

Processos de comunicação entre agentes inteligentes para o sistema AgenTCC

Walison J. Deus¹, Elymar P. Cabral²

¹Bacharel em Informática, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFG) – Inhumas – GO – Brazil

²Mestre em Gestão do Conhecimento e da Tecnologia da Informação – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFG) – Inhumas – GO – Brazil

walisonjose16@hotmail.com, elymar@ifgoias.edu.br

Abstract. *The article is based on the results of the process of developing a web learning environment, as modeled in the master's thesis (CABRAL, 2006). The system aims to facilitate the monitoring of the activities that involve the definition and elaboration of Final Projects (FP). To achieve this goal the system is based on a layer of intelligent agents that act as employees to perform all activities necessary for the development of TCC. For these agents act satisfactorily in the environment is necessary to establish a communication process that enables agents act at a conceptual level closer to humans. Thus, this article presents the results obtained during the development of computacionais agents and their communication mechanisms.*

Resumo. *O artigo fundamenta-se nos resultados do processo de desenvolvimento de um ambiente web de aprendizagem, já modelado em dissertação de mestrado (CABRAL, 2006). O sistema tem por objetivo facilitar o acompanhamento das atividades que envolvem a definição e a elaboração de pré-projetos de Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC). Para atingir tal objetivo o sistema é baseado em uma camada de agentes inteligentes que atuam como colaboradores para execução de todas as atividades necessárias ao desenvolvimento do TCC. Para que esses agentes atuem de forma satisfatória no ambiente é necessário o estabelecimento de um processo de comunicação que possibilite aos agentes agirem em um nível conceitual mais próximo do ser humano. Dessa forma, este artigo expõe os resultados obtidos ao longo do desenvolvimento dos agentes computacionais e seus mecanismos de comunicação.*

1. Introdução

Todo acadêmico durante a sua vivência universitária é exposto a uma gama de conhecimentos e experiências típicas de sua área de formação, estas que serão fundamentais na formação do seu perfil profissional e no desenvolvimento de uma série de habilidades, que irão reger toda sua vida profissional. O Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) está inserido nesse processo de formação e aquisição de conhecimento, ele possibilita ao acadêmico a aplicação de conhecimentos previamente adquiridos em situações práticas, assim como a descoberta de conhecimentos avançados dentro de seu escopo de estudo, fechando assim o seu ciclo de aprendizagem.

Para iniciar o seu TCC o estudante necessita encontrar um professor que o oriente no seu trabalho. Segundo (CABRAL, 2006) o orientador possui o papel de guia durante todo o processo de elaboração do TCC, onde tomando como base sua experiência e sua visão amadurecida, leva o estudante a trilhar um caminho seguro aos resultados esperados.

Geralmente a busca por um orientador é caracterizada pela informalidade, o que pode lhe acarretar certa ineficiência, isto pode ser justificado por um atributo significativo ao sucesso desse processo, o porte da instituição. Cabral (2006) afirma que dependendo do porte da instituição o estudante pode não conhecer o perfil de cada professor e suas propostas de temas disponíveis, e o professor por sua vez, pode ter dificuldade em divulgá-los a todos os estudantes da instituição.

Com o intuito de diminuir tais dificuldades, foi feita uma modelagem de um ambiente de colaboração para o processo de elaboração de propostas de TCC (CABRAL, 2006), que foi batizado de AgenTCC (Agentes Assistentes de apoio a Agentes Humanos na Elaboração de Propostas de Trabalhos de Conclusão de Curso). Tal ambiente de colaboração propõe a implementação de agentes inteligentes de apoio aos personagens inseridos no processo de elaboração de propostas TCC, em destaque: o estudante orientando e o professor orientador.

O AgenTCC, portanto, propõe o desenvolvimento de uma camada de agentes inteligentes que possuem o papel de auxiliar os estudantes e os professores orientadores na mútua identificação de interesses comuns para o desenvolvimento de trabalhos de conclusão de curso. Propõe também uma interface de comunicação e relacionamento entre as partes. A camada de agentes inteligentes atua como núcleo do sistema proposto pelo modelo e é formado por três tipos de agentes: o Agente Administrativo (AAdm), o Agente Assistente do Estudante (AAE) e o Agente Assistente do Professor (AAP).

Para que os agentes assistentes propostos pelo AgenTCC possam atingir seus objetivos no sistema, é necessário o estabelecimento de um conjunto de processos de comunicação entre eles. Tais processos atuam como mecanismos de interação entre os agentes, permitindo a eles obterem as informações necessárias junto aos demais agentes para o alcance de seus objetivos.

