

## Sistemas Multiagente e Jogos de Papéis para Gestão de Recursos Naturais

**Bruna Leitzke<sup>1</sup>, Giovani Farias<sup>1</sup>, Marla Melo<sup>1</sup>, Matheus Gonçalves<sup>1</sup>,  
Míriam Born<sup>2</sup>, Paulo Rodrigues<sup>1</sup>, Vinícius Martins<sup>1</sup>, Raquel Barbosa<sup>3</sup>,  
Marilton Aguiar<sup>2</sup>, Diana F. Adamatti<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Centro de Ciências Computacionais (C3)  
Universidade Federal do Rio Grande (FURG) – Rio Grande – RS – Brasil

<sup>2</sup>Programa de Pós-Graduação em Computação  
Universidade Federal de Pelotas (UFPEL) – Pelotas – RS – Brasil

<sup>3</sup>Instituto Federal do Rio Grande do Sul (IFRS) – Campus Rio Grande  
Rio Grande – RS – Brasil

{marilton,mbborn}@inf.ufpel.edu.br, brunaleitzke@hotmail.com,  
{dianaada,giovanifarias,marlamelo.sinfo,m2gonsalvez,paulofglr,  
raq.mbarbosa,vimiciusbormar27}@gmail.com

**Abstract.** *This paper aims to present the general view of the modeling of a computer game based on MultiAgent Systems (MAS) and Role-Playing Game (RPG) for the management of natural resources. In this way, the ComMod methodology was used considering the São Gonçalo and Mirim Lagoon basin. The initial problem modeling was performed using the integration diagram, representing the problem overview, and the UML diagrams (class), which expose the formalization of actions and the interactions among the agents of the system.*

**Resumo.** *O presente artigo tem como objetivo apresentar a visão geral da modelagem de um jogo computacional baseado em Sistemas Multiagente (SMA) e jogos de papéis (RPG) para o gerenciamento de recursos naturais. Desta forma, utilizou-se a metodologia ComMod, considerando a bacia hidrográfica do São Gonçalo e da Lagoa Mirim. A modelagem inicial do problema foi realizada utilizando o diagrama de integração, representando a visão geral do problema, e o diagrama UML (classe), que expõe a formalização das ações e as interações entre os agentes do sistema.*

### 1. Introdução

O gerenciamento de recursos naturais é uma área que busca melhores formas de gerenciar terras, águas, plantas e animais, baseado em qualidade de vida das pessoas no presente e para gerações futuras. Essa área ganhou visibilidade com a noção de desenvolvimento sustentável, fazendo com que os governos vejam e compreendam o mundo de outra forma. O gerenciamento dos recursos naturais foca especificamente no entendimento técnico científico de recursos e ecologia e como esses recursos podem dar suporte à vida animal [Holzman 2009].

De acordo com [Fuller et al. 2007], existem três desafios computacionais ligados ao gerenciamento de recursos naturais: gerenciamento e comunicação de dados, análise de dados, e controle e otimização. Para resolver tais desafios, a utilização de ferramentas computacionais com técnicas de inteligência artificial (IA), entre elas sistemas multiagente, pode ser uma solução, visto que elas têm a flexibilidade necessária para tratar a dinâmica existente em recursos naturais.

Os sistemas multiagente estudam o comportamento de um conjunto independente de agentes com diferentes características, evoluindo em um ambiente comum. Esses agentes interagem uns com os outros e tentam executar suas tarefas de forma cooperativa, compartilhando informações, evitando conflitos e coordenando a execução das atividades [Gilbert and Troitzsch 2005]. Adicionalmente, o uso de simulação como ferramenta de apoio à tomada de decisão é eficiente, porque é possível verificar detalhes com grande precisão [Frozza 1997]. Simulação Multiagente (*Multi-Agent-Based Simulation - MABS*) é a união de Sistemas Multiagente e Simulação e é utilizado por procurar unir perspectivas interdisciplinares de estudo [Le Page et al. 2015] [Page et al. 2016].

