

# ELABORAÇÃO MULTIDISCIPLINAR E PARTICIPATIVA DE JOGOS DE PAPÉIS: UMA EXPERIÊNCIA DE MODELAGEM DE ACOMPANHAMENTO EM TORNO DA GESTÃO DOS MANANCIAIS DA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO

---

RAPHAÈLE DUCROT<sup>1</sup>

PEDRO ROBERTO JACOBI<sup>2</sup>

VILMA BARBAN<sup>3</sup>

LUCIE CLAVEL<sup>4</sup>

MARIA EUGENIA CARMARGO<sup>5</sup>

YARA MARIA CHAGAS DE CARVALHO<sup>6</sup>

TEREZINHA JOYCE FERNANDES FRANCA<sup>7</sup>

SUZANA SENDACZ<sup>8</sup>

WANDA MARIA RISSO GUNTHER<sup>9</sup>

---

<sup>1</sup>Doutora em Agronomia, CIRAD, Unidade de Pesquisa Gestão das Águas, Atores & Usos, França.

<sup>2</sup>Professor Titular da Faculdade de Educação e do Programa de Pós Graduação em Ciência Ambiental da USP, Brasil.

<sup>3</sup>Coordenadora do Instituto Pólis - Pesquisa, Formação e Assessoria em Políticas Sociais, São Paulo.

<sup>4</sup>Doutoranda em agronomia territorial, Instituto Nacional de Pesquisa em Agronomia (INRA)/França.

<sup>5</sup>Mestre em Ciência Ambiental pelo Procam, Universidade de São Paulo – USP, Brasil.

<sup>6</sup>Instituto de Economia Agrícola – IEA, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios – APTA, São Paulo, Brasil.

<sup>7</sup>Pesquisadora Científica, Instituto de Economia Agrícola, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios – APTA.

<sup>8</sup>Pesquisadora Científica, Instituto de Pesca, Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, Brasil.

<sup>9</sup>Professora Doutora da Faculdade de Saúde Pública e do Programa de Pós Graduação em Ciência Ambiental, USP.

**Autores para correspondência:** Raphaelae Ducrot, FUNCEME, Av. Rui Barbosa, 146, CEP 60115-221, Fortaleza - CE, Brasil. E-mail: raphaelae.ducrot@cirad.fr; Pedro Roberto Jacobi, Universidade de São Paulo – PROCAM/USP, Rua do Anfiteatro, 181, Colmeias, Favo 14, CEP 05508-900 São Paulo, Brasil. E-mail: prjacobi@usp.br

Recebido: 7/11/2007. Aceito: 28/7/2008.

## 1 Introdução

Tensões ambientais são comuns em áreas periurbanas, em razão das pressões crescentes sobre os recursos ambientais e da amplitude e da rapidez das mudanças geográficas, populacionais ou econômicas (ADELL, 1999). Nessas áreas, o crescimento populacional acarreta mudanças no uso do solo de diferentes naturezas, vinculadas por processos de especulação fundiária, o que induz à conversão de uso não urbano (vegetação natural ou uso agrícola) para atividades ou infra-estrutura urbana (como vias de transporte, reservatórios de água ou aeroportos). Vários estudos mostram que a população mais desfavorecida tende a ocupar parcelas de baixo valor imobiliário, vulneráveis ambientalmente, logo sujeitas a situações de risco ambiental e sanitário (DOUGLAS, 1992). Ao mesmo tempo, a interface periurbana provê condições tais como: espaço para os reservatórios de água para abastecimento, zonas de absorção das águas pluviais e recarga dos aquíferos subterrâneos. Assim, a dinâmica de urbanização afeta os processos hidrológicos, seja pela alteração das redes hidrográficas naturais, seja pela extensão de área impermeável e pela poluição das águas devido à expansão das atividades industriais e ao manejo inadequado do saneamento (DOUROJEANNI; JOURALEV, 1999). Esses processos de transformação são um terreno fértil para o desenvolvimento de conflitos (ABDALLA; KELSEY, 1996). Enquanto as instituições têm dificuldades para lidar com o aumento de tensões, em razão da tradicional orientação dual (urbana/rural) e da rapidez das transformações (MATTINGLY, 1999), os conflitos são reforçados pela fragilidade das instituições e pelos confrontos de interesses entre atores muito poderosos e outros atomizados e mal organizados.

Nesse sentido, as tensões e dificuldades enfrentadas nas áreas de mananciais de São Paulo, bastante documentadas e conhecidas (BRAGA, 2000; MARCONDES, 1999), são características de regiões periurbanas dos países em desenvolvimento.

O Projeto Negowat (*"Facilitação de negociação sobre gestão de água em área periurbana"*) testou o uso de jogos de papéis computadorizados para as decisões coletivas nessas áreas. Essas ferramentas tradicionais de ensino têm recebido atenção crescente nos últimos anos, devido à evolução computacional que abre novos espaços de trabalho (CECCHINI; RIZZI, 2001; DUKE, 2000). Para seu uso como plataforma de discussão, e não apenas como simples ferramenta didática, pressupõe-se que haja uma aceitação do jogo pelas diferentes partes envolvidas no processo de discussão, independentemente do nível de formação ou área de atuação. Colocam-se em questão o conteúdo do jogo e a integração das diferentes perspectivas e conhecimentos: locais, técnicos ou científicos; além da própria metodologia de elaboração dos jogos.

Nesse sentido, o Projeto Negowat apoiou-se num processo de modelagem participativa, a *modelagem de acompanhamento*<sup>1</sup>, para desenvolver as ferramentas testadas. Este artigo apresenta a metodologia interativa e coletiva desenvolvida para a elaboração e o teste dos jogos. A primeira parte aborda os conflitos estudados e os dois jogos elaborados a partir de reflexão sobre a situação encontrada. A segunda discute as particularidades do uso de jogos como ferramentas na abordagem da modelagem de acompanhamento e os seus desdobramentos. A seguir, são apresentadas as diferentes etapas de elaboração e, por fim, discute-se a implicação das escolhas metodológicas na elaboração dos jogos e na integração dos conhecimentos.

## **2 *AguAloca e Ter'Águas: duas ferramentas para abordar duas questões diferentes***

Foram abordadas duas situações ambientais na bacia hidrográfica do Alto Tietê, na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP): i) a relação entre mercado fundiário, situação de moradia, acesso a serviços de saneamento e controle da qualidade das águas superficiais, aliada às questões de planejamento e uso do solo e do desenvolvimento local; e ii) as tensões da gestão conjunta da quantidade e da qualidade da água no planejamento de seu uso no âmbito da bacia hidrográfica.

A primeira questão foi abordada na sub-bacia do Guarapiranga, na parte sul da metrópole. A sub-bacia incorpora o reservatório de Guarapiranga, que abastece 25% da população urbana. Com 3,8 milhões de habitantes, trata-se da bacia mais densamente ocupada da RMSP e uma das mais afetadas pelo processo desordenado de urbanização. O reservatório enfrenta elevado nível de poluição orgânica, desde os anos 70, devido à falta de serviços de saneamento na bacia, especialmente nos loteamentos irregulares, que ainda ocorrem na região. Um importante projeto de investimento nos anos 90, o Programa Guarapiranga, não conseguiu reduzir a poluição no reservatório em razão da manutenção de uma alta taxa de crescimento populacional na bacia. Nesse contexto, situou-se o estabelecimento da primeira lei específica de gestão de mananciais (Lei Específica do Guarapiranga), que foi aprovada em 2006 pela Assembléia Legislativa do Estado, após anos de discussão. Além disso, permitiu-se o desenvolvimento de um dos primeiros modelos de simulação da qualidade da água (modelo MQual) na RMSP, o qual simula o impacto das mudanças de uso do solo na qualidade da água do reservatório.

