

# Utilização de RPG e MABS no Desenvolvimento de Sistemas de Apoio à Decisão em Grupos

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

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

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

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

**Abstract.** This paper proposes the integrated use of RPG (Role-Playing Games) and MABS (Multi-Agent-Based Simulation) techniques to develop Group Decision Support Systems (GDSS), using GMABS methodology. Natural resources management was the chosen domain to implement GDSS, because in this domain negotiation process is extremely important and complex. Two prototypes are presented, JogoMan and ViP-JogoMan, showing that GMABS methodology can be applied to GDSS and can bring excellent results in negotiation process.

**Resumo.** Este artigo propõe a utilização integrada das técnicas de RPG (Jogos de Papéis) e MABS (Simulação Baseada em Multiagentes) para desenvolvimento de Sistemas de Apoio à Decisão em Grupos (SAD-G), a partir da metodologia GMABS. O domínio escolhido para desenvolvimento do SAD-G foi o de gestão de recursos naturais, visto que neste domínio o processo de negociação é extremamente importante e complexo. Dois estudos de caso são apresentados, os protótipos JogoMan e ViP-JogoMan, mostrando que a metodologia GMABS pode ser aplicada para SAD-G e trazer excelentes resultados no processo de negociação.

## 1. Introdução

Jogos de Papéis (Role-Playing Games (RPGs)) são um tipo de jogo em que 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 podem interagir 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 simulações como elemento auxiliar na tomada de decisões humanas tende a ser muito eficaz, pois seu emprego permite o exame de detalhes específicos com grande precisão [Strack 1984]. 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 em que 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 até mesmo combinada) tem sido explorada em diversos trabalhos relacionados ao gerenciamento de recursos naturais [Barreteau et al. 2004, Dare and Barreteau 2004, 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)**.

Os Sistemas de Apoio a Decisão (SADs) são sistemas de informações, que além de fornecer informações sobre o domínio do problema em estudo, devem contribuir para o processo de tomada de decisão [Dornelas 2000]. Um sub-grupo dos SADs são os Sistemas de Apoio a Decisão em Grupos (SAD-Gs), onde o enfoque está trabalhar a tomada de decisão para grupos de pessoas. No trabalho cooperativo, normalmente, existem problemas de coordenação e tempo consumido para executar as tarefas. Sistemas implementados a partir da metodologia GMABS são uma classe de SAD-G.

Desta maneira, o objetivo deste artigo é apresentar a implementação de um SAD-G utilizando as técnicas de RPG e MABS, baseado na metodologia GMABS para o domínio da gestão de recursos naturais. Nas seções 2 e 3 são apresentadas as duas técnicas utilizadas neste trabalho, RPG e MABS, respectivamente. A seção 4 apresenta a metodologia definida para utilização de forma integrada das duas técnicas anteriormente citadas, denominada GMABS. Na seção 5 são apresentados os protótipos desenvolvidos a partir desta metodologia, para o domínio da gestão de recursos naturais. Finalmente, as conclusões deste trabalho e os trabalhos futuros propostos encontram-se na seção 6.

## 2. Jogos de Papéis (RPG)

Os Jogos de Papéis (Role-Playing Games (RPGs)) estão situados entre os jogos e o teatro e consistem numa técnica onde se determinam regras e comportamentos de jogadores, bem como um contexto imaginário (ambiente). Desta maneira, RPGs são jogos onde cada jogador desempenha um papel e toma decisões, a fim de alcançar seus objetivos. Na verdade, os jogadores utilizam RPG como um "laboratório social", isto é, como uma forma de experimentar uma variedade de possibilidades, sem sofrer as consequências do mundo real [Barreteau et al. 2003].

RPGs podem ser impressos (mapas, fichas de personagens, etc.), eletrônicos ou orais. Consistem em uma categoria à parte nos jogos, em função de seu aspecto de colaboração em vez de competição: os RPGs não são jogos em que se tem um final com ganho ou perda. Ao final, deve-se completar uma história construída a partir das regras do jogo, buscando objetivos individuais e/ou coletivos. Desta forma, um fator muito marcante dos RPGs é sua capacidade de integração, visto que é jogado em grupos, e como dito acima é voltado para a cooperação entre seus participantes. Além disso, é um jogo em que o discurso, diálogo e troca de idéias são vitais para o seu desenvolvimento. Existe

um famoso ditado no meio do RPG que sintetiza esta filosofia: "grupos separados levam a mortes simultâneas" [Klimick 2003]. Desta maneira, os RPGs têm como foco a interação entre os indivíduos, ou seja, seus jogadores.

