

Aplicação de Modelos de Agentes Cognitivos BDI no Auxílio à Gestão de Pessoas por Competências

Autoria: Stefan Oliveira Rosa, João Carlos Gluz

Resumo: Este trabalho apresenta a arquitetura do sistema HRC (*Human Resource Consultant*). O HRCSystem é um sistema multi-agente planejado para auxiliar gerentes de projetos de desenvolvimento de software para selecionar, a partir de modelos de gerenciamento de competências, os profissionais mais adequados para integrar a equipe de desenvolvimento. A criação do *MultiAgent System* (MAS) envolve a seleção de arquiteturas que melhor se encaixam ao domínio de aplicação e suas restrições. A arquitetura do sistema é derivada de metodologias que consideram características específicas a modelos de agente cognitivo BDI. Um modelo de competências é utilizado para a criação de perfis de competências organizacional e individuais de acordo com as características do domínio, que aplicado a um cenário, dá origem a perfis de competências as quais a organização necessita para a execução de uma determinada tarefa. Adicionalmente, é apresentado um perfil de competências individual que é sucintamente implementado na linguagem lógica AgentSpeak(L).

I INTRODUÇÃO

Quando uma dada tarefa ou projeto requer a formação de uma equipe de profissionais para sua conclusão, então, naturalmente há um processo seletivo para escolha destes profissionais. Este processo consiste basicamente de avaliações e inferências com base nas características (conhecimentos, habilidades e atitudes) dos profissionais que estão concorrendo a uma vaga na equipe. Em organizações ou empresas de desenvolvimento de software essa realidade não seria diferente.

Com o propósito de automatizar e ao mesmo tempo agregar aspectos mais formais à formação de equipes, este trabalho propõe aplicar conceitos de agentes cognitivos e sistemas baseados em agentes para auxiliar neste processo. A utilização de tais conceitos e técnicas de AOSE (*Agent-Oriented Software Engineering*) tem se mostrado justificável pela possibilidade de considerar características psicológicas como desejos, intenções e crenças no projeto do sistema de auxílio ao processo de seleção, tornando este sistema mais realista no que diz respeito a aspectos humanos de interesse. Portanto, para que seja possível representar tais características (desejos, intenções e crenças) em um sistema, é necessário que uma arquitetura multi-agente seja elaborada levando em consideração aspectos de cooperação existente dentro do ambiente organizacional.

Este trabalho é parte integrante de um projeto que visa o desenvolvimento de um sistema de auxílio a gerentes de projeto e líderes de equipe na seleção de profissionais para a formação de equipes de desenvolvimento de software. O trabalho está dividido em três seções, primeiramente uma introdução (seção atual), seguida da base teórica e finalizando com a seção de modelagem, que mostra detalhes da utilização das técnicas apresentadas na seção 2.

II BASE TEÓRICA

Atualmente existem muitas metodologias projetadas para permitir que desenvolvedores criem sistemas orientados a agentes. Considerando o principal objetivo deste trabalho, que é definir um modelo de agente cognitivo BDI (*beliefs, desires and intentions*) para o gerenciamento de competências, as metodologias AOSE selecionadas foram especificamente elaboradas para atender às características de modelos BDI.

Nesta seção também são abordados conceitos de gerenciamento de projetos e gestão de pessoas por competências. Gerenciamento de projetos está relacionado aos aspectos caracterizado no domínio, pois se trata de um ambiente de desenvolvimento de software, onde figuram diversos cenários de aplicação das práticas de PM (*Project Management*). Os conceitos de gestão de pessoas por competências estão diretamente relacionados à criação e aplicação de modelos de competências sob aspectos organizacionais e individuais, objeto de grande relevância a este trabalho.

A. *Sistema Multi-Agente e Agentes Autônomos*

Sistema Multi-Agente (Multi-Agent System - MAS) é uma área de pesquisa fortemente influenciada pela Sociologia e, por isso, tem vislumbrado uma concepção de sistema com propriedades que somente sociedades possuíam. Seu estudo se baseia na coletividade dos indivíduos e não somente em um único, sendo assim, as iniciativas de compreender e simular o comportamento humano isoladamente, seja mental ou neural, deixam de ter atenção, e passam a dar maior atenção para a forma de interação entre as entidades que formam o sistema (chamadas de agentes) e sua organização.

MASs são formados basicamente por quatro aspectos: agentes, interação entre agentes, ambiente e organização do ambiente. Neste contexto, agente é um processo computacional situado num ambiente, projetado para atingir um propósito através de um comportamento autônomo e flexível; ambiente é o domínio de aplicação onde o agente trabalha para atingir seus propósitos; interação ocorre de um agente com o ambiente através de suas ações e percepções e, por fim, a organização possui um propósito principal nos sistemas que é fazer com que sua finalidade seja facilmente mantida (HÜBNER, 2003).

Dentre os aspectos abordados acima, a autonomia dos agentes e sua organização são fundamentais para o MAS (BRIOT, 2002), que segundo Weiß (1999), autônomo significa dizer que um agente independe de outros para existir. O agente não precisa de outros agentes, mesmo que para alcançar seus objetivos ele eventualmente precise da ajuda de outros, trata-se de uma autonomia de existência. Por outro lado, a organização estabelece restrições aos comportamentos dos agentes procurando estabelecer um comportamento grupal coeso.

Os agentes de um sistema podem ser divididos em duas categorias básicas: reativos e cognitivos. Agentes reativos possuem comportamento simples, não possuindo nenhum modelo do mundo onde estão atuando e possuem comportamento baseado em estímulo-resposta. Agentes cognitivos possuem comportamentos complexos onde eles deliberam e negociam suas ações com outros agentes. Na construção de agentes cognitivos em MAS é importante mencionar alguns aspectos, como: percepção, ação, comunicação, representação, motivação, deliberação, raciocínio e aprendizagem (ALVARES, 1997; BARONE, 2004; BORDINI, 2003).

Existem diversas arquiteturas para agentes individuais de um MAS. As mais conhecidas na literatura são: Reativa, Subsumption, BDI, Deliberativa e em Camadas. A arquitetura de interesse para este trabalho é a BDI (*belief, desire and intention*), pois permite a representação de modelos cognitivos. As demais não são abordadas.