Após discussões preliminares com o subcomitê do Guarapiranga, pertencente ao Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê<sup>2</sup>, decidiu-se focar o trabalho na sensibilização e na capacitação da população local em torno da Lei Específica, abordando as tensões entre urbanização, provimento de infra-estrutura de saneamento, e controle da poluição da água. Nessa perspectiva, foi desenvolvido um jogo de papéis, chamado Ter'Águas; jogo computadorizado desenvolvido com o software multiagente Cormas ([www.cormas.fr](http://www.cormas.fr)), programado para simular a negociação sobre planejamento do uso do solo em município periurbano. Baseia-se no quadro institucional da Lei Específica da bacia hidrográfica do Guarapiranga.

Nesse jogo, seis tipos de atores foram representados: i) o prefeito, responsável pelo desenvolvimento de serviços de infra-estrutura urbana; ii) a empresa de saneamento; iii) quatro representantes de bairros defendendo os interesses dos moradores locais; iv) dois pequenos agricultores dos arredores dos bairros; v) dois grandes proprietários fundiários com interesses/estratégias especulativas e eleitorais; e vi) o dono de sítio de lazer que também defende a preservação ambiental da bacia virtual.

Os jogadores tomam decisões sobre suas estratégias de investimento em infra-estrutura urbana, impostos e subsídios, compra e venda de lotes, processo de loteamento, uso do solo em suas propriedades, regularização de uso ou licenciamento de atividades e alocação de lotes para novos moradores. O modelo computadorizado permite calcular rapidamente o impacto das mudanças de uso do solo na qualidade da água do reservatório (a partir de uma versão adaptada do modelo Mqual), na disponibilidade financeira dos jogadores, nos indicadores sociais e na taxa de desemprego do município. Também pode lotear e alocar, em novos

bairros, famílias migrantes que não encontraram áreas disponíveis junto às propriedades dos jogadores. O primeiro momento do jogo é destinado à tomada de decisão individual e, posteriormente, os jogadores reúnem-se para elaborar estratégias conjuntas a serem implementadas na rodada seguinte. As interações entre jogadores focam estratégias para controle da urbanização, para investimento em infra-estrutura e para planejamento do uso do solo e do mercado fundiário.

A segunda ferramenta é voltada à sub-bacia do Tietê-Cabeceiras, que tem 64% de seu território protegido pela Lei de Proteção dos Mananciais. A sub-bacia fornece 10% da água potável da RMSP, por meio de dois sistemas interconectados, o Sistema Rio Claro e o Sistema Produtor do Alto Tietê-SPAT. O SPAT, inicialmente concebido para controle de enchentes e com três reservatórios, foi ampliado para cinco entre 2005 e 2006, para aumentar a produção de água. Essa sub-bacia é a única da RMSP que ainda abriga produção agrícola significativa e tem representação de agricultores no subcomitê, entretanto, face à forte demanda de água para fins domésticos e industriais na região metropolitana, o uso agrícola vem sendo questionado. A qualidade da água tem decrescido regularmente, principalmente nos dois últimos reservatórios do SPAT. Não há um consenso sobre a origem dessa degradação que pode ter origens diferentes: estabelecimento dos reservatórios em áreas agrícolas, resultando, por ocasião do enchimento, em elevadas cargas de nutrientes; urbanização crescente; contaminação agrícola ou transferências de cargas de nutrientes dos reservatórios à montante (SENDACZ et al., 2005).

Para abordar a questão da gestão da água, ou seja, a articulação entre alocação de água entre usuários múltiplos, e a evolução da sua qualidade e suas implicações para a agricultura, foi desenvolvido um jogo de papéis chamado AguAloca, computadorizado, desenvolvido com o software multiagente Cormas.

O jogo simula a negociação sobre a alocação de água e os seus impactos na qualidade dos recursos hídricos, no âmbito de uma bacia hidrográfica virtual.

O cenário ambiental virtual é inspirado na situação da sub-bacia do Alto Tietê-Cabeceiras. A bacia é periurbana e inclui usos múltiplos e competitivos, afetados pela proximidade de um grande centro metropolitano. Dois municípios integram a bacia (sendo um tipicamente periurbano e o outro rural), onde atuam agricultores e atividades industriais, sob um sistema hidrológico complexo (com três reservatórios e dois canais de transferência). O sistema de gestão visa prover água para uso residencial e proteger a metrópole, à jusante, contra enchentes. Uma legislação específica prevê o enquadramento da qualidade dos recursos hídricos na bacia virtual.

No jogo, foram representados atores (papéis), distribuídos pelos seguintes jogadores: i) os dois prefeitos devem garantir o acesso da população a serviços de saneamento, sendo que um prefeito é responsável pela gestão de uma empresa municipal de saneamento, enquanto o serviço do outro município é gerenciado por uma empresa de saneamento independente, também responsável pelo abastecimento da metrópole à jusante; ii) o agricultor aconselha o setor e defende seus interesses; iii) o industrial possui duas fábricas de papel e celulose, localizadas na bacia; e iv) o departamento de água e esgoto é responsável pela operação do sistema hidrológico, respeitando as outorgas dos usuários.



Os jogadores têm que tomar decisões numa rodada que configura um período de seis meses (temporada chuvosa ou seca). As decisões dependem das atribuições/responsabilidades dos papéis desempenhados pelos jogadores e levam em conta: os objetivos de produção, as necessidades de bombeamento e o tratamento de efluentes. As decisões são processadas pelo modelo computadorizado para serem traduzidas em demanda de água (em termos de quantidade e qualidade), efluentes (em termos de quantidade e qualidade) e critérios de satisfação (quanto à quantidade e à qualidade). Os jogadores podem solicitar outorga sobre as fontes de água.

Os dois jogos apresentam similaridades (Tabela 1), pois tratam da problemática da gestão de mananciais (processo de poluição difusa, evolução da quantidade de nutrientes nos corpos de água e nos reservatórios), das dinâmicas geográficas (urbanização e loteamento de área rural), das dinâmicas sociais (processo de decisão sobre uso da água e interação entre atores), e de aspectos legislativos (lei específica virtual no caso Ter'Águas; outorga e enquadramento da qualidade de água no caso AguAloca).

**Tabela 1.** Apresentação sintética dos jogos Ter'Águas e AguAloca.

	Jogo	
	Ter'Águas	AguAloca
Área de referência	Sub-Bacia do Guarapiranga	Sub-Bacia do Alto Tietê–Cabeceiras
Foco	Discussão sobre planejamento de uso do solo e desenvolvimento de infra-estrutura de saneamento	Discussão sobre a gestão das alocações da água em área periurbana, levando em conta a agricultura
Escalas	Bairros e municípios	Bacia hidrográfica
Dinâmicas representadas	Mercado fundiário, mudanças de uso do solo e processo de urbanização em áreas protegidas pela Lei dos Mananciais e seus impactos na qualidade da água	Alocação de água entre usos múltiplos (inclusive agricultura e impacto em termos de quantidade/qualidade da água no SPAT)

Fonte: Projeto Negowat.

