

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA E  
GESTÃO DO CONHECIMENTO**

Luís Augusto Machado Moretto

**UMA ARQUITETURA MULTIAGENTES PARA O  
COMPARTILHAMENTO DO CONHECIMENTO EM  
SISTEMAS SOCIOTECNOLÓGICOS DE ENGENHARIA DE  
REQUISITOS**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia e Gestão do Conhecimento.

Orientador: Prof. Dr. Vinícius Medina Kern.

Coorientador: Prof. Dr. Gregório J. Varvakis Rados.

**Florianópolis  
2011**

Catálogo na fonte pela Biblioteca Universitária  
da  
Universidade Federal de Santa Catarina

M845a Moretto, Luís Augusto Machado

Uma arquitetura multiagentes para o compartilhamento do conhecimento em sistemas sociotecnológicos de engenharia de requisitos [dissertação] / Luís Augusto Machado Moretto ; orientador, Vinícius Medina Kern. - Florianópolis, SC, 2011. 139 p.: il., grafs

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento.

Inclui referências

1. Engenharia e gestão do conhecimento. 2. Engenharia de requisitos. 3. Gestão da informação. 4. Profissionais de gestão do conhecimento. 5. Sistemas sociotecnológicos. I. Kern, Vinicius Medina. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento. III. Título.

CDU 659.2

Luís Augusto Machado Moretto

**UMA ARQUITETURA MULTIAGENTES PARA O  
COMPARTILHAMENTO DO CONHECIMENTO EM  
SISTEMAS SOCIOTECNOLÓGICOS DE ENGENHARIA DE  
REQUISITOS**

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de Mestre em Engenharia, Especialidade em Engenharia e Gestão do Conhecimento e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento.

Florianópolis, 1º de fevereiro de 2011.

---

Prof. Paulo Maurício Selig, Dr.  
Coordenador do Curso

**Banca Examinadora:**

---

Prof. Vinícius Medina Kern, Dr.  
Orientador  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof. Neri dos Santos, Dr.  
EGC  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof. Gregório Varvakis, Dr.  
EGC  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof. Eros Comunello, Dr.  
Universidade do Vale do Itajaí – UNIVALI



## **Dedicatória**

Dedico este trabalho a minha família que sempre esteve presente em todos os estágios do meu desenvolvimento profissional, educacional e humano.



## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a minha esposa (Mislene) e filhos (Luisa e Vitor) por todo seu amor, compreensão e paciência nos momentos de minha ausência em função da dissertação. Aos meus pais, avós e irmã pelo amparo incondicional em todos os estágios da vida. Aos colegas “egecianos” pela experiência e conhecimento compartilhados durante esta caminhada.

Agradeço de forma sincera aos professores: Vinícius Kern (Orientador) e Gregório Varvakis (Coorientador) por todos os momentos de reflexão e pelo suporte nesta jornada. Ao professor João Arthur por sua ajuda com a ferramenta SPS e a tabulação dos dados. Este trabalho é fruto da contribuição de todos vocês!



Sistemismo é a visão de que cada coisa é um sistema ou um componente de sistema.

(BUNGE, 2003)



## RESUMO

A engenharia de requisitos, etapa inicial da construção de sistemas de informação, requer intenso compartilhamento de informações e conhecimento entre profissionais de tecnologias da informação e da comunicação e entre peritos no negócio. A teoria e a prática comum da engenharia de requisitos, no entanto, são tecnocêntricas e caracterizadas por dificuldade de compartilhar informações e conhecimento. A literatura recente aborda a concepção de sistemas sociotecnológicos, cujas propriedades emergem por meio da colaboração dinâmica entre pessoas e agentes tecnológicos. Esta dissertação pesquisa uma arquitetura multiagentes para o compartilhamento do conhecimento na engenharia de requisitos, com base no modelo CESM de Mario Bunge, segundo o qual todo sistema concreto pode ser representado por sua composição, ambiente, estrutura e mecanismo. A composição inclui peritos no negócio, profissionais de Tecnologia da Informação e da Comunicação – TIC, agentes tecnológicos e o documento de requisitos – objeto da colaboração dinâmica. O mecanismo é essencialmente um processo de compartilhamento de informações e do conhecimento. O resultado é uma arquitetura multiagentes que apoia o compartilhamento de informações e do conhecimento na engenharia de requisitos sociotecnológica.

**Palavras-chave:** Compartilhamento do conhecimento. Arquitetura multiagentes. Engenharia de Requisitos. Sistemas Sociotecnológicos. Modelo CESM.



## ABSTRACT

Requirements engineering, as the first stage in the building of information systems, requires intensive exchange of information and knowledge among information technology professionals and business experts. The theory and practice of requirements engineering, however, are technocentric and characterized by barriers to knowledge sharing. Recent literature presents the concept of sociotechnical systems, whose properties emerge through the dynamic collaboration among people and artificial agents. This dissertation presents a multiagent architecture for knowledge sharing in requirements engineering. The architecture is based on Mario Bunge's CESM model, whereby all concrete system can be represented according to their composition, environment, structure, and mechanism. The composition includes business experts, ICT professionals, artificial agents, and requirements records – the objects of dynamic collaboration. The mechanism is essentially a process of information and knowledge sharing. The result is an architecture to support sociotechnological systems, promoting the collaboration between human and artificial agents.

**Keywords:** Knowledge sharing. Multiagent architecture. Requirements engineering. Sociotechnological systems. CESM model.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Processos da engenharia de requisitos, suas relações e artefatos de saída.....	40
Figura 2 - Distribuição das empresas de TIC no Brasil por tipo de atividade.....	48
Figura 3 - Distribuição das empresas de desenvolvimento de <i>software</i> por porte econômico.....	49
Figura 4 - Mecanismos do sistema de engenharia de requisitos representados por casos de uso .....	52
Figura 5 - Classificação de tarefas do <i>CommonKads</i> .....	53
Figura 6 - Modelo de compartilhamento do conhecimento, adaptado de Nonaka e Takeuchi.....	63
Figura 7 - Modelo de conhecimento do sistema de engenharia de requisitos .....	64
Figura 8 - Arquitetura multiagentes do sistema sociotecnológico de engenharia de requisitos.....	74
Figura 9 - Ontologia de fontes de conhecimento .....	78
Figura 10 - Classificação dos requisitos funcionais e não funcionais ...	79
Figura 11 - Modelo para estruturar os requisitos em linguagem natural informando o criador e outras informações gerenciais .....	81
Figura 12 - Mecanismo sociotecnológico de compartilhamento do conhecimento na arquitetura multiagentes.....	84
Figura 13 - Etapas para habilitar o compartilhamento do conhecimento nas organizações .....	86
Figura 14 - Diagrama de robustez da tarefa de disseminação do conhecimento durante a especificação dos requisitos de <i>software</i> .....	93
Figura 15 - Diagrama de robustez da tarefa de disseminação do conhecimento durante a validação dos requisitos de <i>software</i> .....	95
Figura 16 - Externalização do conhecimento por meio do uso e do reuso dos documentos de requisitos.....	96
Figura 17 - Combinação do conhecimento por meio da classificação dos requisitos.....	97
Figura 18 - Monitoramento dos contextos e eventos no sistema, apoiando a internalização do conhecimento.....	98
Figura 19 - Diagnóstico dos criadores e consumidores do conhecimento e a combinação do conhecimento .....	100
Figura 20 - Externalização do conhecimento realizada pelo agente tecnológico de agendamento e o delegador de tarefas .....	102

Figura 21 - Modelo conceitual da base de conhecimento do sistema sociotecnológico de engenharia de requisitos .....	103
Figura 22 - Protótipo da interface de pesquisa na base de conhecimento .....	110
Figura 23 - Interface de notificações pró-ativas do agente de monitoramento .....	111
Figura 24 - Interface de configuração do perfil do usuário .....	112
Figura 25 - Documentos especificados na base de conhecimento evidenciando as interações no período de 6 a 18 de dezembro de 2010 (precondição para o compartilhamento do conhecimento).....	119

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Ligações do sistema de Engenharia de Requisitos.....	50
Quadro 2 - Comportamento do agente de monitoramento .....	106
Quadro 3 - Comportamento do agente de predição.....	106
Quadro 4 - Comportamento do agente de diagnóstico .....	107
Quadro 5 - Comportamento do agente de classificação .....	107
Quadro 6 - Comportamento do agente de agendamento e atribuição de tarefas.....	108



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tarefas do mecanismo de elicitação dos requisitos.....	54
Tabela 2 – Tarefas da análise de requisitos.....	56
Tabela 3 – Descrição estruturada da tarefa de especificação .....	58
Tabela 4 – Tarefas do mecanismo de validação de requisitos .....	59
Tabela 5 – Modelo de agentes AM-1 representando o agente profissional de TIC e o perito no negócio.....	71
Tabela 6 – Tarefas dos agentes tecnológicos da arquitetura multiagentes. .....	75
Tabela 7 – Planilha DM1 para auxiliar na identificação de desvios dos padrões na implementação do sistema tecnológico.....	105
Tabela 8 – Resumo das respostas sobre a variável tempo.....	115
Tabela 9 – Resumo das respostas sobre a variável formato .....	116
Tabela 10 – Resumo das respostas sobre a variável formato .....	117
Tabela 11– Resumo das respostas sobre a variável qualidade .....	118



## LISTA DE SIGLAS

ABES – Associação Brasileira das Empresas de Software

CASE – Computer-aided software engineering

CESM – Composição, ambiente, estrutura e mecanismo

CommonKad – Abordagem metodológica à construção de sistemas baseados em conhecimento. É um nome próprio derivado de uma abordagem precursora chamada KADS – Knowledge Analysis and Design Support

CMMI – Capability Maturity Model Integration (Procura estabelecer um modelo único para o processo de melhoria corporativo, integrando diferentes modelos e disciplinas na engenharia de software)

HTTP – Hyper Text Transfer Protocol. Protocolo utilizado para sistemas de informação de hipermídia distribuídos e colaborativos

OMG – Object Management Group

OM3 – Modelo de representação estruturada das tarefas na abordagem metodológica

CommonKads

SRS – Software Requirement Specification. Documento de especificação dos requisitos do software a ser desenvolvido

TIC – Tecnologias da informação e da comunicação

UML – Unified Modeling Language ou linguagem de modelagem unificada, linguagem gráfica e sistema de 14 modelos usados em engenharia de software para representar software.



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>27</b>
<b>1.1 CONTEXTO</b>	<b>27</b>
<b>1.2 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA</b>	<b>28</b>
<b>1.2.1 Questão de Pesquisa</b>	<b>29</b>
<b>1.3.1 Objetivo geral</b>	<b>29</b>
<b>1.3.2 Objetivos Específicos</b>	<b>29</b>
<b>1.4 ADERÊNCIA AO PPEGC</b>	<b>30</b>
<b>1.5 ABORDAGEM METODOLÓGICA</b>	<b>30</b>
<b>1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO</b>	<b>32</b>
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>35</b>
<b>2.1 INTRODUÇÃO</b>	<b>35</b>
<b>2.2 O SISTEMISMO</b>	<b>35</b>
<b>2.2.1 O Modelo CESM</b>	<b>36</b>
<b>2.3 A ENGENHARIA DE REQUISITOS COMO SISTEMA</b>	<b>38</b>
<b>2.3.1 Componentes</b>	<b>41</b>
<b>2.3.1.1 Agentes</b>	<b>41</b>
<b>2.3.1.2 Artefatos</b>	<b>42</b>
<b>2.3.2 Ambiente</b>	<b>43</b>
<b>2.3.2.1 Infraestrutura de TIC</b>	<b>44</b>
<b>2.3.2.2 Cultura e Poder</b>	<b>45</b>
<b>2.3.2.3 Órgãos Regulamentadores e Normas</b>	<b>46</b>
<b>2.3.2.4 Organização-cliente e Organização Desenvolvedora</b>	<b>48</b>
<b>2.3.3 Estrutura</b>	<b>49</b>
<b>2.3.4 Mecanismos</b>	<b>51</b>
<b>2.3.4.1 Elicitação dos Requisitos</b>	<b>53</b>
<b>2.3.4.2 Análise de Requisitos</b>	<b>55</b>
<b>2.3.4.3 Especificação dos Requisitos</b>	<b>57</b>
<b>2.3.4.4 Validação dos Requisitos</b>	<b>58</b>
<b>2.3.4.5 Controle e Rastreabilidade dos Requisitos</b>	<b>60</b>
<b>2.4 OS SISTEMAS SOCIOTECNOLÓGICOS</b>	<b>60</b>
<b>2.5 O COMPARTILHAMENTO DO CONHECIMENTO E OS AGENTES TECNOLÓGICOS</b>	<b>61</b>
<b>2.5.1 O Compartilhamento do Conhecimento</b>	<b>62</b>
<b>2.5.2 Os Agentes Tecnológicos e o Compartilhamento do Conhecimento</b>	<b>65</b>
<b>2.6 CONCLUSÕES DO CAPÍTULO</b>	<b>66</b>
<b>3. A ARQUITETURA MULTIAGENTES PARA O COMPARTILHAMENTO DO CONHECIMENTO</b>	<b>67</b>

<b>3.1 ARQUITETURA MULTIAGENTES E OS AGENTES TECNOLÓGICOS</b>	<b>67</b>
<b>3.2 O CONTEXTO DOS REQUISITOS DE SOFTWARE</b>	<b>69</b>
<b>3.2 O PERFIL DO USUÁRIO</b>	<b>69</b>
<b>3.3 AGENTES TECNOLÓGICOS COMO COMPONENTES DE COLABORAÇÃO DINÂMICA</b>	<b>72</b>
<b>3.4 A ARQUITETURA MULTIAGENTES</b>	<b>73</b>
<b>3.5 O MODELO DO DOCUMENTO DE REQUISITOS</b>	<b>80</b>
<b>3.6 AMBIENTES VIRTUAIS E A INTERNET</b>	<b>82</b>
<b>3.7 MECANISMOS SOCIOTECNOLÓGICOS DA ARQUITETURA</b>	<b>83</b>
<b>3.8 PRINCÍPIOS PARA O DESIGN E EVOLUÇÃO DA ARQUITETURA</b>	<b>85</b>
<b>3.9 CONCLUSÕES DO CAPÍTULO</b>	<b>87</b>
<b>4. PROTÓTIPO DA ARQUITETURA MULTIAGENTES</b>	<b>89</b>
<b>4.1 INTRODUÇÃO</b>	<b>89</b>
<b>4.2 APRESENTAÇÃO DO PROTÓTIPO K-SHARE</b>	<b>89</b>
<b>4.3 ETAPAS DO PROTÓTIPO K-SHARE</b>	<b>91</b>
<b>4.3.1 Descrição Global da Arquitetura Tecnológica</b>	<b>92</b>
<b>4.3.1.1 Disseminação do Conhecimento no Sistema Sociotecnológico de Engenharia de Requisitos</b>	<b>92</b>
<b>4.3.1.2 Promover o Uso, o Reuso e a Classificação dos Requisitos, Externalizando e Combinando Conhecimento</b>	<b>96</b>
<b>4.3.1.3 Monitoramento dos Requisitos e a Internalização do Conhecimento</b>	<b>98</b>
<b>4.3.1.4 Combinação do Conhecimento Diagnosticando os Criadores e os Consumidores do Conhecimento</b>	<b>99</b>
<b>4.3.1.5 Externalização do Conhecimento na Gestão e Atribuição de Tarefas</b>	<b>101</b>
<b>4.4 MODELO CONCEITUAL</b>	<b>102</b>
<b>4.4.1 Plataforma de Hardware e Software</b>	<b>104</b>
<b>4.4.2 Comportamento dos Agentes Tecnológicos da Arquitetura de Software e suas Interfaces em Nível de Subsistemas de Software</b>	<b>105</b>
<b>4.4.2.1 Comportamento do Agente de Monitoramento</b>	<b>106</b>
<b>4.4.2.2 Comportamento do Agente de Predição</b>	<b>106</b>
<b>4.4.2.3 Comportamento do Agente de Diagnóstico</b>	<b>107</b>
<b>4.4.2.4 Comportamento do agente de classificação</b>	<b>107</b>
<b>4.4.2.5 Comportamento do Agente de Agendamento e Atribuição de Tarefas</b>	<b>108</b>
<b>4.4.3 Protótipos de Interface do Sistema</b>	<b>108</b>
<b>5. APLICAÇÃO DO MODELO</b>	<b>113</b>

<b>5.1 INTRODUÇÃO</b>	<b>113</b>
<b>5.2 CARACTERIZAÇÃO GERAL DO GRUPO PESQUISADO</b>	<b>113</b>
<b>5.3 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS</b>	<b>114</b>
<b>6. CONCLUSÃO</b>	<b>121</b>
<b>6.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS</b>	<b>122</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>125</b>
<b>APÊNDICE A – Questionário de Avaliação do Protótipo da Arquitetura de Agentes</b>	<b>131</b>



# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 CONTEXTO

Dado o caráter científico-tecnológico da pesquisa, o quadrante mais aproximado no quadro de Morgan (2005) é o do paradigma funcionalista, que tem como base a premissa de que a sociedade tem existência concreta, real e um caráter sistêmico orientado para produzir um sistema social ordenado e regulado.

A visão de mundo adotada na pesquisa é o sistemismo (BUNGE, 1997; 2003), equivocadamente rotulado como positivista ou neopositivista, já que tudo o que existe é sistema ou componente de sistema. Bunge (2003) afirma que sob essa visão todos os problemas, sejam de natureza epistemológica ou prática, devem ser abordados de forma sistêmica.

No sistemismo qualquer sistema concreto pode ser descrito pelo modelo CESM (*Composition-Environment-Structure-Mechanism*) e a quádrupla: componentes, itens do ambiente, ligações entre componentes (endoestrutura) e desses com itens do ambiente (exoestrutura), e mecanismos ou processos que geram a emergência de propriedades do todo (BUNGE, 2003).

O paradigma sistêmico refuta o individualismo típico no positivismo que reduz a realidade ao indivíduo não reconhecendo a existência do todo e o holismo, o qual reduz a realidade ao todo, proibindo analisar as partes. Porém, o sistemismo conjuga holismo e individualismo ao reconhecer o todo (holismo) e propor a análise das partes (individualismo).

A redução do sistemismo é o corte de nível que leva a delimitar o sistema nos níveis C, E, S e M em que, por exemplo, nos sistemas sociais se estudam relações interpessoais, ignorando as relações gravitacionais entre pessoas.

Pretende-se por meio da égide sistêmica e interdisciplinar endereçar aspectos de uma pesquisa de natureza científico-tecnológica cujos métodos científicos serão aplicados pontualmente para analisar a tecnologia.

## 1.2 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

Segundo Schreiber (2002), para o conhecimento se tornar efetivo deve ser transferido para as partes que o utilizam na realização de suas tarefas. Essas tarefas desempenhadas por agentes produzem resultados que precisam ser comunicados para outros agentes da organização de forma a suprir o fluxo do conhecimento.

Inerente ao contexto supracitado, Schneider (2009) ressalta as demandas da gestão do conhecimento como a aquisição de conhecimento, transferência de conhecimento tácito para o explícito, disseminação, compartilhamento, evolução sistemática do conhecimento e sua aplicação em novos contextos. Ainda assim para manter a competitividade organizacional os trabalhadores do conhecimento devem ter acesso a tais recursos. Para isso, o conhecimento deve estar estruturado, *linkado*, legível, utilizável de forma clara e explícita no contexto organizacional

Em sistemas complexos, a dimensão do problema é ainda maior, pois uma série de fatores contribui para esta problemática como a fase de elicitação quando ocorre a aquisição de informações e do conhecimento a partir do perito o qual possui conhecimentos tácitos.

Para melhor compreensão da dimensão do problema, Schreiber (2002) define uma taxionomia do tipo do conhecimento do perito de negócio em três formas distintas:

- a) a acadêmica, que conhece e teoriza todas as regras, mas tem um grande distanciamento da realidade;
- b) a leiga, que está habituado a resolver problemas no dia a dia; e
- c) a samurai, essa acredita que a prática leva à perfeição.

Dada as limitações cognitivas e físicas da natureza humana, nem sempre se consegue solucionar os problemas individualmente. Como exemplo das limitações, a simples tarefa de digitar um texto pode ser facilitada por um agente tecnológico para correções ortográficas e sugestões sintáticas de uma determinada palavra.

Nesse sentido, a dissertação trata da problemática do compartilhamento das informações e do conhecimento sob a ótica da gestão do conhecimento e o processo de socialização, externalização, combinação e internalização do conhecimento nos sistemas sociotecnológicos de engenharia de requisitos.

Aqui, os sistemas sociotecnológicos são pesquisados como método de resolução de problemas. São embasados na colaboração

dinâmica entre agentes humanos e tecnológicos como forma de resolução de problemas (FUCHS, 2005).

### **1.2.1 Questão de Pesquisa**

Como facilitar o compartilhamento do conhecimento entre os trabalhadores do conhecimento no tempo certo, com o formato correto e atendendo aos critérios de qualidade definidos para o sistema de engenharia de requisitos de *software*?

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 Objetivo geral**

Elaborar uma arquitetura multiagentes para facilitar o compartilhamento das informações e do conhecimento entre os peritos de negócio e os profissionais de TIC na engenharia de requisitos de *software* entendida como um sistema sociotecnológico.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

1. Elaborar uma descrição sistêmica da engenharia de requisitos, apresentando os componentes, o ambiente, a estrutura (ligações) e os mecanismos da emergência de propriedades;
2. Identificar oportunidades para a colaboração dinâmica entre agentes humanos e tecnológicos em tarefas intensivas em conhecimento na engenharia de requisitos sociotecnológica; e
3. Definir agentes e suas relações para oportunizar as colaborações dinâmicas identificadas.

## 1.4 ADERÊNCIA AO PPEGC

Bunge (2003, p. 92-109) afirma que: “Problemas vêm em pacotes ou sistemas” (e requerem abordagem interdisciplinar como a bioquímica, a neurociência, a psicologia social, entre outras, um triunfo do paradigma sistêmico. Abordagens disciplinares podem ser efetivas em problemas pontuais, mas não em problemas de compartilhamento das informações e do conhecimento.

De acordo com Kilov e Sack (2009), os conceitos estão embarcados em termos e para a efetiva transferência das informações e do conhecimento requer-se o uso de termos adequados conforme a abstração, o sistema e o contexto de conhecimento. Um domínio de conhecimento compartilhado auxilia em curto e longo prazo o alinhamento estratégico entre os objetivos de TI e negócios.

Assim a pesquisa de uma arquitetura multiagentes inovadora para sistemas sociotecnológicos de engenharia de requisitos é plenamente aderente ao objeto de pesquisa do EGC, pois traz o conhecimento como fator de produção. Dadas as linhas de pesquisa do Programa, a pesquisa está contextualizada na “Engenharia do Conhecimento aplicada às organizações”.

## 1.5 ABORDAGEM METODOLÓGICA

Bunge (1997, p. 458), filósofo das ciências sociais, propôs as seguintes “regras metodológicas gerais” para a abordagem de problemas segundo a visão sistêmica. Foi proposta no contexto das ciências sociais para a pesquisa de natureza científico-tecnológica como:

1. Colocar cada fato social em seu contexto mais amplo ou sistema. Significa definir qual o sistema está sendo analisado;
2. Dividir o sistema em sua composição, ambiente e estrutura. É a modelagem do sistema seguindo o rigor ontológico do modelo CESM;

3. Distinguir os vários níveis de sistema e exibir suas relações. Consiste na explicação casual de fenômenos entre diferentes sistemas;
4. Procurar os mecanismos que mantêm um sistema funcionando ou levam à sua decadência ou crescimento. É a elicitación dos mecanismos ou processos que fazem o sistema caracterizar-se;
5. Ter razoável certeza de que o mecanismo proposto é compatível com as leis e as normas relevantes e conhecidas e, se possível, verificar a hipótese ou teoria mecanísmica manipulando experimentalmente as variáveis referidas;
6. Mantidas as demais condições, preferir hipóteses, teorias e explicações mecanísmicas (dinâmicas) às fenomenológicas (cinemáticas) e, em seu turno, preferir essas descrições cinemáticas aos modelos de equilíbrio e às descrições de dados; e
7. Na emergência de problemas no sistema, verificar todas as quatro dimensões – composição, ambiente, estrutura e mecanismo – e tentar corrigir o sistema alterando alguma ou todas as dimensões.

A abordagem metodológica adotada na pesquisa parte de uma adaptação das regras gerais do sistemismo apresentadas por Bunge (1997). Especificam-se métodos para diversas etapas como:

1. Definir o sistema de engenharia de requisitos;
2. Identificar a composição, ambiente e estrutura do sistema de engenharia de requisitos;
3. Estruturar os mecanismos sistêmicos identificados a partir da teoria da engenharia de requisitos com o modelo de tarefas do CommonKads;
4. Propor uma arquitetura multiagentes de sistema sociotecnológico de engenharia de requisitos, incluindo intervenções no sistema, alterando C, E, S e/o M; e
5. Verificar empiricamente a arquitetura.

Assim no passo metodológico um (1) e dois (2) são utilizados o modelo CESM e a visão sistêmica de Bunge (2003). O objetivo é modelar o sistema de engenharia de requisitos conforme a teoria e prática estudada.

No passo três (3) e quatro (4) é empregado o CommonKads de Schreiber (2002) para estruturar os agentes e os mecanismos da arquitetura em tarefas. A modelagem dos agentes e das tarefas favorece

a identificação dos ativos de conhecimento e as ações facilitadoras apoiadas por agentes tecnológicos para o compartilhamento do conhecimento.

No passo cinco (5) da abordagem metodológica, desenvolveu-se um protótipo da arquitetura multiagentes para compartilhar conhecimento no sistema sociotecnológico de engenharia de requisitos. Em sua concepção foi adaptado o processo de *design* de sistemas de conhecimento do CommonKads (SCHREIBER, 2002). Os requisitos do protótipo da arquitetura foram priorizados com base no modelo de Lee e Shiva (2009) em estágios para compartilhar conhecimento em mídias sociais como a internet.

