

# Análise de Dilemas em Natyasastra: Um Sistema de Resolução Dramática para Autorregulação de Processos de Trocas Sociais em Sistemas Multiagentes

Nelson de Faria Traversi , Renata G. Wotter, Graçaliz P. Dimuro , Diana F. Adamatti

<sup>1</sup>Universidade Federal do Rio Grande – FURG  
R. Visc. de Paranaguá, 102 - Centro, Rio Grande – RS – Brazil

{20kfung, gracaliz, dianaada}@gmail.com

**Abstract.** *This paper presents an implementation for two selected social dilemmas of Drama Theory, in the context of the dramatic game of self-regulation of social exchange processes in multi-agent systems, called NATYASASTRA. In order to improve social exchanges and the agents' gains while their strategies evolve, the evolutionary model used in Natyasastra has been modified, incorporating two dilemmas defined by Drama Theory. The selected dilemmas were those of induction and cooperation. The main objective is to analyze the influence of these dilemmas on the behavior of agents and the evolution of their strategies of social exchanges, aiming at the regulation of the exchange processes.*

**Resumo.** *Este artigo apresenta uma implementação para alguns dilemas sociais selecionados da Teoria do Drama, no contexto do jogo dramático de autorregulação de processos de trocas sociais em sistemas multiagentes, denominado de NATYASASTRA. Tendo em vista a melhora das trocas sociais e o ganho dos agentes enquanto suas estratégias evoluem, o modelo de evolução utilizado em Natyasastra foi modificado, incorporando os dilemas definidos pela teoria do drama. Os dilemas selecionados foram o de indução e o de cooperação. O objetivo principal é analisar a influência desses dilemas nos comportamentos dos agentes e na evolução de suas estratégias de trocas sociais, visando a regulação dos processos de trocas.*

## 1. Introdução

Este trabalho situa-se no contexto das áreas de Trocas Sociais de Piaget [Piaget 1995], Teoria dos Jogos [von Neumann and Morgenstern 1944], Teoria do Drama [Howard 1994] e Dilemas Dramáticos [Azar et al. 2014].

A Teoria das Trocas Sociais de Piaget [Piaget 1995] tem sido usada como base para a análise das interações em sistemas multiagente. Essas interações são chamadas trocas de serviços, que são avaliadas pelos agentes que interagem, gerando assim um conceito de valores para as trocas sociais que serão valores qualitativos e subjetivos [Dimuro and Costa 2006].

A Teoria dos Jogos [von Neumann and Morgenstern 1944] define que, normalmente, em um jogo, as preferências e oportunidades dos jogadores são fixas e por não existir comunicação entre os jogadores estes valores não são alterados. Assim, os jogadores tentam prever o resultado de um jogo como jogadores racionais.

A Teoria do Drama [Howard 1994] foi criada como uma extensão da teoria dos jogos, onde as preferências e opções dos personagens (jogadores) podem mudar devido à pressão proveniente das negociações do pré-jogo. Ao contrário da teoria dos jogos, a teoria do drama permite que os personagens comuniquem-se uns com os outros antes do jogo, criando suas próprias estratégias de jogo, como também o resultado esperado, sem a necessidade de prever um resultado. Também é descartada a hipótese de que os jogadores tem ideia do que querem, o que os outros querem, e o que eles e os outros podem fazer sobre isso e que todas as opções e preferências são fixas [Howard 1994]. Os Dilemas Dramáticos [Howard 1994] pertencentes à Teoria do Drama, dizem que quando os personagens se tornam familiares com suas posições e planos em um confronto de interesses, seis dilemas podem ocorrer: o dilema da Cooperação, Confiança, Dissuasão, Indução, Ameaça e Posicionamento. Para cada personagem, uma melhora em potencial significa uma mudança na situação futura, mas essa mudança pode não melhorar a situação do agente.