Dentre este conjunto de processos de comunicação, este trabalho aborda o processo que se caracteriza pelo estágio inicial dos agentes assistentes no ambiente. Neste processo os agentes coletam informações relativas ao perfil dos seus usuários por meio de uma interface, e depois iniciam o seus respectivos comportamentos no ambiente. O comportamento do AAP se resume pela espera de possíveis solicitações de informações do perfil de seu usuário por um AAE. Já o comportamento do AAE se resume pela busca de possíveis perfis de professores junto aos AAPs no ambiente.

Um aspecto desse processo de comunicação é que esses agentes tenham possibilidade de atuação tanto em ambiente web (servidor de aplicações) quanto em dispositivos móveis. Assim, é válido enfatizar que um entre os objetivos principais deste trabalho, é a verificação da possibilidade do estabelecimento deste processo de comunicação entre os agentes assistentes nesse ambiente proposto.

Além do estabelecimento desse processo de comunicação, outra necessidade levantada para este projeto foi a implementação de uma interface mínima com o usuário, que possibilitasse ao usuário do sistema preencher seu perfil e interagir com o seu agente assistente. Assim, foram desenvolvidas interfaces específicas aos dois ambientes supracitados que possibilitaram a interação do usuário com o sistema.

Outro aspecto importante para o sucesso do estabelecimento desse processo de comunicação abordado neste trabalho, foi o desenvolvimento de padrões de comunicação utilizados pelos agentes assistentes durante o processo de comunicação. Esses padrões de comunicação foram utilizados como

mecanismo de estruturação e padronização das informações enviadas entre os agentes. A padronização dessas informações foi concebida da necessidade de se garantir um nível de representação entre as informações que são enviadas de um agente para outro. Dessa forma, este trabalho aborda todos os aspectos teóricos e práticos que envolveram o desenvolvimento desse processo de comunicação no ambiente proposto.

Assim, na seção 2 são apresentadas definições e características de Agentes Inteligentes como um todo. Na seção 3 o ambiente AgenTCC é descrito juntamente com a plataforma utilizada no seu desenvolvimento, assim como o seu processo de desenvolvimento e de pesquisa. Na seção 4 a plataforma JADE é caracterizada. Na seção 5 o processo de comunicação analisado é apresentado. Na seção 6 os padrões de estruturação das informações empregados no processo de comunicação são abordados. Na seção 7 os aspectos gerais da interface com o usuário são descritos. Fechado o artigo a seção 8 apresenta as conclusões do mesmo.

2. Agentes Inteligentes

Ferber *et al.*(1991) defini um agente inteligente como sendo uma entidade (real ou abstrata) que possui a capacidade de agir sobre ela mesma e sobre seu ambiente, podendo comunicar-se com outros agentes, e cujo comportamento é consequência de suas observações, de seu conhecimento e das interações com outros agentes. Outro conceito relacionado a agentes é que são entidades computacionais criados com o propósito de atuarem de acordo com um conjunto normas pré-definidas e de forma o mais autônoma possível. Entede-se então por agentes inteligentes como sendo um tipo de software com capacidade de interagir com seu ambiente e em tomar o seu conhecimento inicial – que pode estar presente em uma base de dados ou base de conhecimentos – como ponto de partida para a busca da realização dos seus objetivos no ambiente. Além disso, um agente inteligente comumente possui a capacidade de acumulação de experiências ou conhecimentos, que podem ser aplicados em situações similares no futuro.

Outros aspectos apresentados por Cabral (2006 *apud* Wooldrigde, 1995) auxiliam na construção do perfil de um agente inteligente, entre elas se destacam, a autonomia como a capacidade do agente em trabalhar sem a necessidade da intervenção de usuários. A pró-atividade como a busca pelos seus objetivos no ambiente por iniciativa própria. A reatividade como instrumento de percepção e reação as mudanças do seu ambiente. A habilidade social como a capacidade de interagir com outros agentes no seu ambiente, através de algum tipo de comunicação. E por fim, a inteligência como sendo a presença de certo nível de conhecimento relacionado aos seus objetivos e a capacidade de assimilação de novos ao longo do seu ciclo de vida. A seção seguinte apresenta o ambiente AgenTCC.

3. AgenTCC

3.1. Agentes no ambiente AgenTCC

Tendo em vista todo o dinamismo e compatibilidade apresentados pelas características de um agente inteligente, o AgenTCC objetiva ao longo de seu desenvolvimento a implementação de uma camada de agentes inteligentes que formarão a base do sistema como um todo, onde todas as interações necessárias aos objetivos do sistema serão executadas por meio do comportamento de cada agente que compõem o AgenTCC. Tais agentes serão descritos a seguir e são ilustrado na figura 1.