Considera-se que o sistemismo é uma ontologia para a modelagem de sistemas. Nesses sistemas ocorre a interação dinâmica entre agentes humanos e tecnológicos. Embarca o conceito sociotecnológico enunciado por Fuchs (2005), como uma episteme interdisciplinar da pesquisa de natureza científico-tecnológica.

## 1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

Além do primeiro capítulo de introdução à dissertação, este trabalho está organizado em mais cinco capítulos. Os capítulos estão estruturados conforme os passos da abordagem metodológica da dissertação.

O Capítulo 2 descreve o arcabouço teórico que embasa a concepção da arquitetura do sistema. Neste apresenta-se o modelo CESM, a engenharia de requisitos como sistema, os sistemas sociotecnológicos e o compartilhamento das informações e do conhecimento. Analisando os mecanismos do sistema de engenharia de requisitos, são identificadas oportunidades de colaboração dinâmica entre os agentes em tarefas intensivas de conhecimento.

O Capítulo 3 apresenta a arquitetura multiagentes inserida no sistema sociotecnológico de engenharia de requisitos; introduz os agentes tecnológicos como componentes, suas ligações com o ambiente e o mecanismo de compartilhamento das informações e do conhecimento; caracteriza os princípios para o *design* e a evolução da arquitetura e priorização dos requisitos do protótipo.

O Capítulo 4 descreve as etapas para a implementação do sistema e suas características no subsistema social e técnico em nível de subsistemas. É a epistemologia da arquitetura e é balizador das diretrizes para estudo empírico do compartilhamento do conhecimento na engenharia de requisitos.

O Capítulo 5 apresenta a aplicação protótipo da arquitetura e os procedimentos adotados para a coleta e para a análise dos dados. A partir dos dados analisados são feitas conjecturas sobre a emergência e submergência de propriedades qualitativas do todo.

O Capítulo 6 apresenta os resultados do trabalho e as sugestões para trabalhos futuros de natureza interdisciplinar e sistêmica.



## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo, apresentam-se as teorias e os conceitos que embasam o arcabouço teórico da pesquisa. Descreve-se o sistemismo de Bunge (2003) e o modelo CESM que é visão de mundo e a episteme interdisciplinar desta dissertação.

A partir do SWEBOK – *Software Engineering Body of Knowledge*, o corpo do conhecimento da engenharia de *software* (BOURQUE; DUPUIS, 2004), Pressman (2005), Sommerville (2007), modela-se a engenharia de requisitos como um sistema. Identificam-se os componentes, os itens do ambiente que influenciam o sistema, as ligações e ainda os mecanismos ou processos que fazem com que o sistema se comporte da maneira como é. Os mecanismos do sistema de engenharia de requisitos são subdivididos em tarefas para facilitar a análise e a identificação de oportunidades de colaboração dinâmica.

Os sistemas sociotecnológicos entram na pesquisa como uma abordagem para a resolução de problemas (FUCHS, 2005). Assim, conjectura-se que as interações no sistema sociotecnológico possam favorecer o compartilhamento do conhecimento segundo o modelo “tácito-explícito” de Nonaka e Takeuchi (1995) em ambientes virtuais baseados na internet.

A partir da visão sistêmica da engenharia de requisitos e análise de seus mecanismos, explicitam-se as oportunidades para colaboração dinâmica entre os profissionais de TIC, os peritos no negócio e os agentes tecnológicos. A análise sistêmica tem como propósito identificar oportunidades para facilitar o compartilhamento das informações e do conhecimento no sistema.

### 2.2 O SISTEMISMO

Uma teoria de sistemas deve permitir o estudo e a descrição de qualquer sistema ou conjunto estruturado de objetos que em algum aspecto se comporta como um todo. As teorias de sistemas, no entanto, são muitas – segundo Bunge (2003), há quase tantas teorias de sistemas quantos são os teóricos.

Nesta dissertação adotou-se a visão sistêmica de Mario Bunge (2003), em que qualquer coisa é um sistema ou um componente do

sistema. É uma alternativa para o individualismo e o holismo. Conseqüentemente é uma alternativa para o microrreducionismo “tudo vem do fundo” e o macrorreducionismo “tudo vem do topo”.

O modelo CESM de Mario Bunge (2003) tem como premissa uma ontologia sistêmica que sugere uma abordagem sistêmica para todos os problemas, sejam eles de natureza prática ou epistemológica.

Bunge (2003) relaciona diversos sistemas categoricamente, tais como:

1. Natural: os sistemas naturais são os sistemas biológicos como uma molécula, uma rede de rios ou o sistema nervoso.
2. Social: considera-se um sistema social a família, uma escola ou uma comunidade linguística.
3. Técnico: as máquinas, uma rede de computadores ou um hospital automatizado.
4. Conceitual: são os sistemas de classificação, um sistema hipotético-dedutivo, uma teoria ou um código legal.
5. Semiótico: a linguagem, um musical ou um diagrama de construção.

No escopo desta dissertação são analisados o sistema social e o sistema técnico da engenharia de requisitos. Tal análise tem como propósito modelar a engenharia de requisitos como um sistema, uma episteme interdisciplinar, identificando oportunidades de colaboração dinâmica entre os peritos no negócio, profissionais de TIC e agentes tecnológicos.

### 2.2.1 O Modelo CESM

Segundo Bunge (2003), qualquer sistema pode ser modelado por meio do CESM. É um paradigma para representação de sistemas em objetos. Concebe os sistemas em objetos estruturados com propriedades classificadas em componentes, ambiente, estrutura e mecanismos.

$$m(s) = \langle C(s), E(s), S(s), M(s) \rangle$$

Onde:

s = sistema;

C(s) = Componentes: coleção de todas as partes de (s); tudo no universo é, foi ou será um sistema ou componente de um sistema. Não há elementos permanentemente isolados ou perdidos.

E(s) = Ambiente: coleção dos elementos não pertencentes a (s), que atuam sobre os componentes de s ou sobre o que alguns ou todos componentes de s atuam; Todos os sistemas exceto o Universo possuem um ambiente.

S(s) = Estrutura: conjunto de relações, em particular, vínculos entre os componentes de C(s) ou entre esses e os elementos do entorno E(s); as ligações são fundamentais para a auto-organização e têm usualmente uma relação inversa com o tamanho do sistema (quanto maior o sistema, mais fracas as ligações).

M(s) = Mecanismo: coleção de processos de (s) que o fazem comportar-se da maneira peculiar com que se comporta. Apenas sistemas concretos têm mecanismo. Sistemas abstratos – conceituais ou semióticos não têm mecanismo

O sistemismo de Bunge (2003) é uma visão de mundo, às vezes denominada de emergentismo, por focar nos conceitos de sistema e nas propriedades emergentes. Agrupa quatro paradigmas que são unilaterais como:

1. Holismo: aborda sistemas como um todo (objetos complexos), mas se recusa tanto em analisá-los quanto em explicar a emergência e a análise das totalidades em termos de seus componentes e das interações entre eles.
2. Individualismo: enfoca a composição de sistemas e se recusa a admitir quaisquer entidades supraindividuais ou suas propriedades, ou seja, reconhece apenas indivíduos.
3. Ambientalismo: enfatiza fatores externos a ponto de negligenciar a composição, a estrutura interna e o mecanismo de um sistema.
4. Estruturalismo: trata estruturas como se preexistissem às “coisas” ou mesmo como se “coisas” fossem estruturas.

Cada uma dessas visões de mundo detém certa validade, mas são incompletas. Agrupando essas visões no sistemismo, busca-se evitar as quatro falácias comuns (BUNGE, 2003).

O sistemismo representa uma episteme interdisciplinar para estudos empíricos de sistemas sociais e técnicos. É uma visão de mundo que permite conceber a arquitetura multiagentes para o compartilhamento do conhecimento. O sistemismo tem como característica os componentes humanos e artefatos tecnológicos, os itens do ambiente, suas ligações e os mecanismos que fazem emergir propriedades do todo.

### 2.3 A ENGENHARIA DE REQUISITOS COMO SISTEMA

Compreender as nuances e as sutilezas dos negócios é um grande desafio da engenharia de requisitos. Independente dos métodos, técnicas e ferramentas, a comunicação entre os profissionais de TIC e os peritos no negócio é essencial para o sucesso da disciplina (HAYWOOD, 2009).

Dada a heterogeneidade das pessoas, suas formações, interesses e expectativas quanto aos sistemas de informação, tornam a engenharia de requisitos das mais complexas disciplinas da engenharia de *software* (PRESSMAN, 2005).

Pressman (2005, p. 174), define constitutivamente a disciplina de engenharia de requisitos como:

A engenharia de requisitos ajuda os engenheiros de *software* a compreender melhor o problema que irão trabalhar para solucionar. Engloba um conjunto de tarefas que levam ao entendimento do impacto no negócio, o que os patrocinadores desejam e como o usuário final irá interagir com o sistema de *software*.

Diante da definição de Pressman (2005) é possível deduzir que a engenharia de requisitos demanda intensa comunicação e colaboração entre as pessoas e o conhecimento sobre o domínio do problema. É interdisciplinar por necessitar de intensa troca de conhecimentos heterogêneos.

Segundo Bertiss (2002), a engenharia de requisitos é de fundamental importância na construção dos sistemas de informação. Se realizada de forma apropriada, pode reduzir custos futuros de manutenção no *software* evitando retrabalho e problemas na definição dos requisitos.

A engenharia de requisitos requer pessoas, processos e tecnologias para compreender, documentar e projetar um *software* que atenda às demandas de negócio da organização-cliente. Essa engenharia tem como produto o documento de requisitos de *software* que pode ser especificado em linguagem natural ou de forma estruturada por meio de casos de uso, diagramas da UML e protótipos de *software* (PRESSMAN, 2005; SOMMERVILLE, 2007; SILVA, 2009).

O documento de requisitos especifica as restrições de uso e operação do *software* a ser desenvolvido em termos de serviços. Esses serviços refletem as necessidades do usuário final e da organização-cliente e representam a resolução de um determinado problema como buscar informações ou efetuar pedidos para uma organização (BOURQUE; DUPUIS, 2004).

Devido à heterogeneidade das pessoas envolvidas na disciplina de engenharia de requisitos, são concebidos diferentes documentos. A teoria da engenharia de requisitos classifica o documento de requisitos de *software* como do usuário ou do sistema. São documentos dirigidos a diferentes pessoas na organização-cliente e desenvolvedora (SOMMERVILLE, 2007; PRESSMAN, 2005).

O documento de requisitos do usuário é uma declaração em linguagem natural e diagramas sobre o que o sistema de informação deve fazer. A construção desse documento é dirigida aos gestores, usuários finais e engenheiros de *software* envolvidos.

O documento de requisitos – SRS (*Software Requirements Specification*) é a especificação formal do sistema e serve como parte do contrato entre a organização-cliente e desenvolvedora. Sua concepção é dirigida aos usuários finais, engenheiros de *software* e desenvolvedores de *software* (SOMMERVILLE, 2007; PRESSMAN, 2005).

Segundo Krutcheten (2003), no SRS, os requisitos de *software* são classificados em funcionais e não funcionais. Os requisitos funcionais expressam o comportamento de um *software*, especificando a contribuição e a condição de saída. Os requisitos não funcionais são atributos da qualidade esperada do *software*.

Como classes de requisitos não funcionais existem: os de funcionalidade, de confiabilidade, de usabilidade, de eficiência, de manutenibilidade e de portabilidade. Essas classes são parte da norma de qualidade ISO/IEC 9126<sup>1</sup> (KRUTCHETEN, 2003).

Para a concepção do documento de requisitos de *software* com suas características, classificações e propriedades são necessárias a comunicação e a colaboração entre os profissionais de TIC e os peritos no negócio nos seguintes mecanismos ou processos de engenharia de requisitos (BOURQUE; DUPUIS, 2004; PRESSMAN, 2005):

1. Elicitação: identificação da origem das fontes de informação e coleta dos requisitos pelo profissional de TIC;

---

<sup>1</sup> ISO/IEC 9126 é norma ISO para qualidade de produto de *software*. Define a qualidade dos produtos de *software* em seis características e subcaracterísticas.

2. Análise: classificação, priorização, resolução de conflitos e ambiguidades entre os requisitos;
3. Especificação: documentação do SRS para revisão, avaliação e validação;
4. Validação: revisão, avaliação da qualidade e aprovação dos requisitos pelos peritos no negócio; e
5. Controle de mudanças e rastreabilidade: identificação dos impactos e dos requisitos impactados com as mudanças.

A Figura 1 ilustra as relações entre os processos da engenharia de requisitos e o artefato essencial produzido como saída; explicita a transversalidade do mecanismo de controle de mudanças que faz a gestão dos requisitos.

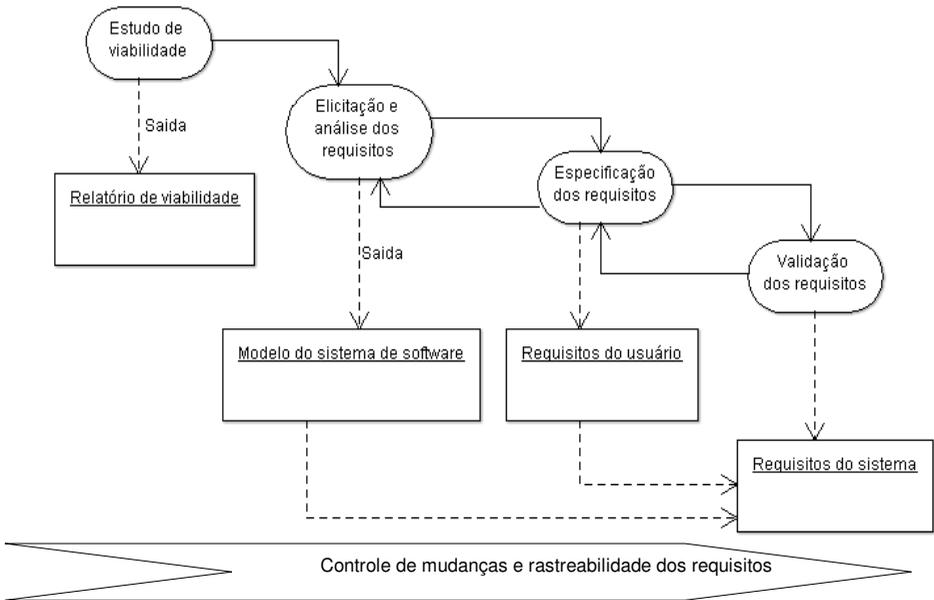


Figura 1 - Processos da engenharia de requisitos, suas relações e artefatos de saída

Fonte: Adaptada de Sommerville (2007)

Nas próximas seções do arcabouço teórico, será apresentado o sistema de engenharia de requisitos com base no modelo CESM de Bunge (2003) e descritos os componentes do sistema em termos pessoais

e papéis. O artefato essencial são os documentos de requisitos de *software* representados por meio de linguagem natural, diagramas da UML, casos de uso textuais e protótipos de *software*.

Os itens do ambiente são: a infraestrutura de TIC; as questões de cultura e poder; os órgãos regulamentadores; as normas de qualidade; a organização-cliente e a organização desenvolvedora. São fatores externos que afetam os componentes e suas ligações.

São explicitadas as principais ligações entre os componentes (endoestrutura) e as ligações dos componentes com os itens do ambiente (exoestrutura). Enunciam-se os mecanismos identificados a partir da teoria de engenharia de requisitos como os processos de elicitação, análise, especificação, validação e o controle de mudanças e rastreabilidade dos requisitos.

O resultado é um sistema que faz a intersecção entre o sistema social e técnico da engenharia de requisitos. Assim busca-se epistemologicamente atender ao objetivo 1 que consiste na elaboração de uma descrição sistêmica da engenharia de requisitos e ao 2 que é a identificação de oportunidades para a colaboração dinâmica.

### **2.3.1 Componentes**

A redução sistêmica requer que se estabeleça um corte de nível nas dimensões de análise de um sistema (BUNGE, 2003). Os principais componentes do sistema de engenharia de requisitos são os profissionais de TIC, os peritos no negócio e o documento de especificação de requisitos, artefato de colaboração dinâmica.

#### **2.3.1.1 Agentes**

Segundo Sommerville (2007, p. 23), “os sistemas de informação têm a finalidade de auxiliar as metas organizacionais”. Esses sistemas são implantados nas organizações se adequando às características dos usuários que interagem com outras pessoas dentro e fora da organização.

Bourque e Dupuis (2004) ressaltam a natureza interdisciplinar da engenharia de requisitos explicitando os seguintes agentes e papéis:

1. Usuários: usam o *software* para atender às necessidades em suas atividades-fim; grupo heterogêneo com diferentes papéis e conhecimentos;

2. Cliente: comprador ou patrocinador do *software*; e
3. Analista de marketing: atua como interlocutor entre as demandas do mercado e o engenheiro de *software*.

Representado pela designação “profissional de TICs” estão os engenheiros de *software*: eles têm como função compreender as demandas do negócio, e, a partir das necessidades do cliente, criar e manter os requisitos de sistema.

Assim, a expressão “perito no negócio” designa os profissionais responsáveis por transferir as informações e o conhecimento sobre as necessidades do usuário e do negócio ao profissional de TIC. A expressão “profissionais de TIC” representa os responsáveis pelo desenvolvimento de sistemas.

Essas designações foram adotadas a partir de Kilov e Sack (2009) que propõem a criação de um modelo de domínio do conhecimento compartilhado para mitigar a lacuna comunicacional entre os agentes.

### 2.3.1.2 Artefatos

Muitas abordagens podem ser adotadas para especificar os requisitos de *software* – artefato essencial do sistema denominado de SRS. Entre as técnicas de especificação de requisitos na indústria de *software*, a linguagem natural, os diagramas da UML, os casos de uso e os protótipos de *software* são amplamente convencionados.

A *Object Management Group* – OMG (2010) apresenta a UML como uma linguagem de modelagem unificada de escopo amplo, cobrindo uma série de domínios de negócio. Possui 12 diagramas técnicos para análise e projeto de *software* orientado a objetos, classificados em diagramas estáticos e comportamentais.

O uso dos artefatos da UML varia conforme o contexto do *software*, isso significa que a linguagem é modular, já que permite o uso dos diagramas técnicos que são relevantes para representar os requisitos de um determinado domínio de negócio (OMG, 2010).

Para Silva (2009), modelar sistemas técnicos com suporte da UML é um auxílio para lidar com a complexidade. A representação dos requisitos em diagramas estáticos consiste em identificar os elementos de domínio e especificá-los com diagramas de classe. A especificação comportamental dos requisitos de *software* consiste em identificar as funcionalidades do *software* e especificá-las por meio de casos de uso.

Para Cockburn (2001), os casos de uso podem ser descritos como uma declaração global dos objetivos de um agente em interação com o *software*. É uma técnica de especificação dos requisitos em linguagem natural e por meio de diagramas gráficos de casos de uso da UML.

Os casos de uso representam as ações executadas por uma pessoa em interação com o *software* ou a interação entre sistemas de computador cooperativos. Consistem na descrição de cenários de sucesso, cenários alternativos, cenários de exceção, as pré-condições e as pós-condições de sua execução (KRUCHTEN, 2003; SCHNEIDER, 2009).

A prototipação de *software* é outra técnica utilizada para especificar os requisitos de *software* e pode ser empregada como uma prova de conceito do *software* e de seus requisitos, ainda, auxilia os peritos no negócio e profissionais de TIC a validar, testar e melhorar o *software* (SAIEDIANA; DALEB, 1999).

Segundo Magela (2006), a prototipagem facilita a compreensão do *software* a ser desenvolvido, além de auxiliar nos mecanismos de elicitação e análise dos requisitos. Ajuda a reduzir a ambiguidade, a inconsistência e a falta de compreensão do problema.

De acordo com o apresentado, as diferentes técnicas de especificação e representação dos requisitos de *software* podem ser empregadas em conjunto ou individualmente, conforme as demandas da organização, isso significa que as informações e o conhecimento sobre os artefatos utilizados, seus propósitos e o local de armazenamento devem ser compartilhados entre os trabalhadores do conhecimento para que se possa estabelecer uma dinâmica de comunicação no sistema e consecutivamente alcançar o desempenho organizacional sistêmico.

### **2.3.2 Ambiente**

A descrição dos itens do ambiente considera as origens dos fatos sociais propostos por Bunge (2003): ambiental, biopsicológico, econômico, político e cultural. Dentre os itens do ambiente, explicitam-se a infraestrutura de TIC, as ferramentas, *CASE – Computer-Aided Software Engineering*, e os ambientes colaborativos de trabalho.

Segundo Sommerville (2007, p. 23), “os fatores organizacionais, como a cultura e o poder, os órgãos regulamentadores e suas normas e procedimentos impactam a na dinâmica dos sistemas de informação e comunicação”. A organização-cliente e a organização desenvolvedora

são sistemas abertos sujeitos às variações da indústria de *software* e da sociedade do conhecimento.

### 2.3.2.1 Infraestrutura de TIC

Na engenharia de *software* existe uma longa tradição de ferramentas *CASE* oferecendo serviços de gestão do conhecimento que representam parte do conhecimento do *software*, já que se referem aos requisitos funcionais, desprezando os não funcionais – propriedades qualitativas do *software*.

Segundo Schneider (2009, p. 8), “as ferramentas *CASE* integram um editor gráfico de requisitos com uma base de dados para armazenar os artefatos”. Quando os profissionais de TIC utilizam o mesmo repositório de diagramas, a ferramenta permite o compartilhamento de informações e de conhecimento sobre o SRS.

As ferramentas *CASE* apoiam a elicitación, a especificación, a validación e a gestão dos requisitos, representando tais requisitos por meio dos modelos diagramáticos da UML. Também operacionalizam a construção de diagramas que representam os aspectos estáticos e comportamentais do *software* (PRESSMAN, 2005).

As ferramentas de trabalho colaborativo suportadas por computador também são parte da infraestrutura de TIC da engenharia de requisitos. Essa infraestrutura mostra-se valorosa por que os problemas estão ficando maiores e mais complexos, necessitando de trabalho colaborativo (TOGNERI; MENEZES; FALBO, 2002).

Segundo Rech, Bogner e Haas (2007), os *wikis* são ferramentas colaborativas que possibilitam a criação, edição e remoção de conteúdo via internet ou intranet (memória organizacional). Os *wikis* são considerados ambientes flexíveis para facilitar a comunicação entre os profissionais de TIC e os peritos no negócio.

Entre as implementações específicas para a engenharia de *software* pode-se citar:

1. *Trac*: específico para a gestão de ocorrências e permite relacionar páginas do *wiki* às ocorrências de não conformidade do *software* e vice-versa;
2. *Mase*: criado para suportar o desenvolvimento de *software* ágil e possibilita o planejamento das interações e ciclos do *software*; e

3. *WikiDoc*: permite que os profissionais de TIC e negócio participem colaborativamente na documentação do código fonte do *software* (DECKER, 2005).

Os *wikis*, como exemplo de ambientes virtuais, permitem que os peritos em negócio e os profissionais de TIC compartilhem experiências e reutilizem o conhecimento a partir de outros projetos de *software* armazenados em uma base de conhecimento. Os *wikis* estão se consolidando como ambientes de engenharia de *software* e têm como premissa a interação entre os profissionais de TIC e os peritos no negócio para colaboração em torno do SRS.

Segundo Auer (2008, p. 268), “os *wikis* são *softwares* sociais característicos da Web 2.0<sup>2</sup>”. Essas *wikis* fornecem serviços na internet que dependem da interação humana para adição de conteúdos, anotações e correções. A *Wikipedia*<sup>3</sup> pertence a essa classe de serviços, já que permite a publicação, classificação, avaliação e revisão de documentos eletrônicos pelas pessoas em colaboração por meio do ambiente virtual.

### 2.3.2.2 Cultura e Poder

Schreiber (2002) afirma que a cultura e o poder são fatores ambientais implícitos no conhecimento organizacional. Questões como trabalho e comunicação estão diretamente relacionadas aos aspectos sociais e interpessoais, como as competências e as redes de relacionamento informais.

Magela (2006) destaca que a cultura pode fazer com que os requisitos de *software* sejam rejeitados pelos peritos no negócio. Isso pode ocorrer em função de suas crenças, preferências ou interesses políticos, o que pode prejudicar a engenharia de requisitos. O profissional de TIC deve observar como o perito em negócio percebe o mundo, como interage com outros agentes e como a cultura e o poder organizacional afetam os componentes do sistema de engenharia de requisitos.

Segundo Nuseibeh e Easterbrook (2000), a psicologia cognitiva auxilia o profissional de TIC a compreender as dificuldades do perito no negócio em descrever os requisitos. Já o campo da antropologia ajuda o

---

<sup>2</sup> WEB 2.0: conjunto de serviços que tem a Web como uma plataforma. Envolve *wikis*, *folksonomia*, redes sociais e Tecnologias da Informação e da Comunicação.

<sup>3</sup> Enciclopédia digital que conta com a colaboração das pessoas para publicação e revisão dos conteúdos.

profissional de TIC a compreender o problema de domínio por meio de métodos de observação *in loco*.

Para Damian e Zowghi (2003), a diversidade de culturas entre a organização-cliente e a organização desenvolvedora afeta a colaboração entre os profissionais de TIC e os peritos no negócio, já que, conseqüentemente, surgem problemas de compreensão e negociação dos requisitos de *software*.

### 2.3.2.3 Órgãos Regulamentadores e Normas

Bourque e Dupuis (2004) destacam interferências do ambiente externo na engenharia de requisitos, principalmente em setores econômicos como o bancário, o imobiliário e o de transportes que possuem regras para regulamentar suas atividades. As normas influenciam a engenharia de requisitos e determinam as regras do negócio e seus requisitos funcionais e os não funcionais.

Entre os itens do ambiente que regulamentam a engenharia de requisitos estão os modelos de qualidade de processo como o CMMI e MPS-BR e a ISO 9127 para os artefatos de *software*. São citados como referência apesar da existência de outros modelos e normas da qualidade na engenharia de *software*.

