

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE INFORMÁTICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM COMPUTAÇÃO

MÁRCIA HÄFELE ISLABÃO FRANCO

**Mecanismo de Interação entre Agentes:  
Construção e Avaliação de Trocas Sociais**

Tese apresentada como requisito parcial  
para a obtenção do grau de  
Doutor em Ciência da Computação

Prof. Dr. Antônio Carlos da Rocha Costa  
Orientador

Prof. Dr. Helder Manuel Ferreira Coelho  
Co-orientador

Porto Alegre, dezembro de 2008

## CIP – CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

Franco, Márcia Häfele Islabão

Mecanismo de Interação entre Agentes: Construção e Avaliação de Trocas Sociais / Márcia Häfele Islabão Franco. – Porto Alegre: PPGC da UFRGS, 2008 .

104 f.: il.

Tese (doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Computação, Porto Alegre, BR–RS, 2008 . Orientador: Antônio Carlos da Rocha Costa; Coorientador: Helder Manuel Ferreira Coelho.

1. Mecanismo de interação. 2. Diálogos de argumentação. 3. Valores de troca. 4. Poder social. 5. Atitudes. I. Costa, Antônio Carlos da Rocha. II. Coelho, Helder Manuel Ferreira. III. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Reitor: Prof. Carlos Alexandre Netto

Vice-Reitor: Prof. Rui Vicente Oppermann

Pró-Reitor de Pós-Graduação: Prof. Aldo Bolten Lucion

Diretor do Instituto de Informática: Prof. Flávio Rech Wagner

Coordenadora do PPGC: Profa. Luciana Porcher Nedel

Bibliotecária-Chefe do Instituto de Informática: Beatriz Regina Bastos Haro

# SUMÁRIO

<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS</b> . . . . .	6
<b>LISTA DE FIGURAS</b> . . . . .	7
<b>LISTA DE TABELAS</b> . . . . .	8
<b>RESUMO</b> . . . . .	9
<b>ABSTRACT</b> . . . . .	10
<b>1 INTRODUÇÃO</b> . . . . .	11
1.1 <b>Motivação</b> . . . . .	11
1.2 <b>Objetivos</b> . . . . .	13
1.3 <b>Contribuições</b> . . . . .	13
1.4 <b>Visão Geral</b> . . . . .	14
1.5 <b>Organização da Tese</b> . . . . .	16
<b>2 CONCEITOS BÁSICOS</b> . . . . .	17
2.1 <b>Teoria dos Valores de Troca</b> . . . . .	17
2.1.1 Trocas Completas . . . . .	18
2.1.2 Normas em Trocas Sociais . . . . .	19
2.1.3 Escala de Valores . . . . .	20
2.1.4 Equilíbrio em Trocas Sociais . . . . .	21
2.1.5 Desequilíbrio em Trocas Sociais . . . . .	21
2.1.6 Valores Qualitativos e Valores Quantitativos . . . . .	22
2.1.7 Observações e Comentários . . . . .	23
2.2 <b>Modelo de Interação de Thibaut e Kelley</b> . . . . .	23
2.2.1 Observações e Comentários . . . . .	23
2.3 <b>Mecanismos de Negociação</b> . . . . .	24
2.3.1 Construção de Mecanismos de Negociação . . . . .	25
2.3.2 Tomada de Decisão em Negociação . . . . .	28
2.3.3 Observações e Comentários . . . . .	31
2.4 <b>Argumentação e Diálogo em Negociação</b> . . . . .	32
2.4.1 Observações e Comentários . . . . .	35
2.5 <b>Poder Social</b> . . . . .	35
2.5.1 Poder Individual . . . . .	35
2.5.2 Poder Social . . . . .	36
2.5.3 Relações de Dependência . . . . .	38
2.5.4 Delegação e Adoção . . . . .	39

2.5.5	Observações e Comentários . . . . .	40
<b>2.6</b>	<b>Reputação em Sociedades Artificiais</b> . . . . .	40
2.6.1	Observações e Comentários . . . . .	41
<b>2.7</b>	<b>Trabalhos Relacionados</b> . . . . .	41
2.7.1	Observações e Comentários . . . . .	42
<b>2.8</b>	<b>Considerações Finais</b> . . . . .	42
<b>3</b>	<b>CARACTERÍSTICAS DOS AGENTES SOCIAIS</b> . . . . .	43
<b>3.1</b>	<b>Arquitetura dos Agentes Sociais</b> . . . . .	43
3.1.1	Base de Crenças . . . . .	44
3.1.2	Conjunto de Valores . . . . .	44
3.1.3	Conjunto de Compromissos . . . . .	44
3.1.4	Conjunto de Futuros Parceiros . . . . .	45
3.1.5	Conjunto de Relações de Dependência . . . . .	46
3.1.6	Capacidade . . . . .	47
3.1.7	Biblioteca de Argumentos . . . . .	47
3.1.8	Conjunto de Objetivos . . . . .	47
3.1.9	Conjunto de Planos . . . . .	47
3.1.10	Conjunto de Atitudes . . . . .	47
<b>3.2</b>	<b>Poder Individual e Social dos Agentes Sociais</b> . . . . .	48
<b>3.3</b>	<b>Atitudes dos Agentes Sociais</b> . . . . .	50
<b>3.4</b>	<b>Considerações Finais</b> . . . . .	52
<b>4</b>	<b>MECANISMO DE INTERAÇÃO ENTRE AGENTES: CONSTRUÇÃO E AVALIAÇÃO DE TROCAS SOCIAIS</b> . . . . .	53
<b>4.1</b>	<b>Etapas do Mecanismo de Interação</b> . . . . .	53
4.1.1	Estabelecimento de um Acordo sobre o Serviço . . . . .	54
4.1.2	Realização e Recepção do Serviço . . . . .	55
4.1.3	Avaliação do serviço . . . . .	56
<b>4.2</b>	<b>Protocolos do Mecanismo</b> . . . . .	58
4.2.1	Protocolo de Estabelecimento de um Acordo sobre o Serviço . . . . .	58
4.2.2	Protocolo de Argumentação . . . . .	60
4.2.3	Protocolos da Realização e Recepção do Serviço . . . . .	63
<b>4.3</b>	<b>Considerações Finais</b> . . . . .	65
<b>5</b>	<b>DESCRIÇÃO DOS EXPERIMENTOS</b> . . . . .	66
<b>5.1</b>	<b>Descrição do Cenário</b> . . . . .	66
<b>5.2</b>	<b>Objetivos dos Experimentos</b> . . . . .	66
<b>5.3</b>	<b>Descrição dos Experimentos</b> . . . . .	67
5.3.1	Experimento 1 - Trocas Segmentadas sem Argumentação e Agentes sem Características Sociais . . . . .	70
5.3.2	Experimento 2 - Trocas Segmentadas sem Argumentação e Agentes com Características Sociais . . . . .	71
5.3.3	Experimento 3 - Trocas Segmentadas com Argumentação e Agentes com Características Sociais . . . . .	71
5.3.4	Experimento 4 - Trocas Monolíticas sem Argumentação e Agentes sem Características Sociais . . . . .	72
5.3.5	Experimento 5 - Trocas Monolíticas sem Argumentação e Agentes com Características Sociais . . . . .	72

5.3.6	Experimento 6 - Trocas Monolíticas com Argumentação e Agentes com Características Sociais . . . . .	72
5.3.7	Trocas Segmentadas X Trocas Monolíticas . . . . .	73
<b>5.4</b>	<b>Considerações Finais . . . . .</b>	<b>73</b>
<b>6</b>	<b>AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS . . . . .</b>	<b>74</b>
<b>6.1</b>	<b>Resultados: Experimento 1 - Trocas Segmentadas sem Argumentação e Agentes sem Características Sociais . . . . .</b>	<b>74</b>
<b>6.2</b>	<b>Resultados: Experimento 2 - Trocas Segmentadas sem Argumentação e Agentes com Características Sociais . . . . .</b>	<b>74</b>
<b>6.3</b>	<b>Resultados: Experimento 3 - Trocas Segmentadas com Argumentação e Agentes com Características Sociais . . . . .</b>	<b>76</b>
6.3.1	Avaliação dos Resultados do Experimento 3 . . . . .	77
<b>6.4</b>	<b>Resultados: Experimento 4 - Trocas Monolíticas sem Argumentação e Agentes sem Características Sociais . . . . .</b>	<b>84</b>
<b>6.5</b>	<b>Resultados: Experimento 5 - Trocas Monolíticas sem Argumentação e Agentes com Características Sociais . . . . .</b>	<b>84</b>
<b>6.6</b>	<b>Resultados: Experimento 6 - Trocas Monolíticas com Argumentação e Agentes com Características Sociais . . . . .</b>	<b>85</b>
6.6.1	Avaliação dos Resultados do Experimento 6 . . . . .	86
<b>6.7</b>	<b>Características do Mecanismo de Interação . . . . .</b>	<b>92</b>
<b>6.8</b>	<b>Possíveis Aplicações . . . . .</b>	<b>93</b>
<b>6.9</b>	<b>Considerações Finais . . . . .</b>	<b>93</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSÕES . . . . .</b>	<b>95</b>
<b>7.1</b>	<b>Trabalhos Futuros . . . . .</b>	<b>96</b>
	<b>REFERÊNCIAS . . . . .</b>	<b>98</b>

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

IA	Inteligência Artificial
SMA	Sistemas Multiagentes
DOT	Domínios Orientados a Tarefas
DOE	Domínios Orientados a Estados
DOV	Domínios Orientados a Valores

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1:	Ciclo Geral do Mecanismo de Interação . . . . .	14
Figura 2.1:	Modelo de Troca de Serviços . . . . .	19
Figura 2.2:	Escala de Valores . . . . .	20
Figura 2.3:	Emergência do Poder . . . . .	38
Figura 3.1:	Arquitetura de um Agente Social . . . . .	44
Figura 3.2:	Trocas Sociais na Emergência do Poder . . . . .	49
Figura 3.3:	Estrutura da Personalidade dos Agentes Sociais . . . . .	50
Figura 6.1:	Resultados - Trocas Segmentadas sem Argumentação e Agentes sem Características Sociais . . . . .	75
Figura 6.2:	Resultados - Trocas Segmentadas sem Argumentação e Agentes com Características Sociais . . . . .	75
Figura 6.3:	Resultados - Trocas Segmentadas com Argumentação e Agentes com Características Sociais . . . . .	76
Figura 6.4:	Resultados - Trocas Monolíticas sem Argumentação e Agentes sem Características Sociais . . . . .	84
Figura 6.5:	Resultados - Trocas Monolíticas sem Argumentação e Agentes com Características Sociais . . . . .	85
Figura 6.6:	Resultados - Trocas Monolíticas com Argumentação e Agentes com Características Sociais . . . . .	86

## LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1:	Pesos Atribuídos de acordo com as Atitudes Adotadas . . . . .	70
Tabela 5.2:	Sucesso na Recolha dos Fragmentos . . . . .	70
Tabela 5.3:	Falhas na Recolha dos Fragmentos . . . . .	70
Tabela 5.4:	Importância do Serviço . . . . .	70



## RESUMO

Esta tese apresenta a formalização, construção e validação experimental de um mecanismo de interação entre agentes baseado em valores de troca. Através do mecanismo de interação, os agentes são capazes de estabelecer, avaliar e regular os balanços de troca de suas interações, com o objetivo de alcançar resultados que eles valorizem, i.e., considerem adequados. Na formalização do mecanismo de interação são considerados diversos aspectos abordados nas Ciências Sociais, na Psicologia e em Teorias Utilitaristas. No mecanismo são observados, igualmente, os aspectos sociais e psicológicos que podem influenciar os resultados das interações entre os agentes. Desse modo, o mecanismo leva em consideração que os agentes podem construir suas estratégias levando em consideração as informações relacionadas com o “poder social” e as “atitudes” de interação. No mecanismo de interação recorre-se aos diálogos de argumentação com a finalidade de permitir que os agentes possam influenciar os seus parceiros em relação ao estabelecimento de acordos sobre os serviços e aos valores de troca envolvidos nas interações. Na validação experimental, o cenário utilizado foi o dos “Robôs Coletores de Lixo em Marte”. Através dos resultados obtidos, pode-se observar que o mecanismo de interação considera os valores de troca no processo de formação da cooperação, auxiliando os agentes na escolha de futuros parceiros.

**Palavras-chave:** Mecanismo de interação, diálogos de argumentação, valores de troca, poder social, atitudes.

## **Interaction Mechanism between Agents: Construction and Evaluation of Social Exchanges**

### **ABSTRACT**

This thesis presents the formalization, construction and validation of an interaction mechanism based on exchange values. Through the interaction mechanism, the agents are capable to establish, to evaluate and to regulate the balances of exchange of their interactions, with the objective of reaching the results that they consider adequate. In the formalization of the mechanism several aspects of Social Sciences, Psychology and Utilitarian Theories are considered. In the mechanism are observed the social and psychological aspects that can influence the results of the interactions between the agents. In this manner, the mechanism considers that the agents can build their strategies considering the information related to the social power and to interaction attitudes. In the mechanism the argument dialogs are used with the purpose to allow the agents to influence their partners in relation to the establishment of agreements about the services and about the exchange values involved in the interactions. In the validation, the scenario used was the “Garbage Collector Robots in Mars”. Through the obtained results, it was possible to observe that the interaction mechanism considers the values of exchange in the process of formation of the cooperation, helping the agents to choose their future partners.

**Keywords:** Interaction mechanism, dialogues of argumentation, exchange values, social power, attitudes.

# 1 INTRODUÇÃO

“Multi-agent systems consist of a collection of autonomous agents that inter-operate within a shared social context and that perform actions to achieve their individual and collective objectives.”

(KARUNATILLAKE et al., 2006)

São muitos os trabalhos na área de Sistemas Multiagentes (SMA) que buscam inspiração nas Ciências Sociais e na Psicologia. Muitos destes trabalhos tentam capturar as influências dos fatores sociais no comportamento dos agentes em uma sociedade.

Esta tese apresenta a *formalização, construção e validação experimental de um mecanismo de interação entre agentes baseado em valores de troca para o estabelecimento, avaliação e regulação de interações sociais*. O mecanismo de interação é construído tendo por base teorias das Ciências Sociais, Psicologia e Teorias Utilitaristas. A construção deste mecanismo exigiu a definição de um *modelo de agente social que considera aspectos sociais e psicológicos, próprios e de outros agentes, ao longo das suas interações*.