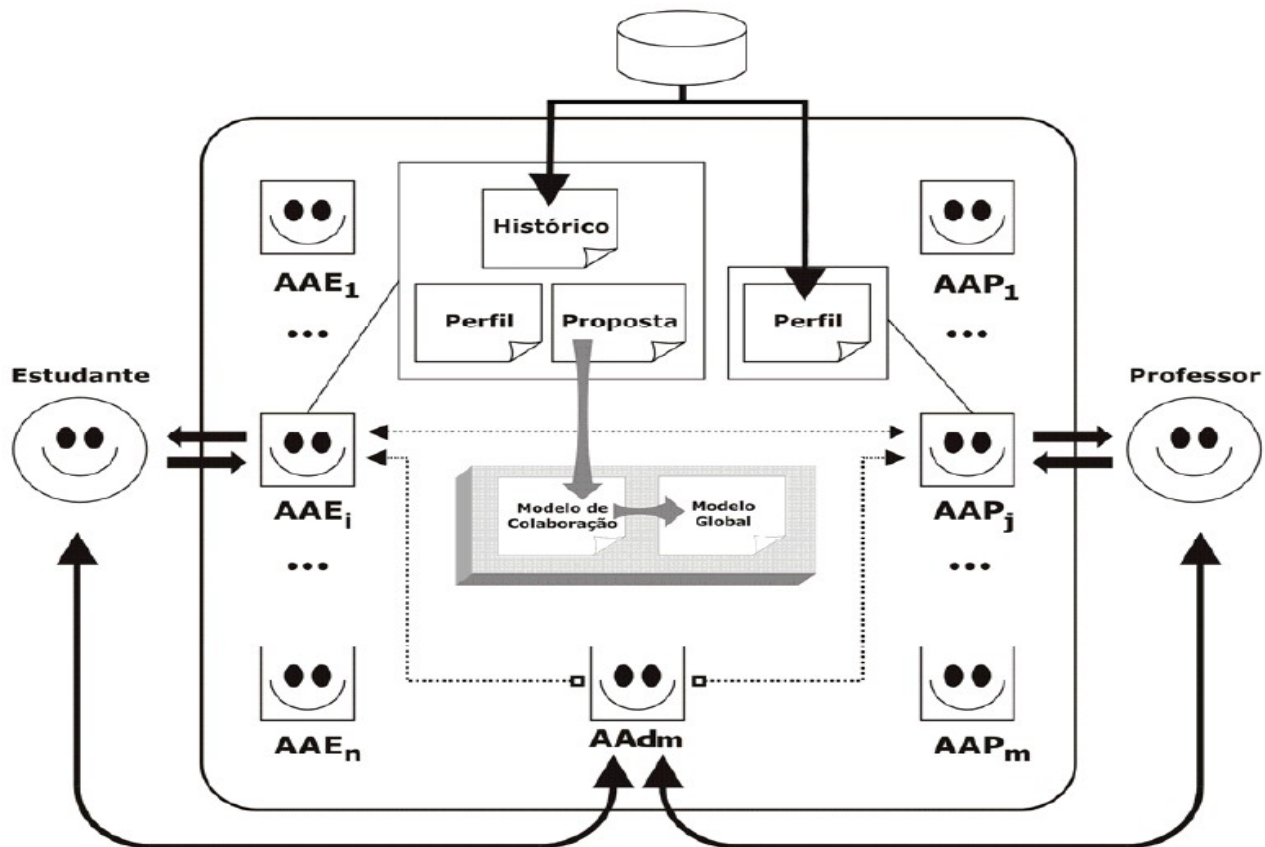


Figura 1: Modelo de sistema baseado em agentes de apoio à elaboração de propostas de TCC – AgentTCC (CABRAL, 2006)

3.2. Agente Administrativo

O Agente Administrativo (AAdm) é único no escopo do sistema, é responsável por criar e controlar os demais agentes. Por meio da base de dados do sistema, ele monitora o estado de todos os outros agentes e também as suas interações com o ambiente. Para que isso seja possível ele possui uma base de dados em formato XML¹, que contém todas as informações referentes aos outros agentes e também realiza periodicamente atualizações da mesma, para poder ter um panorama exato do ciclo de vida de cada agente.

