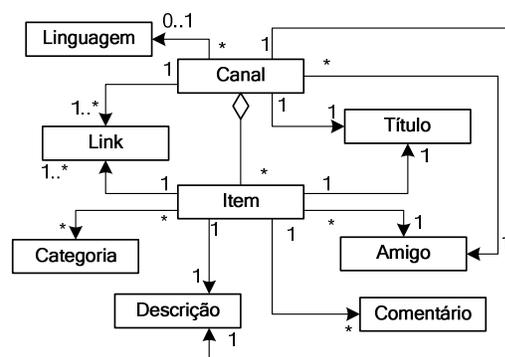
(a)- Representação do Formato RSS 1.0



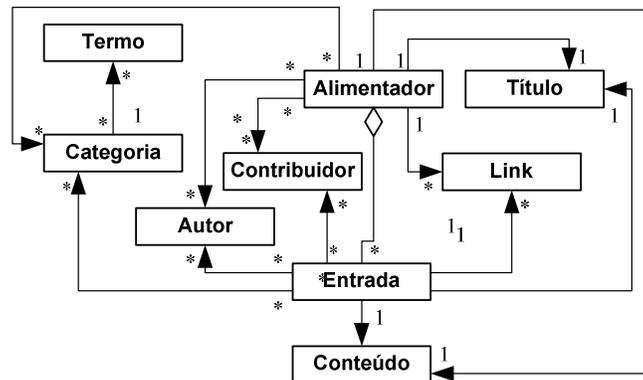
(b) – Representação do Formato Atom (Variação)



(c)- Representação do Formato RSS (Variação)



(d)- Representação do Formato RSS 2.0 (MySpace – Variação)



(e) Representação do Formato Atom 1.0

Figura 6.13 – Representações do vários Formatos de Representação de dados de aplicações de blogs.

Como ilustrado na Figura 6.13 esses formatos têm características genéricas devido ao requisito genérico de sua utilização, portanto ferramentas de blogs ao fazer uso desses formatos acabam por ter uma carência semântica de informações. Logo, com o objetivo de prover semântica e integrar informações dessas fontes heterogêneas foi gerado um mapeamento entre a Ontologia de Blog e esses modelos conceituais escavados, conforme ilustrado na Figura 6.14.

Tabela 6.2: Dicionário de Termos do Formato RSS 1.0

Canal	Um canal contém os Itens, descrições da página que ser descrita como um canal.
Item	Um item pode ser sobre qualquer coisa que contenha um link como, por exemplo, um <i>post</i> , uma lista de tarefas, um <i>patch</i> de software, etc.
Link	Representa a URL que um Item ou um Canal está armazenada.
Descrição	Um resumo do conteúdo do Canal ou do item
Título	O título ou assunto do Canal
Criador	Autor do canal ou do item

Tabela 6.3: Dicionário de Termos do Formato Atom 1.0 Variação

Alimentador	Representa um container para metadados e dados associados a ele.
Entrada	Representa um indivíduo que atua como um container para metadados e dados associações a ele.
Link	Representa a URL do Alimentador ou Entrada.
Conteúdo	Contém o conteúdo do Alimentador ou da Entrada
Título	O título ou assunto do Alimentador ou Entrada
Categoria	Denota a categoria de um Alimentador ou Entrada
Autor	Pessoa que criou o Alimentador ou a Entrada.
Comentário	Comentário de um usuário em resposta a uma Entrada.

Para efeitos de simplificação, visto a semelhança dos modelos escavados desses vários formatos, somente são apresentados os modelos (a) e (b) da Figura 6.13. Em complemento, as Tabelas 6.2 e 6.3 exibem um dicionário de dados desses respectivos formatos retirados das especificações de ambos. Portanto, com base nos modelos da Figura 6.13 (a) e (b) e nos seus respectivos dicionário de dados e, na Figura 6.14 é ilustrado um alinhamento entre a Ontologia de Blog e esses modelos conceituais. Tal alinhamento é destacado pelos conceitos de mesma cor e com uma seta tracejada interligando-os, indicando a respectiva semântica entre os conceitos. Vale destacar, no modelo a Figura 6.14 (a) que alguns conceitos foram colapsados como, por exemplo, Item que é colapsado em **Sessão de Blog** e **Contribuições de Blog**. Da mesma forma, Alimentador e Entrada são mapeados em **Sessão de Blog** e **Contribuições de Blog**.

Na Figura 6.15 é ilustrado como o processo de captura, armazenamento e acesso é realizado pelo InterBlogs. Inicialmente, através da utilização da extensão do Firefox, as contribuições de blogs de leitura e publicação, acessadas pelo participante de blog, são capturadas (1 e 2). Em 1, quando um Participante de Blog acessa páginas de blogs na internet para publicar, ou apenas para ler o seu conteúdo, a extensão captura essas informações (2). Essa captura é feita através da extração de informações providas de anotações no formato de XML, como exibidas na subseção anterior. Posteriormente, essas informações capturadas são enviadas para o serviço de SOCO (3). Após esse envio, informações são armazenadas no repositório de SOCO. O acesso às informações armazenadas no repositório de InterBlogs (4) (5) é realizado através do, já mencionado, *WikiDSmart*. Essa aplicação basicamente mostra o conteúdo da base de InterBlogs (armazenada em SOCO) através de acesso a um navegador web, tornando, dessa forma, fácil o acesso à informação.