RPGs possuem o potencial de, através do exercício da fantasia, agir positivamente no desenvolvimento mental do homem e, consequentemente, no seu desenvolvimento social. Se observado com maior cuidado, pode-se perceber a força de integração latente de auxílio pedagógico, pois o jogo estimula uma troca constante de informações e experiências. Assim, "se bem direcionado e explorado, o RPG tem tudo para ter um papel marcante na sociedade" [Klimick 2003].

### 3. Simulação Baseada em Multiagentes (MABS)

Da união das tecnologias de Simulação e Sistemas Multiagentes, surge a área de Simulação Baseada em Multiagentes (Multi-Agent-Based Simulation(MABS)). Muitas aplicações em sistemas multiagentes são desenvolvidas para simular alguma situação da realidade. Em MABS, o fenômeno real é decomposto em um conjunto de elementos e em suas interações. Cada elemento é modelado como um agente e o modelo geral é o resultado das interações entre estes agentes.

Modelar um fenômeno sob a perspectiva de um sistema multiagentes pode ser visualizado de acordo com as seguintes etapas [Frozza 1997]:

- decompor o fenômeno em um conjunto de elementos autônomos;
- modelar cada um dos elementos como um agente, definindo seu conhecimento, funções, comportamento e modos de interação;
- definir o ambiente dos agentes;
- definir quais agentes possuem a capacidade de ação e comunicação.

MABS é especialmente útil na união de diferentes perspectivas interdisciplinares, provenientes de várias áreas científicas, como psicologia social, ciência da computação, biologia social, sociologia e economia [Gilbert and Troitzsch 1999]. O caráter interdisciplinar de MABS é um aspecto muito importante, pois permite analisar diferentes teorias, metodologias, terminologias e pontos de vista [Marietto et al. 2002].

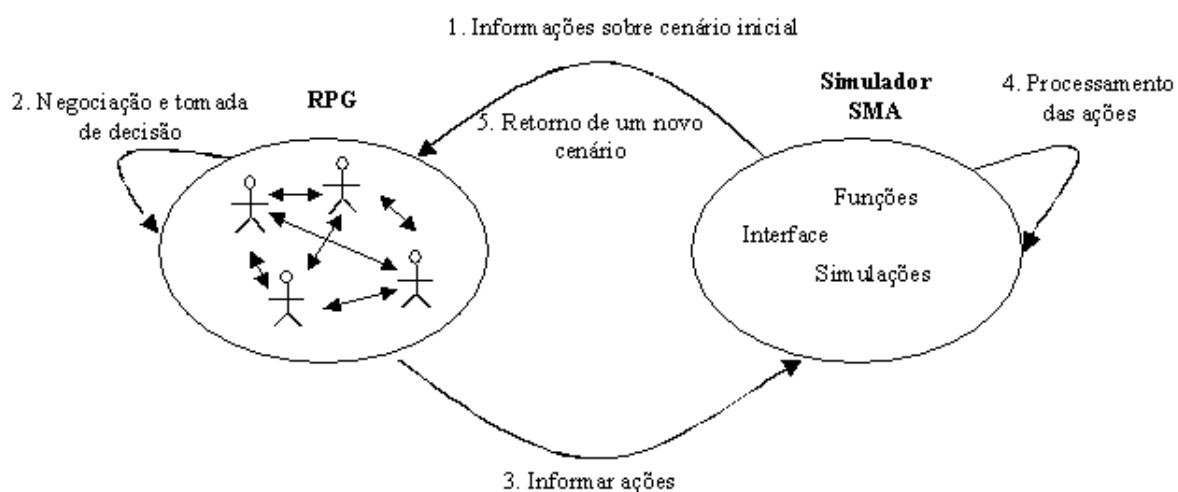
Segundo Drogoul e Ferber [Drogoul and Ferber 1992], os objetivos de MABS são:

- *testar* hipóteses sobre a emergência de comportamentos no nível macro a partir de interações no nível micro;
- *construir* teorias que contribuam para o entendimento de fenômenos etológicos, sociológicos ou psico-sociais, que relacionam comportamentos a estruturas;
- *integrar* teorias parciais de diferentes disciplinas (sociologia, psicologia cognitiva, etologia) numa mesma estrutura.