3.3. Agente Assistente do Professor

O Agente Assistente do Professor (AAP) é responsável por todas as atividades desenvolvidas pelo seu usuário, no caso o professor, no ambiente e cada professor possui o seu AAP. Ele conta com um arquivo em formato XML que contém todas as informações relevantes ao perfil do seu usuário, como linhas de estudo, disciplinas e projetos de pesquisa, que lhe são de fundamental importância para que o mesmo auxilie o seu usuário nas possíveis interações com outros agentes do sistema. Além disso, o AAP é fundamental no seu papel de representar o professor que assiste quando esse não está *on-line* no sistema e outros agentes precisam interagir com ele. Assim o AAP auxilia o professor assim como o representa junto a outros agentes.

1 Extensible Markup Language

3.4. Agente Assistente do Estudante

O Agente Assistente do Estudante (AAE) tem como seus principais objetivos favorecer ao seu usuário, o estudante, a consulta e tomada de decisão sobre dois assuntos importantes relacionados ao desenvolvimento de seu TCC: o tema da proposta e o orientador do seu trabalho. Para que o AAE obtenha sucesso nos seus objetivos ele conta com um arquivo em XML, estruturado com as informações do estudante, como áreas e linhas de pesquisa, projetos de pesquisa da sua instituição de ensino, disciplinas e outras informações que modelam seu perfil, e que serão tomadas como referencial para a busca de um orientador mais compatível as suas expectativas, por exemplo. Esse arquivo constitui o conhecimento do agente acerca de seu usuário assistido. A fim de auxiliar seu usuário da forma mais apropriada possível, o AAE oferece alguns recursos como a negociação com professores, consulta e controle de propostas, que possibilitará ao estudante desenvolver todas as etapas necessárias a elaboração da proposta de TCC. Assim como o AAP, o AAE representa o estudante no ambiente e cada estudante tem o seu AAE.

Essas atribuições e características que compõem o perfil de cada agente são essenciais para a composição do conjunto de interações necessárias para a construção de um modelo de colaboração para tanto o orientando quanto o orientador possam desempenhar suas atividades na elaboração da proposta de TCC da forma mais produtiva o possível.

Agora para que todo esse processo de modelagem dos perfis dos agentes e a composição do conjunto de interações que os envolve fosse pautado por critérios que atendessem a realidade do ambiente de execução dos agentes inteligentes, foi necessária a análise de uma API (Application Program Interface) que contemplasse esses critérios e fornecesse uma camada de abstração que possibilitasse a implementação do modelo de colaboração proposto pelo AgentTCC. Dessa forma, foi adotada a plataforma JADE², que será descrita na seção seguinte.

4. Plataforma JADE

A plataforma JADE é uma API utilizada para o desenvolvimento de aplicações baseadas em agentes inteligentes. A plataforma é totalmente desenvolvida em Java, e seu papel principal é oferecer aos agentes um ambiente onde eles possam desempenhar todas as suas atividades, ou seja, buscar seus objetivos da forma mais satisfatória o possível. Assim os agentes são executados diretamente na plataforma JADE, e esta por sua vez é executada na plataforma Java, que deve estar devidamente instalada e funcionando perfeitamente.

Outra característica interessante do ambiente JADE é atuar como um *middleware*, ou seja, proporcionar aos agentes que estão ali executando uma camada genérica que lhes abstrai quaisquer questões relativas a hardware e software, tendo apenas a necessidade da plataforma Java estar executando naquela máquina. Essa característica permite aos programadores apenas ter o conhecimento das estruturas necessárias ao desenvolvimento dos agentes e utilização dos mecanismos oferecidos pela plataforma.

Como pode ser notado, todas essas características justificam a adoção da plataforma JADE como ambiente de execução dos agentes do AgentTCC. Os mecanismos oferecidos pela plataforma possibilitam a implementação conforme a necessidade que o sistema requer. A próxima seção apresenta o processo de comunicação analisado neste trabalho.

² Java Agent Developing Framework (<http://jade.tilab.com>)

5. O processo de comunicação analisado

Segundo Cabral (2006), o estágio inicial do usuário no AgentTCC é o cadastro do seu perfil no ambiente para em seguida a criação do seu agente, seja AAP ou AAE. Nesta fase é apresentada uma interface na forma de um formulário, onde tanto o professor ou estudante fornecem as informações que constituirão seus perfis e que serão tomadas como referencial para ação do seus agentes no ambiente.

Cabral (2006) defende esse estágio inicial de preenchimento do perfil do agente humano em relação ao seu agente assistente, afirmando que é “com base no seu perfil que o seu agente lhe dá apoio e também pode responder às solicitações suas e de outros agentes. Professores precisam saber mais sobre os estudantes que desejam ser orientados por eles e estudantes precisam saber mais sobre os professores e seus assuntos de interesse para tomar decisões.”