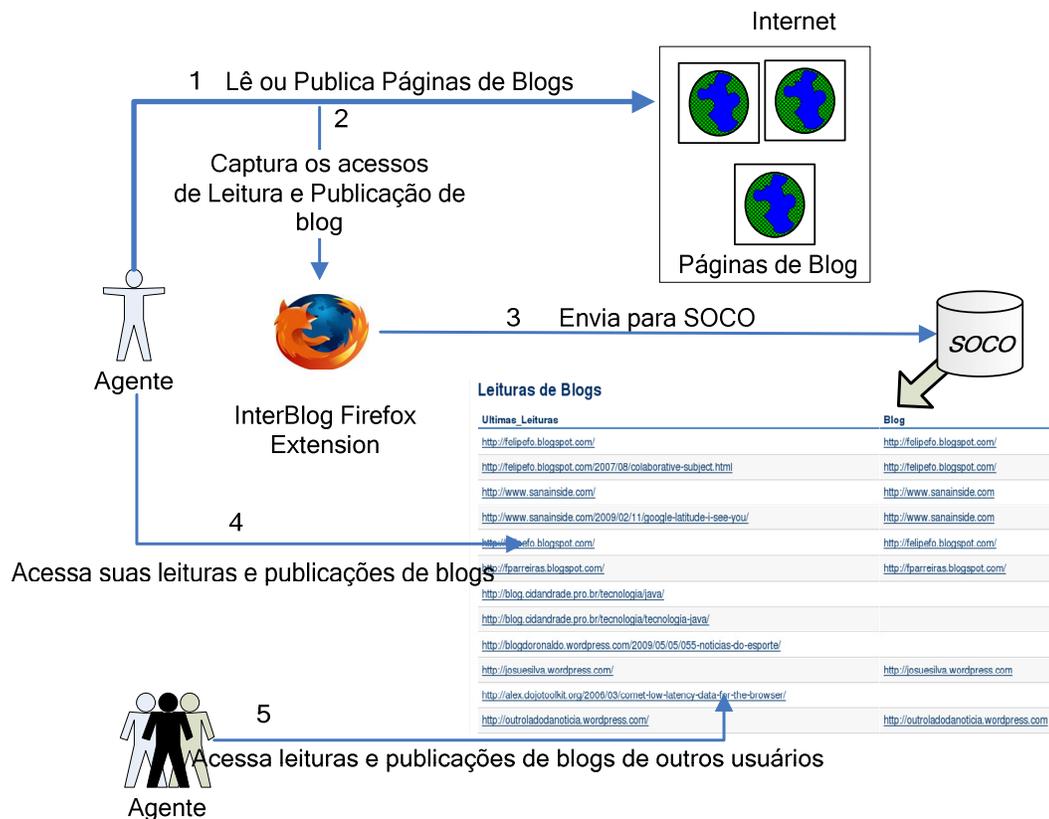


Figura 6.15: Macro Visão do Funcionamento de InterBlogs

A interface de acesso das informações capturadas por InterBlogs é exibida pelo *WikiDSmart*, como mostrado na Figura 6.16. Nela são exibidas as Contribuições de Leitura e Publicação, respectivamente, as partes (b) e (a) da Figura 6.16. Através dessa interface o usuário pode navegar pelas informações capturadas. Essas informações foram geradas através de uma SPARQL Query sobre o repositório de SOCO.

Publicacao	Mensagem
http://felipefo.blogspot.com/2009/03/post-test.html?showComment=1242616800000#c204556565903202706	Este é um comentário de teste para demonstrar a utili;
http://felipefo.wordpress.com/2009/03/14/hello-world/#comment-25	Adicionando um comentário
http://felipefo.wordpress.com/2009/03/14/hello-world/#comment-26	A web semantica é uma extensao da web atual para f; informacao e ...
http://localhost:8082/display/CAS/Blog Posts	A web semantica é uma extensao da web atual para f; informacao e ...
http://felipefo.wordpress.com/2009/03/14/hello-world/#comment-27	Teste de adicao de comentario

(a) Lista de Publicações

Leituras	Blog
http://felipefo.blogspot.com/	http://felipefo.blogspot.com/
http://felipefo.blogspot.com/2007/08/colaborative-subject.html	http://felipefo.blogspot.com/
http://www.sanainside.com/	http://www.sanainside.com
http://www.sanainside.com/2009/02/11/google-latitude-i-see-you/	http://www.sanainside.com
http://felipefo.blogspot.com/	http://felipefo.blogspot.com/
http://fparreiras.blogspot.com/	http://fparreiras.blogspot.com/
http://blog.cidandrade.pro.br/tecnologia/java/	
http://blog.cidandrade.pro.br/tecnologia/tecnologia-java/	
http://blogdoronaldo.wordpress.com/2009/05/05/055-noticias-do-esporte/	
http://josuesilva.wordpress.com/	http://josuesilva.wordpress.com
http://alex.dojotoolkit.org/2006/03/comet-low-latency-data-for-the-browser/	
http://outroladodanoticia.wordpress.com/	http://outroladodanoticia.wordpress.com

(b)– Leituras de Blogs

Figura 6.16: Informações Capturadas Através da Utilização de InterBlogs

6.6. CONCLUSÃO

Neste Capítulo foram apresentadas duas utilizações para a ontologia de colaboração. A primeira proporcionando interoperabilidade, no âmbito da web semântica,

através de anotações semânticas e, ainda, possibilitando o uso de máquinas de inferência para raciocínio automático. Como resultados foram criados um serviço web chamado SOCO e uma implementação da ontologia de colaboração em OWL-DL. Além disso, foram implementados alguns axiomas da ontologia com o objetivo de realizar raciocínio, visando evitar potenciais conflitos e proporcionar uma colaboração pró-ativa favorecendo colaboração. Através da utilização de *widgets* os resultados do raciocínio realizado por SOCO são exibidos ao usuário, proporcionando um retorno instantâneo dessas novas informações. Vale ressaltar ainda a integração gerada entre as anotações semânticas, SOCO e Ocean através de uma API de Ocean. Essa integração foi facilitada pela utilização da Ontologia de Colaboração que serviu como um vocabulário comum para a integração proporcionando a Ocean um raciocínio automático.