## 1.1 Motivação

Segundo Castelfranchi; Micelli; Cesta (1992), em uma sociedade todos os indivíduos são dependentes uns dos outros. Essas relações de dependência entre indivíduos fazem com que alguns tenham “poder-sobre” as ações de outros. O mesmo ocorre nos SMA, onde os agentes muitas vezes possuem objetivos distintos a serem alcançados, porém nem sempre são capazes de realizar determinadas ações para atingirem os seus objetivos. Dessa forma, os agentes necessitam frequentemente interagir com outros agentes para assim, atingirem os objetivos pretendidos. Em outras palavras, os agentes necessitam interagir devido à sua interdependência.

Por esse motivo, a negociação desempenha um papel fundamental nas interações, pois possibilita aos agentes (ou grupos de agentes) atingirem um acordo em relação a algumas de suas atitudes mentais (e.g., crenças, objetivos ou planos), assim auxiliando o gerenciamento das interdependências existentes.

Na literatura sobre SMA, encontram-se diferentes modelos de negociação. Cada um dos modelos pode ser considerado mais apropriado para cada tipo de problema relacionado à negociação. Dentre esses modelos, pode-se citar: abordagens baseadas na Teoria dos Jogos (SANDHOLM, 2002), (ROSENSCHEIN; ZLOTKIN, 1994), abordagens baseadas em heurísticas (KRAUS, 2001), (FARATIN; SIERRA; JENNINGS, 1998) e abordagens baseadas em argumentação (OLIVA et al., 2008), (AMGOUD; DIMOPOULOS; MORAITIS, 2007), (RAHWAN; AMGOUD, 2006), (AMGOUD; PRADE, 2005)

e (PARSONS; MCBURNEY; WOOLDRIDGE, 2005).

Os modelos de Teoria dos Jogos e heurísticas usualmente consideram as utilidades ou as preferências dos agentes como sendo fixas, i.e., os agentes não podem influenciar diretamente as preferências de outros agentes, nem suas atitudes mentais. Já na abordagem baseada em argumentação, os agentes podem trocar informações ou argumentar sobre suas crenças e outras atitudes mentais durante o processo de negociação com a intenção de convencer outros agentes a adotarem suas próprias opiniões.

O mecanismo de interação introduzido nesta tese foi formalizado considerando alguns dos conceitos abordados nos modelos de Teoria dos Jogos. Dessa forma, os agentes sociais definidos nesta tese *possuem preferências em relação às suas atitudes mentais e buscam maximizar sua utilidade durante as suas interações*. A abordagem baseada em argumentação também é aplicada ao mecanismo de interação, *possibilitando aos agentes influenciarem uns aos outros durante suas interações*.

Para que os agentes possam argumentar é necessário que eles possuam habilidades que lhes permitam trocar seqüências de mensagens relacionadas a um mesmo assunto. Uma das formas possíveis para que isso ocorra é através de diálogos de argumentação. Muitos são os trabalhos que têm procurado definir protocolos de diálogos de argumentação, por exemplo: (ATKINSON et al., 2008), (PARSONS et al., 2007), (PERRUSSEL et al., 2007), (AMGOUD; HAMEURLAIN, 2006), (COGAN; PARSONS; MCBURNEY, 2005), (PARSONS; MCBURNEY, 2003) e (AMGOUD; PARSONS; MAUDET, 2000).

No mecanismo de interação proposto nesta tese *são definidos quatro tipos de protocolos de diálogos de argumentação*. Esses protocolos têm forte influência dos trabalhos de (COGAN; PARSONS; MCBURNEY, 2005) e (AMGOUD; PRADE, 2005). Os diálogos de argumentação utilizados no mecanismo de interação têm por objetivo *auxiliar os agentes a atingirem acordos em relação aos serviços e consenso em relação aos valores de troca associados aos serviços*. No processo de argumentação, os agentes têm por objetivo persuadir outros agentes para assim atingirem seus objetivos. Desse modo, os protocolos de diálogos de argumentação são definidos com base no diálogo de persuasão definido por (WALTON; KRABBE, 1995).

Em uma sociedade, as trocas sociais que ocorrem entre os agentes podem ser compreendidas por dois pontos de vista: i) as trocas estão relacionadas aos objetivos dos agentes ou da sociedade, ou ii) as trocas envolvem investimentos, benefícios e perdas de diversos tipos de elementos motivacionais e energéticos (e.g. tempo, emoções, energia, etc.). Nas trocas sociais, os valores resultantes das avaliações feitas pelos agentes podem ser de dois tipos: valores quantitativos ou valores qualitativos. Os valores quantitativos (i.e., valores econômicos) são os valores objetivos associados às trocas para representar a contribuição dessas para os objetivos dos agentes (ou da sociedade). Por outro lado, os valores qualitativos são valores subjetivos associados às trocas para representar a variação nos elementos motivacionais e energéticos envolvidos nelas.

Os “valores” focados nesta tese são os *valores qualitativos* (ou valores de desempenho), definidos por Piaget (1995) como valores de troca. Isso, devido ao fato de que as trocas sociais, neste contexto, envolvem investimentos, ganhos e perdas de diversos elementos motivacionais e energéticos dos agentes. No mecanismo de interação proposto *os valores de troca são considerados no raciocínio social do agente e, por isso, influenciam o comportamento dos agentes em relação às interações*.

O mecanismo de interação proposto nesta tese é construído para um *domínio orientado a valores* (ROSENSCHEIN; ZLOTKIN, 1994), porque o objetivo dos agentes é *atingir estados do mundo que tenham um determinado valor para eles* (i.e., resultados

que eles valorizem). Esses valores são valores que podem ser deduzidos a partir dos balanços dos valores de troca, sendo estes: i) trocas equilibradas, ii) formação de grupos e iii) reputação positiva na sociedade.

Na definição dos agentes sociais utilizados nesta tese são considerados os aspectos sociais e psicológicos. Desse modo, *os agentes apresentam características em relação ao “poder social”* (CASTELFRANCHI; MICELLI; CESTA, 1991). Também são atribuídas *atitudes aos agentes*, sendo assim, durante as interações os agentes podem adotar uma das seguintes atitudes: i) realista, ii) altruísta, ou iii) egoísta. Essas características *influenciam as estratégias dos agentes em suas interações, influenciando assim os resultados das interações*.

Dessa forma, *esta tese introduz um mecanismo de interação baseado em valores de troca que apóia o processo de formação da cooperação entre agentes. O mecanismo possibilita aos agentes estabelecer, analisar e regular as interações, auxiliando os mesmos na escolha de futuros parceiros*.

## 1.2 Objetivos

Esta tese tem como objetivo principal *apresentar a formalização, construção e validação experimental de um mecanismo de interação baseado em valores de troca capaz de auxiliar no estabelecimento, avaliação e regulação de interações sociais*.

Para atingir o objetivo principal é necessário atingir os seguintes objetivos específicos:

- Definição do mecanismo de interação de modo a possibilitar aos agentes interagirem de forma compatível com seus objetivos e atitudes, contribuindo para a formação de grupos de interação em que os agentes satisfaçam suas expectativas.
- Utilizar processos de argumentação no mecanismo de interação, de forma a auxiliar os agentes a atingirem seus objetivos (e.g., consenso em relação aos serviços e aos valores de troca associados aos serviços).
- Definição do mecanismo de interação de modo que seja possível levar os agentes sociais a utilizarem determinadas estratégias de interação preferenciais, e não outras, permitindo aos agentes a estabilidade do processo, na tentativa de atingir seus objetivos.
- Definição dos agentes sociais com características relacionadas ao *poder social*, de modo que essas características possam influenciar as estratégias dos agentes e assim os resultados das interações.
- Definição dos agentes sociais com atitudes de interação, de modo que essas características sejam consideradas na formação dos grupos e que também influenciem as estratégias e os resultados das interações.

## 1.3 Contribuições

Esta tese apresenta as seguintes contribuições:

- Introdução do conceito de *mecanismo de interação*, definido por analogia ao conceito de mecanismo de negociação: O mecanismo de interação é composto por protocolos - que definem a ordem das mensagens trocadas entre os agentes, e pelas

estratégias que os agentes podem e/ou devem usar durante a interação. O mecanismo de interação provê um *incentivo* aos agentes. O *incentivo* está relacionado à garantia de: i) trocas equilibradas, ii) formação de grupos, ou iii) reputação positiva na sociedade.

- Formalização e construção de um *mecanismo de interação* baseado nos valores qualitativos envolvidos nas interações e que é capaz de apoiar o processo de formação da cooperação: No mecanismo de interação, os valores de troca são considerados no raciocínio social do agente e, assim, influenciam o comportamento dos agentes em relação às interações.
- Integração ao *mecanismo de interação* de aspectos derivados de teorias de diferentes áreas, tais como: Ciências Sociais, Psicologia e Teorias Utilitaristas: No mecanismo de interação os protocolos de interação foram formalizados de acordo com os modelos de Piaget (1995) e Thibaut; Kelley (1986). As estratégias que os agentes adotam são influenciadas pelas características sociais e psicológicas que os agentes apresentam durante as suas interações. Além disso, os agentes possuem preferências em relação às suas atitudes mentais e buscam maximizar sua utilidade durante as suas interações.
- Formalizações que contribuem principalmente para as áreas de: i) Simulação Social, ii) Sistemas Colaborativos, e iii) Jogos.

## 1.4 Visão Geral

A Figura 1.1 ilustra o ciclo geral do mecanismo de interação social.

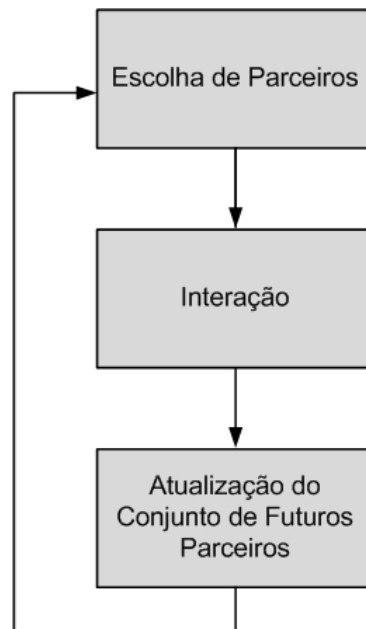


Figura 1.1: Ciclo Geral do Mecanismo de Interação

### Escolha de Parceiros

Os agentes devem, primeiramente, escolher seus futuros parceiros, i.e., escolher à quem delegar serviços e de quem adotar serviços.

Nas simulações do mecanismo de interação, os agentes utilizam a estratégia de delegar serviços aos agentes pertencentes ao seu conjunto de futuros parceiros (ver seção 3.1.4). Esse conjunto possui uma ordem de preferência, essa ordem é dada pelas relações de dependência (ver seção 3.1.5) e pela reputação do agente na sociedade (ver seção 3.1.4). Neste caso, os agentes utilizam a estratégia de delegar serviços aos agentes com os quais eles possuem relações de dependência positiva (i.e., “poder-sobre” os objetivos do agente) e aos agentes que possuem reputação positiva na sociedade.

Em relação à adoção de serviços (ver seção 3.2), os agentes utilizam nas simulações a estratégia de formar grupos com os agentes com os quais eles possuem compromisso (i.e., dívida adquirida) ou com os agentes com os quais eles possuem relações de dependência recíproca. Porém, os agentes poderiam utilizar outras estratégias como por exemplo:

- Escolher futuros parceiros de acordo com suas atitudes. Neste caso, por exemplo, os agentes nunca formariam grupo com agentes de atitude egoísta. Eles também poderiam formar grupos somente com agentes de atitude altruísta;
- Escolher apenas os agentes que possuem relações de dependência recíproca como futuros parceiros .

### **Interação**

Durante a interação, os agentes realizam as três etapas que compõem o mecanismo (ver seção 4.1), sendo estas:

- Estabelecimento de um acordo sobre o serviço;
- Realização e Recepção do serviço;
- Avaliação do serviço.

A etapa de realização e recepção do serviço pode ser realizada através das trocas segmentadas ou através das trocas monolíticas (ver seção 4.1.2). Nas interações do tipo segmentadas os agentes podem utilizar a estratégia, durante a interação, de quebrar o acordo estabelecido, caso a interação não esteja de acordo com suas expectativas. Tanto nas interações segmentadas quanto nas monolíticas, os agentes podem argumentar para tentar atingir consensos em relação aos valores atribuídos aos serviços. Neste caso, os agentes utilizam a estratégia de iniciar um diálogo caso o resultado final da interação não seja equilibrada.

Nas simulações, os agentes decidem se devem ou não aceitar um argumento levando em consideração se o agente emissor possui “poder-sobre” o agente receptor. Outras estratégias de argumentação poderiam ser utilizadas, por exemplo:

- Nunca iniciar um diálogo caso o agente receptor tenha “poder-sobre” o emissor;
- Nunca aceitar um argumento submetido por um agente sobre o qual ele possua “poder-sobre”.

Nas simulações, durante a etapa de avaliação do serviço, os agentes avaliam as suas interações considerando apenas as interações que resultaram em equilibradas. Os agentes poderiam utilizar outras estratégias, sendo estas:

- Considerar apenas interações desequilibradas;

- Considerar as interações finalizadas sem sucesso.

### **Atualização do Conjunto de Futuros Parceiros**

Com a finalização da interação, os agentes adquirem novas informações a respeito do seu parceiro. Essas informações servem para atualizar a base de crenças dos agentes. Nas simulações, os agentes atualizam o conjunto de compromisso e o conjunto de futuros parceiros, sendo que, o conjunto de futuros parceiros considera as relações e dependência e a reputação do agente. Os agentes poderiam utilizar outras estratégias de atualização, por exemplo:

- Não armazenar no conjunto de futuros parceiros os agentes que as interações resultaram em desequilibradas;
- Não considerar os agentes com os quais possui dívida adquirida (compromisso efetuado).

