

Processo de Negociação Multiagente para a Organização de uma Agenda de Horários

Cristiano Gossmann¹, Daniela Bagatini^{1,2}, Rejane Frozza¹, Andrea Konzen¹

¹Departamento de Informática – Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC)
Av. Independência, 2293 – 96.815-900 – Santa Cruz do Sul – RS – Brazil
algoz@bewnet.com.br, [bagatini, frozza, andrea]@unisc.br

²Faculdade de Tecnologia (FTEC)
Rua Comendador Manuel Pereira, 277 – Porto Alegre – RS – Brazil

Abstract. *This paper presents a MAS (Multi-Agent System) with a negotiation process in a schedule agenda. The agents offer information about teacher's availability to the coordinators of courses and manager conflicts during the communication.*

Resumo. *Este artigo tem por objetivo apresentar um processo de negociação multiagente na montagem de uma agenda de horários, oferecendo informações aos coordenadores de cursos sobre a disponibilidade dos professores e intermediando, no caso de um conflito, a comunicação entre coordenadores e professores.*

1. Introdução

Técnicas de Inteligência Artificial (IA) servem como alternativas para a resolução de problemas complexos ou que demandem muitos recursos para a sua solução. Destaca-se, no domínio da IA, o uso de Sistemas Multiagentes que podem, com autonomia, realizar tarefas de forma inteligente.

Montar a grade de horários é um processo que demanda tempo e recursos, pois fazer a alocação de horários sabendo das disponibilidades das disciplinas e dos professores é um processo um tanto difícil, porque uma negociação sempre é necessária [Pistori, 2005]. O objetivo dos coordenadores sempre é proporcionar o melhor horário a cada professor. No entanto, o processo de montagem da agenda pode ter a sua complexidade aumentada em função do número elevado de disciplinas, de professores, de cursos e de unidades acadêmicas, resultando em um trabalho demorado e exaustivo.

Desta forma, o presente trabalho tem por objetivo apresentar o desenvolvimento de um SMA (*AMAH – Ambiente Multiagente para Agenda de Horários*) para a organização da agenda de horários, onde os agentes realizam negociações, oferecendo informações aos coordenadores sobre possíveis alternativas de horários para a disponibilidade dos professores e, de intermediar, no caso de um conflito, a comunicação entre coordenadores e professores.

O artigo está organizado da seguinte forma: a seção 2 apresenta, de forma sucinta, alguns trabalhos relacionados ao assunto; a seção 3 descreve o estudo de caso utilizado como aplicação; as seções 4 e 5 apresentam as características e implementação do sistema desenvolvido; a seção 6 descreve um dos experimentos realizados e a seção 7 apresenta as considerações do trabalho.

2. Trabalhos relacionados com o *AMAH*

Trabalhos como de Paula (2004), Faé (2003), Pistori (2005), Du Bois (2000) e Loss (2004) serviram de inspiração, principalmente no que tange ao processo de negociação, para o desenvolvimento da proposta do *AMAH*.

Paula (2004) propôs um ambiente para auxílio no processo de negociação cooperativa, gerenciando conhecimento adquirido em cada negociação, promovendo novos conhecimentos e criando meios de interação entre negociadores para troca de experiências, a fim de obter maior otimização a cada negociação. O ambiente proposto é dividido em duas camadas: de processo e de conhecimento e, os agentes utilizados possuem o papel de executar e automatizar algumas tarefas. Para o presente trabalho, o trabalho de Paula (2004) mostrou que é possível utilizar agentes na automatização de tarefas do sistema.

Faé (2003) utilizou uma ferramenta de simulação multiagente chamada *Swarm*, para criar agentes para negociarem entre si. O autor criou um cenário entre agentes compradores e vendedores que utilizaram o protocolo de negociação baseado na barganha. O trabalho de Faé (2003) mostrou que a negociação entre agentes reflete as características de um processo de negociação real.