Outro resultado obtido foi a utilização da Ontologia de Colaboração para representar uma classe de aplicação de ferramentas colaborativas através da extensão de tal ontologia, gerando uma Ontologia de Blogs. Essa ontologia foi utilizada por InterBlogs com intuito de proporcionar um vocabulário único para a representação de blogs, e assim proporcionar a captura desse conhecimento gerando um repositório compartilhável para os usuários de blogs.

Tanto na primeira quanto na segunda abordagem a ontologia de colaboração se mostrou satisfatória na representação das informações do domínio objetivado, funcionando como um repositório de conhecimento extremamente relevante para a concepção de ambas as propostas apresentadas. As tecnologias utilizadas no desenvolvimento também foram consideradas suficientes para os requisitos desejados, atendendo de forma satisfatória esses requisitos.

CAPÍTULO 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo apresenta as conclusões do trabalho realizado, mostrando suas contribuições, pontos positivos e negativos, além das dificuldades encontradas no seu desenvolvimento. Descreve, ainda, possíveis trabalhos futuros que podem surgir baseados neste.

7.1. CONCLUSÕES

A principal contribuição desse trabalho é a concepção de uma Ontologia de Colaboração concretizando um conhecimento bem fundamentado e conciso sobre o domínio de colaboração. Para tal, esse domínio foi dividido em outros três subdomínios conforme a divisão proposta pelo Modelo 3C (cooperação, comunicação e coordenação), domínios nos quais foram geradas três ontologias que compreendem a Ontologia de Colaboração.

Os domínios acima mencionados foram discutidos através de algumas das principais referências encontradas nas respectivas áreas, porém no que tange a comunicação, foi constatado que o domínio é extremamente extenso (OLIVEIRA, 2003), portanto foi representado somente o processo básico da comunicação essencial para a elaboração da respectiva ontologia levando em consideração as Teorias de Comunicação e o denominado *Speech Acts* (SEARLE, 1983). Da mesma forma, o domínio de coordenação se mostrou extremamente amplo, além de compreender mecanismos (estratégias) de coordenação. Dessa forma para esse domínio foi representado os conceitos abordados pela Teoria da Coordenação (MALONE; CROWSTON, 1994).

Ontologia vem sendo apontada como um conhecimento reutilizável para diminuir tempo e custos nas fases iniciais do desenvolvimento de *software*, bem como para aumentar a qualidade dos modelos gerados (GUARINO, 1998). Em particular, a Ontologia de Colaboração como uma ontologia de domínio provê uma base bem fundamentada para apoiar ferramentas de colaboração, nas suas respectivas fases de desenvolvimento. Com base nessa suposição uma aplicação de navegação denominada Ocean foi desenvolvida e assim constatando as vantagens providas por tal abordagem.

Outro ponto abordado em que ontologias são amplamente utilizadas é na integração de ferramentas provendo uma linguagem comum (em termos sintáticos e semânticos) com o objetivo de apoiar interoperabilidade (GU, 2004). Dessa forma a Ontologia de Colaboração foi utilizada no processo de desenvolvimento de uma Ontologia de Blogs juntamente com uma aplicação de captura de leituras e publicações de blogs e assim corroborando as vantagens da utilização da ontologia nesse processo de integração de ferramentas de blogs.

Outro potencial de utilização de ontologias está na realização de inferência. Portanto, através de um serviço de apoio a colaboração (SOCO) foi demonstrado como a Ontologia de Colaboração é útil, na anotação semântica de páginas web, proporcionando a realização de raciocínio sobre os dados dessas páginas por uma máquina de inferência. Vale lembrar que, como resultados dessas inferências estão os potenciais de colaboração e a identificação de conflitos destacados por SOCO através de *widgets* e da integração com Ocean. Além disso, um estudo de caso de utilização dessas inferências integrando esse serviço a Ocean foi implementado, proporcionando raciocínio automatizado a Ocean.

A utilização de uma ontologia de fundamentação pressupõe uma base fortemente fundamentada. Dessa forma, a Ontologia de Colaboração foi desenvolvida sobre uma ontologia de fundamentação (UFO) (A), (B) e (C) (GUIZZARDI, 2005) (GUIZZARDI, 2006), (GUIZZARDI, 2008ab) proporcionando uma reutilização de conceitos do domínio como, por exemplo, recurso, agentes, participações de recursos, etc., e ainda uma clara distinção de tipos básicos (e.g.: *perdurants* e *endurants*).