## **1.5 Organização da Tese**

A tese está organizada da seguinte maneira:

- No Capítulo 2 são apresentados os conceitos básicos envolvidos na tese, tais como: Teoria dos Valores de Troca, Modelo de Interação de Thibaut e Kelley, Mecanismos de Negociação, Argumentação e Diálogo em Negociação, Poder Social e Reputação. Neste Capítulo também são apresentados os trabalhos relacionados com o tema da tese.
- O Capítulo 3 apresenta as características dos agentes sociais definidos nesta tese.
- O Capítulo 4 apresenta o mecanismo de interação e suas características.
- O Capítulo 5 apresenta a descrição dos experimentos realizados e o cenário utilizado.
- No Capítulo 6 são apresentados os resultados obtidos e a sua avaliação.
- Por fim, no Capítulo 7 são apresentadas as conclusões e os trabalhos futuros.



## 2 CONCEITOS BÁSICOS

Este capítulo apresenta os conceitos básicos em que se apoia a presente tese. Na seção 2.1 é apresentada a Teoria dos Valores de Troca, assim como algumas definições que inspiraram a construção do mecanismo de interação. Na seção 2.2 é apresentado o modelo de Thibaut e Kelley e suas contribuições na formalização do mecanismo de interação. Na seção 2.3, são discutidos os conceitos relacionados aos mecanismos de negociação. A seção 2.4 apresenta definições abordadas nos modelos de negociação baseados em argumentação. Também são discutidas na seção 2.4 questões relacionadas aos diálogos de argumentação. A seção 2.5 apresenta definições sobre poder social. A seção 2.6 apresenta uma breve discussão sobre o conceito de reputação em sociedades artificiais. Na seção 2.7 são apresentados os trabalhos relacionados ao tema da tese. Por fim, na seção 2.8, são apresentadas as considerações finais deste capítulo.

### 2.1 Teoria dos Valores de Troca

A teoria de Piaget (1995) estuda e formaliza a dinâmica das “interações sociais” como um sistema de “trocas de serviços” entre indivíduos de uma sociedade. Segundo Piaget (1995), uma sociedade é formada pelas interações que ocorrem entre os indivíduos. Em uma interação social podem estar envolvidos três tipos de elementos, sendo estes:

- **Valores:** constituem o sistema de trocas, são elementos indispensáveis para caracterizar o modelo das interações;
- **Normas:** constituem o sistema de obrigações, definem as condições de equilíbrio das trocas;
- **Sinais:** constituem o sistema de símbolos convencionais que expressam os valores e as normas.

De acordo com Piaget (1995), os valores são definidos como qualquer coisa que possibilita realizar uma troca. Por outro lado, Piaget (1995) também define como valores as construções mentais de caráter “qualitativo”, que se associam mentalmente aos serviços durante uma “troca de serviços”.

As “interações sociais” são estruturadas em torno de “trocas sociais” (i.e., trocas de serviços entre indivíduos). As “trocas sociais” são as realizações de serviços entre indivíduos em benefício de outro. Tais trocas envolvem investimentos, benefícios e perdas de diversos tipos de elementos motivacionais (e.g. tempo, dinheiro, emoções, expectativas, energia). Desse modo, as “interações sociais” envolvem realizações e avaliações de serviços.

As “trocas de serviços” que ocorrem em uma sociedade podem ser avaliadas pelos indivíduos. As avaliações dos resultados dessas trocas podem ser feitas não só em função da sua contribuição para os objetivos finais do indivíduo ou da sociedade, mas também em função da variação dos elementos motivacionais envolvidos. Piaget (1995) associa a esta última variação um conjunto especial de valores denominados “valores de troca”.

Os “valores de troca” são formalmente definidos como valores “qualitativos”, os quais podem ser associados às ações, pensamentos ou emoções envolvidos nas “trocas de serviços”. Todos os serviços que um indivíduo presta ou do qual se beneficia constituem os “valores de troca” ou resultam deles. Os “valores de troca” podem gerar:

- **Dívidas:** obrigações de realizar novos serviços em compensação aos serviços recebidos anteriormente (i.e., dívidas morais);
- **Créditos:** direito de exigir a realização de um novo serviço em compensação aos serviços prestados anteriormente (i.e., créditos morais).

Os “valores de troca” têm grande importância em uma sociedade, sendo capazes de influenciar o comportamento dos indivíduos quanto às interações.

Em toda “troca de serviço” entre indivíduos, Piaget (1995) identifica quatro tipos de “valores de troca” resultantes das avaliações das ações prestadas ou recebidas pelos indivíduos. Esses “valores” são denominados:

- $r$ : “valor de renúncia” ou “valor de custo”.
- $s$ : “valor de satisfação” (este valor pode ser positivo ou negativo).
- $t$ : “valor de reconhecimento”.
- $v$ : “valor de crédito”.

### 2.1.1 Trocas Completas

De acordo com Piaget (1995), “trocas completas” entre dois indivíduos, denominados  $\alpha$  e  $\beta$ , ocorrem envolvendo dois tipos de estágio. A Figura 2.1 apresenta o modelo de “troca de serviço” definido por Piaget (1995).

O primeiro tipo de estágio é denominado  $I_{\alpha\beta}$  e consiste de quatro passos:

- i)  $\alpha$  realiza uma ação, de custo  $r_\alpha$ , em benefício de  $\beta$ .
- ii)  $\beta$  expressa satisfação em  $s_\beta$  pela ação de  $\alpha$ .
- iii)  $\beta$  reconhece em  $t_\beta$  o valor da ação prestada por  $\alpha$ .
- iv)  $\alpha$  se sente valorizado em  $v_\alpha$  pelo reconhecimento de  $\beta$ .

Após a conclusão do primeiro estágio,  $\alpha$  pode cobrar ao  $\beta$  o crédito adquirido - solicitando que  $\beta$  execute algum serviço em seu benefício. Assim, o segundo estágio denominado  $II_{\alpha\beta}$  ocorre da seguinte forma:

- i)  $\alpha$  requisita uma ação de  $\beta$  em troca do seu crédito  $v_\alpha$  adquirido no primeiro estágio da troca.
- ii)  $\beta$  reconhece em  $t_\beta$  sua dívida com  $\alpha$ .

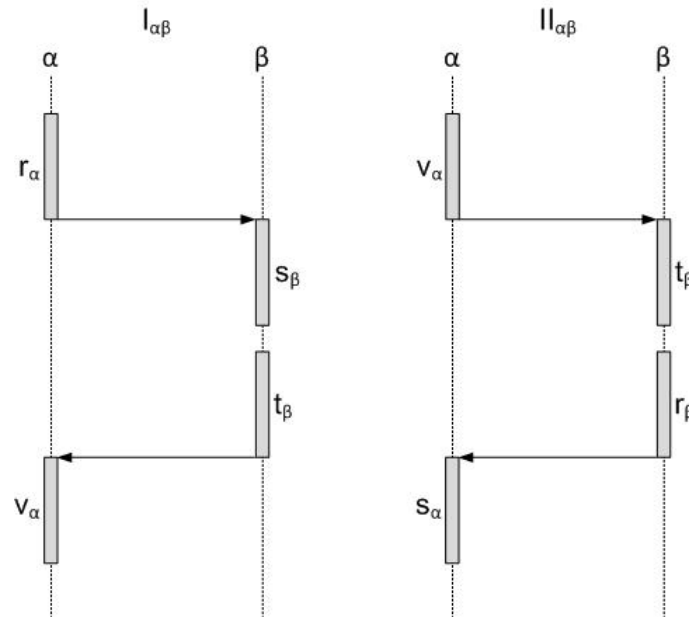


Figura 2.1: Modelo de Troca de Serviços

- iii)  $\beta$  realiza uma ação de custo  $r_{\beta}$  em benefício de  $\alpha$ .
- iv)  $\alpha$  expressa satisfação em  $s_{\alpha}$  pela ação recebida de  $\beta$ .

A “troca de serviços” entre os indivíduos está completa após a finalização do estágio  $II_{\alpha\beta}$ . Os “valores de troca” envolvidos no processo de “troca de serviços” são classificados em dois tipos:

- **Valores Materiais:** os “valores materiais” são os valores resultantes da avaliação das ações reais ocorridas durante a interação - representam uma ação concreta ou um sentimento de gratidão ou decepção.
- **Valores Virtuais:** os “valores virtuais” são valores correspondentes as dívidas e créditos que se tornarão “valores materiais” em futuras interações - permanecem armazenados na consciência dos indivíduos, i.e., representam compromissos entre indivíduos.

Os “valores materiais” ocorrem nos instantes (i) e (ii) no estágio  $I_{\alpha\beta}$ , (iii) e (iv) no estágio  $II_{\alpha\beta}$ . Já os “valores virtuais” ocorrem em (iii) e (iv) no estágio  $I_{\alpha\beta}$ , (i) e (ii) no estágio  $II_{\alpha\beta}$ .

### 2.1.2 Normas em Trocas Sociais

Segundo Piaget (1995) as normas definem o equilíbrio da sociedade. As normas são representadas por:

- **Equações** que definem o equilíbrio da sociedade e que devem ser verificadas entre os valores envolvidos nas trocas.
- **Operações** capazes de fazer com que o equilíbrio seja restabelecido, em caso de desequilíbrio.

As **equações e operações** que representam “trocas equilibradas”, assim como as que determinam situações de desequilíbrio, são apresentadas nas seções 2.1.4 e 2.1.5, respectivamente. Para maiores informações e exemplos de normas em trocas sociais ver (PALAZZO, 2006), (RIBEIRO; COSTA; BORDINI, 2003) e (PIAGET, 1995).

### 2.1.3 Escala de Valores

Em toda sociedade existem diversas “escalas de valores” (PIAGET, 1995). Esses valores podem derivar de diversas fontes, tais como: interesses e gostos individuais ou valores coletivos impostos por normas inseridas na sociedade.

As “escalas de valores” desempenham um papel importante na sociedade, pois possibilitam que ocorra comparação entre os valores atribuídos aos serviços trocados. Em outras palavras, todos os serviços efetivamente ou virtualmente prestados pelos indivíduos podem ser avaliados e comparados segundo determinadas relações de valores. Essas relações constituem uma escala, ordenada conforme a intensidade, que permite a comparação entre dois valores.

Uma “escala de valores” pode ser formalmente representada por um sistema de relações assimétricas. A Figura 2.2 ilustra um exemplo de “escala de valores”. Nesse exemplo, a notação “ $0 \uparrow a A$ ” significa que: *A tem mais valor do que 0* - sendo “*a*” a diferença entre eles.

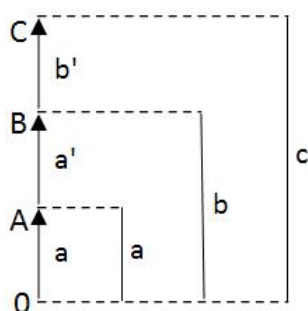


Figura 2.2: Escala de Valores

Através desse sistema de relações assimétricas, podem-se derivar duas operações:

- Adição de valores:  $\uparrow a + \uparrow a' = \uparrow b$
- Subtração de valores:  $\uparrow b - \uparrow a' = \uparrow a$

As operações de “adição de valores” e “subtração de valores” são usadas para implementar a variação dos “valores de troca” e são formalizadas de modo a assegurar o caráter “qualitativo” dos valores (RIBEIRO; COSTA; BORDINI, 2003).

As “escalas de valores” podem ter um determinado tempo de duração, de acordo com a dinâmica da sociedade. Porém, em um dado momento da sociedade, haverá sempre um conjunto de escalas que permitirá a análise das trocas ocorridas entre os indivíduos (para maiores detalhes ver (PALAZZO, 2006)).

Os indivíduos também podem possuir várias “escalas de valores”, sendo cada uma delas aplicável a diferentes situações e/ou diferentes parceiros. As “escalas” podem, também, estar hierarquicamente relacionadas, pois podem existir objetivos de mais alto nível que são comuns a mais de uma escala de um mesmo indivíduo (ver (PIAGET, 1995) para maiores explicações).

### 2.1.4 Equilíbrio em Trocas Sociais

Durante os dois estágios da troca ( $I_{\alpha\beta}$  e  $II_{\alpha\beta}$ ), os “valores de troca” acumulados pelos indivíduos sofrem variações (conforme descrito na seção 2.1) que são classificadas como: positivas (satisfação ou lucro), negativas (prejuízo) ou nulas (equilibradas). Dessa forma, as situações de equilíbrio para os estágios  $I_{\alpha\beta}$  e  $II_{\alpha\beta}$  são formalizadas nas equações 2.1 e 2.2, respectivamente:

$$(r_{\alpha} = s_{\beta}) \wedge (s_{\beta} = t_{\beta}) \wedge (t_{\beta} = v_{\alpha}) \Rightarrow (v_{\alpha} = r_{\alpha}) \quad (2.1)$$

onde:

- $(r_{\alpha} = s_{\beta})$ : a satisfação de  $\beta$  é equivalente ao serviço prestado por  $\alpha$ .
- $(s_{\beta} = t_{\beta})$ : o reconhecimento de  $\beta$  é equivalente à sua satisfação.
- $(t_{\beta} = v_{\alpha})$ : o crédito de  $\alpha$  é equivalente ao reconhecimento de  $\beta$ .
- $(v_{\alpha} = r_{\alpha})$ : o crédito de  $\alpha$  é equivalente ao serviço prestado por ele.

$$(v_{\alpha} = t_{\beta}) \wedge (t_{\beta} = r_{\beta}) \wedge (r_{\beta} = s_{\alpha}) \Rightarrow (s_{\alpha} = v_{\alpha}) \quad (2.2)$$

onde:

- $(v_{\alpha} = t_{\beta})$ :  $\beta$  reconhece uma dívida equivalente ao crédito de  $\alpha$ .
- $(t_{\beta} = r_{\beta})$ :  $\beta$  salda sua dívida sob forma de serviço equivalente.
- $(r_{\beta} = s_{\alpha})$ : a satisfação de  $\alpha$  é equivalente ao serviço prestado por  $\beta$ .
- $(s_{\alpha} = v_{\alpha})$ : a satisfação de  $\alpha$  é equivalente ao crédito cobrado.

Neste caso, quando as variações dos “valores de troca”, resultantes das avaliações da ação prestada ou recebida, forem equivalentes, significa que  $\alpha$  foi valorizado por  $\beta$  proporcionalmente ao serviço que lhe foi prestado.

Segundo Piaget (1995) existem duas condições essenciais para o equilíbrio das trocas:

- 1) Quando os esforços e proveitos dos indivíduos se compensam para ambos.
- 2) Quando ocorre conservação dos valores entre as equações 2.1 e 2.2. Desse modo, os créditos e dívidas adquiridos pelos indivíduos durante a troca permanecem os mesmos com o passar do tempo.

