

## Um Jogo Dramático baseado na Teoria do Drama para Autorregulação de Processos de Trocas Sociais

Renata G. Wotter , Lucas T. B. Costa , Nelson de F. Traversi ,  
Diana F. Adamatti , Graçaliz P. Dimuro

<sup>1</sup>C3 – Universidade Federal do Rio Grande (FURG)  
Rio Grande – RS – Brazil

{renata.wotter, dianaada, gracaliz}@gmail.com,

{lucastubino, nelsontraversi}@furg.br

**Abstract.** *This paper presents a dramatic model for self-regulation of social exchange processes in multiagent systems, based on the concepts of Drama Theory. The model has five phases of dramatic resolution, which involve feelings, emotions, trust and reputation. Agents with different social exchange strategies interact each other in order to improve the quality of the interactions, through the equilibrium of their social exchange processes. The objective is to obtain a more natural model than the ones existing in the literature, which are based on (partially observable) Markov decision processes or in game theory, so that it can be applied in real-world applications. We aim at promoting more balanced and fair multiagent interactions, increasing the number of successful social exchanges and, thus, promoting the continuity of social exchanges.*

**Resumo.** *Este artigo apresenta um modelo dramático para autorregulação de processos de trocas sociais, baseado nos conceitos da Teoria do Drama. O modelo possui cinco fases de resolução dramática, as quais envolvem sentimentos, emoções, confiança e reputação. Os agentes com diferentes estratégias de trocas sociais interagem uns com os outros, buscando melhorar a qualidade das interações, com o equilíbrio dos processos de trocas sociais. O objetivo é obter um modelo mais natural que os existentes na literatura, baseados em processos de decisão de Markov (parcialmente observáveis) ou em teoria de jogos, de modo que possa ser aplicado no mundo real. Busca-se interações multiagentes mais balanceadas e justas, aumentando o número de trocas sociais bem sucedidas e, assim, promover a continuidade das trocas sociais.*

### 1. Introdução

A Teoria das Trocas Sociais de Piaget [Piaget 1995] tem sido utilizada como base para a análise de interações em Sistemas Multiagentes (SMA). Tais interações são denominadas trocas de serviços, as quais são avaliadas pelos agentes que interagem, gerando valores de trocas sociais, que são qualitativos e subjetivos [Dimuro et al. 2005]. Um problema fundamental neste contexto é o da regulação de trocas sociais [Grimaldo et al. 2007, Rodrigues 2007, Pereira et al. 2008, Dimuro et al. 2011, Macedo et al. 2014, Dimuro and da Rocha Costa 2015, Von Laer et al. 2015], no sentido de permitir, p.ex., a emergência de trocas balanceadas, levando ao equilíbrio social

[Piaget 1995] e/ou comportamento de justiça [Rabin 1993, Xianyu 2010]. Particularmente, este é um problema difícil quando agentes, adotando diferentes estratégias de trocas sociais, possuem informação incompleta sobre as estratégias de trocas dos demais agentes. Este é um problema crucial em sociedades de agentes abertas [Dimuro et al. 2011, Dimuro and da Rocha Costa 2015].

Em trabalhos anteriores [Dimuro et al. 2007, Pereira et al. 2008, Dimuro and da Rocha Costa 2015], Dimuro et al. e Pereira et al. introduziram diferentes modelos para o problema de regulação de troca social, com base em modelos híbridos de agentes BDI<sup>1</sup> e processos de decisão de Markov (parcialmente observáveis). Em [Macedo et al. 2014], Macedo et al. introduziram o Jogo de Autorregulação de Processos de Trocas Sociais (JAPTS), onde, os agentes, possuindo diferentes estratégias de trocas sociais, evoluem suas estratégias de troca ao longo do tempo por si só, promovendo interações mais equilibradas e justas, garantindo a continuidade das trocas. Em [Von Laer et al. 2015], Von Laer et al. analisaram o problema da autorregulação de processos de trocas sociais no contexto de um SMA baseado em agentes BDI, adaptando o jogo JAPTS para agentes Jason [Bordini et al. 2007] e introduzindo o aspecto cultural, onde a cultura da sociedade, agregando reputação dos agentes como crenças de grupo, influencia diretamente a evolução das estratégias de troca dos agentes, aumentando o número de interações de sucesso e melhorando o resultado dos agentes nas interações.

Em Teoria dos Jogos [Leyton-Brown and Shoham 2008], geralmente, um jogo definido pelas preferências e oportunidades dos jogadores é dado como fixo. Em 1991, Nigel Howard criou a Teoria do Drama [Howard 1994a, Howard 2006], uma extensão de teoria dos jogos, onde as preferências e escolhas dos personagens (jogadores) mudam sob a pressão das negociações pré-jogo. A teoria dos jogos tenta prever o resultado de um jogo com jogadores “racionais”. No entanto, a teoria do drama mostra como aspirantes a jogadores, comunicando-se uns com os outros antes de um jogo, constroem não só o jogo que jogarão, mas também o resultado que esperam dele, sem a necessidade de prever um resultado. Além disso, a teoria do drama desafia o conceito teórico de jogo de “racionalidade”. Ao analisar a comunicação pré-jogo, é descartada a hipótese de que os jogadores sabem o que querem, o que os outros querem, e o que eles e os outros podem fazer sobre isso, e que todas estas coisas são fixas [Howard 2006].

O objetivo deste artigo é propor um modelo dramático para autoregulação de processos de trocas sociais, aplicando os conceitos da teoria do drama ao jogo JAPTS, acrescentando sentimentos e expressões de emoções baseadas no modelo OCC [Ortony et al. 1988], para obter um modelo natural que se aproxima da realidade, de modo que possa ser utilizado em aplicações. O artigo está organizado como a seguir. A Seção 2 resume a base teórica do trabalho. A Seção 3 define o modelo dramático e uma prova de conceito da modelagem realizada. A Seção 4 é a Conclusão.