Para Doran [Doran 2001], a simulação baseada em multiagentes é uma grande promessa para habilitar a sociedade ao trabalho com modelos computacionais, de forma a avaliar os impactos cognitivos, tanto no âmbito individual quanto no coletivo, de sistemas sociais.

### 4. 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:



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

1. Os jogadores recebem todas as informações sobre o jogo (regras e cenário inicial). São definidos os papéis que cada jogador irá desempenhar. Suponha um jogo em que existam 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 e os possíveis benefícios e/ou prejuízos que estas ações podem causar a 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. O protocolo de negociação a ser utilizado é independente da metodologia, sendo a escolha dependente de como a mesma será implementada;
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 seqüência de passos poderá ser repetida diversas vezes, dependendo dos objetivos do jogo. Normal-

mente, 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. Independentemente do número de rodadas, ao final, sempre é realizado uma discussão (*debriefing*) sobre as escolhas feitas por cada jogador, com o objetivo de entender melhor a problemática e possíveis soluções apresentadas [Dorn 1989, Egenfeldt-Nielsen 2004].

## 5. Estudos de Caso: Protótipos JogoMan e ViP-JogoMan

O domínio de problema escolhido foi o da gestão de recursos naturais, mais especificamente a problemática dos recursos hídricos<sup>1</sup>. A gestão de recursos naturais é um tópico que se refere a grandes áreas (físicas) de trabalho e pesquisa, como cidades, estados, etc., onde todo o ecossistema deve ser analisado. Além das dimensões das regiões, ainda se tem uma grande diversidade de atores, com objetivos e estratégias diferentes. Por exemplo, o estudo dos problemas de água na Região Metropolitana de São Paulo é bastante complicado, pois trata-se de uma região que abrange aproximadamente 8.000 Km<sup>2</sup> de área, e mais de 1.500 Km<sup>2</sup> desta área são povoados por aproximadamente 18 milhões de habitantes. A problemática está na organização do processo de negociação entre estes atores, visto que, tendo objetivos e estratégias diferentes, normalmente ocorrem conflitos e o conhecimento não é comum entre estes atores. Para iniciar qualquer negociação, é necessário que os atores estejam "falando a mesma língua", ou seja, é necessário que exista um dicionário comum, com termos, definições, etc. Um bom exemplo é colocar um agricultor e um industrial conversando: eles não entrarão em consenso facilmente, pois seus objetivos geram conflito de interesses. Depois de iniciado o processo de negociação, as possíveis soluções podem divergir entre grupos de atores, ou seja, uma boa solução para alguns pode não ser para outros. Para auxiliar esse processo, é necessária a utilização de sistemas de apoio à decisão em grupos (SAD-G), que podem ajudar a solucionar a divergência de conhecimentos e conflitos entre as soluções.

No domínio da gestão de recursos naturais, tanto MABS quanto RPG têm sido utilizados para desenvolver SAD-Gs [Guyot and Honiden 2006, Barreteau et al. 2004, Etienne 2003]. Neste trabalho, o uso conjunto destas duas técnicas (RPG e MABS) é denominado GMABS. Em MABS, os agentes e as interações destes com o ambiente e entre si podem ser facilmente analisados, e na gestão de recursos naturais é a inter-relação entre os atores e o ambiente o foco de estudo da negociação. RPGs são muito utilizados para treinamento em diversas áreas e auxiliam muito na comunicação entre diferentes tipos de atores, fazendo com que temas importantes possam ser estudados e analisados de forma lúdica [Barreteau et al. 2001, KlimicK and Bettocchi 2003].

