



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
COORDENAÇÃO DE ENSINO DE GRADUAÇÃO EM
SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO
APLICAÇÃO DA METODOLOGIA METHONTOLOGY
PARA SUPORTE E MODELAGEM EM ONTOLOGIAS DE
APOIO A APLICAÇÕES DE COMPUTAÇÃO UBÍQUA**

LARISA SULEK VAZ GUIMARÃES

CUIABÁ – MT

2014

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
COORDENAÇÃO DE ENSINO DE GRADUAÇÃO EM
SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

**RELÁTÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO
APLICAÇÃO DA METODOLOGIA METHONTOLOGY
PARA SUPORTE E MODELAGEM EM ONTOLOGIAS DE
APOIO A APLICAÇÕES DE COMPUTAÇÃO UBÍQUA**

LARISA SULEK VAZ GUIMARÃES

Relatório apresentado ao Instituto de
Computação da Universidade Federal de
Mato Grosso, para obtenção do título de
Bacharel em Sistemas de Informação.

CUIABÁ – MT

2014

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
COORDENAÇÃO DE ENSINO DE GRADUAÇÃO EM
SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

LARISA SULEK VAZ GUIMARÃES

Relatório de Estágio Supervisionado apresentado à Coordenação do Curso de Sistemas de Informação como uma das exigências para obtenção do título de Bacharel em Sistemas de Informação da Universidade Federal de Mato Grosso

Aprovado por:

Prof. MSc. Nilton Hideki Takagi
Instituto de Computação
(COORDENADOR DE ESTÁGIOS)

Prof. MSc. Fernando Castilho
Instituto de Computação
(ORIENTADOR)

Prof. Dr. Nelcileo Virgílio de Souza Araújo
(SUPERVISOR)

Prof. MSc. Karen da Silva Figueiredo
(PROFESSOR CONVIDADO)

DEDICATÓRIA

À minha filha, por ser o maior motivo dessa realização.

A meus pais, pois sem eles se tornaria impossível.

Aos meus professores que exerceram sua profissão com amor e dedicação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos colegas que me trouxeram momentos de alegria e carregam consigo o respeito, a humildade e a compaixão pelo próximo.

Agradeço aos professores que passaram a mim, conhecimentos e mundos novos para conhecer e que mostraram os diversos caminhos que tenho para escolher.

Aos meus pais que sempre se dispuseram para me apoiar e por sempre terem valorizado e investido em minha educação.

Agradeço a meus amigos e colegas de curso, em especial Marcella, Rony, Hudson, Chirley, Cassia, Célia e muitos outros, por terem me apoiado e compreendido.

Em especial, agradeço minha filha pelas lições de vida que tem me ensinado.

“Feliz aquele que transfere o que sabe e aprende o que ensina.”
Cora Coralina

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| LISTA DE FIGURAS | 8 |
| LISTA DE TABELAS | 9 |
| LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS | 10 |
| RESUMO | 11 |
| INTRODUÇÃO | 12 |
| 1. REVISÃO DE LITERATURA | 14 |
| 1.1 Ontologia | 14 |
| 1.2 Ontologia de contexto aplicada à computação ubíqua | 18 |
| 1.2.1 CoBra-ONT | 19 |
| 1.2.2 SOUPA | 21 |
| 1.2.3 DESIA | 22 |
| 1.3 Metodologias para Ontologias | 24 |
| 1.3.1 Gruninger & Fox | 25 |
| 1.3.2 Uschold & King | 26 |
| 1.3.3 <i>Ontology Development 101</i> | 27 |
| 1.3.4 Methontology | 28 |
| 1.4 Reuso de Ontologias | 32 |
| 2 MATERIAIS, TÉCNICAS E MÉTODOS | 34 |
| 2.1 Materiais | 34 |
| 2.2 Ferramentas | 34 |
| 2.2.1 Protégé Desktop 5.0.0 Beta | 34 |
| 2.3 Métodos | 36 |
| 2.3.1 Investigação de Ontologias | 36 |
| 2.3.2 Investigação de Metodologias | 38 |
| 2.3.3 Aplicação da Metodologia | 39 |
| 3 RESULTADOS | 41 |
| 3.1 Planejamento | 41 |
| 3.2 Especificação | 42 |
| 3.3 Conceitualização | 44 |
| 3.4 Integração | 51 |
| 3.5 Avaliação | 53 |
| 4 DIFICULDADES ENCONTRADAS | 55 |
| 5 CONCLUSÕES | 56 |
| 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 58 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| FIGURA 1– RELAÇÃO DOS TIPOS DE ONTOLOGIAS. | 17 |
| FIGURA 2– ARQUITETURA COBRA ONT. | 20 |
| FIGURA 3– ONTOLOGIAS SOUPA. | 22 |
| FIGURA 4– ARQUITETURA DESIA. | 23 |
| FIGURA 5– PROCEDIMENTO PROPOSTOS NA METODOLOGIA DE GRUNINGER E FOX. | 26 |
| FIGURA 6– ESTÁGIOS DO MÉTODO DE USCHOLD E KING. | 27 |
| FIGURA 7– PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO PELO GUIA <i>ONTOLOGY DEVELOPMENT 101</i> | 27 |
| FIGURA 8 – FASES E ATIVIDADES DA METODOLOGIA METHONTOLOGY. | 28 |
| FIGURA 9– FASES E ATIVIDADES DA METODOLOGIA METHONTOLOGY, AQUISIÇÃO DE CONHECIMENTO MAIS INTENSA NA FASE DE CONCEITUALIZAÇÃO. | 29 |
| FIGURA 10– GUIAS E SUAS VISÕES NO PROTÉGÉ DESKTOP 5.0.0 BETA DESTAQUE PARA PROPRIEDADE DE OBJETOS. | 35 |
| FIGURA 11– ONTOLOGIA DOCUMENT.OWL DO SOUPA EM LAYOUT DE ÁRVORE VERTICAL DO ONTOGRAF. | 35 |
| FIGURA 12– DOCUMENTO DE PLANEJAMENTO. | 42 |
| FIGURA 13– DOCUMENTO DE ESPECIFICAÇÃO. | 43 |
| FIGURA 14– DOCUMENTO DE ESPECIFICAÇÃO DA ONTOLOGIA GEO-MEASUREMENT. | 44 |
| FIGURA 15– TAREFAS DA FASE CONCEITUAL DA METODOLOGIA METHONTOLOGY. | 45 |
| FIGURA 16– GLOSSÁRIO DE TERMOS. | 46 |
| FIGURA 17– ÁRVORE DE CLASSIFICAÇÃO DE CONCEITOS. | 47 |
| FIGURA 18– DIAGRAMA DE RELAÇÕES AD HOC. | 47 |
| FIGURA 19– DICIONÁRIO DE CONCEITOS. | 48 |
| FIGURA 20– TABELA DE RELAÇÕES BINÁRIAS. | 49 |
| FIGURA 21– TABELA DE ATRIBUTOS DE CLASSES. | 49 |
| FIGURA 22– TABELA DE AXIOMAS LÓGICOS. | 50 |
| FIGURA 23– TABELA DE INSTÂNCIAS. | 51 |
| FIGURA 24– TABELA DE INTEGRAÇÃO. | 52 |
| FIGURA 25– MESCLA DE ONTOLOGIAS UTILIZANDO PROTÉGÉ 5.0.0 BETA. | 53 |
| FIGURA 26– ONTOLOGIA <i>GEO-MEASUREMENT</i> PELO ONTOGRAF. | 54 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| QUADRO 1 - ESTRUTURA DE ONTOLOGIAS | 16 |
| QUADRO 2 - CLASSIFICAÇÃO DE ONTOLOGIAS | 16 |
| QUADRO 3- DOCUMENTAÇÃO COMO ENTRADAS E SAÍDAS DA METODOLOGIA METHONTOLOGY..... | 32 |
| QUADRO 4- REPOSITÓRIOS DE ONTOLOGIAS | 36 |
| QUADRO 5- COMPARAÇÃO DOS PROJETOS EM COMPUTAÇÃO SENSÍVEL AO CONTEXTO | 37 |
| QUADRO 6- QUADRO SINÓPTICO DAS METODOLOGIAS, MÉTODOS E NORMA FRETE ÀS CATEGORIAS DE ANÁLISE PREDEFINIDAS | 39 |
| QUADRO 7- QUADRO DE DOCUMENTAÇÃO DA METODOLOGIA METHONTOLOGY | 40 |

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

| | |
|---------------|--|
| CoBra | <i>Context Broker Architecture</i> |
| COSAR | <i>Context-Aware Activity Recognition System</i> |
| DESIA | <i>Devices Environments and Social networks Integration Architecture</i> |
| EXEHDA | <i>Execution Enviroment for Highly Distributed Applications</i> |
| LAVI | Laboratório de Ambientes Virtuais Interativos |
| OWL | <i>Web Ontology Language</i> |
| PDA | <i>Personal Digital Assistant</i> |
| SOCAM | <i>Service-oriented Context-Aware Middleware</i> |
| SOUPA | <i>Standard Ontology for Ubiquitous and Pervasive Application</i> |
| Tove | <i>Toronto Virtual Enterprise</i> |
| UFMT | Universidade Federal de Mato Grosso |
| UMBC | <i>University of Maryland Baltimore County</i> |

RESUMO

Será descrita neste relatório de estágio a investigação por repositórios de ontologias e a documentação de ontologias para posteriormente haver a aplicação e o reuso de ontologias no grupo de pesquisa LAVI na Universidade Federal de Mato Grosso. O Laboratório de Ambientes Virtuais Interativos - LAVI busca por ontologias de contexto, ontologias de serviço e ontologias de segurança/privacidade, aplicáveis a computação ubíqua para o desenvolvimento e o uso de ontologias para aproveitamento pela arquitetura DESIA, uma arquitetura de apoio a aplicações no âmbito de ambientes inteligentes e *Smarts Cities*. Essas ontologias investigadas possuem características em sua conceituação que apresentam grande similaridade com o domínio e termos da arquitetura DESIA em alinhamento com seu objetivo e implementação. O resultado esperado é o desenvolvimento de uma documentação de apoio ao processo de redefinição e integração de ontologias baseada na metodologia Methontology de forma a usufruir de indispensáveis atividades e processos desta metodologia.

INTRODUÇÃO

Com o objetivo de criar uma documentação de apoio ao reaproveitamento de ontologias, o presente trabalho teve início no estágio curricular do curso de Sistemas de Informação da UFMT. O trabalho teve desenvolvimento em parte investigativo e posteriormente em parte de aplicação da *expertise* adquirida em sua primeira etapa.

Este estágio teve o objetivo de aprofundar o conhecimento na área de engenharia de ontologias, visando à aplicação do mesmo no LAVI, para fins acadêmicos de geração do conhecimento, e aplicação na Web semântica e computação ubíqua.

O grupo LAVI da UFMT tem trabalhado no desenvolvimento da arquitetura DESIA, focada em coletar, armazenar e consultar informações de contexto, integrar fontes de dados e interfaces de usuário e meio ambiente. Para isso foram concentrados esforços em desenvolver e adaptar uma ontologia de contratos sensíveis a contexto em ambientes ubíquos.

A pretendida ontologia atua neste projeto provendo uma representação do conhecimento de aplicações em ambientes ubíquos em formato OWL para o processamento de seu conteúdo e conhecimento.

Através desse cenário pretendido houve a necessidade de fazer uma varredura em repositórios/bibliotecas de ontologias para seu reuso e integração, de forma a servir como uma boa prática para economizar tempo e padronizar termos de determinado domínio. Estas ontologias de contexto, de serviço e de segurança/privacidade são aplicáveis à computação ubíqua.

Este trabalho de estágio visa ao desenvolvimento de uma documentação de apoio ao processo de reuso, baseada na metodologia METHONTOGY, de atividades e processos que se julgarem necessários para a aplicação e a redefinição de futuras ontologias. Como resultado, a documentação constante no presente trabalho deve prover uma orientação para se obter uma documentação concisa e de referência para o aproveitamento de ontologias, mitigando possíveis erros futuros.

A forma de organização deste relatório está estruturada na seguinte forma, no primeiro capítulo a Revisão da Literatura contém o embasamento teórico adquirido e aplicado ao longo do estágio. No segundo capítulo sobre materiais, técnicas e métodos, são dispostas informações elementares de ferramentas que foram utilizadas no decorrer do projeto. No terceiro capítulo, abordando resultados, um levantamento do que foi produzido ao final do projeto é apresentado. O quarto capítulo aborda dificuldades encontradas, no qual são

relatados obstáculos e fatos de maior gravidade encontrados ao longo do período de estágio. No quinto e último capítulo, conclusões, um desfecho apresenta a síntese para mostrar a importância do que foi trabalhado e apresentado e do que ainda pode ser trabalhado.

1. REVISÃO DE LITERATURA

Para serem postas em prática as atividades propostas foi necessária a busca e o aprofundamento em alguns tópicos vistos no curso de Sistemas de Informação, bem como o estudo de novos temas trabalhados no grupo de pesquisa LAVI e para maior compreensão do conhecimento manipulado pela arquitetura DESIA.

Este capítulo apresenta uma descrição dos seguintes conceitos e temas envolvidos no decorrer desse estágio supervisionado, ontologia, ontologia de contexto aplicada à computação ubíqua, metodologias, Methontology e reuso de ontologias.

1.1 Ontologia

A origem do estudo das ontologias é datada no século XVII, na Grécia antiga, oriunda da filosofia, a qual ocupou-se de estudar o ser enquanto ser, com o objetivo de categorizar, especializar e classificar. “Historicamente o termo ontologia tem origem no grego “*ontos*”, ser, e “*logos*”, palavra. O termo original é a palavra aristotélica “categoria”, que pode ser usada para classificar alguma coisa.” (ALMEIDA & BAX, 2003, p. 8)

Desde os seus primeiros registros o seu principal significado - organizar o conhecimento – não sofreu muitas intervenções, apesar de o estudo das ontologias ser adotado por outras áreas de conhecimento. A ontologia teve suas vantagens observadas e hoje sua aplicação se expandiu chegando ao ramo de ciência da computação.

Essa citação define o que a ontologia se tornou para a ciência da computação.

No contexto da computação e ciências da informação, uma ontologia define um conjunto de primitivas de representação com a qual para modelar um domínio de conhecimento ou discurso. As primitivas de representação são tipicamente classes (ou conjuntos), atributos (ou propriedades) e relacionamentos (ou relações entre os membros da classe). (GRUBER, 2009, tradução nossa)

O volume de dados na *web* cresceu nos últimos tempos, gerando como problemática, um grande volume de dados desorganizados na Internet. Conforme a Internet é utilizada, informações são compartilhadas e usufruídas gerando assim mais dados desordenados.