Baseado inicialmente no Jogo de Autoregulação de Processos de Trocas Sociais (JAPTS) [Macedo et al. 2014], onde os agentes, possuindo diferentes estratégias de trocas sociais, efetuam trocas e a partir da taxa de sucessos evoluem seu vetor de ajuste, posteriormente acrescentando trocas mais justas e equilibradas, tentando aumentar o número de trocas de sucessos. [Wotter 2016] acrescentou sentimentos, emoções e reputação ao JAPTS, obtendo o Natyasastra, um jogo cujo objetivo é a aproximação de simulações de interações sociais ao contexto de realidade trazido pela Teoria do Drama [Howard 1994]. Mas ainda assim, Natyasastra não incorporou todos os conceitos da Teoria do Drama, visando uma melhoria foram incorporados dois dilemas dentre os 6 dilemas existentes para uma melhora na simulação: Dilema de Cooperação e Dilema de Indução [Azar et al. 2014].

Este artigo está estruturado em 4 seções. Na seção 2, é apresentada a base teórica deste trabalho. A seção 3 apresenta os dilemas de Natyasastra e os resultados em três cenários. A seção 4 mostra conclusões e trabalhos adicionais desta pesquisa.

## **2. Embasamento Teórico**

### **2.1. Trocas Sociais**

A Teoria de trocas sociais de Piaget tem sido utilizada como a base de interações em sistemas multiagente, com as trocas de serviços em que agentes participantes geram o conceito de valores nessas interações [Piaget 1995]. Seguindo a definição dada por Piaget: Trocas são qualquer interação entre dois agentes em que dadas as ações de um agente A, acabe prestando serviços ao outro agente B, gerando crédito para A e débito para B, e em uma segunda parte tal crédito de A é cobrado e B presta serviços a A.

### **2.2. Teoria dos Jogos**

Descrito inicialmente por Von Neumann e Oskar Morgenstern em [von Neumann and Morgenstern 1944] a Teoria dos jogos delimita a informação compartilhada em um jogo, com seus participantes conhecendo apenas suas estratégias e desconhecendo a estratégia dos outros. Baseando nas informações disponíveis os agentes tomam suas decisões racionalmente de forma a minimizar as perdas. Dessa forma foi

dado primeiro passo no desenvolvimento da teoria dos jogos envolvendo a construção de uma descrição formal e matemática do jogo. A teoria dos jogos estuda casos em que existam conflitos de interesses, buscando indicar melhores soluções. Em determinadas condições acaba conduzindo ao objetivo desejado.

### 2.3. JAPTS

Em [Macedo et al. 2014] Luis Felipe Macedo introduziu o Jogo de Autorregulação de Processos de Trocas Sociais - JAPTS, onde agentes possuem diferentes estratégias de trocas sociais e podem evoluir suas estratégias ao longo do tempo, com intuito de criar interações mais equilibradas e justas, visando o aumento de trocas de sucesso. O JAPTS é considerado um jogo de informação incompleta, já que os agentes não possuem informações sobre as estratégias de outros agentes, possuindo estratégias diferentes e considerando tanto os aspectos de curto e longo prazo da interação. Evoluem suas estratégias de forma a maximizar sua taxa de sucesso dada pela função fitness, a qual avalia o ganho individual do agente. Definindo estratégias de trocas sociais iniciais (por exemplo egoísmo e altruísmo), agentes possuem a habilidade de evoluir suas estratégias a partir de um vetor de evolução. Tal vetor possui um número de posições igual ao número de possibilidades de evoluções possíveis contidas no Vetor de Ajuste. Inicialmente cada possível evolução possui uma chance igual de ser escolhida aleatoriamente, mas conforme são passados os ciclos, as chances de cada opção vão variando.

### 2.4. Teoria do Drama

Criada como uma extensão da Teoria dos jogos por Nigel Howard [von Neumann and Morgenstern 1944], onde as opções e preferências dos jogadores podem mudar por influência das negociações do pré jogo. Ao contrário da teoria dos jogos em que jogadores tentam prever o resultado de um jogo contra jogadores “racionais” a teoria do drama permite que os jogadores conversem entre si antes do jogo, construindo um jogo para si e também o resultado que esperam dele, sem a necessidade de prever o resultado. A Teoria do Drama possui cinco estágios para sua resolução dramática, sendo eles: definição de cena, acúmulo, clímax, resolução e desfecho.