Assim, o processo de comunicação tomado como objeto de estudo a esse trabalho abrange esse estágio inicial dos agentes humanos no ambiente AgentTCC, desde a constituição do seu perfil, criação do seu agente assistente e sua ação no ambiente. Analisando esse processo de forma genérica, na fase de constituição do perfil é apresentada uma interface mínima para a coleta das informações do agente humano, onde a estrutura dos campos dessa interface é específica ao tipo de agente, ou seja, como o perfil de um professor é diferente de um estudante, o formulário de cadastro das informações contém os campos específicos ao tipo de perfil do usuário.

O comportamento propriamente dito dos agentes assistentes (AAP e AAE), se iniciará somente após o momento que o preenchimento do perfil dos seus agentes humanos (professor ou estudante) seja finalizado. No caso do AAP, após ter a posse do perfil do seu agente humano, se registra junto ao sistema, para que possa receber possíveis solicitações dos AAE, e entra em um estado de espera dessas solicitações.

No caso do AAE, após o preenchimento do perfil do seu agente humano, esse inicia uma busca junto ao sistema para a descoberta de quantos e quais são os AAPs que estão em execução no ambiente, tendo como retorno, uma lista com os identificadores desses agentes assistentes. Em seguida, estabelece uma interação junto a esses agentes solicitando as informações do perfil de seus respectivos agentes humanos.

Esse comportamento segundo a perspectiva do professor ou orientador, se resume inicialmente no recebimento de convites para orientação. Tais convites dos estudantes vêm acompanhados do perfil e dos interesses do estudante. Já na perspectiva do estudante, segundo Cabral (2006) se inicia “com o apoio direcionado do seu AAE. Esse apoio do AAE, quando solicitado, analisa o perfil do estudante e realiza uma pesquisa junto a todos os AAPs para identificar professores e temas que tenham relação com as preferências pessoais do estudante e apresenta os resultados encontrados em ordem decrescente de proximidade com o seu perfil”.

Na seção seguinte serão abordados os aspectos gerais que justificam o desenvolvimento dos dois padrões de estruturação das informações do perfil de um usuário do sistema, que são fundamentais para o estabelecimento de todo o processo de comunicação proposto para este trabalho.

6. Padrões de estruturação das informações

O processo de comunicação tomado como foco de estudo para este trabalho, se resume, na iniciativa de um AAE em solicitar as informações do perfil de um professor junto ao seu AAP, que o representa no ambiente. Em resposta a essa solicitação, o AAP deve enviar essas informações ao AAE, que por sua vez, irá processá-las, e apresentá-las ao seu usuário.

Note-se que esse processo de interação, envolve um conjunto de trocas de mensagens entre os agentes envolvidos (AAP e AAE), onde, as informações requisitadas pelo AAE junto ao AAP, podem ser enviadas por meio de um recurso da própria plataforma JADE, que é a possibilidade de se agregar

um objeto Java a uma mensagem que será enviada. Para que essa agregação deste objeto seja possível, é necessário que a classe Java que o objeto instancia, implemente a interface *Serializable*. No entanto, além de enviar as informações do perfil do professor do AAP para o AAE, uma nova necessidade levantada, é garantir que essas informações sejam transmitidas de forma que facilitem a sua manipulação e entendimento por parte do agente que as recebe. Para atingir tal objetivo, é necessário que as informações transmitidas sejam estruturadas na forma de uma expressão que possibilite o entendimento do sentido da informação transmitida. Isso não é possível por meio da serialização, que apenas envia o objeto de um agente a outro.

Como o ambiente proposto para o estabelecimento do processo de comunicação é composto tanto por agentes executando em um servidor de aplicações quanto em um dispositivo móvel, se tornou necessário o desenvolvimento de padrões de comunicação específicos a cada ambiente. Esses padrões de comunicação se baseiam na forma em que as informações do perfil de seu usuário armazenadas pelos agentes assistentes são estruturadas antes de serem enviadas para um agente solicitante. E essa estruturação é necessária como um mecanismo que garanta um certo nível de representação destas informações no momento em que elas são recebidas e processadas pelo agente solicitante.

O padrão de estruturação específico ao ambiente do servidor de aplicações, foi implementado utilizando um suporte a ontologias e conteúdos de linguagem que a própria plataforma JADE³ disponibiliza. Esse recurso converte as informações contidas no objeto Java na forma de uma expressão, e disponibiliza funções para a extração destas informações e inserção em um novo objeto Java. Essa expressão é no formato de uma string, ou seja, uma sequência de caracteres que conterá todas as informações do perfil do usuário que o agente representa.