Ontologias são aplicadas a essas informações com o objetivo de organizar, padronizar, torná-las seguras para os usuários, além de dispor os seus metadados.

É possível resumir computacionalmente ontologias como um domínio a ser tratado, o qual possui os conceitos que por si só necessitam existir. Pode haver uma relação entre essas estruturas para trazer mais coesão entre entidades, desse modo tornando o resultado uma conceituação mais coerente do domínio. A seguinte citação resume uma definição formal de uma conceituação.

Seja a estrutura $\langle D, W \rangle$ tal que D representa o domínio da questão e W representa todos os conceitos existentes em D.[...] Uma conceituação C é uma estrutura $\langle D, W, R \rangle$ sendo R o conjunto de relações escolhidas como pertinentes para representar este domínio. Dessa forma, uma conceituação define uma estrutura pretendida do mundo, representada por S.

Do ponto de vista computacional, para que uma conceituação possa ser efetivamente usada, ela precisa ser especificada em uma determinada linguagem L. A estrutura S é, então, mapeada para constantes e predicados da linguagem L, seguindo uma função de interpretação. (MORAIS & AMBRÓSIO, 2007, p.3)

Podemos exprimir de uma ontologia determinadas composições de sua estrutura. Dependendo de sua função, aplicação, domínio e outras características, a estrutura de uma ontologia sofre variações. Morais e Ambrósio, (2007) e Lopes (2008), auxiliam na apresentação das descrições do seguinte quadro 1.

| ESTRUTURA | VOCABULÁRIO | DESCRIÇÃO |
|------------------|--|--|
| Domínio | Ausente | Vocabulário comum para uma área. |
| Entidades | Vocabulário, Termos. | Representa o conjunto de todos os termos, vocabulários de uma ontologia dentro de um domínio. |
| Conceitos | Classes, Elementos, Objeto | Normalmente organizadas em taxonomias, as classes representam algum tipo de interação da ontologia com um determinado domínio. |
| Relações | Propriedades de Objeto Relacionamento, Tipo Especial de Atributos, Slots, Papéis. | Representam o tipo de interação entre os elementos do domínio. |
| Atributos | Propriedade de Dados. | Representam características, atribuições ou parâmetros de um conceito. |
| Instâncias | Indivíduos, Exemplos. | São utilizados para representar elementos específicos. |
| Axiomas | Lógica Descritiva | São utilizados para modelar sentenças consideradas sempre verdadeiras. |
| Funções | Ausente | Caso especial de relacionamento em que um |

| | | |
|--|--|--|
| | | conjunto de elementos tem uma relação única com um outro elemento. |
|--|--|--|

Quadro 1 - Estrutura de ontologias

No quadro 2, de Oliveira e outros (OLIVEIRA *et al.*, 2009, p. 4) são apresentadas as diversas classificações de uma ontologia.

| | CLASSIFICAÇÃO | DESCRIÇÃO |
|-----------------------------|------------------------------|--|
| Quanto à aplicação | De autoria neutra | Aplicativo escrito em única língua, depois convertido para uso em diversos sistemas, reutilizando-se as informações. |
| | De especificação | Usada para documentação no desenvolvimento de softwares. |
| | De acesso comum à informação | Para vocabulário inacessível, torna a informação inteligível, proporcionando conhecimento compartilhado dos termos. |
| Quanto à função | De domínio | Reutilizáveis, fornecem vocabulário sobre conceitos, relacionamentos e regras. |
| | De tarefa | Fornecem um vocabulário sistematizado de termos. Especificam tarefas. |
| | Geral | Vocabulário relacionado a coisas, eventos, tempo, espaço, etc. |
| Quanto ao formalismo | Informal | Expressa livremente em linguagem natural. |
| | Semi-informal | Expressa de forma restrita e estruturada, em linguagem natural. |
| | Semi-formal | Expressa em linguagem artificial definida formalmente. |
| | Formal | Termos definidos com semântica formal, teoremas e provas. |
| Quanto ao conteúdo | Terminológica | Especifica termos usados para representar o conhecimento em um domínio. |
| | De informação | Especifica a estrutura de registros de banco de dados. |
| | De modelagem de conhecimento | Especifica conceitualizações; estrutura interna semanticamente rica. |
| | De aplicação | Contém as definições necessárias para modelar o conhecimento em uma aplicação; |
| | De domínio | Expressa conceitualizações que são específicas para um determinado domínio. |
| | Genérica | Descrevem conceitos genéricos. |
| | De representação | Explica as conceitualizações por trás dos formalismos de representação do conhecimento. |
| Quanto à estrutura | De alto nível | Descreve conceitos gerais relacionados aos elementos da ontologia, os quais são independentes do domínio. |
| | De tarefa | Descreve o vocabulário de um domínio. |
| | De domínio | Descreve uma tarefa ou atividade através da inserção de termos especializados na ontologia. |

Quadro 2 - Classificação de ontologias

FONTE: OLIVEIRA *et al.*, 2009, (Adaptado).

A principal classificação de ontologias é a apresentada por Guarino (1998) citado por Araújo (2003, p.20-21), que identifica detalhadamente esses quatro tipos de ontologias quanto ao seu conteúdo, conforme é ilustrado na figura 1.

Ontologias de nível superior ou genéricas: São compartilhados por uma grande comunidade e definem apenas termos muito gerais, tais como, espaço, tempo, matéria, objeto, evento, ação, etc., e são independentes de um problema ou de um domínio particular.

Ontologias de domínio: Expressam conceituações de domínios particulares, descrevendo o vocabulário relacionado a um domínio genérico, tal como medicina, indústria farmacêutica ou de computadores.

Ontologias de tarefa: Expressam conceituações sobre a resolução de problemas, independentemente do domínio em que ocorram, isto é, descreve o vocabulário relacionado a uma atividade ou tarefa genérica, tal como diagnose ou vendas.

Ontologias de aplicação: Descrevem conceitos dependentes do domínio e de tarefa particulares. Estes conceitos, freqüentemente, correspondem a papeis desempenhados por entidades de domínio, quando da realização de certa atividade.

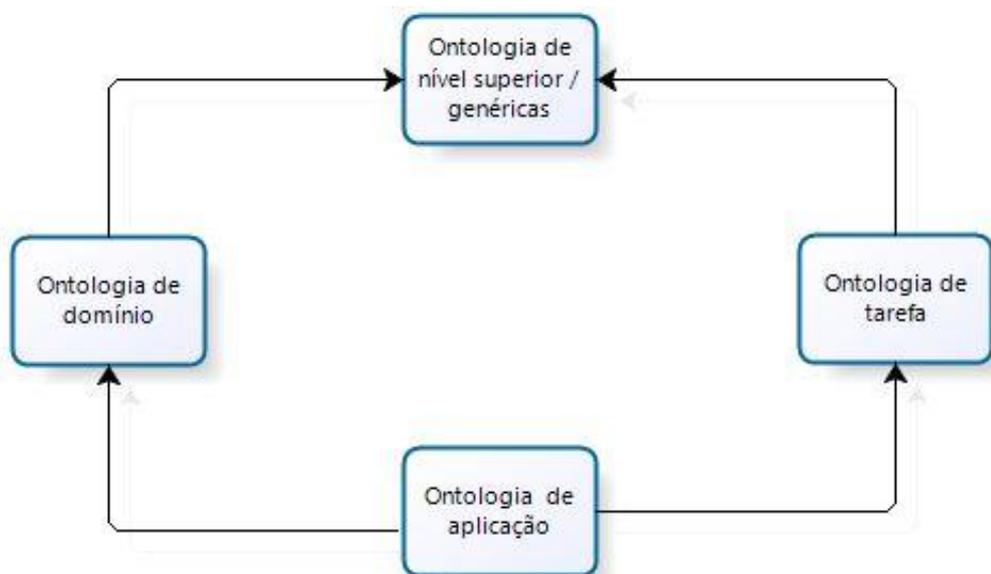


Figura 1– Relação dos tipos de ontologias.
Fonte: GUARINO, 1998, (Adaptado).

Segundo Oliveira (Oliveira *et al.*, 2009) a relação semântica para uma ontologia é uma associação entre dois ou mais conceitos, entidades ou conjunto de entidades. As entidades são parte integral da relação, de modo que uma relação não pode existir por ela mesma.

A relação semântica entre termos pode ser classificada da seguinte forma:

Hiperonímia: Refere-se à idéia de um todo, no qual o significado da palavra, por ser mais genérico incluiu o de outras palavras.

Exemplo: Animal é considerado um hiperônimo de cachorro.

Hiponímia: Referem-se a um conceito mais específico, para o qual o significado de um termo, por ser mais específico, se encontra incluído no de outro.

Exemplo: Cachorro é considerado um hipônimo de animal.

Holonímia: Relação entre conceitos em que ocorre do significado de um conceito referir um todo do qual o outro é parte constituinte.

Exemplo: Corpo estabelece uma relação de holonímia com braço.

Meronímia: Relação entre conceitos que ocorre quando o significado de um termo remete para uma parte constituinte de outro.

Exemplo: Braço estabelece uma relação de meronímia com corpo.

1.2 Ontologia de contexto aplicada à computação ubíqua

O paradigma da computação ubíqua necessita de dispositivos distribuídos, sejam eles fixos em determinado ambiente, ou móveis, de posse de um usuário, de modo que esses equipamentos capturem informações necessárias para prover serviços e informações úteis a seus clientes a qualquer momento e em qualquer lugar. Dessa forma, a computação ubíqua distribui ao mesmo tempo em que integra toda a sua gama tecnológica.

Os dispositivos de contexto normalmente utilizados na computação ubíqua dependem da necessidade e função de cada aplicação, podendo utilizar som, imagem, localização, temperatura, batimentos cardíacos, pressão arterial, iluminação, pessoas, objetos, entre outros.

O contexto em que cada aplicação atuará é importante para adquirir dados relevantes e precisos. As aplicações em ambientes ubíquos utilizam uma abundância de ambientes, como sala de reuniões, campus, hospitais, carros, quartos, cozinhas, corredores ambientes fechados em sua maioria, mas nada restringe o uso de espaços abertos. Como resultado a aplicação tem que se adaptar a essa multiplicidade de contextos.

Nos últimos anos, a Computação Sensível ao Contexto tem recebido maior atenção, principalmente em função do desenvolvimento da Computação Móvel e do aparecimento de uma nova geração de dispositivos móveis. Porém, a construção do suporte à sensibilidade ao contexto para as aplicações apresenta inúmeros desafios, os quais se relacionam especialmente a obtenção, modelagem, armazenamento, distribuição e monitoramento do contexto. (LOPES, 2008, p. 28)

Ribonni e Bettini (2011) citam que para conseguir uma análise aceitável de toda uma quantidade diversificada de dados que chega à aplicação, necessita-se de métodos para selecionar e interpretar esses dados, e para isso são utilizados métodos estatísticos, métodos matemáticos, algoritmos, ontologias, entre outros.

Dependendo do escopo da aplicação, esses métodos podem ser aplicados mutuamente ou em paralelo para obter um resultado mais preciso.

Os próprios dispositivos trazem a ausência de segurança e privacidade de seus usuários, o que é um problema sério no uso de sistemas ubíquos, pois, de certo modo, podemos concluir que quanto maior o ambiente inteligente mais complexo é contornar o problema de privacidade e segurança.

A abordagem sensível ao contexto tem apresentado diversas arquiteturas em estudo, conforme explorado a seguir.

1.2.1 CoBra-ONT

Context Broker Architecture (CoBra-ONT) é uma arquitetura baseada em agentes, desenvolvida para apoiar os sistemas sensíveis a contexto em espaços inteligentes, como sala de reuniões, veículos inteligentes e salas inteligentes, de forma que possam fornecer aos usuários informações baseadas no contexto do qual fazem parte.

Lopes (2008, p. 39) detalha que esses agentes podem ser aplicações hospedadas em dispositivos móveis (telefone celular, PDA, fone de ouvido), serviços que são providos por dispositivos em uma sala (projektor multimídia, controlador de iluminação, controlador de temperatura) e serviços Web que provêm uma presença Web para pessoas, lugares e coisas do mundo físico (serviços que mantêm rastro de pessoas e paradeiro de objetos).

A arquitetura CoBra ONT evidenciada na figura 2, mostra detalhadamente seus componentes e Lopes (2008, p. 40) expõe que o *Context Broker* é um negociador de contexto inteligente constituído por uma base de conhecimento de contexto, um motor de inferência de contexto, um módulo de aquisição do conhecimento e um módulo de gerenciamento de privacidade. Esse negociador de contexto tem a função de que mantém e gerencia um modelo de contexto compartilhado ao lado de uma comunidade de agentes, sendo a peça central dessa arquitetura.

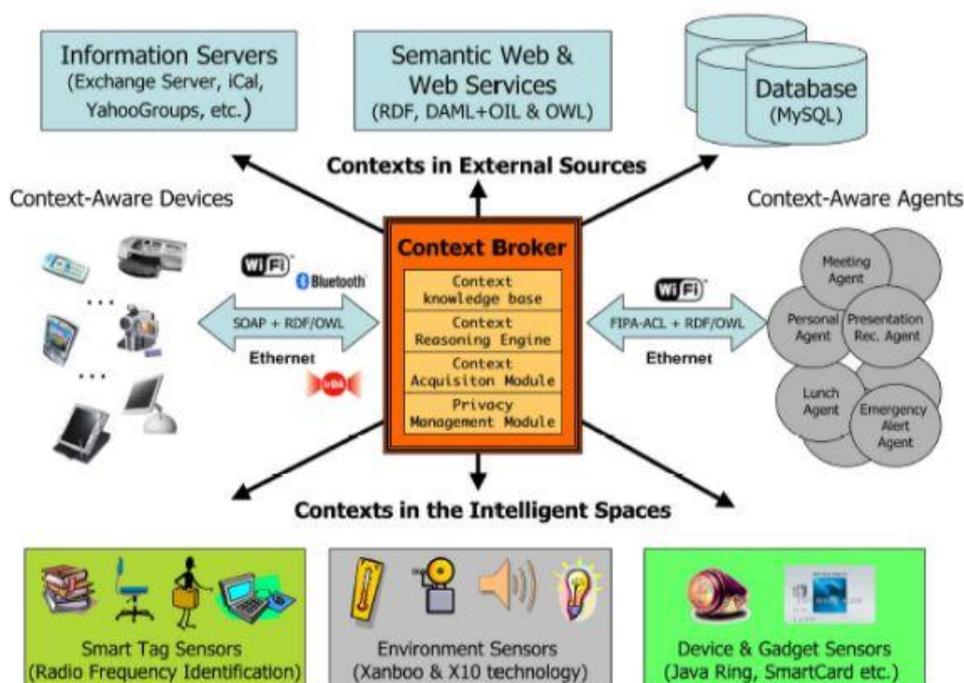


Figura 2– Arquitetura CoBra ONT.

