

## **UM MODELO PARA SIMULAÇÃO DO COMPORTAMENTO DE ESTRATÉGIAS DE AGENTES NO JOGO DA MINORIA**

**RAPHAEL TOMÉ SANTANA<sup>1</sup>; MARILTON SANCHOTENE DE AGUIAR<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Universidade Federal de Pelotas – [rtsantana@inf.ufpel.edu.br](mailto:rtsantana@inf.ufpel.edu.br)

<sup>2</sup> Universidade Federal de Pelotas – [marilton@inf.ufpel.edu.br](mailto:marilton@inf.ufpel.edu.br)

### **1. INTRODUÇÃO**

O trabalho a ser apresentado está inserido no contexto da Inteligência Artificial Distribuída (IAD), mais especificamente na área de Sistemas Multiagentes (SMA), pois seu objetivo está relacionado com o desenvolvimento de princípios e modelos computacionais para descrever, construir, implementar e analisar as formas de interação e evolução de agentes em sociedades de reduzida ou elevada dimensão.

O gradual aumento do poder computacional e a evolução das redes de computadores proporcionaram várias vantagens para a área de Inteligência Artificial (IA), na qual o desenvolvimento de software com capacidades especiais tais como, adaptabilidade, benevolência, evolução e outras, tem levado grupos de pesquisas e instituições a direcionarem seus esforços para o desenvolvimento de estruturas e mecanismos que facilitem sua criação.

O desenvolvimento de softwares ditos inteligentes não é uma tarefa simples, pois a especificação e execução dos mesmos pode se tornar mais complexa que sua própria construção. Assim, tem-se buscado reduzir esta complexidade modelando objetos com capacidades e necessidades reduzidas, estes conhecidos por agentes, proporcionando através da organização destes o surgimento de uma inteligência superior resultado da reunião das capacidades individuais de todos os agentes.

Neste contexto, existem diferentes abordagens que estudam interações entre agentes, podendo se dividir em dois grupos: as baseadas na teoria da racionalidade e as inspiradas nas teorias sociais. Neste trabalho, será utilizada a abordagem da teoria das trocas sociais, que se utilizam da ideia de que um sistema social possui dois requisitos básicos: i) uma visão autônoma do agente, que voluntariamente constrói seu destino; e, ii) uma teoria de sistema social como sistema de ação, sendo esta responsável pela regulação e restrição dos agentes.

Neste contexto, este trabalho apresenta, em estágio preliminar, o desenvolvimento de um modelo evolutivo de agentes, onde o agente seja autorregulador de suas trocas sociais realizadas com outros agentes, negociando dependências e resolvendo conflitos de forma a alcançar e manter o equilíbrio social, aplicado a um jogo, da teoria dos jogos, chamado Jogo da Minoria.

### **2. METODOLOGIA E FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Este trabalho pretende utilizar a Teoria de Piaget (PIAGET; SMITH, 1995) de Trocas Sociais, para solidificar a concepção de trocas sociais entre os agentes. Piaget estabelece uma visão em que na estrutura da comunidade os relacionamentos entre os agentes são estabelecidos pelas trocas sociais entre eles. Neste contexto, as interações sociais dos indivíduos são definidas como trocas de serviços entre pares de agentes que são avaliadas e em seguida são gerados valores materiais, que correspondem aos valores de investimento e/ou

satisfação pelo serviço, e valores virtuais, que representam os débitos e os créditos envolvidos no serviço.

A avaliação de um serviço é feita com base em uma escala de valores de natureza qualitativa, expressando avaliações subjetivas (DIMURO; COSTA; PALAZZO, 2005). Para isto, Piaget apresentou duas definições, a primeira assume que os valores trocados são, além de objetos materiais, ideias, emoções, etc, ou seja, qualquer coisa, material ou não, que possibilite uma troca, enquanto na segunda definição os valores são definidos como construções mentais de caráter qualitativo, que são elaboradas durante uma troca, relacionados aos valores da primeira definição, possibilitando a análise qualitativa dos mesmo (PIAGET; SMITH, 1995).

O método de avaliação de serviços introduzido por Piaget é útil para elaborar e estudar comportamento de agentes em problemas da Teoria dos Jogos, uma vez que esta área procura estudar a tomada de decisões durante situações que envolvem conflito de interesses, buscando descobrir as melhores decisões, as quais sob determinadas condições, conduzirão ao objetivo desejado.