Um desafio que foi levantado ao longo do desenvolvimento do trabalho, foi o estabelecimento deste processo de comunicação entre agentes que estejam em ambientes diferentes proposto por este projeto, por exemplo, um AAP que esteja executando em um dispositivo móvel e um AAE executando em um servidor de aplicações. Esta possibilidade trouxe a este trabalho uma nova necessidade, que é a implementação de um suporte semelhante ao disponibilizado pela plataforma JADE para a comunicação entre agentes em dispositivos móveis.

O padrão de estruturação específico ao ambiente dos dispositivos móveis foi concebido da necessidade de se garantir um padrão de estruturação semelhante ao utilizado no ambiente do servidor de aplicações. Essa necessidade foi reafirmada pela própria falta desse suporte a ontologias e conteúdos de linguagem provido pela plataforma JADE para o ambiente móvel, o que trouxe a necessidade da implementação de um suporte semelhante para tal ambiente, para que fosse possível o desenvolvimento do padrão de estruturação pretendido.

Diante dessa necessidade, foi implementado um suporte semelhante para os agentes que são executados em ambiente de dispositivos móveis, e todos os demais agentes foram habilitados por meio de um conjunto de funções específicas a entender esse padrão no momento em que uma mensagem recebida.

A implementação desse padrão de comunicação específico ao ambiente móvel, possibilitou, da mesma forma que no padrão baseado no suporte fornecido pela plataforma JADE, que se garantisse um bom nível de representação das informações que são enviadas de um agente para outro. Além disso, outro mecanismo que foi implementado em todos os agentes é possibilidade deles identificarem o padrão de comunicação que está sendo utilizado em uma mensagem no momento em que ela é recebida, e assim, aplicar as funções adequadas para a extração das informações do perfil do usuário contidas na mensagem.

3 Para mais informações sobre o suporte a ontologias e conteúdos de linguagens provido pela plataforma JADE veja <http://jade.tilab.com/doc/tutorials/CLOntoSupport.pdf>.

Na seção seguinte serão apresentadas as características primordiais das interfaces dos agentes assistentes com seus usuários.

7. Interfaces com o usuário

Além do estabelecimento do processo de comunicação entre os agentes assistentes, este trabalho objetiva a implementação de uma interface mínima com usuário, que atue como um mecanismo de interação entre o agente assistente e o seu agente humano. Inicialmente esta interface foi proposta na forma de uma página web, mas, no decorrer do desenvolvimento do projeto vislumbrou-se a possibilidade de se executar esses agentes assistentes no âmbito dos dispositivos móveis, o que levou ao desenvolvimento juntamente com a interface web de outra mais específica para dispositivos móveis.

Para a construção da interface web do sistema, buscou-se por tecnologias que possibilitassem a incorporação de forma dinâmica e flexível do comportamento dos agentes assistentes nas páginas web, sem necessariamente que houvesse algum tipo de dependência em nível de execução entre a página web e o agente assistente. Além disso, objetivou-se a implementação de uma interface amigável, possibilitando ao usuário um bom nível de usabilidade durante sua navegação pelo sistema.

A arquitetura utilizada para o desenvolvimento da interface web permite aos agentes assistentes uma independência do seu ciclo de execução em relação aos eventos que ocorrem na mesma. Tal independência é provida por meio de *beans* que são implementados pelo framework *Spring* (Pacheco, 2007). Esses *beans* atuam como sensores captando todos os eventos ocorridos na interface web, promovendo um elo de ligação entre o comportamento do agente e as interações do usuário com a interface web. O estabelecimento desse elo de ligação entre os *beans* do *Spring* e os comportamentos dos agentes é promovido pelo *Jade4Spring*, que é um software que cria essa interligação entre o ciclo de execução do agente e a interface web.

As interfaces para dispositivos móveis foram desenvolvidas na forma de aplicativos Java que possam ser executados em celulares. Assim, os agentes são capazes de coletarem as informações de seus agentes humanos por meio de uma interface mínima e também estejam aptos a enviar essas informações no momento que um agente lhe faça uma solicitação. Para isso, foi construída uma interface mínima específica para dispositivos móveis tanto para o AAE quanto para o AAP, utilizando o pacote de desenvolvimento da plataforma Java para dispositivos móveis, o J2ME, e a API específica da plataforma JADE para o desenvolvimento de aplicações baseadas em agentes em dispositivos móveis, o JADELEAP⁴ (Caire & Pieri, 2003).