#### 2.4.1. Definição de Cena

Na definição de cena é criado o ambiente fechado  $E$ , onde os agentes podem interagir com intuito de decidir suas estratégias. Nenhuma nova informação deve vir de fora da cena, embora agentes possam criar novas informações de forma criativa ou entre si. Caso novas informações de fora da cena forem inseridas, significa que o episódio foi interrompido.

#### 2.4.2. Acúmulo

Nessa Fase ocorre a seleção ou re-seleção de  $F = (Q, P)$  classe  $E$ . Cada personagem  $i$  toma uma posição  $P_i$ . Assim uma partição  $A$  é criada. Cada elemento de  $A$  é um subconjunto não vazio de personagens que tomam a mesma posição. Os personagens de  $C$  do novo frame  $F$  tomam ou retomam posições  $P_i$  e aspirações de um futuro comum onde,

sabendo a posição dos outros personagens é possível formar grupos que compartilham uma posição em comum. Resultando ao final dessa fase um frame  $F = (Q, P)$  e um grupo de posições  $P = (P_i | i \in C)$ .

### 2.4.3. Climax

Caso todos os personagens tenham a mesma posição, ocorre um equilíbrio e a fase 3 é ignorada seguindo para próxima parte. Entretanto, caso não seja alcançado um equilíbrio, a fase 3 ocorre. Nessa fase, cada grupo instala-se em um ponto fixo qualquer que é comum a todas as políticas do grupo. Nesse momento, ocorre um confronto e os paradoxos geram emoções. Os personagens podem adotar novas políticas ou um novo ponto fixo é escolhido, sem mudar os paradoxos que enfrentam, ou retorna-se para a fase 2, onde novamente suas preferências podem mudar, e assim o conceito associado ao ponto fixo também mudado, de forma a resolver os paradoxos, para finalmente poder avançar para fase 4.

### 2.4.4. Resolução

Quando o equilíbrio é alcançado tanto na fase 2, quanto com a ação da fase 3, o jogo se move para fase 4. Nesta parte não existe liberação emocional, e simplesmente desacordos escondidos são revelados, muitas vezes mostrando que o equilíbrio não foi realmente alcançado na fase 2.

### 2.4.5. Desfecho

Finalmente, na fase Desfecho o ambiente fechado é aberto, novas informações de fora do grupo podem ser inseridas. Isso ocorre pela preocupação com um novo plano.

## 2.5. Natyasastra

Criado por Wotter [Wotter 2016] como uma extensão do JAPTS, adicionando a ele a teoria do Drama. Baseado no modelo de resolução dramática, o modelo do Natyasastra utiliza as 5 fases da resolução dramática da teoria do drama como mostrado na figura 1, utilizando conceitos da teoria do drama aplicados ao JAPTS.

## 3. Dilemas em Natyasastra

Fazendo uso dos dilemas de cooperação e indução propostos em [Azar et al. 2014], foi feita sua implementação e estudo das comunidades de agentes com diversos grupos. Simulações com mesmos grupos de agentes usadas no Natyasastra [Wotter 2016] foram usados para que uma análise baseada em trabalhos anteriores fosse possível. Os Dilemas ocorrem quando os agentes se tornam familiarizados com suas posições no confronto. Ou seja, no final da fase 5 retornando a fase 1 na resolução dramática, como mostrado na figura 2.

Dentre os seis dilemas existentes: Cooperação, Confiança, Dissuasão, Indução, Ameaça e Posicionamento, tendo em vista os cenários previamente estipulados no tra-

Figure 1. Resolução Dramática em Natyasastra [Wotter et al. 2016].