B. *Agente Cognitivo BDI*

Agentes cognitivos são estruturas de software cuja principal característica é o fato de possuírem estados internos. Estes estados internos de agentes seriam correspondentes aos estados mentais humanos, que apresentam um vínculo com o mundo em termos de sua existência e significância. Portanto, os estados internos de um agente cognitivo se

relacionam com estados do ambiente com o qual o agente interage a fim de realizar ações diversas.

Para representar a arquitetura cognitiva de agentes, implementam-se modelos formais cognitivos, chamados Modelos BDI. Estes modelos são baseados em estados mentais, e tem sua origem no modelo de raciocínio prático humano (BRATMAN, 1988). O nome atribuído ao modelo é justificado pelos seus estados mentais: crença, desejo e intenção (*belief, desire and intention*). Uma arquitetura baseada no modelo BDI representa seus processos internos através dos estados mentais acima citados, e define um mecanismo de controle que seleciona de maneira racional o curso das ações.

Os estados mentais podem ser classificados em duas categorias: estados mentais de informação e estados mentais pró-ativos. A primeira categoria está relacionada à informação que o agente possui acerca do mundo que ele ocupa como, por exemplo, crença e conhecimento. Os estados mentais pró-ativos são aqueles que de alguma maneira guiam as ações do agente como, por exemplo, os desejos e as intenções. A seguir, detalhamos os três estados mentais adotados pelo modelo BDI.

Crença é um estado mental que representa o conhecimento sobre o mundo no qual o agente está inserido. Do ponto de vista computacional, crenças são apenas maneiras de representar o estado do mundo, seja através de variáveis, uma base de dados relacional, ou expressões simbólicas em um cálculo de predicados. As crenças são consideradas essenciais, pois o mundo é dinâmico (eventos passados precisam ser lembrados), e os sistemas têm apenas uma visão local do mundo (eventos fora da sua esfera de percepção devem ser lembrados) (GEORGEFF, 1999). Segundo Wooldridge (2000), as crenças são informações que um agente tem acerca do mundo no qual ele se encontra.

Os desejos são relacionados eventualmente ao estado de mundo que o agente quer provocar. Não necessariamente o fato de um agente possuir um desejo implica em agir para satisfazê-lo, significa que antes de um determinado agente decidir o que fazer, ele passa por um processo de racionalização e confronta os seus desejos com as suas convicções e, conseqüentemente, escolherá os desejos que são possíveis de acordo com um determinado critério. Desejos formam um componente essencial sobre o estado do sistema, pois representam um estado final que o agente quer verificar. Os softwares convencionais são orientados a tarefa ao invés de orientados a objetivos (GEORGEFF, 1999).

Os desejos são estados mentais intencionais com potencial gerador de ações do agente, apresentando características como: a representação de uma situação ou um conjunto de situações os quais o agente gostaria de alcançar; o fato de poder estar em conflito com as crenças do agente; poder ser simultaneamente conflitante com outros desejos; e não causar diretamente ações, mas poder, potencialmente, gerar suas ocorrências, deixando por conta das intenções a realização de tais ações.

As intenções correspondem a estados de mundo que o agente quer provocar. Intenções podem ser consideradas um subconjunto dos desejos, mas ao contrário destes, devem ser consistentes. As intenções são formadas a partir de um processo de deliberação e a partir do refinamento de outras intenções. No entanto, um agente pode conter intenções iniciais inseridas pelo usuário. Normalmente, o termo intenção é empregado tanto para caracterizar um estado mental quanto para caracterizar uma ação.

O estado mental intenção está direcionado para o futuro e não obrigatoriamente irá desencadear uma ação. A ação intencional está direcionada para o presente e representa o ato de agir imediatamente (BRATMAN, 1988).

O processo deliberativo consiste em formar as novas intenções do agente com base nas crenças, desejos e intenções atuais do mesmo. O processo normalmente é formado por duas etapas. Primeiramente, a Geração de Opções, que consiste na escolha de um conjunto opções (desejos) levando em conta as crenças e as intenções atuais do agente. E em seguida, a Filtragem, que tem como objetivo escolher a melhor alternativa gerada pela etapa anterior, formando assim a nova intenção.

C. Linguagem AgentSpeak(L)

Agentes cognitivos BDI podem ser especificados através da implementação em linguagem AgentSpeak(L) (RAO, 1996), da mesma forma que programas escritos em lógica, como em Prolog, por exemplo. Um programa AgentSpeak(L) é especificado por um conjunto de crenças, planos, eventos ativadores e um conjunto de ações básicas que o agente executa no ambiente.

Uma crença, em AgentSpeak, é um predicado de primeira ordem na notação lógica usual, ou o mesmo que fatos no sentido de programação lógica. Por outro lado, literais de crenças são átomos de crenças ou suas negações que formarão a base de crenças do agente. Planos fazem referência a ações básicas que um agente é capaz de executar em seu ambiente, sendo composto por um evento ativador, contexto e corpo. Os planos são sensíveis ao contexto, de forma que o contexto deve ser uma consequência lógica da base de crenças do agente no momento em que o evento é selecionado para ser considerado aplicável. O corpo do plano é uma seqüência de ações básicas que o agente deve atingir ou testar quando uma instância do plano é selecionada para execução.

A linguagem AgentSpeak(L) distingue dois tipos de objetivos: objetivos de realização e objetivos de teste. Objetivos de realização e de teste são predicados, tais como crenças, porém com operadores prefixados, como “!” e “?” respectivamente. Objetivos de realização expressam os desejos do agente e objetivos de teste retornam a unificação do predicado de teste com uma crença ou pode falhar quando não existir nenhuma crença que seja satisfeita (BORDINI, 2003).

D. Gerenciamento de Projetos

O gerenciamento de projetos tem se tornado cada vez mais importante no cenário de desenvolvimento industrial e tecnológico, podendo ser considerado uma disciplina que permite definir objetivos e alcançá-los através da minimização de riscos de fracasso, ao mesmo tempo em que se otimiza o uso de recursos (tempo, dinheiro, pessoas, espaço etc.) (PMI, 2004).

Gerenciamento de projeto é definido pelo PMI (2004), como “a aplicação de conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas às atividades do projeto a fim de atender aos seus requisitos”. Neste contexto, projeto pode ser definido como – esforço temporário com finalidade específica de criar um produto, serviço ou resultado exclusivo, atendendo ao objetivo principal de atingir suas metas dentro de parâmetros de prazo, custo e qualidade.