Em outras palavras, deve existir equilíbrio na dinâmica dos valores, tanto durante os estágios, quanto na transição entre os estágios da troca.

### 2.1.5 Desequilíbrio em Trocas Sociais

Piaget (1995) observa que situações de desequilíbrio podem ocorrer durante a “troca de serviços” (e.g., quando entram em questão os interesses individuais). Por exemplo:

- Quando a renúncia de  $\alpha$  é maior que a satisfação de  $\beta$ , ou quando  $\beta$  não reconhece a ação desempenhada por  $\alpha$  (equação 2.3)

$$(r_{\alpha} > s_{\beta}) \wedge (s_{\beta} = t_{\beta}) \wedge (t_{\beta} = v_{\alpha}) \Rightarrow (r_{\alpha} > v_{\alpha}) \quad (2.3)$$

Neste caso,  $\alpha$  trabalha com prejuízo e não tem sucesso em sua ação social. Dessa forma,  $\alpha$  pode agir de duas maneiras: i) submeter-se às avaliações de  $\beta$  - mudando suas atitudes ou alterando sua “escala de valores”, ou ii) desvalorizar  $\beta$  - pois  $\beta$  não está reconhecendo o seu trabalho.

- O custo da ação de  $\alpha$  é menor que sua valorização (equação 2.4)

$$(r_\alpha < s_\beta) \wedge (s_\beta = t_\beta) \wedge (t_\beta = v_\alpha) \Rightarrow (r_\alpha < v_\alpha) \quad (2.4)$$

Neste caso,  $\alpha$  está em vantagem, pois seu trabalho é supervalorizado em relação ao seu esforço.

- A renúncia de  $\alpha$  é maior que o reconhecimento de  $\beta$  (equação 2.5)

$$(r_\alpha = s_\beta) \wedge (s_\beta > t_\beta) \wedge (t_\beta = v_\alpha) \Rightarrow (r_\alpha > v_\alpha) \quad (2.5)$$

Neste caso,  $\alpha$  trabalha novamente com prejuízo, pois  $\beta$  não assume compromisso com a mesma intensidade.

- A satisfação de  $\beta$  é menor que seu compromisso com  $\alpha$  (equação 2.6)

$$(r_\alpha = s_\beta) \wedge (s_\beta < t_\beta) \wedge (t_\beta = v_\alpha) \Rightarrow (r_\alpha < v_\alpha) \quad (2.6)$$

Neste caso, ocorre a supervalorização de  $\alpha$  por  $\beta$ , pois  $\beta$  assume compromisso maior que sua satisfação.

De acordo com Piaget (1995), essas situações são relações qualificadas, diretamente percebidas pelos indivíduos, de forma que cada indivíduo pode perceber se suas ações foram avaliadas de acordo com o que lhe realmente custaram.

### 2.1.6 Valores Qualitativos e Valores Quantitativos

Os “valores de troca” na abordagem de Piaget (1995) são denominados valores “qualitativos”. Estes diferem dos valores econômicos que são denominados por valores “quantitativos”. Os “valores de troca” são comparados em termos da sua magnitude, porém não podem ser operados algebricamente da mesma forma que os valores econômicos.

No entanto, existe uma relação entre esses dois tipos de valores. Piaget (1995) mostra como os valores quantitativos surgem a partir dos valores qualitativos, demonstrando como as regras de equilíbrio da troca econômica podem ser deduzidas a partir dos dois estágios da troca de valores qualitativos.

Observa-se na equação 2.7 que os “valores virtuais” são anulados e que resta a proposição  $(r_\alpha = s_\beta) \wedge (r_\beta = s_\alpha)$ . Desse modo, pode-se concluir que:

- Nas trocas econômicas são considerados apenas os valores de trocas atuais, ou seja, somente as avaliações feitas sobre ações concretas.
- No sistema de valores proposto por Piaget (1995), os valores virtuais são vistos como valores de controle (coordenação) e os valores atuais como valores efetivos.

$$\begin{aligned} I_{\alpha\beta}(\downarrow r_\alpha) + (\uparrow s_\beta) + (\downarrow t_\beta) + (\uparrow v_\alpha) &= 0 \\ II_{\alpha\beta}(\downarrow v_\alpha) + (\uparrow t_\beta) + (\downarrow r_\beta) + (\uparrow s_\alpha) &= 0 \\ \frac{(\downarrow r_\alpha) + (\uparrow s_\beta) + (\downarrow r_\beta) + (\uparrow s_\alpha)}{(\downarrow r_\alpha) + (\uparrow s_\beta) + (\downarrow r_\beta) + (\uparrow s_\alpha)} &= 0 \end{aligned} \quad (2.7)$$

Segundo Piaget (1995) os “valores de troca” não se resumem a valores econômicos, pois incluem valores não quantificáveis, e.g., satisfação de uma pessoa em relação a um serviço recebido. Os valores econômicos não estão excluídos do contexto considerado por Piaget (1995). Porém, por mais importantes que sejam, estes constituem somente uma pequena parcela do conjunto de valores que operam em uma sociedade.

### 2.1.7 Observações e Comentários

Observou-se que a Teoria dos Valores de Troca fornece uma definição rica e também a formalização das “trocas sociais”. Além disso, fornece regras que permitem verificar, através dos valores de troca, o equilíbrio das interações, permitindo acompanhar e analisar o processo de interação entre os agentes. Essas características foram aplicadas na construção do mecanismo de interação.

## 2.2 Modelo de Interação de Thibaut e Kelley

Thibaut; Kelley (1986) fazem uma análise das interações sociais, identificando e classificando elementos básicos que estão envolvidos nas interações entre indivíduos. A essência de um relacionamento interpessoal são as *interações*, sendo que dois indivíduos formam um relacionamento quando em repetidas ocasiões eles são observados interagindo (THIBAUT; KELLEY, 1986).

Durante as interações os indivíduos exibem comportamentos, realizam tarefas, ou comunicam-se uns com os outros. As ações que cada indivíduo realiza em suas interações afetam outros indivíduos. De acordo com Thibaut; Kelley (1986) cada indivíduo tem um repertório de possíveis comportamentos que são produzidos durante uma interação.

No modelo de Thibaut; Kelley (1986), durante uma interação, os indivíduos agem ao mesmo tempo, cada um realizando uma ação e recebendo a ação do outro, e avaliando custos e recompensas no mesmo instante de tempo. Esse modelo difere do modelo de Piaget (1995) que separa as etapas de realização e de satisfação.

No modelo de Thibaut; Kelley (1986) apenas os valores materiais estão envolvidos nas interações. Esses valores são gerados ao mesmo tempo, e são calculados em função de dois conceitos:

- $r$ : custo associado à realização do serviço;
- $s$ : benefício adquirido pelo serviço recebido.

Os valores  $r$  e  $s$  são os balanços dos custos e benefícios das ações de prestar/receber serviços. O que difere do modelo de Piaget (1995) é que tanto prestar um serviço quanto receber um serviço tem os dois aspectos, de custo e benefício.

### 2.2.1 Observações e Comentários

Durante a construção do mecanismo de interação, observou-se que seria importante adaptar um modelo de interação que permitisse representar processos de interações segmentadas (e.g., avaliação e realização de ações ao mesmo tempo). O modelo de Thibaut; Kelley (1986) supre essa necessidade, permitindo que os agentes avaliem as ações ao mesmo tempo em que as recebem.

## 2.3 Mecanismos de Negociação

Em SMA, os agentes possuem objetivos a serem alcançados. Porém, muitas vezes esses objetivos não podem ser atingidos, ou porque os agentes não possuem capacidade (“poder-de”) ou recursos suficientes para solucionar seus problemas, ou porque há interdependências entre os agentes (“poder-sobre”). Desse modo, os agentes necessitam negociar com outros agentes para assim atingirem os seus objetivos.

A negociação é o processo que permite que grupos de agentes se comuniquem para tentar estabelecer um acordo, mutuamente aceitável, para a solução de um determinado problema. Em outras palavras, é um processo executado na intenção de possibilitar que os agentes atinjam um consenso na distribuição de tarefas ou recursos (JENNINGS et al., 2001).

As negociações são realizadas através de protocolos. Rosenschein; Zlotkin (1994) diferenciam os protocolos, que tratam de questões de baixo nível, dos protocolos de alto nível. Segundo os autores, os protocolos de baixo nível lidam com questões de comunicação (e.g., estrutura das mensagens). Já os protocolos de alto nível especificam os tipos de acordos que os agentes podem fazer, assim como a seqüência de propostas e contra-propostas que são permitidas. Esses protocolos não lidam com os mecanismos de comunicação, mas sim com o conteúdo.

Todo protocolo de negociação existe para produzir um acordo. O acordo é relativo aos objetivos dos agentes. Desse modo, os protocolos de negociação estão diretamente conectados a um domínio. Rosenschein; Zlotkin (1994) classificam os domínios em três tipos:

- **Domínios Orientados a Tarefas (DOT):** são domínios em que uma atividade do agente pode ser definida em termos de um conjunto de tarefas que ele tem que realizar. Essas tarefas podem ser realizadas sem considerar interferências de outros agentes. Todos os recursos necessários para a realização das tarefas estão disponíveis ao agente. Por outro lado, é possível que os agentes possam atingir acordos onde eles redistribuam algumas tarefas para benefício de todos.

Um DOT é uma tupla  $\langle T, A, c \rangle$  onde:

1.  $T$  é um conjunto de todas as tarefas possíveis;
2.  $A = \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$  é uma lista ordenada de agentes;
3.  $c$  é uma função monotônica  $c : [2^T] \rightarrow \mathbb{R}^+$ , onde  $[2^T]$  é o conjunto de todos subconjuntos finitos de  $T$ . Para cada conjunto finito de tarefas  $X \subseteq T$ ,  $c(X)$  é o custo de executar todas as tarefas em  $X$  por um único agente.  $c$  é monotônico, i.e., para dois subconjuntos finitos  $X \subseteq Y \subseteq T$ ,  $c(X) \leq c(Y)$ ;
4.  $c(\emptyset) = 0$ .

Um encontro em um DOT  $\langle T, A, c \rangle$  é uma lista ordenada  $(T_1, T_2, \dots, T_n)$  tal que para todo  $k \in \{1..n\}$ ,  $T_k$  é um conjunto finito de tarefas de  $T$  que  $A_k$  necessita atingir.  $T_k$  também é chamado de objetivo de  $A_k$ .

- **Domínios Orientados a Estados (DOE):** são domínios onde cada agente está concentrado em atingir um estado do mundo a partir de um estado inicial. Estes são domínios com que muitas pesquisas em IA têm trabalhado. O Mundo dos Blocos é um exemplo clássico desse domínio. Os agentes têm objetivos de alcançar um tipo



determinado de estado do mundo. DOE são um superconjunto dos DOT. Em DOE, existem recursos limitados (e.g., espaço e tempo), e os agentes têm que resolver conflitos sobre esses recursos.

Um DOE é uma tupla  $\langle S, A, J, c \rangle$  onde:

1.  $S$  é um conjunto de todos os estados do mundo possíveis;
2.  $A = \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$  é uma lista ordenada de agentes;
3.  $J$  é um conjunto de todos os planos conjuntos possíveis (i.e., n-agentes). As ações realizadas pelo agente  $k$  em  $J$  são chamadas *papéis* de  $k$  em  $J$ , denominados  $J_k$ ;
4.  $c$  é uma função  $c : J \rightarrow (\mathbb{R}^+)^n$ . Para cada plano conjunto  $j \in J$ ,  $c(j)$  é um vetor de  $n$  números reais positivos, o custo de cada *papel* do agente no plano conjunto. Se um agente não desempenha nenhum *papel* em  $J$ , seu custo é 0.

Um encontro em um DOE  $\langle S, A, J, c \rangle$  é uma tupla  $\langle s, (G_1, G_2, \dots, G_n) \rangle$  tal que  $s \in S$  é o estado inicial do mundo, e para todo  $k \in \{1, \dots, n\}$ ,  $G_k$  é um conjunto de todos estados finais do mundo aceitáveis para o agente  $A_k$ .  $G_k$  também é chamado objetivo de  $A_k$ .

- **Domínios Orientados a Valores (DOV):** são domínios onde os agentes atribuem um valor para cada estado potencial. Os agentes têm objetivos de alcançar estados do mundo que tenham um determinado valor para eles. Os agentes negociam tanto sobre o estado que desejam atingir, quanto sobre os meios para atingi-lo.

Um DOV é uma tupla  $\langle S, A, J, c \rangle$  onde:

1.  $S$  é um conjunto de todos os estados do mundo possíveis;
2.  $A = \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$  é uma lista ordenada de agentes;
3.  $J$  é um conjunto de todos os planos conjuntos possíveis (i.e., n-agentes);
4.  $c$  é uma função  $c : J \rightarrow (\mathbb{R}^+)^n$ .

Um encontro em um  $\langle S, A, J, c \rangle$  é uma tupla  $\langle s, (W_1, W_2, \dots, W_n) \rangle$  tal que  $s \in S$ , é o estado inicial do mundo, e para todo  $k \in \{1, \dots, n\}$ ,  $W_k : S \rightarrow \mathbb{R}$  é a função valor do agente.  $W_k$  atribui algum valor para cada possível estado final do mundo.  $W_k$  pode ser chamado de função-objetivo do  $A_k$ .

### 2.3.1 Construção de Mecanismos de Negociação

Na construção de um mecanismo de negociação, três condições são importantes para o sucesso da negociação:

- i) Os agentes devem possuir consciência de suas necessidades;
- ii) Os agentes devem demonstrar interesse em encontrar soluções satisfatórias a todos os participantes do processo de negociação; e
- iii) Os agentes devem utilizar estratégias eficazes a cada situação em particular.

