

# Inserção de Jogadores Virtuais na Metodologia GMABS: uma Aplicação em Gestão de Recursos Naturais

Diana F. Adamatti<sup>1</sup>, Jaime S. Sichman<sup>1</sup>, Helder Coelho<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Técnicas Inteligentes - Universidade de São Paulo - Brasil

<sup>2</sup>Laboratório de Modelação de Agentes - Universidade de Lisboa - Portugal

{diana.adamatti, jaime.sichman}@poli.usp.br, hcoelho@di.fc.ul.pt

**Abstract.** *This paper proposes a new architecture, called ViP-GMABS, where virtual players are inserted in GMABS methodology. The GMABS methodology works with RPG (Role-Playing Games) and MABS (Multi-Agent-Based Simulation) techniques in an integrated way. A prototype in natural resources management domain, called ViP-JogoMan, is presented. This domain was chosen because the negotiation process is extremely important and complex, and GMABS methodology can be used for conflict resolution during the negotiation process.*

**Resumo.** *Este artigo propõe a definição de uma arquitetura, denominada ViP-GMABS, onde jogadores virtuais são inseridos na metodologia GMABS. A metodologia GMABS utiliza de forma integrada as técnicas de RPG (Jogos de Papéis) e MABS (Simulação Baseada em Multiagentes). Um protótipo para o domínio de gestão de recursos naturais, denominado ViP-JogoMan, é apresentado. Este domínio foi escolhido pois o processo de negociação é extremamente importante e complexo e a metodologia GMABS pode ser utilizada para resolução de conflitos durante no processo de negociação.*

## 1. Introdução

Jogos de Papéis (Role-Playing Games (RPGs)) são um tipo de jogo onde os jogadores "interpretam" uma personagem, criada dentro de um determinado cenário (ambiente). As personagens respeitam um sistema de regras, que serve para organizar suas ações, determinando os limites do que pode ou não ser feito [Klimick 2003]. RPG é uma técnica muito utilizada em treinamento, pois pode colocar os jogadores em situações de tomada de decisão sem consequências reais. Em especial, grandes empresas têm utilizado RPG em cursos de treinamento devido ao fator lúdico envolvido nos jogos, o que faz com que o treinamento e/ou aprendizagem de determinado assunto seja facilitado.

Já os chamados Sistemas Multiagentes estudam o comportamento de um conjunto de agentes autônomos, eventualmente com características diferentes, evoluindo em um ambiente comum. Estes agentes interagem uns com os outros, com o objetivo de realizar suas tarefas de modo cooperativo, compartilhando informações, evitando conflitos e coordenando a execução de atividades [Alvares and Sichman 1997]. Adicionalmente, a utilização da simulação como elemento auxiliar na tomada de decisões humanas é muito eficaz, pois seu emprego permite o exame de detalhes específicos com grande precisão. Da integração das tecnologias de agentes e de simulação, surgiu a área de Simulação Baseada em Multiagentes (Multi-Agent-Based Simulation (MABS)), que é especialmente útil em domínios onde a interdisciplinaridade se faz presente [Gilbert and Troitzsch 1999]. Um destes domínios é a gestão de recursos naturais,

área pública de extrema importância, que atualmente vem chamando muita atenção de diversos órgãos de pesquisa e de instituições públicas e privadas. Tal gestão pode ser considerada um problema complexo, visto que abrange diversas áreas de conhecimento e pesquisa, como sociologia, hidrologia e biologia. A utilização de MABS e RPG (de forma isolada ou combinada) tem sido utilizada em diversos trabalhos relacionados ao gerenciamento de recursos naturais [Barreteau et al. 2001, D'Aquino et al. 2003], e pode trazer resultados interessantes, pois une a capacidade dinâmica de MABS com a capacidade de discussão e aprendizado das técnicas de RPG. A utilização integrada das técnicas de RPG e MABS será denominada neste trabalho de **Games and Multi-Agent-Based Simulation (GMABS)**.