Estas decisões são interpretadas através de modelos de jogos de estratégia, no qual cada estratégia possui um grau de risco e um nível de satisfação que pode ser obtido, de acordo com a estratégia e as decisões escolhidas pelos outros jogadores (AMARAL, 2007). Ao processo de tomada de decisões é dado o nome de jogo e as decisões disponíveis para seus jogadores são as estratégias (FIANI, 2006).

Outros trabalhos da área também utilizaram as Teorias de Piaget, como em (MACEDO, 2012) e em (RIBEIRO, 2013), contudo estes trabalhos propuseram modelos evolutivos para o Jogo do Ultimato (JU). Este trabalho utiliza estratégias semelhantes, porém o modelo aqui apresentado está focado na análise do comportamento de agentes no Jogo da Minoria (JM).

O Jogo da Minoria formalizado em (CHALLET; ZHANG, 1997) é baseado no problema do bar El Farol proposto por (ARTHUR, 1994). Pode ser entendido como um jogo composto por  $N$  (onde  $N$  é um número ímpar) agentes,  $S$  estratégias,  $M$  rodadas anteriores salvas na memória do agente e dois grupos para serem escolhidos. Em cada rodada, cada um dos agentes deve optar, de forma independente, em qual dos dois grupos deseja ficar. Ao final de cada rodada, ficam satisfeitos os agentes que estiverem no grupo da minoria.

Em (CHALLET; ZHANG, 1997) a *volatilidade* do jogo foi definida como uma medida da eficiência de utilização dos recursos em um jogo. No JM a variância da desigualdade dos grupos é geralmente utilizada para calcular a eficiência do mesmo. A função da desigualdade é apresentada na Equação 1, onde assume que para cada agente  $i \in 1, \dots, N, a_i(t) \in \{+1, -1\}$  representa sua decisão na rodada  $t$  e a variância desta desigualdade é dada pela Equação 2.

$$A(t) = \sum_{i=1}^N a_i(t) \quad (1)$$

$$\sigma^2 = \frac{1}{T - t_0} \sum_{t=t_0}^T (A(t) - \langle A(t) \rangle)^2 \quad (2)$$

Uma vez compreendido o problema e o método de avaliação do mesmo, próximo passo foi a seleção das ferramentas para implementação dos modelos do JM. Diferente de outros trabalhos do grupo que utilizaram o Netlogo como ambiente de desenvolvimento (MACEDO, 2012; RIBEIRO, 2013), optou-se por utilizar outras ferramentas, sendo estas, a linguagem de programação Python em

conjunto com o SimPy, que é um *framework* de simulação de sistemas multiagentes para Python.

Um modelo estático e simplificado do JM foi desenvolvido para análise inicial do comportamento do jogo e avaliação das ferramentas escolhidas. O processo de simulação consiste em N rodadas, onde cada agente opta entre dois grupos (-1 / 1) e ao final de cada rodada, os agentes que decidiram por estar no grupo da minoria ficam satisfeitos, ou seja, recebem *feedback* positivo (1), enquanto os agentes que ficaram no grupo da maioria recebem *feedback* negativo (-1).

Neste modelo foram desenvolvidas três possíveis estratégias para os agentes, sendo estas:

- A – decidir aleatoriamente entre os dois grupos;
- B – somar os resultados anteriores e se a soma for maior que 0, o agente opta pelo grupo -1, caso contrário opta pelo grupo 1;
- C – se o último resultado for satisfatório, então repetir a escolha, senão escolher o grupo contrário ao da última escolha.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como este é um trabalho em fase inicial, apenas o modelo estático apresentado na Seção anterior foi avaliado. Para esta avaliação foi utilizada uma memória de agentes de 10 semanas, população de 101 de agentes e 48 rodadas de execução. Com esta especificação de argumentos foram testadas 13 configurações de população, isto é, 13 diferentes proporções de cada estratégia, para observar a variância das mesmas. A Figura 1 mostra os resultados alcançados enquanto a Tabela 1 apresenta as configurações utilizadas nos testes.