## 2. Referencial Teórico: a teoria das trocas sociais e a teoria do drama

De acordo com Piaget [Piaget 1995], uma troca social é qualquer sequência de ações entre dois sujeitos, tal que um dos sujeitos, pela realização de suas ações, preste um serviço para o outro, com a imediata avaliação qualitativa individual dos serviços prestados. Isto é, o

<sup>1</sup>BDI (“Beliefs, Desires, Intentions”), é um modelo de agente cognitivo introduzido em [Rao and Georgeff 1991].

agente atribui um valor ao seu investimento na realização de um serviço para outro agente e este último atribui um valor de satisfação por ter recebido tal serviço. Tais valores são chamados de valores de troca material. Em um processo de troca social, são gerados valores de débito e crédito, que permitirão a realização de trocas futuras. Débito e crédito são chamados de valores virtuais.

Uma troca social entre agentes envolve dois agentes  $i$  e  $j$  em duas etapas/estágios de trocas. Na **Etapa I** o agente  $i$  realiza um serviço para o agente  $j$ , sendo gerados os seguintes valores de troca:  $r_{ij}$  (valor de *Investimento* do agente  $i$ ),  $s_{ji}$  (valor de *Satisfação* do agente  $i$ ),  $t_{ji}$  (valor de *Débito* do agente  $j$ ) e  $v_{ij}$  (valor de *Crédito* do agente  $i$ ). Na **Etapa II** o agente  $i$  solicita para o agente  $j$  o pagamento do serviço realizado anteriormente para ele, e os valores gerados são análogos. Um processo de trocas sociais é uma seqüência destas etapas de trocas, em qualquer ordem. O equilíbrio é obtido quando o balanço dos valores de trocas para cada agente é em torno de um valor aceitável pela sociedade de agente, geralmente, em torno de zero.

Diferentemente da Teoria dos Jogos, que considera que o jogo é definido previamente pelas preferências e oportunidades dos jogadores, a Teoria do Drama [Howard 1990, Howard 1994a, Howard 1994b, Howard 2006] é uma teoria de como o próprio jogo pode mudar: como o dado jogo  $G$  pode ser transformado em um outro jogo  $G'$ , o qual, por sua vez, pode ser transformado em  $G''$ , etc. Estas transformações resultam de pressões que os jogadores colocam um sobre o outro durante as negociações pré-jogo, como eles trocam ameaças, promessas, persuasão emocional e argumentação racional.

A teoria do drama contribui para identificar mudanças causadas pela dinâmica interna das negociações pré-jogo, que descrevem processos racionais e irracionais de desenvolvimento humano e auto-realização, ao invés de apenas a escolha racional de de um determinado fim. Enquanto a teoria dos jogos expõe o comportamento racional, dirigido a objetivos, a teoria do drama mostra como, no curso de uma interação, as pessoas mudam e se desenvolvem. A racionalidade continua sendo importante, mas já não domina.

### 3. O Modelo Dramático de Autorregulação de Processos de Trocas Sociais

O modelo dramático de autorregulação de processos de trocas sociais proposto baseia-se nas cinco fases de resolução dramática da Teoria do Drama, que são representadas na Figura 1.

#### 3.1. Fase 1: Definição de Cena

Nesta fase, o ambiente é definido com os personagens (agentes), estratégias de troca social dos agentes, reputação dos agentes, resultados e consequências.

As estratégias de troca social consideradas neste artigo são altruísmo, altruísmo fraco, egoísmo, egoísmo fraco e racionalidade. Por exemplo, um agente com a estratégia egoísmo é mais propenso a depreciar o serviço recebido e supervalorizar o serviço ofertado, que impacta nos valores de débito e crédito; o agente racional joga apenas pelo Equilíbrio de Nash <sup>2</sup>. As estratégias de trocas sociais são determinadas por vários fatores, como será explicado a seguir, mas, particularmente, pelo valor de investimento máximo

<sup>2</sup>Ver [Macedo et al. 2014] para uma discussão sobre o Equilíbrio de Nash do Jogo de Processos de Trocas Sociais.

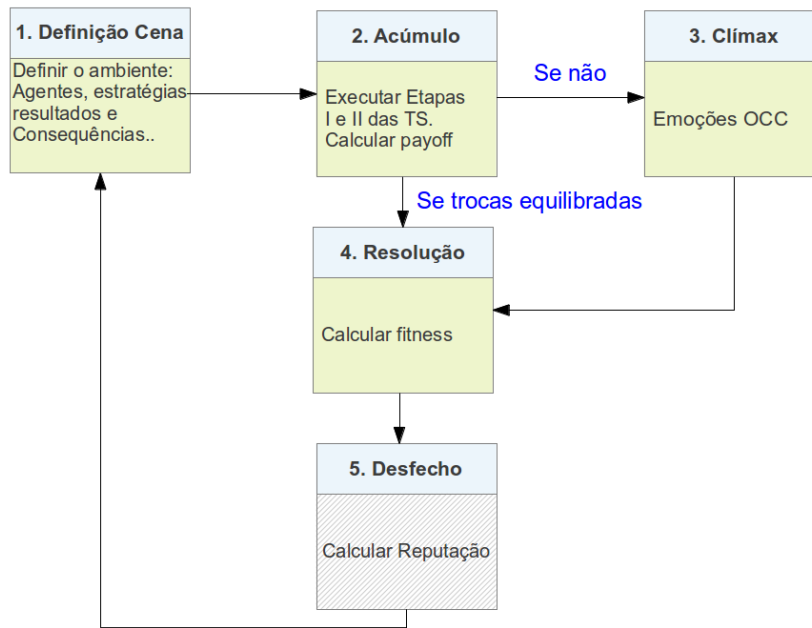


Figure 1. Fases da Resolução Dramática.