Em suma, são contribuições deste trabalho:

- ***CONTO: Uma Ontologia de Colaboração:*** Elaboração de uma ontologia do domínio de colaboração bem definida, com bases em uma ontologia de fundamentação e estruturada de acordo com o Modelo 3C. Tal ontologia representa um conhecimento bem fundamentado do domínio de colaboração, proporcionando um artefato reutilizável no que tange esse domínio.
- ***Ocean: Um Ambiente de Navegação Colaborativa:*** Um ambiente de navegação colaborativa foi apresentado, demonstrando como a Ontologia de

Colaboração pode ser utilizada para o desenvolvimento de aplicação no domínio de colaboração e suas principais vantagens nessa utilização.

- ***Integração Semântica entre Páginas Web e Inferência:*** Através da utilização da ontologia de colaboração, foi demonstrada como a mesma pode ser utilizada para anotar semanticamente páginas web proporcionando uma conceituação explícita para máquinas de inferência.
- ***SOCO: Serviços de Apoio a Colaboração:*** Um serviço de raciocínio automático baseado na ontologia de colaboração foi implementado proporcionando a geração de inferência e a detecção de potenciais colaboradores e conflitos.
- ***Integração de Ocean com o SOCO:*** Visando a melhoria da colaboração em Ocean, o mesmo foi integrado através da Ontologia de Colaboração com SOCO. Tal integração teve o objetivo de ilustrar como a Ontologia de Colaboração pode ser utilizada, como, uma base na integração de aplicações e ainda utilizar o apoio de SOCO proporcionando inferência para Ocean.
- ***Uma Ontologia de Blogs:*** Uma ontologia de blogs é proposta com base na Ontologia de Colaboração e assim mostrando como a mesma ontologia pode ser utilizada para a integração de uma classe de ferramentas no domínio de colaboração.
- ***InterBlogs: Integração de Blogs:*** Uma aplicação de captura de leituras de publicações de blogs foi elaborada, com o objetivo de facilitar o compartilhamento e recuperação de informação por parte de usuários de blogs. Além disso, essa aplicação serviu de base para comprovação da viabilidade de utilização da ontologia de blogs proposta.

O domínio de colaboração pertence ao conjunto de domínios abstratos, em outras palavras, em sua maioria seus conceitos não são palpáveis, portanto devido a esse fato a atividade de captura desse conhecimento é naturalmente dificultada. Outra dificuldade encontrada durante a elaboração do trabalho é a extensão e complexidade desse domínio, como, por exemplo, a divergência entre autores, levando em consideração a falta de um senso comum nos vários pontos da comunicação, como citado por OLIVEIRA (2003)

que ressalta em seu trabalho a existência de várias teorias de comunicação e não de uma teoria única.

Em particular as UFOs (B) e (C) estão disponíveis em uma série de artigos dispersos, em alguns pontos, ocasionando uma dificuldade de compreensão das mesmas. Outro fator é que essas ontologias ainda estão em processo de evolução e, em muitos casos, pela falta dessa documentação, o trabalho foi dificultado devido, a uma desatualização dessa documentação. Esse fator foi contornado através de consulta aos seus idealizadores.

No que tange a pesquisa em teorias organizacionais como, por exemplo, a teoria da contingência organizacional (DONALDSON, 2001), o trabalho foi dificultado pela falta de acesso a alguns trabalhos pertencentes a essa área. Em particular, muitos trabalhos estão sobre domínios autorais de entidades, mantendo, dessa forma, um acesso restrito a algumas pesquisas.

Devido a limitações da tecnologia utilizada, alguns dos axiomas apresentados não puderam ser implementados. Esse problema foi causado pela não existência, na linguagem de regras, conhecidas como regras de produção. Tais regras são capazes de viabilizar a criação de instâncias de forma automatizada. Portanto, a integração da implementação atual com um sistema ou linguagem que proporcione essa funcionalidade seria de grande valia os serviço de SOCO, como, por exemplo, o framework denominado JESS¹⁹.

Apesar das dificuldades apresentadas, este trabalho dá um passo importante em direção a uma representação consistente do conhecimento sobre colaboração. Esse conhecimento permite um entendimento melhor do domínio e uma visão desconectada de particularidades específicas de casos ou contextos individuais.

7.2. PERSPECTIVAS FUTURAS

Diante dos problemas citados na seção anterior, alguns trabalhos podem ainda ser realizados para complementar o trabalho aqui apresentado. Na coordenação, pretende-se realizar uma evolução do conceito de grupos colaborativos investigando tipos de grupos e suas relações como citado por MUCCHIELLI (1980), que define grupos em primários e

¹⁹ JESS é um *engine* e ambiente de regras

secundários, em que respectivamente o primeiro é um tipo de grupo em que cada membro consegue se relacionar diretamente com os outros, sem que para isso necessite de um intermediário onde reina uma unidade de espírito e de ação. Já o segundo são grupos em que as relações entre os membros são impessoais racionais, contratuais, formais. Além disso, é interessante a investigação de equipes e seus critérios de formação e organização.

Uma evolução da coordenação para a complementação da representação para tratar a elaboração de mecanismos ou estratégias de coordenação, possibilitando o desenvolvimento de um framework mais abrangente capaz de gerenciar atividades e detecção automática de potenciais e conflitos de colaboração. No contexto organizacional, a teoria da contingência (DONALDSON, 2001) é um fator a ser levado em consideração ao se determinar mecanismos de coordenação e para tal abordando fatores de ambiente, tamanho da organização e as estratégias inerentes da organização. Portanto, essa teoria deve ser estudada de forma a melhorar os mecanismos de coordenação.