Um processo de negociação possui três componentes principais (JENNINGS et al., 2001):

- **Protocolo de Negociação:** Um protocolo de negociação é definido como um conjunto de regras que governam as interações. Os protocolos descrevem: i) os tipos de participantes do processo de negociação, ii) o estado de negociação (e.g., negociação em andamento ou negociação concluída), iii) os eventos que causam mudanças de estados de negociação (e.g., acordo estabelecido), e iv) a validação de ações dos participantes em um estado específico (e.g., que mensagens podem ser enviadas? em que momento as mensagens podem ser enviadas?).
- **Objeto de Negociação:** O objeto de negociação pode envolver um único atributo (e.g., preço), ou múltiplos atributos (e.g., preço, qualidade, tempo, etc.). A estrutura resultante do entendimento entre as partes é definida pelos tipos de operações que podem ser realizadas sobre o objeto de negociação. Essas operações estão definidas no protocolo de negociação. Num caso simples, a estrutura e os conteúdos são fixos, permitindo aos agentes aceitá-los ou rejeitá-los. Em um outro caso, os agentes possuem a flexibilidade de modificar o objeto da negociação (e.g., os agentes podem fazer uma contra-proposta).
- **Modelos de Tomada de Decisão:** Instrumento de tomada de decisão que os agentes empregam, para agirem com o auxílio do protocolo de negociação, com a intenção de alcançar seus objetivos. A sofisticação do modelo, bem como as decisões que precisam ser tomadas, são influenciadas pelo protocolo, pela natureza do objeto de negociação e pelas operações que podem ser desempenhadas pelos agentes.

Um protocolo de negociação especifica as “regras do jogo” entre os diversos agentes da negociação, i.e., quais ações são válidas no contexto da negociação. Em cada protocolo, cada um dos agentes utiliza a estratégia que lhe permite otimizar, do seu ponto de vista, os resultados obtidos. Formalmente, um protocolo é um conjunto de normas que restringe (i.e., limita) as propostas que podem ser feitas pelos participantes da negociação.

Um dos primeiros protocolos de negociação foi o das Redes de Contrato - *Contract Net* (SMITH, 1988), que tem como objetivo a autonomia de escolha tanto por parte de clientes (i.e., contratantes) quanto de servidores (i.e., contratados). Embora este protocolo seja simples, ele tem uma importância significativa no desenvolvimento de algoritmos de negociação. O protocolo é composto por três etapas (SMITH, 1988):

- i) **Anúncio:** um agente anuncia a tarefa e a sua especificação a outros agentes. O anúncio é feito em *broadcast*. A especificação precisa conter: i) a descrição da tarefa, ii) as regras e regulamentos, e iii) a meta-informação sobre o protocolo.
- ii) **Oferta:** os agentes que recebem o anúncio decidem se querem ou não executar a tarefa. Os agentes avaliam o pedido e retornam ao anunciante suas propostas.
- iii) **Contrato:** depois de receber todas as propostas (ou após um determinado tempo), o agente que fez o anúncio escolhe uma das ofertas e decide para que agente será concedido o contrato. O resultado do processo é comunicado aos agentes que submeteram ofertas. O agente contratado passa a ser o responsável pela execução da tarefa.

Segundo Rosenschein; Zlotkin (1994) os mecanismos de negociação devem ser avaliados de acordo com os seguintes critérios:

- **Justiça Social:** é a soma das utilidades (ou *payoffs*) de todos os agentes em uma dada solução. Constitui uma medida global do benefício obtido pelos agentes. Pode ser usado como um critério para comparar mecanismos alternativos (e.g., comparar as soluções que diferentes mecanismos conduzem). No entanto, a sua avaliação é por vezes difícil, pois implica a soma de utilidades de diversos agentes que podem ter naturezas completamente diferentes.
- **Racionalidade Individual:** a participação em uma negociação é individualmente racional para um agente se a utilidade obtida no resultado é garantidamente maior ou pelo menos igual à que ele obteria se não participasse da negociação. Um mecanismo de negociação é individualmente racional se for individualmente racional para todos os agentes participantes da negociação.
- **Estabilidade:** nenhum agente deve ser incentivado a desistir da estratégia acordada. Uma estratégia se diz dominante para um agente se for a melhor para esse agente independentemente das estratégias utilizadas pelos outros. Muitas vezes não existe uma estratégia dominante, sendo que a melhor estratégia para um dado agente depende das estratégias seguidas pelos outros. Desse modo, outro critério de estabilidade é o equilíbrio de Nash (ver (WOOLDRIDGE, 2002) para maiores informações). O equilíbrio de Nash está relacionado à Teoria dos Jogos e prevê quais são as estratégias de ação a serem adotadas pelos agentes para maximizar seus resultados em um jogo competitivo. Neste caso, um dado conjunto de estratégias para um grupo de agentes está em equilíbrio de Nash se cada uma das estratégias for a melhor para cada um dos agentes, dado que os agentes restantes adotem as estratégias especificadas.
- **Eficiência de Pareto:** uma solução respeita o critério de eficiência de Pareto se não existir nenhuma outra solução em que pelo menos um agente obtenha uma maior utilidade sem que nenhum outro perca utilidade.
- **Simetria:** o mecanismo de negociação não deve, *a priori*, preferir ou desprezar nenhum agente. Todos os agentes devem ser tratados da mesma forma, não devendo ser dadas vantagens a nenhum deles. Isto significa que os agentes que agem exatamente da mesma forma devem receber os mesmos *payoffs*.
- **Simplicidade:** o mecanismo de negociação deve impor baixa demanda computacional e de comunicação aos agentes.
- **Distribuição:** o mecanismo deve ser distribuído, i.e., não deve requerer um elemento centralizador de tomadas de decisão. Pois poderá sempre constituir uma limitação do ponto de vista do desempenho global, podendo vir a comprometer todo o sistema em caso de falha.

Esses são os tipos de critérios que avaliam a aceitabilidade de um mecanismo de negociação sobre outros.

Em relação à negociação, outra questão importante é a linguagem utilizada pelos agentes durante o processo de negociação. Na literatura sobre SMA, as duas maiores propostas para linguagem de comunicação entre agentes são: FIPA ACL - *Foundation for Intelligent Physical Agents: Agent Communication Language* (FIPA, 2002a) e KQML - *Knowledge Query and Manipulation Language* (FININ; LABROU; MAYFIELD, 1994).

Esta tese não aborda as linguagens de comunicação, e para maiores informações ver as referências apresentadas.

### 2.3.2 Tomada de Decisão em Negociação

Nos SMA, os agentes podem utilizar diferentes estratégias para negociar. Cada uma pode ser considerada mais apropriada para um determinado tipo de problema relacionado à negociação.

Um paradigma muito utilizado para caracterizar agentes racionais é o chamado utilitarismo. Neste contexto, um agente racional sempre busca maximizar sua *utilidade esperada*. Este paradigma é composto por dois elementos base: Teoria da Utilidade e Teoria da Decisão.

A Teoria da Utilidade propõe um modelo que caracteriza as “preferências” de um agente entre os diversos estados possíveis do mundo, refletindo seus desejos. A Teoria da Decisão estende a Teoria da Utilidade, permitindo operações quantitativas sobre “preferências” e possibilitando o cálculo na presença de incertezas (i.e., utilidade esperada).

Nesta seção são apresentados os modelos de negociação baseados no contexto utilitarista, dos quais serão apresentados os modelos de Teoria dos Jogos e Heurísticas.

#### Modelos Baseados em Teoria dos Jogos

A Teoria dos Jogos é um ramo da Economia que estuda as estratégias de interações entre os agentes com interesse próprio. É vista como uma abordagem interdisciplinar para o estudo do comportamento humano. A Teoria dos Jogos é construída a partir de dois paradigmas: Teoria da Utilidade e Teoria da Decisão.

A Teoria dos Jogos procura fornecer meios para analisar os conflitos de interesse entre pessoas ou organizações. Os modelos de Teoria dos Jogos são representações altamente abstratas de situações da vida real que envolvem indivíduos que possuem diferentes objetivos e preferências.

Na Teoria da Utilidade, o conceito de *utilidade* (*payoff* ou ganho) indica uma “preferência” de um indivíduo em relação às decisões possíveis. A teoria mostra que as “preferências” do jogador (indivíduo envolvido no jogo) podem ser representadas numericamente por uma *função de utilidade*. Dessa forma, um indivíduo irá preferir uma ação à outra somente se a *utilidade esperada* para uma for maior do que para outra. Assim, o desejo individual pelos resultados preferidos torna-se um problema de *maximização da utilidade* esperada (i.e., *payoff* ou ganho) (ROSENSCHEIN; ZLOTKIN, 1994). Tal teoria é fundamental para a “Teoria dos Jogos”, pois as decisões dos indivíduos são tomadas de acordo com suas preferências individuais.

A Teoria dos Jogos tornou-se uma técnica importante no estudo das negociações multiagentes, pois os indivíduos envolvidos na negociação podem ser considerados como tendo interesse próprio. Desse modo, a Teoria dos Jogos fornece meios para analisar os conflitos existentes entre os agentes.

Com base no contexto da Teoria dos Jogos, um jogo é um modelo teórico de conflitos de interesse (i.e., decisões possíveis, resultados possíveis) entre dois ou mais indivíduos que têm motivações conflitantes. Em um jogo estão definidas as ações (i.e., decisões) possíveis para cada jogador e os possíveis resultados. O jogador deve escolher uma, dentre as possíveis alternativas, de acordo com sua “preferência”. Tal escolha também depende dos outros jogadores que estão envolvidos no jogo, que possuem as suas próprias “preferências”. Dessa forma, é preciso considerar todas as “preferências” para obter o melhor resultado. Assim, a melhor solução do jogo é a melhor forma de jogar para cada

jogador envolvido.

A Teoria dos Jogos tem sido amplamente aplicada nos estudos de interações entre agentes computacionais (RAHWAN et al., 2004), (SANDHOLM, 2002) e (ROSENSCHEIN; ZLOTKIN, 1994). Estes modelos fornecem meios para analisar as situações de conflitos de interesse entre agentes. Mais especificamente, é utilizada na coordenação e cooperação multiagente (ver (KRAUS, 1997) para maiores informações).

Na literatura multiagente a questão clássica da Teoria dos Jogos é (JENNINGS et al., 2001): *qual é a melhor escolha, a mais racional que um agente pode fazer?* Em muitas situações, o resultado final dependerá criticamente das escolhas feitas por todos os agentes envolvidos no cenário. Isto implica que, para que um agente faça uma escolha que otimize o resultado, este deve raciocinar estrategicamente. Isto é, o agente deve levar em consideração as decisões que os outros agentes podem tomar, e deve assumir que todos agirão para otimizar seus próprios resultados (JENNINGS et al., 2001).

Os agentes podem analisar a melhor estratégia a partir do espaço de todas as possíveis estratégias, por considerar todas como possíveis interações. Tais estratégias são descrições das *decisões* que os agentes devem tomar em todas as situações possíveis.

Dado um cenário de negociação específico que envolva agentes autônomos, as técnicas de Teoria dos Jogos podem ser aplicadas a dois problemas (JENNINGS et al., 2001):

- No projeto de um **protocolo** apropriado - que governe as interações entre os participantes da negociação.
- No projeto de uma **estratégia** específica (i.e., modelos de tomadas de decisão dos agentes) que os agentes podem utilizar enquanto negociam - um agente objetivará usar uma estratégia que maximize seus próprios resultados (i.e., maximização do *bem estar* individual).

Um exemplo de protocolo definido com base na Teoria dos Jogos é o **protocolo de concessão monotônica** (ver (ROSENSCHEIN; ZLOTKIN, 1994) para maiores detalhes). Neste protocolo, a negociação ocorre em uma seqüência de ciclos. Em cada ciclo os agentes apresentam suas propostas. Quando as propostas se sobrepõem, um acordo é atingido. Se as propostas não se sobrepõem, a negociação prossegue para o próximo ciclo, onde um dos agentes fará uma concessão ou passará adiante a proposta. Caso nenhum agente faça concessões, então a negociação termina em um conflito. Este protocolo simples assegura que a negociação monotonicamente progrida em direção à uma solução, ou senão finalize.

Um exemplo de estratégia construída com base na Teoria dos Jogos é a **estratégia Zeuthen** (ver (ROSENSCHEIN; ZLOTKIN, 1994) para maiores informações). Nesta estratégia, o agente que faz uma concessão é aquele que mais perde diante do colapso de negociação. A concessão a ser feita deve ser mínima, sendo necessária para apenas evitar o risco de colapso, de forma que motive o outro agente a conceder no próximo ciclo.

Apesar de apresentar muitas vantagens, existe um número de problemas associado ao uso da Teoria dos Jogos, quando aplicado à negociação (JENNINGS et al., 2001):

- A Teoria dos Jogos assume que é possível caracterizar as “preferências” de um agente em relação aos resultados possíveis. Os humanos, entretanto, acham extremamente difícil definir consistentemente suas “preferências” sobre resultados. Em geral, as preferências humanas não podem ser caracterizadas por uma simples ordenação sobre os resultados. Em cenários onde as “preferências” são óbvias (tais

como, realizar uma compra específica com um custo mínimo), as técnicas de Teoria dos Jogos podem gerar bons resultados. Por outro lado, com “preferências” mais complexas (e.g., multi-atributos), é complicado utilizá-la.

- A teoria falha ao gerar um modelo “geral” governando as escolhas racionais em situações interdependentes (JENNINGS et al., 2001). Em vez disso, tem-se definido modelos altamente especializados que são aplicáveis a tipos específicos de tomadas de decisão interdependentes.
- Os modelos de Teoria dos Jogos freqüentemente assumem perfeita racionalidade computacional, significando que nenhuma computação é requerida para encontrar resultados mutuamente aceitáveis dentro de um conjunto de resultados possíveis. Além disso, esse espaço de resultados possíveis é freqüentemente assumido como sendo completamente conhecido pelos agentes. Essa suposição é raramente verdadeira no mundo real: os agentes geralmente conhecem seu próprio espaço de informação, mas eles não conhecem o de seu oponente. Entretanto, se o espaço conjunto é conhecido, sabendo que uma solução existe, é difícil saber qual é a solução atual. O jogo de xadrez é um exemplo clássico deste problema. O jogo tem uma solução (uma estratégia para as peças brancas e pretas, que é vencer ou empatar), mas a busca é computacionalmente complexa. Então, a idéia de racionalidade perfeita, embora interessante nas propriedades de projeto, predição e provas de um sistema, não é usada na prática. Primeiramente, não se pode realizar essa busca, pois os mecanismos físicos levam tempo para processar a informação e selecionar as ações. Portanto, o comportamento de agentes reais não pode refletir imediatamente mudanças no ambiente e será geralmente menos eficiente. Segundo, não provê meios para analisar o *design* interno de um agente (JENNINGS et al., 2001).