Neste cenário algumas entidades têm como responsabilidade a consolidação e difusão das práticas de gerenciamento de projetos, como é o caso do *Project Management Institute* – (PMI) e da *International Project Management Association* – (IPMA).

Cada uma destas entidades possui um guia de referência que contém informações importantes na aplicação de suas práticas, o PMI possui o guia PMBOK (*Project Management Body of Knowledge*) e a IPMA possui o guia ICB (*International Competence Baseline*).

Diferentemente do PMBOK, o guia ICB contém processos de gerenciamento, e uma relação de conhecimentos, experiência e atitudes pessoais esperados do gerente de projetos e de sua equipe. Cada associação nacional é responsável por estabelecer a sua própria definição de competências e documentação para certificação, a *National Competence Baseline* – (NCB), as quais devem estar de acordo com o ICB e fazer adaptações de acordo com as especificidades culturais de cada país (SANTOS, 2006).

Para fins de implementação deste trabalho são consideradas as práticas estabelecidas pelo PMBOK, que segundo Machado (2005), o PMBOK Guide é amplamente reconhecido por se tratar de uma “compilação de conhecimentos” e de melhores práticas do gerenciamento de projetos, sendo reconhecido pelos institutos ANSI (*American National Standard Institute*) e IEEE (*Institute of Electrical and Electronic Engineers*), e utilizado como referência pela ISO (*International Standards Organization*).

De acordo com o PMBOK (PMI, 2004), gerenciar um projeto significa: identificar as necessidades dos clientes; estabelecer objetivos claros e alcançáveis; balancear demandas conflitantes de qualidade, escopo, tempo e custo; adaptar especificações, planos e abordagens às diferentes expectativas e preocupações das diversas partes interessadas; e aplicar e também coordenar as etapas de definição, planejamento, execução, controle e conclusão num projeto.

Conhecimentos e práticas da gerência de projetos são melhores descritos em termos de seus processos, os quais podem ser classificados em cinco grupos (iniciação, planejamento, execução, controle e encerramento) que abrangem nove áreas de conhecimento:

- Gerenciamento de Integração do Projeto: descreve os processos necessários para assegurar a perfeita coordenação entre todos os processos envolvidos.
- Gerenciamento do Escopo do Produto: descreve os processos necessários para assegurar que o projeto contemple todo e somente o trabalho requerido para completar o projeto com sucesso.
- Gerenciamento de Tempo do Projeto: descreve os processos necessários para assegurar o encerramento do projeto no tempo definido.
- Gerenciamento de Custos do Projeto: descreve os processos necessários para assegurar que o projeto se encerrará dentro do orçamento.
- Gerenciamento da Qualidade do Projeto: descreve os processos necessários para assegurar que o projeto satisfará as necessidades contratadas.
- Gerenciamento de Recursos Humanos do Projeto: descreve os processos necessários para assegurar o melhor desempenho das pessoas envolvidas.
- Gerenciamento das Comunicações do Projeto: descreve os processos necessários assegurar, no tempo certo, a geração, disseminação e armazenamento das informações do projeto.
- Gerenciamento de Riscos do Projeto: descreve os processos necessários na identificação, análise e controle dos riscos inerentes ao projeto.
- Gerenciamento de Aquisições do Projeto: descreve os processos necessários para aquisição de bens e serviços fora da organização.

O agrupamento dos processos em áreas de conhecimento leva em conta a natureza e as características de cada um dos processos. Na norma PMBOK Terceira Edição (PMI, 2004), existem 44 processos distribuídos entre as nove áreas de conhecimento mencionadas anteriormente.

E. Gestão de Pessoas por Competências

Atualmente, o conceito de competência está associado a pessoas e organizações. Na literatura, o conceito de competência apresenta-se associado à capacidade das pessoas gerarem resultados para a organização e à capacidade que a própria organização tem de garantir mercados atuais e alcançar mercados futuros.

Segundo (CARBONE, 2006-b), competências humanas são “*combinações sinérgicas de conhecimentos, habilidades e atitudes, expressas pelo desempenho profissional dentro de determinado contexto organizacional, que agregam valor a pessoas e organizações*”. Este conceito deriva da junção de duas grandes correntes, uma representada principalmente por autores norte-americanos que é baseada em dimensões de competência (conhecimento, habilidades e atitudes) e outra por franceses que está focada em identificar e mensurar referenciais de desempenho, conforme sugere Dutra (2004).

A competência humana é expressa quando uma pessoa gera um resultado no trabalho decorrente da aplicação conjunta de conhecimentos, habilidades e atitudes. Agregando valor social e econômico a indivíduos e organizações, ao mesmo tempo em que contribuem para a realização de objetivos organizacionais e expressam o reconhecimento social sobre a capacidade das pessoas, conforme mostrado na Figura 1.

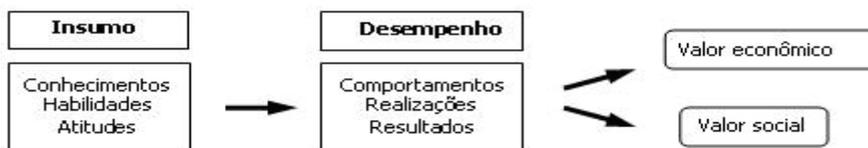


Figura 1: Modelo de Gestão por Competências - adaptado de Carbone (2006-b).

O conhecimento está relacionado ao que se sabe fazer. Corresponde a informações que ao serem reconhecidas pelo indivíduo, influenciam sobre seu julgamento ou comportamento. Diz respeito ao “saber” que a pessoa acumulou ao longo de sua vida, relacionado à lembrança de conceitos, idéias ou fenômenos. A habilidade está relacionada àquilo que se sabe fazer. É a aplicação produtiva do conhecimento, ou seja, a utilização de conhecimentos armazenados na memória na produção de uma ação. Podem ser classificadas em intelectuais ou motoras. A atitude, por sua vez, diz respeito ao que se deseja fazer. Está relacionando a um sentimento ou à predisposição do indivíduo, que determina sua conduta em relação a outras pessoas, ao trabalho ou a situações (CARBONE, 2006-a).

O conceito de competências humanas é a base para o processo de gestão de pessoas por competência, cujo objetivo é gerenciar o *gap* de competências eventualmente existente em organizações ou equipes, procurando eliminá-lo ou minimizá-lo, identificando o que os profissionais são capazes de fazer (competências atuais) e o que a organização espera que eles façam (competências desejadas) (CARBONE, 2006-b).