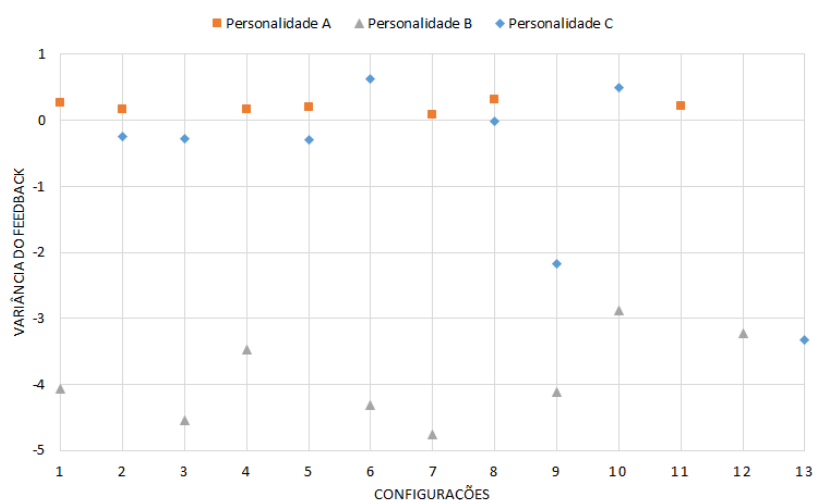


Figura 1: Gráfico de Variância x Configuração x Personalidade

O gráfico da Figura 1 mostra estatisticamente que a estratégia B possui resultados ruins independente da configuração, enquanto a estratégia que mais se aproxima da ótima é a A.

Ainda é possível observar que a personalidade C também gera resultados regulares, exceto quando é maioria na população, o que remete a uma velha estratégia de senso comum “em time que está ganhando não se mexe”.

Tabela 1: Configuração das populações

N	% de A	% de B	% de C
1	50	50	0
2	50	0	50
3	0	50	50
4	66	33	0
5	66	0	33
6	0	66	33
7	33	66	0
8	33	0	66
9	0	33	66
10	33	33	33
11	100	0	0
12	0	100	0
13	0	0	100

#### 4. CONCLUSÕES

Como apresentado, o estudo de comportamento de agentes em SMA, isto é, a capacidade de interação entre os agentes, é um importante alvo de estudos da área. Assim, o comportamento de agentes dentro do contexto da Teoria dos Jogos, mais especificamente, do Jogo da Minoria, é a motivação para este trabalho. Assim, apesar de não serem estratégias elaboradas em cada personalidade, já é possível notar que algumas estratégias, ainda que estáticas, sobressaem sobre outras e a simples ideia de verificar os últimos resultados de forma absoluta não é uma boa estratégia no JM, mostrando a importância da continuidade do trabalho no desenvolvimento de um modelo evolutivo para autorregulação de agentes no JM.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, W. **Teoria de jogos nebulosos na resolução de problemas de decisão e conflito de interesses**. 2007. Tese (Doutorado em Ciência da computação) — Master's thesis, UNICAMP, Campinas.
- ARTHUR, W. B. Inductive Reasoning and Bounded Rationality. **The American Economic Review**, [S.l.], v.84, n.2, p.pp. 406–411, 1994.
- CHALLET, D.; ZHANG, Y.-C. Emergence of cooperation and organization in an evolutionary game. **Physica A: Statistical Mechanics and its Applications**, [S.l.], v.246, n.3, p.407–418, 1997.
- DIMURO, G. P.; COSTA, A.; PALAZZO, L. A. Systems of exchange values as tools for multi-agent organizations. **Journal of the Brazilian Computer Society**, [S.l.], v.11, n.1, p.31–50, 2005.
- FIANI, R. **Teoria Dos Jogos**. [S.l.]: CAMPUS, 2006.
- MACEDO, L. F. K. d. **Uma abordagem evolucionária e espacial para o Jogo da Autorregulação de Processos de Trocas Sociais em Sistemas Multiagentes, com base em Algoritmos Genéticos Fuzzy**. 2012. Dissertação de Mestrado — PPGMC/FURG, Rio Grande/RS.
- PIAGET, J.; SMITH, L.. **Sociological Studies**. [S.l.]: Routledge, 1995.
- RIBEIRO, M. d. R. **Uma extensão baseada em características de redes sociais do modelo evolucionário de preferências sociais para autorregulação de agentes aplicada ao jogo do ultimato**. 2013. Dissertação de Mestrado — PPGC/UFPEL, Pelotas/RS.