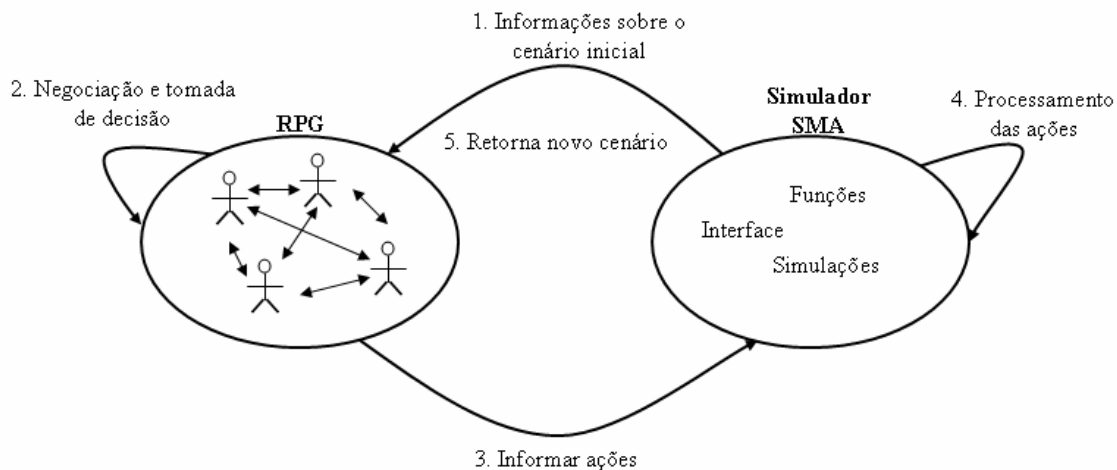
Contudo, os cenários definidos para RPG na gestão de recursos naturais normalmente necessitam de um grande número de jogadores. Mesmo sendo o jogo uma abstração de um problema específico, este exige um número mínimo de jogadores e regras para que o grau de abstração não seja tão alto, de modo a oferecer um auxílio ao entendimento do processo de negociação real. Desta forma, após a realização de alguns testes utilizando GMABS, verificou-se a necessidade de alguma ferramenta que possa substituir os jogadores reais, caso o número necessário não for suficiente. A idéia de criação de **Jogadores Virtuais**, além de substituir os jogadores reais, poderá ajudar a "forçar" uma determinada situação. Por exemplo, para o domínio de gestão de recursos naturais, se os jogadores virtuais tiverem como objetivo a melhoria da qualidade da água, estes podem escolher não desmatar as florestas. Esta ação pode ser vista pelos outros jogadores, que perceberão os impactos desta ação sobre o cenário, ou seja, a melhoria da qualidade da água. Assim, a existência de jogadores virtuais, que tenham tomada de decisão verossímil e possam se comunicar com os outros jogadores (reais e/ou virtuais), é uma ferramenta bastante útil no contexto da metodologia GMABS.

O objetivo deste artigo é apresentar a arquitetura definida para inserção de jogadores virtuais na metodologia GMABS, denominada ViP-GMABS, bem como o protótipo desenvolvido utilizando esta arquitetura, no contexto da gestão de recursos naturais. A seção 2 apresenta a metodologia GMABS, que utiliza de forma integrada MABS e RPG. Na seção 3 é apresentada a arquitetura definida a partir metodologia GMABS para inserção de jogadores virtuais, denominada ViP-GMABS. A seção 4 apresenta o protótipo desenvolvido, ViP-JogoMan, no domínio da gestão de recursos naturais utilizando a arquitetura definida, bem como alguns resultados obtidos em alguns testes efetuados. Finalmente, a seção 5 relata as conclusões obtidas e alguns trabalhos futuros.

## 2. Metodologia GMABS

A metodologia de utilização integrada das técnicas de RPG e MABS foi proposta inicialmente em [Barreteau et al. 2001] e será aqui denominada *Games and Multi-Agent-Based Simulation* (GMABS). O funcionamento desta metodologia segue a seqüência de passos apresentada na Figura 1:

1. Os jogadores recebem todas as informações sobre o jogo (regras e cenário inicial). São definidos os papéis que cada jogador irá desempenhar. Suponha-se, um jogo onde existem os papéis de industrial e ecologista, e cujo objetivo é verificar a qualidade das águas de uma determinada região. Cada jogador primeiramente saberá quais as regras que cada papel pode executar, que benefícios e/ou prejuízos suas



**Figura 1. Funcionamento da Metodologia GMABS.**

ações podem causar à qualidade da água, bem como onde estão fisicamente localizados no jogo e que recursos possuem inicialmente (dinheiro, terras, etc..). Para o caso do papel do industrial, pode ser definido qual é o tamanho, local, lucratividade, quantidade de poluição, etc., de sua(s) empresa(s);