$r^{max}$  que os agentes estão dispostos a fazer por um serviço realizado a outro agente, e o valor de satisfação mínima  $s^{min}$  que estão dispostos a aceitar, com  $r, s \in [0, 1]$ .

A consequência é representada por uma função  $Q : X \rightarrow X$ , onde  $X$  é o conjunto dos resultados individuais dos personagens ou agentes, ou seja, das suas estratégias. Os resultados individuais são um par composto pela aspiração (um futuro particular que gostaria de conseguir) e uma posição (um futuro que ele propõe aos outros).

No modelo dramático, o resultado de um agente é representado pelo investimento proposto ( $r^{prop}$ ), ou seja, o futuro que ele propõe aos demais agentes; e pela satisfação esperada ( $s^{esp}$ ), ou seja, a aspiração, um futuro particular que gostaria de alcançar.

### 3.2. Fase 2: Trocas

Nesta fase, que na Teoria do Drama é chamada de Acúmulo, um determinado frame  $F = (Q, P)$  é selecionado. Onde,  $Q$  é o conjunto de resultados de cada agente e  $P = (P_i | i \in C)$  é uma família de relações de preferência, uma para cada personagem ou agente  $i$  do elenco  $C$ , definida ao longo do conjunto  $X$  de resultados. Neste jogo,  $(x, y) \in P_i$  significa que “o agente  $i$  prefere a estratégia  $x$  à estratégia  $y$ ”.

Após selecionado o frame, são executadas as etapas I e II das Trocas Sociais, como apresentado na Seção 2. Uma estratégia de troca social de um agente  $\lambda = i, j$ , é definida pela tupla:

$$(r_{\lambda}^{max}, r_{\lambda}^{prop}, r_{\lambda}^{efet}, s_{\lambda}^{min}, s_{\lambda}^{esp}, k_{\lambda}^{pt}, k_{\lambda}^{pv}), \tag{1}$$

onde:  $r_{\lambda}^{max} \in [0, 1]$  e  $s_{\lambda}^{min} \in [0, 1]$  representam os valores de investimento máximo que o agente  $\lambda$  fará por um serviço oferecido para outro agente, e o valor da satisfação

**Table 1. Parâmetros das estratégias de trocas sociais**

Estratégia	$r^{max}$	$r^{prop}$	$r^{efet}$	$s^{min}$	$s^{esp}$	a	b	c	d	$k^{pt}$	$k^{pv}$
Altruísmo	[0.8; 1]	[0.75; 0.99]	[0.8; 1]	[0.3; 0.49]	[0.3; 0.51]	0.8	0.8	0.2	0.2	$\rho = o$	$\rho = d$
Altruísmo Fraco	[0.61; 0.79]	[0.55; 0.75]	[0.55; 0.79]	[0.5; 0.6]	[0.52; 0.65]	0.6	0.6	0.4	0.4	$\rho = o$	$\rho = d$
Egoísmo	[0.3; 0.49]	[0.25; 0.35]	[0.2; 0.35]	[0.8; 1]	[0.85; 1]	0.2	0.2	0.8	0.8	$\rho = d$	$\rho = o$
Egoísmo Fraco	[0.5; 0.6]	[0.35; 0.55]	[0.34; 0.6]	[0.61; 0.79]	[0.65; 0.85]	0.3	0.3	0.7	0.7	$\rho = d$	$\rho = o$
Racionalidade	[0; 0.29]	[0; 0.29]	[0; 0.29]	[0; 0.29]	[0; 0.29]	0	0	0	0	0	0

mínima que o agente  $\lambda$  espera pelos serviços recebidos, respectivamente;  $r_{\lambda}^{prop} \in [0, 1]$  e  $s_{\lambda}^{esp} \in [0, 1]$  são o investimento proposto que o agente  $\lambda$  fará por este serviço e a satisfação esperada pelo outro agente, respectivamente;  $r_{\lambda}^{efet} \in [0, 1]$  é o valor de investimento efetivo que o agente  $\lambda$  fará, pois dependendo da estratégia escolhida pelo agente, este investimento pode ser maior, menor ou igual ao proposto;  $k_{\lambda}^{pt}, k_{\lambda}^{pv} \in [0, 1]$  são, respectivamente, fatores de depreciação ( $\rho = d$ ) ou supervalorização ( $\rho = o$ ) de débito e crédito que caracterizam cada estratégia de troca. Portanto, existe um investimento máximo que o agente pode realizar, o investimento que o agente propõe e o investimento que o agente realmente efetua. Tais valores são apresentados na Tabela 1.