As dinâmicas biofísicas e geográficas são simuladas por uma base computadorizada usando a mesma representação de base, enquanto os atores são representados fisicamente por jogadores. Um sistema de fichas permite recolher as decisões dos jogadores, e as transferir para o modelo computacional para, posteriormente, informá-los dos impactos das decisões individuais e coletivas por meio de indicadores: ambientais (como, por exemplo, o nível de poluente) e econômico-sociais (como, por exemplo, a taxa de desemprego). Os indicadores servem de interface entre o sistema biofísico virtual e os jogadores reais. O jogo baseia-se em uma sucessão de fases (rodadas de jogo), quando se tomam decisões individuais ou são feitas negociações bilaterais, e em discussão no grupo, quando se analisa a situação da bacia virtual, buscando soluções coletivas. Entretanto, o foco abordado em cada jogo e a escala relevante de intervenção são diferentes. No primeiro, o nível de gestão relevante é o âmbito territorial local (vários bairros vizinhos de um mesmo município), onde é abordada a mudança de uso e ocupação do solo. No segundo, trata-se da gestão no âmbito da bacia inteira que inclui várias municipalidades. Os atores representados são diferentes ou têm funções e atividades distintas, adaptadas às questões e à escala considerada. No AguAloca, o setor agrícola é

representado por um ator que tem apenas ação de conselheiro (orientação sobre as culturas em duas situações: agricultores organizados ou não, que provocam impactos diferenciados), enquanto os agricultores do Ter'Águas atuam nas suas propriedades e podem modificar o uso do solo à vontade.

### **3 Jogos de papéis para gestão dos recursos naturais: diferentes possibilidades**

Jogos de papéis são jogos de interpretação nos quais os jogadores/personagens discutem e decidem acerca de uma situação-problema definida, sendo compostos por três elementos: i) um sistema de regras dotado de um ambiente no qual se desenvolvem as ações; ii) um facilitador ou mestre do jogo, responsável pela organização da sessão, o qual conhece as regras e orienta os jogadores; e iii) jogadores participantes que desempenham papéis durante a realização do jogo (DARE, 2005).

No Brasil há experiência de uso de jogos sob a forma de psicodrama e sociodrama, utilizados principalmente em atividades de intervenção social e de capacitação. Vários jogos foram desenvolvidos para atividades de Educação Ambiental (CAMARGO, 2006). Em geral, são prescritivos e apresentam uma abordagem de dramatização/teatralização, com pouca interação entre os jogadores e o ambiente virtual. A situação ambiental é o pretexto para iniciar a dramatização. Já os jogos de governança têm sido desenvolvidos para capacitar tomadores de decisão de alto nível sobre técnicas de negociação na área de políticas públicas, inclusive no setor ambiental (DUCROT, 2006). Os jogos centram-se nas diferentes etapas da negociação desde a fase de preparação até a mesa de discussão e elaboração do acordo. A apresentação dos papéis inclui uma minuciosa descrição dos recursos (financeiros, administrativos, políticos, ambientais, informacionais, etc.) que se encontram à disposição de cada papel. O objetivo é a reprodução mais realista possível de uma determinada situação social para reproduzir a complexidade da fase de negociação. Esses jogos demandam dos jogadores uma preparação importante para a incorporação dos papéis e o conhecimento da situação envolvida.

As duas ferramentas também permitem abordar a complexidade de uma situação de decisão coletiva, incluindo a dimensão da situação social. O intuito é promover uma visão global da situação-problema, o aprendizado, a explicitação de conhecimentos e a consequente mobilização destes (PAHL-WOSTL, 2002), tornando-os instrumentos interessantes em projetos de pesquisa-ação.

Como modelo da realidade, os jogos de papéis revelam-se ferramentas privilegiadas pelo grupo de modelagem de acompanhamento, que utiliza modelos de vários tipos como plataforma de mediação e diálogo entre pesquisadores e atores, e entre os atores entre si (COLLECTIF COMMODO, 2006). Essa abordagem é baseada no uso de simulação social de várias formas (simulação multiagente, jogos de papéis) para conhecer e fortalecer os processos de decisão coletiva de grupos de interesse que compartilham recursos comuns. O processo visa explicitar os componentes sociais, institucionais e biofísicos de uma situação ambiental, construir uma representação compartilhada da situação e apoiar processos de discussão sobre soluções. Nesse sentido, busca-se simular as consequências da implementação de decisões no sistema socioambiental estudado (impacto no ambiente, impacto

nos outros atores, reorganização das interações entre atores) e as inter-relações, às vezes conflituosas, entre decisões individuais e coletivas. A abordagem de modelagem de acompanhamento explicitamente também considera o desenvolvimento do jogo como um processo de modelagem da situação estudada. Trata-se de explicitar as interações entre atores e os recursos, em uma representação espacial simplificada da realidade local, o que envolve processo de escolha de algumas dinâmicas significativas, em função dos objetivos e da questão abordada. As dificuldades residem na natureza intrinsecamente multidisciplinar das questões ambientais e na necessidade de se criar uma representação suficientemente simples, compreensível e, ao mesmo tempo, capaz de considerar as diferenças de interesses e inter-relações dos componentes do sistema. As dificuldades da modelagem interdisciplinar somam-se à necessidade de integrar as diferentes representações e perspectivas de atores variados, com níveis de formação distintos. Para facilitar esse processo, o grupo multidisciplinar do projeto Negowat testou uma metodologia de modelagem coletiva, integrando as fases de modelagem com a confrontação do modelo à realidade.

## 4 A metodologia de desenvolvimento dos jogos

O processo desenvolveu-se em cinco etapas: i) aprendizagem sobre jogos; ii) elaboração do quadro conceitual comum sobre o funcionamento das bacias periurbanas; iii) elaboração dos modelos subjacentes; iv) desenvolvimento dos materiais dos jogos; e v) teste e validação das ferramentas.

### 4.1 Aprendizagem sobre jogos

A revisão bibliográfica permitiu ressaltar vários aspectos da gestão dos mananciais: i) degradação da qualidade da água nos reservatórios; ii) urbanização não controlada sem infra-estrutura de saneamento; iii) relação entre a política de gestão das águas, a legislação vigente e a dinâmica de ocupação urbana nas áreas de mananciais, ligada a problemas como desvalorização fundiária nas áreas de proteção aos mananciais (APMs); iv) falta de fiscalização; e v) ausência de políticas habitacionais. Tais aspectos permitiram formatar um modelo simplificado de evolução do uso do solo e da qualidade das águas em áreas de mananciais, na forma de um jogo de papéis teórico chamado JogoMan. Esse modelo objetivou capacitar a equipe na dinâmica de jogo de papéis (ADAMATTI et al., 2005), associada ao software Cormas<sup>3</sup> (BOUSQUET et al., 1998), e na implementação e monitoramento de sessões de jogo (CAMARGO, 2006).

O processo de modelagem e os primeiros testes do jogo (com um público de estudantes de graduação e pós-graduação) indicaram a necessidade de especificar melhor alguns processos e estratégias, em particular: i) o funcionamento do mercado fundiário, as estratégias dos atores envolvidos e a relação com a gestão da infra-estrutura urbana; ii) as estratégias de implementação da infra-estrutura urbana nas áreas periurbanas; iii) os determinantes e modalidades de evolução do uso do solo, em particular para os pequenos proprietários nas áreas rurais; iv) as modalidades de acesso, gestão e alocação de água e as prioridades entre usuários; e v) as estratégias locais (nos bairros e nas pequenas propriedades rurais) de acesso à água e à gestão de recursos hídricos de baixa qualidade.