O trabalho de Pistori (2005) serviu de apoio principalmente pela sua similaridade com a presente proposta, pois é um sistema de montagem dos horários numa instituição de ensino de nível superior. O fato marcante no trabalho de Pistori (2005) é que eles não utilizam agentes e os usuários coordenadores necessitam estarem presentes na mesma sala para montagem e negociações da agenda de horários. Com o uso de um sistema baseado em agentes inteligentes, o tempo de montagem da agenda de horários diminuiu significativamente.

Em Du Bois (2000), foi desenvolvido um *site* chamado Alternativa MP3 para que bandas independentes, representadas por agentes, pudessem cadastrar e vender suas músicas para usuários cadastrados no *site*, também representados por agentes. Os usuários possuem um perfil de música cadastrado e os agentes se encarregavam de achar músicas que se enquadravam neste perfil. Nesse sentido, foi utilizado para o presente trabalho critérios de pontuação que dão preferência a um professor por lecionar uma disciplina em determinado horário.

No trabalho de Loss (2004), foi desenvolvido um sistema de empresas virtuais representadas por agentes. Havia um agente central que anunciava um leilão solicitando propostas para o produto que ele estava querendo comprar. Nesse trabalho, comprovou-se que os agentes podem assumir um papel de grande importância como estudar a capacidade dessas empresas de participar do leilão em aberto.

3. Domínio de aplicação

O domínio escolhido para a realização deste trabalho foi a montagem da agenda de horários dos cursos do Departamento de Informática da UNISC (Universidade de Santa Cruz do Sul). No Departamento, existem quatro cursos: Ciência da Computação, Licenciatura em Computação, Sistemas de Informação e Engenharia de Computação. Cada um dos cursos possui um coordenador, e um único chefe de Departamento. Os *campi* da UNISC são: Campus sede em Santa Cruz do Sul, Campus de Capão da Canoa, Campus de Sobradinho e Campus de Venâncio Aires.

Hoje, não é utilizada uma ferramenta automatizada para o auxílio na solução deste processo, que é todo feito de forma manual pelos coordenadores de curso e requer uma comunicação verbal entre as partes envolvidas.

Cada coordenador monta a grade de horários do seu curso negociando, quando necessário, com os outros coordenadores e os professores. O chefe de Departamento faz a comunicação/negociação, quando necessário, com os outros Departamentos.

As informações relatadas aqui foram adquiridas através de entrevistas com os coordenadores dos cursos do Departamento de Informática da UNISC.

3.1. Montagem manual da agenda de horários

No processo de montagem da agenda de horários do Departamento de Informática, inicialmente identificam-se quais disciplinas serão lecionadas no semestre, quantas turmas terão por disciplina (divisão) e a necessidade de união de turmas de um mesmo curso e de turmas de cursos diferentes.

Os professores informam aos coordenadores de curso suas disponibilidades de horários. Sabendo das disponibilidades de horário, da carga horária que cada professor tem a cumprir na instituição de ensino e da área de atuação de cada professor, são distribuídas as disciplinas. A carga horária de cada professor pode ser de 40, 30, 20 horas ou ainda, horista (contratado por hora lecionada).

Em disciplinas que são de outros Departamentos, toda a comunicação é feita através dos Chefes de Departamento, que informam a(s) disciplina(s) para a(s) qual(ais) necessita de professor. Assim, o Chefe de Departamento também intermedia a negociação quando for necessário. No caso de conflito de horários, onde não existem mais alternativas, ou seja, os coordenadores esgotaram as alternativas para a alocação de professor para um determinado horário e não se chegou a um consenso, é o professor que decide qual disciplina e horário, dentre as alternativas dadas pelos coordenadores, ele deseja lecionar.

Dentro do possível, tenta-se agrupar as disciplinas dos professores pelo fato de que muitos professores moram em cidades distantes. Professores que lecionam num determinado turno em um dos *campi* (fora de sede) têm preferência para não lecionar, no turno seguinte, uma disciplina em outro campus.