Nesta fase, são calculados o Payoff Suposto (*payoffSup*) e o Payoff Efetivo (*payoffEfet*) da troca social entre os agentes  $i$  e  $j$ , com as respectivas estratégias de troca:

$$(r_i^{max}, r_{ij}^{prop}, r_{ij}^{efet}, s_i^{min}, s_i^{esp}, k_i^{pt}, k_i^{pv}) \text{ e } (r_{ji}^{max}, r_{ji}^{prop}, r_{ji}^{efet}, s_j^{min}, s_j^{esp}, k_j^{pt}, k_j^{pv})$$

O *payoffSup* obtido nesta interação é avaliado pela função  $p_{ij}^{sup} : [0, 1]^4 \rightarrow [0, 1]$ , definido por:

$$p_{ij}^{sup} = \begin{cases} \frac{1 - r_{ij}^{prop} + s_{ij}^{esp}}{2}, & \text{se } (r_{ij}^{prop} \leq r_i^{max} \wedge s_{ji}^{esp} \geq s_j^{min}) \wedge (r_{ji}^{prop} \leq r_j^{max} \wedge s_{ij}^{esp} \geq s_i^{min}) \\ \frac{1 - r_{ij}^{prop}}{2}, & \text{se } (r_{ij}^{prop} \leq r_i^{max} \wedge s_{ji}^{esp} \geq s_j^{min}) \wedge (r_{ji}^{prop} > r_j^{max} \vee s_{ij}^{esp} < s_i^{min}) \\ 0, & \text{se } (r_{ij}^{prop} > r_i^{max} \vee s_{ji}^{esp} < s_j^{min}) \wedge (r_{ji}^{prop} > r_j^{max} \vee s_{ij}^{esp} < s_i^{min}) \end{cases} \quad (2)$$

O *payoffEfet* obtido nesta interação é avaliado pela função  $p_{ij}^{efet} : [0, 1]^4 \rightarrow [0, 1]$ , definido por:

$$p_{ij}^{efet} = \begin{cases} \frac{1 - r_{ij}^{efet} + s_{ij}^{esp}}{2}, & \text{se } (r_{ij}^{efet} \leq r_i^{max} \wedge s_{ji}^{esp} \geq s_j^{min}) \wedge (r_{ji}^{efet} \leq r_j^{max} \wedge s_{ij}^{esp} \geq s_i^{min}) \\ \frac{1 - r_{ij}^{efet}}{2}, & \text{se } (r_{ij}^{efet} \leq r_i^{max} \wedge s_{ji}^{esp} \geq s_j^{min}) \wedge (r_{ji}^{efet} > r_j^{max} \vee s_{ij}^{esp} < s_i^{min}) \\ 0, & \text{se } (r_{ij}^{efet} > r_i^{max} \vee s_{ji}^{esp} < s_j^{min}) \wedge (r_{ji}^{efet} > r_j^{max} \vee s_{ij}^{esp} < s_i^{min}) \end{cases} \quad (3)$$

O *payoffSup* e o *payoffEfet* do agente  $j$  são definidos de forma análoga.

Considerando um ambiente composto pelo elenco  $C = 1, \dots, m$  de  $m$  agentes, cada agente  $i \in C$  interage com os outros  $m - 1$  agentes vizinhos  $j \in C$ , tal que  $j \neq i$ . A cada ciclo de interação, cada agente  $i$  avalia seus resultados materiais de troca social local com cada agente vizinho  $j$ , utilizando as funções de *payoffSup* e *payoffEfet* locais dadas nas Equações (2) e (3). Em seguida, o *payoffSup* e o *payoffEfet* totais recebidos por cada agente são calculados após cada agente ter realizado as duas etapas de troca com toda a sua vizinhança. Para  $p_{ij}^{sup}$  e  $p_{ij}^{efet}$  calculados pelas Equações (4) e (5), a alocação do *payoffProp* e do *payoffEfet* totais de uma vizinhança de  $m$  agentes é dada por:

$$X^{sup} = x_1^{sup}, \dots, x_m^{sup}, \text{ where } x_i^{sup} = \sum_{j \in C, j \neq i} p_{ij}^{sup} \quad (4)$$

$$X^{efet} = x_1^{efet}, \dots, x_m^{efet}, \text{ where } x_i^{efet} = \sum_{j \in C, j \neq i} p_{ij}^{efet} \quad (5)$$

Após calcular o *payoff efetivo* das trocas, é analisado o equilíbrio destas trocas. Idealmente, uma troca equilibrada é quando a divergência entre os payoffs de todas as trocas é nula. Porém, na prática, esta divergência se dá em torno de zero. Esta divergência entre os payoffs é calculada conforme a Equação 6:

$$D_i = \frac{1}{(m-1)} \sum_{\substack{j=[1..m] \\ i \neq j}} |x_i - x_j| \leq \alpha \quad (6)$$

Onde,  $m$  é o número total de agentes e  $\alpha$  é o fato de divergência.

Portanto, considera-se trocas equilibradas quando  $D_i \leq \alpha$  para todas as trocas.

### 3.3. Fase 3: Climax

Se na fase 2 todas as trocas ocorrem de forma equilibrada, a fase 3 é ignorada e o jogo segue para a fase 4, onde as emoções terão peso nulo no cálculo do valor de *fitness*, definido por  $F_i(X^{efet})$  de um agente  $i$ .

Caso uma das trocas não seja equilibrada, todos os agentes migram para a fase 3. São consideradas quatro emoções do modelo OCC [Ortony et al. 1988]: gratificação, gratidão, remorso e raiva, representadas por  $a_\lambda, b_\lambda, c_\lambda$  e  $d_\lambda$ , respectivamente. Observa-se que no modelo OCC existem três aspectos que alteram as reações do mundo: eventos, agentes e objetos. Os eventos são interessantes porque é possível analisar suas consequências, os agentes porque é possível analisar suas ações, e objetos porque os aspectos e propriedades destes objetos são analisados. As emoções escolhidas são parte de um grupo que foca na ação de um agente e nas consequências dos eventos [Adamatti and Bazzan 2003].

Esta fase é executada apenas uma vez, não obtendo necessariamente o equilíbrio das trocas, mas as emoções que influenciarão no cálculo do fitness da fase 4. O equilíbrio das trocas será alcançado com a autorregulação das trocas sociais.