A utilização integrada de MABS e RPG (*Role-Playing Game*), a qual consiste em uma técnica onde os jogadores “interpretam” uma personagem, criada dentro de um determinado cenário (ambiente) [Adamatti 2007], iniciou-se com pesquisas desenvolvidas pelo CIRAD<sup>1</sup> (*Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement*), França, no início dos anos 2000. Esse grupo desenvolveu uma metodologia denominada “*ComMod: The Companion Modelling approach*”<sup>2</sup>, onde os participantes têm um importante papel no processo de tomada de decisão e entendimento dos problemas socioambientais a serem resolvidos, sendo que trabalhos já foram realizados em diferentes países do mundo, incluindo o Brasil.

Este estudo tem como objetivo a utilização de simulação multiagente (MABS) e jogos de papéis (RPG) com a finalidade de obter-se uma gestão participativa dos recursos hídricos. A pesquisa tem como foco a base de dados das bacias hidrográficas da Lagoa Mirim e do Canal São Gonçalo, no Rio Grande do Sul, das quais envolvem, entre outras, as cidades de Rio Grande e Pelotas. O projeto visa a aplicação-piloto do trabalho no Comitê de Gerenciamento das Bacias Hidrográficas da Lagoa e do Canal.

O artigo está organizado da seguinte forma. Na Seção 2 é apresentada a modelagem inicial do problema, bem como os diagramas de integração e classe com as especificações destes e, na Seção 3 são apresentadas as conclusões e as próximas etapas deste estudo.

## 2. Modelagem Inicial do Problema

A modelagem inicial do problema consiste em representar as interações básicas entre os agentes do sistema, os papéis e a atuação destes no ambiente, conforme Figura 1. Neste estudo, os agentes são classificados de acordo com os papéis que assumem e divididos em três grupos (reguladores, fiscalizadores ou produtores).

Agentes reguladores são responsáveis por administrar os recursos financeiros, oriundos de impostos e taxações atrelados à sociedade, com o objetivo de contro-

---

<sup>1</sup>[www.cirad.fr](http://www.cirad.fr)

<sup>2</sup><https://www.commod.org/en>

lar/mitigar a poluição (através da criação de leis, incentivos fiscais, obras para diminuir a poluição, etc.) sem prejudicar os mecanismos de produção. Neste ambiente, os agentes que assumem papéis de prefeito ou vereador pertencem ao grupo dos agentes reguladores, os quais podem negociar entre si (por exemplo, através de troca de mensagens) para decidir quais ações realizar no ambiente.

Agentes fiscalizadores têm como objetivo fiscalizar ou informar irregularidades atreladas à produção e exploração do ambiente. Conforme apresentado na Figura 1, agentes fiscalizadores são aqueles que assumem os papéis de fiscal da agência ambiental (por exemplo, FEPAM no RS) ou ONG (Organização Não-Governamental).

Neste caso, o fiscal é responsável por fiscalizar os agentes que pertencem ao grupo dos produtores, isto é, o fiscal pode, por exemplo, aplicar multas aos agentes produtores que forem pegos infringindo alguma lei/regra imposta pelos agentes reguladores. A ONG é responsável por informar aos agentes reguladores o estado atual dos níveis de poluição do ambiente, com o objetivo de conscientizar/pressionar os outros agentes a realizarem ações que diminuam os níveis de poluição.

Agentes produtores são responsáveis por explorar o ambiente com o objetivo principal de obter recursos financeiros. Estes agentes são os maiores geradores de poluição e, conseqüentemente, de recursos financeiros no ambiente, podendo assumir os papéis de empresário ou agricultor. O empresário é responsável por disponibilizar equipamentos e insumos necessários para a produção. No entanto, o agricultor é responsável por utilizar os equipamentos e insumos que julgar mais adequado para a sua produção. Deste modo, a interação entre os agentes produtores ocorre através da compra/aluguel e venda de equipamentos e insumos, onde um agente agricultor pode comprar de um agente empresário e conseqüentemente um empresário pode vender/alugar a um agricultor.