4. Arquitetura do SMA AMAH

Para a arquitetura do sistema *AMAH* propõe-se uma estrutura simples, onde existe o agente coordenador que representa um coordenador de curso (para o estudo de caso em questão, haverá quatro agentes coordenadores, um para cada curso do Departamento de Informática) e um agente professor que representa todos os professores. A Figura 1 apresenta a arquitetura do sistema proposto - *AMAH*.

Quando o agente coordenador necessita de informações, ele faz essa solicitação diretamente a outro agente coordenador ou ao agente professor, por intermédio de um quadro negro¹ e utilizando um protocolo de comunicação próprio para o sistema. O

¹ Quadro negro é uma estrutura única compartilhada entre vários agentes, onde as informações serão escritas e lidas durante o desenvolvimento das tarefas. O agente deve consultar a estrutura de tempos em tempos para verificar se existe alguma informação destinada a ele [Hayes-Roth, 1985].

agente professor responde às solicitações do agente coordenador deixando as informações solicitadas no quadro negro.

O usuário acessa o sistema via *browser* e, por intermédio do seu agente, obtém as informações desejadas, representadas na base de conhecimento do agente. As setas existentes na Figura 1 representam a existência de comunicação entre as partes.

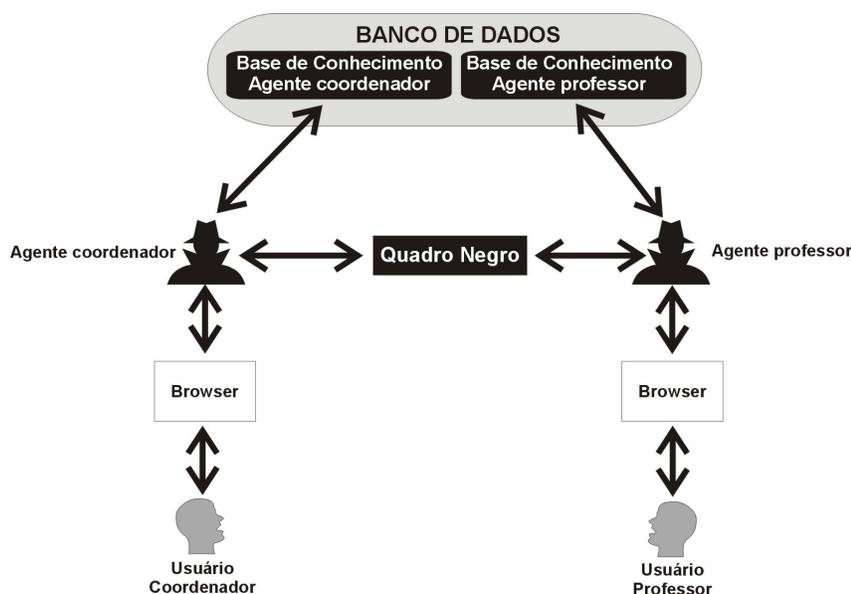


Figura 1. Arquitetura do AMAH.

O agente coordenador é encarregado de capturar e atender as solicitações do usuário coordenador. Por exemplo, para atender a solicitações de definição de disciplina e professor para um determinado dia da semana, os agentes coordenadores fornecem informações de alternativas de horários para os coordenadores. No momento em que ocorrer um conflito cabe, ao agente coordenador, proporcionar novas alternativas de horários, professores e disciplinas.

Para os professores, o sistema disponibiliza um *browser* no qual podem registrar suas possibilidades de horários durante a semana, para o semestre letivo em que se está montando a grade de horários. O agente professor mantém os professores informados quanto à sua locação de horário, o controle dos créditos e a pontuação de preferência do professor com relação a uma disciplina.

As informações das disciplinas, cursos, nomes dos professores e coordenadores são lançados por um administrador do sistema, responsável pelos cadastros iniciais. Disciplinas de outros Departamentos também são cadastradas pelo administrador do sistema, porém, o usuário coordenador poderá somente definir o dia da semana que ela será lecionada, sem a escolha do professor, já que a disciplina é de outro Departamento.