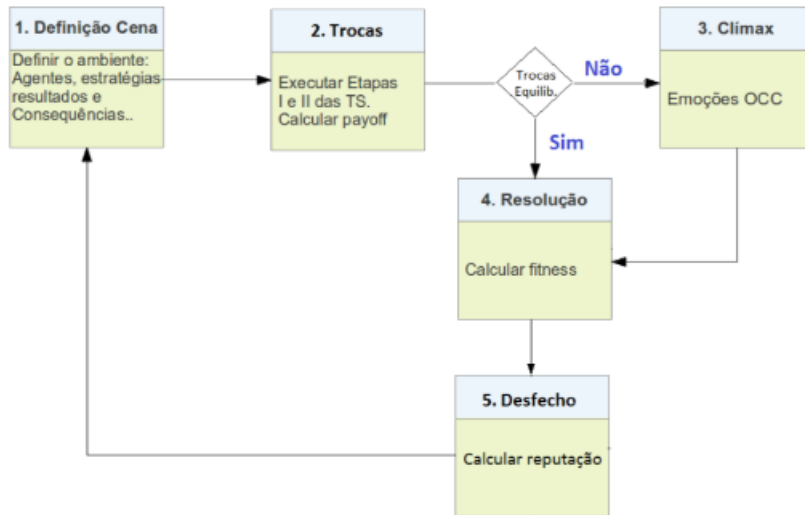
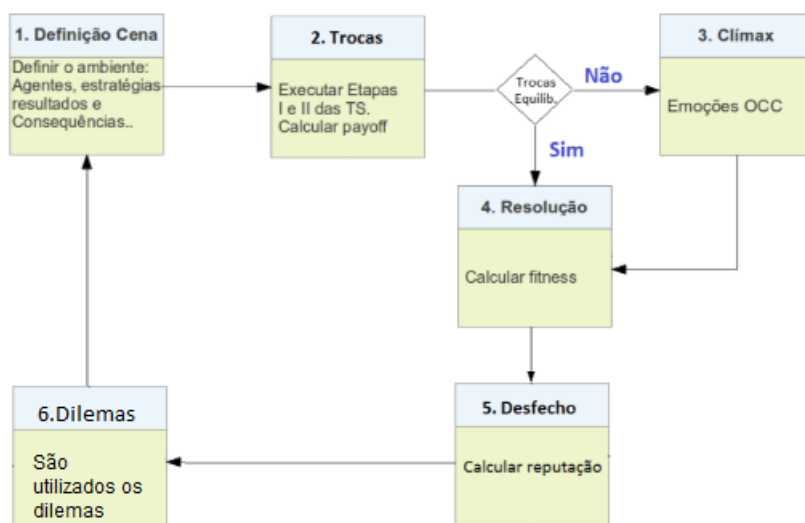


Figure 2. Resolução Dramática em Natyasastra com Dilemas.



balho Natyasastra, os dois dilemas a seguir foram escolhidos visando ter um maior impacto.

### **3.1. Dilema de cooperação**

É um dos dilemas mais comuns entre trocas de dois agentes. Tal dilema ocorre quando um jogador A coopera com trocas com agente B sem saber do posicionamento de B. O dilema ocorre porque A está constantemente duvidando da cooperação de B. Na implementação deste dilema, os agentes foram separados em grupos de confiança, forçando grupos mais inseguros a se adaptar à comunidade para prosseguir com suas trocas, enquanto grupos mais confiáveis não necessitam de tantos ajustes.

#### **3.1.1. Dilema de Indução**

Ocorre quando membros da comunidade A possuem uma posição e comportamento com desempenho superior aos demais, o que acaba ameaçando membros da sociedade B que se tornam incapazes de competir nas trocas por recursos. Membros do grupo B acabam aceitando atitudes do grupo A e tentam incorporá-las ao seu grupo. Nesta implementação do dilema, tal ocorre com agentes que possuem uma taxa de sucesso inferior aos melhores da sociedade, por possuírem uma taxa de sucesso inferior acabam sendo influenciados pelos melhores do grupo modificando seu vetor de probabilidades apenas, assim acrescentando peso maior às escolhas dos membros do grupo com maior taxa de sucesso.