III MODELAGEM

Os tópicos apresentados nesta seção relatam sobre processos de criação do sistema proposto. Inicialmente define-se uma arquitetura que deve atender às especificações e características do domínio de aplicação, neste contexto é importante que se considere os aspectos relacionados à gestão de pessoas por competências.

Modelos de competências (organizacional e individual) são criados para servir de base para a criação de perfis de competências. Os perfis de competências representam as competências as quais a organização necessita e as competências que são disponibilizadas pelos profissionais que concorrem a uma vaga na equipe.

Para melhor entendimento da aplicação do modelo de competências, apresentamos um cenário em que são detalhados os processos utilizados para a execução da tarefa de criar um *website*, cujas informações são utilizadas para criar perfis de competências exigidas organizacional e disponibilizadas por profissionais (competências individual).

Através da implementação das informações do perfil de competências individual utilizando a linguagem lógica AgentSpeak, são criados os perfis de agentes do HRCSystem.

A. *Arquitetura do Sistema*

Pela combinação entre conceitos de TROPOS (TROPOS, 2008) e métodos derivados do desenvolvimento de Sistemas Tutores Inteligentes (*Intelligent Tutoring Systems – ITS*) (VICARI, 2007) é possível estabelecer um grupo de atividades que se acredita serem bastante relevantes no processo inicial do desenvolvimento de sistemas multi-agente.

O domínio de aplicação é composto por cinco categorias de atores, os quais realizam comunicação entre si para atingir um objetivo comum, o desenvolvimento de um produto de software.

Sempre que necessário, normalmente quando há uma nova solicitação de desenvolvimento, é feito um levantamento das características dos colaboradores vinculados ao processo de desenvolvimento de software. Este levantamento tem o propósito de relacionar todos os profissionais que atendam a determinadas características, as quais são inerentes à nova solicitação de desenvolvimento, e também obter informações a respeito da disponibilidade de participação em outros projetos, considerando alguns fatores como: a prioridade do projeto no qual o recurso está alocado e por quanto tempo o recurso continuará alocado, adicionalmente pode ser verificado se o recurso já possui solicitação para futuras alocações.

Os atores existentes no domínio são representações de papéis normalmente encontrados em ambientes de desenvolvimento de software. Neste domínio são considerados os atores *Gerente de Projeto*, *Líder de Equipe*, *Desenvolvedor*, *Consultor de RH (Recursos Humanos)* e *Cliente*.

O Gerente de Projetos é quem tem contato direto com o Cliente. Por isso trata de questões administrativas relacionadas ao projeto, além de ser responsável por receber novas solicitações de desenvolvimento de software. O Gerente de Projetos também estrutura e relaciona o elenco inicial das equipes de desenvolvimento, acompanha o andamento dos projetos da empresa e delega responsabilidades aos Líderes de Equipe. Quando necessário, faz consultas ao Consultor de RH para obter informações a respeito dos recursos humanos a sua disposição.

O Líder de Equipe é quem controla e define as características e recursos envolvidos em um projeto. Tais projetos possuem uma equipe elaborada especificamente para implementar uma solução. Este ator delega atribuições aos Desenvolvedores que participam da equipe sob sua responsabilidade e faz consultas ao Consultor de RH sempre que houver necessidade de obter informações sobre recursos humanos, como por exemplo, se um determinado recurso se encontra disponível para alocação. Um mesmo Líder de Equipe pode ser integrante de um ou mais projetos de desenvolvimento, onde não necessariamente, o profissional assume papel de líder em todos os projetos os quais participa.

O ator Desenvolvedor realiza atividades delegadas pelo Líder de Equipe do projeto do qual participa. Para que seja integrante de um novo projeto, o Desenvolvedor deve atender a algumas características as quais são necessárias para o bom andamento das

atividades de desenvolvimento. As características requisitadas a estes profissionais variam de acordo com o domínio de aplicação do software a ser desenvolvido. Naturalmente, um Desenvolvedor pode melhorar seu currículo sempre que participa de um curso de formação ou demonstra novas habilidades e atitudes. Havendo melhorias no currículo, o ator terá cada vez mais possibilidades de participar de novos projetos. Tais melhorias podem ser sugeridas pelo Consultor de RH sempre que um Desenvolvedor não possuir competências suficientes para ser relacionado em um levantamento realizado para formação de nova equipe de desenvolvimento.

O Consultor de RH fornece informações sobre características profissionais e pessoais de cada um dos colaboradores da empresa. As informações fornecidas são coletadas com auxílio de algumas técnicas, que normalmente são baseadas em documentos e formulários com respostas fornecidas pelos próprios colaboradores, levando em consideração algumas características específicas relacionadas a tecnologias ou competências.

A partir da análise do domínio, aplica-se parcialmente a metodologia TROPOS, dando foco especificamente às fases (*Initial Requirements, Final Requirements e Architectural Project*). Aplicam-se também os chamados Critérios de Aplicabilidade e Princípios de Projeto derivados de ITS. Primeiramente TROPOS e métodos de ITS são aplicados de forma integrada, critérios de aplicabilidade e princípios de projeto fazem papel de “ponte” entre a especificação de requisitos de TROPOS e a arquitetura MAS do sistema HRC (*Human Resource Consultant*), chamada *Triad Architecture*.

Nesta arquitetura é possível classificar os atores do sistema de acordo com subdomínios com características bem definidas, como mostrado na Figura 2.

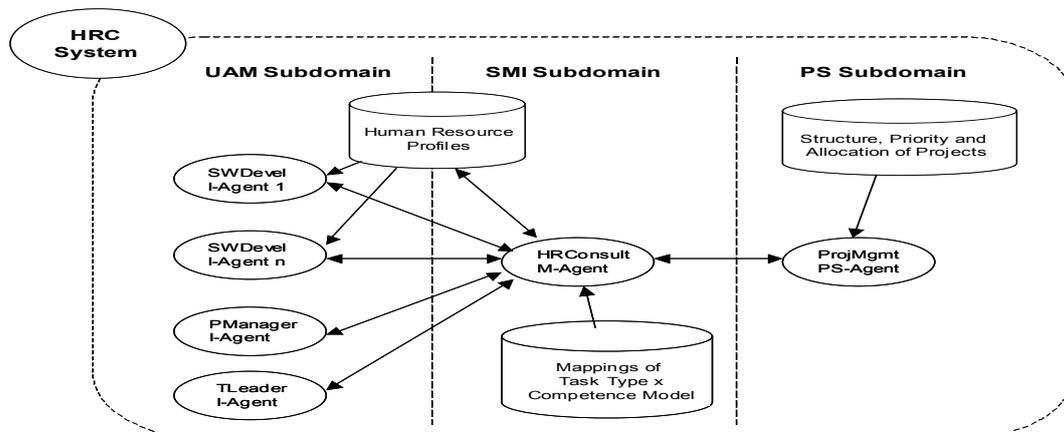


Figura 2: Arquitetura Triad - Mapeamento de agentes para subdomínios.