Fonte: CHEN et al., 2004.

Chen e outros autores (*et al.*, 2004) da CoBra ONT esclarecem que a ontologia é fundamental para a construção de sistemas cientes de contexto e que em sua arquitetura as ontologias auxiliam o corretor de contexto a compartilhar conhecimento com agentes contextuais desse modo permitindo a ele raciocinar sobre o contexto.

Por este motivo o CoBra ONT possui um conjunto de ontologias na linguagem OWL, com a razão de descrever informação em ambientes inteligentes, especificamente de uma sala de reunião.

A versão CoBra ONT 0.4 possui um total de 31 ontologias completas e específicas divididas entre ontologias de ação, agente, dispositivo, documento, reunião, espaço, tempo, além de apresentar ontologias do CoBra System e da universidade UMBC.

A versão CoBra ONT 0.5 e 0.6 toma um novo destaque, passa a atender cenários de casos de uso que evoluem e passa a estender as ontologias superiores do SOUPA como tempo, espaço, medição geográfica, agente, reunião e diversas outras. Dessa forma o SOUPA pode ser estendido e usado para suportar as aplicações da CoBra ONT.

1.2.2 SOUPA

Chen (Chen *et al.*, 2004) articula que a ontologia *Standard Ontology for Ubiquitous and Pervasive Application* (SOUPA) foi projetada para dar suporte e modelar aplicações de computação pervasiva. Esta ontologia expressa em OWL se ajusta para estender outras ontologias. Assim sendo, SOUPA procede como uma ontologia padrão para computação ubíqua.

Esta ontologia é dividida em *SOUPA Core* e *SOUPA Extension*. *SOUPA Core* tenta apresentar vocabulários mais genéricos, universais para diversas aplicações pervasivas/ubíquas. *SOUPA Extension* exprime vocabulários adicionais para apoiar tipos específicos de aplicações e possibilitar futuras extensões da ontologia.

SOUPA pode ajudar desenvolvedores inexperientes no desenvolvimento de aplicações orientadas a ontologia, sem a necessidade de iniciar uma nova ontologia. Conseqüentemente, se ganha tempo e os desenvolvedores podem se concentrar nas funcionalidades reais do sistema.

Essa ontologia padrão para aplicações ubíquas sofreu referência de diversas outras ontologias, como o CoBra ONT, RCC, DAML-Time, MoGATO, BDI, entre outras dentro de seus componentes modularizados, incluindo em seu vocabulário modular a representação de crença, desejo e intenção para agentes inteligentes, tempo, espaço, eventos, pessoa, política de privacidade e segurança, ação, espaço, entre outros, que se relacionam, como apresentados na figura 3.

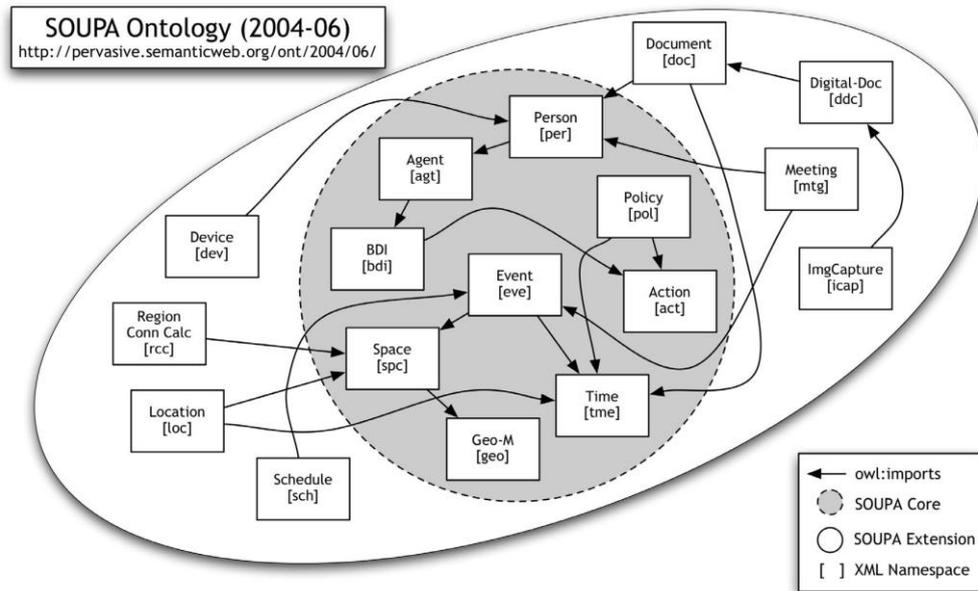


Figura 3– Ontologias SOUPA

Fonte: CHEN et al., 2004.

1.2.3 DESIA

Devices, Environments and Social networks Integration Architecture (DESIA) é uma arquitetura *middleware* de paradigma orientado a agente que objetiva apoiar a implementação de aplicativos de colaboração no âmbito de ambientes inteligentes (AmI) e cidades inteligentes, de acordo com Maciel (Maciel *et al.*, 2014). Seus autores citam que AmI e cidades inteligentes necessitam de ferramentas e tecnologias que interpretem grande quantidade de dados coletados a partir de diferentes fontes.

A arquitetura DESIA se concentra na coleta e no armazenamento de grande quantidade de informações de um contexto. Para isso redes sociais, redes de sensores, computação em nuvem e ecossistemas digitais desempenham um papel fundamental na coleção, inferência e no compartilhamento de informações de contexto de usuários em áreas metropolitanas.

Cidadãos com seus dispositivos móveis, interagindo através de redes sociais que se deslocam em torno de diferentes ambientes inteligentes, como suas casas, escritórios, escolas, universidades, hospitais, etc, juntamente com um grande número de sensores distribuídos no interior e ao ar livre são as entidades que compõe a cidade inteligente. (MACIEL, et al., 2014, tradução nossa)

E a arquitetura DESIA dispõe uma proposta de arquitetura que apóia o desenvolvimento de aplicações ubíquas no âmbito de cidades inteligentes e, em vista disso, para seus autores a privacidade é uma questão fundamental a ser aprimorado neste meio.

Para isso o grupo fundamenta como um dos focos e diferenciais da arquitetura DESIA, políticas de privacidade e segurança, de forma a permitir que agentes estejam conscientes das políticas e normas das aplicações que utilizam em determinado contexto.

Maciel *et al.* (2014) descreve sua arquitetura observada na figura 4, a arquitetura apresenta múltiplas camadas, *Cloud Layer* é a camada central da arquitetura DESIA e tem a finalidade de reunir informação *Web* social, integrar a partir de dados grande grupos de usuário e conjuntos de organização e fornecer serviços de inferência de alto nível. A *Personal Layer* é responsável pelo fornecimento de serviços de apoio a execução de aplicação e pela coleta de informações de contexto pessoal em dispositivos pessoais do usuário. *Ambient Layer* compreende funcionalidades de apoio e integração de *hardware* e entidades de *software* que são implementados em cada ambiente físico.

A *Communication Infrastructure* abrange sobre a Camada de Nuvem, Camada Pessoal e sobre a Camada Ambiente, seu exclusividade está focada na segurança e nas políticas de privacidade, um gerente de comunicação coordena os clientes e controla informações de contexto enquanto aplica políticas de privacidade, além de um módulo de segurança de comunicação apoiar tecnologias de segurança que atuam entre os módulos da arquitetura em busca da proteção na transferência de informações entre as múltiplas camadas.

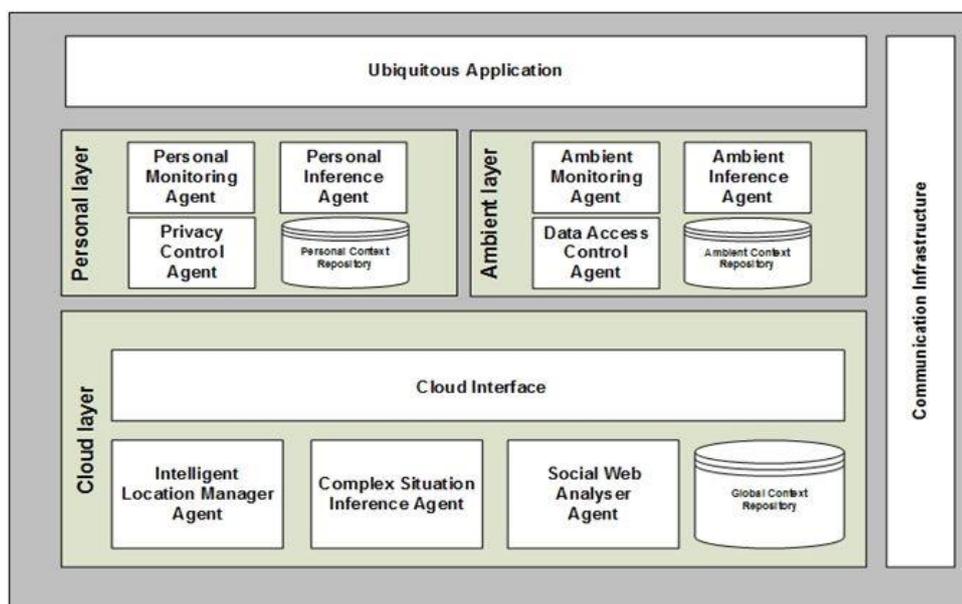


Figura 4– Arquitetura DESIA

Fonte: Maciel et al.

1.3 Metodologias para Ontologias

A construção e a manipulação de ontologias trouxeram a necessidade de aplicar metodologias, *frameworks* e métodos em seu processo. Apesar de ainda apresentar certa prematuridade, essa gama de apoio conceitual se fundamentou na já amadurecida engenharia de software e tem apresentado grande avanço, principalmente quanto à diversidade de metodologias para auxiliar o desenvolvimento e amadurecimento da engenharia de ontologias.

A ausência de padronização e ciclos de vida é considerada um dos maiores problemas relacionados ao uso de ontologias. Mas também ontologias têm apresentado maior formalidade e conceituação antes de seu desenvolvimento. Algumas metodologias e técnicas já apresentam certa preocupação quando tratam de estudos de viabilidade, gerenciamento, integração de ontologias, documentação e validação.

A diversificação de metodologias para ontologias propicia a possibilidade de combinação das mesmas, que de certa forma supre a ausência de atividades de processo em determinada metodologia. Assim uma metodologia complementa a outra diante da necessidade do ciclo de vida do desenvolvimento, reuso ou integração que ontologias impõem.

Até agora, poucas metodologias independentes de domínio para a construção de ontologias têm sido relatadas. Metodologia de Mike Ushold e Michael Gruninger e metodologia de Mark Fox e Methontology são as mais representativas. [...] A metodologia de Ushold e metodologia Gruninger e Fox propõe a codificação em uma linguagem formal e Methontology propõe expressando a idéia como um conjunto de representações intermediárias. (LÓPEZ et al., 1999, tradução nossa)

Usualmente o processo de desenvolvimento de ontologias contempla as seguintes fases ou atividades: (RAUTENBERG *et al.*, 2009) especificação, conceitualização, formalização, implementação e manutenção.

Especificação: Nesta fase são identificados o escopo da ontologia e o seu propósito.

Conceitualização: A partir da fase de especificação é feito um modelo conceitual, o qual consiste de conceitos de domínio da ontologia e das relações e propriedades dos conceitos.

Formalização: Esta fase transforma o modelo conceitual, resultado da fase anterior, em um modelo formal. Conceitos serão definidos através de axiomas para evitar ambigüidade de significado além de ocorrer a hierarquização, fazendo uso de relações estruturais.

Implementação: Após ser formalizada, a ontologia é implementada em uma linguagem de representação de conhecimento.

Manutenção: Se encarrega de manter a ontologia atualizada e corrigida.

Lopes (2008) apresenta as seguintes desvantagens advindas da não adoção de uma metodologia para o desenvolvimento de ontologias:

- Os modelos conceituais da ontologia ficam implícitos no código da implementação;
- Dificuldades de reuso da ontologia, pois o *design* e as decisões de projeto da ontologia estão implícitos no código;
- Problemas de comunicação devido às dificuldades que o *expert* no domínio da ontologia tem para entender o código da implementação. Isso é um sério problema, pois ele tende a ser a principal fonte de informação sobre o domínio;
- Dificuldades no desenvolvimento de ontologias complexas, pois a passagem da aquisição de conhecimento para a implementação é muito abrupta;
- Dependendo da linguagem escolhida para a codificação pode-se limitar a capacidade de descrição conceitual do domínio da ontologia.

1.3.1 Gruninger & Fox

Silva (p. 138, 2008), instrui que a metodologia criada em 1995 por Michael Gruninger e Mark Fox teve como base para seu desenvolvimento a experiência obtida no projeto conhecido como *Toronto Virtual Enterprise* (Tove), cujos princípios teóricos e metodológicos se encontram na inteligência artificial.

Essa metodologia é considerada formal por utilizar lógica de primeira ordem na especificação de ontologias, sendo uma vantagem, podendo ser usada como guia para transformar cenários informais em modelos computáveis. A metodologia de Gruninger e Fox é exibida na figura 5, na qual se nota a inexistência de gerenciamento de projetos, documentação e manutenção.

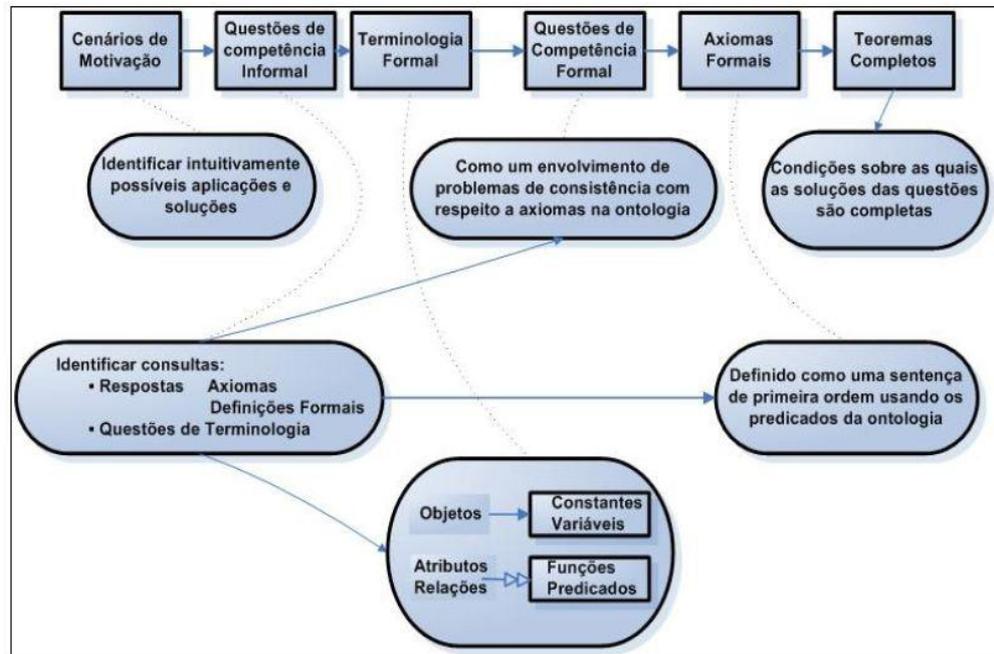


Figura 5– Procedimento proposto na metodologia de Gruninger e Fox
 Fonte: SILVA, 2008.