### 5.1. Protótipo JogoMan

O protótipo **JogoMan** (Jogo dos Mananciais) tem por objetivo um melhor entendimento do domínio de gestão de recursos naturais, da metodologia GMABS e sua aplicação em SAD-Gs [Adamatti et al. 2005]. Este protótipo é uma simplificação da realidade e envolve problemas de gerenciamento de água e de solo em 3 diferentes cidades e o geren-

<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.

ciamento da pressão urbana sobre esta região. Neste protótipo, existem quatro tipos de jogadores:

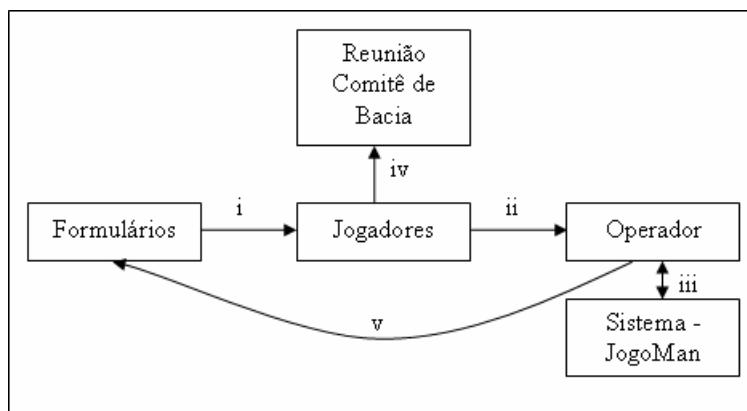
- *Prefeitos*: cada cidade tem uma atividade principal diferente: urbana, agrícola ou de áreas preservadas (floresta). Desta maneira, cada prefeito tem objetivos diferentes. Por exemplo, se a cidade C é uma área preservada, o jogador que assumir o papel de prefeito de C deve persistir no objetivo de 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 implementassem 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 infra-estrutura). Dependendo de como estas famílias forem alocadas, a qualidade e/ou quantidade de água da região é alterada.

Cada jogador escolhe suas ações individualmente. Contudo, este deve saber que suas ações podem influenciar todos os outros jogadores, porque a qualidade e quantidade de água dependem do uso do solo. Por exemplo, suponha que um dos prefeitos decida reduzir os impostos para que os proprietários particulares preservem suas áreas (florestas). Como resultado desta ação, vários proprietários particulares podem decidir manter suas áreas com florestas ou então investir em reflorestamento. Essa ação beneficia a qualidade e a quantidade da água. Em outro exemplo, caso um proprietário particular decida construir uma indústria, visando maior retorno financeiro, sua ação pode eventualmente prejudicar imensamente a qualidade das águas.

No JogoMan, os jogadores não têm acesso direto ao sistema computacional. Eles recebem formulários em papel em cada turno do jogo para preencher suas ações e ao final do turno, um operador insere as ações escolhidas no simulador MABS. Também ao final de cada turno de jogo uma reunião, denominada Reunião do Comitê de Bacia, é realizada, onde os jogadores definem estratégias coletivas a serem seguidas nos próximos turnos. A Figura 2 apresenta o funcionamento operacional do protótipo JogoMan.

### 5.1.1. Testes Realizados

Foram realizados diversos testes com o protótipo JogoMan. Primeiramente, foram realizados testes com membros do Projeto Negowat (pesquisadores e estudantes de graduação)



**Figura 2. Funcionamento operacional do JogoMan.**

para verificar se o protótipo estava funcional e correto. Depois, foram realizados testes com alunos de graduação e pós-graduação de quatro universidades diferentes da região de São Paulo. O cenário utilizado em todos os testes do protótipo envolvia 14 jogadores: 9 proprietários particulares, 3 prefeitos, 1 representante dos SemTeto e 1 administrador da AguaPura.

Para aplicação dos testes, a seguinte seqüência de passos foi utilizada:

1. Explicação geral a todos os jogadores sobre o jogo, apresentando os objetivos, regras e papéis existentes no jogo;
2. Cada jogador escolhe um dos papéis (tipo de jogador) e preenche o questionário pré-jogo <sup>2</sup>. Tanto o questionário pré-jogo quanto o pós-jogo utilizam perguntas semi-estruturadas e dissertativas;
3. Para cada tipo de jogador são dadas mais informações específicas do papel escolhido;
4. Inicia-se o primeiro turno de jogo e o tempo de negociação entre os jogadores e escolha das ações é definido (normalmente de 30 a 40 minutos);
5. Jogadores informam ao operador do simulador as ações escolhidas no turno;
6. As ações são computadas no MABS. Estas ações modificam o cenário inicial de jogo, e tem-se o final do primeiro turno;
7. Os jogadores se reunem na Reunião do Comitê de Bacia para discutir as estratégias coletivas a serem tomadas no próximo turno de jogo. Normalmente, os jogadores no papel de prefeitos ou de administrador da AguaPura são cobrados em relação a infra-estruturas, impostos, etc., por parte dos proprietários particulares.
8. Ao final dos turnos de jogo (normalmente 3 ou 4 turnos) é realizada uma reunião entre todos os jogadores, chamada de *debriefing*. Nesta reunião final, os jogadores discutem dúvidas e problemas do protótipo e preenchem o questionário pós-jogo <sup>3</sup>. Com os dados desta reunião e dos questionários, é possível realizar uma avaliação qualitativa do protótipo.

Pelos dados obtidos pelos questionários pré e pós-jogo respondidos pelos jogadores, podem-se assinalar algumas sugestões/críticas:

<sup>2</sup>O questionário pré-jogo tem como objetivo descobrir o perfil dos jogadores, pois isso irá influenciar na forma que a análise dos testes será realizada.

<sup>3</sup>O questionário pós-jogo tem como objetivo verificar o que os jogadores entenderam sobre o domínio do jogo e a forma de execução do mesmo (metodologia GMABS).

- A maioria dos jogadores achou o jogo muito interessante e realística, ajudando a entender a realidade das bacias peri-urbanas;
- Os jogadores aprenderam sobre o domínio do problema do jogo, pois o RPG é uma forma didática e divertida de aprender um novo tópico;
- Os jogadores acharam que o jogo tinham uma grande quantidade de regras e sugeriram um manual mais completo para o jogo, para entendimento das regras e assim, melhores formas para realizarem a negociação;
- Os jogadores acharam que o tempo de cada turno, entre 30 a 40 minutos, muito curto para tomada de decisão, pois o jogo é muito complexo.

Cada um dos testes realizados com o protótipo JogoMan apresentou resultados diferentes, e isso é parte inerente da utilização da metodologia GMABS, visto que grupos diferentes de pessoas estão envolvidas em cada um dos jogos e estas escolhem diferentes ações em diferentes jogos.

Pode-se concluir que o protótipo JogoMan, que é uma instância de um SAD-G utilizando a metodologia GMABS, auxilia no entendimento do domínio do problema proposto, a gestão de recursos hídricos. Em particular, propicia o entendimento de quão complexo é o processo de negociação neste domínio e que a definição de estratégias coletivas é algo extremamente difícil, já que há inúmeros conflitos de interesse. A avaliação utilizada neste protótipo foi baseada na aplicação de questionários e pelas respostas obtidas, pode-se verificar também que a forma proposta para interação, a partir de um jogo, é muito divertida e didática, fazendo com que os jogadores tenham maior interesse no problema e em interagir para encontrar possíveis soluções.

## 5.2. Protótipo ViP-JogoMan

Os jogos do tipo RPG definidos para 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. Após a realização dos testes no protótipo JogoMan, verificou-se a necessidade de alguma ferramenta que possa substituir os jogadores reais, caso o número necessário não for suficiente, pois agendar uma sessão de jogo com um grupo de 14 pessoas (número típico de jogadores necessários para o protótipo JogoMan) é uma tarefa complicada. Desta maneira, surgiu a idéia de criação de Jogadores Virtuais, que além de substituir os jogadores reais, podem 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, um novo protótipo foi desenvolvido, baseado no protótipo JogoMan, onde estão inseridos jogadores virtuais. Este protótipo chama-se ViP-JogoMan (*Virtual Players in JogoMan*) e tem como objetivo o estudo da inserção de jogadores virtuais na metodologia GMABS. ViP-JogoMan utiliza as mesmas regras e papéis do protótipo JogoMan. Contudo, neste novo protótipo os jogadores poderão estar em lugares remotos, pois o jogo é jogado via Web. Desta forma, os jogadores terão acesso ao jogo com o sistema computacional (via Web), mas não terão interação física entre si, pois poderão estar em lugares diversos.