Dentre os modelos de qualidade, o CMMI é referência internacional e foi desenvolvido pelo *SEI – Software Engineering Institute*. O CMMI possui duas abordagens: um modelo contínuo e um modelo em estágios. O modelo contínuo é a melhoria qualitativa de determinados mecanismos do sistema. O modelo em estágios requer que a organização desenvolvedora alcance todas as metas de um nível para evoluir na escala de maturidade.

O modelo de qualidade do CMMI é dividido em cinco níveis de maturidade. Um nível de maturidade reúne um conjunto de metas que devem ser alcançadas na organização desenvolvedora que são indicadores exigidos pelo CMMI (BORBA *et al.*, 2007).

A engenharia de requisitos possui metas específicas no nível dois e no nível três do modelo. No nível dois de maturidade é necessário o mecanismo de gerenciamento de requisitos e no nível três de é requerido um mecanismo de especificação, de validação e de verificação dos requisitos sistemáticos (SEI, 2010).

Cada meta do CMMI é definida em termos de “objetivos específicos” e “práticas específicas” requeridas para atingir os objetivos.

Essas duas representações permitem que a organização utilize diferentes caminhos para a melhoria do desempenho sistêmico sob demanda (PRESSMAN, 2005).

Dentre as “práticas específicas” da engenharia de requisitos, Linscomb (2003, p. 25) cita as seguintes:

- 1.Documentação dos requisitos após um consenso com o perito no negócio;
- 2.Elicitação dos requisitos a partir de várias fontes de informação e conhecimento;
- 3.Manutenção de um repositório atualizado com os requisitos pelo profissional de TIC;
- 4.Desenvolvimento e manutenção de uma matriz de rastreabilidade dos requisitos.

Segundo Weber *et al.* (2005), existe no Brasil um esforço para que as organizações desenvolvam e aprimorem um modelo de qualidade compatível com o CMMI que é o projeto de melhoria do processo de *software* brasileiro – MPS-Br. Tem foco nas micro e pequenas empresas a um custo acessível. Sua inovação está na estratégia de implementação criada para a realidade brasileira e com possível replicação para a América Latina.

Os modelos de qualidade de produto como a ISO 9127 são itens do ambiente que definem os critérios de qualidade do produto e impactam nos contratos de software. Os contratos são acordos de trabalho entre a organização-cliente, a desenvolvedora, em torno do documento de especificação de requisitos – “artefato de colaboração dinâmica”.

Os contratos de *software* requerem dados do contratante e das demandas da organização-cliente, formalizados por meio do SRS. Tais contratos podem ter cláusulas de confidencialidade e propriedade intelectual. No âmbito da engenharia de requisitos, podem ser necessários contratos de: desenvolvimento, manutenção, licença de uso e comercialização de *software* (CORAL; PEREIRA; BIZZOTTO, 2007).

### 2.3.2.4 Organização-cliente e Organização Desenvolvedora

Smith (2002) argumenta que a sociedade está mudando para uma economia baseada no conhecimento ou na “sociedade do conhecimento”. O autor afirma que o papel do conhecimento e sua significância para os processos econômicos mudaram drasticamente. O conceito imperativo é que essa mudança de paradigma é suportada pela evolução das TICs.

Tal mudança é a consolidação de um fenômeno importante: a evolução da sociedade industrial para a sociedade da informação ou do conhecimento (BORBA *et al.*, 2007). Nesse contexto, a indústria de *software* é considerada um setor estratégico no país e no mundo e, nesta pesquisa, é denominada “Organização Desenvolvedora”.

As organizações desenvolvedoras são classificadas em tamanho pelo número de funcionários. Segundo dados da Associação Brasileira das Empresas de *Software* – ABES (*apud* GENTILE, 2009), no Brasil, esse mercado é alimentado por aproximadamente 8.495 empresas.

Essas empresas dedicam-se ao desenvolvimento, à produção e à distribuição de *software* e prestação de serviços, conforme representado pela Figura 2.

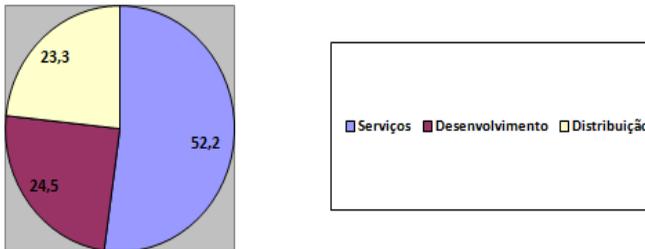


Figura 2 - Distribuição das empresas de TIC no Brasil por tipo de atividade

Fonte: Gentile (2009)

Desse universo de organizações desenvolvedoras, 2.079 dedicam-se à atividade-fim de desenvolvimento de *software*. A Figura 3 apresenta a distribuição das empresas de desenvolvimento de *software* por porte econômico (GENTILE, 2009).

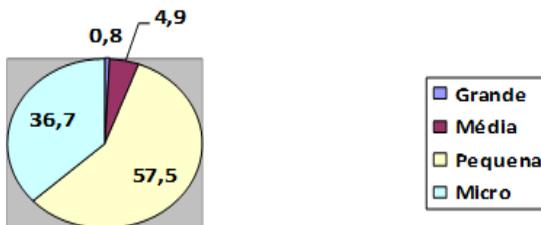


Figura 3 - Distribuição das empresas de desenvolvimento de *software* por porte econômico

Fonte: Gentile (2009)

Entre as organizações desenvolvedoras, 94,2% são classificadas como micro e pequenas empresas. Essa classificação considera que uma organização com até nove funcionários é considerada de microporte; entre dez e 49 funcionários, uma pequena empresa; entre 50 e 99 funcionários, uma média empresa e acima de 100 funcionários é considerada uma grande empresa.

A indústria de *software* no Brasil movimentou um total de US\$ 5,07 bilhões. Essa quantia representa 1,68% do mercado mundial. Na América latina, o Brasil tem uma fatia de mercado que corresponde a 48% da participação, seguida do México com 12,2%, Argentina com 4,2% e Colômbia com 3,4% do mercado (GENTILE, 2009).

Um ponto importante para que as organizações desenvolvedoras sejam reconhecidas no mercado e nas organizações clientes é a qualidade dos produtos desenvolvidos. Para isso devem adotar modelos de qualidade como o CMMI e a ISO/IEC 9126, mencionados nos órgãos regulamentadores e nas normas do sistema (BORBA *et al.*, 2007).

### 2.3.3 Estrutura

A estrutura do sistema é classificada em endoestrutura, delimitando as interações entre os componentes. A exoestrutura é formada pelas ligações entre os componentes e os itens do ambiente conforme o modelo CESM (BUNGE, 2003). Com base no modelo

CESM (BUNGE,2003), são apresentadas as ligações do sistema de engenharia de requisitos.

As principais ligações do sistema de engenharia de requisitos são enunciadas evidenciando os componentes, o ambiente e os relacionamentos entre os peritos no negócio, profissionais de TIC, requisitos de *software* e itens do ambiente, conforme o Quadro 1.

		Componentes		
		<u>Perito em negócio</u>	Profissional de TICs	<u>Requisito</u>
Componentes	<u>Perito em negócio</u>	Brainstorm, colaboração e comunicação.	Interação, entrevista, comunicação, colaboração e observação.	Descreve, tem a demanda de, conhece e comunica.
	<u>Profissional de TICs</u>		Colaboram na resolução de problemas.	Identifica, documenta e escreve.
	<u>Requisito</u>			Interdependência e precedência
Ambiente	<u>Infraestrutura de TIC</u>	Ferramentas CASE para modelagem dos requisitos. Repositório de requisitos (memória organizacional). A internet e os ambientes virtuais compartilhados. Ferramenta de trabalho e colaboração. Exemplo: Wiki.		
	<u>Cultura e poder</u>	Subordinação e estrutura organizacional.		
	<u>Órgãos reguladores</u>	Influenciam e determinam as práticas dos peritos e dos profissionais de TIC. Definem os padrões de qualidade. Exemplo: CMMI.		
	<u>Organização-cliente e a desenvolvedora</u>	Contratos e cláusulas regulamentam as interações e responsabilidades dos profissionais de TIC com os requisitos, com a organização-cliente, desenvolvedora e com o perito no negócio.		

Quadro 1 - Ligações do sistema de Engenharia de Requisitos

Fonte: Elaborado pelo autor

O Quadro 1 apresentou as ligações do sistema de engenharia de requisitos e explicitou os relacionamentos e as ligações. Isso demonstra que os fatores ambientais estão relacionados a todos os componentes do sistema. Os itens do ambiente regulamentam e forjam as ligações entre os profissionais de TIC e os peritos no negócio por meio de contratos de trabalho, padrões de qualidade e estrutura organizacional.

Os requisitos são os artefatos de colaboração dinâmica e estão diretamente conectados a todos os componentes e itens do ambiente. Sem o artefato essencial, as ligações do sistema seriam destruídas e o sistema de engenharia de requisitos seria levado à submergência.

### 2.3.4 Mecanismos

Os mecanismos são a coleção de processos do sistema (s), que fazem com que o sistema se comporte da forma como é. Sistemas muito complexos costumam ter vários mecanismos concorrentes e, às vezes, até conflitantes (BUNGE, 2003).

Para eliciação dos mecanismos do sistema de engenharia de requisitos, utilizou-se como fonte de informação o corpo do conhecimento da engenharia de *software* o SWEBOK (BOURQUE; DUPUIS, 2004). Trata-se de um guia das disciplinas da engenharia de *software*, como a engenharia de requisitos, e explicita os papéis, os processos e os artefatos de entrada e saída.

Na Figura 4 são detalhados os mecanismos descritos por Bourque e Dupuis (2004). Explicita-se a relação entre os agentes humanos e os mecanismos da engenharia de requisitos por meio de um diagrama de casos de uso. Na Figura 4 estão representadas as ações dos profissionais de TIC e os peritos no negócio no sistema e suas responsabilidades.

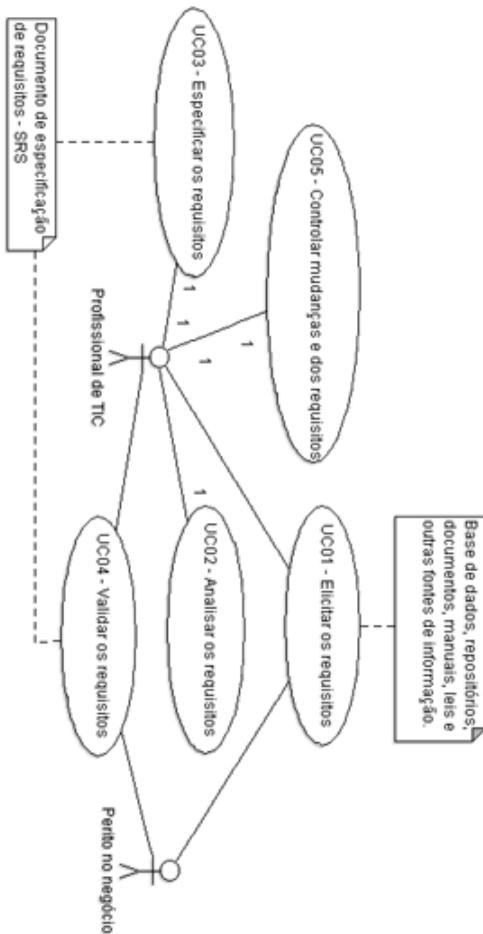


Figura 4 - Mecanismos do sistema de engenharia de requisitos representados por casos de uso

Fonte: Adaptada de Bourque e Dupuis (2004)

Os mecanismos do sistema são detalhados com o modelo de tarefas do *CommonKads* na planilha OM3 – “*Organization Model*” e a subdivisão da estrutura de trabalho (SCHREIBER, 2002, p. 33). O objetivo da dissecação dos processos em tarefas é a identificação de

falhas e oportunidades para favorecer o compartilhamento do conhecimento.

Adota-se o modelo de tarefas do *CommonKads* (SCHREIBER, 2002), apresentado na Figura 5, para análise dos mecanismos. Por meio dessa análise pode-se adaptar o processo mudando tarefas, combinando-as ou modificando os seus fluxos.

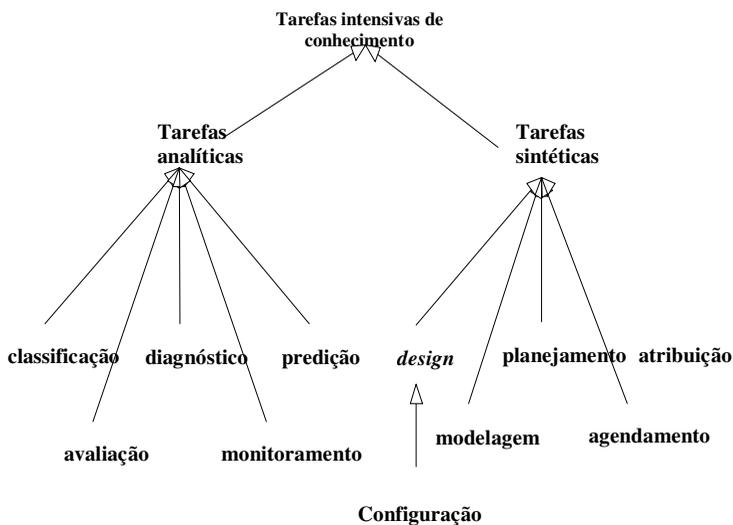


Figura 5 - Classificação de tarefas do *CommonKads*  
Fonte: Schreiber (2002, p. 31)

O resultado da análise dos mecanismos do sistema de engenharia de requisitos é a explicitação dos ativos de conhecimento das tarefas intensivas de conhecimento e seu detalhamento. Com isso são identificadas oportunidades para apoiar o compartilhamento do conhecimento na engenharia de requisitos de *software* de forma sistêmica.

### 2.3.4.1 Elicitação dos Requisitos

A elicitação dos requisitos é o primeiro mecanismo da engenharia de requisitos e preocupa-se em identificar as fontes de informação e de

como o profissional de TIC irá coletar os requisitos (BOURQUE; DUPUIS, 2004).

Durán *et al.* (1999) definem a elicitação de requisitos como o mecanismo de descoberta, compreensão e criação do conhecimento sobre os requisitos de *software*. Esse mecanismo gera demandas de análise do escopo e da definição das fronteiras do sistema. Demanda ainda o gerenciamento porque os requisitos são voláteis com o tempo.

Suas tarefas podem ser realizadas em paralelo ou de forma sequencial conforme o processo de *software* institucionalizado na organização. A Tabela 1 subdivide as tarefas e apresenta um nível de significância hipotético adaptável para a organização-cliente e para a organização desenvolvedora conforme suas demandas.

Tarefa	Desempenhada por:	Onde?	Ativo de conhecimento:	Intensivo	Significância
Identificar os peritos no negócio	Profissionais de TIC	Organização-cliente	Analisar a estrutura organizacional (organograma) e os peritos de negócio envolvidos	NÃO	5
Entrevistar os peritos no negócio	Peritos no negócio e profissionais de TIC	Reuniões, <i>brainstorm</i>	Capacidade de organização e senso crítico	SIM	4
Estudar documentos, manuais e outras fontes de informação. Exemplo: <i>software</i> legado, planilhas	Profissional de TIC	Organização-cliente	Localização e manipulação dos artefatos para estudo	SIM	3
Identificar as restrições operacionais e financeiras	Profissional de TIC e peritos no negócio	Organização-cliente	Conhecimento sobre o domínio do problema e disponibilidade financeira da organização para o projeto	SIM	4
Prototipar o sistema de <i>software</i>	Profissional de TIC	Organização desenvolvedora	Conhecimento de linguagens de programação, ferramentas de editoração de imagens.	SIM	2

Tabela 1 – Tarefas do mecanismo de elicitação dos requisitos

Fonte: Adaptada de Bourque e Dupuis (2004)

Para Ratchev *et al.* (2003), o mecanismo de elicitación consiste em descobrir os requisitos a partir de consultas aos peritos no negócio, estudo de documentações, manuais, documentos de domínio e outras fontes de informação disponíveis na organização-cliente.

Entre as fontes de informação disponíveis aos profissionais de TIC para a elicitación, Magela (2006) destaca as seguintes:

1. Entrevistas com o perito no negócio: é a fonte primária das informações e conhecimento dos requisitos.
2. Trabalho em conjunto: o trabalho com o perito no negócio ajuda a compreender o contexto do trabalho e das tarefas.
3. Análise dos *softwares* legados: em geral existem *softwares* semelhantes ou análogos que podem ser utilizados para compreender o domínio do problema.
4. Listas de solicitações e sugestões: combine com o perito de negócio uma forma de preparar uma lista de solicitações e necessidades.
5. Atendimento ao usuário: se houver um departamento de SAC, saiba coletar informações e conhecimentos sobre as dificuldades.
6. Melhoramentos do usuário: verifique se os usuários utilizam planilhas ou *software* como apoio às tarefas.
7. *Workshop*: realize *workshops* quando houver um documento SRS para validação.
8. Protótipos: nem sempre se fala da mesma coisa, os protótipos ajudam a eliminar a ambiguidade e dúvidas sobre o *software* a ser desenvolvido.

A elicitación é fortemente relacionada com o processo de análise, à medida que os requisitos são descobertos ocorre a análise deles. A natureza do conhecimento envolvido na elicitación dos requisitos pode ser tácita e baseada em experiências, pode, ainda, estar disponível apenas na mente dos peritos no negócio, já que o conhecimento nem sempre está disponível no tempo, no local e na mídia desejada.

#### **2.3.4.2 Análise de Requisitos**

Segundo Kruchten (2004), a análise de requisitos consiste em um conjunto de tarefas realizadas entre os profissionais de TIC e os peritos no negócio. Tal análise tem como meta identificar as fronteiras do

sistema de *software* e realizar a classificação, priorização e negociação dos conflitos e ambiguidades entre os requisitos.

Sommerville (2007, p. 98) afirma que o processo de análise é um processo iterativo e envolve várias pessoas na realização de tarefas, conforme a Tabela 2 – Tarefas da análise de requisitos. A cada iteração, o conhecimento do profissional de TIC aumenta, permitindo compreender melhor o problema e projetar uma solução realizando as tarefas apresentadas na Tabela 2.

Tarefa	Desempenhada por:	Onde?	Ativo de conhecimento	Intensivo	Significância
Analisar a viabilidade e do sistema	Profissional de TIC, perito no negócio	Reuniões, brainstorm / Organização-cliente ou desenvolvedor a	Conhecimento sobre as tarefas da elicitação de requisitos.	SIM	5
Classificar e organizar os requisitos	Profissional de TIC	Organização desenvolvedor a. Ferramenta CASE	Conhecer as classes e categorias dos requisitos	SIM	4
Priorizar os requisitos	Profissional de TIC e perito no negócio	Reunião e brainstorm. Organização-cliente ou a desenvolvedor a	Demanda estratégicas da organização	SIM	5
Negociar os requisitos	Profissional de TIC e perito no negócio	Reunião e <i>brainstorm</i> . Organização-cliente ou a da desenvolvedor a	Relações de cultura e poder da organização-cliente e desenvolvedor a	SIM	3

Tabela 2 – Tarefas da análise de requisitos  
Fonte: Adaptada de Bourque e Dupuis (2004)

O processo de análise de requisitos tem como objetivo classificar e organizar os requisitos, resolvendo conflitos e ambiguidades. Trata de priorizar os requisitos de acordo com a relevância para o negócio em termos de retorno de investimento (BOURQUE; DUPUIS, 2004).

Silva (2009, p. 19) afirma que o objetivo da análise é a modelagem do domínio do problema em contraste da modelagem de uma solução computacional. O domínio do problema corresponde ao conjunto de fatos e regras associadas ao escopo do *software*.

### 2.3.4.3 Especificação dos Requisitos

A especificação dos requisitos consiste na documentação do SRS, então, para que esse documento seja considerado de qualidade, Magela (2006) apresenta os seguintes atributos:

1. Correto: o requisito é correto se satisfaz uma determinada necessidade do agente.
2. Completo: todas as demandas do perito de negócio foram documentadas no SRS.
3. Sem ambiguidade: o documento SRS deve possuir apenas uma interpretação.
4. Verificável: para cada requisito documentado no SRS deverá existir um processo finito e de custo exequível que possibilite a sua verificação.
5. Consistente: a ausência de contradições e ambiguidades qualifica o documento SRS como consistente.
6. Compreensível: o documento deve ser escrito levando em consideração a sua natureza interdisciplinar.
7. Modificável: deve permitir mudanças sem um grande impacto.
8. Rastreável: a origem de um requisito deve ser anotada como uma propriedade fonte.

A especificação dos requisitos engloba um conjunto de tarefas que transformam os requisitos elicitados e analisados em artefatos. Entre os formatos para representação utiliza-se amplamente a linguagem natural, os casos de uso, os diagramas da UML e protótipos funcionais.

Na Tabela 3 é apresentada a tarefa de especificação de requisitos e seu nível de significância hipotético para o sistema de engenharia de requisitos.

Tarefa	Desempenhada por	Onde?	Ativo de conhecimento	Intensiv o	Significânci a
Escolher o artefato e especificar o requisito	Profissionais de TIC	Organização desenvolvedora . Ferramenta CASE	Conhecimento dos modelos da UML, dos requisitos elicitados, das classificações , dependências e dos peritos no negócio responsáveis pela validação	SIM	5

Tabela 3 – Descrição estruturada da tarefa de especificação  
Fonte: Adaptada de SWEBOK (2004)

Para Pressman (2005), a especificação gera o produto final da engenharia de requisitos. Esse artefato serve como fundamento da engenharia de *software* em fases seguintes e nos contratos de *software* entre a organização-cliente e a desenvolvedora.

A engenharia de requisitos sofre com problemas no formato dos documentos, que nem sempre é acessível aos peritos no negócio. É raro quando está disponível no tempo certo, porque a técnica e o formato empregados na especificação implicam na forma de recuperação. Podem não ser acessíveis a qualquer pessoa, já que, à vezes, não atendem aos critérios de qualidade.

#### 2.3.4.4 Validação dos Requisitos

A validação consiste em inspeções para encontrar erros no documento de requisitos. Essa validação busca identificar ambiguidades, inconsistências e erros no artefato para assegurar a qualidade do documento de requisitos antes da implementação do *software* (SOMMERVILLE, 2007; PRESSMAN, 2005).

A Tabela 4 resume as tarefas da validação dos requisitos de *software* elicítadas a partir de Bourque e Dupuis (2004), Pressman (2005) e Sommerville (2007).

Tarefa	Desempenhada por	Onde?	Ativo de conhecimento	Intensivo	Significância
Verificar a validade, consistência e completude	Profissionais de TIC e peritos no negócio	Organização-cliente e a desenvolvedora	Conhecimento dos processos de elicitação, análise e especificação.	SIM	5
Emitir parecer sobre a validade do requisito	Peritos no negócio	Organização-cliente	Conhecimento sobre o processo de elicitação, análise e especificação.	SIM	5
Planejar a verificabilidade dos requisitos	Peritos no negócio e profissionais de TIC	Organização-cliente	Construir testes para comprovar que os requisitos validados podem ser identificados no <i>software</i>	SIM	3

Tabela 4 – Tarefas do mecanismo de validação de requisitos

Fonte: Adaptada de Bourque e Dupuis (2004), Pressman (2005) e Sommerville (2007)

Bohem (1984) define o mecanismo de validação como “*Am I building the product right?*”. Esse questionamento remete à identificação de erros e lacunas durante a etapa de validação do documento de requisitos.

É intensivo em conhecimento e demanda comunicação e colaboração entre os profissionais de TIC e os peritos no negócio. O resultado da validação do documento de requisitos é a assinatura de um contrato de *software* entre a organização-cliente e a desenvolvedora e torna-se um artefato que guia a construção dos sistemas de informação.

Nem sempre o formato do documento final é adequado aos peritos no negócio que podem ter dificuldades para compreender e validar o documento. A raiz desse problema é que a técnica utilizada

para especificação do documento de requisitos implica na forma de recuperação e visualização do conhecimento.

### **2.3.4.5 Controle e Rastreabilidade dos Requisitos**

O controle e a rastreabilidade dos requisitos envolvem um conjunto de tarefas que auxiliam os profissionais de TIC e os peritos no negócio a monitorarem e controlarem as mudanças nos requisitos de *software*. Consiste em uma tarefa de gestão para identificar problemas, impactos na mudança e mitigar os riscos pertinentes (PRESSMAN, 2005).

Segundo Pressman (2005), o controle e a rastreabilidade dos requisitos iniciam com a atribuição de um identificador único para cada requisito que segue com a construção de tabelas de rastreabilidade. Essas tabelas são um instrumento da gestão e permitem analisar o impacto da mudança no projeto de *software*.

O SEI (2010) define o controle e a rastreabilidade dos requisitos como os mecanismos ou áreas de processo do nível dois de maturidade, que tem como objetivo manter o documento de requisitos de *software* atualizado e controlado.

Em resumo, Sommerville (2007, p. 107) destaca que “devido à volatilidade dos requisitos deve-se monitorá-los e controlá-los de forma contínua”. É um processo que inicia quando a primeira versão do documento de requisitos está disponível e prossegue até a implementação dos requisitos de *software*.

## **2.4 OS SISTEMAS SOCIOTECNOLÓGICOS**

O primeiro grande contraponto à visão tecnocêntrica dos sistemas de informação foi a abordagem sociotécnica, que reconhece a influência mútua entre os subsistemas social e técnico (CHERNS, 1976), porém de forma dualista. Sawyer e Crowston (2004) consideram que a abordagem sociotécnica permanece dividida em dois enfoques: o social e o técnico.

Nas abordagens sobre sistemas de informação, Alter (2003) propõe substituir a noção de artefato de TI, típico da visão tecnocêntrica, por sistemas de trabalho dependentes de TI. Os sistemas de informação

não são formados apenas por artefatos tecnológicos, mas por pessoas, informações e tecnologias, como conceituam Laudon e Laudon (2007).

Fuchs (2005) vai além da visão sociotécnica e concebe a noção de sistemas sociotecnológicos, sistemas que se auto-organizam por meio da colaboração dinâmica entre agentes humanos e agentes tecnológicos.