Uma *estratégia de troca social espacial* de um agente  $\lambda, \lambda = 1, \dots, m$  é definida pela tupla:

$$(r_\lambda^{prop}, r_\lambda^{efet}, s_\lambda^{esp}, a_\lambda, b_\lambda, c_\lambda, d_\lambda, k_\lambda^{pt}, k_\lambda^{pv}), \quad (7)$$

onde  $a_\lambda, b_\lambda, c_\lambda, d_\lambda$  refletem a influência das emoções no valor de fitness  $F_i(X^{efet})$  de um agente  $i$ , da seguinte forma:

- **Gratificação ( $a_i$ )**

$$F_i(X^{efet}) = x_i^{efet} + a_i \cdot \max(x_i^{efet} - x_i^{sup}, 0)$$

onde  $X^{efet}$  é a alocação do payoff efetivo total do agente  $i$ .

*Gratificação* é um sentimento positivo gerado no próprio agente que propôs a troca, quando o *payoff efetivo* ( $payoffEfet$ ) do agente que praticou a troca ( $x_i^{efet}$ ), obtido através do investimento efetivo, é maior que o *payoff suposto* ( $payoffSup$ ), obtido pelo investimento proposto por este agente ( $x_i^{sup}$ ). Isto significa que, ao praticar um valor maior que o valor proposto, o agente se sente mais confiante e também gera um sentimento recíproco de gratidão no outro agente.

- **Gratidão** ( $b_i$ )

$$F_i(X^{efet}) = x_i^{efet} + \frac{b_i}{(m-1)} \sum_{j \neq i} \max(x_j^{efet} - x_j^{sup}, 0)$$

onde  $X^{efet}$  é a alocação do payoff efetivo total do agente  $i$ .

*Gratidão* é um sentimento positivo gerado no agente que recebeu o serviço, quando o *payoff efetivo* ( $payoffEfet$ ) do agente que praticou a troca ( $x_j^{efet}$ ) é maior que o *payoff* que ele supunha receber no grupo ( $x_j^{sup}$ ). Ao receber um valor maior que o proposto, o agente se sente grato ao agente que praticou o serviço, gerando uma boa reputação neste agente.

- **Remorso** ( $c_i$ )

$$F_i(X^{efet}) = x_i^{efet} - c_i \cdot \max(x_i^{sup} - x_i^{efet}, 0)$$

onde  $X^{efet}$  é a alocação do payoff efetivo total do agente  $i$ .

*Remorso* é um sentimento negativo gerado no próprio agente que propôs a troca, quando o *payoff efetivo* ( $payoffEfet$ ) do agente que praticou a troca ( $x_i^{efet}$ ) é menor que o *payoff suposto* ( $payoffSup$ ), obtido pelo investimento proposto por este agente ( $x_i^{sup}$ ). Este sentimento gera um sentimento recíproco de raiva no outro agente, e consequentemente ficará com uma má reputação perante ao outro agente.

- **Raiva** ( $d_i$ )

$$F_i(X^{efet}) = x_i^{efet} - \frac{d_i}{(m-1)} \sum_{j \neq i} \max(x_j^{sup} - x_j^{efet}, 0)$$

onde  $X^{efet}$  é a alocação do payoff efetivo total do agente  $i$ .

*Raiva* é um sentimento negativo gerado no agente que recebeu o serviço, quando o *payoff efetivo* ( $payoffEfet$ ) do agente que praticou a troca ( $x_j^{prati}$ ) é menor que o *payoff* que ele supunha receber no grupo ( $x_j^{sup}$ ).

Diante disso, percebe-se que o equilíbrio é alcançado quando as emoções antagônicas se anulam.

### 3.4. Fase 4: Resolução

Após a execução das etapas **I** e **II** do processo de trocas sociais na fase de Acúmulo, havendo um equilíbrio, o jogo avança para a fase 4. Nesta fase, considerando o payoff efetivo obtido na fase 2, o agente  $i$  calcula seu grau de adaptação através de sua função *fitness*  $F_i : [0, 1]^m \rightarrow [0, 1]$ , definida por:

$$F_i(X^{efet}) = x_i^{efet}$$

onde  $X^{efet}$  é a alocação do payoff efetivo total do agente  $i$ .

Caso tenha sido executada a fase 3, as emoções geradas são acrescentadas à função *fitness*, representando a influência destas nos resultados do *payoffEfet* total dos agentes.

Seja  $X^{efet}$  a alocação do *payoffEfet* total de uma vizinhança de  $m$  agentes. A definição geral da função *fitness*, baseada em estratégia de trocas  $U_i$  de um agente  $i$ , é dada por:

$$F_i(X^{efet}) = \quad (8)$$

$$x_i + a_i \max(x_i^{efet} - x_i^{sup}, 0) + \frac{b_i}{(m-1)} \sum_{j \neq i} \max(x_j^{efet} - x_j^{sup}, 0) -$$

$$-c_i \max(x_i^{sup} - x_i^{efet}, 0) - \frac{d_i}{(m-1)} \sum_{j \neq i} \max(x_j^{sup} - x_j^{efet}, 0)$$

### 3.5. Fase 5: Desfecho

Após obter o valor da função *fitness*, a fase 5 é executada. Nesta fase, a reputação dos agentes é calculada. Para as ciências sociais, as reputações são definidas como um coletivo de crenças e opiniões que influenciam as ações dos indivíduos em relação aos seus pares. A reputação pode ainda ser vista como uma ferramenta social com o objetivo de reduzir a incerteza de se interagir com indivíduos de atributos desconhecidos. Para [Marsh 1994], reputação é geralmente definida como a quantidade de confiança inspirada por uma determinada pessoa em um ambiente ou domínio específico de interesse.