2. De posse de todas as informações necessárias para iniciar as negociações, os jogadores trocam informações e realizam a tomada de decisão (de acordo com as regras inicialmente estabelecidas) para os papéis escolhidos. Normalmente, a duração deste passo é definida no início do jogo (por exemplo, 10 minutos). Em alguns casos, é necessário um tempo maior para este passo, dependendo da quantidade de jogadores, dificuldade das regras do jogo, etc. Por exemplo, o industrial pode decidir aumentar a sua produção, vender propriedades, etc;
3. Os jogadores informam ao simulador multiagentes quais foram suas ações escolhidas;
4. Os dados são computados pelo simulador (processamento das ações): estas ações irão modificar o cenário inicial. As propriedades do ambiente são modificadas, o que implica na modificação de dados de cada papel. Por exemplo, se o jogador que representa o industrial resolve instalar uma nova indústria no cenário, o jogador que representa o ecologista perceberá a mudança no índice de poluição das águas. Este passo é o final do primeiro turno de jogo;
5. O simulador retorna o novo cenário, após as alterações realizadas pelas ações escolhidas pelos jogadores.

Um novo turno é então iniciado, retornando-se ao passo 2. Esta sequência de passos poderá ser repetida diversas vezes, dependendo dos objetivos do jogo. Normalmente, o primeiro turno de simulação é mais longo (tempo de duração), pois os jogadores estão conhecendo melhor as regras e como manipular os recursos que o jogo oferece. Os turnos seguintes são mais curtos, pois os jogadores já têm um objetivo e definiram as estratégias para conquistá-lo. Independente do número de rodadas, ao final, sempre é realizada uma discussão (*debriefing*) sobre as escolhas feitas por cada jogador, com o objetivo de entender melhor a problemática e possíveis soluções apresentadas.

Foi desenvolvido um protótipo, denominado JogoMan (Jogo dos Mananciais), utilizando esta metodologia na gestão de recursos naturais. Cabe ressaltar aqui que, neste protótipo, o passo 3 da Figura 1 é desempenhado por um operador humano, que garante o bom andamento do jogo. Maiores informações sobre este protótipo podem ser encontradas em [Adamatti et al. 2005].

### 3. Arquitetura ViP-GMABS

O objetivo deste artigo é apresentar uma arquitetura onde jogadores virtuais podem ser utilizados na metodologia GMABS. Esta arquitetura é denominada ViP-GMABS (*Virtual Players in GMABS*). Os elementos necessários na metodologia GMABS são o sistema computacional onde é executado o MABS e os jogadores que participam do jogo de papéis (RPG). Para a inserção de jogadores virtuais, é necessário expandir o RPG em dois sub-elementos, os jogadores reais e os jogadores virtuais, conforme Figura 2.

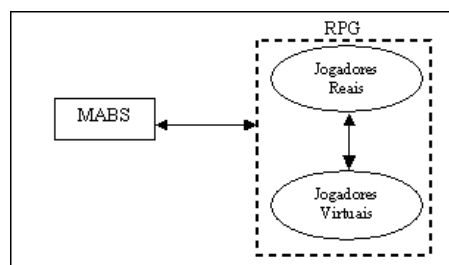


Figura 2. Elementos Básicos para ViP-GMABS.

Para que a simulação multiagentes (elemento MABS) não seja alterada com a inserção de jogadores virtuais, se faz necessária uma camada de comunicação intermediária comum entre o MABS e o RPG, já que deseja-se que o MABS não faça diferenciação entre os jogadores reais e os virtuais. Desta forma, com a camada de comunicação, a troca de informações entre o MABS e o RPG, visto do ponto de vista do MABS, é igual a troca realizada quando da não existência de jogadores virtuais. Em outras palavras, o operador humano utilizado no protótipo JogoMan (conforme seção 2) deve ser substituído por uma camada de software adequada. Além disso, esta camada também serve como meio de comunicação entre os jogadores reais e virtuais, pois estes podem trocar informações durante o processo de tomada de decisão. Assim, os elementos necessários são os apresentados na Figura 3.

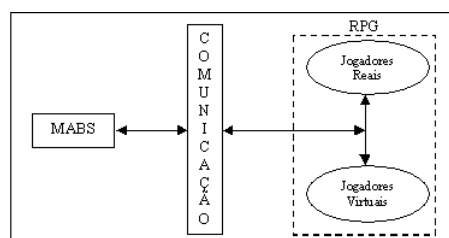


Figura 3. Arquitetura Genérica para ViP-GMABS.