A auto-organização do sistema depende de intensa comunicação. Um exemplo de sistema sociotecnológico para o autor é a internet, na qual a atividade social, a comunicação do tipo muitos para muitos e a interação entre ferramentas tecnológicas e pessoas produz a auto-organização sistêmica.

A abordagem sociotecnológica permite a concepção de sistemas para a resolução de problemas que podem ser aplicados à questão da comunicação e do compartilhamento do conhecimento na engenharia de requisitos (FUCHS, 2005; ECCLES; GROTH, 2006; 2007).

Essa abordagem enfoca os atores do processo e a comunicação tanto entre os peritos em negócio com os profissionais de TICs, como entre pessoas e artefatos tecnológicos, ou entre agentes humanos e agentes artificiais.

Um sistema sociotecnológico pode ser representado por um modelo ontológico. Neste trabalho, usa-se o conceito de Borst (1997, p. 12) para ontologia: “uma especificação formal de uma conceitualização compartilhada”.

Esse conceito é o mais apropriado, pois corroborando com Almeida e Bax (2003, p. 9) é uma “definição simples e completa” para uma expressão utilizada por diversas áreas, como a Filosofia, as Ciências da Computação e a Ciência da Informação, com significações por vezes distintas.

Assim, desenvolve-se neste trabalho uma arquitetura multiagentes, adaptável a outros sistemas sociotecnológicos de engenharia de requisitos, como aqueles cuja construção depende da comunicação e compartilhamento de conhecimentos entre os profissionais de TICs e os peritos de negócios.

## **2.5 O COMPARTILHAMENTO DO CONHECIMENTO E OS AGENTES TECNOLÓGICOS**

Segundo Usoro *et al.* (2007), o conhecimento pode ser definido como os fatos, as experiências ou os sentimentos conhecidos por um indivíduo ou grupo de pessoas. É um ativo intangível que possibilita a sustentabilidade das organizações em uma economia dinâmica. Pode ser

conceitualizado em níveis quantitativos de frequência, qualidade no sentido de utilidade ou valor e o grau de engajamento das pessoas no compartilhamento do conhecimento.

O conhecimento, ainda, pode ser de natureza tácita que Schneider (2009) considera como as experiências de um agente humano. Tende a se dissipar quando não é explicitamente armazenado e codificado nas bases da organização. Nesse sentido, o desafio da organização-cliente e da desenvolvedora é compartilhar as informações e os conhecimentos sobre o SRS, o artefato de colaboração dinâmica na engenharia de requisitos.

Nesta seção apresenta-se o compartilhamento do conhecimento, os agentes tecnológicos e as oportunidades para colaboração dinâmica entre os profissionais de TIC e os peritos no negócio.

### **2.5.1 O Compartilhamento do Conhecimento**

Du, Ai e Ren (2007) investigaram quantitativamente o compartilhamento do conhecimento e seus fatores contextuais e estabeleceram uma relação positiva com o desempenho organizacional. Neste estudo, o compartilhamento do conhecimento tem influência no desempenho organizacional em termos de gestão dos ativos tangíveis e intangíveis.

Usoro *et al.* (2007) definem o compartilhamento do conhecimento como o processo de comunicação que envolve duas ou mais partes. Esse processo abrange a provisão de conhecimento por uma fonte, e a interpretação dessa fonte por um ou mais receptores. Como resultado há a criação de novos conhecimentos de natureza tácita e explícita.

Nonaka e Takeuchi (1995) formularam um modelo de compartilhamento de conhecimento, também chamado de “modelo tácito-explicito”. A Figura 6 retrata o compartilhamento do conhecimento como um ciclo contínuo dentro da organização do conhecimento. Inicia com a socialização, “conhecimento tácito para o tácito”, e avança para a externalização – “conhecimento tácito para o explícito”. Durante a combinação, o conhecimento é organizado de forma mais sofisticada ou abstrata – “explícito para o explícito”. Na fase de interiorização, “explícito para o tácito”, o conhecimento é combinando com seus próprios conhecimentos e experiências para a produção de novos conhecimentos tácitos.

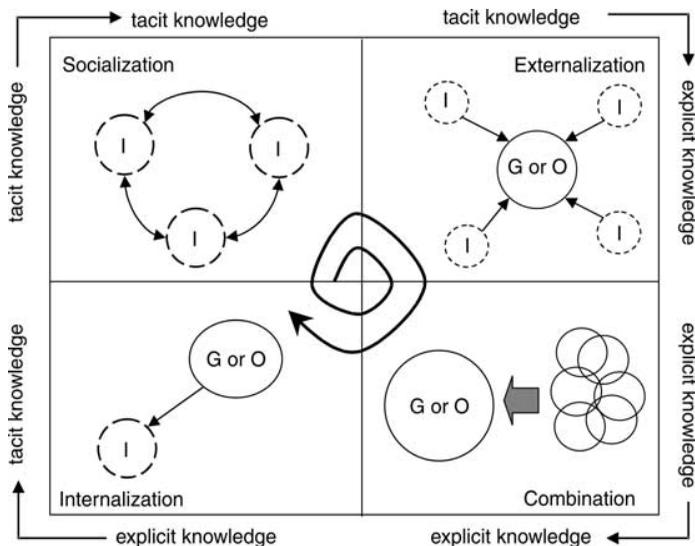


Figura 6 - Modelo de compartilhamento do conhecimento, adaptado de Nonaka e Takeuchi (1995). O “I” representa um indivíduo, “O” e “G” representam um grupo ou organização  
 Fonte: Shull *et al.* (2004)

Para efetividade do compartilhamento do conhecimento nos ambientes virtuais e nos sistemas sociotecnológicos, é necessário que haja confiança entre os membros ou os componentes do sistema. Segundo Usoro *et al.* (2007), nos ambientes virtuais, as relações de confiança podem emergir sem uma interação social direta, devido às transparências dos mecanismos de comunicação e de colaboração.

Dadas as características do modelo de conhecimento e a confiança como antecedente para compartilhar conhecimento, apresenta-se na Figura 7 o fluxo de conhecimento no sistema de engenharia de requisitos. É uma adaptação do fluxo de conhecimento de Nonaka e Takeuchi (1995), proposto para o sistema de engenharia de requisitos por Schneider (2009).

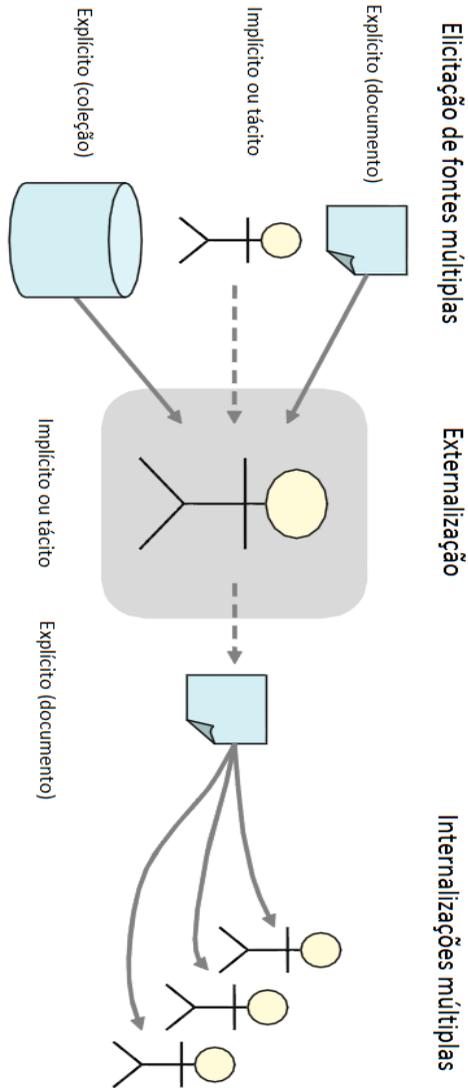


Figura 7 - Modelo de conhecimento do sistema de engenharia de requisitos  
Fonte: Adaptada de Schneider (2009) (tradução do autor)

Na elicitação dos requisitos ocorre a “interiorização” do conhecimento pelo profissional de TIC, a partir de bases de informação e de documentos. Em paralelo, ocorre a “socialização” do conhecimento entre os profissionais de TIC e os peritos no negócio. A socialização ocorre em reuniões, discussões e planejamentos realizados pelos envolvidos.

O mecanismo de análise e especificação envolve a “externalização”, produzindo conhecimento explícito. A partir dos conhecimentos socializados e internalizados, o profissional de TIC fica responsável por “externalizar” o conhecimento em um artefato que represente o domínio do conhecimento em termos de requisitos de *software*.

A validação dos requisitos requer a “interiorização” dos conhecimentos explicitados no documento. Envolve, ainda, a “externalização” por meio de *feedback* de aprovação ou reprovação do documento de requisitos.

A Figura 7 apresentou o modelo de compartilhamento do conhecimento no sistema da engenharia de requisitos, adaptada de Schneider (2009). Diante do que foi representado pela Figura 7, é possível visualizar que o profissional de TIC é um gargalo no compartilhamento das informações e do conhecimento. Em um dado momento do sistema todo o conhecimento sobre os requisitos estará tácito nesse agente. Sua visão de mundo e práticas de trabalho interferem na externalização do conhecimento.

### **2.5.2 Os Agentes Tecnológicos e o Compartilhamento do Conhecimento**

Segundo Schneider (2009), com o rápido desenvolvimento da internet, os sistemas de gestão do conhecimento, centralizados como as ferramentas *CASE* de engenharia de *software*, não se adaptaram para ambientes distribuídos geograficamente.

Nesse sentido, os agentes tecnológicos podem ser vistos como componentes de *software* ou *hardware* de um sistema em ambiente de internet e como facilitadores do compartilhamento do conhecimento. Esses agentes têm a capacidade de atuar de forma a completar uma determinada tarefa favorecendo as pessoas (ZHANG *et al.*, 2008).

Os agentes tecnológicos são entidades sociais autônomas (como funcionários de uma empresa) que exibem um comportamento flexível, ágil e pró-ativo. Interagem entre si e com os componentes humanos com propósito e resultado esperados (DIGNUM, 2004).

Como exemplo de agente tecnológico em ambientes distribuídos de internet é possível citar o Projeto Elisa. Tal Projeto foi desenvolvido com um pequeno conjunto de respostas que, em geral, pareciam fazer sentido para os agentes humanos (HOLTGRAVES *et al.*, 2007).

A tecnologia de agentes entra como um dos componentes da arquitetura, para apoiar o compartilhamento das informações e do conhecimento na especificação e na validação dos requisitos.

## 2.6 CONCLUSÕES DO CAPÍTULO

Schneider (2009, p. 69), afirma que a “engenharia de requisitos precisa de conhecimentos existentes que podem ser tácitos e acessíveis apenas para o perito no negócio”. O autor cita que os trabalhadores do conhecimento realizam diversas tarefas, entretanto, nem sempre explicitam esse conhecimento.

Dada a deficiência de compartilhamento do conhecimento na engenharia de requisitos, modelam-se os aspectos da arquitetura multiagentes e, em especial, as tarefas desempenhadas pelos agentes tecnológicos. Essas tarefas são concebidas a partir do modelo de tarefas do Commonkads e na premissa de construção de diferentes visões do conhecimento.

Assim, a arquitetura multiagentes visa apoiar a especificação e a validação dos requisitos, etapas em que o artefato de conhecimento é construído e validado. Dessa maneira, os agentes desempenharão tarefas intensivas de conhecimento nos mecanismos em torno do fluxo de conhecimento organizacional.

### 3. A ARQUITETURA MULTIAGENTES PARA O COMPARTILHAMENTO DO CONHECIMENTO

#### 3.1 ARQUITETURA MULTIAGENTES E OS AGENTES TECNOLÓGICOS

Este capítulo apresenta a arquitetura multiagentes e os agentes tecnológicos como instrumentos de apoio ao compartilhamento do conhecimento na engenharia de requisitos. O propósito principal é auxiliar as pessoas no fluxo do conhecimento para que possam compartilhar conhecimento.

É uma episteme sistêmica, segundo o modelo CESM de Bunge (2003). Com base em problemas e em oportunidades diagnosticados, alterou-se a composição do sistema, introduzindo os agentes tecnológicos, o perfil do usuário, o modelo do documento de requisitos, o contexto dos requisitos nos ambientes virtuais e o mecanismo de compartilhamento das informações e do conhecimento de Nonaka e Takeuchi (1995).

Para caracterizar uma arquitetura, cita-se o conceito do Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos (IEEE) 1471. Tal conceito define constitutivamente uma arquitetura de sistema como: “a organização fundamental de um sistema embarcando os componentes, os relacionamentos entre si e destes com o ambiente. Inclui, ainda, os princípios que guiam o *design* e a evolução”.

Segundo Buschmann, Henney e Schimit (2007), uma arquitetura de sistema define os blocos de construção – “componentes” – os fatores externos que influenciam o sistema – “ambiente” – as estruturas e os comportamentos – “mecanismos” – que fazem emergir propriedades no sistema do todo.

Entre os itens do ambiente, a internet é essencial para o estabelecimento de ligações no sistema. Fuchs (2005) descreve a internet como um sistema sociotecnológico cuja interação humana gera as ligações do sistema, as informações e o conhecimento, pois, sem o agente humano, a internet seria um ambiente mecânico e “inoperante”.

Para Auer (2008), a internet favorece os *softwares* sociais focados nas pessoas e nas organizações e possibilita a codificação do conhecimento coletivamente de forma aberta e colaborativa em redes sociais e ambientes virtuais.

Allemang e Hendler (2008) afirmam que a internet e os ambientes virtuais formados nela são em essência uma comunidade aberta e colaborativa. Os agentes humanos podem contribuir com suas ideias e experiências, compartilhando informações e conhecimentos para todos no ambiente *web*. É essa abertura que resultou na abrangência da internet, já que as informações e o conhecimento na internet são entidades orgânicas que crescem a partir dos interesses das comunidades integrantes dos ambientes virtuais.

Shull *et al.* (2004) afirmam que o *e-mail*, os portais *web* e os repositórios de conhecimento na internet são instrumentos eficazes no compartilhamento do conhecimento na engenharia de requisitos, entretanto, os autores destacam que o principal mecanismo para compartilhar conhecimento é a realização de *workshops* regulares entre os membros do grupo para apoiar a socialização do conhecimento.

Rech, Bogner e Haas (2007) pesquisaram empiricamente os ambientes que possibilitam o reuso, a localização e o compartilhamento das informações e do conhecimento na engenharia de requisitos. Eles conceberam um projeto para facilitar o reuso na engenharia de *software* denominado de RISE<sup>4</sup>. Tal projeto tinha como objetivo melhorar a reutilização de artefatos na engenharia de *software*, com foco na engenharia de requisitos, reunindo pesquisadores das Ciências Sociais e da Ciência da Computação e parcerias na indústria.

Com base no arcabouço teórico identificou-se que o modelo de compartilhamento do conhecimento mais difundido e adotado foi no modelo tácito-explícito de Nonaka e Takeuchi (1995), utilizado por Schreiber (2002), Shull *et al.* (2004) e Schneider (2009) em suas pesquisas sobre o compartilhamento do conhecimento. O modelo tácito explícito delinea o compartilhamento do conhecimento na arquitetura multiagentes como um ciclo contínuo, conforme apresentado no tópico 2.5.1 – *O Compartilhamento do Conhecimento*.

O resultado deste capítulo é uma arquitetura multiagentes que favorece o compartilhamento do conhecimento na engenharia de requisitos. São introduzidos componentes no sistema de engenharia de requisitos apresentados no Capítulo 2 como o perfil do usuário, os agentes tecnológicos e o modelo do documento de requisitos. É caracterizado o ambiente virtual e seu contexto como uma mídia social de comunicação e colaboração entre os agentes humanos e tecnológicos.

---

<sup>4</sup> O reuso na engenharia de *software* foi um projeto internacional para estudar a reutilização de componentes de *software* e o compartilhamento do conhecimento. <[www.rise.com.br](http://www.rise.com.br)>.

Em resumo apoia as demandas das organizações desenvolvedoras de *software* e seus fluxos de conhecimento.

### **3.2 O CONTEXTO DOS REQUISITOS DE SOFTWARE**

O contexto dos requisitos representa as informações das organizações cliente e desenvolvedora envolvidas no sistema de engenharia de requisitos sociotecnológica. Possui as informações sobre os problemas e oportunidades e suas potenciais soluções que é especificada no documento de requisitos.

Aqui descreve-se o contexto dos requisitos e dos trabalhadores do conhecimento segundo o modelo organizacional de Schreiber (2002) com a planilha OM1. Nesse modelo são explicitados diversos aspectos de forma ampla sobre a organização, tais como:

1. Problemas e oportunidades: uma listagem de problemas e oportunidades elicitadas e analisadas para a construção do sistema de *software*.
2. Contexto organizacional: dados da missão, visão, objetivos organizacionais, fatores ambientais e a cadeia de valores.
3. Soluções: a listagem das possíveis soluções para um determinado problema percebido.

Os perfis dos usuários, apresentado no tópico 3.3, são vinculados aos contextos para que eles possam compartilhar conhecimento de forma personalizada. O contexto possui ainda informações sobre a visibilidade dos documentos e suas restrições de compartilhamento. Assim, a arquitetura busca apoiar o conhecimento certo para o trabalhador do conhecimento correto.

### **3.3 O PERFIL DO USUÁRIO**

Portillo-rodríguez (2007) descreve o perfil do usuário como o conjunto de informações sobre as preferências, a *expertise* e o papel das pessoas no sistema. As preferências auxiliam na descoberta da maneira personalizada de visualização do conhecimento. A *expertise* corresponde aos tipos de conhecimento que o profissional de TIC e o perito de negócios detêm. O papel é importante, porque representa relações de cultura e poder na organização.

Segundo Lee e Shiva (2009), o perfil de usuário dos profissionais de TIC e dos peritos no negócio permite que os agentes tecnológicos realizem tarefas personalizadas, analisando e sintetizando informações

do usuário. O comportamento dos agentes tecnológicos é personalizado em função do perfil do usuário, de suas preferências e de suas *expertises*.

Para Zang *et al.* (2009), o perfil do usuário permite que o agente tecnológico de interface forneça acesso personalizado à base de conhecimento. É uma entidade autônoma que aprende com o perfil de usuário do perito no negócio e do profissional de TIC, atuando dinamicamente no sistema.

Vizcaino *et al.* (2007) inclui em sua arquitetura multiagentes para gestão do conhecimento um agente de preferências. Esse agente tecnológico monitora as tarefas do usuário para obter suas preferências e suas necessidades. O autor utiliza uma abordagem de modelagem do usuário que consiste em saber o que o agente humano “quer” e o que ele “conhece”, a partir do perfil do usuário.

Na arquitetura multiagentes, os profissionais de TIC e os peritos no negócio possuem um perfil de usuário, pois estão vinculados aos documentos de requisitos na fase de especificação e validação, ligando o criador com o consumidor do conhecimento. Esse perfil de usuário é estruturado por meio do modelo de agentes do Commonkads (SCHREIBER, 2002).

A Tabela 5 apresenta os profissionais de TIC e os peritos no negócio com a planilha AM-1 do modelo de agentes do Commonkads. O propósito do modelo de agentes é compreender os papéis e as competências requeridas para os trabalhadores do conhecimento desempenharem tarefas no sistema de engenharia de requisitos. É empregado na arquitetura para representação das informações do perfil do usuário.

Responsabilidades e restrições	O profissional de TIC é responsável pela qualidade dos requisitos documentados. Possui um contrato de trabalho com a organização-cliente. Atende às regras contratuais da organização-cliente como os parâmetros de custo, prazo, qualidade e escopo.	Estabelece junto à organização desenvolvedora: critérios de custo prazo e qualidade do artefato de <i>software</i> . Firma contrato entre as organizações e entre os trabalhadores do conhecimento como forma de estruturar ligações no
Outras competências	Habilidade interpessoal de comunicação e expressão, para tratar de diferentes domínios de negócio.	N/A (Não se aplica)
Conhecimento	Expertise na disciplina de engenharia de requisitos; Modelos de qualidade de processo e produto; Ferramentas de modelagem UML.	Conhecimento sobre um ou mais domínios de negócio específicos.
Comunica-se com	Peritos no negócio, profissionais de TIC e com os agentes tecnológicos da arquitetura multiagentes.	Peritos no negócio, profissionais de TIC e com os agentes tecnológicos da arquitetura multi-agentes.
Envolvido em	Elicitação, análise, especificação e validação dos requisitos.	Elicitação e validação dos requisitos.
Organização	Organização-cliente e organização Desenvolvedora.	Organização-cliente e desenvolvedora.
Nome	Profissional de TIC	Perito no negócio

Tabela 5 – Modelo de agentes AM-1 representando o agente profissional de TIC e o perito no negócio

Fonte: Adaptada de Schreiber (2002)

Com as informações e o conhecimento dos perfis de acesso dos profissionais de TIC e dos peritos no negócio, os agentes tecnológicos personalizarão as experiências das pessoas em interação dinâmica no sistema sociotecnológico de engenharia de requisitos.

Para incentivar o compartilhamento do conhecimento propõe-se um escore no perfil do usuário, criando uma cultura de compartilhamento por meio de gratificações instantâneas. O escore será calculado a partir das interações entre os peritos no negócio e os profissionais de TIC no sistema. Esse escore representará o grau de confiabilidade das pessoas no sistema. Segundo Hsu *et al.* (2007), a confiança é um construto multivalorado desenvolvido por meio de interações repetidas no tempo e nas redes sociais e tem relação direta com o compartilhamento do conhecimento, porque as pessoas compartilham apenas se confiam umas nas outras.

### **3.4 AGENTES TECNOLÓGICOS COMO COMPONENTES DE COLABORAÇÃO DINÂMICA**

O *design* da arquitetura multiagentes foi inspirado na metáfora do reino animal de Eccles e Groth (2006). Nessa metáfora, os agentes tecnológicos trabalham em grupo, cooperando na resolução de problemas como ocorre no reino animal com propósito e resultado esperados.

Na modelagem dos agentes tecnológicos foi empregado o modelo de tarefas do CommonKads. A razão para isso é que os sistemas de informação e de conhecimento se adaptam melhor se contextualizados às demandas de gestão da organização, e os *templates* de tarefas auxiliam nesse sentido (SCHEREIBER, 2002).

Para comunicação e colaboração em torno do artefato essencial, SRS no nível tecnológico, os agentes da arquitetura utilizam o protocolo aberto da internet denominado de *HTTP – Hyper Text Transfer Protocol*. Trata-se de um protocolo utilizado em sistemas de hipermídia distribuídos e colaborativos como os sistemas sociotecnológicos descritos por Fuchs (2005).

Segundo Moretto e Kern (2010), para interoperabilidade tecnológica é necessário o conhecimento das fontes de informação e das convenções do protocolo de troca de mensagens. Com as convenções e os padrões de troca de mensagens, os agentes tecnológicos podem executar ações e trocar mensagens no sistema.

No tópico sobre a arquitetura multiagentes são explicitadas as tarefas, os agentes, o ambiente de atuação, os ativos de conhecimento e os mecanismos de apoio às demandas da gestão do conhecimento,

conforme as oportunidades de colaboração dinâmica apresentadas no Capítulo 2. São apresentados, também, os mecanismos sociotecnológicos de compartilhamento do conhecimento e sua natureza interdisciplinar.

### 3.5 A ARQUITETURA MULTIAGENTES

A arquitetura multiagentes é composta de agentes tecnológicos em colaboração dinâmica com os peritos no negócio e com os profissionais de TIC. Os agentes tecnológicos da arquitetura desempenham tarefas intensivas de conhecimento durante as fases de especificação e validação dos requisitos de *software*. Eles favorecem o ciclo de conhecimento de acordo com os problemas e as oportunidades relatadas no Capítulo 2.

Na Figura 8 são caracterizados os agentes tecnológicos da arquitetura e o fluxo de conhecimento de Nonaka e Takeuchi (1995). Representa o sistema sociotecnológico de engenharia de requisitos sob as dimensões do CISM: componentes, ambiente, estrutura e mecanismos onde os agentes estão inseridos como componentes estruturando ligações no sistema.

Fora do tracejado encontram-se os itens do ambiente que impactam nos componentes da arquitetura. Entre esses itens estão os órgãos regulamentadores, as questões de cultura e poder e os modelos de qualidade focados no processo e no produto. As organizações-cliente e as desenvolvedoras demandam soluções tecnológicas baseadas na internet para apoiar os processos de comunicação, colaboração e inovação na sociedade do conhecimento.

Os agentes tecnológicos têm a responsabilidade de favorecer as demandas da gestão do conhecimento. Como atributo da qualidade espera-se favoreçam o compartilhamento do conhecimento no tempo adequado, no lugar certo, no formato correto e com o menor custo entre os profissionais de TIC e os peritos no negócio.

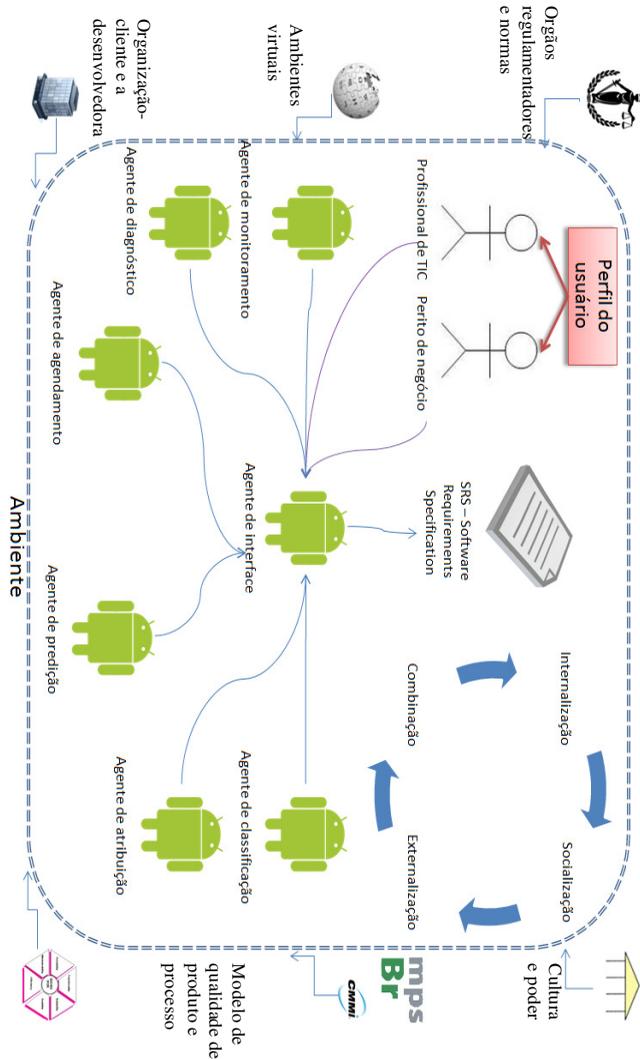


Figura 8 - Arquitetura multiagentes do sistema sociotecnológico de engenharia de requisitos  
 Fonte: Elaborada pelo autor

Para representação estruturada das tarefas do compartilhamento do conhecimento realizadas pelos agentes tecnológicos, utilizou-se o modelo de tarefas do *CommonKads* (SCHREIBER, 2002). Esse modelo

descreve o fluxo das tarefas em um processo específico, conforme a Tabela 6.