## 4.2 Elaboração coletiva do quadro conceitual comum sobre as áreas de mananciais periurbanas

As pesquisas de campo, efetuadas pelos pesquisadores em suas respectivas áreas de conhecimento, não permitiram uma integração efetiva entre pesquisadores, visto que cada um focou seu campo específico de atuação. Para facilitar o diálogo e a integração multidisciplinar, o grupo elaborou um quadro conceitual comum, em reuniões mediadas por um especialista em modelagem. No início, para a formatação da representação, tentou-se utilizar a linguagem Unified Modelling Language (UML) (GRADY; JAMES, 1998), que foi posteriormente simplificada para melhor identificar as especificidades do quadro interpretativo.

O quadro proposto incluiu: i) representação das dinâmicas espaciais e, em particular, da evolução do uso do solo; ii) tipologia de atores, baseada nas relações de propriedade e de residência, em função da ação direta ou indireta sobre os recursos hídricos e do solo; e iii) representação hidrológica, que permitiu articular os processos espaciais, a alocação de água entre usos e uma representação simplificada dos processos de degradação da qualidade da água.

Uma dada área, definida como parcela, foi considerada como unidade espacial de uso do solo. Os usos do solo definidos em cada parcela geram cargas de poluição difusa (nitrogênio e fósforo) nas águas superficiais, que podem ser alteradas pela ação dos atores. A parcela é também o suporte para a infra-estrutura urbana. A ocupação do solo foi representada por grupo de famílias, cujo tamanho define a densidade de ocupação na parcela, assim como a quantidade de esgoto sanitário resultante. O impacto final sobre os recursos hídricos depende da proximidade da parcela aos corpos d'água, do uso do solo, da densidade populacional e da infra-estrutura de saneamento. Novos grupos de famílias chegam ao local e buscam alojamento. Além dos moradores representados pelos grupos de famílias, há cinco tipos de atores representados: i) prefeitos; ii) empresa de saneamento; iii) gestor do funcionamento do sistema hidrográfico; iv) proprietários de parcelas não-urbanas que não residem na área; e v) proprietários de parcelas não-urbanas que residem na área e podem modificar seu uso. Todos os atores desenvolvem atividades e tomam decisões cotidianas que afetam diretamente os recursos naturais (como consumo de água, despejo de efluentes ou modificação de uso do solo). Podem estar organizados e ter representantes. Também existem atores que agem apenas indiretamente sobre os recursos, por meio de ações legislativas ou de monitoramento, como organismos estatais ou órgãos de fiscalização e controle. Ainda na categoria de atores com ações indiretas, encontram-se os grupos de interesse que têm assento nos comitês de bacia. Para o caso dos mananciais de São Paulo, ao contrário das cidades européias (PAHL-WOSTL, 2002), definiu-se que as ações desses grupos são freqüentemente indiretas, atuando como agentes executores do desenvolvimento da infra-estrutura de água através de *lobbies* ou sensibilização e capacitação da sociedade civil local.

A representação hidrológica do quadro conceitual focou a articulação entre as dinâmicas espaciais e a alocação das águas superficiais. As águas subterrâneas não foram consideradas. Os usos do solo geram certa demanda de água e provocam a poluição difusa em nível de microbacia. A população residente gera esgoto sanitário que pode ser ou não coletado e tratado por meio de infra-estrutura adequada de saneamento. Assim, as mudanças

de uso do solo na parcela traduzem-se em modificação da demanda de água e do nível de poluição difusa na microbacia. As dinâmicas nos reservatórios não foram especificadas em detalhe, apenas foram destacados reservatórios que exportam e que importam nutrientes. Para simplificar, considerou-se que o nível dos reservatórios não varia significativamente, assim como sua heterogeneidade interna. Os reservatórios foram representados espacialmente como um conjunto de parcelas, transformável e classificado como sendo do tipo água.

Apesar da simplificação, o quadro elaborado apontou vários elementos fundamentais para entender o funcionamento das bacias periurbanas em geral : i) a articulação entre a dinâmica de uso do solo e o mercado fundiário; ii) o papel da infra-estrutura urbana; iii) o impacto das dinâmicas envolvidas na qualidade dos recursos hídricos; e iv) a diferença entre atores residentes e não residentes nas interações sociais locais. Assumiu-se que os residentes permanentes no local estavam integrados em redes sociais locais, o que reforça as possibilidades de controle social. Quanto mais organizadas as redes sociais, mais tendem a favorecer a permanência no local. O quadro limitou os atores não-residentes da área a três tipos de usuários: i) proprietários de sítios de final de semana; ii) empresários, cujo objetivo é o desenvolvimento econômico; e iii) proprietários com reservas fundiárias, atores com ligações menos fortes ao território local (com estratégias predominantemente econômicas) que interagem com a questão da água e do solo de modo diferente dos residentes locais.

O conteúdo do jogo é apresentado, no início das seções, de modo esquemático e não leva em conta os cenários de evolução. Isso demanda um maior esforço dos participantes para definir suas estratégias em relação às mudanças de uso do solo e da água, ou à implantação de infra-estrutura, assim como as inter-relações entre esses fatores. Cabe ressaltar que a elaboração do jogo orienta-se por questões definidas em cada sub-região de estudo, em colaboração com os atores, a partir dos resultados obtidos nas diversas pesquisas temáticas e em levantamentos locais realizados na fase inicial do projeto (Figura 1).

#### 4.3 Uso do quadro conceitual na elaboração da base dos jogos

A dinâmica de desenvolvimento da pesquisa demandou a formação de uma equipe de trabalho, composta por pesquisadores das instituições envolvidas, equipe esta responsável pelo desenvolvimento do modelo subjacente ao jogo e, inclusive, pelas estratégias de sensibilização dos atores. O modelo subjacente (Figura 2) especificou: i) as tarefas, os indicadores e as informações necessários para a tomada de decisões; ii) as relações principais entre cada um dos tipos de atores sociais envolvidos; e iii) o quadro de referência que influencia a decisão de cada ator.

Nos dois jogos, o modelo apoiou-se no quadro conceitual definido acima e foi detalhado, para cada situação estudada, a partir da metodologia proposta pelo grupo de modelagem de acompanhamento. Por exemplo, o grupo AguAloca detalhou as relações entre solo e água que afetam a qualidade de água, enquanto o grupo Ter'Águas explicitou os mecanismos de evolução do uso do solo.