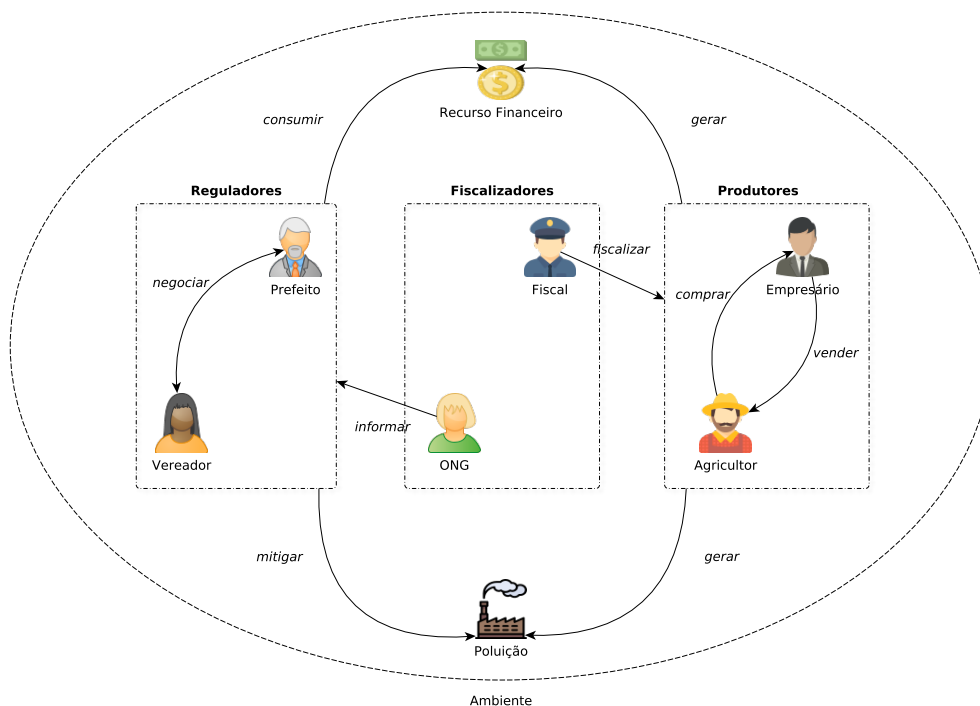


Figura 1. Diagrama de Integração

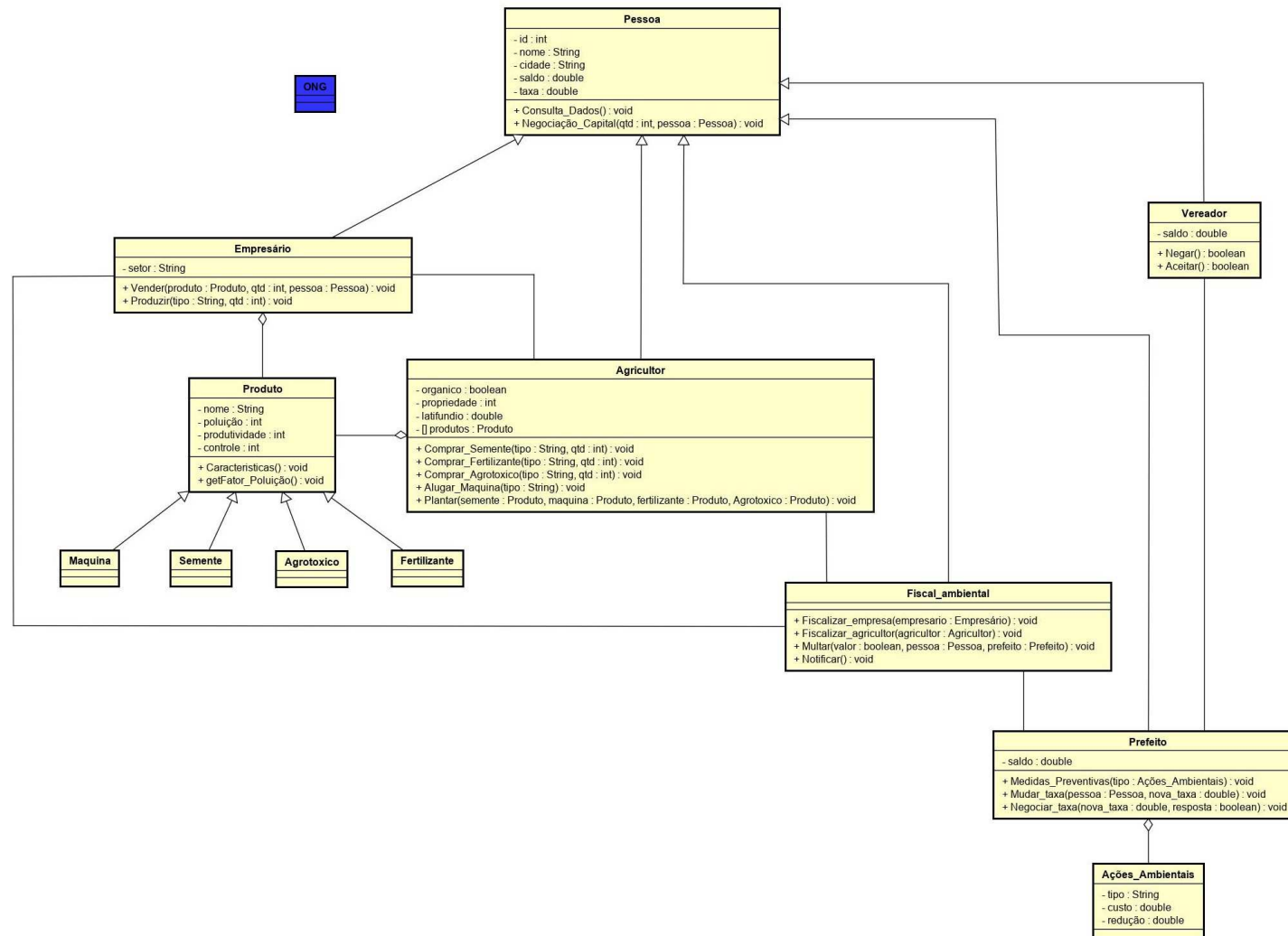


Figura 2. Diagrama de Classes Geral

No contexto deste estudo, a utilização da *Unified Modelling Language* (UML) para a modelagem do sistema torna-se uma abordagem adequada, visto que, tanto os papéis quanto as ações destes podem ser visualizadas de forma objetiva. Para a modelagem inicial foi utilizado o diagrama de classe, modelado na ferramenta Astah UML<sup>3</sup>.

O objetivo desta forma de representação é a definição das classes a serem implementadas no sistema, assim como apresentar seus atributos, operações e relações. Neste diagrama (vide Figura 2) é representada a estrutura de classes de cada um dos agentes, mostrando as interações com as respectivas classes agregadas e a comunicação entre eles.

A superclasse da qual todas as outras derivam e compartilham os atributos e métodos é a classe **Pessoa**, que generaliza as operações mais básicas exercidas pelos agentes. Na subclasse **Empresário** é feita a agregação da classe **Produto**, que definirá a função empresarial que este terá. A comunicação com a classe **Agricultor** representa os trâmites de compra e venda, e com o **Fiscal Ambiental**, representa a fiscalização e os procedimentos de multa devido à excedência de poluição.

Na subclasse **Agricultor** também é feita a agregação da classe produto, porém com função similar a de um estoque, separando os tipos e subtipos de produtos. A comunicação entre essa classe e a **Empresário** é necessária por causa da relação compra e venda que apresentam (como citado). E, também como na classe **Empresário**, a comunicação com a classe **Fiscal Ambiental** representa a fiscalização. Na subclasse **Fiscal Ambiental** a comunicação com as subclasses **Empresário** e **Agricultor** representa a fiscalização exercida nas duas funções, e com o **Prefeito** representa a reportação das multas aplicadas e a situação ambiental.