Tarefa	Desempenhada por	Onde?	Ativo de conhecimento	Intensivo	Significância
Disseminar conhecimento sobre os requisitos de <i>software</i> .	Agente de interface em interação com a arquitetura multiagentes.	Ambiente virtual de engenharia de requisitos e a internet.	Conhecimento do perfil do profissional de TIC e do perito no negócio para personalização do conhecimento.	SIM	4
Promover o uso e reuso na especificação dos requisitos.	Agente de predição em interação com o agente de interface, requisito de <i>software</i> e profissional de TIC.	Ambiente virtual de engenharia de requisitos e a internet.	Conhecimento das fontes de informação e dos formatos (VIZCAINO, 2007). Sugere requisitos para o profissional de TIC. Utiliza técnica de <i>mashup</i> para sintetizar as informações e o conhecimento dos requisitos possibilitando o uso e reuso de artefatos.	SIM	5
Classificar os requisitos	Agente de classificação em interação com o agente de interface e o profissional de TIC.	Ambiente virtual de engenharia de requisitos e a internet.	Conhecimento das classes de tipos de requisitos como os explicitados por Sommerville (2007).	SIM	3

Monitorar os requisitos	Agente de monitoramento em interação com o agente interface, requisito de <i>software</i> , profissional de TIC e perito no negócio.	Ambiente virtual de engenharia de requisitos e a internet.	Monitora os requisitos durante a especificação e validação. Dissemina informações e conhecimento para os profissionais de TIC e o perito apoia a externalização do conhecimento (DIGNUN, 2004).	SIM	3
Diagnosticar os perfis dos usuarios	Agente de diagnóstico em interação com o agente de interface.	Ambiente virtual de engenharia de requisitos. Atua durante o mecanismo de especificação, apoiando a combinação do conhecimento	Analisa a base de conhecimento com técnicas para descoberta de conhecimento.	SIM	2
Agendar tarefas	Agente de agendamento, agente de interface, profissional de TIC e perito no negócio.	Ambiente virtual de engenharia de requisitos. Apoia a externalização do conhecimento.	Possui conhecimento sobre as datas contratuais para especificação e validação dos requisitos e os profissionais de TIC e os peritos no negócio responsáveis por sua realização.	SIM	2

Delegar tarefas	Agente de atribuição em interação com o agente de interface, profissional de TIC, perito no negócio.	Ambiente virtual de engenharia de requisitos. Atua na validação dos requisitos, apoiando a atribuição do perito no negócio responsável pela validação dos requisitos e do profissional de TIC responsável pelo artefato.	Conhecimento sobre as repositabilidade dos profissionais de TIC e dos peritos no negócio.	SIM	1
-----------------	--	--	---	-----	---

Tabela 6 – Tarefas dos agentes tecnológicos da arquitetura multiagentes.

Fonte: Schreiber (2002) – modelo de tarefas do *CommonKads* adaptado para representar as tarefas dos agentes tecnológicos

O agente de interface tem a tarefa de mediar a comunicação entre os agentes humanos e tecnológicos. É embasado nas pesquisas de Lee e Shiva (2009), Zang *et al.* (2009), Vizcaino *et al.* (2007) e Dignum (2004), para personalização do fluxo do conhecimento a partir do perfil de usuário. Atua como um mediador no fluxo de conhecimento na engenharia de requisitos.

O agente de predição em conjunto com o agente de interface apoia a externalização e a combinação do conhecimento. Ele tem a responsabilidade de coletar informações sobre os dados, modelos e experiências de diferentes fontes de conhecimento e utiliza as fontes de informação e o conhecimento da ontologia de Vizcaino *et al.* (2007), apresentados na Figura 9 e agrupadas em quatro classes: documentos, internet, pessoas e *e-mails*.

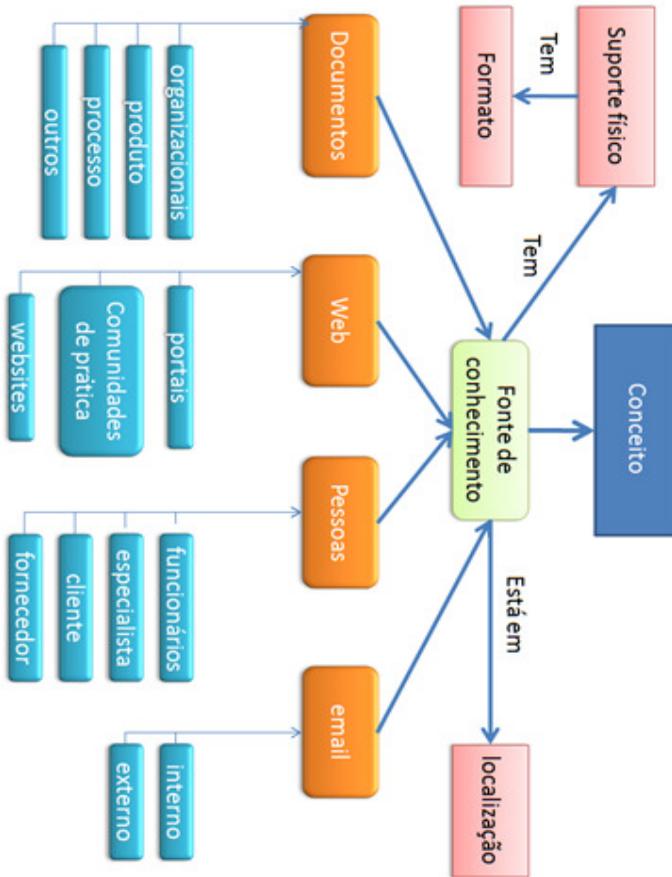


Figura 9 - Ontologia de fontes de conhecimento

Fonte: Adaptada de Vizcaino *et al.* (2007) (tradução do autor)

Os dados, modelos e experiências foram codificados previamente durante a interação entre os profissionais de TIC e os peritos no negócio nas bases de dados e nos repositórios da organização desenvolvedora. As fontes de informação têm localização e formato e representam um conhecimento específico.

O agente de predição aplica a tecnologia de *mashup* que, segundo Yu (2008), consiste em integrar informações e conhecimentos a partir de

fontes heterogêneas como o modelo de Vizcaino *et al.* (2007) apresentado na Figura 9. Auer (2008) define constitutivamente o *mashup* como um mecanismo de coleta e visualização de dados e informações de maneira inovadora, diferente de sua origem.

O agente de classificação apoia o profissional de TIC na classificação dos requisitos durante a especificação. Utiliza a classificação dos requisitos funcionais e não funcionais de Sommerville (2007), conforme Figura 10. Tal classificação primária é utilizada por ser um padrão que favorece a combinação do conhecimento.



Figura 10 - Classificação dos requisitos funcionais e não funcionais  
Fonte: Adaptada de Sommerville (2007)

Allemang e Hendler (2008) afirmam que as classificações e os modelos favorecem a comunicação entre os peritos em negócio e os profissionais de TIC. Para os autores um modelo descreve uma situação de forma que os profissionais de TIC e os peritos no negócio possam compreender.

O monitoramento dos requisitos e do contexto realizado pelo agente tecnológico consiste em verificar os compromissos na base de conhecimento como se fosse uma secretária personalizada. Dignun (2004) afirma que os agentes tecnológicos podem lembrar os peritos de negócio e os profissionais de TIC dos prazos, agindo conforme regras pré-estabelecidas.

A tarefa de diagnóstico na arquitetura multiagentes consiste em identificar os peritos de negócio e os profissionais de TIC que criam e utilizam conhecimentos similares. Vizcaino *et al.* (2007) exemplificam

com um grupo de pessoas que utilizam a mesma linguagem de programação e necessitam de conhecimentos comuns para desenvolver os seus *softwares*. Isso envolve a combinação de conhecimento e propicia a socialização entre os agentes humanos.

Segundo Lee e Shiva (2009), o perfil do usuário permite que o agente tecnológico de diagnóstico estruture o conhecimento na arquitetura e vincule os produtores e os consumidores do conhecimento, além de habilitar a transferência do conhecimento, inferindo aos profissionais de TIC e de negócios outros trabalhadores do conhecimento que utilizam e possuem *expertises* similares, possibilitando a comunicação, colaboração e o compartilhamento do conhecimento.

A gestão das tarefas é apoiada pelo agente de agendamento e pelo agente de interface. Essa gestão consiste em auxiliar os profissionais de TIC e os peritos no negócio a cumprirem os prazos durante a especificação e a validação dos requisitos (ZHANG *et al.*, 2008)

### 3.6 O MODELO DO DOCUMENTO DE REQUISITOS

Quando o profissional de TIC trabalha na solução de um problema, ele procura utilizar sua experiência e o conhecimento adquirido para encontrar uma solução. Em geral, esses profissionais tomam decisões com base em experiências de problemas similares (BUSCHMANN; HENNEY; SCHIMIT, 2007).

Durán *et al.* (1999) afirmam que os modelos e os padrões auxiliam na explicitação dos requisitos de *software*. Os modelos e os padrões promovem o reuso e possibilitam que os requisitos sejam compreendidos pelos profissionais de TIC e pelos peritos no negócio, além disso, esses requisitos podem ser manipulados por agentes tecnológicos em tarefas intensivas de conhecimento.

Segundo Buschmann, Henney e Schimit (2007), os padrões são amplamente utilizados na engenharia de *software*, já utiliza-se o conceito de padrão de projeto para representar um modelo que permeia todos os padrões, tais como:

1. Contexto: a situação que faz emergir o problema;
2. Problema: o problema recorrente que surge no contexto; e
3. Solução: uma resolução comprovada do problema.

Com o modelo de Durán *et al.* (1999) representa-se os documentos de requisitos de *software* de maneira que sejam

compreensíveis aos profissionais de TIC e aos peritos no negócio. Agrega-se a este modelo informações sobre o contexto apresentado no tópico 3.2, a definição do problema e a solução para codificação do conhecimento na organização desenvolvedora.

RI-<Id>	Cada requisito deve ser identificado por um nome e um identificador único. Esse princípio auxilia na recuperação e na identificação dos requisitos.
Versão	Diferentes versões do documento de requisitos devem ser gerenciáveis. Informa o número da versão atual e a data do documento.
Autor	Nome dos profissionais de TIC envolvidos e da organização.
Fonte	Nome dos peritos envolvidos no negócio e da organização.
Propósito	Descreve porque o requisito é importante para atingir os objetivos da organização.
Descrição	Conceitos relevantes ao requisito para sua compreensão e suas relações.
Dados específicos	Lista de dados relevantes para um determinado conceito.
Intervalo de tempo	O tempo de relevância de um conceito para o sistema de informação. Ex: t= {passado, presente}.
Importância	Importância do requisito para a organização. Ex: i= {requerido, essencial, desejável}.
Urgência	Urgência do requisito para a organização. Ex: u={imediate, sob pressão, pode aguardar}.
Comentários	Informações e conhecimentos, que não puderam ser expressos nos outros campos, podem ser explicitados aqui.

Figura 11 - Modelo para estruturar os requisitos em linguagem natural informando o criador e outras informações gerenciais

Fonte: Durán (1999)

Schneider (2009) ressalta que os modelos para estruturar o conhecimento dos requisitos de *software* devem ser otimizados não para o seu criador, mas para o consumidor do conhecimento. O mesmo autor afirma ainda que para o efetivo compartilhamento do conhecimento, o modelo deve ser apresentado de forma que peritos em negócio e profissionais de TIC associem seu próprio conhecimento e contexto com o artefato.

### 3.7 AMBIENTES VIRTUAIS E A INTERNET

King e Marks Junior (2008) afirmam que sistemas e processos habilitam o compartilhamento do conhecimento de formas inovadoras. A internet é uma dessas principais formas, revolucionando as mídias de comunicação e de colaboração.

Para Portillo-rodríguez et al. (2007), a criação da internet e do GroupWare<sup>5</sup>, inspirou um novo tipo de ambiente: os ambientes virtuais. Esses ambientes formados na internet atendem às necessidades de seus membros para comunicação, informação e compartilhamento do conhecimento.

Uma comunidade virtual é definida como um *cyberspace* suportado pelas tecnologias da informação e centrada na comunicação e interação dos componentes do sistema para gerar conhecimento. Essas comunidades possibilitam que os peritos em negócio e em TIC aprendam, contribuam e construam o conhecimento de maneira coletiva (HSU et al., 2007).

Os ambientes virtuais são caracterizados por grupos coesos de membros, ou melhor, por componentes do sistema sociotecnológico e possibilitam a comunicação, a colaboração e o compartilhamento do conhecimento, disponibilizando ferramentas e recursos (ORHUN; HOPPLE, 2008).

Segundo Fang e Chiu (2009), os ambientes virtuais são formados por grupos de agentes que compartilham uma preocupação, um conjunto de problemas ou uma paixão sobre um tópico e aprofundam seus conhecimentos e *expertise* nessa área. Interagem continuamente por meio de redes sociais com propósitos individuais ou coletivos.

Rech, Bogner e Haas (2007) definem os ambientes virtuais como redes sociais que compartilham um interesse comum em uma área específica de conhecimento ou competência. Esses indivíduos estão dispostos a trabalhar e a aprender em conjunto durante um período de tempo para desenvolver e compartilhar o conhecimento.

Os peritos no negócio e os profissionais de TIC atuam de forma pró-ativa em diferentes ambientes virtuais, eles buscam, coletam ou ainda contribuem com conhecimento para melhorar suas capacidades,

---

<sup>5</sup> GroupWare: trata-se de um tipo de sistema baseado em computador que auxilia grupos de pessoas envolvidas em tarefas comuns em um ambiente virtual compartilhado.

desenvolver experiências ou solucionar problemas intensivos de conhecimento nas organizações (LIN; HUNG; CHEN, 2009).

### 3.8 MECANISMOS SOCIOTECNOLÓGICOS DA ARQUITETURA

Os mecanismos sociotecnológicos buscam apoiar a interação dos profissionais de TIC e dos peritos no negócio no sistema de engenharia de requisitos. Esses mecanismos são característicos de *softwares* sociais como a Web 2.0, que, segundo Auer (2008), favorecem a interação e simplificam as contribuições das pessoas. Entre os mecanismos para compartilhar dados, informações e conhecimento na Web 2.0, Auer (2008) destaca os seguintes:

1. *Folksonomias*: anotação dos requisitos com marcações e palavras-chave. As nuvens de marcações possibilitam navegação na base de conhecimento e no filtro dos requisitos.
2. Gratificações instantâneas: os agentes humanos e tecnológicos que compartilham conhecimento no sistema sociotecnológico de engenharia de requisitos aumentam a sua reputação no sistema e promovem o compartilhamento do conhecimento, criando uma cultura de participação.
3. *Mashup*: integração de diferentes fontes de informação e de conhecimento. Segundo Yu (2008) são aplicações *web* geradas por meio da combinação de conteúdo, apresentação e recursos disponíveis na internet.

Esses mecanismos demandam interação dinâmica entre os agentes humanos e tecnológicos. São típicos de sistemas sociotecnológicos, descritos por Eccles e Groth (2006) e por Fuchs (2006) como sistemas de resolução de problemas compostos de agentes humanos e tecnológicos em colaboração dinâmica.

Para representação do mecanismo sociotecnológico de compartilhamento do conhecimento na engenharia de requisitos utilizou-se um diagrama de atividades representado pela Figura 12 que expressa à seqüência de tarefas do sistema e algumas das ligações dos agentes com as tarefas.

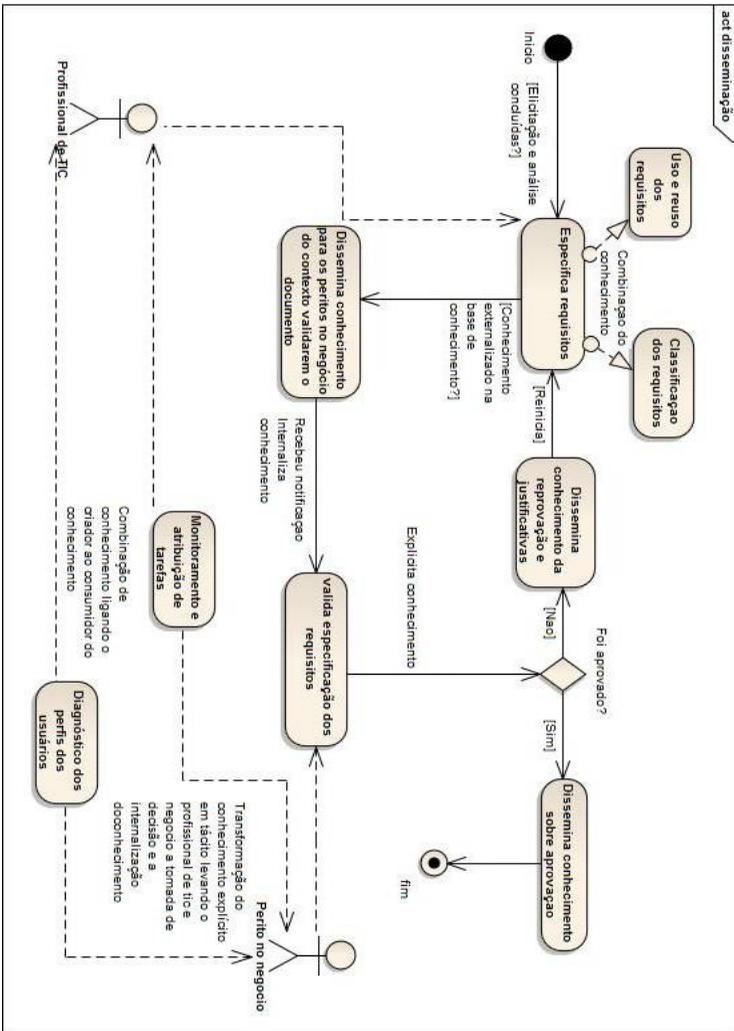


Figura 12 - Mecanismo sociotecnológico de compartilhamento do conhecimento na arquitetura multiagentes  
 Fonte: Elaborada pelo autor

### 3.9 PRINCÍPIOS PARA O *DESIGN* E EVOLUÇÃO DA ARQUITETURA

O modelo CESM e sua abordagem sistêmica, assim como o framework metodológico e o CommonKads de Schreiber (2002), apoia a arquitetura com seus princípios metodológicos para a construção de sistemas de conhecimento. Esse modelo combina a visão holista e a análise das partes para, então, construir o artefato tecnológico de conhecimento, abordando o sistema de forma *top-down*.

A metodologia Commonkads (SCHREIBER, 2002) parte da premissa de que há construção de diferentes aspectos do conhecimento humano. Tal metodologia tem como abordagem a modelagem do conhecimento e não os aspectos técnicos de implementação dos sistemas. Trata-se da metodologia de engenharia de conhecimento adotada no processo de *design* do protótipo de sistema para realização dos testes empíricos.

De forma complementar aos princípios do CommonKads (SCHREIBER, 2002), a sequência de passos sugerida por Lee e Shiva (2009), na Figura 13, auxilia na priorização dos requisitos do sistema sociotecnológico de engenharia de requisitos e habilita o compartilhamento do conhecimento na arquitetura multiagentes em passos. Dessa maneira, Lee e Shiva (2009) propõem os seguintes passos:

1. projetar um ambiente virtual para a organização, disponibilizando ferramentas de pesquisa a partir de múltiplas fontes de conhecimento;
2. fornecer buscas e notificações pró-ativas para novos conhecimentos; e
3. construir e manter um perfil dos peritos em negócio e dos profissionais de TIC, habilitando notificações pró-ativas e a melhoria da rede social entre os profissionais de TIC e os peritos no negócio.

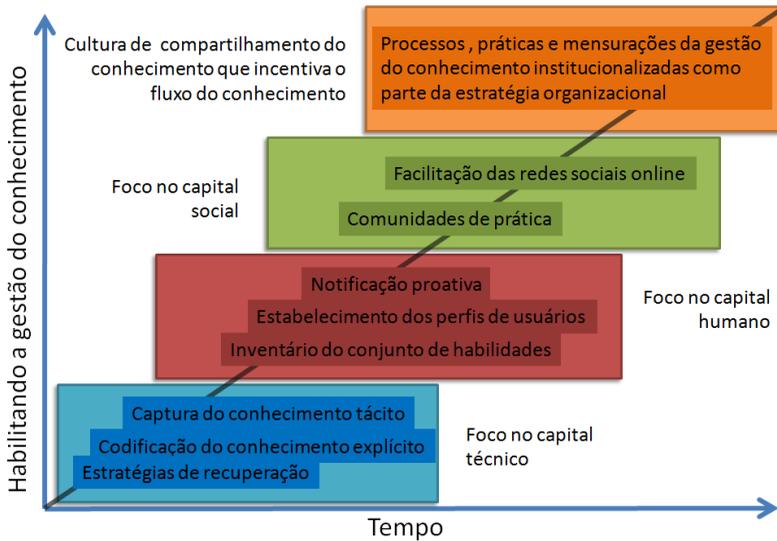


Figura 13 - Etapas para habilitar o compartilhamento do conhecimento nas organizações  
 Fonte: Adaptada de Lee e Shiva (2009) (traduzida pelo autor)

Para Lee e Shiva (2009), os ambientes virtuais favorecem a criação de ligações entre os componentes e a disseminação do conhecimento. Em um curto espaço de tempo muitos componentes estabelecem ligações com maior frequência do que na interação corpo a corpo.

O modelo adotado na priorização é focado no capital técnico, humano e social das redes sociais e traz benefícios para as organizações-cliente e para as desenvolvedoras em termos de desempenho sistêmico. A quarta etapa do modelo em estágios de Lee e Shiva (2009) depende da iniciativa da gestão e de mecanismos como incentivos financeiros, promoções e outras abordagens para motivar o comportamento de compartilhar conhecimento na organização. Essas são ações estratégicas da gestão e fora do escopo da pesquisa de dissertação.

### 3.10 CONCLUSÕES DO CAPÍTULO

Segundo Lee e Shiva (2009), o desafio da gestão do conhecimento é compartilhar o conhecimento entre os trabalhadores do conhecimento como um ciclo contínuo de aprendizado. É um ativo intangível que possibilita a inovação e a competitividade na sociedade do conhecimento.

A visão de mundo que sustenta a arquitetura é o sistemismo de Bunge (2003) e o modelo CESM. Essa visão consiste na introdução de componentes como os agentes artificiais, o modelo de requisitos, o perfil de usuário, a internet, como um item do ambiente essencial, e os mecanismos sociotecnológicos de compartilhamento do conhecimento na engenharia de requisitos.

Como técnica de engenharia do conhecimento para apoiar o compartilhamento do conhecimento, aplicou-se na arquitetura multiagentes uma episteme interdisciplinar. Isso envolve os agentes humanos e tecnológicos em colaboração dinâmica na resolução de problemas (ECCLES; GROTH, 2006; FUCHS, 2006).

A arquitetura presta-se a guiar os engenheiros do conhecimento para instanciar sistemas sociotecnológicos de engenharia de requisitos, focando em etapas técnicas, humanas e sociais. O resultado da sistematização da arquitetura nas organizações é o desempenho sistêmico da organização do conhecimento.



## 4. PROTÓTIPO DA ARQUITETURA MULTIAGENTES

### 4.1 INTRODUÇÃO

Este capítulo versará sobre os procedimentos metodológicos realizados no desenvolvimento do protótipo da arquitetura multiagentes para estudo empírico do compartilhamento do conhecimento nos sistemas sociotecnológicos de engenharia de requisitos. O objetivo deste capítulo é alinhar o problema de pesquisa e os passos metodológicos para apresentação da solução proposta.

Nos Capítulos 2 e 3 são explicitados os requisitos elicitados e analisados a partir da visão sistêmica da engenharia de requisitos e da arquitetura multiagentes para o compartilhamento do conhecimento. Tais requisitos estão especificados na arquitetura com suas características sociotecnológicas por meio do modelo sistêmico CESH e dos modelos de agentes e de tarefas do CommonKads. A priorização dos requisitos foi balizada pelo modelo de Lee e Shiva (2009) para compartilhar conhecimento em ambientes virtuais e pelas teorias do compartilhamento do conhecimento em ambientes virtuais como Usoro *et al.* (2007).

Caracteriza-se o protótipo da arquitetura multiagentes e sua organização interna em termos de subsistemas, adaptando o método de *design* de sistemas do CommonKads (SCHREIBER, 2002). A partir da visão global da arquitetura, identifica-se as plataformas de *hardware* e *software* utilizadas na implementação do sistema. Ainda especificam-se as regras dos subsistemas e desenvolve-se um protótipo do sistema sociotecnológico de engenharia de requisitos para estudo empírico do compartilhamento do conhecimento mediado por agentes tecnológicos.