A definição de papéis é um fator determinante na colaboração, como discutido anteriormente. Dessa forma, é relevante um estudo mais aprofundado desses conceitos e suas contribuições na colaboração como, por exemplo, o papel do líder em uma determinada equipe e como suas características podem afetar os objetivos do grupo. Existem estudos bem elaborados sobre esse tema como o discutido em HOUSE (2001).

Outro ponto importante é a finalização dos protótipos apresentados para o lançamento de uma versão de produção para uma melhor avaliação dos mesmos obtendo um *feedback* do usuário. Além disso, seria interessante a implementação de mais regras de detecção de colaboração, como por exemplo, a detecção de recursos utilizados em mais de uma tarefa levando a uma possível colaboração.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, J.F., “Maintaining Knowledge About Temporal Intervals”., Communications of the ACM, Vol.26, no. 11, 1983.
- ANDRES, H. P. e ZMUD, R. W., “A Contingency Approach to Software Project Coordination.” J. Manage. Inf. Syst. 18, 3 (Jan. 2002), 41-70, 2002.
- AXELROD, R., “On Six Advances in Cooperation Theory”, in Analyse & Kritik - Special Edition on the Evolution of Cooperation., 2000.
- AXELROD, R., “The Evolution of Cooperation” (NY: Basic Books), 1984.
- BACHLER, M.S., SHUM, S.J.B., ROURE, D.C.D., MICHAELIDES, D.T., PAGE, K.R.. “Ontological mediation of meeting structure: Argumentation, annotation, and navigation.” In: Proc. 1st International Workshop on Hypermedia and the Semantic Web (HiperText), 2003.
- BELTRÃO, L., “2 teoria geral da comunicação”, Ed. Thesaurus , Brasília, 1977.
- BERLO, D. K., “O processo da comunicação, introdução a teoria e prática”, Rio, Fundo Cultura, (4ed.), 1972.
- BERNERS-LEE, T., HENDLER J. e LASSILA O., "The Semantic Web". Scientific American Magazine, 2001
- BLOCOOL: What blog are you reading? 2009. Project website: blocool.com. Release, Maio de 2009.
- BLOGROLLR: What blog posts have you been reading? 2009. Project website: blogrollr.com. Release, Março de 2009.
- BORGHOFF, U.M., e SCHLICHTER, J.H., “Computer-Supported Cooperative Work: Introduction to Distributed Applications.” Springer, USA, 2000.
- BOTTAZZI, E. e FERRARIO, E., “Towards a DOLCE Ontology of Organizations”., Journal of Business Process Integration and Management (IJBPM), Inderscience Publisher, 2008.
- BRAGA, R. T. V., “Engenharia Reversa e Reengenharia”, DC UFSCAR, 2006.

- BROOKS, C.; HANSEN, C.; GREER, J. "Social awareness in the ihelp courses learning content management system". In: Workshop on the Social Navigation and Community based Adaptation Technologies, 2006.
- BROWZMI: Web Together. 2008. Project website: <www.browzmi.com>. Release September, 2008.
- CAMPOS, A., DIVIDINO, R., "Blog Ontology (BloOn) & Blog Visualization System (BloViS)." *Ontologies in Interactive Systems, International Workshop on*, pp. 83-88, 2008 *First International Workshop on Ontologies in Interactive Systems*, 2008.
- CHANDRASEKARAN, B. ,JOSEHSON, J. R., e BENJAMINS, V. R. "What Are Ontologies, and Why Do We Need Then?". *IEEE Intelligent Systems*, v. 14 n° 1, pp. 20-26, 1999.
- CLAVARDON: A co-browsing tool for e-commerce. 2008. Project website: <www.clavardon.com>. Release September, 2008.
- CONTE, R., CASTELFRANCHI, C., "Cognitive and Social Action.", UCL Press, London, 1995.
- CROWSTON, K., "A Taxonomy of Organizational Dependencies and Coordination Mechanisms" Massachusetts Institute of Technology, Sloan School of Management, 1994
- CROWSTON, K., e OSBORN, C. S. "A Coordination Theory Approach to Process Description and Redesign." in *Organizing 40 Business Knowledge: The MIT Process Handbook*, T. W. Malone, K. Crowston, and G. Herman (Eds.), MIT Press, 41 Cambridge, MA, 2003.
- DEGEN, W., HELLER, B., HERRE, H., SMITH, B. Gol: "Toward an axiomatized upper-level ontology." In: *Proc. of the Int. Conf. on Formal Ontology in Information Systems*. Ogunquit, Maine, USA: ACM New York, NY, USA, 2001. (*Formal Ontology in Information Systems*, 2), p. 34–46., 2001.
- DIEBERGER, A.; DOURISH, P.; HÖÖK, K., e RESNICK, P.; WEXELBLAT, A. "Social navigation: techniques for building more usable systems." *Interactions*, ACM, New York, NY, USA, v. 7, n. 6, p. 36–45, 2000.
- DONALDSON, L., "The Contingency Theory of Organizations." Sage Publications, Thousand Oaks, CA., 2001.