Espera-se ainda que a metodologia GMABS possa ser implementada para qualquer área de conhecimento e não apenas na gestão de recursos naturais, que será o foco do

estudo de caso deste trabalho. Deseja-se também que esta possa ser utilizada para qualquer ferramenta de simulação multiagente existente, bem como para qualquer ferramenta que possa estruturar os jogadores virtuais.

Os requisitos para que haja a comunicação entre as ferramentas de MABS e o RPG são as seguintes:

1. A ferramenta de MABS deve fornecer, em algum formato (por exemplo ASCII), os dados informativos do sistema, como situação atual do cenário e dos jogadores;
2. A camada de comunicação deve possuir o conhecimento padrão sobre o domínio, ou seja, deve receber as informações do MABS e repassá-las de forma integral e uniforme para os jogadores reais e virtuais. Também deve retornar as ações escolhidas pelos jogadores ao MABS, a fim de executá-las no simulador;
3. Os jogadores virtuais devem receber as informações da camada de comunicação e serem capazes de manipulá-las, e se necessário comunicar-se com os outros jogadores (reais e/ou virtuais), a fim de obter novas informações sobre o cenário e/ou jogadores que julgar importantes.

É importante salientar que os requisitos definidos para esta arquitetura não especificam, em primeira instância, o desempenho do sistema. O foco está na utilização da metodologia GMABS, independente de domínios e de ferramentas. Assim sendo, a comunicação entre os jogadores, bem como a tomada de decisão e processamento das ações escolhidas por estes, podem efetuar-se em um tempo maior, especificado no passo número 2 da metodologia GMABS (ver seção 2).

#### **4. Protótipo ViP-JogoMan**

O domínio de problema escolhido foi o da gestão de recursos naturais, mais especificamente a problemática dos recursos hídricos <sup>1</sup>. O aspecto mais importante na gestão de recursos naturais é o processo de negociação entre os atores envolvidos, pois os objetivos e estratégias de cada um são normalmente diferentes, o que gera conflitos. Por exemplo, um agricultor e um industrial têm objetivos diferentes e provavelmente não entrarão em consenso facilmente. A utilização de MABS e RPG vem sendo testada em diversas áreas da gestão de recursos naturais [Guyot and Honiden 2006, Barreteau et al. 2001, Briot et al. 2007].

Como já dito anteriormente, foram desenvolvidos dois protótipos neste domínio: o primeiro, denominado JogoMan [Adamatti et al. 2005], utilizando a metodologia GMABS, e o segundo, denominado ViP-JogoMan, utilizando a arquitetura ViP-GMABS. O primeiro protótipo auxiliou no entendimento do domínio escolhido, bem como da metodologia GMABS. Já o segundo protótipo, foco deste artigo, teve como objetivo analisar a inserção de jogadores virtuais na metodologia GMABS. Os tipos de jogadores e regras do jogo são iguais nos dois protótipos, e envolvem problemas de gerenciamento de água e de solo em 3 diferentes cidades e o gerenciamento da pressão urbana sobre esta região. Os tipos de jogadores existentes e suas possíveis ações são as seguintes:

- *Prefeitos*: cada cidade tem uma atividade principal diferente: urbana, agrícola ou de áreas preservadas (floresta). Desta maneira, cada prefeito tem objetivos

---

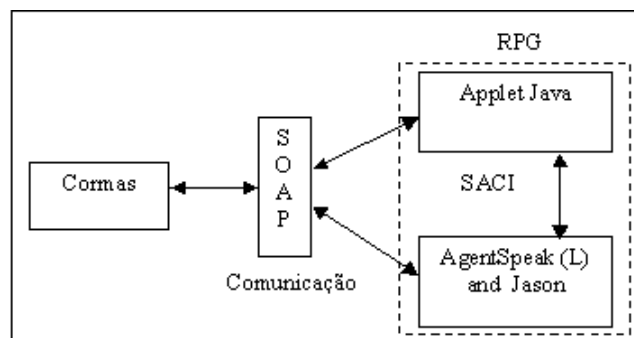
<sup>1</sup>Tal escolha se baseia no fato de que este trabalho se insere no contexto de um projeto nesta área, denominado Negowat Project: *Facilitating Negotiations Over Land and Water Conflicts in Latin American Peri-Urban Upstream Catchments: Combining Multi-Agent Modelling with Role-Playing Games*. Comunidade Européia: proc. número ICA4-CT-2002-10061.