### 4.2 APRESENTAÇÃO DO PROTÓTIPO K-SHARE

O protótipo do sistema sociotecnológico para o compartilhamento do conhecimento, denominado de *Knowledge Sharing on Requirements Engineering – KSHARE*, foi elaborado como resultado da pesquisa de mestrado realizado no PPEGC – UFSC em 2009-2011 sob a coordenação do Professor orientador Vinícius Kern e O coorientador Professor Gregório Varvakis. O objetivo do protótipo foi o de estudar

empiricamente o compartilhamento do conhecimento em sistemas sociotecnológicos de engenharia de requisitos mediado por agentes tecnológicos.

Na construção do protótipo adaptou-se o processo de *design* de arquiteturas de sistemas de conhecimento do *CommonKads* (SCHREIBER, 2002). Os passos para a construção do protótipo foram:

1. projetar o *design* da arquitetura decompondo os agentes tecnológicos em subsistemas de *software*, seguindo o paradigma orientado a objetos e o padrão modelo visão e controle – MVC;
2. identificar a plataforma de *hardware* e *software* e suas restrições para implementação da arquitetura multiagentes;
3. especificar as regras dos agentes tecnológicos e suas interfaces entre os subsistemas de *software*; e
4. prototipar as interfaces dos profissionais de TIC e de negócios com os agentes tecnológicos.

O primeiro passo consiste na descrição global da arquitetura tecnológica, uma visão holista apresentada por meio do padrão de projeto modelo-visão-controlado – MVC. É um paradigma de projeto de sistemas de *software* orientados a objetos e originados na linguagem de programação SMALLTALK-80<sup>6</sup>. A seguir serão descritas as camadas e as características do MVC:

1. Modelo da aplicação: representa o subsistema de dados e funções dos agentes tecnológicos. Os dados são as bases de conhecimento manipuladas pelos humanos em interação dinâmica com os agentes tecnológicos.
2. Visão: especifica as visões externas que fazem fronteira com o usuário. Tipicamente são as interfaces do usuário e as formas de entrada e saída de dados no sistema.
3. Controle: é a unidade central de controle e comando. Tipicamente é orientado a eventos contendo manipuladores de eventos internos da aplicação e os controles externos do sistema. Pode conter estratégias de agendamento de eventos. É a unidade de inferência dos agentes tecnológicos em que são codificadas as regras.

A divisão em camadas de *software* facilita a programação dos subsistemas de *software* e a compreensão do funcionamento do sistema de informação. Para representar as camadas modelou-se um diagrama de

---

<sup>6</sup> Trata-se da primeira linguagem de programação orientada a objetos.

robustez usando os estereótipos de modelo, visão e controle do ICONIX<sup>7</sup>. O diagrama de robustez representa o domínio dos agentes tecnológicos e o seu escopo. O diagrama de classes complementa a visão das camadas com informações dos relacionamentos e dados do modelo conceitual da base de conhecimento.

Teoricamente, o *design* da arquitetura é completamente independente da programação. Na prática mapear um modelo de *software* orientado a objetos para um paradigma estruturado leva mais tempo do que se fosse codificado e orientado a objetos. Diagnosticar limitações tecnológicas influencia na escolha das bibliotecas dos componentes de *software* e impacta na robustez da arquitetura multiagentes.

Após a especificação do modelo do sistema, são prototipadas as interfaces do profissional de TIC e de negócios em interação dinâmica com os agentes tecnológicos. Esses protótipos explicitam as fronteiras do sistema sociotecnológico de engenharia de requisitos constituindo a mídia de visualização do conhecimento.

O resultado é um protótipo da arquitetura multiagentes que tem como propósito o estudo empírico do compartilhamento do conhecimento e presta-se, ainda, a guiar futuras implementações do compartilhamento do conhecimento em sistemas sociotecnológicos de engenharia de requisitos.

### **4.3 ETAPAS DO PROTÓTIPO *K-SHARE***

O modelo sistêmico da engenharia de requisitos é uma representação de alto nível dos requisitos sociotecnológicos para o compartilhamento do conhecimento, portanto, orientam a modelagem dos agentes tecnológicos. A seguir serão explicitadas cada uma das etapas de *design* do protótipo do sistema e suas entradas e saídas em nível de subsistemas de *software*.

---

<sup>7</sup> O diagrama de robustez da metodologia de engenharia de *software* ICONIX é um misto entre um diagrama de classes e um diagrama de atividades. Apresenta o modelo de domínio em interação. Descreve o comportamento dos casos de uso explicitando os componentes e o comportamento do *software*.

### **4.3.1 Descrição Global da Arquitetura Tecnológica**

A descrição global da arquitetura tem como objetivo apresentar os subsistemas em nível tecnológico. Especifica os subsistemas separando as camadas em modelo visão e controle e descrevendo os cenários de compartilhamento do conhecimento. A divisão de camadas minimiza a complexidade de análise e de especificação, já que cada camada tem uma responsabilidade e um comportamento esperado, conforme os cenários de compartilhamento apresentados a seguir.

#### **4.3.1.1 Disseminação do Conhecimento no Sistema Sociotecnológico de Engenharia de Requisitos**

A disseminação do conhecimento no sistema sociotecnológico de engenharia de requisitos ocorre em dois cenários distintos, conforme Figura 14 e 15. No primeiro cenário, o agente de interface alerta os profissionais de TIC e os peritos no negócio sobre eventos. Por meio de ferramentas de *e-mail*, os agentes tecnológicos notificam as pessoas durante a especificação e a validação dos requisitos. Como exemplo, o profissional de TIC ao especificar um requisito no sistema informa o contexto e os artefatos relacionados e indica peritos no negócio, já que eles serão responsáveis pela validação.

A partir dessas informações, o agente tecnológico de interface notifica o perito no negócio, informando que o documento de requisitos está disponível em mídia digital no ambiente virtual para validação. Gera-se um histórico com a data de especificação e a notificação que será enviada aos envolvidos.

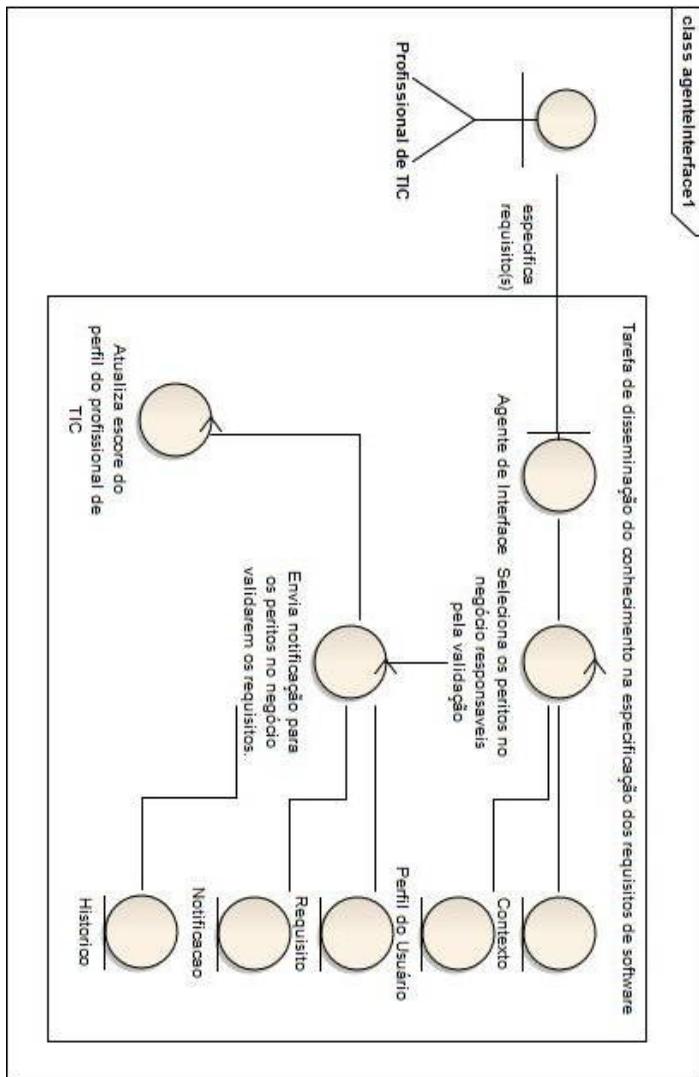


Figura 14 - Diagrama de robustez da tarefa de disseminação do conhecimento durante a especificação dos requisitos de *software*

Fonte: Elaborada pelo autor

Cumprindo os prazos, a reputação dos usuários aumenta e isso reflete na confiabilidade do profissional e na sua intenção de compartilhar conhecimento. Esse escore é uma estratégia para incentivar o compartilhamento do conhecimento por meio de gratificações instantâneas.

A disseminação do conhecimento na engenharia de requisitos ocorre ainda durante a validação dos requisitos pelo perito no negócio. Os peritos no negócio são notificados pelo agente de interface sobre os requisitos a serem validados e as datas limites a serem cumpridas.

Quando o perito no negócio aprova o documento de requisitos, o agente de interface aumenta a reputação dos profissionais de TIC responsáveis pela especificação. O agente tecnológico de interface gera um histórico de aprovação e notifica os profissionais de TIC, disseminando que o documento está validado pelo cliente e que pode ser enviado à equipe de desenvolvimento de sistemas de *software*.

Ao rejeitar o documento de requisitos, o perito no negócio deve informar as razões e justificar a reprovação. Nesse caso, o agente de interface notifica o profissional de TIC que deverá internalizar as informações e os conhecimentos transmitidos em virtude da reprovação. O agente de interface gera um histórico no sistema informando a data da reprovação e os motivos dessa reprovação. Nessa condição, os profissionais de TIC envolvidos devem revisar o documento e agir conforme as normas e as cláusulas contratuais da organização e os fatores contextuais.

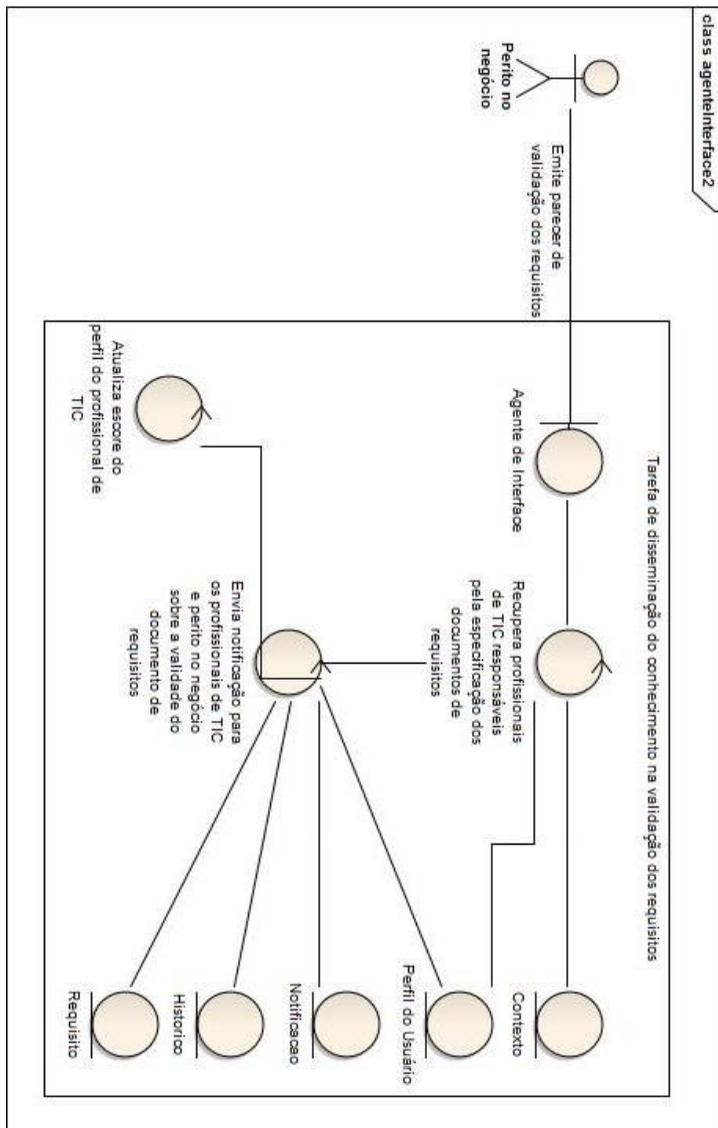


Figura 15 - Diagrama de robustez da tarefa de disseminação do conhecimento durante a validação dos requisitos de *software*

Fonte: Elaborada pelo Autor

### 4.3.1.2 Promover o Uso, o Reuso e a Classificação dos Requisitos, Externalizando e Combinando Conhecimento

A externalização e a combinação do conhecimento ocorrem durante a especificação dos requisitos. É nessa etapa que o profissional de TIC cria, usa e reusa os documentos de requisitos. Para tanto, o agente tecnológico de predição, em interação com o agente tecnológico de interface e com as pessoas, consulta informações e conhecimentos dos repositórios como os documentos da organização, *e-mail*, internet e perfil do usuário. Assim, o agente de predição sintetiza as informações e os conhecimentos a partir de múltiplas fontes e sugere artefatos aos profissionais de TIC para o uso e o reuso por meio de uma consulta com termos e palavras-chave.

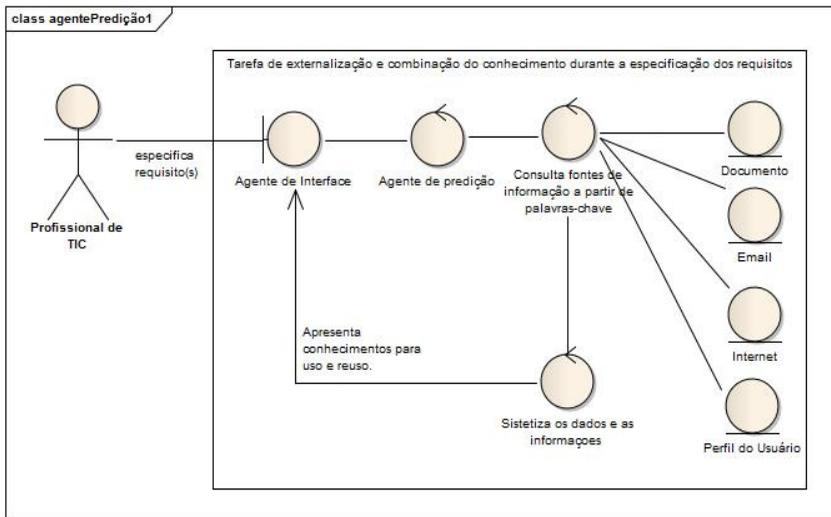


Figura 16 - Externalização do conhecimento por meio do uso e do reuso dos documentos de requisitos  
 Fonte: Elaborada pelo autor

Quando um artefato é selecionado para o uso ou para o reuso, o agente de interface identifica os profissionais de TIC e de negócios envolvidos na especificação e validação dos requisitos. A razão para isso é que o conhecimento codificado possui valor para outros



### 4.3.1.3 Monitoramento dos Requisitos e a Internalização do Conhecimento

O agente de monitoramento, apresentado na Figura 18, é responsável por monitorar os prazos de especificação e validação dos requisitos e interage com o agente de interface para notificar os profissionais de TIC e os peritos no negócio sobre eventos. É um agente autônomo, pró-ativo com comportamento temporal.

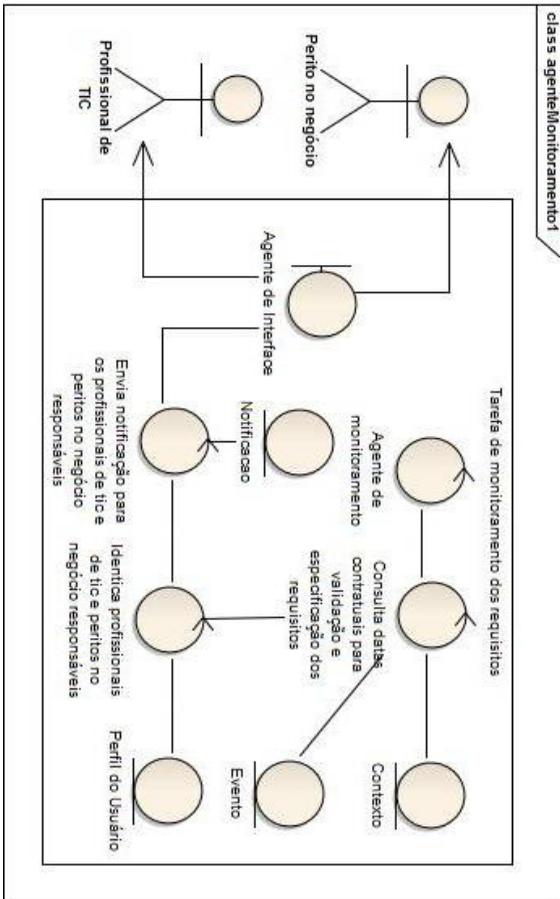


Figura 18 - Monitoramento dos contextos e eventos no sistema, apoiando a internalização do conhecimento  
 Fonte: Elaborada pelo autor

O agente tecnológico monitora os dados e as informações dos contextos apoiando a internalização do conhecimento nas pessoas. Notifica os profissionais de TIC e os peritos no negócio sobre os prazos de validação e especificação dos requisitos. Devido às notificações as pessoas tomam decisões sobre como agir com base em sua *expertise*, visão de mundo e o contexto organizacional. É um gatilho é a internalização do conhecimento adquirido em interação com o agente tecnológico de monitoramento no sistema sociotecnológico de engenharia de requisitos.

#### **4.3.1.4 Combinação do Conhecimento Diagnosticando os Criadores e os Consumidores do Conhecimento**

O agente de diagnóstico vincula o criador ao consumidor do conhecimento, possibilitando a combinação do conhecimento e o estabelecimento de ligações na rede social. Ele exhibe os profissionais de TIC e os peritos no negócio com áreas de conhecimento similares às informadas no perfil de usuário e facilita a criação e a manutenção da rede social e o compartilhamento do conhecimento. Analisa, ainda, o contexto dos projetos, seus trabalhadores e os requisitos para identificar similaridades de conhecimentos.

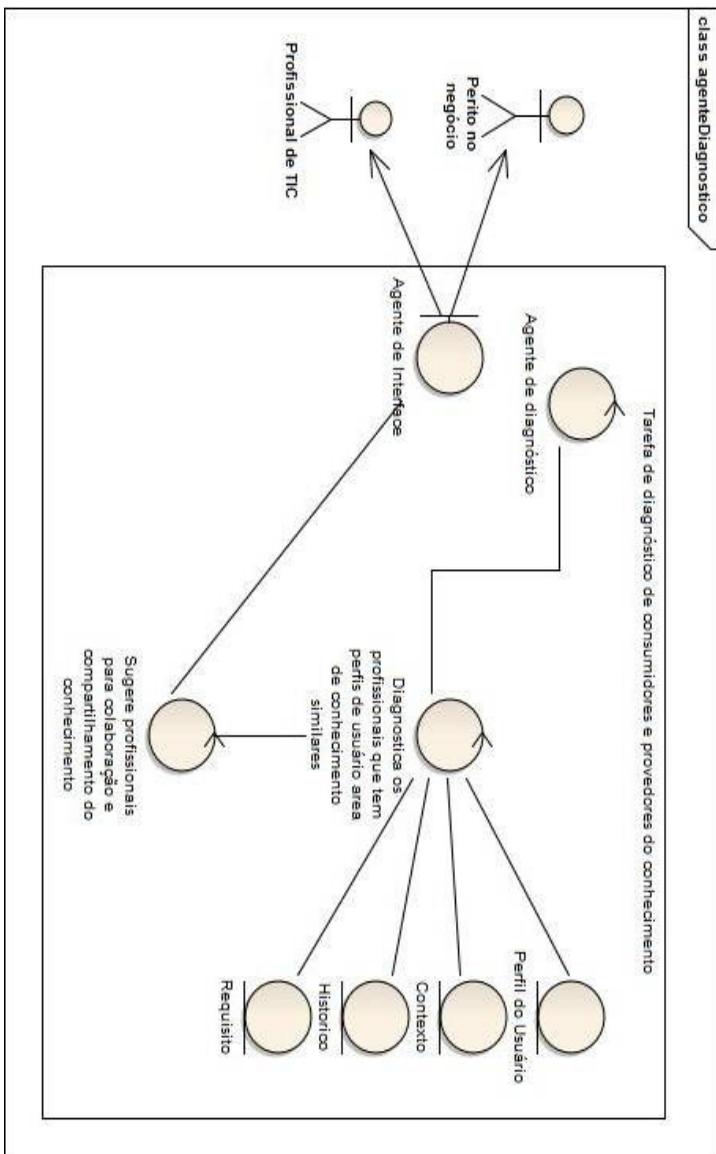


Figura 19 - Diagnóstico dos criadores e consumidores do conhecimento e a combinação do conhecimento  
 Fonte: Elaborada pelo autor

Como exemplo, a rede social LinkedIn<sup>8</sup> sugere contatos para que os usuários possam expandir suas redes sociais nos ambientes virtuais. Essa rede facilita a comunicação e a colaboração entre os profissionais, apoiando o compartilhamento do conhecimento.

#### **4.3.1.5 Externalização do Conhecimento na Gestão e Atribuição de Tarefas**

Os agentes tecnológicos de agendamento e de atribuição de tarefas são responsáveis por externalizar informações e conhecimentos sobre os requisitos. Eles analisam o contexto e os documentos de requisitos vinculados para atribuir tarefas de validação e especificação aos profissionais de TIC e aos peritos no negócio. Esses agentes buscam por prazos de especificação ou de validação que estejam em não conformidade e quando identificam um prazo extrapolado notificam os envolvidos no contexto e indicam outros profissionais que possam eventualmente realizar essa tarefa. Ao assumir a tarefa, o profissional de TIC e o perito no negócio são notificados no sistema.

---

<sup>8</sup> LinkedIn é uma rede social para manter contatos sociais com profissionais, empregados e empregadores. Acessível em: <<http://www.linkedin.com/>>.

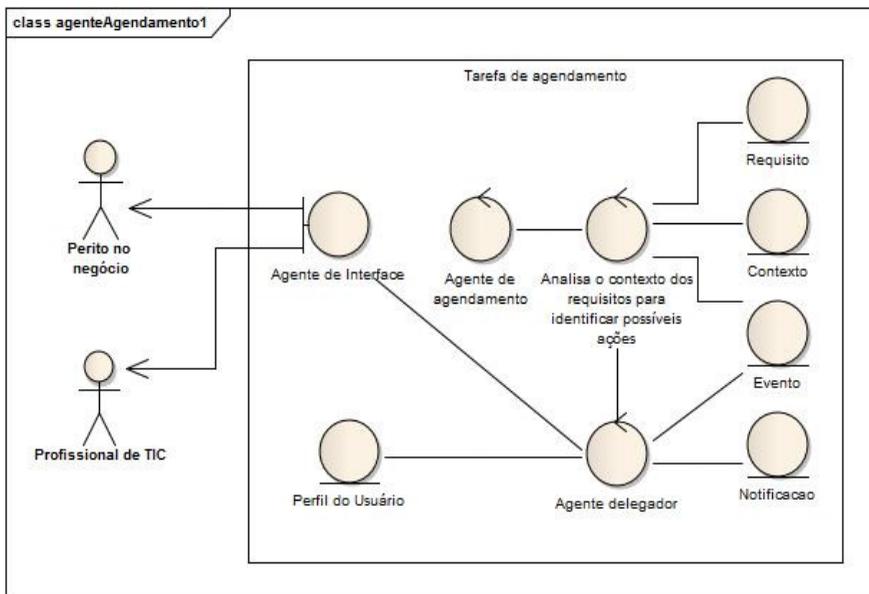


Figura 20 - Externalização do conhecimento realizada pelo agente tecnológico de agendamento e o delegador de tarefas

Fonte: Elaborada pelo autor

#### 4.4 MODELO CONCEITUAL

O modelo conceitual também denominado de modelo de domínio é um diagrama de classes da UML que representa informações e conhecimentos sobre os requisitos do sistema. Esse modelo não expressa o comportamento, apenas os dados da base de conhecimento e as informações sobre os relacionamentos e suas cardinalidades.

Na Figura 20 são explicitadas as relações entre as classes e suas cardinalidades. Todos os requisitos de *software* estão vinculados ao contexto que define as regras de compartilhamento do conhecimento e os profissionais envolvidos. Cada requisito é classificado por palavras-chave por meio das *folksonomias*, apoiando o uso e o reuso do conhecimento.

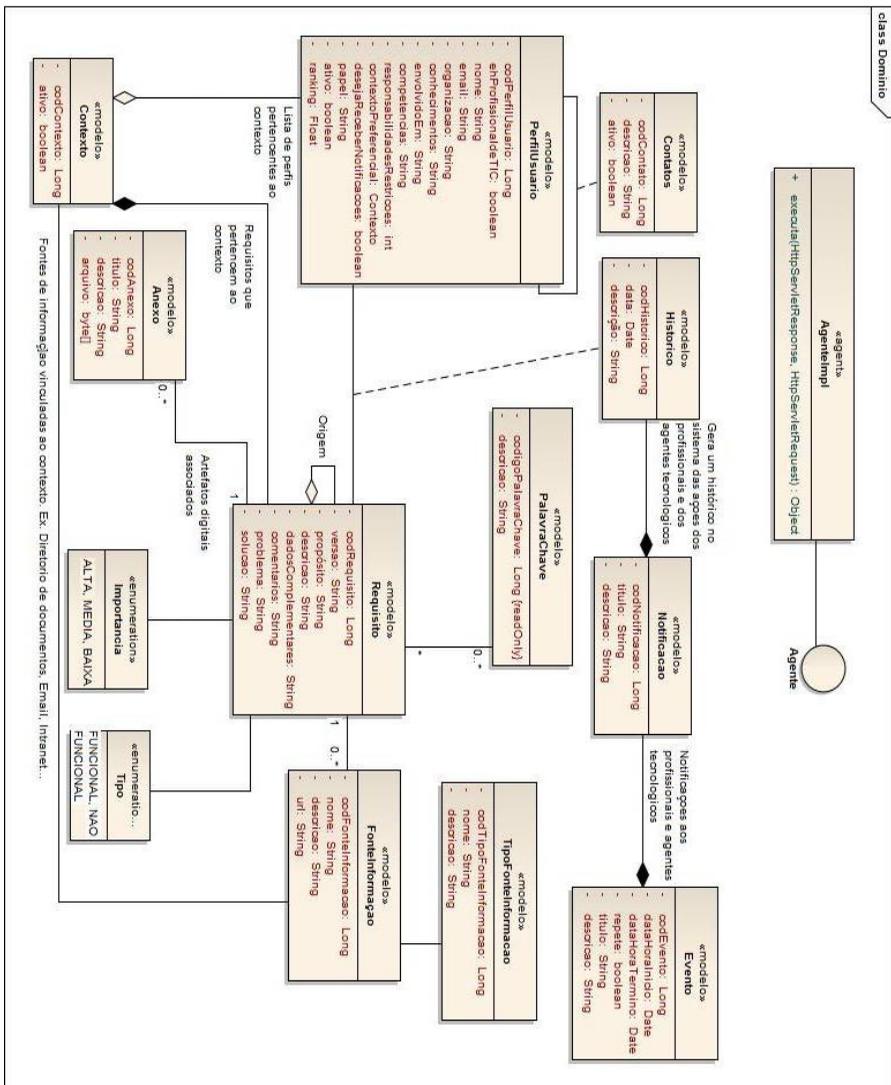


Figura 21 - Modelo conceitual da base de conhecimento do sistema sociotecnológico de engenharia de requisitos  
 Fonte: Elaborada pelo autor

O perfil do usuário tem um atributo para armazenamento do escore e para implementação do mecanismo de gratificações instantâneas e foi modelado seguindo o *template* de agentes do Commonkads para expressar os conhecimentos e *expertises* dos agentes humanos.