- FALBO, R. A., GUIZZARDI, G., DUARTE, K. C. “An Ontological Approach to Domain”. Engineering., In Proceedings of the 14th International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering (SEKE), Ischia, Italy, 2002.
- FALBO, R.A. “Experiences in Using a Method for Building Domain Ontologies.” Proc. of the 16th International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering, International Workshop on Ontology In Action. Banff, Canada, 2004.
- FALBO, R.A., GUIZZARDI, G., NATALI, A.C., BERTOLLO, G., RUY F.; MIAN P. . “Towards Semantic Software Engineering Environments”., XIV International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering (SEKE-2002), Ischia, Italy, 2002b.
- FALBO, R.A.; GUIZZARDI, G.; DUARTE, K.C.; NATALI, A.C.C. “Developing Software for and with Reuse: An Ontological Approach”., ACIS International Conference on Computer Science, Software Engineering, Information Technology, e-Business, and Applications (CSITeA-02), Foz do Iguacu, Brazil, 2002a.
- FERDINAND, M., ZIRPINS, C., Trastour, D., “Lifting XML Schema to OWL”, 4th International Conference on Web Engineering (ICWE), Munich, Germany, 2004.
- FUKS, H., RAPOSO, A. B. e GEROSA, M. A. “Do Modelo de Colaboração 3C à Engenharia de Groupware.” Simpósio Brasileiro de Sistemas Multimídia e Web – Webmidia, Trilha especial de Trabalho Cooperativo Assistido por Computador, Salvador-BA., Novembro de 2003.
- FUKS, H., RAPOSO, A. B., GEROSA, M. A., “Engenharia de Groupware: Desenvolvimento de Aplicações Colaborativas”. XXI Jornada de Atualização em Informática, Anais do XXII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, V2, Cap. 3, ISBN 85-88442-24-8, pp 89-128, 2002.
- FUKS, H.; RAPOSO, A.; GEROSA, M. A.; LUCENA, C. J. P. “Applying the 3c-model to groupware engineering”. International Journal of Cooperative Information Systems (IJCIS), v. 14, n. 2-3, p. 299–328, 2005.
- GEROSA, L.; GIORDANI, A.; RONCHETTI, M.; SOLLER, A.; STEVENS, R. “Symmetric synchronous collaborative navigation”. In: IADIS International Conference WWW/Internet. [S.l.: s.n.], p. 748–754, 2004.

- GEROSA, M. A., RAPOSO, A. B., FUKS, H. e LUCENA, C. J. P. “Component-Based Groupware Development Based on the 3C Collaboration Model.”, Anais do XX Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software – SBES, 16-20 de Outubro, Florianópolis-SC, ISBN 85- 7669-079-9, pp. 129-144, 2006.
- GÓMEZ-PÉREZ, A., FERNÁNDEZ, L., M. e CORCHO-GARCIA, O.. “Ontological Engineering – with examples from the áreas of knowledge management, e-commerce and the semantic web”. Ed. Springer, p.107-153, 2004.
- GONÇALVES, N. B., “An Ontological Theory and Application of the Electrocardiogram”. Master Thesis — Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, Brazil, 2009.
- GU, J. CHEN, H., YANG, L., e ZHANG, L., “OBISA: Ontology-based Semantic Information Processing Architecture.”, Proceedings of the 2004 IEEE/WIC/ACM International Conference on Web Intelligence, IEEE Computer Society Washington, DC, Pages: 607 – 610, 2004.
- GUARINO, N. “Formal Ontology and Information Systems”., In Guarino, N. (ed.) Formal Ontology in Information Systems, Proceedings of the International Conference on Formal Ontology and Information Systems (FOIS), Trento, Italy, June 6-8. IOS Press, Amsterdam: pp. 3-15, 1998.
- GUARINO, N. e WELTY, C. “Evaluating ontological decisions with ontoclean.” Communications of the ACM, v. 45, n. 2, p. 61–65, February 2002.
- GUARINO, N., “Understanding, building and using ontologies.” Int. J. Hum.-Comput. Stud. 46, 2-3 293-310, Mar., 1997.
- GUIZZARDI, G. “Ontological foundations for structural conceptual models”. Tese (Doutorado) — University of Twente, The Netherlands, 2005.
- GUIZZARDI, G. “The Role of Foundational Ontology for Conceptual Modeling and Domain Ontology Representation”, Keynote Paper, 7th International Baltic Conference on Databases and Information Systems, Vilnius, Lithuania, 2006.
- GUIZZARDI, G. e OLIVEIRA, F.F., “Perdurants, Endurants and social relations.” Relatório Técnico-NEMO, Vitória, Brasil, 2009.