Seguindo os princípios de projeto DP.1 ao DP.3 da arquitetura Triad proposto em (VICARI, 2007), este sistema consiste de um MAS composto de agentes trabalhando em três subdomínios distintos. Sendo assim, estes aspectos são classificados como segue:

- HRConsultant (M-Agent): pertence ao subdomínio SMI e desempenha o papel de Mediador. Conhece o modelo *Competence Management* – (CM) sendo capaz de compreender informações sobre tarefas, papéis e referenciais de desempenho. Também é responsável por identificar os Desenvolvedores (SWDevelopers) que atendam às necessidades de Gerentes de Projeto (PManagers) e Líderes de Equipe (TLeaders). Este agente estabelece e reforça (por meio de mediação), o principal relacionamento social buscado por HRCSysystem e seus usuários.

- ProjMgmt (S-Agent): pertence ao subdomínio PS e desempenha o papel de Solucionador. Conhece o que é um projeto e quais são os projetos da organização, e é responsável por solucionar questões relacionadas a prioridades/importância de tarefas/projetos.
- SWDeveloper, PManager, and TLeader (I-Agents): pertencem ao subdomínio UAM e desempenham o papel de Interfaceador. São responsáveis por interagir e construir modelos cognitivos de usuários do HRCSsystem, e realizar a interface entre o sistema e seus usuários.

As bases de conhecimento *Human Resource Profiles*, *Task Type x Competence Model Mappings* e *Projects of Organization* estão sendo analisadas e estruturadas conforme o princípio DP.4. Elas são organizadas em bases de crenças que devem representar:

- Entidades relevantes ao subdomínio e suas principais propriedades;
- A identificação de suas habilidades básicas, e possíveis ações e percepções de agentes em relação a estas entidades;
- Planos e habilidades para solucionar problemas, necessários para atingir desejos (objetivos) relacionados a estas entidades.

B. Modelo de Competências

A Figura 3 apresenta o modelo cognitivo de competências que propõe a representação de informações relativas a competências pessoais, que de um lado estão representadas conforme as necessidades da organização (referenciais de desempenho) e de outro, representadas como competências disponíveis à organização através de seus profissionais (insumos/dimensões da competência).

O modelo tem seu fluxo de execução iniciado por uma tarefa (*Class of Tasks*) que desencadeia o processo de busca por informações mais específicas para sua realização até finalizar em um Modelo de Insumos (*Competence Dimension Profile – CD*) que contém informações de conhecimentos, habilidades e atitudes relacionadas à atividade em questão.

A Classe de Papéis (*Role*) relaciona os possíveis papéis existentes no contexto do ambiente organizacional ou de uma equipe de projeto, sendo que um papel possui tarefas específicas que estejam em conformidade com as atividades realizadas pelo profissional que ocupa essa posição. Uma dada tarefa é executada sempre que um profissional realiza um comportamento, mas para que o resultado desta execução seja satisfatório é preciso haver um desempenho adequado, representado pelo Modelo de Desempenho (*Competence Referential Profile – CRef*) que relaciona uma série de referenciais de desempenho a uma determinada competência.

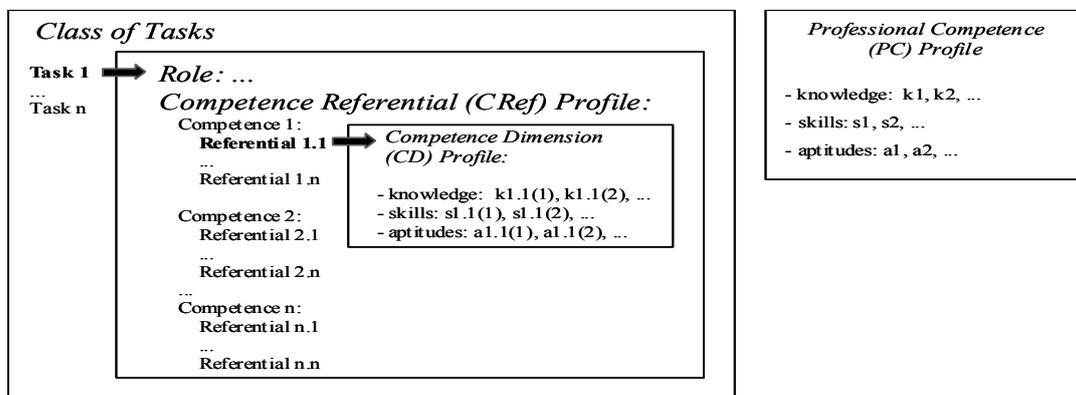


Figura 3: Modelo Cognitivo de Competências.

Um referencial de desempenho (*Referential*) é uma forma de descrição de competências que indica objetivamente certos comportamentos passíveis de observação que um profissional, equipe ou organização deve possuir. Outra forma de representação de competências é pela disposição em dimensões (conhecimento, habilidade e atitude), que se pressupõe sejam necessárias para que o profissional possa apresentar determinado desempenho. A partir de referenciais de desempenho é possível extrair informações valiosas a respeito de quais conhecimentos, habilidades e atitudes um profissional deve possuir para que tenha capacidade de executar uma dada tarefa, tais informações são representadas no CD.

Uma vez que exista um CD elaborado, este pode ser confrontado com um Modelo de Profissional (*Professional Competence Profile – PC*), que por sua vez, também possui insumos representados, podendo assim verificar se o profissional em questão é competente o suficiente para realizar tarefas específicas e assim ocupar um determinado papel no ambiente organizacional.