No protótipo ViP-JogoMan, além de verificar se jogadores virtuais são verossímeis em suas tomadas de decisão, outro aspecto também influencia muito a interação entre os jogadores: a tecnologia. Os jogadores estarão remotamente localizados, e as negociações/interações entre os jogadores podem ocorrer de forma errônea. Assim, também é necessário verificar se a tecnologia influencia a utilização da metodologia GMABS.

### 5.2.1. 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. Por exemplo, o papel de administrador da AguaPura pode implantar rede de água potável e de esgoto nos lotes, sem haver nenhuma restrição entre as duas infraestruturas. Contudo, em todos os jogos no protótipo JogoMan, todos os jogadores que desempenharam este papel, apenas instalaram a rede de esgoto onde já existisse rede de água potável. Isso confirma que existe a formação autônoma de estratégias de jogo para cada tipo de jogador, a partir das regras pré-definidas do jogo. 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. A Tabela 1 apresenta os nove perfis comportamentais definidos para os tipos de papéis existentes.

Jogador	Perfil Comportamental	Objetivo
Proprietário Particular	Econômico Ambientalista	Retorno financeiro Preocupação ambiental
Adm. AguaPura	Racional Protetor-Ambientalista	Preocupação social e lucratividade Preocupação Social
Prefeito	Social Ambientalista Econômico	Preocupação Social Preocupação ambiental Retorno financeiro
Rep. SemTeto	Econômico Social	Retorno financeiro Preocupação social

**Tabela 1. Perfis Comportamentais Definidos.**

Por exemplo, o jogador Proprietário Particular com o perfil comportamental com interesse econômico adota as seguintes estratégias:

- 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;

- Tenta vender áreas com Loteamento ao Representante dos SemTeto. O valor de oferta mínimo é o retorno do investimento realizado (implantação do Loteamento);
- 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;
- 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.

### 5.2.2. Testes Realizados

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

Para aplicação dos testes, a seguinte seqüência de passos foi utilizada:

1. Alguns dias antes da realização do jogo, os jogadores recebem por *email* um manual de instruções com as explicações gerais do jogo, objetivos, regras e papéis;
2. Cada jogador escolhe um dos papéis disponíveis (fora os papéis anteriormente escolhidos para os jogadores virtuais);
3. Para cada tipo de jogador, mais informações específicas são repassadas via *email*, juntamente com um questionário pré-jogo;
4. Um link para acesso as interfaces do jogo fica disponível (on-line), com intuito de familiarizar os jogadores, antes do ínicio do jogo;
5. No dia e na hora marcados para realização do jogo, todos os jogadores acessam o sistema e interagem via interface gráfica com os outros jogadores e escolhem suas ações para cada turno. Ao final do tempo do turno, os jogadores devem informar ao sistema suas ações. Finaliza-se o primeiro turno de jogo;
6. Todos os jogadores vão para uma interface única, onde acontece a Reunião do Comitê de Bacia, para definir as estratégias coletivas para os próximos turnos de jogo;
7. Ao final do quarto turno de jogo, todos os jogadores recebem gráficos explicativos sobre a situação global do sistema, com valores de índice de poluição do reservatório, percentual de famílias conectadas a rede de água e de esgoto, percentual de famílias morando em favelas, para entendimento global do sistema;
8. Os jogadores devem enviar por *email* um questionário pós-jogo.

O protótipo ViP-JogoMan, por ser jogado via Web permite o armazenamento de todas as negociações realizadas durante os turnos do jogo. Segundo McKersie e Fonstad [McKersie and Fonstad 1997], 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. No protótipo JogoMan, as únicas informações dos jogadores eram suas escolhas finais em negociações, anotadas nos formulários em papel entregues ao operador do sistema. Já no protótipo ViP-JogoMan pode-se acompanhar todas as interações realizadas pelos jogadores durante o processo de negociação, inclusive

negociações não concluídas ou rejeitadas. Além da análise das negociações dos jogadores, ainda foram aplicados questionários pré e pós-jogo a todos os jogadores reais (pessoas). Estes questionários tinham como objetivo verificar a influência da tecnologia no processo de negociação e a percepção dos jogadores reais aos jogadores virtuais.

Pelas respostas dos jogadores nos questionários pré e pós-jogo, pode-se concluir que o protótipo ViP-JogoMan ofereceu aos jogadores 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, não pela forma como interagiram com os outros jogadores.