Dentro da ciência da computação, reputação e confiança tem ganhado crescente evidência nos últimos anos, especialmente na área da *Inteligencia Artificial Distribuída* (IAD), onde os Sistemas Multiagentes estão incluídos. Confiança e reputação são utilizadas como um meio de busca de parceiros. A reputação tem o poder de propagar a confiança e pode evitar que os agentes interajam desnecessariamente. Ver [Sabater and Sierra 2005, Sabater and Sierra 2002, Huynh et al. 2006, Yu et al. 2014].

[Rodrigues et al. 2015] desenvolveram um modelo de reputação baseado nos modelos REGRET [Sabater and Sierra 2001] e Hübner [Hübner et al. 2009]. A análise da reputação é dividida em três dimensões: Dimensão Social, Dimensão Individual e Dimensão Ontológica, como proposto no modelo REGRET. Na Dimensão Social é analisada a efetividade do agente para com o seu grupo social; já na Dimensão Individual são analisadas as trocas diretas entre os agentes. Por fim, tem-se a Dimensão Ontológica, onde Dimensão Social e Individual se combinam para uma análise final.

Para este modelo dramático, utilizou-se o modelo de reputação proposto por [Rodrigues et al. 2015], considerando até o momento apenas a dimensão individual. Nesta fase 5, os *payoffs efetivos* obtidos através das trocas sociais serão armazenados em uma lista de tamanho  $v$ . O cálculo da reputação é dado por:

$$Rep = \frac{\sum_{j \in C, j \neq i} p_{ij}^{efet}}{size(v)} \quad (9)$$

Com as informações obtidas na fase de desfecho, o jogo retorna para a fase 1, onde poderá redefinir o ambiente a partir das novas estratégias, isto é, a partir da reputação



**Table 2. Estratégias de Troca Social adotadas pelos agentes.**

	$r^{max}$		$r^{prop}$		$r^{efet}$		$min$		$s^{esp}$		$s^{efet}$	
$A_{ij}$	i	j	ij	ji	ij	ji	i	j	ij	ji	ij	ji
$A_{12}$	1	0.8	0.8	0.7	0.85	0.75	0.51	0.6	0.55	0.65	0.75	0.85
$A_{13}$	1	0.6	0.75	0.5	0.75	0.45	0.51	0.8	0.55	0.9	0.45	0.8
$A_{21}$	0.8	1	0.7	0.8	0.75	0.85	0.6	0.51	0.65	0.55	0.85	0.75
$A_{23}$	0.8	0.6	0.7	0.45	0.72	0.5	0.6	0.8	0.62	0.85	0.5	0.75
$A_{31}$	0.6	1	0.55	0.75	0.55	0.75	0.8	0.51	0.85	0.51	0.8	0.6
$A_{32}$	0.6	0.8	0.5	0.7	0.5	0.7	0.8	0.6	0.85	0.62	0.85	0.55

**Table 3. Valores Totais de  $payoffSup$ ,  $payoffEfet$  e  $fitness$  das Trocas Sociais.**

	$x^{sup}$	$x^{efet}$	$F$
$A_1$	0.77	0.57	0.382
$A_2$	0.93	0.55	0.218
$A_3$	1.32	0.62	-0.172
$X^{sup}$	3.02		
$X^{efet}$	1.74		

calculada, os agentes escolherão novos parceiros para realizar as trocas sociais, dando continuidade ao jogo. Antes do próximo ciclo, um novo  $fitness$  é calculado, como na Equação 10.

$$F^2 = F + / - (Rep.\beta) \tag{10}$$

onde,  $F$  é a função  $fitness$  calculada na fase 4, e  $\beta$  é o percentual de ajuste.

Se a reputação do agente é maior ou igual à média total dos payoffs, ou seja, é uma boa reputação, então o valor resultante de  $(Rep.\beta)$  é somado ao valor do  $fitness$  anterior. Caso contrário, o agente está com uma má reputação, portanto, subtrai-se o valor do  $fitness$  anterior.

Antes de reiniciar o jogo, os agentes analisam os resultados do seu  $fitness$  anterior e  $fitness$  atual, ajusta sua estratégia de jogo de acordo com um vetor de ajuste com 27 probabilidades, aumentando, diminuindo ou mantendo constante os valores de investimento que pretende realizar, investimento máximo que pretende ofertar e a menor satisfação aceitável,  $r^{efet}$ ,  $r^{max}$  e  $s^{min}$ , respectivamente. Então, os agentes redefinirão o ambiente a partir de novas estratégias, ou seja, os agentes escolherão novos parceiros para executar as trocas sociais, e iniciar a próxima rodada do jogo. Este processo é repetido em cada ciclo da simulação.

### 3.6. Prova de Conceito do Modelo Proposto

Considerando três agentes,  $A_1$ ,  $A_2$  e  $A_3$ . O Agente 1 tem uma estratégia **Altruísmo**, o Agente 2 tem uma estratégia **Altruísmo Fraco** e o Agente 3 tem uma estratégia **Egoísmo**. A Tabela 2 apresenta os valores de investimento e satisfação para cada troca social desses três agentes, de acordo com suas estratégias.

Após realizar as trocas sociais entre os agentes,  $payoffSup$  and  $payoffEfet$  são calculados usando as Equações (2) and (3), obtendo os valores mostrados na Tabela 4. Obtidos estes valores, calcula-se os valores totais do  $payoffSup$  e  $payoffEfet$  para cada troca social, conforme a Tabela 3.

Visto que as trocas sociais entre os agentes 2 e 3 não foram equilibradas, a fase 3 (Clímax) do jogo é realizada e as emoções são consideradas na fase 4 para calcular a função  $fitness$  através da Equação (8). Os resultados da fase 4 são apresentados na Tabela 4.