4.1. Comportamento dos agentes

Para que os agentes pudessem realizar o papel para qual foram designados no sistema, foi necessário dotá-los de comportamentos e capacidade de raciocínio.

Os quatro agentes coordenadores possuem comportamentos iguais, diferindo apenas nas informações particulares que cada um possui, ou seja, as informações sobre os seus respectivos cursos. O agente professor detém as informações de todos os professores e possui seus próprios comportamentos.

O agente coordenador possui 11 comportamentos, dentre os principais podem-se citar: *buscar alternativas de horários em conflitos*, *buscar disciplinas para professor* e *buscar professores para uma disciplina*.

Por exemplo, com relação a este último comportamento (*buscar professores para uma disciplina*), o agente coordenador identifica que o usuário coordenador manifestou o interesse por uma determinada disciplina em um determinado horário. O agente coordenador faz uma solicitação no quadro negro ao agente professor, para que disponibilize os professores que podem lecionar a disciplina e que, ao mesmo tempo, estejam disponíveis no horário solicitado. Respondida a solicitação pelo agente professor, o agente coordenador traz as informações para sua base de conhecimento e apresenta ao usuário coordenador.

Como principais comportamentos do agente professor, dentre um total de 9 (nove) comportamentos, podem-se citar: *disponibilizar professores disponíveis e/ou alocados nos horários* e *definir a pontuação para um professor*.

Para o comportamento de *pontuação do professor* foram definidos critérios que determinam se um professor tem maior ou menor preferência para determinada disciplina, turno e horário (exemplo de critério: disciplina da área a fim ou de interesse do professor). Os nomes dos professores sempre são listados ao coordenador através da ordem de pontuação, porém cabe ao usuário coordenador a decisão por um professor.

4.2. Comunicação entre os agentes

Foi desenvolvido um protocolo de comunicação entre os agentes. Este protocolo usa uma simbologia que permite que os agentes coordenadores e o agente professor possam entender a comunicação através do quadro negro, conforme tabela 1.

Tabela 1: Símbolos do protocolo de comunicação

Símbolos	Descrição
*	Confirmação de respostas para solicitação de informações.
!	Símbolo que significa que não existem respostas para a solicitação.
?	Símbolo que indica solicitação de informações por parte de um agente.
@	Símbolo que indica que o processo de atualização de informações está pronto.

Por exemplo, no *comportamento de manutenção da pontuação de professores*, antes de começar a contabilização da pontuação do professor, sinaliza-se no quadro negro o ajuste da sua pontuação. A simbologia do protocolo de comunicação para esta

atividade é:

Solicitação (atributo) - recebe símbolo "!" (exclamação), significando que o agente professor está atualizando a pontuação do professor.

4.3. Atividades dos agentes

Os comportamentos dos agentes foram decompostos em atividades, ou seja, ações realizadas dentro de um comportamento. Entende-se que o comportamento é uma abstração em alto nível do que é feito e as ações são todos os passos realizados dentro do comportamento para atingir um objetivo alvo. Na Tabela 2, apresentam-se duas atividades do comportamento *manutenção de pontuação dos professores* do agente professor.

Tabela 2. Atividades do comportamento *manutenção de pontuação dos professores*

8º comportamento	Atividades do comportamento de manutenção de pontuação de professores
Atividade nº. 1	Manter no quadro negro todos os professores existentes em todos os horários e turnos e, todas as disciplinas possíveis de lecionar do professor.
Descrição da Atividade nº. 1	O agente professor deverá manter no quadro negro (tabela <i>q_n_pontuacao</i>) uma lista de todos os professores, com todos os horários, com todos os turnos e com todas as disciplinas.
Atividade nº. 2	Sinalizar o ajuste de pontuação do professor e descontar a pontuação variável.
Descrição da Atividade nº. 2	Antes de começar a contabilização da pontuação do professor e armazená-la, sinaliza-se no quadro negro o ajuste da pontuação do professor e, ao mesmo tempo, atualiza-se a pontuação descontando a pontuação variável.