A figura 2 mostra um exemplo conjugado dos tipos de interfaces com o usuário desenvolvidas neste trabalho. Onde no fundo da figura, especificamente no lado esquerdo, é apresentada uma parte do formulário de preenchimento do perfil do professor, já preenchido com informações fictícias. Sobrepondo este formulário no lado direito é apresentado em um emulador de aplicativos para dispositivos móveis, o mesmo perfil do professor, mas agora na interface do usuário estudante. Ou seja, as informações do perfil do professor inseridas no formulário em formato de uma página web (lado esquerdo da figura 2), por meio do estabelecimento do processo de comunicação entre os agentes assistentes, foram recebidas e apresentadas na tela do dispositivo móvel do estudante (lado direito da figura 2).

4 Para mais informações acesse <http://jade.tilab.com/doc/tutorials/LEAPUserGuide.pdf>.

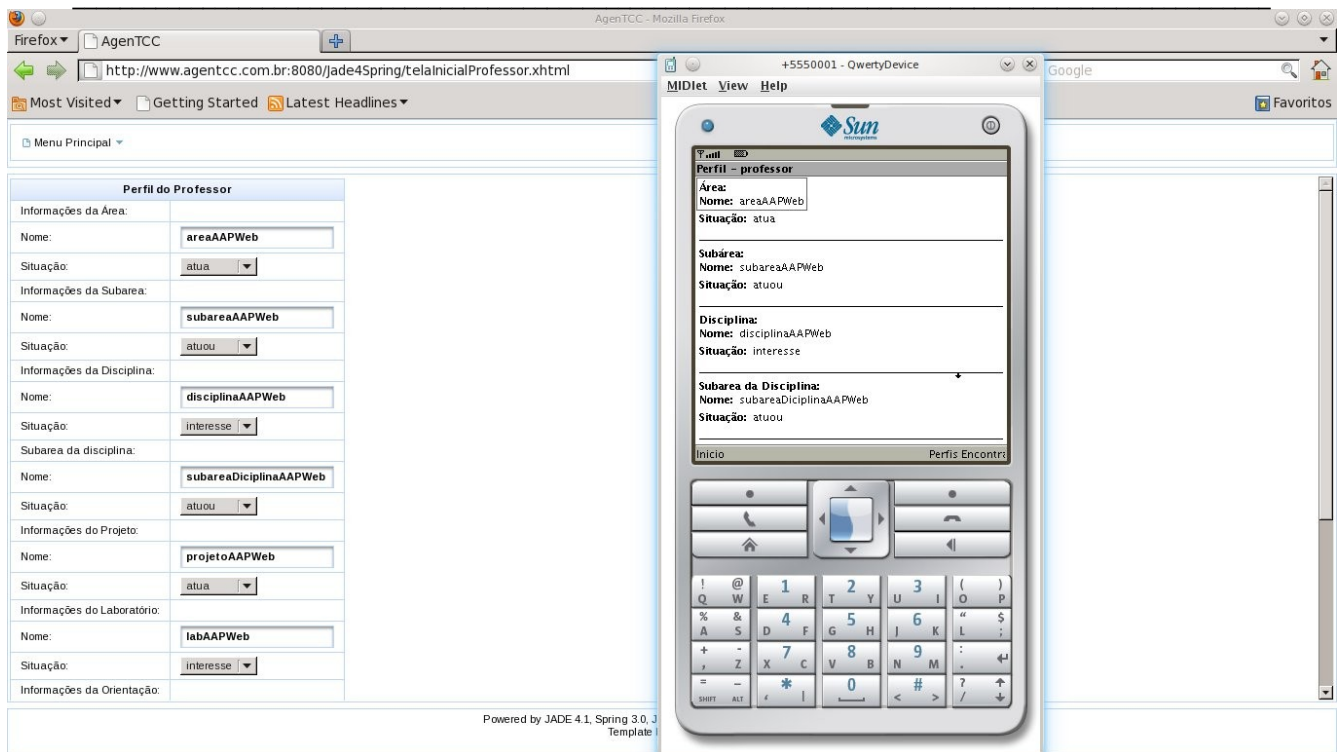


Figura 2: Exemplo das duas interfaces (web e dispositivos móveis) desenvolvidas apresentando as informações do perfil de um professor.

A próxima seção apresenta as conclusões deste trabalho.

8. Conclusões

O desenvolvimento deste trabalho trouxe como resultado um conjunto de conclusões relevantes sobre o desenvolvimento dos processos de comunicação entre os agentes assistentes propostos para o sistema AgentTCC. Este conjunto de conclusões se focam nos seguintes pontos fundamentais:

- interfaces com o usuário;
- padrões de comunicação;

Em relação as interfaces com o usuário, este trabalho traz como resultado desse desenvolvimento, uma perspectiva promissora. Tal perspectiva se relaciona principalmente a interface web, onde a arquitetura utilizada neste trabalho para seu desenvolvimento permite aos agentes assistentes uma independência do seu ciclo de execução em relação aos eventos que ocorrem na interface web.