O modelo conceitual define uma interface para os agentes tecnológicos manipularem as requisições e as respostas no sistema. Propõe um método executa que manipula as requisições e respostas do protocolo de comunicação HTTP. Viabiliza a implementação das requisições e respostas dos agentes humanos e tecnológicos na internet.

#### 4.4.1 Plataforma de *Hardware* e *Software*

A escolha da plataforma de *hardware* e *software* foi balizada pelos princípios do *CommonKads* como: a disponibilidade de bibliotecas para visualização e os padrões de interoperabilidade para troca de mensagens com outros sistemas. Além desses princípios, a premissa dos sistemas sociotecnológicos é a internet, pois é um ambiente distribuído e colaborativo.

Para a implementação dos agentes utilizou-se a linguagem de programação Java<sup>9</sup> que segue os princípios da orientação a objetos. Para distribuição dos agentes na internet utilizou-se a infraestrutura de programação do Google denominada de Google App Engine – GAE<sup>10</sup>. Essa infraestrutura de TIC oferece serviços de bancos de dados, agendamento de tarefas, controle de segurança e integração com serviços do Google. Possibilita que o agente de predição integre informações e conhecimentos por meio da técnica computacional de *mashup*. Na Tabela 7 são apresentados em síntese a estrutura do sistema, seu modelo de controle e a decomposição em subsistemas.

---

<sup>9</sup> Linguagem de programação orientada a objetos da empresa Oracle Sun.

<sup>10</sup> Google App Engine. Disponível em: <<http://appengine.google.com>>.

<b>Decisão arquitetural</b>	<b>Formato</b>
Estrutura do subsistema	Arquitetura computacional é uma variação do MVC para dividir o sistema de <i>software</i> em subsistemas cada um com suas responsabilidades e comportamentos. Ver figura 11, Figura 12, Figura 13, Figura 14, Figura 15, Figura 16, Figura 17, Figura 18, Figura 19, Figura 20 e a descrição das camadas dos subsistemas.
Modelo de controle	Controle de requisições baseado no protocolo HTTP. Recebe as requisições, delega aos controladores responsáveis e devolve a resposta ao cliente. Possui comportamento orientado a eventos com relógio interno para agendar tarefas automáticas.
Decomposição do subsistema	O sistema segue a decomposição em camadas MVC e a orientação a objetos conforme o modelo conceitual da base de conhecimento.

Tabela 7 – Planilha DM1 para auxiliar na identificação de desvios dos padrões na implementação do sistema tecnológico

Fonte: Elaborada pelo autor

Utilizou-se a infraestrutura de TIC do Google devido ao fato de ela facilitar a criação de eventos para execução de tarefas predefinidas em horários específicos ou em intervalos regulares, requisito para o funcionamento do agente de monitoramento. Essa infraestrutura oferece integração com as contas de *e-mail* do Google, o que favorece a evolução da rede social e a socialização do conhecimento.

#### **4.4.2 Comportamento dos Agentes Tecnológicos da Arquitetura de *Software* e suas Interfaces em Nível de Subsistemas de *Software***

Esta seção apresenta o comportamento dos agentes tecnológicos por meio de casos de uso textuais. Aqui serão apresentados, para cada agente, o fluxo de informação, as pré-condições, as pós-condições e as pessoas envolvidas. Assim, busca-se explicitar os comportamentos dos agentes tecnológicos independente da plataforma tecnológica de codificação.

#### 4.4.2.1 Comportamento do Agente de Monitoramento

Envolvidos	Profissional de TIC e o perito no negócio.
Pré-condição	O profissional de TIC e o perito no negócio devem estar vinculados ao contexto de trabalho.
Fluxo de informação e conhecimento	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O agente de monitoramento consulta a base de conhecimento em busca de notificações aos profissionais.</li> <li>2. O agente de monitoramento, com auxílio do agente de interface, dissemina as informações de forma contextual aos profissionais envolvidos no contexto.</li> <li>3. O profissional de TIC e o perito de negócio internalizam os conhecimentos apresentados pelo agente de interface.</li> </ol>
Pós-condição	Informações e conhecimentos sobre os documentos de requisitos disseminados aos profissionais envolvidos.

Quadro 2 - Comportamento do agente de monitoramento

Fonte: Elaborado pelo autor

#### 4.4.2.2 Comportamento do Agente de Predição

Envolvido	Profissional de TIC.
Pré-condição	Os dados, as informações e os conhecimentos devem estar explicitados nas diversas fontes de informação, conforme o modelo de Vizcaino (2007).
Fluxo de informação e conhecimento	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O profissional de TIC informa as palavras-chave para buscar na base de conhecimento.</li> <li>2. O agente de predição consulta as diversas fontes de informação e conhecimento.</li> <li>3. O agente de predição sintetiza os conhecimentos recuperados.</li> <li>4. O agente de predição apresenta os conhecimentos em interação com o agente de interface.</li> <li>5. O profissional de TIC seleciona os artefatos de conhecimento para uso e reuso.</li> </ol>
Pós-condição	Uso e reuso dos artefatos de conhecimento codificados na base de conhecimento.

Quadro 3 - Comportamento do agente de predição

Fonte: Elaborado pelo autor

#### 4.4.2.3 Comportamento do Agente de Diagnóstico

Envolvidos	Profissional de TIC e os peritos no negócio.
Pré-condição	Os profissionais de TIC e os peritos no negócio devem informar seus conhecimentos e <i>expertises</i> no perfil de usuário.
Fluxo de informação e conhecimento	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O agente de diagnóstico analisa os conhecimentos do usuário no sistema.</li> <li>2. O agente de diagnóstico identifica os profissionais com conhecimentos similares.</li> <li>3. O agente de diagnóstico em interação com o agente de interface sugere os profissionais para expandir a rede social.</li> </ol>
Pós-condição	Favorecimento do processo de socialização do conhecimento.

Quadro 4 - Comportamento do agente de diagnóstico

Fonte: Elaborado pelo autor

#### 4.4.2.4 Comportamento do agente de classificação

Envolvidos	Profissional de TIC e os peritos no negócio.
Pré-condição	Os profissionais de TIC e os peritos no negócio devem classificar os requisitos por meio de palavras-chave.
Fluxo de informação e conhecimento	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O agente de classificação analisa as palavras-chave de maior ocorrência na base de conhecimento.</li> <li>2. O agente de classificação ordena as palavras-chave de maior ocorrência para menor ocorrência.</li> <li>3. O agente de classificação, em interação com o agente de interface, apresenta os termos para os profissionais de TIC e aos peritos no negócio realizarem as consultas na base de conhecimento.</li> </ol>
Pós-condição	Facilita a navegação e recuperação dos documentos da base de conhecimento.

Quadro 5 - Comportamento do agente de classificação

Fonte: Elaborado pelo autor

#### 4.4.2.5 Comportamento do Agente de Agendamento e Atribuição de Tarefas

Envolvidos	Profissional de TIC e os peritos no negócio.
Pré-condição	Os profissionais de TIC e os peritos no negócio devem especificar no contexto as datas limites para especificação e validação dos requisitos.
Fluxo de informação e conhecimento	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O agente de agendamento e atribuição analisa o contexto para identificar os prazos de especificação e validação dos requisitos.</li> <li>2. O agente de agendamento verifica os profissionais que têm conhecimentos similares e que possam assumir a responsabilidade de determinadas tarefas.</li> <li>3. O agente de agendamento à atribuição de tarefas apresenta aos profissionais com capacidade de realizar as tarefas os compromissos que precisam ser cumpridos.</li> <li>4. O profissional de TIC e os de negócio decidem se assumirão a responsabilidade pela tarefa.</li> <li>5. O agente de interface dissemina se a tarefa será desempenhada por outro profissional com conhecimentos e <i>expertises</i> similares.</li> </ol>
Pós-condição	Disseminação do conhecimento sobre prazos e datas a serem cumpridas.

Quadro 6 - Comportamento do agente de agendamento e atribuição de tarefas.

Fonte: Elaborado pelo autor

#### 4.4.3 Protótipos de Interface do Sistema

O *CommonKads* (SCHREIBER, 2002) e Magela (2006) apresentam a prototipação como uma técnica de eliminar ambiguidades na especificação dos requisitos de *software*. Essa prototipação é empregada para a mitigação dos riscos de compreensão dos requisitos do sistema sociotecnológico de engenharia de requisitos. Também consiste em desenhar a interface de usuário para compreensão da entrada, processamento e saída das informações e do conhecimento.

Para auxiliar na compreensão das interações dinâmicas entre os profissionais de TIC, os peritos no negócio e os agentes tecnológicos prototipou-se as interfaces. As interfaces são apresentadas conforme a

seqüência de passos do modelo de Lee e Shiva (2009) e relacionadas com os agentes e as tarefas intensivas de conhecimento da arquitetura.

Priorizando o primeiro estágio do modelo de Lee e Shiva (2009), projetou-se uma ferramenta de consultas na base de conhecimento com palavras-chave, conforme a Figura 22. Nessa interface o profissional de TIC e o perito no negócio podem selecionar as palavras-chave com maior frequência na base de conhecimento para realizar suas pesquisas. Depois de informar as palavras-chave, o agente de interface consulta a base de conhecimento e dissemina os resultados para os profissionais de TIC e os de negócios. Essa interface está relacionada ao agente de disseminação do conhecimento e ao agente de predição, além de promover o uso e o reuso dos requisitos codificados e classificados na base de conhecimento.

A partir dos resultados pesquisados na base de conhecimento, o profissional de TIC e o perito no negócio podem usar o requisito, reutilizá-lo, copiando para edição, ou ainda validar um requisito no sistema emitindo um parecer. As palavras-chave apresentadas na interface são provenientes das contribuições dos profissionais de TIC e dos peritos no negócio durante a especificação dos requisitos na base de conhecimento com o mecanismo sociotecnológico de *folksonomias*.

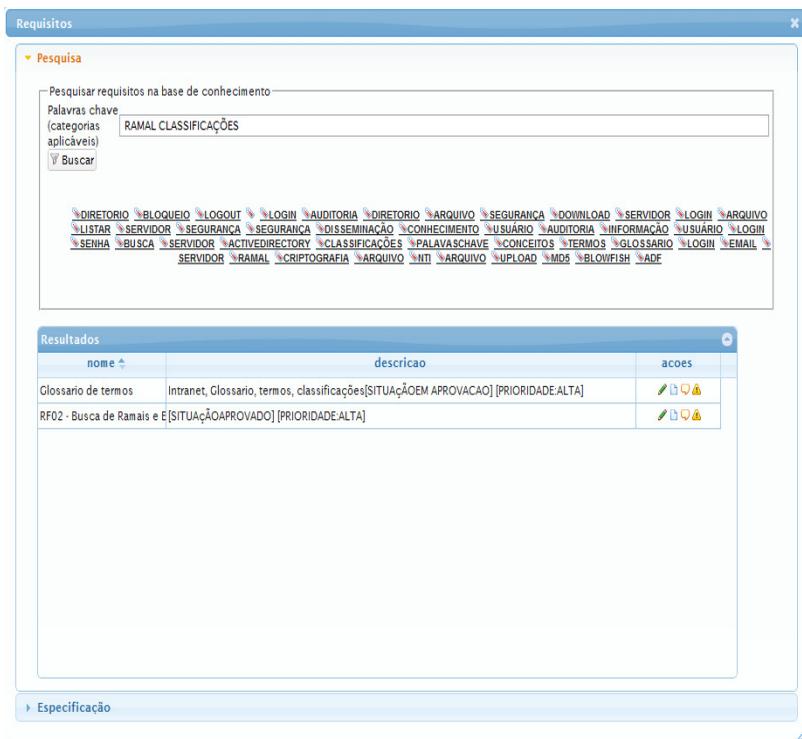


Figura 22 - Protótipo da interface de pesquisa na base de conhecimento  
Fonte: Elaborada pelo autor

No segundo estágio pretende-se fornecer buscas e notificações pró-ativas para novos conhecimentos. Nesse estágio, o agente de monitoria e controle analisa os contextos e seus requisitos e, com o auxílio do agente de interface, dissemina conhecimentos notificando de forma pró-ativa os profissionais de TIC e o perito no negócio, conforme a Figura 23 – Interface de notificações pró-ativas do agente de monitoramento.

O estágio sintetiza o conhecimento explícito, apresentando o contexto do requisito, a descrição da demanda, a data da notificação e o responsável. A partir dessa interface, os peritos no negócio e os profissionais de TIC internalizam conhecimentos e tomam decisões de acordo com a demanda.

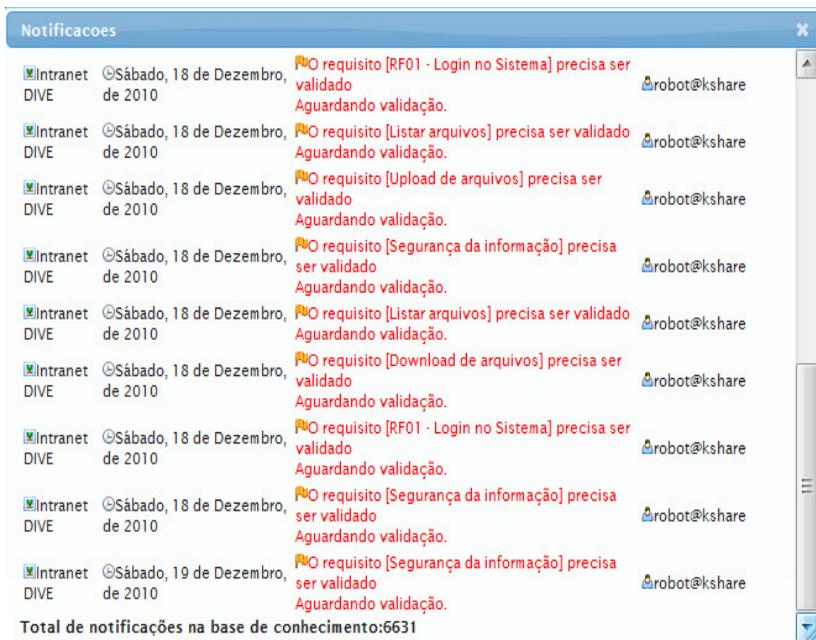


Figura 23 - Interface de notificações pró-ativas do agente de monitoramento  
Fonte: Elaborada pelo autor

Para ligar o criador com o consumidor do conhecimento, projetou-se uma interface para configuração do perfil do usuário. A interface da Figura 24 reflete as informações do modelo de agentes do *CommonKads* para explicitar os ativos de conhecimento de cada envolvido, conforme a descrição do perfil do usuário na arquitetura. Por meio das informações dessa interface, o agente de diagnóstico analisa os conhecimentos dos usuários e sugere os contatos para compartilhar conhecimento no sistema sociotecnológico de engenharia de requisitos.

Perfil do usuário e ferramentas

Perfil do profissional na base de conhecimento

escore de compartilhamento: 4

Nome: Luis Augusto Machado Moretto

Organização: (nome da organização cliente/ desenvolvedora vinculado): UFSC / EGC

Conhecimentos: (descreva os principais conhecimentos): Engenharia de software e do conhecimento

Envolvido em: (tarefas que desempenha): Análise e projeto de arquitetura de sistemas sociotecnológicos

Competências: (Conjunto de expertises): Modelagem, sistemismo, engenharia, tecnologia, TI

Responsabilidades e restrições: Especificar os sistemas

Contexto preferência: Projeto piloto 1

Papel: Profissional de TIC

Deseja receber notificações?

Figura 24 - Interface de configuração do perfil do usuário

Fonte: Elaborada pelo autor

Nesse capítulo foram apresentados os agentes tecnológicos como subsistemas de software da arquitetura multiagentes. Presta-se a guiar futuras implementações dos agentes e do compartilhamento do conhecimento na engenharia de requisitos. Descreve os papéis dos agentes tecnológicos e seus comportamentos.

A arquitetura de agentes é apresentada no contexto do sistema sociotecnológico de engenharia de requisitos, porque suas interações dependem da atividade humana e de suas demandas de conhecimento. Presta-se a favorecer o compartilhamento do conhecimento através da internet de forma proativa, contextual, no tempo correto, com o formato correto e atendendo aos critérios da qualidade esperados pelos profissionais de TIC e peritos no negócio.

## 5. APLICAÇÃO DO MODELO

### 5.1 INTRODUÇÃO

Com o intuito de verificar o protótipo da arquitetura multiagentes para o compartilhamento do conhecimento na engenharia de requisitos sociotecnológicos, são caracterizados os integrantes da pesquisa, o grupo focal, a análise e discussão dos dados coletados por meio de um questionário e da base de conhecimento.

### 5.2 CARACTERIZAÇÃO GERAL DO GRUPO PESQUISADO

Para verificar empiricamente a arquitetura multiagentes e sua relação com o compartilhamento do conhecimento, foi escolhida a Diretoria de vigilância epidemiológica – DIVE, vinculada à Secretaria de Estado da Saúde de Santa Catarina – SES/SC. O critério de seleção foi a acessibilidade e o interesse dos envolvidos em participar do estudo sobre o compartilhamento do conhecimento.

A DIVE atua no controle epidemiológico. Sua missão é assegurar aos catarinenses o acesso a informações de saúde no Estado para prevenção e controle de pandemias.

Essa Diretoria possui um setor de TI denominado de Divisão de sistemas de informação e análise de dados que é responsável pelo desenvolvimento dos sistemas de informação. Um dos sistemas de informação da organização é o *Vigilantus* – sistema de informação de epidemiologias, e foi desenvolvido internamente com o objetivo de atender a demandas específicas. Assim, o sistema sociotecnológico foi avaliado durante uma etapa de desenvolvimento de um módulo do *Vigilantus* no período de 6 de dezembro de 2010 a 17 de dezembro de 2010. Nesse período, os requisitos foram especificados e validados pelos envolvidos.

Após esse período de testes, procedeu-se as entrevistas aos usuários, de forma presencial, para coletar as respostas de verificação do protótipo (Apêndice A). Os itens do questionário mensuraram as variáveis nominais: tempo, formato, trabalhador do conhecimento correto e critérios da qualidade. A variável nominal-tempo mensura se os agentes compartilhavam o conhecimento no tempo correto. O tempo

indicará se o artefato de conhecimento estava disponível na hora certa. O formato analisa se a mídia de compartilhamento do conhecimento é adequada às demandas da engenharia de requisitos. As perguntas relativas ao trabalhador do conhecimento correto visam investigar se os agentes contextualizavam as informações e o conhecimento conforme as preferências dos perfis de usuários. Os critérios da qualidade foram mensurados para avaliar se dentro do contexto da divisão de sistemas de informação e análise de dados os agentes favoreciam a qualidade do sistema de engenharia de requisitos sociotecnológica.

A partir da base de conhecimento, foram extraídos os dados e as informações sobre o número de interações dos profissionais de TIC, os peritos no negócio e os agentes tecnológicos. O propósito de extrair essas informações e conhecimento sobre as interações se dá pela fato de que as interações são precondições para que ocorra o compartilhamento do conhecimento.

### 5.3 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS

Quatro usuários responderam ao questionário após o período de duas semanas de experimentação. Eles fizeram a avaliação do sistema respondendo às perguntas para verificar se o protótipo favorecia o compartilhamento do conhecimento. A seguir estão as características dos indivíduos entrevistados:

- Indivíduo 1 – sexo masculino: possui de seis a 12 anos de experiência como perito no negócio.
- Indivíduo 2 – sexo masculino: possui de três a seis anos de experiência como perito no negócio.
- Indivíduo 3 – sexo masculino: possui de três a seis anos de experiência como profissional de TIC.
- Indivíduo 4 – sexo masculino: possui de zero a três anos de experiência como profissional de TIC.

Com relação à variável tempo, foi investigado se os agentes tecnológicos favorecem o compartilhamento do conhecimento no tempo certo. Analisando a confiabilidade das respostas sobre o tempo, obteve-se um *alpha* de *Cronbach*  $\{\alpha = 0,975\}$ , caracterizando que as respostas estavam altamente correlacionadas. Na prática, isso significa que as respostas foram coerentes entre o grupo pesquisado. Na Tabela 8

apresentam-se os resultados obtidos para a variável tempo, suas médias e o desvio-padrão.

Item do questionário	Média	Desvio-padrão	Número de itens
(4) O agente tecnológico de interface apresentava o conhecimento no tempo correto.	6,00	0,816	4
(8) O agente tecnológico de predição apresentava o conhecimento no tempo correto.	6,25	0,957	4
(12) O agente tecnológico de classificação apresentava o conhecimento no tempo correto.	6,00	1,155	4
(16) O agente tecnológico de monitoramento apresentava o conhecimento no tempo correto.	6,25	0,957	4
(20) O agente tecnológico de diagnóstico apresentava o conhecimento no tempo correto.	6,00	0,816	4
(24) Os agentes de agendamento em interação com o agente de atribuição apresentavam o conhecimento no tempo correto.	6,25	0,957	4

Tabela 8 – Resumo das respostas sobre a variável tempo  
Fonte: Dados primários

Quanto à variável nominal formato, investigou-se se a mídia de compartilhamento do conhecimento era adequada para a engenharia de requisitos. Com isso busca-se compreender se o formato do modelo de requisito é adequado para compartilhar conhecimento no sistema sociotecnológico de engenharia de requisitos. Para essa variável obteve-se um  $\alpha = 0,912$ , indicando que existe uma coerência entre as respostas e que elas estão correlacionadas. Na Tabela 9 apresentam-se os resultados obtidos para variável formato, suas médias e desvio-padrão.

Item do questionário	Média	Desvio-padrão	Número de itens
(5) O agente tecnológico de interface apresentava o conhecimento com o formato correto.	6,00	0,816	4
(9) O agente tecnológico de predição apresentava o conhecimento com o formato correto.	5,75	0,957	4
(13) O agente tecnológico de classificação apresentava o conhecimento com o formato correto.	5,75	1,258	4
(17) O agente tecnológico de monitoramento apresentava o conhecimento com o formato correto.	6,00	1,155	4
(21) O agente tecnológico de diagnóstico apresentava o conhecimento com o formato correto.	6,00	1,155	4
(26) Os agentes de agendamento em interação com o agente de atribuição apresentavam o conhecimento com o formato correto.	5,25	1,258	4

Tabela 9 – Resumo das respostas sobre a variável formato

Fonte: Dados primários

Verificou-se, ainda, se, por meio do perfil de usuário, os agentes tecnológicos personalizavam o fluxo de conhecimento. Desse modo, busca-se avaliar se os agentes apresentavam o conhecimento de forma contextual para os profissionais de TIC e os de negócios.

Item do questionário	Média	Desvio-padrão	Número de itens
(6) O agente tecnológico de interface apresentava o conhecimento de forma contextual ao perfil do usuário.	6,50	0,577	4
(10) O agente tecnológico de predição apresentava o conhecimento de forma contextual ao perfil do usuário.	6,50	0,577	4
(14) O agente tecnológico de classificação apresentava o conhecimento de forma contextual ao perfil do usuário.	6,00	1,414	4
(18) O agente tecnológico de monitoramento apresentava o conhecimento de forma contextual ao perfil do usuário.	6,00	1,414	4
(22) O agente tecnológico de diagnóstico apresentava o conhecimento de forma contextual ao perfil do usuário.	6,00	0,816	4
(26) Os agentes de agendamento em interação com o agente de atribuição apresentavam o conhecimento de forma contextual ao perfil do usuário.	5,50	1,732	4

Tabela 10 – Resumo das respostas sobre a variável formato

Fonte: Dados primários

Para essa variável obteve-se um  $\alpha = 0,939$ , indicando que existe uma coerência entre as respostas e que elas estão correlacionadas. Na

Tabela 10 apresentam-se os resultados obtidos para variável formato, suas médias e desvio-padrão.

Mensurou-se a qualidade do sistema, visando investigar se os agentes tecnológicos atendiam aos critérios de qualidade esperados pelos entrevistados. Quanto às respostas, identificou-se que houve uma discrepância, sendo que o  $\alpha = 0,393$ . Essa foi a variável com o menor alpha.

Na Tabela 11 apresentam-se os resultados obtidos para variável qualidade, suas médias e desvio-padrão.