**Table 4. Valores calculados nas fases 2 e 4 do jogo.**

$A_{ij}$	$p^{sup}$	$p^{fet}$	Etapas de Troca para $p^{fet}$			$fitness$
			Etapa I	Etapa II	0 etapas	
$A_{12}$	0.37	0.45		x		0.58
$A_{13}$	0.4	0.12	x			0.04
$A_{21}$	0.47	0.55		x		0.65
$A_{23}$	0.46	0			x	-0.45
$A_{31}$	0.65	0.62		x		0.37
$A_{32}$	0.67	0			x	-0.9

**Table 5. Análise do Processo de Trocas Sociais.**

	Gratificação	Gratidão	Remorso	Raiva	Why?
$A_{12}$	x	x			Nas Etapas I e II $r^{fet} > r^{prop}$ $s^{fet} > s^{esp}$
$A_{13}$			x	x	Na Etapa II $r^{fet} < r^{prop}$ $s^{fet} < s^{min}$
$A_{21}$	x	x			Nas Etapas I and II $r^{fet} > r^{esp}$ $s^{fet} > s^{esp}$
$A_{23}$			x	x	Nas Etapas I and II $s^{fet} < s^{esp}$
$A_{31}$			x	x	Na Etapa II $r^{fet} = r^{esp}$ $s^{fet} < s^{esp}$
$A_{32}$			x	x	Nas Etapas I and II $s^{fet} < s^{esp}$

A Tabela 5 apresenta a conclusão analítica de cada processo de troca social entre os Agentes 1, 2 e 3, considerando as emoções envolvidas.

Ao calcular o *fitness* total ( $F$ ) dos agentes em relação ao grupo, observa-se que nenhum dos três agentes sentiu ou causou emoções positivas (gratidão e gratificação). Comparando os resultados obtidos entre pares, percebe-se que no grupo as emoções negativas prevalecem, anulando as emoções positivas.

#### 4. Conclusão

Foi introduzido o modelo de um jogo dramático de autorregulação de processos de trocas sociais. No mundo real, as trocas sociais não se dão de forma exclusivamente racional, frequentemente envolvendo sentimentos e emoções. Sendo assim, surgiu a possibilidade de aplicar a teoria do drama ao jogo de autorregulação de processos de trocas sociais.

Aplicando os conceitos da teoria do drama e inserindo o modelo de confiança e reputação ao modelo dramático desenvolvido, espera-se obter um jogo de simulação de trocas sociais em um ambiente que se aproxime do mundo real.

O jogo dramático está sendo implementado em NetLogo, e até o momento tem-se as fases 1, 2, 3 e 4 do modelo dramático. A fase 5 (confiança e reputação) e a evolução das estratégias ao longo das interações está sendo implementada. A Figura 2 apresenta o ambiente do jogo, onde é possível configurar o cenário do jogo através das estratégias, verificar a quantidade de trocas realizadas, bem como o resultado da função *fitness*, considerando a fase 3 (Clímax) ou não.

Após o término da implementação, serão realizadas simulações com diferentes composições de sociedade de agentes e cenários para analisar a evolução das estratégias e dos processos de trocas sociais ao longo do tempo.

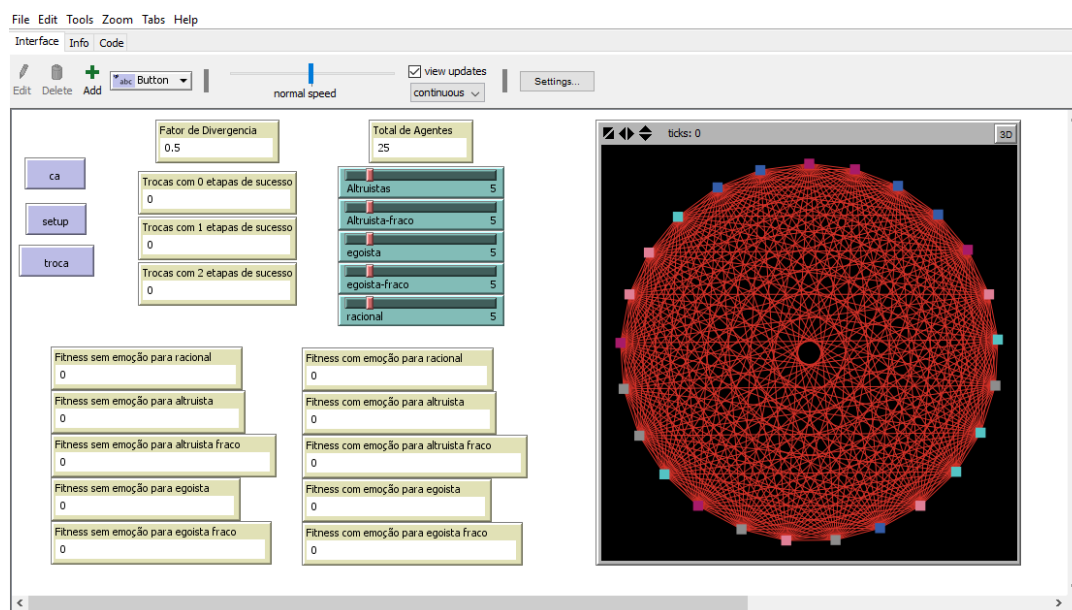


Figure 2. Ambiente do Jogo Dramático.