4.4. Critérios para a pontuação

A pontuação define que um professor tem maior preferência para lecionar determinada disciplina em relação a outro. Embora o coordenador possa decidir por um professor, os professores são apresentados em ordem de relevância.

A escolha dos critérios foi feita através de um estudo das características envolvidas no atual processo de montagem da agenda de horários e nas considerações dos usuários coordenadores na hora de optar por um professor ou por outro. São exemplos de critérios: professor com carga horária a cumprir na instituição tem mais preferência que um professor horista; e professor que já lecionou uma determinada disciplina num semestre anterior tem mais preferência do que um professor que nunca lecionou a disciplina.

O número de pontos que um professor ganha ou perde em cada critério corresponde a valores inteiros que variam constantemente. Por exemplo: quanto ao

critério *Disponibilidade do professor no horário*, se o professor tem disponibilidade de horário ganha um ponto. Se na noite anterior ele estava em um campus distante da sede, a pontuação do professor para o turno da manhã no dia seguinte tem desconto de um ponto.

5. Experimentos realizados

O objetivo desta seção é apresentar um exemplo de simulação, onde um agente oferece alternativas de horários para um coordenador e executa um processo de negociação diante de um conflito de horário.

5.1. Simulação de uma situação de conflito

Considerando que o(a) coordenador(a) do curso de Licenciatura da Computação deseja o professor “Cristiano” para ministrar uma disciplina na segunda-feira à noite, ao acessar a sua grade de horário, o coordenador verifica que o professor aparece como locado neste horário para outro curso, como destacado na Figura 2.

Coordenador(a) Beatriz Lux
Curso de Licenciatura em Computação
Campus Sede
Currículo Licenciatura da Computação - Cod. 349

SEMESTRE	Segunda-feira	Terça-feira	Quarta-feira	Quinta-feira
1º Semestre	Introdução a Informática - ATUALIZAR	- - ATUALIZAR	- - ATUALIZAR	- - ATUALIZAR
	Cristiano Both SOLICITAR	- - SOLICITAR	- - SOLICITAR	- - SOLICITAR

Figura 2. Interface do usuário coordenador do curso de Licenciatura da Computação.

O coordenador da Licenciatura da Computação pode solicitar o professor ao coordenador que o está locando, assim, o agente coordenador da Licenciatura da Computação, sabendo a intenção de seu coordenador, entra em contato com os outros agentes do sistema para verificar qual dos agentes coordenadores está com o professor e manifestar o interesse de seu coordenador por esse professor.

O agente que representa o coordenador que tem o professor locado, neste caso o coordenador de Ciência da Computação, identifica a solicitação feita e, antes de informar ao coordenador sobre a solicitação, busca por todas as alternativas de professores que podem substituir o professor “Cristiano”. Essas alternativas envolvem: outros dias da semana para a disciplina podendo manter o professor (caso ele tenha disponibilidade), troca de dia da semana com outra disciplina ou troca que envolva várias disciplinas. De posse de todas alternativas viáveis, o agente coordenador informa ao coordenador da Ciência da Computação sobre a solicitação e as possibilidades de trocas. Na tela do coordenador da Ciência da Computação aparece um botão chamado “conflito” (1º semestre/segunda-feira), como apresentado na Figura 3.

SEMESTRE	Segunda-feira	Terça-feira	Quarta-feira	Quinta-feira
1º Semestre	Rede de Computadores I Cristiano Both ATUALIZAR	Inteligência Artificial Andréa Konzen ATUALIZAR	Compiladores Alessandra Dahmer ATUALIZAR	-
	-	-	-	-
	SOLICITAR	SOLICITAR	SOLICITAR	-
	CONFLITO			

Figura 3. Interface do usuário coordenador sendo informado de um conflito.