1.3.2 Ushold & King

Criada por Mike Ushold e Martin King em 1995, esta metodologia também identifica o propósito e o escopo da ontologia, apresenta na fase de construção a aquisição de conhecimento e a integração de ontologias passa a fazer parte da construção de uma ontologia.

As fases de implementação e avaliação da ontologia através dos requisitos especificados e a fase de documentação, ausentes na metodologia de Gruninger e Fox são acrescentadas em Ushold e King. A figura 6 exhibe os estágios desse método.

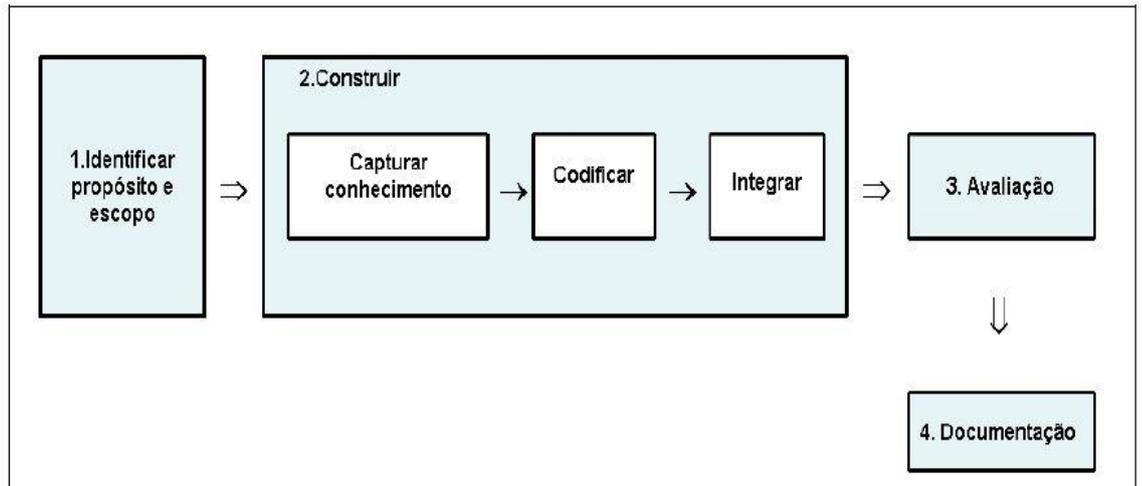


Figura 6– Estágios do método de Uschold e King
 Fonte: SILVA, 2008.

1.3.3 *Ontology Development 101*

Ontology Development 101, de acordo com Rautenberg et. al. (p.135, 2009) não é considerada uma metodologia, mas sim um processo que consiste em um arranjo de passos iterativos. Como podemos observar na figura 6, *Ontology Development 101* possui uma preocupação com a definição de escopo e domínio da ontologia e o reuso de ontologias existentes, além de atentar à definição de termos, classes, propriedades e restrições de propriedade e criação de instâncias.

Na figura 7 são apresentados os passos sugeridos pelos criadores (a) e o emprego dos passos são demonstrados (b).

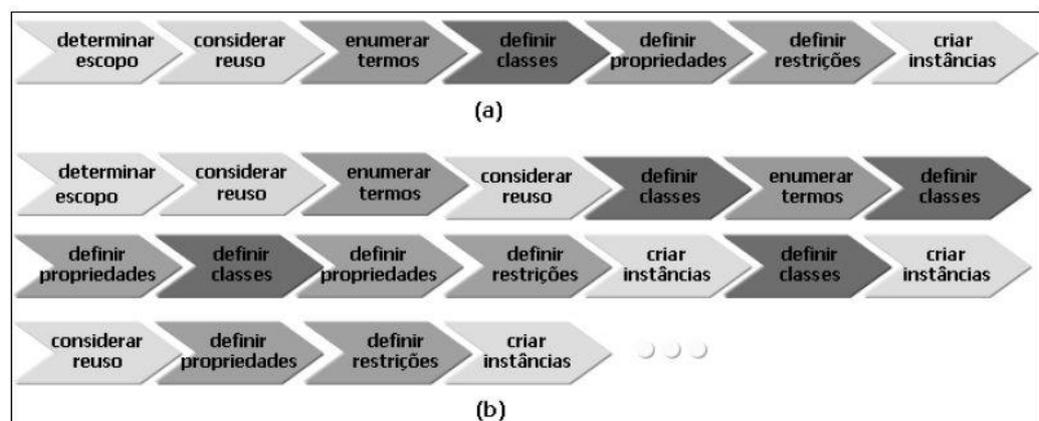


Figura 7– Processo de desenvolvimento pelo guia *Ontology Development 101*
 Fonte: RAUTENBERG et al., 2009.

1.3.4 Methontology

Methontology é uma metodologia de referência, a qual foi idealizada por um grupo de pesquisadores da Universidade de Madrid depois de observar que um dos maiores problemas encontrados no desenvolvimento de ontologias é a falta de metodologias e de documentação desse processo de atividades. Pelo fato do desenvolvimento de ontologia ser semelhante ao de uma cadeia de produção (FERNANDEZ *et al.*, 1997), esta metodologia também herdou características do tradicional desenvolvimento de software.

A figura 8 mostra que esta metodologia se difere nas fases apresentadas anteriormente, de modo que ela inclui a fase de planejamento e integração, além de dispor das atividades de aquisição do conhecimento, documentação e avaliação que ocorre independente das fases, porem coincidentes com elas.

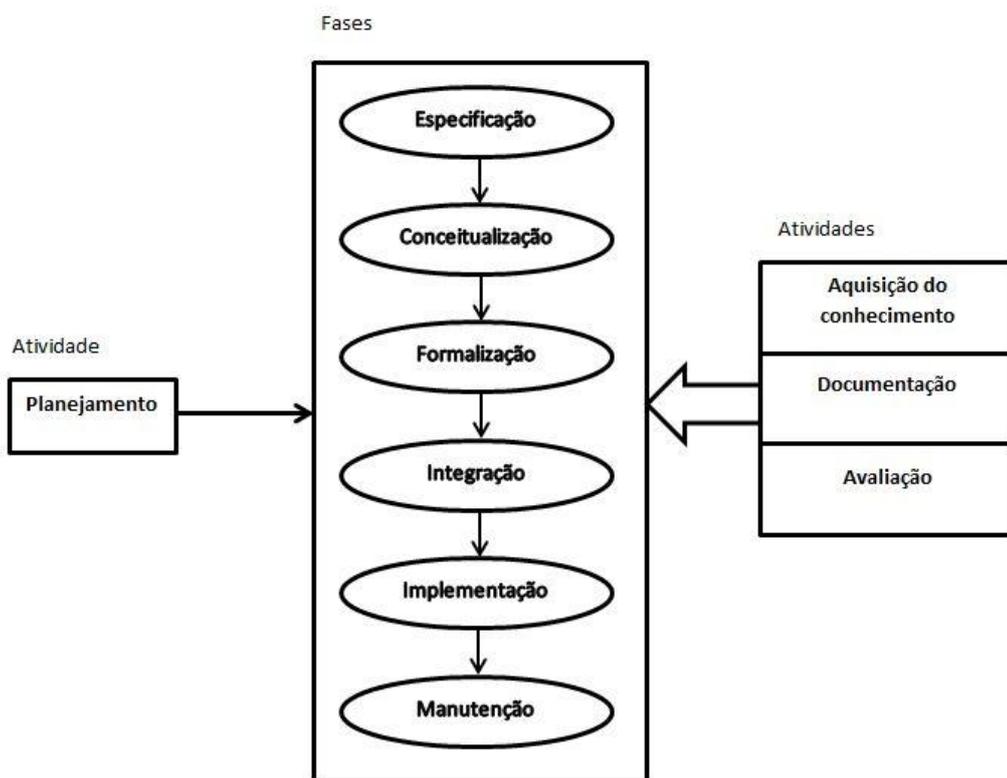


Figura 8 – Fases e Atividades da metodologia Methontology.

Fonte: FERNANDEZ *et al.*, 1997, (adaptado).

Planejamento: É feito o planejamento das tarefas antes de iniciá-las, incluindo informação de quanto tempo levará a sua execução e quais os recursos utilizados para isso (pessoas, hardware e software).

Especificação: Nesta fase é iniciado o documento de requisitos de ontologia, contendo informações que delimitem o escopo e o objeto da ontologia, entre estes a justificativa da construção da ontologia, quais os usuários finais e qual a sua utilização prevista.

Aquisição do conhecimento: Esta é uma atividade independente do processo de ontologias, porém ocorre de forma coincidente com todo o processo. A atividade de aquisição do conhecimento também ocorre com maior intensidade na fase de especificação, como exibido na figura 9.

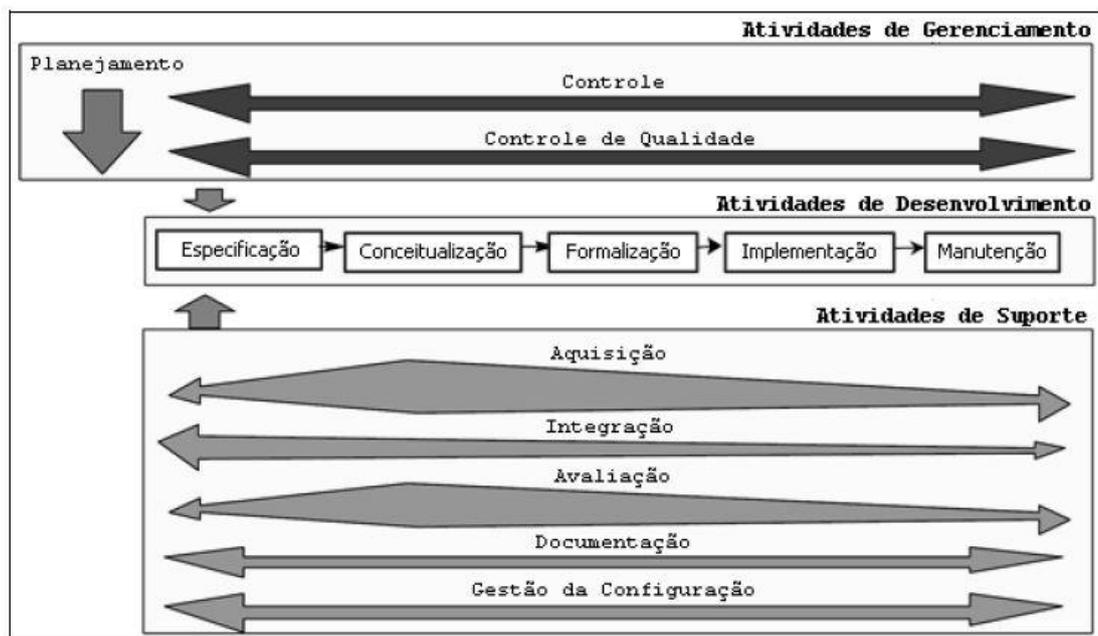


Figura 9– Fases e Atividades da metodologia Methontology, aquisição de conhecimento mais intensa na fase de conceitualização.

Fonte: FERNANDEZ et al., 1997, (adaptado).

Conceitualização: É desenvolvido o modelo conceitual, o qual escreve o problema e a solução em termos de vocabulário no domínio identificado.

Formalização: Nesta fase é elaborado o modelo formal, este modelo é baseado na lógica e nela é retirada possível ambigüidades dos termos da ontologia.

Integralização: São efetuadas investigações sobre ontologias para serem integradas e reutilizadas e, devido à necessidade de controle é formulado o do documento de integração de ontologias.

Implementação: Nesta etapa, a ontologia é desenvolvida em uma linguagem de computador.

Manutenção: Devido a ter a função de manter a ontologia sempre atualizada e completa, esta fase apresenta uma grande importância. Não manter a ontologia atualizada e precisa trará prejuízos para a aplicação.

Avaliação: Está atividade tem a responsabilidade de avaliar o que foi desenvolvido antes de disponibilizar a ontologia. Ela garante que as ontologias, o ambiente de software e a documentação estejam de acordo com o sistema que elas deveriam representar.

Documentação: Está atividade, que serve de apoio ocorre durante todo o processo, gerando diversos documentos.

Miranda e Amorim (2014) citam a importância da fase conceitual dessa metodologia, a classificam como a principal fase, a qual converte uma visão de domínio informal de uma ontologia em uma especificação semi-formal.

Citam que os resultados dessa fase determinam se uma ontologia é ou não útil ou se é utilizável para uma aplicação sem precisar de seu código fonte, além de comparar o escopo e a integridade das várias ontologias, seu reuso e compartilhamento, pela análise do conhecimento expresso em cada conceito.

O modelo conceitual ainda é empregado para gerar o código fonte da ontologia utilizando um ambiente próprio para o desenvolvimento de ontologias. Poucas atividades e fases não compreendem a influencia da fase de conceitualização na metodologia Methontology.

A fase de avaliação comporta as atividades de validação e verificação da ontologia e Miranda e Amorim (2014) lembram que essas atividades ocorrem com maior intensidade na fase de conceitualização, portanto, evitando acúmulo de erros. A fase de formalização da mesma forma sofre dominação do modelo conceitual, “boa parte da formalização já é

realizada na conceituação, especialmente na tabela de axiomas lógicos” (MIRANDA & AMORIM, 2014)

A ausência de documentação de ontologias é um círculo vicioso, porém Methontology trouxe importância a esta atividade, como mostrado no quadro 3 abaixo, no qual percebemos a existência da documentação em suas fases e atividades.