Mesmo com esses problemas, a Teoria dos Jogos é uma ferramenta poderosa para negociação, nos casos onde é possível caracterizar as “preferências” e as possíveis estratégias dos participantes da negociação.

### **Modelos Heurísticos**

As abordagens baseadas em heurísticas surgiram com o objetivo de superar as limitações dos modelos de Teoria dos Jogos. Tais métodos admitem que existe um custo associado com a computação e a tomada de decisão e, então, buscam encontrar o espaço de negociação de uma forma não exaustiva (RAHWAN et al., 2004).

Estes métodos propõem-se a produzir bons resultados ao invés de ótimos. Os métodos, por si próprios, podem ser aproximações das técnicas da Teoria dos Jogos ou podem ser realizações computacionais de modelos de negociação mais informais (JENNINGS et al., 2001).

Exemplos dessa abordagem são apresentados em (FATIMA; WOOLDRIDGE; JENNINGS, 2004) e (FARATIN; SIERRA; JENNINGS, 2002). Nesses modelos, várias funções de decisões heurísticas são usadas para avaliar e gerar propostas na negociação.

Os modelos baseados na abordagem heurística apresentam as seguintes vantagens (RAHWAN et al., 2004):

- Os modelos são baseados em suposições realistas, fornecendo uma base mais adequada à automação, e podem ser usados em diversos domínios de aplicação.

- Os projetistas dos agentes, mesmo não conhecendo a Teoria dos Jogos, podem usar alternativas, ou até mesmo, modelos de racionalidade para desenvolver diferentes arquiteturas de agente.

Os modelos heurísticos são conjuntos de mecanismos de deliberação que trabalham dentro de protocolos de negociação. Um protocolo de negociação não descreve o comportamento do agente, mas inibe a seleção das ações do agente na solução de problemas, através do uso de regras normativas de interação. Essas regras são ordenadas conforme os papéis do agente, definindo as expressões de comunicação, especificando quem pode dizer o que e quando. O protocolo é um modelo seqüencial repetido, onde as mensagens são trocadas iterativamente.

As ações dos agentes estão diretamente vinculadas às suas expressões, as quais são particulares (e.g., aceito ou rejeito). O protocolo é de apoio simétrico e distribuído, tanto para negociação multiagente, como para as negociações entre apenas dois agentes, podendo ainda envolver um ou mais assuntos.

As expressões (i.e., propostas ou contra-propostas) são baseadas nos comentários anteriores feitos pelos agentes, e representam uma proposta completa única para uma solução. O espaço de acordos possíveis é quantitativamente representado por contratos que possuem diferentes valores para cada caso. Cada agente, avalia as propostas de acordo com alguma medida de “preferência”, capturada por uma *função de utilidade*. As propostas e as contra-propostas são, então, realizadas, e a busca termina quando o tempo especificado é excedido ou quando uma solução aceita pelos agentes for alcançada.

O interesse central dessa abordagem é modelar as tomadas de decisão dos agentes heurísticamente, durante o processo de negociação. Esses modelos formam um conjunto de mecanismos de deliberação que trabalham dentro de protocolos de negociação (ver (SIERRA et al., 1998) para maiores esclarecimentos).

Os modelos heurísticos, mesmo com o intuito de solucionar algumas das limitações apresentadas pelas abordagens baseadas na Teoria dos Jogos, comparativamente apresentam algumas desvantagens (RAHWAN et al., 2004):

- Os modelos, freqüentemente, selecionam resultados que são menos eficientes (i.e., sub-ótimos), isto porque adotam uma noção aproximada da racionalidade, e não examinam completamente o espaço de resultados possíveis.
- Os modelos necessitam de uma avaliação abrangente, geralmente através de simulações e análises empíricas, visto que é impossível prever precisamente como o sistema e os agentes que o constituem se comportarão em determinadas circunstâncias.

### 2.3.3 Observações e Comentários

Na definição do mecanismo de interação proposto nesta tese, adota-se o protocolo das Redes de Contrato como referência, assim como alguns dos conceitos propostos por Rosenschein; Zlotkin (1994) e Jennings et al. (2001) na construção de mecanismos de negociação. As noções de “preferências” e de “utilidades”, presentes na Teoria dos Jogos, também são aplicadas na definição das características dos agentes sociais.

O mecanismo de interação proposto está contextualizado em Domínios Orientados a Valores. Desse modo, os agentes negociam para alcançar estados do mundo que tenham um determinado valor para eles.

## 2.4 Argumentação e Diálogo em Negociação

Os modelos de negociação baseados em técnicas da Teoria dos Jogos e Heurísticas apresentam três limitações principais (JENNINGS et al., 2001):

- i) As propostas sugeridas pelos agentes geralmente abordam pontos únicos no espaço de negociação, e.g., quando os agentes recebem propostas, estes assumem que todas as informações estão implícitas na proposta.
- ii) O único *feedback* que os agentes podem fazer é apresentar uma contra-proposta, que representa outro ponto no espaço de negociação, e.g., aceitar ou rejeitar uma proposta.
- iii) É difícil mudar o conjunto de temas (i.e., assuntos) durante a negociação (o que corresponde a mudar o espaço de negociação através da adição de novas informações).

Nos últimos anos, têm surgido o interesse por investigações que procuram desenvolver mecanismos de negociação entre agentes que recorrem à argumentação. O objetivo desta abordagem é remover os principais problemas encontrados nos modelos de Teoria dos Jogos e Heurísticas.

A argumentação durante o processo de negociação, permite que as informações adicionais sobre as propostas sejam trocadas entre os agentes. Estas informações têm por objetivo explicar a opinião do agente que gerou o argumento. Assim, na aceitação ou rejeição de uma proposta, um agente pode enviar uma crítica (e.g., explicando as razões da aceitação ou rejeição) (RAHWAN; AMGOUD, 2006). Da mesma forma, o agente pode enviar uma proposta, acompanhada por um argumento, que tem por objetivo explicar por que o outro agente deveria aceitá-la. Este tipo de argumento permite que seja possível mudar algumas das atitudes mentais de outros agentes (e.g., crenças e objetivos), desse modo, alterando as preferências de outros agentes (JENNINGS et al., 2001).

Na argumentação humana, é possível fazer ameaças ou oferecer recompensas. Esses tipos de argumentos podem ser capturados nessa abordagem. Na argumentação humana, os agentes podem não ser verdadeiros nos argumentos que eles geram. Assim, quando se avaliar um argumento, o receptor necessita avaliar o argumento em seu próprio mérito e, então, modificar este através da sua própria percepção do grau de credibilidade dos argumentos (JENNINGS et al., 2001).

Um argumento, no contexto da lógica clássica, é visto como uma seqüência de inferências que conduzem a uma conclusão. Já no contexto da negociação, um argumento é visto como uma peça de informação capaz de influenciar as decisões dos outros agentes e/ou justificar as decisões do próprio agente.

Para que a argumentação possa ocorrer, os agentes necessitam de habilidades que lhes permitam estar engajados em diálogos. Diálogos entre agentes têm sido foco de estudo de diversos trabalhos, tais como: (ATKINSON et al., 2008), (AMGOUD; DIMOPOULOS; MORAITIS, 2007), (PARSONS et al., 2007), (PERRUSSEL et al., 2007), (AMGOUD; HAMEURLAIN, 2006), (COGAN; PARSONS; MCBURNEY, 2005), (PARSONS; WOOLDRIDGE; AMGOUD, 2003a), (MCBURNEY et al., 2003) e (AMGOUD; CAYROL, 2002).

Muitos desses trabalhos têm influência do trabalho de Walton; Krabbe (1995). Walton; Krabbe (1995) sugerem seis diferentes tipos de diálogos, os quais também podem ser combinados:



- i) **Diálogo Busca de Informação:** neste tipo de diálogo, um agente busca a resposta para alguma questão, interagindo com outro agente porque acredita que este sabe a resposta (i.e., crescimento do conhecimento pessoal).
- ii) **Diálogo Indagação:** os agentes colaboram entre si para responderem alguma questão (i.e., crescimento do conhecimento geral).
- iii) **Diálogo Persuasão:** neste diálogo, um agente tenta convencer outro de sua própria opinião (i.e., conflito de opiniões).
- iv) **Diálogo Negociação:** os agentes estão interessados em um mesmo recurso (i.e., conflito de interesses).
- v) **Diálogo Deliberação:** os agentes colaboram para decidir qual a ação ou o curso da ação que deveria ser adotada em alguma determinada situação (i.e., colaboração na tomada de decisão).
- vi) **Diálogo Heurístico:** este tipo de diálogo ocorre quando os agentes têm conflitos expostos ao público.

Amgoud; Parsons; Maudet (2000) apresentam um sistema formal para argumentação baseada em diálogos, o qual é inspirado no trabalho apresentado em (DUNG, 1995). Neste sistema, assume-se que os agentes envolvidos nos diálogos possuem uma base de crenças denominada  $\Sigma$ , que contém fórmulas de uma linguagem proposicional  $L$ . Sendo que:

- $\vdash$  Inferência clássica
- $\equiv$  Equivalência lógica

Neste sistema, argumentos são definidos como sendo um par  $A = (S, p)$  onde  $p$  é uma fórmula de  $L$  e  $S$  um subconjunto consistente de  $\Sigma$ . Onde:

- i)  $S \vdash p$
- ii)  $S$  é consistente
- iii)  $S$  é suporte do argumento  $A$  i.e. ( $S = \text{Suporte}(A)$ )
- iv)  $p$  é a conclusão do argumento  $A$  i.e. ( $p = \text{Conclusao}(A)$ )

Neste sistema, os argumentos podem conflitar. Mais precisamente, um argumento pode “atacar” outro argumento. Por exemplo:

$$A_1 \text{ “ataca” } A_2 \Leftrightarrow \exists p \in \text{Suporte}(A_2) : \text{Conclusao}(A_1) \equiv \neg p$$

Em outras palavras, um argumento  $A_2$  é “atacado” se e somente se, existir outro argumento  $A_1$  que tenha como conclusão a negação de um elemento que seja suporte do argumento  $A_2$ .

Segundo Cogan; Parsons; McBurney (2005), um conjunto  $S$  “defende” um argumento  $A_1$  se e somente se, para cada argumento  $A_2$  que “ataca”  $A_1$ , existir um argumento em  $S$  que “defende”  $A_2$ .

Amgoud; Parsons; Perrusel (2000) definem “preferências” entre classes de argumento. Neste contexto, quando engajados em uma argumentação, alguns argumentos são mais “fortes” que outros, assim se faz necessário estabelecer uma ordem de aceitação entre as classes de argumentos. Essa ordem de aceitação representa a “preferência” entre os argumentos.

Os agentes muitas vezes devem ter que escolher um argumento entre vários outros, levando em consideração essa “ordem de preferência” estabelecida. Quando os argumentos pertencem à mesma classe, a decisão de escolha é estabelecida pela utilidade do argumento para o agente (ver (AMGOUD; PARSONS; PERRUSEL, 2000) para maiores esclarecimentos e exemplos).

Em diálogos para argumentação, um conceito abordado é o “Dialogue Game” (MACKENZIE, 1979) (ver (AMGOUD; DIMOPOULOS; MORAITIS, 2007), (KARUNATILLAKE et al., 2006), (ATKINSON; BENCH-CAPON; MCBURNEY, 2005) e (PARSONS; MCBURNEY; WOOLDRIDGE, 2005) para maiores detalhes). Neste contexto, os diálogos ocorrem entre dois jogadores (i.e., agentes), denominados  $\alpha$  e  $\beta$ . Cada passo do diálogo é referido como um movimento. Um movimento é definido como um par (*Agentes, Argumento*), em cada movimento um agente apresenta um argumento diferente. O argumento corrente ataca o argumento anterior. Um diálogo é finalizado quando não é mais possível argumentar. O último agente a “mover-se” (i.e., fazer o último argumento) é o vencedor do diálogo.

Cada agente envolvido no diálogo, tem uma base de conhecimento (respectivamente,  $\Sigma_\alpha$  e  $\Sigma_\beta$ ), contendo informações sobre as suas crenças. Os agentes também possuem uma base de conhecimento comum, acessível a todos agentes. Essa base contém os *commitment stores* efetuados nos diálogos. Esses *commitment stores* são denotados por  $CS(\alpha)$  e  $CS(\beta)$ . Em um sistema de diálogos, a base de *commitment stores* dos agentes é um subconjunto da base de conhecimento. A união das bases de *commitment stores* pode ser vista como o estado do diálogo em um dado momento.

Cada movimento envolve uma locução de um dos seguintes tipos (onde  $p$  é uma fórmula proposicional) (PARSONS; WOOLDRIDGE; AMGOUD, 2003a):

- $assert(p)$ , com  $CS_i(\alpha) = CS_{i-1}(\alpha) \cup \{p\}$  e  $CS_i(\beta) = CS_{i-1}(\beta)$
- $assert(S)$ , com  $CS_i(\alpha) = CS_{i-1}(\alpha) \cup S$  e  $CS_i(\beta) = CS_{i-1}(\beta)$
- $accept(p)$ , com  $CS_i(\alpha) = CS_{i-1}(\alpha) \cup \{p\}$  e  $CS_i(\beta) = CS_{i-1}(\beta)$
- $challenge(p)$ , com  $CS_i(\alpha) = CS_{i-1}(\alpha)$  e  $CS_i(\beta) = CS_{i-1}(\beta)$
- $question(p)$ , com  $CS_i(\alpha) = CS_{i-1}(\alpha)$  e  $CS_i(\beta) = CS_{i-1}(\beta)$

*challenge* significa fazer com que o outro agente explicitamente afirme o argumento dando suporte à proposição (PARSONS; WOOLDRIDGE; AMGOUD, 2003a). Por outro lado, uma *question* pode ser usada para questionar o outro agente sobre alguma proposição.

A abordagem baseada em argumentação apresenta uma linguagem de comunicação mais rica quando comparada aos outros modelos. Nos modelos de argumentação, os agentes podem expressar propostas, assim como, meta-informações sobre as crenças, objetivos e preferências dos agentes. Enquanto que, em outras abordagens, somente propostas e locuções (e.g., aceita e rejeita) podem ser trocadas entre os agentes. Da mesma forma que se torna uma vantagem, por outro lado, se torna complexo quando for necessário especificar os protocolos, pois um grande número de locuções e regras são necessárias.