Os atores-chave do processo e o impacto de suas ações nos recursos físicos foram detalhados através de uma especificação rápida das modalidades de interação entre atores, que podem ser de ordem contratual, de mercado, de serviço, etc. Finalmente, para cada ator



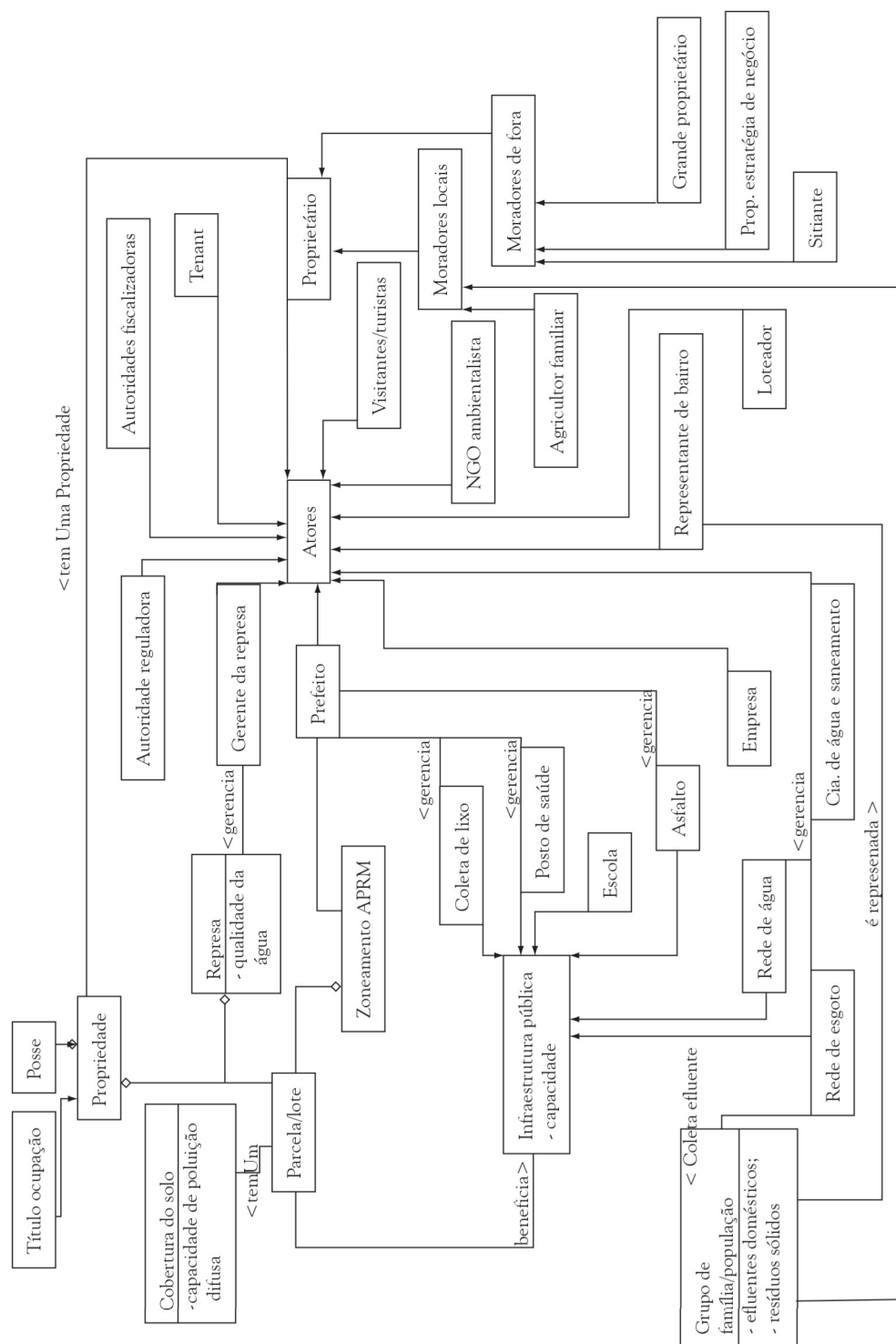
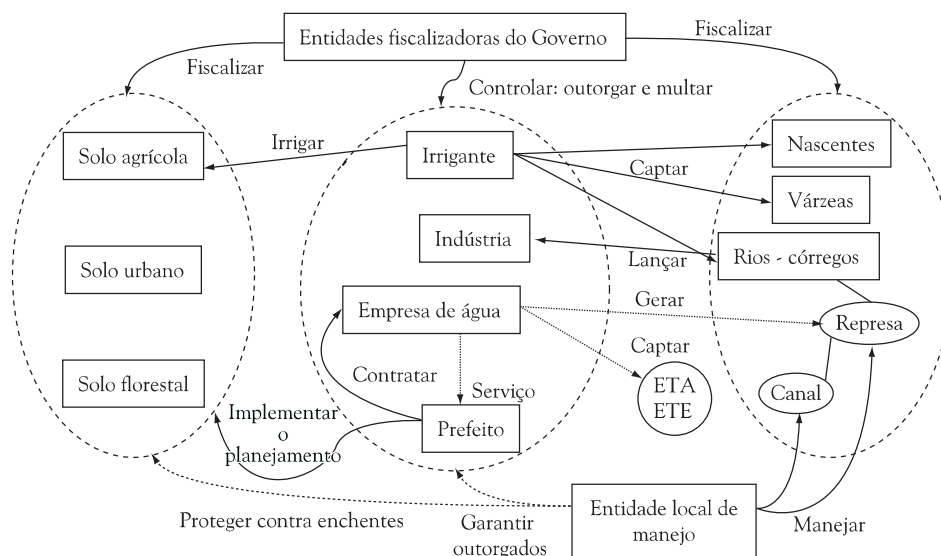


Figura 1. Quadro conceitual simplificado.



**Figura 2.** Exemplo de componente do modelo subjacente do jogo AguAloca: Dinâmicas dos Atores e relações com outros recursos.

identificou-se a escala espacial e temporal de referência relacionada ao processo de tomada de decisão no jogo.

Foram efetuadas diversas reuniões dos dois grupos de trabalho para finalizar o modelo, incluindo momentos específicos de interação com atores-chave, no objetivo de integrar suas representações e conhecimentos. Para o jogo Ter'Águas, foram desenvolvidas oficinas com o grupo local de representantes de moradores de bairros populares. Isso permitiu levantar as representações dos atores locais sobre as diversas questões e identificar as estratégias de negociação frente à companhia de saneamento e à prefeitura municipal. Observou-se que os moradores tendem a focar principalmente os aspectos mais visíveis dos problemas (como resíduos sólidos nos rios ou invasões de ratos) mais do que a poluição por esgotos sanitários, o principal problema da bacia. Além disso, verificou-se que não confiam nos representantes do poder público, desejam melhoria de sua qualidade de vida e, em particular, mais informações sobre como adequar a sua situação às normas legais vigentes (BARBAN, 2005). Para o Jogo AguAloca, apresentaram-se e discutiram-se as hipóteses do jogo e do modelo subjacente, em reuniões com pesquisadores e com representantes do subcomitê de bacia para especificar estratégias de gestão e indicadores.

#### 4.4 A elaboração dos materiais de suporte do jogo

A etapa seguinte concentrou-se no desenvolvimento dos materiais de suporte do jogo (tabuleiro, papel, modelo computadorizado, regras, cartas). Para isso, foi preciso primeiro escolher uma unidade espacial e temporal comum. No caso do jogo AguAloca, que representa uma grande área, sua unidade espacial de base são cinco quilômetros quadrados e a unidade temporal de base é seis meses. No jogo Ter'águas, a base espacial é um hectare e

a base temporal um ano. Os suportes do jogo, nos quais se dão as ações dos jogadores, foram desenhados usando-se a unidade espacial de base. Nos jogos de tipo ComMod, a representação espacial (mapas) não serve apenas para facilitar a incorporação dos papéis, mas é também o suporte das dinâmicas ambientais e/ou das ações dos jogadores.