### **3.2. Cenários de Análise dos Dilemas**

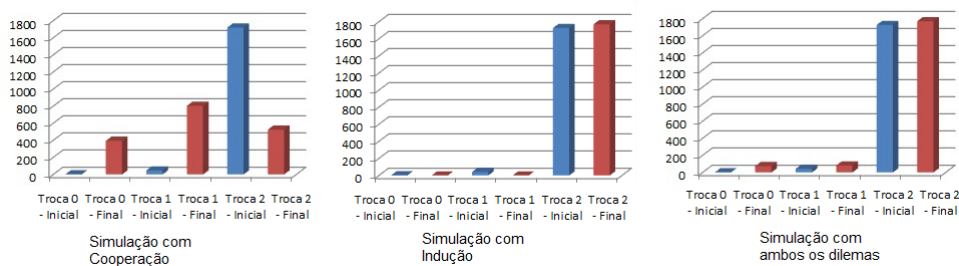
As simulações dos Dilemas em Natyasastra foram realizadas a partir de três cenários distintos utilizados no Natyasastra. Cada cenário utilizou 30 agentes para cada estratégia utilizada. A reputação dos agentes foi setada com 100%, com objetivo de ser fiel as simulações originais do Natyasastra, mantendo as estratégias iniciais e número de agentes de cada estratégia inicial.

É importante enfatizar que, apesar de ter o mesmo começo, a evolução da sociedade é inicialmente dada de forma aleatória, e à medida que os ciclos continuam, as estratégias começam a tomar forma, no entanto, houve casos em que o início da evolução tomou um curso prejudicial.

Nas simulações, construímos tabelas contendo a média das trocas completas (Trocas 2) quando um agente realizou um serviço e recebeu um serviço em troca, trocas incompletas (Trocas 1) quando apenas um agente ofereceu algo e o outro recusou-se a trocar em troca, e, quando não ocorrem trocas (Trocas 0).

#### **3.2.1. Cenário Altruísta**

No cenário altruísta, utilizamos 30 agentes altruístas fortes que têm um alto valor de investimento e esperam um baixo valor em retorno e 30 altruístas fracos que têm um valor de investimento um pouco menor e esperam um valor de retorno um pouco maior que os agentes altruístas, totalizando 60 agentes.

**Figure 3. Média das simulações no Cenário Altruísta.**

A Figura 3 mostra os resultados das simulações altruístas, divididas em 3 sessões, cooperação, indução e ambas. Nas simulações desse cenário usando o dilema de cooperação, houve uma perda nas trocas totais no final da simulação. Esse comportamento deve-se ao fato de que os agentes altruístas já estão normalmente dispostos a fazer trocas, no entanto, enfrentando o dilema para cooperar, acabaram dificultando sua cooperação.

Com o dilema de indução, houve um ganho nas trocas totais, superando a simulação sem os dilemas, o que se deve ao fato de que, com tantas trocas bem-sucedidas sendo realizadas por tantos agentes dispostos a fazer trocas, acaba gerando um número de agentes de grande influência, que levam a sociedade a um caminho com mais trocas.

No entanto, a maior surpresa ocorreu quando ambos os dilemas foram usados. Neste jogo, ao contrário do que era esperado, o dilema da cooperação, juntamente com o dilema da indução, aumentou consideravelmente o número de trocas, atingindo 90% dos casos, completando 100% das trocas.

### 3.2.2. Cenário Egoísta

No cenário egoísta, usamos 30 agentes egoístas fortes com baixo valor de investimento e alto valor de retorno esperado e 30 agentes egoístas fracos com um valor de investimento um pouco maior e esperando um valor de retorno um pouco menor do que os fortes agentes egoístas.