Item do questionário	Média	Desvio-padrão	Número de itens
(7) O agente tecnológico de interface atendia aos critérios da qualidade esperados.	5,75	0,500	4
(11) O agente tecnológico de predição atendia aos critérios da qualidade esperados.	5,50	1,000	4
(15) O agente tecnológico de classificação atendia aos critérios da qualidade esperados.	4,50	1,000	4
(19) O agente tecnológico de monitoramento atendia aos critérios da qualidade esperados.	6,00	1,414	4
(23) O agente tecnológico de monitoramento atendia aos critérios da qualidade esperados.	6,00	0,816	4
(27) Os agentes de agendamento em interação com o agente de atribuição atendiam aos critérios da qualidade esperados.	5,75	1,258	4

Tabela 11– Resumo das respostas sobre a variável qualidade

Fonte: Dados primários

Analisando a base de conhecimento constatou-se que no período de avaliação do protótipo da arquitetura multiagentes foram criados 35 documentos de requisitos. A partir das respostas do questionário psicométrico e da análise da base de conhecimento, há evidências do

compartilhamento do conhecimento entre os profissionais de TIC e os de negócios em interação com os agentes tecnológicos. Tomou-se como referência que a precondição para compartilhar conhecimento é a interação entre os profissionais. Assim, a Figura 25 demonstra as interações entre os profissionais de TIC, os peritos no negócio e os agentes tecnológicos na especificação dos requisitos na base de conhecimento durante o período de validação da arquitetura.

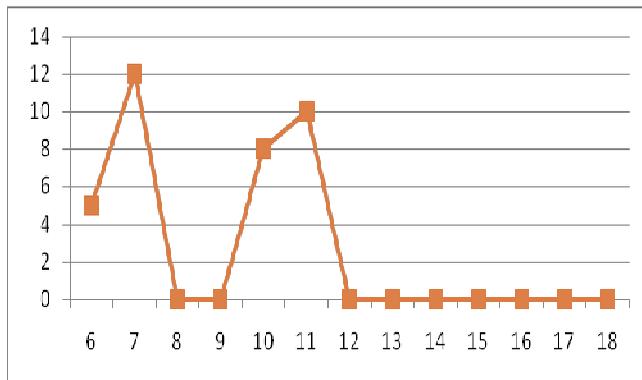


Figura 25 - Documentos especificados na base de conhecimento evidenciando as interações no período de 6 a 18 de dezembro de 2010 (precondição para o compartilhamento do conhecimento)

Fonte: Dados primários



## 6. CONCLUSÃO

### 6.1 CONCLUSÕES

A análise sistêmica da engenharia de requisitos com o modelo CESM teve o objetivo de unificar a perspectiva social e técnica em uma arquitetura de sistema sociotecnológico. Esta arquitetura agrupa componentes sociais e tecnológicos conjugando a visão tecnocêntrica com a antropocêntrica. Estrutura as relações entre os componentes – pessoas, agentes e artefato essencial o documento de requisitos. Apresenta os itens do ambiente que impactam no sistema como os modelos de qualidade, os órgãos reguladores e as normas. Estuda e modela o fluxo de compartilhamento do conhecimento, tema não trivial e não tratado sistematicamente na engenharia de requisitos clássica.

Sendo assim, o objetivo geral desta dissertação tratou de elaborar uma arquitetura multiagentes para favorecer o compartilhamento das informações e do conhecimento entre os peritos de negócio e os profissionais de TIC. Os objetivos específicos trataram de modelar a engenharia de requisitos como sistema, usando o modelo CESM de Bunge (2003), identificar oportunidades de colaboração dinâmica e definir agentes tecnológicos mediadores do compartilhamento do conhecimento.

O primeiro objetivo específico que trata da visão sistêmica da engenharia de requisitos foi atingido no Capítulo 2. Nesse capítulo são caracterizados os componentes do sistema, o ambiente, a estrutura e os mecanismos ou processos que levam à emergência ou à submergência de propriedades qualitativas do sistema.

O segundo objetivo específico, a identificação de falhas e oportunidades para colaboração dinâmica entre os profissionais de TIC e os peritos no negócio, é explicitada nos mecanismos tecnocêntricos de engenharia de requisitos. Analisando os mecanismos tecnocêntricos da engenharia de requisitos no Capítulo 2 constatou-se que há uma demanda por compartilhar conhecimento no tempo correto, com o formato esperado, atendendo aos critérios da qualidade da organização-cliente de forma contextual ao trabalhador do conhecimento.

O terceiro objetivo específico, a definição da arquitetura de agentes, se dá no Capítulo 3. Seguindo a metodologia sistêmica, são

introduzidos componentes tecnológicos, os ambientes virtuais e os mecanismos sociotecnológicos de *folksonomias*, gratificações instantâneas e a integração de diferentes fontes de informação e conhecimento com a tecnologia de *Mashup*.

Para verificar empiricamente a arquitetura, foram apresentados no Capítulo 4 os agentes tecnológicos como subsistemas de *software* e seus comportamentos. Nesse capítulo caracterizam-se os agentes e sugere-se uma forma de implementação deles em nível tecnológico.

Nesse sentido, encontraram-se evidências de que os agentes tecnológicos são mediadores do compartilhamento do conhecimento e facilitam o fluxo de conhecimento de Nonaka e Takeuchi (1997) e a transformação do conhecimento tácito e explícito. Analisando as ligações do sistema, visualiza-se que o documento de requisitos é o artefato essencial de colaboração, já que estrutura as ligações, pois sem esse artefato essencial ocorreria a submergência (desestruturação, desagregação) do sistema.

## 6.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

No decorrer da pesquisa, foram identificadas temáticas que podem ser exploradas em outras pesquisas sistêmicas em nível de mestrado e doutorado com natureza interdisciplinar. Apresenta-se três sugestões de pesquisa para a gestão, mídia e engenharia do conhecimento.

A primeira sugestão se refere à cultura de compartilhamento do conhecimento. Sugere-se pesquisar empiricamente os fatores que influenciam no comportamento de compartilhar conhecimento como a confiança entre os membros do time. Assim, um estudo que demonstre os fatores que influenciam no compartilhamento do conhecimento na engenharia de requisitos, criando uma cultura organizacional, é objeto de estudo da gestão do conhecimento.

Como sugestão para a mídia do conhecimento, sugere-se pesquisar tecnologias hipermediáticas que favoreçam o compartilhamento do conhecimento na engenharia de requisitos. O projeto de um avatar para disseminação do conhecimento, auxiliando o uso e o reuso dos artefatos é plenamente aderente ao EGC e à área de concentração da mídia do conhecimento.

Sugere-se, ainda, expandir o estudo dos agentes, integrando a Web semântica e as ontologias nos agentes. Isso, então, seria foco de

estudo da engenharia do conhecimento, visando expandir o modelo de inferência dos agentes e suas capacidades de raciocínio.



## REFERÊNCIAS

- AUER, Sören. RapidOWL – A Methodology for Enabling Social Semantic Collaboration *In: CARDOSO, JORGE; Lytras Miltiadis. **Semantic Web Engineering in the Knowledge Society**. New York :Information Science Reference, 2008, cap. 11, p. 267-288, 2008.*
- ALTER, Steven. 18 reasons why IT-reliant work systems should replace “the IT artifact” as the core subject matter of the IS field. **Communications of the AIS**, v. 12, article 23, p. 366-395, 2003.
- ALLEMANG, Dean; HENDLER, James. Semantic Web for the Working Ontologist. Amsterdam: **Morgan Kaufman/Elseiver**, 2008. 349 p.
- ALMEIDA, M. B.; BAX, M. P. Uma visão geral sobre ontologias: pesquisa sobre definições, tipos, aplicações, métodos de avaliação e de construção. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 32, n. 3, p. 7-20, set./dez. 2003.
- BERZTISS, A. T. Requirements engineering, in *Handbook of Software Engineering and Knowledge Engineering*, v. 1: **Fundamentals**, Edited by S K Chang, USA, 2002.
- BORST, W. N. Construction of engineering ontologies. Tese (Doutorado em Sistemas de Informação e Conhecimento). Centro de Telemática e Tecnologias da Informação, Escola Holandesa de Graduação em Sistemas de Informação e Conhecimento. Universidade de Twente, Enschede, 1997. 243 f.
- BORBA, Marcelo Leandro *et al.* **PLATIC Arranjo produtivo catarinense**: a importância da Engenharia de Requisitos como primeiro passo para projetos de CMM em pequenas empresas. Florianópolis: Iel/sc, 2007.
- BOURQUE, P.; DUPUIS, R. (Eds.). **SWEBOK**: guide to *software engineering body of knowledge*. Los Alamitos: IEEE Computer Society, 2004.
- BUSCHMANN, Frank; HENNEY, Kevlin; SCHMIDT, Douglas C. **Pattern-oriented software architecture**: on patterns and pattern languages. 535. ed. São Francisco, Usa: Wiley, 2007.

BUNGE, M. Mechanism and explanation. **Philosophy of the Social Sciences**, v. 27, n. 4, p. 410-465, 1997.

BUNGE, M. **Emergence and convergence**: Qualitative novelty and the unity of knowledge. Toronto: University Of Toronto Press, 2003.

CHERNS, Albert. The principles of sociotechnical design. **Human Relations**, v. 2, n. 9, p. 783-792, 1976.

COCKBURN, Alistair. **Writing Effective Use Cases**. Upper Saddle River: Pearson Education, 2001.

CORAL, Eliza; PEREIRA, Valéria Arriero; BIZZOTTO, Carlos. E. N. **Platic – Arranjo produtivo catarinense**. Florianópolis: Iel/sc, p. 235-261, 2007

DAMIAN, Daniela E.; ZOWGHI, Didar. Requirements Engineering challenges in multi-site *software* development organizations. **Requirements Engineering Journal**, New York, p.149-160, 1º jan. 2003.

DIGNUM, Virginia. Personalized Support for Knowledge Sharing. **Dutch Directions In Hci**, Amsterdam, p.1-5, 10 jun. 2004.

DU, Rong; AI, Shizhong; REN, Yuqing. **Relationship between knowledge sharing and performance**: a survey in Xi'an China. Scienedirect: Expert Systems with Applications, 2007.

DURÁN A TORO. *et al.* **A Requirements Elicitation Approach Based in Templates and Patterns**. Workshop de Engenharia de Requisitos. Buenos Aires, Argentina, 1999.

ECCLES, D. W.; GROTH, P. T. Agent coordination and communication in sociotechnological systems: design and measurement issues. **Interacting with Computers**, Londres, v. 18, n. 6, p. 1170-1185, dez. 2006.

ECCLES, D. W.; GROTH, P. T. Wolves, bees, and football: enhancing coordination in sociotechnological problem solving systems through the study of human and animal groups. **Computers in Human Behavior**, Amsterdam, v. 23, n. 6, p. 2778-2790, nov. 2007.

FANG, Yu-hui; CHIU, Chao-min. In justice we trust: exploring knowledge-sharing continuance intentions in virtual communities of practice. **Computers In Human Behavior**, Elsevier Ltd, 30 out. 2009.

FUCHS, C. The internet as a self-organizing socio-technological system. **Cybernetics and Human Knowing**, v. 12, n. 3, p. 57-81, 2005.

GENTILE, Anselmo. **Mercado Brasileiro de Software: panorama e tendências 2009 = Brazilian Software Market: scenario and trends, 2009.** São Paulo: ABES, 2009.

HOLTGRAVES, T. M. *et al.* Perceiving artificial social agents. **Computers In Human Behavior**, Usa, n. 23, p. 2163-2174, 2007.

HSU, Meng-hsiang *et al.* Knowledge Sharing behavior in virtual communities: the relationship between trust, self-efficacy, and outcome expectations. **International Journal Human-computer Studies**, n. 67, p. 153-169, 12 dez. 2007.

IEEE 2001. IEEE Recommended Practice for Architectural Description of *Software-Intensive Systems*. IEEE Standard n. 1471-2000. Disponível em: <<http://shop.ieee.org/store/>>. Acesso em: 11 jan. 2011.

HAYWOOD, Dan. **Domain Driven Design using Naked Objects.** United States Of America: Pragmatic Bookshelf, 2009.

KILOV, H.; SACK, I. Mechanisms for communication between business and IT experts. **Computer Standards & Interfaces**, v. 31, n. 1, p. 98-109, 2009.

KING, Willian R.; MARKS JUNIOR, Peter V. Motivating Knowledge Sharing through a knowledge management system. **The International Journal Of Management System**, n. 36, p.131-146, 12 dez. 2008.

KRUCHTEN, Philippe. Introdução ao RUP: Rational Unified Process. I Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2003. 255 p. ISBN: 85-7393-275-9.

LAUDON, K. C.; LAUDON, J. P. Sistemas de informação gerenciais. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

B, LEE S; G, SHIVA S. A Novel Approach to Knowledge Sharing in Software Systems Engineering. Icgse 2009. **Fourth Ieee International Conference On: Global Software Engineering, 2009**, Limerick, p.376-381, 16 jul. 2009. DOI 10.1109/ICGSE.2009.59.

LIN, M-J. J.; HUNG, S-W.; CHEN, C-J. Fostering the determinants of knowledge sharing in professional virtual communities. **Computers in Human Behavior**, v. 25, n. 4, p. 929-939, 2009.

LINSCOMB, Dennis. Requirements Engineering Maturity in the CMMI. **Crosstalks: Management basics**, v. 16, n. 12, p.25-27, 1º dez. 2003.

MAGELA, Rogério. **Engenharia de software aplicada: fundamentos**. Rio de Janeiro – RJ: Alta Books, 2006.

MORGAN, G. Paradigmas, metáforas e resolução de quebra-cabeças na teoria das organizações. **Revista Administração de Empresas**, v. 45, n. 1, 2005.

MORETTO, Luís Augusto Machado; KERN, Vinicius. Mashups and Blogs in the Architecture of Sociotechnological Systems. 7th Contecsi – **Internacional Conference on Information Systems and Technology Management**. São Paulo, p. 3493-3506. 19 maio 2010. CD-ROM.

NONAKA, Ikujiro; TAKEUCHI, Hirotaka. **Criação de conhecimento na empresa: Como as empresas Japonesas geram a dinâmica da inovação**. Tradução de Ana Beatriz Rodrigues e de Priscilla Martins Celeste. 14. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 1995.

NUSEIBEH, Bashar; EASTERBROOK, Steve. **Requirements Engineering: a roadmap**. International Conference On *Software Engineering*, New York , p.1-2, 1 jan. 2000.

OMG – Object Management Group. **Documents associated with UML, version 2.2**. Release date: february 2009. Disponível em: <<http://www.omg.org/spec/UML/2.2/>>. Acesso em: 3 jul. 2010.

ORHUN, Emrah; HOPPLE, James. Theoretical Frameworks for Knowledge Sharing in a Community of Practice. *In: EATIS*, 8., 2008, Aracajú, Brasil. Acm, 2008. p. 12-12

PORTILLO-RODRÍGUEZ, Javier *et al.* Fostering Knowledge Exchange in Virtual Communities by Using Agents. Collaboration Researchers' **International Workshop On Groupware**, Berlin, p. 32-39, 1º jan. 2007.

PRESSMAN, R. S. **Software engineering: a practitioner approach**. 6. ed. Nova York: McGraw Hill, 2005.

RATCHEV, S. Knowledge based requirement engineering for one of a kind complex systems. Knowledge-based Systems 16 1-5, **Elsevier Science**, p. 1-5, 1º jan. 2003.

RECH, Jörg; BOGNER, Christian; HAAS, Volker. Using Wikis to Tackle Reuse in *Software* Projects. **IEEE Software**, p. 99-104. 12 nov. 2007.

SAIEDIANA, H.; DALEB, R. Requirements engineering: making the connection between the *software* developer and customer. **Information And Software Technology**, Usa, n. 42, p. 419-428, 11 nov. 1999.

SAWYER, Steve; CROWSTON, Kevin. **Information systems in organizations and society**: Speculating on the next 25 years of research. In: Information systems research. Boston: Springer, p. 35-52, 2004.

SCHNEIDER, K. **Experience and knowledge management in software engineering**. Springer, 2009.

SCHREIBER, A. Th. *et al.* **Knowledge engineering and management: the CommonKads methodology**. MIT Press, 2002.

SEI – *Software* Engineering Institute. Documents associated with CMMI. Disponível em: <<http://www.sei.cmu.edu/cmami/>>. Acesso em: 3 jul. 2010.

SHULL, Forrest *et al.* Knowledge-Sharing Issues in Experimental *Software* Engineering. *Empirical Software Engineering*, Kluwer Academic Publishers. **Manufactured In The Netherlands**, n. 9, p. 111-137, 1º jan. 2004.

SILVA, Ricardo Pereira. **Como modelar com UML 2**. Florianópolis – SC: Visual Books, 2009.

SMITH, Keith. **What is the ‘Knowledge Economy’? Knowledge Intensity and distributed Knowledge bases**. Netherlands: The United Nations University, 2002.

SOMMERVILLE, Ian. **Engenharia de software**. 8. ed. São Paulo: Pearson Education, 2007.

TOGNERI, Denise Franzotti; MENEZES, Ricardo de Almeida; FALBO, crediné Silva de. Supporting cooperative requirements engineering with an automated tool. **Workshop On Requirements Engineering**, Valência – Espanha, 1º maio 2002.

USORO, Abel *et al.* Trust as an Antecedent to Knowledge Sharing in Virtual Communities of Practice: 1. **Knowledge Management: Research & Practice**, 1, p. 1-1. 1º jul. 2007.

WEBER, Kival Chaves et al. **Modelo de referencia e método de avaliação para a melhoria do processo de software - versão 1.0 (MR MPS e MA MPS):** *In: IV SIMPOSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DE SOFTWARE*, 2005. Disponível em:

<[http://www.softex.br/portal/softexweb/uploadDocuments/MR\\_MA-MPS.pdf](http://www.softex.br/portal/softexweb/uploadDocuments/MR_MA-MPS.pdf)>. Acesso em: 12 fev. 2011.

ZHANG, Chuan *et al.* A Multi-Agent Architecture for Knowledge Management System. **Fifth International Conference On Fuzzy Systems And Knowledge Discovery**, Iee, p. 433-437, jan. 2008.

YU, Jin *et al.* Understanding Mashup Development. *Ieee Computer Society: IEEE Internet Computing Magazine*, Univ. Of New South Wales, Sydney, Nsw; v. 5, n. 13, p. 44-52, 9 set. 2008.

## APÊNDICE A – Questionário de Avaliação do Protótipo da Arquitetura de Agentes

Pesquisa de mestrado do Luís Augusto Machado Moretto realizada no UFSC/EGC sobre o compartilhamento do conhecimento no sistema sociotecnológico de engenharia de requisitos, mediado por agentes tecnológicos. Responda a este questionário apenas se tiver participado do projeto piloto para compartilhamento do conhecimento na engenharia de requisitos realizado na DIVE / SES no período de 6 de dezembro de 2010 até 17 de dezembro de 2010. Disponível em: <<http://k-share.appspot.com>>.

---

### \*Obrigatório

Nome

\*

Seu nome não será divulgado.

Experiência no trabalho \*

Tempo de experiência como profissional de TIC ou perito no negócio



0-3 anos



3-6 anos



6-12 anos



12 ou mais

2)Sexo \*



Masculino



Feminino

3)Papel na organização \*

Selecione profissional de TIC se você é responsável pela análise e desenvolvimento de sistemas. Selecione perito no negócio se estiver ligado a funções administrativas



Profissional de TIC

Perito no negócio

O protótipo K-SHARE favorece o compartilhamento do conhecimento \*  
Favorece o processo de compartilhamento do conhecimento conforme o modelo tácito-explicito

SIM

NÃO

4) O agente tecnológico de interface apresentava o conhecimento no tempo correto. \*

Responsável pela disseminação do conhecimento através das notificações e envio de emails no ambiente virtual.

1 2 3 4 5 6 7

Discordo totalmente	<input checked="" type="checkbox"/>	Concordo totalmente						
---------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	---------------------

6) O agente tecnológico de interface apresentava o conhecimento de forma contextual ao perfil do usuário. \* Responsável pela disseminação do conhecimento através das notificações e envio de emails no ambiente virtual.

1 2 3 4 5 6 7

Discordo totalmente	<input checked="" type="checkbox"/>	Concordo totalmente						
---------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	---------------------

5) O agente tecnológico de interface apresentava o conhecimento com o formato correto. \*

Responsável pela disseminação do conhecimento através das notificações e envio de emails no ambiente virtual.

1 2 3 4 5 6 7

Discordo totalmente	<input checked="" type="checkbox"/>	Concordo totalmente						
---------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	---------------------

7) O agente tecnológico de interface atendia aos critérios da qualidade esperados. \*

Responsável pela disseminação do conhecimento através das notificações e envio de emails no ambiente virtual.



12) O agente tecnológico de classificação apresentava o conhecimento no tempo correto. \*

Facilitador do processo de combinação do conhecimento com a ferramenta de pesquisa na base de conhecimento por meio das palavras chaves.

	1	2	3	4	5	6	7	
Discordo totalmente	<input type="checkbox"/>	Concordo totalmente						

13) O agente tecnológico de classificação apresentava o conhecimento com o formato correto. \* Facilitador do processo de combinação do conhecimento com a ferramenta de pesquisa na base de conhecimento por meio das palavras chaves.

	1	2	3	4	5	6	7	
Discordo totalmente	<input type="checkbox"/>	Concordo totalmente						

14) O agente tecnológico de classificação apresentava o conhecimento de forma contextual ao perfil do usuário. \* Facilitador do processo de combinação do conhecimento com a ferramenta de pesquisa na base de conhecimento por meio das palavras chaves.

	1	2	3	4	5	6	7	
Discordo totalmente	<input type="checkbox"/>	Concordo totalmente						

15) O agente tecnológico de classificação atendia aos critérios da qualidade esperados. \*

Facilitador do processo de combinação do conhecimento com a ferramenta de pesquisa na base de conhecimento por meio das palavras chaves.

	1	2	3	4	5	6	7	
Discordo totalmente	<input type="checkbox"/>	Concordo totalmente						

16) O agente tecnológico de monitoramento apresentava o conhecimento no tempo correto. \*

Facilitador do processo de internalização do conhecimento nos profissionais de TIC e peritos no negócio disseminando notificações sobre a especificação e validação dos requisitos

1 2 3 4 5 6 7

Discordo totalmente	<input type="checkbox"/>	Concordo totalmente						
---------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	---------------------

17) O agente tecnológico de monitoramento apresentava o conhecimento com o formato correto. \*

Facilitador do processo de internalização do conhecimento nos profissionais de TIC e peritos no negócio disseminando notificações sobre a especificação e a validação dos requisitos

1 2 3 4 5 6 7

Discordo totalmente	<input type="checkbox"/>	Concordo totalmente						
---------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	---------------------

18) O agente tecnológico de monitoramento apresentava o conhecimento de forma contextual ao perfil do usuário. \*

Facilitador do processo de internalização do conhecimento nos profissionais de TIC e peritos no negócio disseminando notificações sobre a especificação e a validação dos requisitos

1 2 3 4 5 6 7

Discordo totalmente	<input type="checkbox"/>	Concordo totalmente						
---------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	---------------------

19) O agente tecnológico de monitoramento atendia aos critérios da qualidade esperados. \*

Facilitador do processo de internalização do conhecimento nos profissionais de TIC e peritos no negócio disseminando notificações sobre a especificação e a validação dos requisitos

1 2 3 4 5 6 7

Discordo totalmente	<input type="checkbox"/>	Concordo totalmente						
---------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	---------------------

20) O agente tecnológico de diagnóstico apresentava o conhecimento no tempo correto. \*

Facilitador da combinação do conhecimento auxiliando a ligar os criadores do conhecimento com os consumidores

1 2 3 4 5 6 7

Discordo totalmente	<input type="checkbox"/>	Concordo totalmente						
---------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	---------------------

21) O agente tecnológico de diagnóstico apresentava o conhecimento com o formato correto. \*

Facilitador da combinação do conhecimento auxiliando a ligar os criadores do conhecimento com os consumidores

1 2 3 4 5 6 7

Discordo totalmente	<input type="checkbox"/>	Concordo totalmente						
---------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	---------------------

22) O agente tecnológico de diagnóstico apresentava o conhecimento de forma contextual ao perfil do usuário. \* Facilitador da combinação do conhecimento auxiliando a ligar os criadores do conhecimento com os consumidores

1 2 3 4 5 6 7

Discordo totalmente	<input type="checkbox"/>	Concordo totalmente						
---------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	---------------------

23) O agente tecnológico de monitoramento atendia aos critérios da qualidade esperados. \*

Facilitador do processo de internalização do conhecimento nos profissionais de TIC e peritos no negócio disseminando notificações sobre a especificação e a validação dos requisitos

1 2 3 4 5 6 7

Discordo totalmente	<input type="checkbox"/>	Concordo totalmente						
---------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	---------------------

24) O agente de agendamento em interação com o agente de atribuição apresentavam o conhecimento no tempo correto. \*

Facilitador do processo de externalização do conhecimento delegando tarefas e notificando os profissionais de TIC e peritos no negócio envolvidos sobre datas.

1 2 3 4 5 6 7

Discordo totalmente	<input type="checkbox"/>	Concordo totalmente						
---------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	---------------------

26) O agente de agendamento em interação com o agente de atribuição apresentavam o conhecimento com o formato correto. \*

Facilitador do processo de internalização do conhecimento nos profissionais de TIC e peritos no negócio disseminando notificações sobre a especificação e a validação dos requisitos

1 2 3 4 5 6 7

Discordo totalmente	<input type="checkbox"/>	Concordo totalmente						
---------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	---------------------

26) O agente de agendamento em interação com o agente de atribuição apresentavam o conhecimento de forma contextual ao perfil do usuário.

\*

Facilitador do processo de internalização do conhecimento nos profissionais de TIC e peritos no negócio disseminando notificações sobre a especificação e a validação dos requisitos

1 2 3 4 5 6 7

Discordo totalmente	<input type="checkbox"/>	Concordo totalmente						
---------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	---------------------

27) O agente de agendamento em interação com o agente de atribuição atendiam aos critérios da qualidade esperados. \*

Facilitador do processo de internalização do conhecimento nos profissionais de TIC e peritos no negócio disseminando notificações sobre prazos e tarefas da especificação e validação dos requisitos

1 2 3 4 5 6 7

Discordo totalmente	<input type="checkbox"/>	Concordo totalmente						
---------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	---------------------

Relatos \*

Descreva sua experiência em compartilhar conhecimento na engenharia de requisitos mediado por agentes tecnológicos.