diferentes. Por exemplo, se a cidade C é uma área preservada, o jogador que assumir o papel de prefeito de C deve persistir no objetivo de manter o município preservado. Os prefeitos podem construir novas infra-estruturas nas cidades, como redes de água potável e/ou de saneamento ou construção de escolas e/ou hospitais. Por exemplo, durante o jogo, no processo de negociação (RPG), os proprietários particulares deveriam pedir, ou até mesmo exigir, que os prefeitos implementem as infra-estruturas em suas cidades, visto que os proprietários pagam impostos;

- *Administrador da Companhia de Água (AguaPura)*: a companhia de água é uma empresa pública e pode implantar rede de água potável e de saneamento em qualquer área dos três municípios;
- *Proprietários Particulares*: cada um dos 9 proprietários possui 5 áreas (5 parcelas do espaço), com diferentes usos do solo, como floresta ou agricultura não-irrigada. Para cada tipo de uso do solo, há diferentes valores de manutenção (impostos) e retorno financeiro. Cada área pode ser vendida ou pode ter seu uso do solo modificado;
- *Representante dos Sem Teto*: este jogador tem uma função especial no jogo, pois é responsável pela alocação de um número determinado de novas famílias em cada ciclo de simulação. Estas novas famílias chegam à região (o que caracteriza a pressão urbana) e podem ser alocadas em loteamentos (com infra-estrutura) ou em favelas (sem infraestrutura). Dependendo da maneira que estas famílias forem alocadas, a qualidade e/ou quantidade de água da região é alterada.

#### 4.1. Ferramentas Utilizadas

Para a implementação do ViP-JogoMan foram escolhidas ferramentas que atendessem os requisitos estabelecidos na arquitetura ViP-GMABS (seção 3). Além dos requisitos definidos na arquitetura ViP-GMABS, este protótipo deve funcionar na *Web*. Assim, para os três elementos (MABS, Comunicação e RPG) as ferramentas escolhidas foram as seguintes, conforme mostra a Figura 4:



**Figura 4. Ferramentas Escolhidas.**

- *Ferramenta MABS*: como o simulador Cormas [Cormas 2006] foi utilizado na implementação do protótipo JogoMan, decidiu-se utilizar a mesma ferramenta na implementação do protótipo ViP-JogoMan, para poder reaproveitar todas as funcionalidades já implementadas para o JogoMan. O Cormas também possui funções específicas para retorno de dados em diferentes formatos, como ASCII, um dos pré-requisitos definidos.
- *RPG*:
  - a) **Jogadores Virtuais**: escolheu-se a arquitetura BDI (*Beliefs, Desires and Intentions*) para tomada de decisão, pois esta arquitetura possui uma lógica bem

definida a partir da linguagem *AgentSpeak(L)* [Rao 1996] e um interpretador de código aberto chamado Jason [Bordini and Hubner 2004]. Este interpretador permite que cada passo da lógica desenvolvida possa ser visualizado e analisado individualmente, e permite que haja comunicação entre os jogadores virtuais e o ambiente, ou seja, com os outros jogadores virtuais e/ou reais e com o simulador MABS.

**b) Jogadores Reais:** para cada jogador, um *Applet Java* foi implementado, onde os jogadores podem escolher suas ações e também realizar a troca de informações com os outros jogadores (reais e/ou virtuais) via um *chat* pré-definido.

- *Camada de Comunicação:*

**a) Comunicação entre os jogadores (reais e/ou virtuais):** escolheu-se a plataforma SACI (*Simple Agent Communication Infrastructure*) [Hubner and Sichman 2000], que realiza comunicação a partir da linguagem KQML (*Knowledge Query and Manipulation Language*).

**b) Comunicação entre os elementos MABS e RPG:** escolheu-se o protocolo SOAP (*Simple Object Access Protocol*) [W3C 2005], pois foi necessário um *middleware* entre o simulador Cormas e o interpretador Jason / *Applets*, visto que o primeiro foi desenvolvido em *SmallTalk* e o segundo em *Java*. Tanto *SmallTalk* quanto *Java* possuem APIs para SOAP.