Quase ninguém documenta ontologias devido à não existência de diretrizes para sua execução. Não há diretrizes para documentar ontologias por causa da ausência de métodos para construir ontologias [...] METHONTOLOGY acaba por quebrar este círculo incluindo a documentação como atividade a ser feita durante todo o processo de desenvolvimento de ontologias. (FERNANDEZ et al., tradução nossa)

| Fase/Atividade | Entrada | Ferramentas/Técnicas | Saída |
|---------------------------|---|---|---|
| Planejamento | Tempo de Início e Fim Atividades | Informações Gerência de Projetos | Documento de Planejamento |
| Especificação | Aquisição do conhecimento | Representação do conhecimento Perguntas | Documento de Especificação/Requisitos |
| Aquisição do Conhecimento | Especialistas Manuais Figuras Tabelas Outras ontologias | <i>Brainstorming</i> Entrevistas Análise de textos Ferramentas | Documento de Aquisição de conhecimento; |
| Conceitualização | Documento de Especificação | Dicionários Ferramentas para Documentação Editor de texto | Modelo Conceitual |
| Formalização | Modelo Conceitual | Lógica | Modelo Formal |
| Integração | Repositórios Meta-ontologias Bibliotecas de ontologias | Inspeção Investigação Tradutores para língua-alvo | Documento de Integração |
| Implementação | Modelo Formal Documento de | Ferramentas CASE Ex.; | Ontologia Codificada em linguagem de |

| | | | |
|------------|---|--|--|
| | Integração | IDE's Analisador Lexial e Sintático Tradutores Editor Navegador | computador Ex.: OWL, DAML, Prolog, C++ |
| Manutenção | Documentações Ontologias Ambientes de Software | Correção de ontologias Validação de ontologias | Documentações Ontologias Ambientes de Software |
| Avaliação | Documentações Ontologias | Técnicas de avaliação de ontologias | Documento de Avaliação |

Quadro 3– Documentação como entradas e saídas da metodologia Methontology

1.4 Reuso de Ontologias

As ontologias foram feitas para serem reutilizadas, além de ser indicado integrar, tanto quanto possível com diversas ontologias existentes, Fernandez (*et al.*, 1997) também indicam o reuso de ontologias para ser aplicado para conseguir um ganho de tempo no processo de desenvolvimento de ontologias.

O reuso e o compartilhamento tornam-se possíveis porque, no momento em que se utilizam ontologias para representação do conhecimento, este se encontra padronizado e expresso em alguma linguagem formal. Desta forma, se torna mais fácil à leitura e interpretação da ontologia por outros domínios, permitindo a sua modificação (inserindo/retirando conceitos, axiomas, relacionamentos) para se adequar a um novo domínio. (LOPES, 2008, p. 51)

Para conseguir ontologias pertinentes para o reuso é necessária uma demanda de tempo para se efetuar investigação e buscar por repositórios, bibliotecas de ontologias e meta-ontologias.

De acordo com Fernandez (*et al.*, 1997) devem-se selecionar aquelas que melhor se encaixam na sua conceituação e descobrir quais as bibliotecas de ontologias fornecem definições de termos cujas semânticas e implementação é coerente com os termos identificados na sua conceituação.

O fato das ontologias apresentarem vários níveis de abstração traz a possibilidade de trabalhar com a sua reutilização, porém algumas limitações podem acarretar no insucesso,

como a citada por Moraes e Ambrósio (2007, p.5) apontando a independência entre repositórios e bibliotecas de ontologias como um entrave para o seu reuso, de forma que cada ontologia resulta em ser desenvolvida em diferentes contextos.

2 MATERIAIS, TÉCNICAS E MÉTODOS

No decorrer do estágio as seguintes atividades fizeram necessárias:

- Levantamento de material de apoio sobre ontologias;
- Investigação por repositórios de ontologias;
- Investigação de ontologias aplicáveis ao reuso para computação ubíqua;
- Levantamento de metodologias e técnicas aplicáveis ao reuso de ontologias;
- Aplicação das devidas técnicas e métodos nas ontologias selecionadas.

2.1 Materiais

O seguinte material se fez necessário no decorrer de todas as atividades do estágio:

- Computador pessoal contando com Windows 7 Professional, 32 Bits, processador Intel Core 2 Duo E4500, 2.20GHz, 2,00 GB de memória RAM;

2.2 Ferramentas

Para a investigação de ontologias, técnicas e metodologias e a aplicação de metodologias foi utilizada a ferramenta Protégé Desktop 5.0.0 Beta.

2.2.1 Protégé Desktop 5.0.0 Beta

Protégé é um ambiente de suporte ao desenvolvimento de ontologias de código aberto desenvolvido em Java. É um editor que desenvolve ontologias na linguagem OWL. Em vista disso, se faz necessário o uso de outras ferramentas ou métodos para documentar ontologias como forma de suprir as fases de documentação, especificação, conceitualização e formalização.

Este editor de ontologias trabalha de forma orientada por visões, desse modo fornece ao usuário diversos pontos de vista para uma ontologia. O usuário desta ferramenta pode observar a sua ontologia através de múltiplas perspectivas que as guias desta ferramenta dispõem. Os pontos de vista mais adotados da ferramenta são as classes, propriedades e indivíduos, como observado na figura 10.

Além disso, Protégé apresenta uma interface personalizável, podendo assim customizar, adicionando e removendo as visões que desejar.

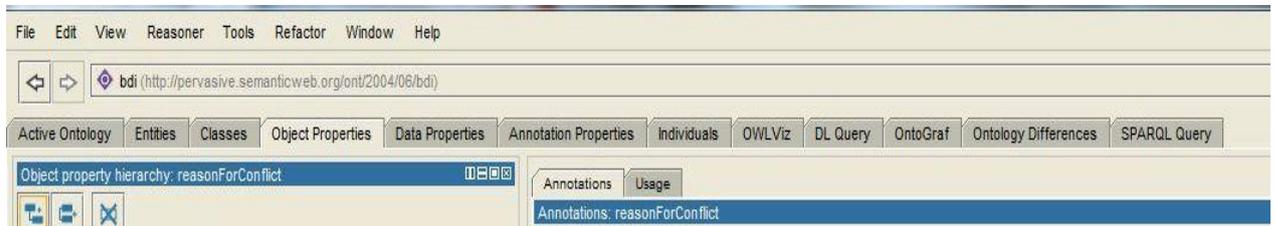


Figura 10– Guias e suas Visões no Protégé Desktop 5.0.0 Beta destaque para propriedade de objetos
Fonte: Acervo pessoal, 2014.

Esta ferramenta também contribui com diversos *plug-ins*, alguns instalados juntamente com a instalação padrão do Protégé. Conseqüentemente, com a diversidade de *plug-ins* existentes o sistema não precisa ser redefinido várias vezes apenas se inserem novos recursos através dos mesmos.

OntoGraf é um *plug-in* padrão da ferramenta Protégé, que dá suporte à navegação interativa entre as entidades e diversos tipos de relações de uma ontologia. Usando este *plug-in* a ontologia também pode ser organizada por diversos *layouts*, como mostrado na figura 11, que apresenta a sua aplicação em um de seus *layouts*.

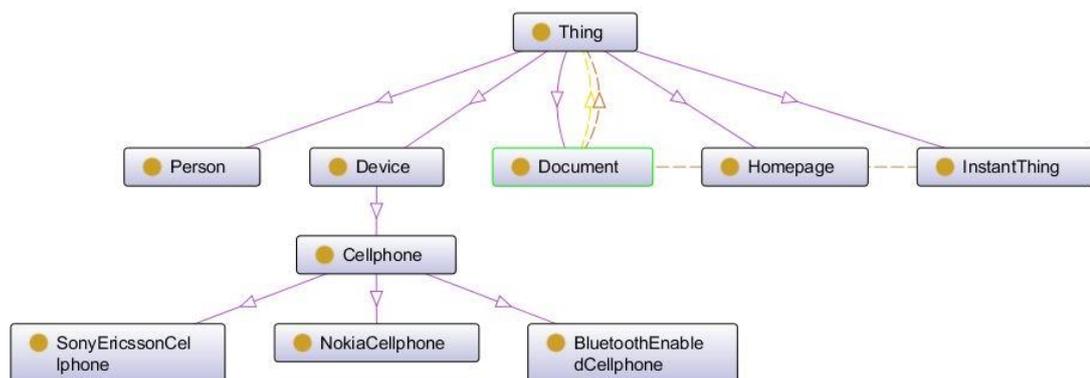


Figura 11– Ontologia Document.owl do SOUPA em layout de Árvore Vertical do OntoGraf
Fonte: Acervo pessoal, 2014.

2.3 Métodos

2.3.1 Investigação de Ontologias

Repositórios ou bibliotecas ou listas de ontologias são as principais fontes de busca de ontologias para serem reutilizadas. Outra forma de se adquirir ontologias para redefinição é através de buscas em teses, artigos e periódicos por arquiteturas e ontologias de domínio e funções semelhantes com a que se deseja utilizar.

A varredura para se selecionar a ontologia e arquitetura para ser adotada também serve para aquisição do conhecimento de domínio. Como critério de busca, tentou-se suprir os princípios de arquitetura do DESIA, buscando ontologias de contexto, ontologias de privacidade/segurança, ontologia de serviço, voltadas para computação ubíqua, que utilizem a linguagem OWL.

Neste estágio foram visitados os seguintes repositórios de ontologias no quadro4.

| REPOSITÓRIOS | URL DE REPOSITÓRIOS |
|---|---|
| ProtégéOntology Library | http://protegewiki.stanford.edu/wiki/Protege_Ontology_Library |
| DAML | http://www.daml.org/ |
| Semantic Web | http://semanticweb.org/wiki/Ontology |
| OntoLP – Portal de Ontologias | http://ontolp.inf.pucrs.br/Recursos/downloads-privacidade.php |
| Tones OntologyRepository | http://rpc295.cs.man.ac.uk:8080/repository/ |
| W3C Ontologies | http://www.w3.org/wiki/Lists_of_ontologies |
| Watson repository | http://watson.kmi.open.ac.uk |
| VIVO OntologyRepository | http://swl.slis.indiana.edu/repository/ |
| Oxford Ontologies | http://www.cs.ox.ac.uk/igs/ontologies |
| OWL-S Repository | http://www.di.unipi.it/~brogi/projects/owls2pnml/owls-repository/index.html |
| Ontohub | https://ontohub.org |
| Open OntologyRepository | http://ontolog.cim3.net/cgi-bin/wiki.pl?OpenOntologyRepository |
| Colore | https://code.google.com/p/colore/source/browse/trunk/ontologies/ |
| W3C UbiWeb | http://www.w3.org/UbiWeb/ |
| The Open Biological and Biomedical Ontologies | http://obofoundry.org/ |
| Schema | http://schema.org |
| DCMI Home | http://dublincore.org/ |
| MarineTLO | http://www.ics.forth.gr/isl/MarineTLO/ |
| Swoogle Semantic Web Search | http://swoogle.umbc.edu/ |

Quadro 4– Repositórios de Ontologias

FONTE: Acervo Pessoal, 2014.

A partir desta busca se chegou ao CoBra ONT e ao SOUPA. A relação entre a arquitetura CoBra ONT e o conjunto de ontologias SOUPA, além da existência de suas ontologias de forma modularizada e expressas na linguagem OWL, a preocupação com políticas privacidade e segurança e a arquitetura baseada em agentes do CoBra ONT, tornaram-nas as alternativas mais viáveis para a aplicação ao projeto e a arquitetura DESIA.

Por esses motivos de viabilidade foi selecionada a ontologia SOUPA para dar continuidade ao estágio, aplicando a metodologia Methontology, cuja escolha é justificada na próxima seção.

Algumas das arquiteturas investigadas são mostradas no quadro 5. Tentando o maior aproveitamento possível, arquiteturas que possuíam poucas informações ou que no processo de investigação não foram encontrados sinais de suas ontologias foram depreciadas.

Não se deparou em meio ao processo de investigação com as ontologias da arquitetura COSAR, não citada no quadro abaixo, além da arquitetura não evidenciar preocupação com privacidade e segurança e exibir maior foco para o domínio da saúde.

No processo de investigação, a arquitetura EXEHDA, igualmente não citada no quadro abaixo, expunha suas ontologias expressas em OWL, sendo essas as ontologias ontoci.owl e percom.owl, contudo apresentavam um vocabulário reduzido comparativamente com o SOUPA e o CoBra ONT e distinto do escopo de vocabulário pretendido para ser aplicado à arquitetura DESIA.

Com relação às arquiteturas SOCAM e Infracore, no processo de investigação não foi possível encontrar exemplos de suas ontologias, desse modo foram igualmente dispensadas.

| Projetos | Arquitetura | Modelagem de Contexto | Processamento de Contexto | Armazenamento de Contexto |
|-----------------|---------------------------------------|------------------------------|--|----------------------------------|
| CoBra | Baseada em Agentes | Ontologia (OWL) | Motor de inferência e base de conhecimento | Disponível |
| SOCAM | Distribuído com servidor centralizado | Ontologia (OWL) | Motor de inferência | Disponível |
| Infracore | <i>Middleware</i> | Ontologia (OWL) | Motor de inferência | Disponível |

Quadro 5– Comparação dos projetos em Computação sensível ao Contexto

FONTE: LOPES, 2008, (Adaptado).

2.3.2 Investigação de Metodologias

Neste estágio a investigação por metodologia, métodos, frameworks e técnicas que pudessem colaborar com a redefinição de ontologias teve como critério a busca por uma metodologia que apoiasse a integração de ontologias e a documentação de ontologias.

Através dessa busca, a metodologia Methontology apresentou ser a mais completa e adequada para ser aplicada. Apesar da diversidade de metodologias, nota-se no quadro 6 que diferentes metodologias apresentam certa despreocupação com algumas fases e atividades de um ciclo de vida. Entre essas metodologias apresentadas no quadro, apenas Methontology apresenta uma preocupação com o gerenciamento de projeto e com a manutenção, além de ser a única a sugerir a documentação em cada fase.

| Fases do ciclo de vida | | Grüniger & Fox | Ushold & King | Kactus | Methontology | Método 101 | |
|--------------------------|---------------------|-----------------------------|--|--|---|--|---|
| Gerenciamento de Projeto | | Ausente | Ausente | Ausente | Escalonamento das atividades, controle das tarefas e garantia de qualidade. | Ausente | |
| Processos orientados | Pré-desenvolvimento | Cenário de Motivação | Ausente | Ausente | Ausente | Ausente | |
| | Desenvolvimento | Especificação de Requisitos | Questões de competência informal. | Determinar o propósito da ontologia. | Lista de requisitos. | Definição do escopo da ontologia. | Definição de questões de competência. |
| | | Modelagem Conceitual | Concepção da terminologia formal. | Construção do vocabulário consensual. | Identificação de termos relevantes. | Atividades envolvendo a construção da conceitualização da ontologia. | Definição de classes, slots, facetas (restrições) e instâncias. |
| | | Formalização | Formalização das questões de competência. Especificação dos axiomas. | Ausente | Ausente | Formalizar o modelo conceitual em uma linguagem como lógica descritiva. | Linguagem de representação baseada em frames. |
| | | Implementação | As especificações dos axiomas são implementadas na linguagem Prolog. | Requer uma linguagem de representação como Prolog ou Ontolingua. | Ausente | Recomenda ambientes de desenvolvimento adequados à meta-ontologia e ontologias selecionadas na fase de integração. | Uso interativo da linguagem através da ferramenta Protégé. |
| | Pós-desenvolvimento | Manutenção | Ausente | Ausente | Ausente | Orientação quanto a ajustes necessários nas atividades de conceitualização | Ausente |
| Processo | Integração | Integração a | Integração | Buscar por | Documento de | Considera a | |

| | | | | | | |
|----------------|---------------------|--------------------------------|--|------------------------------|---|-----------------------------|
| s integrals | | ontologias de núcleo comum. | com ontologias existentes. | ontologias já desenvolvidas. | integração com meta-ontologias. | reutilização de ontologias. |
| | Avaliação | Através de teoremas completos. | Pode ser feita através de questões de competência. | Ausente | Divide-se em verificação e validação de ontologias. | Ausente |
| | Documentação | Ausente | Pretenções e primitivas | Ausente | Recomendada em cada fase. | Via <i>Protégé</i> . |

Quadro 6– Quadro sinóptico das metodologias, métodos e norma frete às categorias de análise predefinidas

FONTE: SILVA, et al., 2008, (Adaptado).