### 2.4.1 Observações e Comentários

Aplica-se no mecanismo de interação proposto nesta tese o processo de argumentação. Durante as interações, os agentes podem argumentar através dos protocolos de diálogos de argumentação definidos.

Acredita-se que a argumentação auxilia os agentes na busca de acordos sobre os serviços e no consensos sobre os valores de troca. Muitas das definições apresentadas nesta seção serviram de inspiração na construção dos protocolos de diálogos do mecanismo de interação proposto na tese.

## 2.5 Poder Social

Muitos são os trabalhos que procuram investigar e aplicar os conceitos relacionados ao poder em sociedades artificiais, por exemplo: (LORINI et al., 2007), (FASLI, 2006), (COELHO, 2006), (BOELLA; SAURO; TORRE, 2004), (CALDAS; COELHO, 2000) e (DAVID; SICHMAN; COELHO, 1999). Esta seção apresenta alguns dos conceitos relacionados ao poder individual e ao poder social.

### 2.5.1 Poder Individual

Quando se fala sobre o poder individual de um agente, duas definições se fazem necessárias: “poder-de” e “falta de poder”.

O “poder-de” está relacionado com a capacidade do agente, i.e., o “poder individual” do agente. Neste contexto, o “poder-de” do agente refere-se ao fato de  $\alpha$  ter capacidade e condições de executar alguma ação ou atingir algum objetivo. A “decisão” do agente sobre qual intenção ou objetivo ativo escolher como um objetivo a ser realizado, é baseada no poder individual do agente. Mais precisamente, nas crenças que o agente tem sobre seu próprio “poder-de” (CASTELFRANCHI, 2003).

Castelfranchi (2003) apresenta duas noções de poder:

- i) “Poder objetivo”: a partir do ponto de vista de um observador.
- ii) “Poder subjetivo”: o que o agente acredita e percebe sobre seu próprio “poder-de”.

O “poder-de” de um agente atingir seus próprios objetivos é baseado: i) no “poder interno” i.e., força ou energia: habilidades, motivação, repertório de ações e conhecimento; e ii) no “poder externo”: recursos e condições.

O agente, quando dotado de uma determinada ação em seu repertório, pode executá-la e, através do sucesso da execução de tal ação, pode atingir o objetivo desejado. Dessa forma, o “poder-de” do agente  $\alpha$  em relação a uma determinada ação, indica que  $\alpha$  tem capacidades necessárias, i.e.,  $\alpha$  é capaz de desempenhar determinada ação e dispõe de condições para executá-la. O “poder-de” do agente em relação a um determinado objetivo, implica que existe uma ação no repertório de  $\alpha$ , tal que essa ação produz um objetivo que é um objetivo pretendido por ele. Quando o agente sabe que é capaz e tem a oportunidade de executar uma ação ou atingir um objetivo, isto é denominado “poder subjetivo” (CASTELFRANCHI, 1998).

Em relação ao poder dos agentes, é fundamental observar a diferença entre o poder direto e o poder indireto. Por exemplo, um agente pode não dispor de capacidade para desempenhar determinada ação ou atingir determinado objetivo, mas ele pode ser capaz de fazer outro agente desempenhar a ação ou realizar o objetivo. Neste caso, o agente pode não ter o poder direto (i.e., “poder-de”) de realizar seus objetivos, mas ter o poder

de influenciar (e.g., induzir ou obrigar) outro agente a executá-los. Dessa forma, o agente adquire o poder que lhe faltava explorando o “poder-de” do outro agente.

Por outro lado, a “falta de poder” indica que um agente não tem o “poder-de” realizar alguma ação ou atingir algum objetivo. Neste caso, falta alguma habilidade, algum recurso, ou alguma oportunidade (e.g., conhecimento necessário) ao agente. Se o agente é incapaz de atingir alguns dos seus objetivos, possivelmente existe uma “dependência”. Quando um agente acredita que ele não tem habilidade ou oportunidade para atingir algumas de suas ações ou objetivos, isto é denominado “falta de poder subjetivo” (CASTELFRANCHI, 2003).

Em algumas situações, pode ocorrer do agente que possui o “poder-de” realizar determinada ação, não ter o objetivo de realizá-la. Neste caso, o “poder-de” do agente é inútil e incompleto. Quando isso ocorre, significa que falta ao agente a parte “motivacional” do “poder-de”, uma vez que ter o objetivo é uma condição necessária para que o agente realize e atinja o “poder-de”.

Castelfranchi (2003) identifica duas partes do “poder” que devem ser diferenciadas:

- i) “Posse de poder”: motivação, capacidade para decidir e conhecimento do poder.
- ii) “Poder possuído”: “poder externo” e “poder interno”.

A “Posse de poder” pressupõe e incorpora o “poder possuído”. Consiste em dispor de capacidade de decisão sobre suas atuais atividades, e em ter controle sobre os recursos, capacidades de ações e condições. A “Posse de poder” contém a parte “motivacional” do “poder-de” do agente.

É fundamental que os agentes tenham conhecimento de suas capacidades. Em suas bases de crenças devem conter o poder (i.e., capacidade) que eles possuem em relação à execução das ações e objetivos. Para que eles possam decidir realizar alguma ação ou atingir algum objetivo, é necessário que eles tenham tal conhecimento. Se um agente não acreditar em sua capacidade, i.e., se ele acredita não possuir o “poder-de”, então ele não é capaz de realizar seus objetivos. Se o agente acredita não ser capaz, é necessário que o agente acredite ser dependente de outro. Por exemplo,  $\beta$  acredita não ter o “poder-de” e acredita que  $\alpha$  tem o “poder-de”. Se  $\beta$  acredita ser dependente do  $\alpha$ , este é realmente dependente do  $\alpha$  devido à sua crença.

Em uma sociedade, as ações de um agente podem favorecer (i.e., interferir positivamente) ou criar obstáculos (i.e., comprometer) os objetivos de outro agente. Uma vez que os agentes possuem “poder individual” limitado e competem para atingir seus objetivos, eles necessitam de “poder social”.

Muitos aspectos importantes e tipos de “poder social” são baseados e surgem a partir do “poder individual” dos agentes. Por exemplo, a “dependência” de um agente  $\beta$  em relação a outro agente  $\alpha$  é o resultado da “falta de poder” do  $\beta$  em relação a uma determinada ação ou objetivo, enquanto que  $\alpha$  possui tal poder (isto faz  $\beta$  dependente do  $\alpha$ , independente de seu conhecimento ou decisão).

## 2.5.2 Poder Social

Em (CASTELFRANCHI, 2001) são apresentadas quatro formas de “poder social”: i) valor comparativo, ii) poder-sobre, iii) poder de influenciar, e iv) poder de negociação.

**Valor comparativo:** O “poder-de” do agente  $\alpha$  em relação à execução de uma ação se torna social quando comparado com o “poder-de” do agente  $\beta$ . Se este “poder” é quantificável e medido, o “poder de” do agente  $\alpha$  pode ser maior ou menor do que o

“poder-de” do agente  $\beta$ . Esta comparação contribui para o valor pessoal dos agentes na sociedade. Além disso, também determina o *status* do agente em uma hierarquia simbólica da sociedade (i.e., reputação social do agente e sua imagem). Isto determina se um agente será mais preferido do que outro em futuras interações sociais (i.e., futuros parceiros). Fazendo com que neste tipo de “poder social” exista uma severa competição entre os agentes. A reputação do agente é um “poder social” fundamental e contribui em muito com o “poder individual” do agente. A reputação do agente reflete o poder do agente e o poder atribuído ao agente (CASTELFRANCHI; FALCONE, 2003).

**Poder-sobre:** O “Poder-sobre” é a “dependência” a partir da perspectiva do outro agente. Desse modo, a “falta de poder” do agente  $\beta$  e o “poder-de” do agente  $\alpha$  implica a capacidade do agente  $\alpha$  de: permitir ao  $\beta$  realizar o objetivo desejado, ou impedir  $\beta$  de atingir o objetivo pretendido. Neste caso,  $\alpha$  obtém algum “poder-sobre” o objetivo do agente  $\beta$ , devido ao “poder-de” que ele possui de desempenhar a ação desejada por  $\beta$ . “Poder-sobre” significa não somente que  $\beta$  é dependente de  $\alpha$ , mas que  $\alpha$  está ciente disto (i.e., ambos agentes conhecem a “dependência”). Se existir somente a crença de  $\alpha$  em relação à “dependência” de  $\beta$ , isto poderá não ser um “poder-sobre”, mas uma subjetiva ilusão do poder. Se existir objetiva dependência de  $\beta$  em relação a  $\alpha$  (i.e., sem conhecimento de  $\alpha$ ),  $\alpha$  poderá ter um poder *acidental* de danificar ou favorecer o objetivo de  $\beta$ , mas na realidade ele não dispõe do poder.

Quando  $\alpha$  utiliza o “poder-sobre” para influenciar  $\beta$  (i.e., induzir  $\beta$  a realizar alguma tarefa), isto é denominado “poder de incentivo”, uma vez que  $\alpha$  o utiliza para prover um estímulo ao  $\beta$  (incentivos para influenciar, motivar). Poder de incentivo também pressupõe que  $\beta$  acredita no “poder-sobre” de  $\alpha$ . Quando  $\alpha$  utiliza o “poder-sobre” para dar ao  $\beta$  reforço positivo ou negativo, frustração ou satisfação, isto é denominado “poder de recompensa”. O que importa não é somente o “poder-sobre” de  $\alpha$ , mas as crenças de  $\beta$  em relação ao “poder-de” de  $\alpha$ . O “Poder de incentivo” e o “poder de recompensa” possibilitam aos agentes influenciarem-se uns aos outros e adquirir mais poderes.

**Poder de influenciar:** O “poder-sobre”, além de permitir ao agente ajudar (e.g., através da cooperação ou troca) ou prejudicar outro agente, também possibilita o “poder de influenciar” outros agentes. Por exemplo, se  $\beta$  depende do  $\alpha$  para poder atingir seu objetivo, significa que  $\alpha$  além de ter “poder-sobre”  $\beta$ , também tem “poder de influenciar”  $\beta$ . Neste caso,  $\beta$  tem o *objetivo* de influenciar  $\alpha$  para que ele realize determinada ação (ou não realize), mas  $\alpha$  é quem tem o “poder de influenciar”  $\beta$ . Se  $\alpha$  tem um *obj<sub>p</sub>* e o “poder de influenciar”  $\beta$  (i.e., fazer  $\beta$  desempenhar *obj<sub>p</sub>*), e  $\beta$  é capaz de realizar *obj<sub>p</sub>* através de sua ação; então  $\alpha$  tem o “poder-de” atingir o *obj<sub>p</sub>* (i.e., “poder indireto” - adquire “poder” de forma indireta). Por exemplo, uma forma de influenciar poderia ser através de uma ameaça (e.g.,  $\alpha$  diz ao  $\beta$  que se ele não realizar *obj<sub>p</sub>*,  $\alpha$  impede o *obj<sub>q</sub>* pretendido pelo  $\beta$ ).

Quando o “poder de influenciar” é baseado em alguma norma, autoridade, hierarquia, prévio acordo e contrato, este é denominado “poder de comandar”. Neste caso,  $\alpha$  tem a “obrigação” de fazer o que  $\beta$  deseja que ele faça.

**Poder de negociação:** Os agentes adquirem “poder de negociação” através da sociedade e precisamente a partir de suas relações de “dependência”. O “poder de negociação” é fundamentado sob um modelo específico combinando “Co-Dependência” e “Ou-Dependência”, em uma estrutura de dependência bilateral.

“Co-dependência” significa que um conjunto de agentes  $Ag_n$  depende de um mesmo agente  $\alpha$ . Neste caso,  $\alpha$  é um sustentador dos recursos sociais. O agente  $\alpha$  está em uma relação de “Ou-dependência” quando ele depende de alguns dos agentes do conjunto  $Ag_n$

para atingir o objetivo desejado. Alguns agentes são suficientes, mas desnecessários para o objetivo do  $\alpha$ . Neste tipo de relação,  $\alpha$  tem a opção de escolher o agente que mais convém a ele.

Segundo Castelfranchi (2003), se um agente  $\alpha$  for considerado como centro provisório de uma “dependência” e comparar-se sua apelação social com a sua necessidade do recurso social, pode-se derivar o valor pessoal do agente na sociedade, que determina sua capacidade para estabelecer relações de troca, cooperação e coalisões. Dessa forma, deriva-se o “poder de negociação”. Esta propriedade é supostamente uma dimensão quantificável ao longo de que diferentes agentes são comparados. A noção de “poder de negociação” corresponde ao quão bem os agentes podem valer na sociedade, e quão úteis eles são para os outros agentes cujas habilidades eles necessitam.

De acordo com Castelfranchi (2001) as principais formas de “poder social” emergem a partir do “poder individual” dos agentes. Esta definição é ilustrada na Figura 2.3.

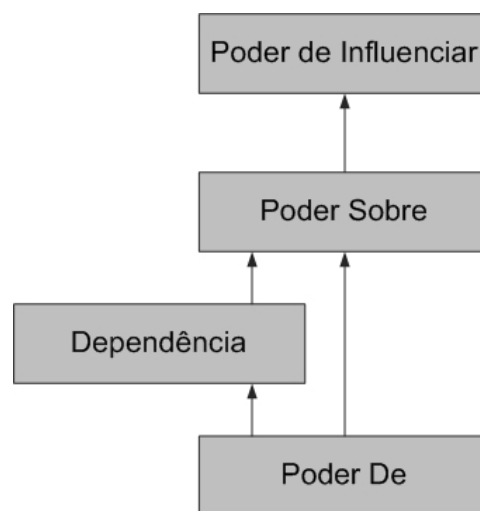


Figura 2.3: Emergência do Poder

### 2.5.3 Relações de Dependência

O “poder-sobre” está relacionado ao “poder social” de um agente. O “poder social” está diretamente relacionado com as relações de dependência existentes entre os agentes. Dependência pode ser resumida como a combinação da “falta de poder” de um agente (i.e., relativo aos seus objetivos) e do “poder-de” de outro agente. Neste contexto, a dependência constitui a base de todas as interações sociais, a razão da sociedade.

Castelfranchi procura explicar, através da Teoria da Dependência, como as interações sociais se estabelecem em uma sociedade composta por agentes autônomos e heterogêneos, em função das relações de dependência existentes.