#### 4.2. Jogadores Virtuais

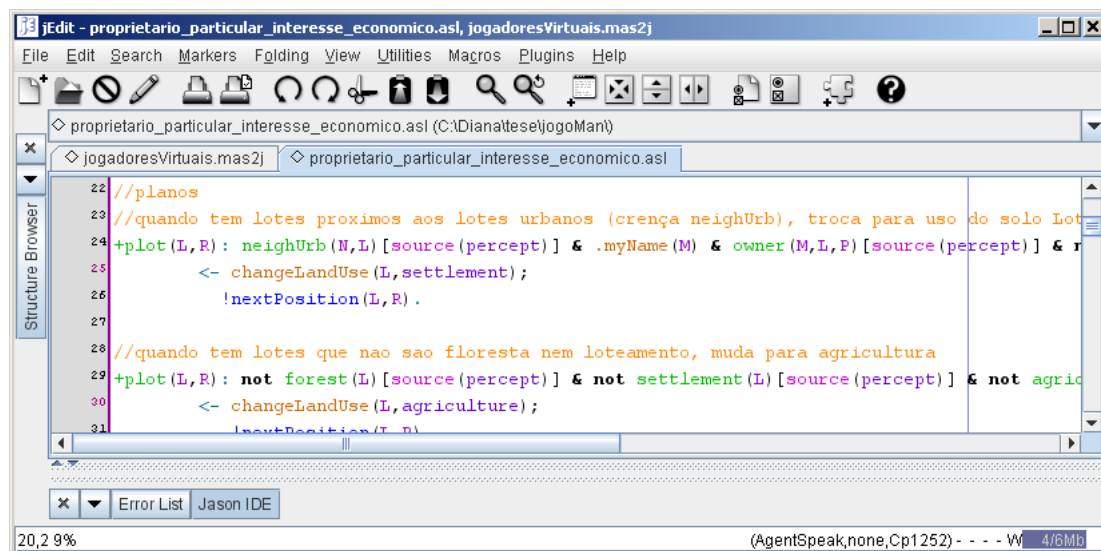
O aspecto mais importante para o desenvolvimento de ViP-JogoMan foi a definição dos Jogadores Virtuais. A arquitetura BDI (*Beliefs, Desire and Intentions*) [Rao 1996] foi escolhida para tomada de decisão dos jogadores. Esta arquitetura utiliza uma base de conhecimento baseada em crenças, desejos e intenções para os jogadores.

Para definir a base de conhecimento dos jogadores, todas ações escolhidas pelos jogadores nos testes realizados no protótipo JogoMan foram mapeadas para verificar possíveis estratégias existentes, a partir de seqüências de ações que se repetiam em diferentes jogos. Diversas estratégias foram encontradas, o que confirma a existência de formação autônoma de estratégias de jogo para cada tipo de jogador, a partir das regras pré-definidas. Foi percebido que as estratégias encontradas para cada tipo de jogador (Proprietários Particulares, Prefeitos, AguaPura e Sem Teto) possuíam diferentes interesses, algumas com maior preocupação econômica, outras com maior preocupação ambiental, e ainda outras com maior preocupação social. A partir do interesse de cada estratégia, ou seja, seus objetivos, foram definidos perfis comportamentais para os jogadores. Foram definidos nove perfis comportamentais: dois perfis para os jogadores Proprietários Particulares (um com interesse econômico e outro com interesse ambientalista), três perfis para os jogadores Prefeitos (um com interesse econômico, outro com interesse social e outro com interesse ambientalista), dois perfis para o jogador Administrador da Companhia de Água (um com interesse racional e outro com interesse protetor-ambiental) e dois perfis para o jogador Representante dos SemTeto (um com interesse econômico e outro com interesse social). Por exemplo, o perfil comportamental com interesse econômico do jogador Proprietário Particular tem objetivo o retorno financeiro e as estratégias encontradas foram:

1. Se tiver áreas próximas as áreas urbanas, trocar do uso do solo para Loteamento, para comercialização junto ao Representante dos SemTeto. Isto porque o Representante dos SemTeto sempre dá preferência por áreas próximas as áreas urbanas;

2. Tenta vender áreas com Loteamento ao Representante dos SemTeto. O valor de oferta mínimo é o retorno do investimento realizado (implantação do Loteamento);
3. Se o uso do solo atual não for Floresta, trocar de uso do solo para Agricultura e/ou Agricultura Irrigada, por ser um uso do solo que o investimento é baixo e tem retorno rápido, comparado aos outros usos do solo, como Indústria;
4. Se o uso do solo atual for Floresta, trocar para Plantação, visando o ganho de supressão do corte das árvores. Depois, utilizar a estratégia anterior, transformando em Agricultura/Agricultura Irrigada.