Decidiu-se formatar as dinâmicas populacionais e naturais usando-se o software multiagente Cormas, que resultou na elaboração de jogo computadorizado. Esses jogos facilitam a realização de tarefas e de cálculos que representam as dinâmicas ambientais complexas, como fluxo de água ou processo de difusão da poluição ambiental, que, de outra forma, seriam difíceis de representar. Vale ressaltar, assim, que uma versão inteiramente manual do jogo Ter'Agua foi avaliada como pouco lúdica, e adequada apenas para uso didático. O uso de computador facilita também o monitoramento e a avaliação de uma sessão de jogo, pela possibilidade de registro de todas as etapas e das tomadas de decisão, o que pode facilitar a análise coletiva do jogo e problematizar o impacto de diferentes escolhas e estratégias. No entanto, os jogos computadorizados também apresentam importantes desvantagens, na medida em que para alguns usuários podem se transformar numa "caixa preta", que dá respostas mágicas, além de serem pouco flexíveis, ou seja, as opções e alternativas de soluções limitam-se às alternativas incorporadas no modelo. A interface entre os jogadores e o computador também pode ser difícil de manejar ou entender.

#### 4.5 Teste e validação

A última etapa concentrou-se no teste dos jogos, avaliação de sua viabilidade e validações do modelo subjacente e da proximidade às representações dos atores principais. Os primeiros testes, com integrantes do projeto e estudantes, permitiram verificar e aprimorar os aspectos lúdicos e ergonômicos do suporte, sem validar o conteúdo do jogo e os modelos de base, dado que os estudantes, mesmo os de pós-graduação, raramente demonstram conhecimento e vivência da situação representada para permitir essa validação. Quanto mais se desconhecem os problemas, mais se tende a jogar e a buscar o desempenho individual medido pela pontuação permitida pelas regras, independentemente da situação vivenciada, afastando-se de situações de conflito. Logo, a validação da representação global é feita por atores envolvidos nos processos de decisão. Os elementos considerados para validar a representação foram: i) as escolhas e simplificações feitas; ii) os indicadores e as informações utilizados; e iii) as providências e as regras de interação selecionadas. Os testes de validação levaram à incorporação de algumas funções não consideradas inicialmente e a uma simplificação espacial dos jogos, o que resultou em uma esquematização maior e afastou a base espacial de mapas reais.

### 5 Discussão

#### 5.1 Os jogos como modelo da realidade

A elaboração dos jogos resulta sempre de um processo que combina, em etapas, modelagem formal, pesquisa de campo e testes de validação. O trabalho de confrontação das hipóteses de modelagem dos pesquisadores, junto à realidade e às representações dos

atores locais, foi acompanhado por uma modificação substantiva dos modelos subjacentes dos jogos. O primeiro jogo (JogoMan), modelo elaborado a partir da literatura e das representações de alguns atores institucionais, foi avaliado como inadequado, apesar de ser lúdico e didaticamente interessante para discutir o papel do comitê de bacia. Não apresentou adequadamente algumas funções essenciais e tendeu a responsabilizar os migrantes pelo processo de adensamento, enquanto a realidade é bem mais complexa. Cabe lembrar que, devido à possibilidade de orientar as representações sobre o funcionamento de uma situação real em função do seu conteúdo, os jogos de papéis podem ser ferramentas que potencializam uma utilização eticamente inadequada. É justamente por essa razão que a metodologia de especificação do modelo subjacente apresenta tanta importância.

Os jogos elaborados foram inspirados em situações reais que, propositalmente, foram simplificadas para se transformarem numa situação virtual. No jogo Ter'Águas, o processo de urbanização limitou-se a um processo de loteamento dos terrenos pelo proprietário (divisão e venda simultâneas do terreno às várias famílias). Na realidade, outras modalidades podem ser encontradas, como o parcelamento progressivo dos lotes que tendem a gerar bairros mais adensados (BUENO, 2004). Vale ainda ressaltar que os testes de validação com atores levaram a esquematizar ainda mais a representação geográfica, em detrimento da veracidade da base geográfica.

Um dos objetivos do jogo consiste em levar os jogadores a um cenário virtual bastante próximo da realidade para traçar um paralelo com suas experiências e conhecimentos, mas suficientemente esquematizado para analisar o sistema real. Não se trata, por exemplo, de reproduzir exatamente as negociações como acontecem. Esse objetivo seria válido se o resultado da simulação fosse usado na realidade. Mas, nesse caso, pode ser questionado o porquê de reconstruir uma situação virtual tão complexa como a realidade, ao invés de usar diretamente o cenário real. A questão orientadora fundamental para definir a representação da realidade é então como a realizar de forma a tornar os processos subjacentes de negociação compreensíveis aos participantes.

Assim, o distanciamento da realidade, viabilizado pelo cenário virtual, permite um afastamento das ligações pessoais com o ambiente. Abre espaço para a redefinição dos outros níveis de discussão, enquanto a própria atuação obriga os jogadores a formalizar explicitamente as suas relações, permitindo que sejam analisadas. Assim, o processo de modelagem estende-se à definição dos papéis. Nos jogos do tipo ComMod, os papéis são definidos apenas pelas ações e decisões suscetíveis de afetar os recursos naturais, correspondentes a uma atuação baseada em estratégias/interesses. Outros tipos de jogos podem especificar as relações pessoais com o ambiente ou as relações de poder entre atores, um componente essencial da definição dos papéis dos jogos de governança.

A definição do conteúdo do papel é importante e seu impacto depende do tipo de público. Para um público pouco informado, papéis pouco definidos são difíceis de incorporar e dificultam a participação no jogo, restringindo a ação em nível virtual. Entretanto, quando as pessoas estão bem informadas (um ator que joga o seu próprio papel, independentemente do seu nível de formação), uma especificação maior pode ser percebida como restritiva de sua atuação, forçando-o a agir numa determinada direção. Como se espera que os jogadores projetem no jogo, ao menos parcialmente, seus procedimentos e modalidades de interação

na realidade, o desafio consiste em providenciar a informação mínima necessária para que o jogador atue, mesmo em caso de não estar representando o papel com o qual tem familiaridade na vida real.

Escolheu-se, propositalmente, desenvolver dois jogos diferentes, em escalas diferentes, detalhando as dinâmicas hidrológicas (AguAloca) e as dinâmicas fundiárias (Ter'Águas). Teria sido possível desenvolver um único jogo, mas essa integração acarretaria necessariamente maior complexidade: aumento do número de funções, atores, decisões e indicadores a considerar. Um jogo complexo demanda necessariamente uma fase de preparação para a apreensão do cenário virtual, o que pode até ser mais importante que o próprio jogo. Existe também a tendência de perder seu caráter lúdico, elemento fundamental para facilitar a mobilização dos atores e o desenvolvimento da discussão num espaço sem conflito. Sobretudo, modelos complexos acabam por perder suas capacidades explicativa e analítica. Conseqüentemente, o desafio na elaboração dos jogos, quando o propósito é seu uso em processo de modelagem de acompanhamento, reside no equilíbrio entre a reprodução de elementos da realidade e sua simplificação para os tornar compreensíveis.

## 5.2 Integração dos conhecimentos dos atores locais e gestores

O conhecimento dos atores locais foi integrado ao modelo de duas maneiras: i) indiretamente, formatados assim que foram percebidos pelos pesquisadores que participaram das oficinas com as comunidades locais; e ii) diretamente, pela incorporação das críticas feitas ao modelo de base, durante as sessões de validação. As oficinas do Ter'Águas apontaram, em particular, para: i) a variabilidade das fontes de abastecimento de água no âmbito dos bairros e domicílios; ii) a preocupação dos moradores locais em relação à infra-estrutura urbana, não ligada somente à questão da água (escola, transporte, saúde); e iii) a diversidade dos bairros e das preocupações ambientais relacionadas.