O modelo apresentado na Figura 3 é genérico e independente de domínios particulares de competências, promovendo uma ligação ou mapeamento entre duas formas de representação de competências. Contudo é importante notar que a gestão de competências deve estar em conformidade com o planejamento estratégico da organização. Neste caso, em que as competências estão especificamente relacionadas a desenvolvimento de software, que são competências neste trabalho, estamos considerando o modelo *Personal Software Process – PSP* (HUMPHREY, 2005). A partir do PSP será possível identificar um conjunto específico de competências relacionadas ao processo de desenvolvimento de software necessárias aos profissionais desta área.

C. Modelo de Agente

Sabe-se que agentes cognitivos são estruturas de software cuja principal característica é o fato de possuírem estados internos, portanto, para que agentes possam existir e interagir entre si e com o ambiente é necessário que tais estados internos sejam representados em um modelo de agente. Para a elaboração do modelo cognitivo consideram-se as características dos agentes em concordância com domínio de aplicação, representando seus estados mentais de informação e estados mentais pró-ativos. A primeira categoria está relacionada à informação que o agente possui acerca do mundo que ele ocupa. Os estados mentais pró-ativos são aqueles que de alguma maneira guiam as ações do agente como, por exemplo, os desejos e as intenções.

Tabela 1
Modelo Cognitivo Meta-Nível (I-Agent SWDeveloper)

Crenças	<i>Conhecimentos</i>	Crenças que o sujeito possui sobre o domínio do trabalho de programação
	<i>Habilidades</i>	Crenças sobre experiências profissionais do sujeito relacionadas ao contexto de TI
	<i>Atitudes</i>	Crenças sobre as atitudes do sujeito no ambiente de trabalho
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> • Criar modelo de crenças do sujeito que seja fidedigno com base de intenções do usuário externo (Ator SWDeveloper) • Identificar a quais Papéis suas características atendem • Sempre tentar atender às solicitações do agente mediador (M-Agent HRConsultant) 	
Planos	<ul style="list-style-type: none"> • São definidos por algoritmos ou heurísticas 	

A Tabela 1 apresenta o modelo cognitivo meta-nível do chamado agente SWDeveloper, que representa os profissionais do domínio dentro do sistema multi-agente.

O agente SWDeveloper, assim como um profissional de desenvolvimento de software, possui crenças, objetivos e planos dentro do ambiente organizacional que são representados por estados mentais, sejam eles de informação ou de pró-atividade.

Neste contexto, os estados mentais de informação correspondem às três dimensões que compõem uma competência. Sendo assim, o agente SWDeveloper possui como crença tudo aquilo de ele domina como conhecimentos, habilidades e atitudes. Os estados mentais pró-ativos correspondem aos objetivos que o agente SWDeveloper tem dentro do ambiente, como por exemplo, identificar a quais papéis dentro da organização suas características atendem, e aos planos de execução das ações para atingir os objetivos. Os planos definem a maneira como as ações serão executadas e podem ser definidos tanto por algoritmos quanto por heurísticas.

Os planos de agentes cognitivos são basicamente a implementação das ações em alguma linguagem de programação, desde que esta tenha suporte a características do paradigma de programação lógica.

D. Cenário

O cenário apresentado tem origem a partir de entrevistas realizadas com especialistas da área de desenvolvimento de Websites, mas é importante ressaltar que, assim como menciona Carbone (2006-b), a gestão de pessoas por competências é orientada pelo planejamento estratégico da organização. Portanto, é possível supor, por exemplo, que o planejamento estratégico de uma organização seja elaborado com base no cumprimento de práticas e métodos propostos pelo PSP (*Personal Software Process*) (HUMPRHEY, 2005), em que é possível relacionar características necessárias a profissionais de desenvolvimento de software, para que atendam algumas especificações de produtividade.

O cenário apresentado é a descrição do processo utilizado na empresa S1 Soluções Inteligentes (GOMES, 2008). O processo descrito foi elaborado em conformidade com a missão e visão da empresa, atendendo ao planejamento estratégico.

Cenário 1: Construção de Website

Considerando o modelo apresentado na Figura 3, cada *tarefa* possui como atributo *papéis* e um *perfil de referenciais de desempenho*. Neste contexto, cada atividade apresentada pertencente ao processo de desenvolvimento da tarefa “Construção de Website”, passa a ser entendida como uma competência que deve ser atendida. Para cada atividade (competência) existem referenciais de desempenho que indicam quais insumos são necessários para que o profissional possa satisfazê-la.

As atividades envolvidas na tarefa de construção de websites são:

- *Análise de requisitos*: o profissional precisa conversar com o cliente para identificar suas necessidades.
- *Criação de layout*: produção de imagem ilustrativa que representa os serviços contidos no estágio final do website.
- *Criação de XHTML*: conversão dos layouts para linguagem de marcação de hipertexto para navegadores de Internet.
- *Modelagem de dados*: os modelos são implementados por classes que representam recursos utilizados na implementação do website.

- *Inserção de dados*: inserção de conteúdo feita pelo cliente através de uma interface amigável de administração de conteúdo.
- *Programação de lógica de negócio*: escrever código fonte (Python, PHP) do site considerando as regras de negócios existentes no cliente e a renderização de templates, correspondendo à camada de lógica.
- *Configuração de templates*: implementação das regras de negócio em XHTML (camada de interface). Se a linguagem utilizada na programação da lógica de negócio for PHP, o sistema de *template* é Smarty, mas se for Python, o sistema de *template* será Django.
- *Realização de testes*: verifica a compatibilidade do código com diversas plataformas (*Personal Computer* e dispositivos móveis), navegadores, robôs de busca de acordo com um *checklist* de testes pré-estabelecidos.
- *Publicação de conteúdo na Internet*: há duas possibilidades, caso seja publicado no servidor na empresa desenvolvedora, o processo é automatizado por meio de *script* (robô de publicação), caso contrário, o cliente contrata outra empresa para hospedagem, necessitando que o conteúdo seja publicado conforme especificações do servidor de terceiro que devem ser compatíveis com as tecnologias utilizadas no desenvolvimento do *website*.

Os papéis envolvidos na tarefa de construção de *websites* são:

- *Relações externas*: é o profissional que faz o canal de comunicação entre cliente e equipe de desenvolvimento. Este profissional é responsável pela análise de requisitos, pela elaboração de propostas de venda e contratos, e realiza atividades de treinamento e suporte, portanto deve conhecer de regras específicas ao negócio do cliente e diagramação de informações.
- *Desenvolvedor*: é responsável pela codificação das informações e da estrutura do *website*. Este papel está relacionado a atividades de lógica de programação, modelagem de dados, linguagens de programação *web*.
- *Designer*: produz o *layout* que consiste na programação visual em forma de telas estáticas do *website*.
- *Testador*: é responsável pela verificação das funcionalidades e recursos implementados no *website*, garantindo que todos os requisitos necessários tenham sido atendidos de acordo com o levantamento de requisitos.