A implementação de cada um dos perfis comportamentais definidos foi realizada na linguagem *AgentSpeak(L)* e a ferramenta utilizada para executar esta base de conhecimento foi o interpretador Jason. A figura 5 apresenta com a primeira estratégia definida para o jogador Proprietário Particular com interesse econômico (troca de uso do solo para Loteamento), anteriormente apresentada, foi implementada em *AgentSpeak(L)* utilizando o interpretador Jason.



**Figura 5. Exemplo de implementação de base de conhecimento em *AgentSpeak(L)* no Jason.**

Para avaliar os perfis comportamentais, algumas variáveis foram analisadas, com intuito de verificar se os perfis comportamentais tinham suas estratégias definidas de forma correta, de acordo com os objetivos propostos. A título de exemplo, considera-se no perfil comportamental com interesse econômico do jogador Proprietário Particular a variável "poupança" (valor acumulado durante o jogo) para análise.

### 4.3. Testes Realizados

Foram realizados três sessões de jogos com o protótipo ViP-JogoMan, envolvendo pessoas e jogadores virtuais, todas via *Web*. Estes testes tinham como objetivo verificar a influência da tecnologia na metodologia GMABS e se a utilização de perfis comportamentais e da arquitetura BDI para os jogadores virtuais foi apropriada para a tomada de decisão deste tipo de jogador.

Três formas de avaliação foram utilizadas: questionários pré e pós-jogo aos jogadores reais, avaliação de variáveis nos perfis comportamentais e análise de troca de mensagens entre os jogadores (reais e/ou virtuais) durante as negociações realizadas.



Pelas respostas dos jogadores reais nos questionários pré e pós-jogo, pode-se concluir que o protótipo ViP-JogoMan ofereceu aos jogadores a sensação de interação, divertimento e aprendizado. Também conclui-se que os jogadores virtuais tiveram tomada de decisão parecida aos dos jogadores reais, pois a maioria dos jogadores reais não percebeu que estava jogando com um jogador virtual e quando percebeu foi pela velocidade das respostas dadas por este tipo de jogador e não pela forma como interagiram com os outros jogadores.

Pela avaliação das variáveis definidas nos perfis comportamentais dos jogadores virtuais pode-se concluir as estratégias escolhidas para cada tipo de perfil atenderam aos objetivos propostos. Por exemplo, todos os jogadores virtuais que tinham perfis comportamentais com interesse econômico terminaram as rodadas do jogo com valores de "poupança" altos, comparativamente aos outros jogadores.

Pela análise das trocas de mensagens dos jogadores durante as negociações pode-se concluir que os jogadores interagiram bastante uns com os outros, pois houve um grande número de mensagens trocadas. Segundo Peppet [Peppet 2002], as pessoas se sentem mais a vontade para expressar suas opiniões a distância (via Internet), pois não têm problemas com timidez ou preconceito. Pelo fato do protótipo ViP-JogoMan ser jogado via *Web*, o armazenamento de todas as negociações realizadas pode ser feito. McKersie e Fonstad [McKersie and Fonstad 1997] afirmam que, em negociações realizadas via Internet, tudo é armazenado e assim é possível analisar os dados com bastante atenção e entender melhor todo o processo de negociação.

## **5. Conclusões e Trabalhos Futuros**

Pode-se concluir pelos testes realizados no protótipo ViP-JogoMan que a utilização da metodologia GMABS via *Web* é eficiente e prática, pois disponibiliza sua utilização em lugares remotos, viabilizando sua utilização por um grupo maior de pessoas. Sendo um dos objetivos dos testes no protótipo ViP-JogoMan verificar se a tecnologia (computador) influencia na interação entre os jogadores, pode-se concluir o computador auxilia na maior utilização deste tipo de jogo por estar disponível de forma remota (*Web*) e porque pode-se realizar o mapeamento completo do processo de negociação entre os jogadores.