Cabe ressaltar que jogos de modelagem de acompanhamento apresentam dificuldades em integrar atores que não tenham ação direta sobre os recursos naturais.

Nas oficinas com os atores locais, realizadas no âmbito do Ter'Águas, tornou-se manifesta a preocupação em relação ao bairro e aos lotes de cada ator. Mesmo quando bem informados, os representantes mais ativos limitavam suas atuações ao nível do bairro, tinham dificuldades em pensar sobre os problemas comuns a outros bairros e de projetar as discussões fora da sua situação específica. Isso estimulou uma atuação individual pelos representantes dos bairros, e implicou dificuldade de articulação e organização coletiva no contexto do município.

De fato, algumas experiências já haviam mostrado que é possível integrar moradores e outros atores locais em processos coletivos de modelagem e construção de modelos, quando as diferenças de formação não são muito significativas. No Senegal, uma oficina de três dias permitiu explicitar as regras de funcionamento do uso de solo e de acesso à água entre agricultores e pastores nômades na elaboração de um modelo multiagente que serviu de suporte para discutir o desenvolvimento de certas áreas (D'AQUINO et al., 2003). Na região do Pacífico, as representações dos atores foram resgatadas através de entrevistas baseadas em fotos, seguidas de um trabalho de análise de discurso e transformação em modelo



por especialistas. O modelo produzido foi validado pelo jogo de papéis desenvolvido (DRAY et al., 2006). No projeto Negowat-Ter Águas, uma das oficinas do projeto realizada com um grupo de agentes de saúde mostrou que é possível usar essa metodologia para representar os mecanismos promotores da urbanização. Entretanto, não foi possível confrontar, numa mesma oficina, as representações de atores de origem e formação diferentes (como atores institucionais, locais e pesquisadores), o que mostraria o alcance da abordagem de modelagem de acompanhamento. O tempo de elaboração e a disponibilidade dos diferentes grupos foram fatores que dificultaram a interação entre esses segmentos diferenciados. Portanto, a diferença de formação e as assimetrias nas relações entre atores colocam em questão a possibilidade de haver um verdadeiro diálogo sem uma preparação prévia dos atores locais.

### 5.3 Aprendizagem coletiva

Além da (re)descoberta das potencialidades dos jogos de papéis e dos aportes da representação computadorizada social e espacialmente, que tornam explícitos os processos ambientais através da modelagem multiagente, o modelo colaborativo, de modelagem participativa, foi percebido como um instrumento particularmente interessante para promover aprendizado coletivo no grupo. A integração dos conhecimentos individuais, através da simulação visual de suas conseqüências, considerando suas especificidades numa linguagem acessível para todos, a seleção coletiva dos elementos estruturantes do modelo e o esforço de quantificação mínima dos processos permitiram intercambiar informações entre os pesquisadores, além de apontar fragilidades e pontos críticos do conhecimento gerado. Nesse momento de encontro coletivo em que cada um expõe, estrutura e sintetiza seu conhecimento, torna-se possível entender e adquirir informações de outras áreas, além de verificar a relevância das interpretações e representações elaboradas a partir do trabalho de campo, no processo de refinamento do padrão da modelagem. Os jogos, produtos dessas interações, são assim seu fruto visível e coletivo.

Esse trabalho de integração coletiva, entretanto, teve questões associadas com o tempo de execução e trouxe questões importantes para a reflexão. Dificuldades na mobilização das equipes limitaram o trabalho coletivo de elaboração da base conceitual dos jogos, enquanto que as especificações detalhadas do conteúdo e o trabalho informatizado foram implementados por uma pequena equipe especialista em modelagem. A conseqüência é que o acesso à parte computacional dos jogos ficou restrito a alguns pesquisadores, tornando-se uma “caixa preta” para os demais. O desenvolvimento coletivo e detalhado do jogo é possível e consiste em escrever, numa linguagem gramaticalmente simplificada, mas completamente compreensível, com frases simples (sujeito – verbo – complemento), cada ação ou tarefa desenvolvida pelos atores. Estas frases são posteriormente transformadas em códigos computacionais adequados. O trabalho de formulação coletiva, entretanto, consome muito tempo e, em razão da dificuldade de mobilização, não foi testado pelo projeto.

Outra dificuldade importante é que a construção coletiva consolida-se se os participantes têm um conhecimento prático aprofundado sobre a realidade. As tentativas iniciais de interação com pesquisadores, que tinham apenas representações teóricas das dinâmicas, levaram a discussões gerais, pouco férteis em termos de intervenção e aprendizado coletivo. Em função disso, a potencialidade da interação só começou a aparecer claramente

após alguns meses de trabalho de campo temático. No entanto, a implementação de atividades paralelas à pesquisa temática, tais como oficinas de interação com os atores e oficinas coletivas entre pesquisadores, dificultou o entendimento da seqüência de atividades de modelagem coletiva, das lógicas individuais de cada pesquisador e da articulação entre essas diferentes atividades.

## 6 Conclusão

Diversas experiências no uso de jogos de papéis para suporte à gestão de processos ambientais foram desenvolvidas nos últimos quarenta anos. Os avanços na área das ciências da computação permitiram desenvolver ferramentas com as quais é possível implementar as decisões tomadas pelos jogadores e discutir as conseqüências no sistema hidrosocial. Mais do que a incorporação de uma base computadorizada, jogos de papéis com base na modelagem de acompanhamento são inovadores pela agregação dos seguintes aspectos: i) como ferramentas de mediação entre atores que participam da gestão ambiental, incluindo os técnicos e pesquisadores; ii) como modelos que combinam a representação das dinâmicas naturais e sociais; e iii) como ferramentas que visam aproximar as questões elaboradas pelos pesquisadores científicos àquelas levantadas junto aos atores sociais envolvidos no sistema. Constitui-se uma plataforma de aprendizagem coletiva, visando construir uma visão integrada e interdisciplinar sobre a realidade entre pesquisadores, tomadores de decisões e atores locais, facilitar o diálogo, compartilhar conhecimentos e tomar decisões face à realidade, promovendo a reflexão sobre os processos envolvidos e a compreensão/visualização de cenários futuros.

Nesse sentido, o processo de elaboração do jogo é tão fundamental quanto a sessão do jogo propriamente dita. Trata-se de uma oportunidade importante, para integrar diferentes níveis de conhecimento, como conhecimentos disciplinares, técnicos e saberes locais. Assim, mais do que um exercício de desenvolvimento de uma ferramenta pedagógica, a elaboração dos jogos foi explicitamente tratada como um processo de modelagem. Esse trabalho coletivo e participativo proporcionou aprendizagem coletiva dos participantes e integrou pesquisadores e atores. Para muitos dos pesquisadores envolvidos, o trabalho permitiu (re)descobrir o interesse pela ferramenta - jogo de papéis - como instrumento de treinamento, capacitação e, finalmente, intervenção. Os dois jogos assim desenvolvidos foram usados em experiência piloto de suporte à gestão compartilhada com atores sociais, permitindo fortalecer os processos de decisão coletiva de grupos.

## Agradecimentos

À Comunidade Européia, à FAPESP e ao DFID pelo apoio financeiro. Este trabalho não teria sido possível sem a participação de várias pessoas do DAEE, da SABESP, das prefeituras e subprefeituras de Parelheiros, Mogi das Cruzes, Suzano, Poá, Salesópolis e Biritiba Mirim e das comunidades desses municípios, assim como de diferentes grupos de pesquisadores ou estudantes da USP, UMC, UNICAMP, UNISA e APTA.