Já pela análise de todas as interações dos jogadores durante o processo de negociação, pode-se concluir que todos os jogadores conseguiram negociar de forma ampla, visto pela grande quantidade de interações entre os jogadores durante os turnos de jogo. A Tabela 2 apresenta uma análise quantitativa de negociações concluídas entre os jogadores para a ação "compra" de lotes para três sessões de testes realizadas nos dois protótipos. Entende-se por negociações concluídas aquelas que realmente geram ações. No caso da ação compra, uma negociação é dita concluída quando o jogador que possui um lote aceita vender por determinado preço este lote a outro jogador. No protótipo JogoMan, apenas as ações concluídas foram armazenadas durante o jogo, visto que os jogadores as anotavam nos formulários a serem entregues ao operador para inserção dos dados no MABS. Desta maneira, somente a comparação entre negociações concluídas é possível de ser realizada entre os dois protótipos. Pela Tabela 2, verifica-se que o protótipo ViP-JogoMan apresenta um número de negociações concluídas muito maior que o protótipo JogoMan. Uma possível explicação para isso se deva ao fato de que, segundo Peppet [Peppet 2002], em negociações via Internet, as pessoas sentem-se mais à vontade em expressar suas opiniões a distância, sendo assim mais produtivas. Outra explicação pode ser que, em jogos presenciais, como o protótipo JogoMan, os jogadores interagem (conversam) muito, e algumas vezes perdem o foco de negociação, concluindo menos negociações por turno de jogo [Van Es et al. 2004].

	JogoMan	ViP-JogoMan
Sessão teste 1	2	17
Sessão teste 2	2	14
Sessão teste 3	6	12

**Tabela 2. Negociações concluídas entre os jogadores para a ação compra de lotes.**

Pelos dados obtidos pelos questionários pré e pós-jogo respondidos pelos jogadores, algumas melhorias/críticas foram apresentadas pelos jogadores:

- Apresentar os gráficos da evolução global do sistema ao final de cada uma das rodadas do jogo, para que a evolução fique mais clara no decorrer do jogo;
- Identificar cada jogador por uma foto (figura) para facilitar a negociação;
- Melhorar a interface gráfica, no que tange ao envio e ao recebimento de mensagens, para que seja mais intuitiva. Um dos jogadores sugeriu um sistema de cores, onde cada jogador tem uma cor e assim fica mais fácil identificar as mensagens recebidas de cada jogador.

## 6. Conclusões e Trabalhos Futuros

A metodologia GMABS pode ser utilizada com Sistema de Apoio à Decisão em Grupos (SAD-Gs), auxiliando na negociação e na resolução de conflitos em diversos domínios, como na gestão de recursos naturais, pois une a capacidade dinâmica de MABS com a capacidade de discussão e aprendizado das técnicas de RPG [Barreteau et al. 2001]. Isso pôde ser verificado pelos testes realizados nos protótipos JogoMan e ViP-JogoMan.

Também pode-se concluir, pelos testes no protótipo ViP-JogoMan, que a utilização da metodologia GMABS via *Web* é eficiente e prática, pois disponibiliza sua utilização de 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 que o computador auxilia na maior utilização deste tipo de jogo de duas formas:

- Disponibiliza o jogo de forma remota, facilitando a participação dos jogadores;
- Possibilita o mapeamento completo de todo o processo de negociação entre os jogadores, sendo possível analisar as negociações rejeitadas e/ou não concluídas.

Contudo, não pode-se afirmar que o número de negociações seja diretamente ligado ao aprendizado do processo de negociação. Muitos jogadores nos testes do protótipo JogoMan afirmaram ter entendido a problemática de negociação existente, pois cada jogador tinha um foco de negociação diferente, devido a seus objetivos no jogo. Muitos jogadores do protótipo ViP-JogoMan também afirmaram que o processo de negociação exige muita comunicação e interação para ocorrer de forma ampla. Desta maneira, os dois protótipos atenderam ao objetivo principal ao que foram propostos: auxiliar no entendimento do processo de negociação para o domínio de problema exposto. Sendo estes protótipos instâncias de SAD-Gs, espera-se que com o entendimento do processo de negociação, estes jogadores possam interagir em situações reais de maneira mais eficiente.