A relação entre papel e atividade define quais atividades no processo de desenvolvimento serão de responsabilidade de um determinado papel do domínio. Para o papel de Relações Externas estão relacionadas as atividades de análise de requisitos e inserção de dados. Ao Designer, a atividade de criação de layout. Ao Desenvolvedor, as atividades de criação de XHTML, modelagem de dados, programação de lógica de negócio, configuração de *templates* e publicação de conteúdo na Internet. E ao Testador, cabe satisfazer a atividade de realização de testes.

– *Competence Dimension Profile (CD)*:

Para a identificação dos insumos (conhecimentos, habilidades e atitudes) necessários para atender uma determinada competência, as atividades do processo são analisadas individualmente para que se possam relacionar as informações necessárias para a realização de tal atividade. A identificação dos insumos é feita a partir da identificação de palavras-chave (signos) que estejam relacionados à realização da atividade no contexto do domínio.

A relação de insumos por atividade é mostrada nas Tabelas 2 e 3, onde se encontram relacionados os conhecimentos, as habilidades e as atitudes desejáveis ao profissional que irá realizar as atividades de Análise de Requisitos e Criação de Layout respectivamente.

Tabela 2
Perfil de Dimensões da Competência – Insumos necessários para Análise de Requisitos

Atividade: Análise de Requisitos	
Insumos	Palavras-chave
<i>Conhecimentos</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Comunicação oral e visual ▪ Mídia digital
<i>Habilidades</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conduzir entrevistas ▪ Conhecer recursos de mídia digital ▪ Orientar clientes na escolha dos recursos ▪ Extrair informações ▪ Organizar informações ▪ Conhecimentos gerais ▪ Conhecimentos específicos ao website
<i>Atitudes</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Atencioso ▪ Paciente ▪ Detalhista ▪ Curioso

Tabela 3
Perfil de Dimensões da Competência – Insumos necessários para Criação de Layout

Atividade: Criação de Layout	
Insumos	Palavras-chave
<i>Conhecimentos</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Design ▪ Ferramentas de edição de imagem <i>bitmaps</i>
<i>Habilidades</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Organização de conteúdo ▪ Noções de usabilidade ▪ Noções de acessibilidade ▪ Noções de cores ▪ Noções de formatos de arquivo ▪ Noções de HTML ▪ Pesquisa por aplicações de técnicas
<i>Atitudes</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Atencioso ▪ Detalhista ▪ Curioso ▪ Questionador

Após identificar as atividades e os possíveis papéis envolvidos no processo de desenvolvimento de uma dada tarefa, devem-se criar os perfis de dimensões da competência (*Competence Dimension Profile*, Figura 3).

– *Professional Competence Profile* (PC):

O perfil das competências de um profissional é criado a partir da análise de diferentes fontes como, por exemplo, documentos (currículo, histórico de resultados de atividades realizadas etc.), entrevistas e questionários (depoimento pessoal e de outros profissionais, avaliações etc.). Este perfil deve ser fidedigno ao profissional, pois será implementado por um agente do sistema de auxílio na seleção de profissionais.

Para exemplificar um PC, na Tabela 4 é mostrado um perfil de profissional fictício. O perfil apresenta uma relação dos insumos (conhecimentos, habilidades e atitudes) e

seus respectivos valores que, acredita-se serem condizentes com o profissional em questão.

Tabela 4
Perfil de Competências do Profissional - Insumos que o profissional disponibiliza para a realização de uma atividade

Profissional: Fulano de Tal	
Insumos	Palavras-chave
<i>Conhecimentos</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Graduação em Computação ▪ Modelagem de dados ▪ Elicitação de requisitos ▪ Metodologias de desenvolvimento de software ▪ Documentação de processos
<i>Habilidades</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Modelagem de dados usando UML ▪ Programação orientada a objetos ▪ Noções de LATEX ▪ Noções de eletrônica básica ▪ Conceitos de lógica de programação ▪ Docência ▪ Documentação de API
<i>Atitudes</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Atencioso ▪ Comunicativo ▪ Pró-ativo ▪ Detalhista ▪ Paciente ▪ Colaborativo

Os objetivos do agente são altamente condizentes com os objetivos do profissional real. Além de sempre tentar atender às solicitações para participar de um novo projeto, é agregado de outros objetivos referentes aos aspectos de implementação do sistema multi-agente, como por exemplo, identificar a quais papéis suas características melhor se adequam e se manter o mais fidedigno possível ao profissional o qual representa.

Quanto aos planos do agente, eles precisam simplesmente ser implementados, não dependendo muito de outros conceitos, mas somente de definição de algoritmos e heurísticas baseadas no cenário. Os planos são implementados com base em informações extraídas de três diferentes fontes: formulário de entrevista a profissionais da equipe que aborda aspectos técnicos; busca na base de dados por informações de histórico e entrevista com gerente de projeto, e servem de base para formação do conjunto de ações que podem ser realizadas por um perfil de profissional, que neste caso é especificamente um profissional de desenvolvimento de *website*.

E. Formalização

Esta seção apresenta uma abordagem de formalização de perfil de competências de um profissional em linguagem lógica. A sintaxe utilizada pertence à linguagem de programação de sistemas multi-agente AgentSpeak(L) (BORDINI, 2007).

Um agente tem uma base de crenças que é simplesmente uma coleção de literais. Em linguagens de programação baseadas em lógica, a informação é representada de forma simbólica por meio de predicados que expressam uma propriedade particular de um objeto ou indivíduo.

Uma *structure* em AgentSpeak é utilizada para representar um indivíduo ou objeto, e é referenciada por um *functor* (átomo que identifica um indivíduo ou objeto particular) e um *arity* (indica a quantidade de argumentos existentes em uma *structure*).

O perfil implementado mostrado no Quadro 1, corresponde a informações mostradas no perfil da Tabela 4, cuja sintaxe lógica pertence à linguagem AgentSpeak.

```
temConhecimento(fulanoDeTal, elicitacaoRequisitos) [source(fulanoDeTal)]
temHabilidade(fulanoDeTal, nocoesLatex) [source(fulanoDeTal)]
temAtitude(fulanoDeTal, detalhista) [source(fulanoDeTal)]
```

Quadro 1: Implementação de perfil de agente em AgentSpeak.