2.3.3 Aplicação da Metodologia

O quadro 7 apresenta detalhadamente os documentos gerados pela metodologia Methontology, além de informações que podem ser incluídas nestes documentos, que se julgarem necessárias ou o que for necessário documentar das ontologias para melhorar o seu entendimento e visualização.

| DOCUMENTO | CONTEÚDO/INFORMAÇÕES |
|-------------------------------|--|
| Documento de Planejamento | Objetivo Tempo de Duração Tarefas Recursos de Software Recursos de Hardware Recursos Humanos |
| Documento de Especificação | Domínio Data Autor do Documento Propósito Usos Usuários Finais Cenários Nível de Formalidade Escopo Fontes de Conhecimento |
| Documento de Conceitualização | Classificação Conceitual em Árvore Glossário de Termos Diagrama de Relações Binárias Ad Hoc Dicionário de Conceitos Tabela de Relações Binárias Tabela de Atributos de Instancia Tabela de Atributos de Classes Tabela de Axiomas Lógicos Tabela de Constantes Tabela de Formulas Árvore de Classificação de Atributos Tabela de Instâncias |
| Documento Formal | Representação por meio de uma linguagem de lógica formal. |
| Documento de Integração | Nome de Ontologias Utilizadas Nome dos Termos Utilizados na sua Ontologia |

| | Nome dos Termos na Ontologia Utilizada |
|--|---|
| Documentos de Manutenção | Manter todas as documentações de acordo com futuras modificações nas ontologias |
| Documento de Avaliação (Verificação e Validação) | Como foi Avaliado Técnica de Avaliação Utilizada Tipos de Erros Encontrados Fontes de Conhecimento |

Quadro 7– Quadro de Documentação da metodologia Methontology

FONTE: Acervo Pessoal, 2014.

3 RESULTADOS

Seguindo as atividades descritas no plano deste estágio, foi possível chegar à conclusão da documentação, a qual será descrita em uma seção para cada tipo produzido.

3.1 Planejamento

O documento de planejamento, foi o primeiro a ser desenvolvido, nele é encontrado uma descrição sucinta do objetivo, o tempo levado para a conclusão, a carga horária gasta em cada fase e a atividade da metodologia Methontology, bem como os recursos que foram utilizados para colocar em prática a documentação.

É observado na figura 12 um único intervalo de tempo para todas as atividades e fases da metodologia, isso parte de adequação da metodologia Methontology ao ciclo de vida evolutivo.

Este ciclo de vida é sugerido por seus autores como o mais ajustado ao desenvolvimento de ontologias, desse modo permite mudanças na ontologia a qualquer momento, o que estimula a alternar de forma constante entre fases e atividades da metodologia Methontology.

| DOCUMENTO DE PLANEJAMENTO | | |
|---|-----------------------------|----------------------------|
| SOUPA | | |
| <p>Objetivo: Documentar a ontologia SOUPA com o uso da metodologia METHONTOLOGY para seu reaproveitamento no projeto de pesquisa LAVI junto com a arquitetura DESIA utilizada pelo projeto, com a finalidade de futuramente desenvolver uma ontologia de contexto para ser aplicada a computação ubíqua apropriada ao DESIA.</p> | | |
| FASES/ATIVIDADES | CARGA HORÁRIA | DATA INICIAL - DATA FINAL |
| Planejamento | 10 Horas | 3/11/2014 - 12/12/2014 |
| Documentação | 30 Horas | |
| Especificação | 10 Horas | |
| Aquisição do Conhecimento | 30 Horas | |
| Conceitualização | 60 Horas | |
| Formalização | 0 Hora | |
| Integralização: | 10 Horas | |
| Validação (Verificação) | 30 Horas | |
| Manutenção | 0 Hora | |
| C.H.Total: 180 Horas | | |
| RECURSOS | | |
| HARDWARE | SOFTWARE | PESSOAS |
| Computador pessoal contando com Windows 7 Professional, 32 Bits, processador Intel Core 2 Duo E4500, 2.20GHz, 2,00 GB de memória RAM; | Protégé Desktop 5.0.0 Beta; | Larisa Sulek Vaz Guimarães |

Figura 12– Documento de Planejamento

Fonte: Acervo pessoal, 2014.

3.2 Especificação

A ontologia padrão para aplicações ubíquas, SOUPA, apresenta diversas ontologias modularizadas que se correlacionam, por isso foi necessário construir um documento de especificação para cada ontologia dentro do SOUPA, além de um documento de intenção mais abrangente contendo informações do SOUPA propriamente dito, apresentado parcialmente na figura 13 e a da ontologia *Geo-measurement*, na figura 14.

O documento produzido na fase de especificação deve ser completo e conciso, não possuindo termos duplicados ou irrelevantes. Este documento ainda possui informações adquiridas na atividade de Aquisição do Conhecimento, na forma de fontes do conhecimento, como pessoas, artigos, livros e qualquer outra origem de conhecimento do domínio ou assunto em questão.

DOCUMENTO DE ESPECIFICAÇÃO DE ONTOLOGIA**ONTOLOGIA:** SOUPA**DATA:** 07/11/2014**DOMINIO:** Ontologia padrão para computação ubíqua.**AUTOR DOCUMENTO:** Larisa Sulek**AUTOR IMPLEMENTAÇÃO:** Harry Chen, Filip Perich, Tim Finin, Anupam Joshi**PROPÓSITO (OBJETIVO):** Auxiliar no desenvolvimento de aplicações para computação ubíqua, mitigando gasto de tempo com o desenvolvimento de ontologias a partir do zero, de forma a possibilitar maior empenho nas funcionalidades do sistema real.**USOS:**

Auxiliar na modelagem de aplicações de computação ubíqua.

Amparar desenvolvedores inexperientes em representação do conhecimento sem necessidade de iniciar uma nova ontologia.

USUÁRIOS FINAIS:

Docentes, discentes, pesquisadores, bem como pessoas interessadas em modelar e aplicar ontologias de contexto para computação ubíqua;

Pessoas com interesse em redefinir ou reutilizar ontologias.

NÍVEL DE FORMALIDADE: Formal.**ESCOPO:**

SOUPA está desenvolvido em OWL e disponível em (a).

SOUPA é dividido em duas partes, o SOUPA Core (Núcleo) e SOUPA Extension (Extensão).

SOUPA Core: Define vocabulários que são genéricos e universais para computação ubíqua.

SOUPA Extension: Define vocabulários adicionais a partir das ontologias básicas do SOUPA Core para fundamentar tipos específicos de aplicações.

Termos a ser representador em SOUPA Core:

Action (Ação)

**Agent (Agente)

Bdi (Acreditar, Desejar, Pretender)

Event (Evento)

Geo-measurement (Geo Medição)

**Person (Pessoal)

Policy (Política)

**Space (Espaço)

Figura 13– Documento de Especificação

Fonte: Acervo pessoal, 2014.

ONTOLOGIA: Geo-measurement

DATA: 10/11/2014

PASTA: 06

DOMINIO: Medição Geográfica

AUTOR DOCUMENTO: Larisa Sulek

AUTOR IMPLEMENTAÇÃO: Harry Chen, Filip Perich, Tim Finin, Anupam Joshi

PROPÓSITO (OBJETIVO): Ontologia sobre medição de áreas geográficas que trás características quanto adados geográficos, como altitude, longitude e latitude. Apresentar direção, medidas, unidade de medidas, área e unidades de área de algo localizado no espaço.

NÍVEL DE FORMALIDADE: Formal.

ESCOPO:

Lista de conceitos: Coisa, Unidade de Área, Descrição de Valor de Área, Direção, Distância, Unidade de Distância, Descrição de Valor de Distância, Coordenadas de Localização, Coisa Espacial, Área de Superfície.

Lista de relações: unidade de área, descrição de valor de área, direção, unidade de distância, descrição de valor de distância, de coisa espacial, área de superfície, para coisa espacial.

Lista de atributos: altitude, valor de área, valor de distância, latitude, longitude.

Lista de unidade de área: Centímetro quadrado, Pé quadrado, Polegada quadrada, Quilometro quadrado, Metro quadrado, Milha quadrada, Jarda quadrada.

Lista de direções: Leste, Norte, Nordeste, Noroeste, Sul, Sudeste, Sudoeste, Oeste.

Lista de unidade de distância: Centímetro, Pé, Polegada, Quilômetro, Metro, Milha, Jarda.

Figura 14– Documento de Especificação da ontologia Geo-measurement

Fonte: Acervo pessoal, 2014.

3.3 Conceitualização

A proposta de conceitualização da metodologia Methontology propõe conceituar a ontologia e seus problemas e soluções por meio de tabelas e diagramas. Para confecção do documento conceitual foram utilizados artigos de referência em Methontology que demonstram a utilização da metodologia na fase conceitual, além da execução das tarefas por cada ontologia do SOUPA.

Devido à generalização da ontologia SOUPA, seus vocabulários modularizados não apresentaram informações e dados para o desenvolvimento de algumas tabelas e diagramas, nada impede que futuramente atributos de instância, fórmulas, inferências e constantes, sejam criados para adaptar ao domínio desejado e por ventura a documentação atualizada com essas tabelas e diagramas, efetuando a manutenção da documentação. A figura 15 apresenta as tarefas da fase de conceitualização propostas por Fernandez e Gómez-Pérez.

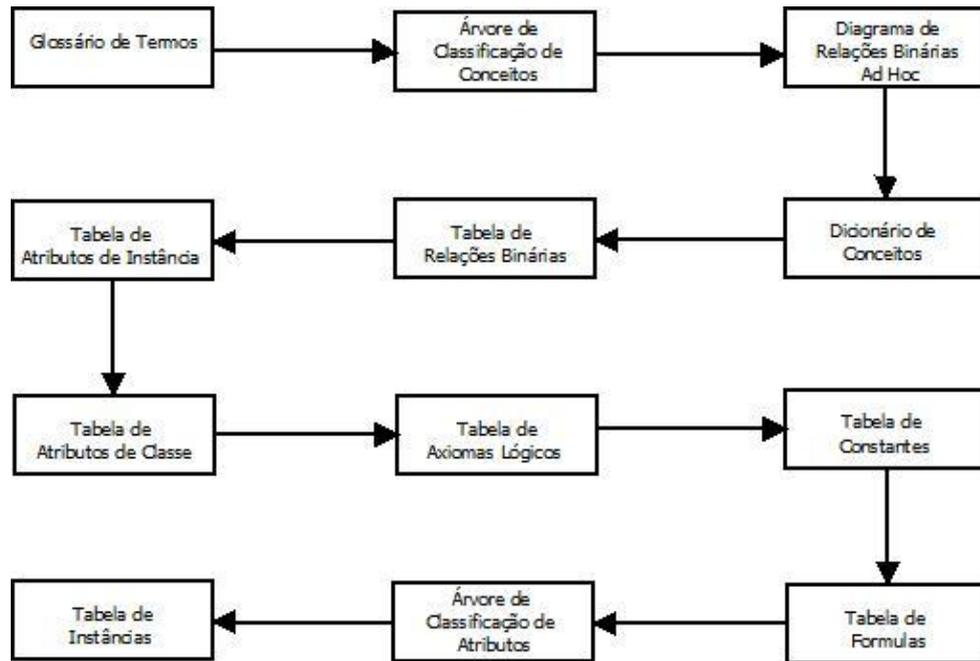


Figura 15– Tarefas da fase conceitual da metodologia Methontology
 Fonte: López et al., 1999, (Adaptado).

O Glossário de Termos deve ser constituído de todos os termos relevantes do domínio, sendo eles conceitos, atributos, relações e o que mais a ontologia possuir. Estes elementos devem ser expostos no glossário de termos e essas descrições são feitas em linguagem natural. A ontologia pode conter termos semelhantes ou repetidos, e também é importante mencionar que esses termos precisam ser identificados. A figura 16 apresenta um fragmento de um Glossário de Termos da ontologia de domínio de medição geográfica do SOUPA, podemos perceber a relação dos termos com o domínio da ontologia.

| GLOSSÁRIO DE TERMOS | | |
|--------------------------|---------------------------------|---|
| NOME DO TERMO | NOME DO TERMO (Tradução) | DESCRIÇÃO |
| Thing | Coisa | Caracteriza algo que existe ou que possa existir. |
| AreaUnit | Unidade de Área | Quantidade tomada para conhecimento e comparação de determinada extensão de área. |
| AreaValueDescription | Descrição de Valor de Área | Descrição de determinado valor de uma área. |
| Direction | Direção | Rumo ao qual alguma coisa se estende ou está apontada ou que está movendo-se ou destinada a se mover. |
| Distance | Distância | Relação, estado ou fato que está ou possui uma extensão, distância com relação a um ponto no espaço. |
| DistanceUnit | Unidade de Distância | Quantidade tomada para conhecimento e comparação de determinada distância. |
| DistanceValueDescription | Descrição de Valor de Distância | Descrição de determinado valor de uma distância. |
| LocationCoordinates | Coordenadas de Localização | Conjunto de números que se determina a posição de um ponto sobre um plano pela interseção de duas linhas. |
| SpatialThing | Coisa Espacial | Representa um conjunto que tem existência de algo em um domínio ou no espaço. |
| SurfaceArea | Área de Superfície | Área de uma extensão expressa em duas dimensões, comprimento e largura. |

Figura 16– Glossário de Termos

Fonte: Acervo pessoal, 2014.

A Árvore de Classificação de Conceitos deve compor os conceitos que estão concretizados em formas de Classes, ou seja, *Class* na ferramenta Protégé. Como o trabalho foi realizado com uma ontologia já implementada, a sua hierarquia de classes é transformada na taxonomia dos conceitos. Para sua formação é indicado selecionar os conceitos do Glossário de Termos. A taxonomia dos conceitos da ontologia *Geo-measurement* pode ser observada na figura 17.