O usuário coordenador ao acionar o botão “conflito” pode verificar todas as alternativas de horários. Na Figura 4 ilustra-se um exemplo com as alternativas de horários oferecidas pelo agente. O agente coordenador indica as alternativas de professores que podem assumir a disciplina no dia do conflito (no exemplo simulado corresponde à segunda-feira), os dias da semana livre que ainda não possuem disciplina definida e que o professor solicitado está disponível (quinta-feira), os dias da semana que podem fazer a troca de horário com o dia do conflito (segunda-feira por terça-feira) e, as alternativas de horários para troca envolvendo três dias da semana (segunda por quarta-feira, quarta por terça-feira e terça por segunda-feira).

SOLICITAÇÃO DE LIBERAÇÃO DO PROFESSOR(A):
Cristiano
 pelo coordenador(a) Beatriz

ALTERNATIVAS DE HORÁRIOS:

Professores(c/ tipo disciplina) que podem dar a disciplina na seg
 Roger Hoefel/s

Dias da semana livres que podem assumir a disciplina/professor de seg
 qui

Professor/Disciplina que podem fazer a troca de par com seg
 seg por ter

Professor/Disciplina para troca em trio envolvendo o dia de seg
 Troca-se seg por qua
 qua por ter
 ter por seg

LIBERAR:

Figura 4. Tela do usuário coordenador para ver alternativas de horários.

O coordenador pode: aceitar a liberação (botão “sim”), negar a liberação (botão “não”) e deixar o pedido em aberto (botão “voltar”). Se ele acionar o botão “sim”, automaticamente o agente coordenador avisa ao agente professor e faz a liberação do

professor no horário, também avisa ao outro agente coordenador que aceitou a solicitação. Logo, o botão “conflito” desaparece da sua *interface*.

A *interface* do usuário coordenador que fez a solicitação passa do status de pedido “Aguardando” para “Pedido Aceito”. Da *interface* do usuário coordenador, que possui o professor, é retirado o professor do horário para o qual estava definido. Se o usuário coordenador negar o pedido, sua *interface* permanece com o professor definido, o botão “conflito” desaparece e, na *interface* do usuário coordenador que fez a solicitação, passa do status de pedido “Aguardando” para “Pedido Negado”. Se ele acionar o botão “voltar”, ambas as *interfaces*, dos coordenadores, permanecem inalteradas.

5.2. Resultado dos experimentos

Foram alteradas diversas vezes as disponibilidades do professor e feitas diversas alocações (disciplina com professor e vice-versa) para ver as alternativas de horários que os agentes exibiam. Os comportamentos do agente coordenador (*conflito de horário* e *analisar informações do conflito de horário*) realizam o papel para qual foram designados. Nota-se que estes comportamentos são complexos, pois existe uma série de alternativas que precisam ser checadas, além disso, é grande a comunicação entre os agentes coordenadores e o agente professor.

Quanto à pontuação de preferência do professor (*comportamento do agente professor de manutenção para pontuação do professor*), a validação ocorreu através da comparação de uma avaliação manual com o comportamento desempenhado pelo agente. Foi necessário estudar a situação num determinado instante de alguns professores, calcular manualmente a pontuação desse conjunto de professores numa determinada situação e cruzar com a ordem em que eles eram classificados pelos agentes e exibidos ao coordenador.

A técnica de negociação (abordagem heurística) está embutida nos comportamentos *conflito de horário* e *analisar informações do conflito de horário* do agente coordenador. Nessa técnica os agentes trabalham sobre regras, procurando alternativas, apoiando-se em sua capacidade de raciocínio, o que faz com que as soluções apresentadas sejam sempre boas. O protocolo de negociação é a barganha, apresentado no comportamento *analisar informações do conflito de horário*, pois nesse comportamento o agente coordenador estuda as alternativas para, então, possibilitar que o usuário coordenador decida o que será feito na negociação.

O quadro negro como “meio de campo” da comunicação entre os agentes é eficaz, bem como a sincronização da coordenação dos agentes no processo de comunicação. Porém, a sincronização, embora necessária, compromete o desempenho do sistema em situações onde ocorrem muitas comunicações entre os agentes.