Na subclasse **Prefeito** é feita a comunicação com o **Fiscal Ambiental**, comentado anteriormente. A comunicação com a classe **Vereador** é dada para fins políticos como alterações de taxas impostos, criação de novas taxas, etc. O papel da subclasse **Vereador** é dada em conjunto com a subclasse **Prefeito**, já comentada. A classe **ONG** é uma classe que representa uma interface da situação atual do jogo que notifica e interage com as outras classes, porém, no papel de um NPC (do inglês, *Non Player Character*).

### 3. Conclusões e Próximos Passos

O presente artigo apresentou a modelagem, em fase inicial de desenvolvimento, de um jogo computacional baseado em sistema multiagente e jogos de papéis para a gestão de recursos naturais.

No processo de desenvolvimento desta modelagem, aplicou-se a abordagem Com-Mod (que utiliza sistemas baseados em agentes e a vantagem dos jogos de papéis, visto que estes possibilitam a simulação de inúmeros cenários sociais) para apoiar os processos de tomada de decisão e entendimento dos problemas socio-ambientais, na gestão participativa que procura incluir todos os indivíduos que estão envolvidos em uma questão. E também, o diagrama de integração, sendo possível uma visão geral dos atores e suas possíveis ações e, o diagrama de classe que propiciou a definição e formalização destas ações (métodos da classe) e as interações (relacionamentos) dos agentes.

Os próximos passos consistirão na: (i) avaliação de ferramentas para desenvolvimento de sistemas baseados em agentes; a partir da análise realizada, (ii) selecionar a fer-

---

<sup>3</sup><http://astah.net/>

ramenta mais apropriada para a concepção de um modelo computacional para o problema apresentado; e, finalmente, (iii) a implementação dos agentes, com suas características e comportamentos, bem como o processo de interação entre eles.

Um forte candidato para desenvolvimento do sistema proposto é o ambiente de desenvolvimento GAMA (<https://gama-platform.github.io/>), que permite a modelagem e a simulação de agentes espacialmente explícitos. Outra ferramenta em análise é o *framework* JaCaMo (<http://jacamo.sourceforge.net/>), que combina três tecnologias separadas (Jason, CArtaGo e MOISE) para o desenvolvimento de sistemas multiagente.

## Agradecimentos

Os autores deste artigo agradecem ao Programa de apoio ao Ensino e à Pesquisa Científica e Tecnológica em Regulação e Gestão de Recursos Hídricos – Pró-Recursos Hídricos Chamada Nº 16/2017, pelo auxílio financeiro no desenvolvimento desta pesquisa.

## Referências

- Adamatti, D. F. (2007). *Inserção de jogadores virtuais em jogos de papéis para uso em sistemas de apoio à decisão em grupo: um experimento no domínio da gestão de recursos naturais*. PhD thesis, Escola Politécnica – Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.
- Frozza, R. (1997). Simula: Ambiente para desenvolvimento de sistemas multiagentes reativos. Master's thesis, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).
- Fuller, M. M., Wang, D., Gross, L. J., and Berry, M. W. (2007). Computational science for natural resource management. *Computing in Science & Engineering*, 9(4):40.
- Gilbert, N. and Troitzsch, K. (2005). *Simulation for the social scientist*. McGraw-Hill Education (UK).
- Holzman, B. (2009). Natural resource management. [Online; accessed 30 apr. 2019] <http://online.sfsu.edu/bholzman//courses/GEOG 20657/>.
- Le Page, C., Bobo Kadiri, S., Towa, K., William, O., Ngahane Bobo, F., and Waltert, M. (2015). Interactive simulations with a stylized scale model to codesign with villagers an agent-based model of bushmeat hunting in the periphery of korup national park (cameroon). *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 18(1).
- Page, C. L., Dray, A., Perez, P., and Garcia, C. (2016). Exploring how knowledge and communication influence natural resources management with rehab. *Simulation & Gaming*, 47(2):257–284.