CLASSIFICAÇÃO CONCEITUAL EM ARVORE:

```

Thing
  AreaUnit
  AreaValueDescription
  Direction
  Distance
  DistanceValueDescription
  LocationCoordinates
    DistanceUnit
  SpatialThing
  SurfaceArea

```

Figura 17– Árvore de Classificação de Conceitos
 Fonte: Acervo pessoal, 2014.

O Diagrama de Relações Binárias *Ad Hoc* introduz a relação entre os conceitos firmados na Árvore de Classificação de Conceitos de uma ontologia. A figura 18 apresenta a relação entre os conceitos da ontologia *Geo-measurement* exibindo a relação entre diversos conceitos. Esses relacionamentos são descritos na ferramenta Protégé como *ObjectProperties* ou Propriedades do Objeto, seus usos dentro da ontologia e seu conceito domínio e seus conceitos alvo também são mostrados pela ferramenta em sua maioria.

DIAGRAMA DE RELAÇÕES BINÁRIAS AD HOC:

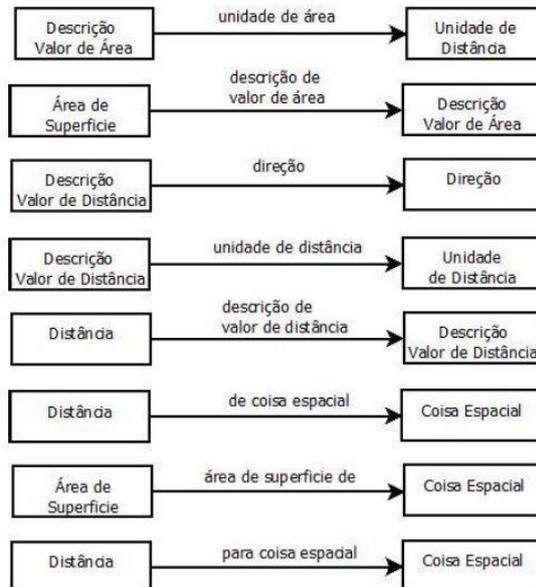


Figura 18– Diagrama de Relações Ad Hoc
 Fonte: Acervo pessoal, 2014.

O Dicionário de Conceitos especifica as propriedades, atributos, instâncias, características e relacionamentos contidos nos conceitos de uma ontologia. Uma visão genérica da associação entre os termos do Glossário de Termos é conquistada. Para atingir a construção desta tabela foi necessário adentrar de várias visões e guias da ferramenta Protégé.

Através da figura 19 podemos ver a relação entre todas as instâncias da ontologia *Geo-measurement* com seus conceitos, os atributos de classes, as relações de todos os conceitos da ontologia, além de outras características que esta ontologia detém.

| DICIONÁRIO DE CONCEITOS | | | | | | |
|------------------------------|----------|----------|--|-----------------------------------|-----------------------|--|
| NOME CONCEITO | SINONIMO | ACRONIMO | INSTANCIAS | ATRIBUTO DE CLASSE | ATRIBUTO DE INSTÂNCIA | RELAÇÕES |
| Thing | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| AreaUnit | -- | -- | CentimeterSq FootSq InchSq KilometerSq MeterSq MileSq YardSq | -- | -- | -- |
| AreaValue Description | -- | -- | -- | areaValue | -- | areaUnit |
| Direction | -- | -- | E N NE NW S SE SW W | -- | -- | -- |
| Distance | -- | -- | -- | -- | -- | distanceValueDescription fromSpatialThing toSpatialThing |
| DistanceUnit | -- | -- | Centimeter Foot Inch Kilometer Meter Mile Yard | -- | -- | -- |
| DistanceValue Description | -- | -- | -- | distanceValue | -- | direction distanceUnit |
| Location Coordinates | -- | -- | -- | altitude latitude longitude | -- | -- |
| SpatialThing | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| SurfaceArea | -- | -- | -- | -- | -- | areaValueDescription surfaceAreaOf |

Figura 19– Dicionário de Conceitos

Fonte: Acervo pessoal, 2014.

A Tabela de Relações Binárias define as relações binárias do Diagrama de Relações Binárias *Ad Hoc* com maiores detalhes. Para cada relação nesta tabela podem ser atribuídas informações, como as de seu conceito fonte e seu conceito alvo, as suas respectivas cardinalidades, as propriedades matemáticas, relações inversas e referência. Nota-se na figura 20, a Tabela de Relações Binárias da ontologia *Geo-measurement* possui como informação a cardinalidade de seu conceito fonte.

| TABELA DE RELAÇÕES BINÁRIAS | | | | | | | |
|------------------------------|------------------------------|----------------|------------------------------|---------------|----------------------|--------------------|-------------|
| NOME DA RELAÇÃO | CONCEITO FONTE | CARD. FONTE | CONTEITO ALVO | CARD. ALVO | PROP. MATEMÁTICAS | RELAÇÃO INVERSA | REFERÊNCIAS |
| areaUnit | AreaValue Description | (1,1) | DistanceUnit | (,) | -- | -- | -- |
| areValue Description | SurfaceArea | (1,1) | AreaValue Description | (,) | -- | -- | -- |
| direction | DistanceValue Description | (0,1) | Direction | (,) | -- | -- | -- |
| distanceUnit | DistanceValue Description | (1,1) | DistanceUnit | (,) | -- | -- | -- |
| distanceValue Description | Distance | (1,1) | DistanceValue Description | (,) | -- | -- | -- |
| fromSpatial Thing | Distance | (1,1) | SpatialThing | (,) | -- | -- | -- |
| surfaceAreaOf | SurfaceArea | (1,1) | SpatialThing | (,) | -- | -- | -- |
| toSpatialThing | Distance | (1,1) | SpatialThing | (,) | -- | -- | -- |

Figura 20– Tabela de Relações Binárias

Fonte: Acervo pessoal, 2014.

A Tabela de Atributos de Classes define os atributos de uma classe em detalhes, já incluídos no Dicionário de Conceitos por meio do campo de Atributos de Classe. Nesta tabela pode ser incluído o tipo de dado do atributo, unidade de medida, precisão, sua cardinalidade e valores. A ferramenta Protégé exibe esses detalhes pela visão de Propriedades de Dado ou *Data Properties*.

Aponta-se na figura 21 os tipos de dados para cada atributo de classe da ontologia *Geo-measurement* e sua respectiva cardinalidade. Pode ser percebido que para as coordenadas de localização são necessárias exatamente uma altitude, uma latitude e uma longitude do tipo *String*.

| TABELA DE ATRIBUTOS DE CLASSES | | | | | | |
|--------------------------------|------------------------------|---------------|-------------------------|----------|---------------|-------|
| NOME DO ATRIBUTO | DEFINIDO NO CONCEITO | TIPO VALOR | UNIDADE DE MEDIDA | PRECISÃO | CARDINALIDADE | VALOR |
| altitude | Location Coordinates | String | -- | -- | (1,1) | -- |
| areaValue | AreaValue Description | float | -- | -- | (1,1) | -- |
| distanceValue | DistanceValue Description | float | -- | -- | (1,1) | -- |
| latitude | Location Coordinates | String | -- | -- | (1,1) | -- |
| longitude | Location Coordinates | string | -- | -- | (1,1) | -- |

Figura 21– Tabela de Atributos de Classes

Fonte: Acervo pessoal, 2014.

A Tabela de Axiomas Lógicos define os axiomas lógicos de forma precisa, e pode possuir nome do axioma, descrição do axioma, seu conceito, atributos a que se refere, variáveis, expressão, relações e referências. É necessário destacar que esta atividade demanda conhecimentos de lógica de primeira ordem.

A ferramenta Protégé contabiliza as expressões lógicas de uma ontologia, porém diversas características já exibidas no decorrer da documentação conceitual também são apuradas. Explicitamos na figura 22 um dos axiomas lógicos da ontologia *Geo-measurement*, no qual se constata que a direção pode ser uma de suas instâncias.

| TABELA DE AXIOMAS LÓGICOS | |
|---------------------------|--|
| NOME DO AXIOMA | -- |
| DESCRIÇÃO | Direção equivale a leste ou norte ou nordeste ou noroeste ou sul ou sudeste ou sudoeste. |
| CONCEITO | Direction |
| ATRIBUTOS QUE SE REFERE | -- |
| VARIÁVEIS | -- |
| EXPRESSÃO | Direction \equiv E \vee N \vee NE \vee NW \vee S \vee SE \vee SW \vee W |
| RELAÇÕES | -- |
| REFERÊNCIAS | -- |

Figura 22– Tabela de Axiomas Lógicos

Fonte: Acervo pessoal, 2014.

A Tabela de Instâncias detalha as instâncias já reveladas no Dicionário de Conceitos. Caso hajam instâncias são referidos na tabela o nome do conceito, os atributos e valores de todas as instâncias. Na ferramenta Protégé as instâncias são tratadas na visão de indivíduos ou *Individuals* e são visualizadas por um losango característico. A ontologia *Geo-measurement* apresenta, na figura 23 uma grande variedade de instâncias, inclusive as utilizadas na Tabela de Axiomas Lógicos, mostrados na figura 22.

| TABELA DE INSTÂNCIAS | | | |
|----------------------|---------------|----------|-------|
| INSTÂNCIA | NOME CONCEITO | ATRIBUTO | VALOR |
| CentimeterSq | AreaUnit | -- | -- |
| FootSq | AreaUnit | -- | -- |
| InchSq | AreaUnit | -- | -- |
| KilometerSq | AreaUnit | -- | -- |
| MeterSq | AreaUnit | -- | -- |
| MileSq | AreaUnit | -- | -- |
| YardSq | AreaUnit | -- | -- |
| E | Direction | -- | -- |
| N | Direction | -- | -- |
| NE | Direction | -- | -- |
| NW | Direction | -- | -- |
| S | Direction | -- | -- |
| SE | Direction | -- | -- |
| SW | Direction | -- | -- |
| W | Direction | -- | -- |
| Centimeter | DistanceUnit | -- | -- |
| Foot | DistanceUnit | -- | -- |
| Inch | DistanceUnit | -- | -- |
| Kilometer | DistanceUnit | -- | -- |
| Meter | DistanceUnit | -- | -- |
| Mile | DistanceUnit | -- | -- |
| Yard | DistanceUnit | -- | -- |

Figura 23– Tabela de Instâncias

Fonte: Acervo pessoal, 2014.

3.4 Integração

Na fase de integração a Tabela de Integração objetiva documentar para manter um controle das ontologias reutilizadas. O Documento de Integração consiste em tabelas de integrações com termos utilizados na sua conceituação. Devido à fase de integração antecipar a fase de desenvolvimento, aplica-se a redefinição dos termos utilizando os termos do documento conceitual, o que como resultado acomete abrandar os erros frutos de uma integração mal administrada.

A tabela de integração acrescenta ainda a ontologia que está para ser reutilizada e o nome do termo nesta ontologia, relacionando os dados da ontologia base com as da ontologia que será usufruída.

A ontologia SOUPA veio composta por duas pastas, contendo algumas ontologias com o mesmo nome. Na fase de integração foram produzidos alguns testes de integração destas duas ontologias. A figura 24 apresenta uma tentativa de aproveitar os termos da ontologia *Meeting*, que trabalha com o domínio de reuniões da ontologia SOUPA, abstando-se de alguns termos repetidos entre elas e explorando outros.

Como resultados foram feitos testes utilizando, na ferramenta Protégé, a função de *Merge Ontologies*, ou seja, Fusão de Ontologias, que pode ser visualizada na figura 25, na qual a primeira ontologia *Meeting* aparece fundida com os conceitos, ou seja, classes da segunda ontologia *Meeting*.

A ferramenta Protégé carrega, além disso, a função de *Compare Ontologies* para comparar ontologias, dessa forma auxiliando no gerenciamento de múltiplas ontologias.

Dessa maneira a ferramenta Protégé se apresentou como um potente apoio à fase de integração durante o estágio. Acrescentando a metodologia Methontology e a documentação produzida, conseguimos um impulso viável ao reuso de ontologias. Da forma que investigações mostraram ser mais viável reutilizar e integrar do que desenvolver ontologias a partir do nada.

Ontologia: Meeting 01, Meeting 06

| TABELA DE INTEGRAÇÃO | | |
|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Termo em sua conceituação | Ontologia para ser reutilizada | Nome do termo na ontologia |
| IntervalEvent | Meeting 06 | IntervalEvent |
| Meeting | Meeting 06 | Meeting |
| ScheduledMeetingsIsCancelled | Meeting 06 | ScheduledMeetingsIsCancelled |
| ScheduledMeetingsIsOnTime | Meeting 06 | ScheduledMeetingsIsOnTime |
| ScheduledMeetingsIsRescheduled | Meeting 06 | ScheduledMeetingsIsRescheduled |
| SpaceInAFixedStructure | Meeting 06 | SpaceInAFixedStructure |
| attendee | Meeting 06 | attendee |
| attends | Meeting 06 | attends |
| location | Meeting 06 | location |
| organizedBy | Meeting 06 | organizedBy |
| description | Meeting 06 | description |
| eventCancelled | Meeting 06 | eventCancelled |
| eventRescheduled | Meeting 06 | eventRescheduled |
| name | Meeting 06 | name |
| Thing | Meeting 06 | Thing |
| Talk | Meeting 01 | Talk |
| Person | Meeting 01 | Person |
| Audience | Meeting 01 | Audience |
| Organizer | Meeting 01 | Organizer |
| Speaker | Meeting 01 | Speaker |
| TalkParticipant | Meeting 01 | TalkParticipant |

Figura 24– Tabela de Integração

Fonte: Acervo pessoal, 2014.