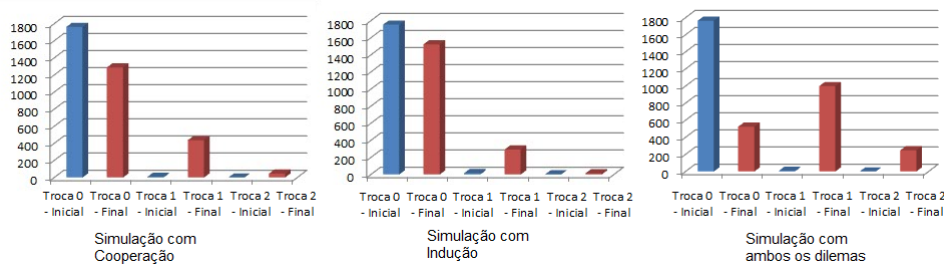
Na figura 4 é exposto os resultados das simulações egoístas, divididas em 3 sessões, cooperação, indução e ambas.

Nas simulações que utilizam o dilema da cooperação, é possível notar que o número de trocas completas é muitas vezes superior ao jogo sem o dilema, esse comportamento ocorre porque vários agentes entram no grupo de reforço para melhorar suas trocas.

Nas simulações que utilizam os dilemas de indução, o número de trocas totais ainda era maior do que o jogo sem o uso de dilemas, mas não era mais eficiente do que o dilema de cooperação. Esse resultado decorre do fato de que não há agentes modelo ideais para influenciar a população.

Com o uso de ambos os dilemas, foram obtidos várias trocas completas, 5 vezes maiores do que o número obtido usando o dilema de cooperação, esse comportamento

Figure 4. Média das simulações no Cenário Egoísta.



deve-se ao fato de que o dilema de cooperação permite que um agente exemplar surgisse para o grupo, e esse agente acaba influenciando toda a população através do dilema da indução.

### 3.2.3. Cenário com todas estratégias

Neste último cenário, as cinco estratégias estão presentes, 30 agentes de cada um totalizando 150 agentes, com o objetivo de mostrar um ambiente heterogêneo, contendo estratégias que promovem trocas como os altruístas e altruístas fracos, estratégias que inibem tais trocas como egoísta e egoísta fracas, e agentes racionais que têm o valor da oferta igual ao valor esperado.

Figura 5 mostra os resultados das simulações com todas as estratégias, divididas em 3 sessões, cooperação, indução e ambas.

No cenário com a influência do dilema da cooperação, o número de trocas completas diminuiu em média 1024 trocas, enquanto o número de trocas incompletas aumentou em 2157 trocas, como mostra a figura 5 o dilema da cooperação não é tão eficaz em estratégias que beneficiam as trocas.

No cenário com a influência do dilema de indução, obteve-se um ótimo ganho nas trocas completas, que em 80 % das simulações atingiram 100 % de bolsas completas como mostrado na figura 5, esse comportamento é devido à existência de agentes com boas condições físicas e evoluções que servem de exemplo para toda a sociedade.

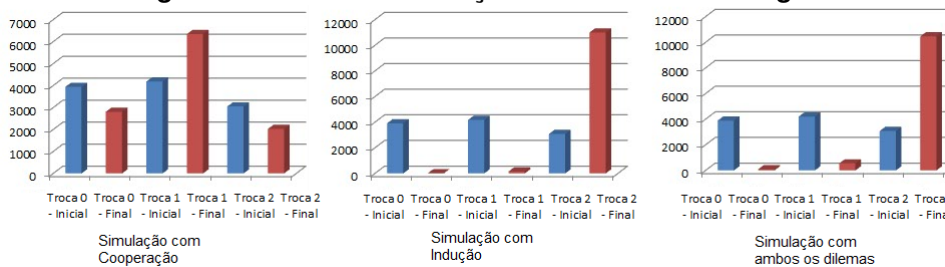
No último cenário, usando os dilemas de cooperação e indução, o ganho no comércio atingiu 100% de trocas completas em 70 % das simulações em seu ciclo final. O dilema da indução não foi tão eficaz em ambientes que não possuem agentes que servem como bons modelos como o segundo cenário. Em simulações que têm estratégias que inibem as trocas, o dilema da cooperação conseguiu obter uma melhora nas trocas.