O código acima representa que o próprio agente fulanoDeTal nos diz o que possui como insumo. Ou seja, tem o conhecimento de elicitação de requisitos, tem a habilidade com noções de Latex e tem atitude de ser detalhista.

IV CONCLUSÃO

Este trabalho apresenta uma proposta de criação de perfis de competências organizacionais e individuais, a partir de uma arquitetura de sistema multi-agente e do domínio de aplicação, objetivando criar mecanismos para formalização de informações úteis na implementação de agentes que auxiliem gerentes de projeto e líderes de equipe na seleção de profissionais de TI (Technology Information).

A partir da aplicação de informações extraídas de um cenário ao modelo de competências apresentado, são obtidos perfis de competências necessárias à organização e perfis de competências disponibilizadas por um determinado profissional.

O resultado do trabalho é um novo modelo computacional, baseado em agentes cognitivos e em um modelo de gerenciamento de competências, que servirá como base da aplicação. Atualmente estamos refinando o modelo arquitetural e o modelo de gerenciamento de competências apresentados na seção 3, a fim de obter uma arquitetura que possa ser implementada na linguagem AgentSpeak(L) e ambiente de desenvolvimento JASON. AgentSpeak(L) foi selecionada por oferecer uma forma fácil de representar e implementar agentes BDI. JASON foi selecionado pois possui integração com Java, o que facilita a integração do sistema HRCSys tem com outras aplicações e ferramentas de gerenciamento de projetos.

REFERENCIAS

ALVARES(1997) ALVARES, Luis Otávio; SICHMAN, Jaime Simão. *Introdução aos sistemas multiagentes*. In: XVII Congresso da SBC, Jornada de Atualização em Informática (JAI'97). p. 1-38. Brasília, ago. 1997.

BARONE(2004) BARONE, Dante. et al. *Sociedades artificiais: a nova fronteira da inteligência nas máquinas*. Bookman. 2004.

BORDINI(2003) BORDINI, Rafael; VIEIRA, Renata. Linguagens de programação orientadas a agentes: uma introdução baseada em AgentSpeak(L). *Revista de Informática Teórica e Aplicada*, Porto Alegre, n.10, p. 7-38, ago. 2003.

(BORDINI, 2007) BORDINI, Rafael; HÜBNER, Jomi Fred; WOOLDRIDGE, Michael. *Programming Multi-Agent Systems in AgentSpeak using Jason*. 2007. ISBN: 970-0-470-02900-8.

BRATMAN(1988) BRATMAN, Michael. et al. Plans and resource-bounded practical reasoning. *Computational Intelligence*, vol. 4, n. 3, p. 349-55, 1988.

BRIOT(2002) BRIOT, Jean-Pierre; DEMAZEAU, Yves. *Principes et architecture des systems multi-agents*. Paris: Hermes, 2002.

(CARBONE, 2006-a) CARBONE, Pedro Paulo. Gestão por Competências: uma nova metodologia de gerenciamento do capital humano. *Revista Mundo PM – Project-Program-Portfolio Management*, n. 11, p. 18-23, out.-nov. 2006.

(CARBONE, 2006-b) CARBONE, Pedro Paulo; et al. *Gestão por Competências e Gestão do Conhecimento*. ed. 2. Rio de Janeiro: FGV, 2006.

DUTRA(2004) DUTRA, Joel. *Competências: conceitos e instrumentos para a gestão de pessoas na empresa moderna*. São Paulo: Atlas, 2004.

GEORGEFF(1999) GEORGEFF, Michael. et al. *The belief-desire-intention model of agency*. In: International Workshop on Intelligent Agents V, Agent Theories, Architectures, and Languages. ed. 5, p. 1–10, 1999.

GOMES(2008) GOMES, Bruno. *Processos para Construção de Websistes*. Porto Alegre, 20 abr. 2008. Registro dos processos utilizados para a tarefa de construção de *websites* utilizados na empresa S1 Soluções Inteligentes e Consultoria LTDA. Entrevista concedida a Stefan Oliveira Rosa.

(HUMPHREY, 2005) HUMPRHEY, Watts. *A Discipline for Software Engineering: The Complete PSP Book*. SEI Series in Software Engineering, ed. 18, 2005. ISBN: 0201546108.

HÜBNER(2003) HÜBNER, Jomi Fred; SICHMAN, Jaime Simão. *Organização de sistemas multiagentes*. In: Jornada de Mini-Cursos de Inteligência Artificial (JAIA'03). 3 ed., p. 247-96. 2003.

MACHADO(2005) MACHADO, Marcos Vinícius Lima e. (2005). *Um processo de implantação do PMBOK em organizações de software*. Recife: UFPE, 2005. Trabalho de Conclusão (Graduação em Computação), Universidade Federal de Pernambuco, 2005.

PMI(2004) PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE (PMI). *Um Guia do Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos: Guia PMBOK®*. ed. 3. Pensylvania, 2004. Tradução oficial de “A Guide to the Project Management Body of Knowledge”.

(RAO, 1996) RAO, Anand. *AgentSpeak(L): BDI agents speak out in a logical computable language*. In: European Workshop on Modelling Autonomous Agents in a Multi-Agent World. Verlag: Springer, LNAI, ed. 7, vol. 1038, p. 42–55, 1996.

(SANTOS, 2006) SANTOS, José Amaro dos; CARVALHO, Hélio Gomes. *Referencial Brasileiro de Competências em Gerenciamento de Projetos*. Associação Brasileira de Gerenciamento de Projetos. Paraná, 2006. ISBN: 85-00879-01-4.

(TROPOS, 2008) TROPOS PROJECT. *Tropos: Requirements-Driven Development for Agent Software*. Disponível em: <<http://www.troposproject.org/>> Acesso em: abr. 2008.

VICARI(2007) VICARI, Rosa Maria; GLUZ, João Carlos. *An ITS View on AOSE*. International Journal of Agent-Oriented Software Engineering. vol. 1, n. ¾, p. 295-333, 2007.

WEIß(1999) WEIß, G. *Multiagent systems: A modern approach to distributed artificial intelligence*. Londres: MIT Press, 1999.

WOOLDRIDGE(2000) WOOLDRIDGE, Michael. *Reasoning about rational agents*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 2000.