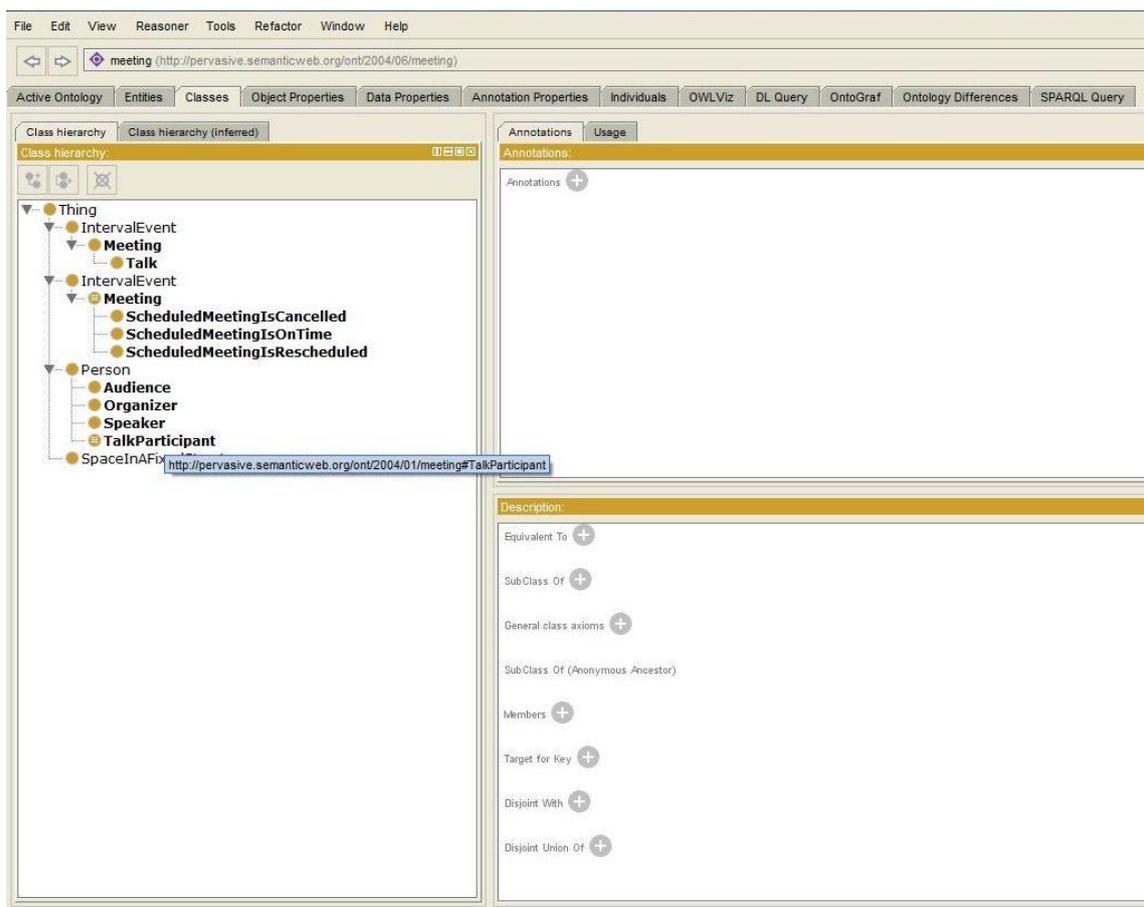


Figura 25–Mescla de Ontologias utilizando Protégé 5.0.0 Beta

Fonte: Acervo pessoal, 2014.

3.5 Avaliação

A atividade de avaliação permeia a validação e verificação das documentações e suas ontologias. Apesar de ser uma atividade contínua em todo o processo do ciclo de vida da metodologia Methontology, esta atividade ocorre em maior intensidade na fase de conceitualização e como resultado na atividade de documentação conceitual.

Conforme ocorra futuramente correção e atualização das ontologias na fase de manutenção é propenso e recomendável que ocorra novas atividades de avaliação em toda a documentação, buscando a completude desta documentação.

Como forma de favorecer a verificação do que foi documentado, para que esteja de acordo com as ontologias, foi incluída uma imagem de cada ontologia no documento conceitual utilizando o *Plug-in* OntoGraf da ferramenta Protégé.

É importante ressaltar que apesar do ganho de tempo e praticidade na verificação, a metodologia Methontology defende a criação de um documento de avaliação próprio.

E que para formação adequada deste documento e a aplicação correta da atividade de avaliação, maiores estudos sobre técnicas de avaliação de ontologias e a presença de modelos do documento de avaliação são necessários.

Dessa forma a verificação de informações de diversos conceitos e relacionamentos em suas tabelas e árvores foram conduzidos no próprio documento conceitual. A figura 26 exhibe imagem da ontologia *Geo-measurement* incluída no documento conceitual.

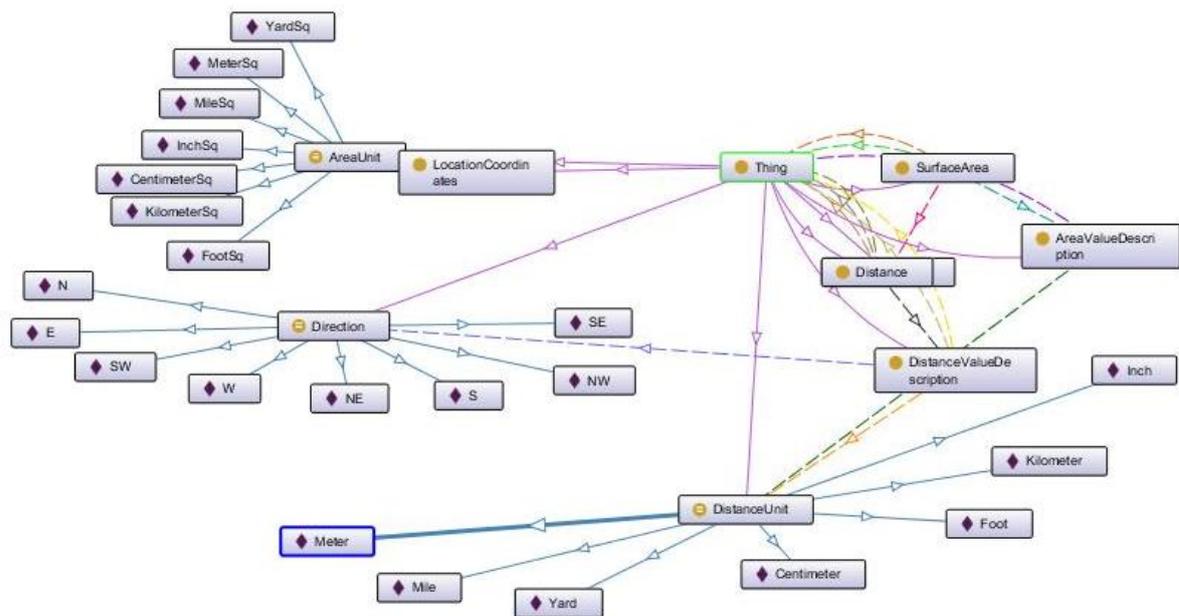


Figura 26– Ontologia *Geo-measurement* pelo OntoGraf

Fonte: Acervo pessoal, 2014.

4 DIFICULDADES ENCONTRADAS

No decorrer do trabalho, a carência dos conhecimentos específicos como ontologia, engenharia de ontologia, ferramenta Protégé, metodologias demandou um período de levantamento e estudo desses conhecimentos para que pudessem ser aplicados.

Na etapa de investigação de ontologias, a falta de descrição das ontologias em alguns repositórios e a barreira linguística dificultaram a varredura e seleção de ontologias.

A falta de modelos e exemplos de aplicação da metodologia Methontology foi o principal obstáculo para conclusão total do trabalho final, faltando informações principalmente sobre o desenvolvimento da fase de formalização e um modelo formal para ser seguido e por fim produzido. Porém como a ontologia padrão para aplicações ubíquas SOUPA se encontra desenvolvida em OWL, houve um abatimento da necessidade da fase de formalização, a qual é a uma fase de pré-implementação de ontologias.

Esforços foram focados na principal fase de auxílio do reuso, a fase de conceitualização, gerando todas as tabelas e diagramas necessários para futuras redefinições das 18 ontologias que compõem o SOUPA.

A ontologia SOUPA se encontra na língua inglesa, gerando uma barreira linguística para lidar com todos os seus termos, porém acrescentou bastante conhecimento linguístico e como resultado foi gerada a tradução de todos os termos para auxiliar quem lidar futuramente com a documentação.

Na fase de aplicação da metodologia, um obstáculo a ser superado foi trabalhar com a ferramenta na versão Protégé 5.0.0 Beta. A escassez de documentação e de relatos de uso desta ferramenta nesta versão trouxe problemas de adaptação à mesma, supridos com testes práticos e comparação com documentações e guias de suas versões anteriores, a 3.4 e a 4.0.

A superação dessas dificuldades contribuiu para aquisição de conhecimento em diversas áreas que se correlacionaram neste projeto, como engenharia de ontologias, metodologias, computação ubíqua além de uma nova visão sobre documentação e engenharia de ontologias.

5 CONCLUSÕES

Com o SOUPA documentado sua padronização pode ser aplicada ao DESIA e a qualquer outra arquitetura e aplicação de computação ubíqua, sem a necessidade de se desenvolver a partir do zero e com uma base sólida para futuras redefinições, devido aos vocabulários modularizados do SOUPA que constituem diversas características atribuídas à arquitetura DESIA.

São citadas brevemente algumas dessas atribuições, como a ontologia *Agent* que cobre a perspectiva da arquitetura DESIA atuar orientada a agentes, e também as ontologias *BDI* e *Action*, que tomam as ações e os raciocínios derivados desses agentes.

Para a inteligência ambiente pretendida pela arquitetura DESIA as ontologias *RCC*, *Geo-measurement*, *Space* e *Location*, emitem o escopo e localização de áreas e auxiliam na atuação das políticas de segurança e privacidade sobre determinado local, juntamente com a ontologia *Policy*.

As ontologias *Person*, *Device*, *ImgCapiture*, *Digital Doc*, além de outras, evidenciam informações pessoais, residenciais, profissionais, redes sociais e outros meios de comunicação, juntamente com seus dispositivos móveis que compõe as cidades inteligentes previstas pela arquitetura DESIA.

A arquitetura DESIA ganha uma ontologia de base, que proporciona versatilidade para adaptação à sua arquitetura, podendo subsidiar estudos e pesquisas que contribuam para o seu principal diferencial, que é política de privacidade e segurança.

Posteriormente podem ser integradas ontologias de diversos domínios de interesse como o CoBra ONT, através da aplicação de técnicas e tecnologias de fusão de ontologias. Dessa forma, utilizando-se dos recursos e buscando o atendimento aos requisitos que o projeto de pesquisa em computação ubíqua levado pelo grupo LAVI apresenta tem-se um cenário para o desenvolvimento de trabalhos usando metodologias de desenvolvimento e integração de ontologias.

Maiores estudos podem ser feitos na fase de gerenciamento de projetos de ontologias, de modo a otimizar o reuso e a integração entre ontologias para a construção de bases de conhecimento sofisticadas, acessíveis por comunidades de agentes de software em uma arquitetura como a DESIA. Esta fase é pouco explorada por todas as normas e metodologias

encontradas, possivelmente devido à flexibilidade que as ontologias apresentam o que pode dificultar controle, início e fim de um projeto de ontologias.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, M. B.; BAX, M. P.; 2003. Uma visão geral sobre ontologias: pesquisa sobre definições, tipos, aplicações, métodos de avaliação e de construção, *Ci. Inf.*, Brasília, v. 32, set./dez. 2003, p. 7-20.

ARAUJO, M. D.; 2003. *Educação a distância e a web semântica: modelagem ontológica de materiais e objetos de aprendizagem para a plataforma col.* São Paulo. Tese de Doutorado em Engenharia – Departamento de Engenharia e Computação e Sistemas Digitais, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

CHEN, H.; PERICH, F.; FININ, T.; JOSHI, A.; 2004. SOUPA: Standard Ontology for Ubiquitous and Pervasive Applications. *MobiQuitous'04. Proceedings of the First Annual International Conference on Mobile and Ubiquitous Systems: Networking and Services.*

CHEN, H.;FININ, T.; JOSHI, A.; (2004) ‘An ontology for context-aware pervasive computing environments’, *Special Issue on Ontologies for Distributed Systems*, Knowledge Engineering Review, Vol. 18, No. 3, pg.197–207.

FERNANDEZ, M.; GÓMEZ-PÉREZ, A.; JURISTO, N.; 1997. METHONTOLOGY: From Ontological Art Towards Ontological Engineering. (AAAI Technical Report SS-97-06).

GUARINO, N.; 1998. Formal Ontology in Information Systems. *Formal Ontology in Information Systems. Proceedings of FOIS'98*, Trento, Italy: Amsterdam, IOS Press.

GRUBER, T. (s.d.). *Ontology*. Disponível em: <http://tomgruber.org/writing/ontology-definition-2007.htm>. Acessado em 20 de Outubro de 2014.

LOPES, J. L. B.; 2008. *EXEHDA-ON: Uma Abordagem Baseada em Ontologias para Sensibilidade ao Contexto na Computação Pervasiva.* Pelotas. Tese de Mestrado em Ciência da Computação – Escola de Informática, Universidade Católica de Pelotas.

LÓPEZ, M. F.; GÓMEZ-PÉREZ, A.; SIERRA, J. P.; Building Chencial Ontology Using Methontology and the Ontology Design Environment. *IEEE Intelligent Systems*, p. 37-46, Janeiro-Fevereiro, 1999.

MACIEL, C.; SOUZA, P. C.; VITERBO, J.; MENDES, F. F.; SEGHROUCHNI, A. E. F.; A Multi-Agent Architecture to Support Ubiquitous Applications in Smart Enviroments. In: *Fifth International Workshop on Collaborative Agents – Reseach& Development (CARE) – 13th International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems (AAMAS)*, 2014, Paris-França.

MIRANDA, G. M.; AMORIM, R. P. C.; METHONTOLOGY. Disponível por www em <http://www.inf.ufes.br/~falbo/files/Seminario-METHONTOLOGY.pdf>. Acessado em 10 de Novembro de 2014.

MORAIS, E. A. M.; AMBRÓSIO A. P. L.; 2007. Ontologias: conceitos, usos, tipos, metodologias, ferramentas e linguagens. (Relatório Técnico INF_001/07).

OLIVEIRA, B. F. O.; FREITAS, M. C. D.; SCHEER, S.; Desenvolvimento de um método de construção de uma ontologia para domínio específico “gerenciamento da construção cívil” In: IV TIC Rio de Janeiro, 17 a 19 de Junho de 2009.

RAUTENBERG, R.; TODESCO, J. L.; GAUTHIER, F. A. O.; 2009. Processo de desenvolvimento de ontologias: uma proposta e uma ferramenta, *Rev. Tecnol.*, Fortaleza, v.30, n.1, p. 133-144.

RIBONI, D.; BETTINI, C.; 2011. COSAR: hybrid reasoning for context-aware activity recognition. *PersUbiquit Comput*, 15:271-289.

SILVA, D. L.; SOUZA, R. R.; ALMEIDA, M. B.; Comparação de metodologias para construção de ontologias e vocabulários controlados. Disponível por www em <http://www.uff.br/ontologia/artigos/19.pdf>. Acessado em 08 de Dezembro de 2014.

SILVA, D. L.; 2008. *UMA PROPOSTA METODOLÓGICA PARA CONSTRUÇÃO DE ONTOLOGIAS: UMA PERSPECTIVA INTERDISCIPLINAR ENTRE AS CIÊNCIAS DA INFORMAÇÃO E DA COMPUTAÇÃO*. Belo Horizonte. Dissertação de Mestrado em Ciência da Informação – Escola de Ciência da Informação da UFMG.