## Referências bibliográficas

- ABDALLA, C.; KELSEY, T. W. Breaking the impasse: Helping communities cope with change at the rural-urban interface. **Journal of soil and water conservation**, Ankeny, v. 51, n. 6, p. 462-466, Nov-Dec, 1996.
- ADAMATTI, D. F. et al. JogoMan: A Prototype Using Multi-Agent-Based Simulation and Role-Playing Games in Water Management. In: JOINT CONFERENCE ON MULTI-AGENT MODELLING FOR ENVIRONMENTAL MANAGEMENT (CABM-HEMA-SMAGET), Bourg-Saint-Maurice, Les Arcs, France, 2005. **Proceedings...**
- ADELL, G. **Theories and models of the periurban interface: a changing conceptual landscape**. Literature review. London: The Development Planning Unit, 1999.
- BARBAN, V. Entre o legal e o real – a necessidade de informação para a participação cidadã. In: DOWBOR, L.; TAGNIN, R. A. (Orgs). **Administrando a água como se fosse importante: gestão ambiental e sustentabilidade**. São Paulo: Ed. Senac, São Paulo, 2005.
- BOUSQUET, F. et al. Cormas: common-pool resources and multi-agent Systems. **Lecture Notes in Artificial Intelligence 1416**. [S.I.]: Springer, 1998. p. 826-838.
- BRAGA Jr, B. P. F. The management of urban water conflicts in the Metropolitan Region of São Paulo. **Water International**, Johannesburg, v. 25, n. 2, p. 208-213, 2000.
- BUENO, A. K. D. S. **A lei de proteção aos mananciais e mercado de terras: um estudo sobre loteamentos clandestinos**. Campinas, 2004. 151 p. + Anexos f. Dissertação - Instituto de Economia, Universidade de Campinas – UNICAMP
- CAMARGO, M. E. **Jogo de papéis em diálogo com a educação ambiental: aprendendo a participar da gestão dos recursos hídricos na região metropolitana de São Paulo**. São Paulo, 2006. f. Dissertação – (Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais), Universidade de São Paulo.
- CECCHINI, A.; RIZZI P. Is urban gaming useful? **Simulation and Gaming**, USA, v. 32, n. 4, p. 507-521, 2001.
- COLLECTIF COMMODO. La modélisation d'accompagnement. In: Phan D. Amblard F.(Ed.). **Modélisation et simulation multi-agents pour les Sciences de l'Homme et de la Société : une introduction**. Paris: Lavoisier, 2006. p. 217-228.
- D'AQUINO, P. et al. Self-designed role-playing game and multi-agent system to empower a local decision-making process on land use management: the SelfCormas experiment in Senegal. In: BIENNIAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR ECOLOGICAL ECONOMICS, 7, 2002, 8-10 mars 2002, Sousse, Tunisie, 2003.
- DARE, W. S. **Comportements des acteurs dans le jeu et dans la réalité: indépendance ou correspondance ?** Analyse sociologique de l'utilisation de jeux de rôles en aide à la concertation. Paris, 2005. 401 f. Dissertation – (Sciences de l'environnement), ENGREF.
- DOUROJEANNI, A.; JOURALEV, A. **Gestión de cuencas y rios vinculados con centros urbanos**. Santiago: CEPAL, 1999. 176 p.
- DRAY, A. et al. The AtollGame Experience: from Knowledge Engineering to a Computer-Assisted Role Playing Game. **Journal of Artificial Societies and Social Simulation**, Surrey, v. 9, n. 1, 2006. Disponível em: <<http://jasss.soc.surrey.ac.uk/9/1/6.html>>.
- DUCROT, R.; GRANJA, S. I. B.; CAMARGO, M. E. Role Playing Games: Ferramenta para Construção de Consensos Gradativos. In: ENCONTRO DA ANPPAS, 3, 2006, 23 a 26 de maio, Brasília-DF, Brasil. Disponível em: <<http://143.106.158.6/anppas/SISGEENCO/arquivos/TA548-10032006-095340.DOC>>.
- DUKE, R. D. A personal perspective on the evolution of gaming. **Simulation and Gaming**, USA, v. 31, n. 1, p. 79-85, 2000.
- GRADY, B.; JAMES, R.; IVAR, J. **The Unified Modeling Language User Guide**. [S.I.]: [s.n.], 1998.
- MARCONDES, M. J. A. **Cidade e natureza: proteção dos mananciais e exclusão social**. São Paulo: Studio Nobel, Editora da USP, FAPESP, 1999.
- MATTINGLY, M. **Institutional structures and progresses for environmental planning and management of the periurban interface**. London: University College London, 1999. 9 p.

PAHL-WOSTL, C. Toward sustainability in the water sector - the importance of human actors and processes of social learning. **Aquatic sciences**, Birkhäuser, v. 64, n. 4, p. 394-411, 2002.

## Notas

<sup>1</sup> Modelagem de acompanhamento é uma metodologia desenvolvida pelo COLLETIF COMMOD ([www.comod.org](http://www.comod.org)). Visa aproximar as questões elaboradas pelos pesquisadores científicos àquelas levantadas junto aos atores sociais envolvidos no sistema. Constitui-se de uma plataforma de aprendizagem coletiva, visando construir uma visão integrada da realidade entre pesquisadores, tomadores de decisões e atores locais, facilitar o diálogo, compartilhar conhecimentos e tomar decisões coletivamente em uma intervenção.

<sup>2</sup> O Comitê do Alto Tietê ampliou a descentralização em 1997, organizando-se em cinco Subcomitês regionais.

<sup>3</sup> Common-Pool Resources and Multi-Agent Systems (<http://cormas.cirad.fr/>).

# ELABORAÇÃO MULTIDISCIPLINAR E PARTICIPATIVA DE JOGOS DE PAPÉIS: UMA EXPERIÊNCIA DE MODELAGEM DE ACOMPANHAMENTO EM TORNO DA GESTÃO DOS MANANCIAIS DA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO

RAPHAËLE DUCROT  
PEDRO ROBERTO JACOBI  
VILMA BARBAN  
LUCIE CLAVEL  
MARIA EUGENIA CARMARGO  
YARA M. CHAGAS DE CARVALHO  
TEREZINHA J. F. FRANCA  
SUZANA SENDACZ  
WANDA M. RISSO GUNTHER

**Resumo:** O desenvolvimento de ferramentas de simulação, como os jogos de papéis, pressupõe a integração das várias representações e conhecimentos, o que garante a sua legitimidade e a possibilidade de os utilizar como plataforma de mediação na discussão dos conflitos socioambientais. Este artigo discute a utilização da abordagem de modelagem de acompanhamento no desenvolvimento de dois jogos de papéis sobre a gestão da água e do solo em mananciais periurbanos da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP).

**Palavras-chave:** Jogo de papéis. Modelagem de acompanhamento. Manancial periurbano. Integração multidisciplinar.

## ***Multidisciplinary elaboration of and participation in role-playing games: an experiment in companion modeling about catchment management in the metropolitan region of São Paulo***

**Abstract:** The development of simulation tools like role-playing games require the integration of some knowledge and several representations which guarantee its legitimacy and the possibility to be used as a mediation platform in collective discussions about environmental conflicts. The paper presents and discusses the use of the companion modeling approach in the development of two role-playing games dealing with water and land management in the periurban catchment of the metropolitan region of São Paulo.

**Keywords:** Role-playing games. Companion modeling approach. Periurban catchment. Multidisciplinary research.