## References

- Adamatti, D. F. and Bazzan, A. (2003). Afrodite - ambiente de simulação baseado em agentes com emoções. In *Proceedings of ABS 2003 - Agent Based Simulation*, Montpellier.
- Bordini, R. H., Hübner, J. F., and Wooldridge, M. (2007). *Programming Multi-agent Systems in AgentSpeak Using Jason*. Wiley Series in Agent Technology. John Wiley & Sons, Chichester.
- Dimuro, G. P., Costa, A. C. R., Gonçalves, L. V., and Hübner, A. (2007). Centralized regulation of social exchanges between personality-based agents. *Coordination, Organizations, Institutions, and Norms in Agent Systems II*, v.4386 of LNCS, p. 338–355. Springer, Berlin.
- Dimuro, G. P., Costa, A. C. R., and Palazzo, L. (2005). Systems of exchange values as tools for multi-agent organizations. *Journal of the Brazilian Computer Society*, 11:27–40.
- Dimuro, G. P., Costa, A. R. C., Gonçalves, L. V., and Pereira, D. (2011). Recognizing and learning models of social exchange strategies for the regulation of social interactions in open agent societies. *Journal of the Brazilian Computer Society*, 17:143–161.
- Dimuro, G. P. and da Rocha Costa, A. C. (2015). Regulating social exchanges in open MAS: The problem of reciprocal conversions between POMDPs and HMMs. *Information Sciences*, 323:16 – 33.
- Grimaldo, F., Lozano, M., and Barber, F. (2007). Coordination and sociability for intelligent virtual agents. *Coordination, Organizations, Institutions, and Norms in Agent Systems III*, v. 4870 of LNCS, p. 58–70. Springer, Berlin.
- Hübner, J. F., Vercouter, L., and Boissier, O. (2009). Instrumenting multi-agent organisations with artifacts to support reputation processes. In *Coordination, Organizations, Institutions, and Norms in Agent Systems IV*, v. 8386 of LNCS, p. 96–110. Springer, Berlin.
- Howard, N. (1990). Soft game theory. *Information and Decision Technologies*, 16:215–227.
- Howard, N. (1994a). Drama theory and its relation to game theory. part 1: Dramatic resolution vs. rational solution. *Group Decision and Negotiation*, 3(2):187–206.
- Howard, N. (1994b). Drama theory and its relation to game theory. part 2: Formal model of the resolution process. *Group Decision and Negotiation*, 3(2):207–235.
- Howard, N. (2006). *What is Drama Theory?* (accessed on January, 2016).

- Huynh, T. D., Jennings, N. R., and Shadbolt, N. R. (2006). An integrated trust and reputation model for open multi-agent systems. *Autonomous Agents and Multi-Agent Systems*, 13(2):119–154.
- Leyton-Brown, K. and Shoham, Y. (2008). *Essentials of game theory: A concise, multidisciplinary introduction*. Morgan & Claypool, California.
- Macedo, L. F. K., Dimuro, G. P., Aguiar, M. S., and Coelho, H. (2014). An evolutionary spatial game-based approach for the self-regulation of social exchanges in MAS. *21st ECAI 2014, Proceedings*, number 263 in *Frontier in Artificial Intelligence and Applications*, p. 573–578, Netherlands. IOS Press.
- Marsh, S. (1994). *Formalising Trust as a Computational Concept*. PhD thesis, University of Stirling.
- Ortony, A., Clore, G. L., and Collins, A. (1988). *The Cognitive Structure of Emotions*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Pereira, D., Gonçalves, L., Dimuro, G. P., and Costa, A. R. C. (2008). Towards the self-regulation of personality-based social exchange processes in multiagent systems. *SBIA 2008*, v. 5249 of *LNCS*, p. 113–123. Springer, Berlin.
- Piaget, J. (1995). *Sociological Studies*. Routledge, London.
- Rabin, M. (1993). Incorporating fairness into game theory and economics. *The American Economic Review*, 86(5):1281–1302.
- Rao, A. S. and Georgeff, M. P. (1991). Modeling rational agents within a BDI-architecture. *Proceedings of the 2nd International Conference on Principles of Knowledge Representation and Reasoning*, p. 473–484, San Mateo. Morgan Kaufmann.
- Rodrigues, H. D. N., Adamatti, D. F., and Dimuro, G. P. (2015). Modelagem de agentes BDI-Fuzzy submetidos ao processo de reputação. In *X Workshop-Escola de Sistemas de Agentes, seus Ambientes e Aplicações*, p. 143, Niterói. UFF.
- Rodrigues, M. R. (2007). *Social techniques for effective interactions in open cooperative systems*. PhD thesis, University of Southampton, Southampton.
- Sabater, J. and Sierra, C. (2001). Regret: A reputation model for gregarious societies. In *Proceedings of the Fourth Workshop on deception Fraud and Trust in Agent Societies*, p. 61–70.
- Sabater, J. and Sierra, C. (2002). Reputation and social network analysis in multi-agent systems. In *Proceedings of the First International Conference on Autonomous Agents and Multiagents Systems, AAMAS 2002*, p. 475–482. ACM.
- Sabater, J. and Sierra, C. (2005). Review on computational trust and reputation models. *Artif. Intell. Rev.*, 24(1):33–60.
- Von Laer, A., Dimuro, G. P., and Adamatti, D. F. (2015). Analysing the influence of the cultural aspect in the self-regulation of social exchanges in MAS societies: An evolutionary game-based approach. *Progress in Artificial Intelligence*, v. 9273 of *LNCS*, p. 673–686. Springer.
- Xianyu, B. (2010). Social preference, incomplete information, and the evolution of ultimatum game in the small world networks: An agent-based approach. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 13:2.
- Yu, H., Miao, C., An, B., Shen, Z., and Leung, C. (2014). Reputation-aware task allocation for human trustees. In *Proceedings of the 13th AAMAS – 2014*, p. 357–364, New York. IFAA-MAS/ACM.