Quanto pior o ambiente para as trocas, melhor será a ação do dilema da cooperação, melhorando as trocas e a aptidão nesses casos, no entanto, quanto mais favorável a cena para a troca, menos o dilema da cooperação é efetivo.

## 4. Conclusões e Trabalhos Futuros

Este trabalho teve como objetivo estudar como a cooperação e a indução influenciaram o cenário das trocas sociais entre os agentes, com base na teoria do drama complementando o drama da Natyasastra, além de obter a análise do impacto gerado pelos dilemas



**Figure 5. Média das simulações com Todas Estratégias.**

escolhidos nas simulações.

Com base na análise das simulações apresentadas neste trabalho, é possível deduzir que o dilema da cooperação tem um efeito negativo nas sociedades propensas a fazer trocas, o que representa um obstáculo adicional para a tomada de decisões, no entanto, tem um efeito benéfico em sociedades egoístas que já sofrem com a dificuldade de fazer trocas e acabam usando o dilema da cooperação para melhorar suas estratégias.

O dilema da indução, por outro lado, tem um efeito positivo em sociedades propensas a trocas, onde há vários exemplos a serem seguidos e onde todos estão tentando melhorar seu já elevado número de trocas, mas em sociedades egoístas, esse dilema teve pouco efeito, um dos fatores para isso é a falta de um modelo de agente, bem como a falta de dedicação para iniciar novas trocas na sociedade egoísta, sempre esperando receber muito sem colaborar com a sociedade.

A verdadeira surpresa ocorreu quando os dois dilemas interagiram na mesma sociedade, um dilema complementando as falhas do outro acabou aumentando o número de trocas completas em todos os cenários. Como trabalho futuro, será realizada a implementação dos restantes dilemas, possibilitando um estudo mais detalhado sobre seus impactos e relações nas sociedades.

## References

- Azar, A., Khosravani, F., and Jalali, R. (2014). Drama theory: A problem structuring method in soft or (a practical application: Nuclear negotiations analysis between islamic republic of iran and the 5+ 1 group). *The International Journal of Humanities*, 19(4):1–14.
- Dimuro, G. P. and Costa, A. C. R. (2006). Interval-based Markov decision processes for regulating interactions between two agents in multi-agent systems. In Dongarra, J., Madsen, K., and Wasniewski, J., editors, *Selected Papers of the 7th International Conference on Applied Parallel Computing, PARA'04, Lyngby*, number 3732 in LNCS, pages 102–111, Berlin. Springer.
- Howard, N. (1994). Drama theory and its relation to game theory. part 1: Dramatic resolution vs. rational solution. *Group Decision and Negotiation*. Kluwer Academic Publishers., pages 187–206.
- 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. In Schaub, T., Friedrich, G., and O'Sullivan, B., editors, *ECAI 2014 – 21st European*

*Conference on Artificial Intelligence, Proceedings*, number 263 in *Frontier in Artificial Intelligence and Applications*, pages 573–578, Netherlands. IOS Press.

Piaget, J. (1995). *Sociological Studies*. Routledge, London.

von Neumann, J. and Morgenstern, O. (1944). *Theory of Games and Economic Behavior*. Wiley, New York.

Wotter, R. G. (2016). *Natyasastra: Um jogo dramático de autorregulação de processos de trocas sociais baseado na teoria do drama*. Master's thesis, Programa de Pós-graduação em Computação da Universidade Federal do Rio Grande.

Wotter, R. G., Adamatti, D. F., and Dimuro, G. P. (2016). Self-regulation of social exchange processes: A model based in drama theory. In Bajo, J., Escalona, M. J., Giroux, S., Hoffa-Dkabrowska, P., Julián, V., Novais, P., Sánchez-Pi, N., Unland, R., and Azambuja-Silveira, R., editors, *Highlights of Practical Applications of Scalable Multi-Agent Systems. The PAAMS Collection: International Workshops of PAAMS 2016, Sevilla, Spain, June 1-3, 2016. Proceedings*, pages 161–172. Springer International Publishing, Cham.