- GUIZZARDI, G. e WAGNER, G. “Some Applications of a Unified Foundational Ontology in Business Modeling”. *Ontologies and Business Systems Analysis*, Michael Rosemann and Peter Green (Eds.). IDEA Publisher, 2005.
- GUIZZARDI, G., “The Role of Foundational Ontology for Conceptual Modeling and Domain Ontology Representation”, *Proceedings of 7th DB&IS*, Vilnius, IEEE Press, 2006.
- GUIZZARDI, G., FALBO, R. A., GUIZZARDI, R. S. S. “A importância de Ontologias de Fundamentação para a Engenharia de Ontologias de Domínio: o caso do domínio de Processos de Software.”, *Revista IEEE América Latina*, v. 6, p. 244-251, 2008b.
- GUIZZARDI, G., FALBO, R.A., GUIZZARDI, R.S.S. “Grounding Software Domain Ontologies in the Unified Foundational Ontology (UFO): The case of the ODE Software Process Ontology”, *Anais do XI Workshop Iberoamericano de Ambientes de Software e Engenharia de Requisitos*, Recife, Brazil, 2008a.
- GUIZZARDI, G., WAGNER, G. “Towards Ontological Foundations for Agent Modeling Concepts using UFO”, *Agent-Oriented Information Systems (AOIS)*, selected revised papers of the Sixth International Bi-Conference Workshop on Agent-Oriented Information Systems. *Lecture Notes on Artificial Intelligence (LNAI) 3508*, Springer-Verlag, 2005.
- GUIZZARDI, R. S., GUIZZARDI, G., PERINI, A., e MYLOPOULOS, J., “Towards an Ontological Account of Agent-Oriented Goals.” In *Software Engineering for Multi-Agent Systems V: Research Issues and Practical Applications*, Eds. *Lecture Notes In Computer Science*, vol. 4408. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 148-164, 2007.
- GUIZZARDI, R.S.S. *Agent-Oriented Constructivist Knowledge Management*, PhD Thesis, University of Twente, The Netherlands, 2006.
- HERRE, H., HELLER, B., BUREK, P., HOEHNDORF, R., LOEBE, F., MICHALEK, H. “General Formal Ontology (GFO) a foundational ontology integrating objects and processes”., Part 1: Basic Principals, version 1.0.1, *Onto-Med Report 8*, University of Leipzig, 2006.

- HOMANS, G. C., “Social Behavior as Exchange”, *The American Journal of Sociology*, Vol. 63, No. 6, Emile Durkheim-Georg Simmel, 1858-1958 (May, 1958), The University of Chicago Press, pp. 597-606, 1958.
- HOUSE, R. J. “A path–goal theory of leader effectiveness”. *Administrative Science Quarterly*, 16, 321–338, 1971.
- HOYOS-RIVERA, G. J.; GOMES, R. L.; WILLRICH, R. C.; COURTIAT, J. P. “Colab a new paradigm and tool for browsing collaboratively the web”. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics - Part A*, v. 36, n. 6, p. 1074–1085, 2006.
- ISCOE, N., WILLIAMS, G. B., e ARANGO, G. “Domain modeling for software engineering.” In *Proceedings of the 13th international Conference on Software Engineering* (Austin, Texas, United States, May 13 - 17, 1991). International Conference on Software Engineering. IEEE Computer Society Press, Los Alamitos, CA, 340-343, 1991.
- JACOBSON, I. e LINDSTRÖM, F. . “Reengineering of old systems to an object-oriented architecture”. *SIGPLAN Not.* 26, 11 (Nov. 1991), 340-350, 1991.
- JACOBSON, I., “Object-Oriented Software Engineering: A Use Case Driven Approach”, Addison-Wesley, 1992.
- KARBOWIAK, A. E., “Theory of communication” , Oliver & Boyd (Edinburgh), 1969.
- KLEIN, M., POLTROCK, S. e HANDEL, M. “A Coordination-Theoretic Approach to Understanding Process Differences.”, MIT Sloan Research Paper No. 4637, 2007.
- KLOSH, R. R., “Reverse Engineering: Why and How to Reverse Engineer Software”. *Proceedings of the California Software Symposium (CSS’96)*. Los Angeles, California, 92-99, April 1996.
- KOTTER, J., “Power, Dependence and Effective Management.”, *Harvard Business Review* 55, n°4, 1977.
- KRAMLER, G., KAPPEL G., Reiter T., KAPSAMMER E., RETSCHIZEGGER W., Schwinger W., “Towards a semantic infrastructure supporting model-based tool integration”, *Proceedings of the 2006 international workshop on Global integrated model management*, Shanghai, Chin, 2006.
- KWINN, M.J., Jr. POHL, E.A. e PARNELL, G.S., “Rapid framework development and analysis using technology.”, Dept. of Syst. Eng., US Mil. Acad., West Point, NY,

- USA;Engineering Management Conference, IEMC'03. Managing Technologically Driven Organizations: The Human Side of Innovation and Change, 2003
- LACY, W. L., “OWL:Representing Information Using the Web Ontology Language”, 2005.
- LENAT, D. e GUHA, R.V. “Building Large Knowledge based Systems: Representation and Inference in the CYC Project”. Addison Wesley,Reading, Massachusetts, 1990.
- LIPNACK, J. e STAMPS, J. “Virtual Teams: People Working Across Boundaries with Technolog.”, Second Edition. 2nd. John Wiley & Sons, Inc, 2000.
- MALONE, T. W. e CROWSTON, K., “What is Coordination Theory and How Can It Help Design Cooperative Work Systems?.” Conf. on Computer-Supported Cooperative Work (CSCW'90), pp. 357-370, 1990.
- MALONE, T. W., e CROWSTON, K., “The interdisciplinary study of coordination”. Computing Surveys, 26(1), 87–119, 1994.
- MELO, J. M., “Comunicação social: teoria e pesquisa.” – Petrópolis, Vozes, 1973.
- MUCCHIELLI, R., “O trabalho em equipe”. Ed. Martins Fontes. São Paulo – Brasil primeira edição, 1980.
- NARDI, J.C. “Apoio de Gerência de Conhecimento à Engenharia de Requisitos em um Ambiente de Desenvolvimento de Software.”, Dissertação de Mestrado, UFES, 2006.
- NELSON, D.L., COX, M.M. “Nucleotides and Nucleic Acids. In: Lehninger Principles of Biochemistry.” Fourth Edition, Chapter 8. p.273-303, 2004.
- NEUMANN, V. J. e MORGENSTERN, O., “Theory of games and economic behavior.”, Princeton University Press, Morgenstern, Oskar, 1944.
- NILES, I., PEASE, A. “Towards a standard upper ontology.” In Proceedings of the international Conference on Formal ontology in information Systems (FOIS '01), Ogunquit, Maine, USA, 2001.
- OLEARY, D. E. “Using ai in knowledge management: Knowloged bases and ontologies.” IEEE-IS, MAY/JUNE 1998.
- OLIVEIRA, A. C. I., “Teorias da comunicação.”, Ed. Virtual Books Online M&M Editores Ltda. Pará de Minas – MG, 2003.