Nos testes feitos com professores e coordenadores de curso do Departamento de Informática da UNISC identificou-se a facilidade de trabalhar com um sistema automatizado para a montagem da agenda de horários e, a vantagem do uso de agentes para auxiliar no processo de decisão e negociação.

6. Conclusão

Hoje, atividades complexas, inconcebíveis ou cansativas para a mente humana, podem ser delegadas a sistemas de computadores, configurando, desta forma, sistemas verdadeiramente inteligentes.

Nesse contexto surge o termo agente que é uma entidade autônoma capaz de realizar uma ação independente em nome do usuário ou dono. Em outras palavras, um agente pode entender para si o que precisa fazer para satisfazer aos objetivos para os quais foi programado [Wooldridge, 2002]. Certamente irá ocorrer interação entre os agentes e será necessário desenvolver características mais complexas como, por exemplo, coordenação e negociação [Garcia, 2003].

Utiliza-se um processo de negociação em aplicações de SMA que envolvam estabelecimento de um compromisso para uma atividade comum. Isto pode ocorrer na organização de uma agenda de horários onde os agentes podem divergir em relação a certos aspectos, como tempo de início e término das ações, ordem de ativação e benefícios associados. O objetivo deste trabalho foi desenvolver um SMA para auxiliar no processo de montagem e de negociação que ocorre na elaboração de uma agenda de horários.

Após a realização de testes, constatou-se que o sistema é capaz de processar todas as informações que o usuário coordenador necessita, reduzindo o tempo dispensado na montagem dos horários, tratando de forma automática colisões de professores e disciplinas e oferecendo alternativas de horários para que o usuário coordenador possa tomar a melhor decisão. O sistema proporciona facilidades para os professores como: cadastrar disponibilidades, disciplinas de preferência, controle dos créditos e acompanhar sua locação remotamente. E uma interface para um administrador do sistema que pode realizar os cadastros iniciais, dar manutenção à grade curricular, gerar histórico, liberar os professores e coordenadores para o acesso as suas respectivas *interfaces*.

Concluiu-se, então, que o uso de agentes neste domínio é de grande valia, pois, de forma otimizada, disponibilizam alternativas para o usuário coordenador e agilizam a tarefa de organização da agenda de horários.

7. Referências

- Du Bois, André R.; Bagatini, Daniela; Ostermann Filho, Paulo. Proposta de um Padrão para o desenvolvimento de agentes na Web. Porto Alegre: UFRGS, 2000. Artigo técnico.
- Garcia, A. C. B.; Sichman, J. S. Agentes e Sistemas Multiagentes. In: Sistemas Inteligentes: fundamentos e aplicações. São Paulo: Barueri. Manole. 2003.
- Faé, Ricardo Daniel. Simulação de Processos de Negociação usando Swarm. Ed. UCS, dezembro de 2003. – Brasil. Monografia.
- Hayes-Roth, B. A Blackboard Architecture for Control. Artificial intelligence, vol.26, p.251-321.1985.
- Loss, Leandro; Rabelo, Ricardo J., Gesser, Carlos E. Suporte à criação de empresas virtuais usando negociação multiagente e lógica nebulosa. Florianópolis: Ed. UFSC, 2004. – Brasil. Artigo técnico.
- Paula, Melise M. V.; Oliveira, Jonice; Souza, Jano M. de Souza. A gestão de conhecimento no processo de negociação. Rio de Janeiro: Ed. UFRJ, 2004 Artigo técnico (Programa de pós-graduação).
- Pistori, J.; Pistori, H.; Butera, C. A. G.; Mira Filho, A. A. Um Ambiente Colaborativo para Confecção de Horários de Aulas no Ensino Superior. In: VI Fórum Internacional de Software Livre – WSL, Porto Alegre. 2005.
- Wooldridge, M. J. An Introduction to multiagent systems. Liverpool: John Wiley & Sons, LTD. 2002.