Outro aspecto analisado foi a utilização de jogadores virtuais na metodologia GMABS. Pode-se concluir que este tipo de jogador, implementado a partir de perfis comportamentais e da arquitetura BDI, teve tomada de decisão não trivial perante os outros jogadores, sendo uma ferramenta útil no preenchimento de jogadores para atingir o número necessário, ou para apresentar novas visões de jogo aos outros jogadores.

Um trabalho futuro que poderá melhorar a tomada de decisão dos jogadores virtuais é o desenvolvimento de uma base de conhecimento dinâmica, onde os jogadores incrementem suas estratégias durante o jogo. A implementação atual destes jogadores é estática. Porém, os jogadores reais vão aprendendo e incrementando suas tomadas de decisão durante o jogo. Assim, implementar uma base de conhecimento dinâmica nos jogadores virtuais, através de técnicas de aprendizado de máquina, tornaria suas tomadas de decisão mais realistas.

## **Referências**

Adamatti, D., Sichman, J., Bommel, P., Ducrot, R., Rabak, C., and Camargo, M. (2005). JogoMan: A prototype using multi-agent-based simulation and role-playing games in water management.

- In Ferrand, N., editor, *Join Conference on Multi-Agent Modeling for Environmental Management. CABM-HEMA-SMAGET*, Bourg-Saint-Maurice, Les Arcs, France. IRD.
- Alvares, L. O. C. and Sichman, J. S. (1997). Introdução aos sistemas multiagentes. In *Jornada De Atualização Em Informática*, pages 1–37, Brasília - UnB. Sociedade Brasileira de Computação.
- Barreteau, O., Bousquet, F., and Attonaty, J. (2001). Role-playing games for opening the black box of multi-agent systems: method and lessons of its application to Senegal River Valley irrigated systems. *JASSS*, 4(2). <http://www.soc.surrey.ac.uk/JASSS/4/2/5.html>.
- Bordini, R. and Hubner, J. (2004). JASON: A Java-based Agentspeak interpreter used with Saci for multi-agent distribution over the Net. <http://jason.sourceforge.net/>.
- Briot, J. P., Guyot, P., and Irving, M. (2007). Participatory simulation for collective management of protected areas for biodiversity conservation and social inclusion. In Frydman, C., editor, *International Modeling and Simulation Multiconference 2007 (IMSM07)*, Buenos Aires - Argentina. Society for Modeling and Simulation International (SCS).
- Cormas (2006). Natural resources and multi-agent simulations. <http://cormas.cirad.fr>.
- D'Aquino, P., Le Page, C., Bousquet, F., and Bah, A. (2003). Using self-designed role-playing games and a multi-agent systems to empower a local decision-making process for land use management: The selfcormas experiment in Senegal. *JASSS*, 6(3). <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/6/3/5.html>.
- Gilbert, N. and Troitzsch, K. G. (1999). *Simulation for the Social Scientist*. Buckingham and Philadelphia: Open University Press, London.
- Guyot, P. and Honiden, S. (2006). Agent-based participatory simulations: Merging multi-agent systems and role-playing games. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 9(4). <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/9/4/8.html>.
- Hubner, J. F. and Sichman, J. S. (2000). SACI: Uma ferramenta para implementação e monitoração da comunicação entre agentes. In Monard, M. and Sichman, J. S., editors, *IBERAMIA/SBIA 2000, Open Discussion Track*, pages 47–56, Atibaia - São Paulo - Brasil. Springer Verlag.
- Klimick, C. (2003). Construção de personagem & aquisição de linguagem: O desafio do RPG no INES. Dissertação de mestrado, Programa de Pós-graduação do Departamento de Artes e Design - PUC, Rio de Janeiro.
- McKersie, R. B. and Fonstad, N. O. (1997). Teaching negotiation theory and skills over the internet. *Negotiation Journal*, 13(4):363–368.
- Peppet, S. R. (2002). Teaching negotiation using web-based streaming video. *Negotiation Journal*, 18(3):271–283.
- Rao, A. S. (1996). AgentSpeak (L): BDI agents speak out in a logical computable language. In de Velde, W. V. and Perram, J., editors, *MAAMAW'96*, pages 42–55, London. Eindhoven - The Netherlands, Lecture Notes in Artificial Intelligence - Springer-Verlag.
- W3C (2005). W3C - World Wide Web Consortium - SOAP - Simple Object Access Protocol - Specifications. <http://www.w3.org/TR/soap/>.