- OLIVEIRA, F. F.; ANTUNES, J. C. P.; GUIZZARDI, R. S. S. "Towards a collaboration ontology". In: GUIZZARDI, G.; FARIAS, C. (Ed.). *Proceedings of the 2nd Workshop on Ontologies and Metamodels in Software and Data Engineering (WOMSDE'07)*., João Pessoa, Brazil, 2007.
- ORGNET "Social network Analysis, A brief introduction". Acessado em 06 de dezembro de 2007, em: <http://www.orgnet.com/sna.html>, 2007.
- PASZKOWSKI, U., "Mutualism and parasitism: the yin and yang of plant symbioses". *Curr. Opin. Plant Biol.* 9 (4): 364–70, 2006.
- PENTEADO, J. R. W., "A Técnica da Comunicação Humana.", São Paulo: Pioneira, 1993.
- PIMENTEL, M. "RUP-3C-Groupware: um processo de desenvolvimento de groupware baseado no Modelo 3C de Colaboração", Tese de Mestrado, PUC, Rio, Brazil, 2006.
- PRESSMAN, Roger S.. "Engenharia de Software". 6.ed. São Paulo: Makron Books, 1056 p., 2006.
- PROVENSI, L. L., COSTA, F. M., SACRAMENTO, V. "Tinta digital em aplicações multimídia para ambientes móveis". In: SBC. *Proceedings of the XIV Simpósio Brasileiro de Sistemas Multimídia e Web (WebMedia'08)*. Vila Velha, ES, Brazil: IEEE Computer Society p. 49–52, 2008.
- RAPOSO, A. B., MAGALHÃES, L. P., RICARTE, I. L., e FUKS, H, "Coordination of Collaborative Activities: A Framework for the Definition of Tasks Interdependencies." In *Proceedings of the Seventh international Workshop on Groupware, CRIWG*. IEEE Computer Society, Washington, DC, 170-180, 2001.
- RAPOSO, A.B. e FUKS, H., "Defining Task Interdependencies and Coordination Mechanisms For Collaborative Systems." In M. Blay-Fornarino, A.M. Pinna-Dery, K. Schmidt and P. Zaraté (eds): *Cooperative Systems Design (Frontiers In Artificial Intelligence and Applications Vol. 74)*. IOS Press, Amsterdam, pp. 88-103, 2002.
- ROUGHGARDEN, J., OISHI, M. e AKCAY, E., "Reproductive Social Behavior: Cooperative Games to Replace Sexual Selection.", *Science* 311: 965–69, doi:10.1126/science.1110105, 2006.

- SACHS, J. "Cooperation within and among species". *J. Evol. Biol.* 19 (5): 1415–8; discussion 1426–36, 2006.
- SANTOS, O. R. "A Comprehensive Environment for Collaborative Web Browsing – Pragmatic Specification and Development Approach". Master Thesis — Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, Brazil, 2009.
- SANTOS, R. O., OLIVEIRA, F. F., ANTUNES, J. C. P., e MARTINELLO, M., GUIZZARDI, R. S. S.; GOMES, R. L. "Licob: Lightweight collaborative browsing". In: Workshop Web2Touch. Milan, Italy: [s.n.], 2009. [a aparecer].
- SCHRAMM, W. "Mecanismo de la comunicación." In *Proceso y efectos de la comunicación humana*. Quito, CIESPAL, 1964.
- SEARLE, R. J. "A Taxonomy of illocutionary acts", in *Expression and Meaning*, Cambridge University Press, pp 1-29, 1979.
- SEARLE, R. J. "Intentionality: An Essay in the Philosophy of Mind". Cambridge University Press, 1983.
- SHANNON, C., "The Mathematical Theory of Communication." Urbana, Il.: Univ. of Illinois Press, 1949.
- SMITH, A., "A Riqueza das nações: investigação sobre sua natureza e suas causas," 2. ed. - São Paulo: Nova Cultural, 2v. 1985.
- SMITH, B. e WELTY, C. "Ontology: Towards a new synthesis". In: SMITH, B.; WELTY, C. (Ed.). *Proc. of the 2nd International Conf. on Formal ontology in information systems*. New York: ACM Press, p. 3–9. 47, 2001.
- STAMPS, J. e LIPNACK, J., "A Systems Science of Networked Organizations." *Proceedings of the World Congress on Systems Sciences ISSS*. www.virtualteams.com/library/whpapers/, acessado: outubro de 2008.
- TAYLOR, F. W. "Princípios de administração científica". Tradução: Arlindo Vieira Ramos. São Paulo: Editora Atlas, 1976.
- YOSHIOKA, T. e HERMAN G., "Coordinating Information Using Genres", Center for Coordination Science.", Sloan School of Management, MIT, Working Paper CCS WF#214, 2000