Essa independência provida nessa arquitetura se deve aos beans do *Spring*, que por meio do *Jade4Spring*, atuam como um elo de ligação entre o comportamento do agente e as interações do usuário com a interface. Essa independência é necessária, pois possibilita ao agente desempenhar todas as ações previstas no seu ciclo de execução independentemente se ocorreu alguma ação na interface com o usuário. Essa condição é promovida pelo *Jade4Spring* que estabelece esse elo de ligação entre os beans do *Spring* e os comportamentos dos agentes JADE. Essa condição é interessante pelo fato dos beans atuarem como sensores na interface web, coletando as ações do usuário quando elas acontecem, processando e retornando os resultados ao usuário, não decorrendo assim, nenhuma perda ou retardo significativo no desempenho do agente no servidor de aplicações.

Outro ponto que traz conclusões relevantes para este trabalho é o desenvolvimento dos padrões

de comunicação desenvolvidos para o processo de comunicação implementado neste projeto. A relevância de todo o desenvolvimento desses padrões de comunicação para este trabalho pode ser notada sob a ótica tanto dos AAPs quanto dos AAEs. Do ponto de vista dos AAPs, a implementação desses padrões possibilita que um AAP independente do ambiente (servidor de aplicações ou dispositivo móvel) onde esteja executando, coletar as informações do perfil de seu usuário e estruturá-las e enviá-las a qualquer agente solicitante de forma satisfatória. Do ponto de vista dos AAEs, a aplicação desses padrões de comunicação possibilita que ao receber as informações dos perfis enviadas pelos AAPs, extraí-las de forma satisfatória, independente da forma em que elas foram estruturadas.

A principal contribuição deste trabalho para a informática na educação é a implementação de uma parte do sistema AgenTCC, que possui como cerne de sua proposta o desenvolvimento de um ambiente de colaboração para o processo de elaboração de propostas de TCC. Sendo assim, todos os avanços alcançados para a viabilização deste processo de comunicação abordado neste trabalho, como em relação as interfaces com o usuário e o padrão de comunicação, contribuem para a assimilação de experiência da aplicação dos agentes assistentes dentro de um contexto prático. Essa experiência é relevante ao ponto que traz como bagagem todo o estudo e aplicação das ferramentas e tecnologias utilizadas para o desenvolvimento dos agentes assistentes, das interfaces e o padrão de comunicação que compõem o processo de comunicação entre os agentes assistentes.

Dessa forma, este trabalho atingiu os objetivos almejados construindo as interfaces para interação entre agentes assistentes e os seus usuários, a implementação dos processos de comunicação entre os agentes assistentes e o uso de ontologias de comunicação provida pela ferramenta JADE. Este trabalho contribui então para a melhoria do processo de orientação entre professor-estudante a medida que os agentes assistentes do sistema representam seus assistidos mesmo quando estes não estão disponíveis.

9. Referências Bibliográficas

- CABRAL, E. P. “Concepção de um ambiente de apoio à elaboração de propostas de Trabalhos de Conclusão de Cursos em Instituições de Ensino Superior”. Brasília, DF, 2006. Dissertação (Mestrado em Gestão do Conhecimento e da Tecnologia da Informação) – Universidade Católica de Brasília (UCB), Brasília, 2006.
- CAIRE, Giovanni; CABANILLAS, David. JADE TUTORIAL APPLICATIONDEFINED CONTENT LANGUAGES AND ONTOLOGIES. 2010. Disponível: <<http://jade.tilab.com/doc/tutorials/CLOntoSupport.pdf>>. Acesso em: 3 março 2012.
- CAIRE, Giovanni; PIERI, Federico. Leap User Guide. 2003. Disponível em: <<http://jade.tilab.com/doc/tutorials/LEAPUserGuide.pdf>>. Acesso em: 3 março 2012.
- PACHECO, Diego. Spring Framework (2.0) Framework para Desenvolvimento Aplicações em Java. 2007. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/77704931/Spring-Framework-20-Diego-Pacheco>>. Acesso em: 25 fevereiro 2012 .
- PACHECO, Diego. Agentes com JADE e Spring Framework. 2008. Disponível em: <<http://diego-pacheco.blogspot.com.br/2008/11/agentes-com-jade-e-spring-framework.html>>. Acesso em: 25 fevereiro 2012 .