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.

Nos testes realizados nos dois protótipos, algumas sugestões de melhoria foram apresentadas pelos jogadores. Em relação ao protótipo JogoMan, as principais críticas estavam relacionadas à quantidade de regras do jogo. Assim, quando da aplicação do protótipo ViP-JogoMan, tentou-se suprir este problema entregando a todos os jogadores manuais do jogo mais completos, com um número maior de informações sobre as regras gerais do jogo, bem como de cada tipo de jogador. Já nos testes do protótipo ViP-JogoMan, as principais críticas estavam relacionadas à interface de gráfica para envio e recebimento de mensagens. Um trabalho futuro muito importante é a definição e implementação de uma interface gráfica para troca de mensagens mais intuitiva.

Outro 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, pois a implementação atual destes jogadores é estática. Contudo, jogadores reais, durante o jogo, vão aprendendo e incrementando suas tomadas de decisão. Assim, implementar uma base de conhecimento dinâmica nos jo-

gadores virtuais, através de técnicas de aprendizagem 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>.
- Barreteau, O., Bousquet, F., Millier, C., and Weber, J. (2004). Suitability of multi-agent simulations to study irrigated system viability: Application to case studies in the segal river valley. *Agricultural Systems*, 80(3):255–275.
- Barreteau, O., Le Page, C., and D'Aquino, P. (2003). Role-playing games, models and negotiation. *JASSS*, 6(2). <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/6/2/10.html>.
- 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>.
- Dare, W. and Barreteau, O. (2004). Agent-based simulatins backing use of role-playing games as dialogue support tools: Teaching from experiments. In Gilbert, N. and Troitzsch, K. G., editors, *Sixth International Conference on Social Science Methodology*, Amsterdam. Social Science Methodology.
- Doran, J. (2001). Intervening to achieve co-operative ecosystem management: Towards an agent based model. *JASSS*, 4(2). <http://www.soc.surrey.ac.uk/JASSS/4/2/4.html>.
- Dorn, D. S. (1989). Simulation games: One more tool on the pedagogical shelf. *Teaching Sociology*, 17(1):1–18.
- Dornelas, J. S. (2000). *Impactos da adoção de sistemas de apoio à decisão para grupos em um processo decisório público participativo: o caso do orçamento de Porto Alegre*. Doutor em administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Drogoul, A. and Ferber, J. (1992). Multi-agent simulation as a tool for modeling societies: Application to social differentiation in ant colonies. In *Proceedings of MAAMAW'92*, Viterbo. Elsevier North-Holland.
- Egenfeldt-Nielsen, S. (2004). Review of the research on educational usage of games. <http://itu.dk/people/sen/public.htm>.

- Etienne, M. (2003). SYLVOPAST: a multiple target role-playing game to assess negotiation processes in sylvopastoral management planning. *JASSS*, 6(2). <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/6/2/5.html>.
- Frozza, R. (1997). SIMULA: Ambiente para desenvolvimento de sistemas multiagentes reativos. Master's thesis, UFRGS, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Brasil, Rio Grande do Sul, Brasil.
- 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>.
- 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.
- KlimicK, C. and Bettocchi, E. (2003). O lugar do virtual no RPG, o lugar do RPG no design. In *II Simpósio do LARS: Atopia*, Departamento de Artes e Design, PUC-Rio. <http://www.historias.interativas.nom.br/historias/textos/rpgvirtual.htm>.
- Marietto, M. G. B., David, N., Sichman, J. S., and Coelho, H. (2002). Requirements analysis of multi-agent based simulation platforms. Technical Report LTI 01/2002, University of São Paulo, Universidade de São Paulo - São Paulo.
- 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 straming 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, *Seventh Workshop on Modelling Autonomous Agents in a Multi-Agent World (MAAMAW'96)*, pages 42–55, London. Eindhoven - The Netherlands, Lecture Notes in Artificial Intelligence - Springer-Verlag.
- Strack, J. (1984). *GPSS: modelagem e simulação de sistemas*. LTC, Rio de Janeiro. 174 p.
- Van Es, R., French, W., and Stellmazek, F. (2004). Resolving conflicts over ethical issues: Face-to-face versus internet negotiations. *Journal of Business Ethics*, 53(1):165–172.