As relações de dependência entre os agentes podem ser de dois tipos:

- “Ou-Dependência”: existem ações que podem ser executadas por mais de um agente. Por exemplo:  $\beta$  depende da ação  $Act_x$  que pode ser realizada pelos agentes  $\alpha$  e  $\delta$ .
- “E-Dependência”: os agentes necessitam de várias ações para atingirem seus objetivos. Estas ações podem não ser necessariamente realizadas por um único agente. Por exemplo:  $\beta$  necessita das ações  $Act_x$  e  $Act_y$ , cada uma delas executadas por diferentes agentes.

A relação de “Ou-Dependência”, geralmente, diminui o grau de dependência de um agente. Isso porque o agente dispõe de alternativas para tentar obter os objetivos pretendidos. Por outro lado, a relação de “E-Dependência” aumenta o grau de dependência de um agente (CASTELFRANCHI; MICELLI; CESTA, 1991).

Quando um agente acredita ser dependente de outro agente, é fundamental que ele possa avaliar se esta relação é unilateral ou bilateral. Dependência unilateral ocorre quando  $\beta$  depende do  $\alpha$  para poder atingir o objetivo pretendido, mas  $\alpha$  não depende dele. Na dependência bilateral, ambos agentes dependem um do outro para que seus objetivos sejam atingidos. As relações de dependência bilateral geram relações de “poder-sobre” bilateral. Existem dois tipos de dependência bilateral (CASTELFRANCHI, 2003):

- **Mútua:** dois agentes dependem um do outro para atingirem um mesmo objetivo. Por exemplo:  $\alpha$  e  $\beta$  desejam atingir o  $obj_p$ ,  $\alpha$  executa  $Act_x$  e  $\beta$  executa  $Act_y$ . Quando esta situação é conhecida pelos agentes, esta serve de base para a cooperação entre os agentes, pois os agentes estão interessados no sucesso do objetivo do outro.
- **Recíproca:** dois agentes  $\alpha$  e  $\beta$  dependem um do outro, mas possuem objetivos distintos  $obj_p$  e  $obj_q$ . A dependência “recíproca” é a base das trocas sociais, onde  $\alpha$  desempenha uma ação em favor do  $\beta$  para que  $\beta$  atinja seu objetivo, e  $\alpha$  obtém uma ação do  $\beta$  em troca. Neste caso, os agentes não estão interessados na satisfação do objetivo do outro.

É importante que os agentes verifiquem se as situações de dependência são mútuas ou recíprocas, pois isso pode auxiliá-los na decisão de estabelecer situações de interação, e.g. cooperação ou colaboração.

#### 2.5.4 Delegação e Adoção

Em uma sociedade, os agentes muitas vezes ficam impossibilitados de atingirem os seus objetivos, pois não são capazes de realizar determinadas ações. Dessa forma, os agentes precisam delegar suas ações. Castelfranchi; Falcone (2003), através da Teoria da Delegação e Adoção, definem que a delegação ocorre quando um agente  $\beta$  necessita ou gostaria de uma ação de  $\alpha$  e inclui esta em seu plano. Em outras palavras,  $\beta$  está tentando atingir alguns dos seus objetivos através da ação do  $\alpha$ . Assim,  $\beta$  tem o objetivo de que  $\alpha$  desempenhe uma determinada ação. A adoção ocorre quando  $\alpha$  tem um objetivo e este é objetivo do  $\beta$ . O  $\alpha$  tem o objetivo de desempenhar uma ação desde que esta ação esteja incluída no plano do  $\beta$ , i.e.,  $\alpha$  executa uma parte do plano do  $\beta$  (algumas vezes  $\beta$  não tem um plano mas, apenas uma necessidade). O  $\beta$  é o agente que delega a ação (e.g., agente cliente) e o agente  $\alpha$  é o agente que adota a ação delegada (e.g., agente servidor).

Castelfranchi; Falcone (2003) definem três tipos de delegação:

- **Delegação unilateral fraca:** não existe conhecimento bilateral da delegação -  $\alpha$  desconhece o fato de que o  $\beta$  está explorando (i.e., utilizando) sua ação.
- **Delegação por indução:**  $\beta$  induz o comportamento do  $\alpha$  com a intenção de explorar sua ação. A indução está baseada em algum estímulo ou em crenças e tipos complexos de influência.

- **Delegação por aceitação - delegação forte:**  $\alpha$  tem conhecimento da intenção do  $\beta$  em explorar sua ação. Geralmente é baseada na adoção do objetivo de  $\beta$ , possivelmente depois de alguma negociação concluída por algum acordo ou compromisso social.

É fundamental notar duas diferenças entre delegação fraca e delegação forte. Na delegação fraca  $\alpha$  e  $\beta$  não têm necessariamente um objetivo comum, exceto o objetivo que  $\alpha$  desempenhe a ação delegada. Por outro lado, na delegação forte eles necessariamente têm algum objetivo comum, uma vez que  $\alpha$  tenha adotado algum objetivo do  $\beta$ .

Desse modo,  $\alpha$  adquire “poder-sobre”  $\beta$ , pois sua ação pode facilitar ou impedir  $\beta$  de atingir seus objetivos. Um agente é dito ser autônomo para atingir um objetivo se (SICHTMAN et al., 1994): i) deseja atingir, ii) existe um plano cuja execução possibilite que ele atinja, e iii) as ações às quais necessita possam ser desempenhadas por ele. Caso um agente não seja autônomo, ele é dependente deste objetivo. O fato de ser dependente não significa que exista um agente que possa executar a ação requerida. Por outro lado, um agente é dito dependente de outro se (SICHTMAN et al., 1994): i)  $\beta$  tem um objetivo  $obj_p$ , ii)  $\beta$  é dependente deste objetivo, iii) existe um plano  $pln_n$  cuja execução atinja  $obj_p$ , e iv)  $\alpha$  possa realizar alguma ação de que  $\beta$  necessita.

De acordo com Castelfranchi; Falcone (2003), os agentes devem raciocinar sobre o melhor modo de delegar a ação de que necessita (i.e., garantir que a ação seja realizada por outro agente e que este agente esteja ciente de que a realiza para o outro agente atingir o objetivo desejado). Por exemplo,  $\beta$  pode utilizar um mecanismo de planejamento para tentar realizar uma ação de influência: convencer  $\alpha$  a adotar o objetivo de realizar a ação para que  $\beta$  alcance seu objetivo. Uma vez aceita a adoção, o compromisso está firmado.

## 2.5.5 Observações e Comentários

Na definição das características dos agentes sociais, adotadas nesta tese, levou-se em consideração os aspectos do “poder social” e “individual”. As estratégias que os agentes sociais adotam em suas interações foram definidas com base nesses aspectos. Com isso, é possível verificar as influências dessas características nos resultados das interações dos agentes.

## 2.6 Reputação em Sociedades Artificiais

Esta seção apresenta uma breve discussão sobre o conceito de reputação em sociedades artificiais. São muitos os trabalhos que procuram aplicar tal conceito em agentes artificiais, por exemplo (AVEGLIANO, 2007), (FULLAN; BARBER, 2006), (JURCA; FALTINGS, 2006), (HUYNH; JENNINGS; SHADBOLT, 2006), (CONTE; PAOLUCCI, 2003) e (CONTE; VENEZIANO; CASTELFRANCHI, 1998).

A “reputação” e “imagem” são noções que representam a avaliação de um agente em uma sociedade. A “imagem” é uma propriedade social emergente, que consiste de um conjunto de crenças avaliadas sobre as características do indivíduo (CONTE; PAOLUCCI, 2002). A “reputação” é o processo e o efeito da transmissão da “imagem” ao indivíduo. Mais especificamente, a “imagem” relevante para “reputação social” refere-se a um subconjunto de características do indivíduo.

As informações sobre a “reputação” dos agentes em uma sociedade possibilitam a garantia de negociações seguras, pois evitam que agentes interajam com outros agentes



que possuem uma má “reputação” na sociedade, evitando, dessa forma, riscos nas negociações.

A experiência de interações anteriores (i.e., informações da reputação) é um indicador do desempenho futuro. Ou seja, quando o *feedback* é compartilhado dentro da sociedade, os agentes podem exatamente identificar parceiros maliciosos e assim evitá-los (CONTE; PAOLUCCI, 2003).

### 2.6.1 Observações e Comentários

No mecanismo de interação proposto nesta tese, a “reputação” dos agentes influencia as estratégias e a tomada de decisão do agente. O conceito de “reputação” nesta tese serve como uma ferramenta que auxilia os agentes na escolha de parceiros - formação de grupos - pois um agente pode preferir formar grupos com outro agente, que além de possuir o “poder-de”, possui também uma boa “reputação” na sociedade.

## 2.7 Trabalhos Relacionados

Na literatura encontram-se diversas investigações que propõem modelos baseados em aspectos sociais e psicológicos. Em (SEN; DUTTA, 2002) é apresentado um modelo de interação construído com ênfase em conceitos sociais. Os autores investigam o efeito da eficiência dos agentes e os testemunhos das medidas de eficiência dos outros agentes no desempenho do grupo. Neste modelo, os agentes aceitam ou rejeitam solicitações de serviços dependendo de suas experiências passadas, assim como o custo do serviço a ser desempenhado. Os autores argumentam que os agentes que avaliam testemunhos dos outros baseado em sua “reputação” são mais prováveis de obterem sucesso em suas interações do que aqueles que não consideraram a “reputação” dos outros agentes. Neste modelo, os agentes são capazes de evitar interações com agentes enganosos, e cooperam com os agentes prestativos.

Em (ZHANG; LESSER; WAGNER, 2003), os autores exploram os resultados das negociações entre agentes egoístas e benevolentes em ambientes em que os agentes estão incertos sobre a natureza útil (*helpful*) dos outros agentes. Zhang; Lesser; Wagner (2003) mostram que quando a cooperação é impossível, os agentes egoístas são melhores do que os prestativos à medida que a incerteza no sistema aumenta.

Nesses dois modelos a função de utilidade de todos os agentes é de conhecimento comum. O tamanho do domínio usado para avaliar estes modelos é limitado no espaço de estratégia, assim como o número de movimentos possíveis.

Em (TALMAN et al., 2005) é proposto um modelo de negociação construído com ênfase em conceitos sociais. O modelo não supõe nem controla a forma das funções de utilidade dos agentes. O modelo é apropriado para sistemas abertos, em que não existe nenhum conhecimento sobre nenhum aspecto do projeto dos agentes, incluindo como os agentes se beneficiam com as ações de outros agentes. O modelo representa explicitamente os níveis de prestatividade dos agentes. Neste modelo, os agentes necessitam escolher entre as centenas de ações em cada movimento do jogo e o número total dos movimentos no jogo depende do desempenho dos agentes. Neste modelo, existe incerteza não somente sobre os recursos de outros agentes, mas também sobre a medida de prestatividade. As estratégias dos agentes dependem de suas estimativas em relação às personalidades de outros agentes, assim como de suas próprias. Os agentes podem variar suas personalidades dependendo de suas estimativas em relação aos outros agentes. A medida de prestatividade dos agentes é caracterizada em termos de cooperação e confiabilidade.

Os agentes escolhem as ações baseados em suas estimativas do grau de prestatividade dos outros agentes, dado os relacionamentos de dependência que existem entre eles.

### **2.7.1 Observações e Comentários**

Observa-se que o mecanismo de interação proposto nesta tese apresenta uma rica e mais completa aplicação dos aspectos sociais e psicológicos do que os trabalhos citados anteriormente.

Os agentes sociais, definidos nesta tese, apresentam características relacionadas ao “poder social”, “poder individual” (“poder-de”), “reputação” e “poder adquirido” em suas interações, além de poderem adotar diferentes “atitudes” de interação. Essas características influenciam as estratégias e a tomada de decisão dos agentes.

Diferente dos trabalhos citados anteriormente, no mecanismo de interação os “valores” tratados são os *valores qualitativos* (i.e., “valores de troca”). Tais valores envolvem investimentos, ganhos e perdas de diversos elementos motivacionais. Esses valores são considerados no raciocínio social do agente e, por isso, influenciam o comportamento dos agentes durante as interações.

O mecanismo de interação considera os “valores qualitativos” no processo de formação da cooperação, possibilitando aos agentes estabelecer, avaliar e regular as interações, e auxiliando os agentes na escolha de futuros parceiros.

## **2.8 Considerações Finais**

Este capítulo apresentou a fundamentação teórica na qual a tese está inserida. Foram discutidos alguns dos conceitos aplicados na formalização e construção do mecanismo de interação, assim como na definição das características dos agentes sociais.

Também foram apresentados os trabalhos relacionados ao tema da tese, assim como as contribuições do mecanismo de interação em relação aos outros trabalhos. O próximo capítulo apresenta as definições das características dos agentes sociais.

### 3 CARACTERÍSTICAS DOS AGENTES SOCIAIS

Durante as interações que ocorrem no mecanismo proposto nesta tese, os agentes podem e/ou devem utilizar determinadas estratégias, afim de atingir os objetivos pretendidos. Essas estratégias são influenciadas pelas características que os agentes sociais apresentam. Este capítulo apresenta tais características. A seção 3.1 descreve a arquitetura dos agentes sociais e as suas funcionalidades. A seção 3.2 apresenta as características quanto ao “poder social” dos agentes. Na seção 3.3 são apresentadas as características dos agentes quanto às atitudes que eles podem adotar durante as interações. Por fim, na seção 3.4 são apresentadas as considerações finais deste capítulo.

#### 3.1 Arquitetura dos Agentes Sociais

A arquitetura, ilustrada na Figura 3.1, é construída com inspiração nos modelos cognitivos fundamentados em estados mentais (ver (D’INVERNO et al., 1998) e (BRATMAN, 1987) para maiores informações sobre exemplos de arquiteturas desenvolvidas nesse contexto).

A arquitetura dos agentes ( $Ag = \{ag_1, ag_2, \dots, ag_n\}$ ) é composta pelos seguintes componentes:

- Base de Crenças
  - Conjunto de Valores
  - Conjunto de Compromissos
  - Conjunto de Futuros Parceiros
  - Relações de Dependência
  - Capacidade
  - Biblioteca de Argumentos
- Conjunto de Objetivos
- Conjunto de Planos
- Conjunto de Atitudes

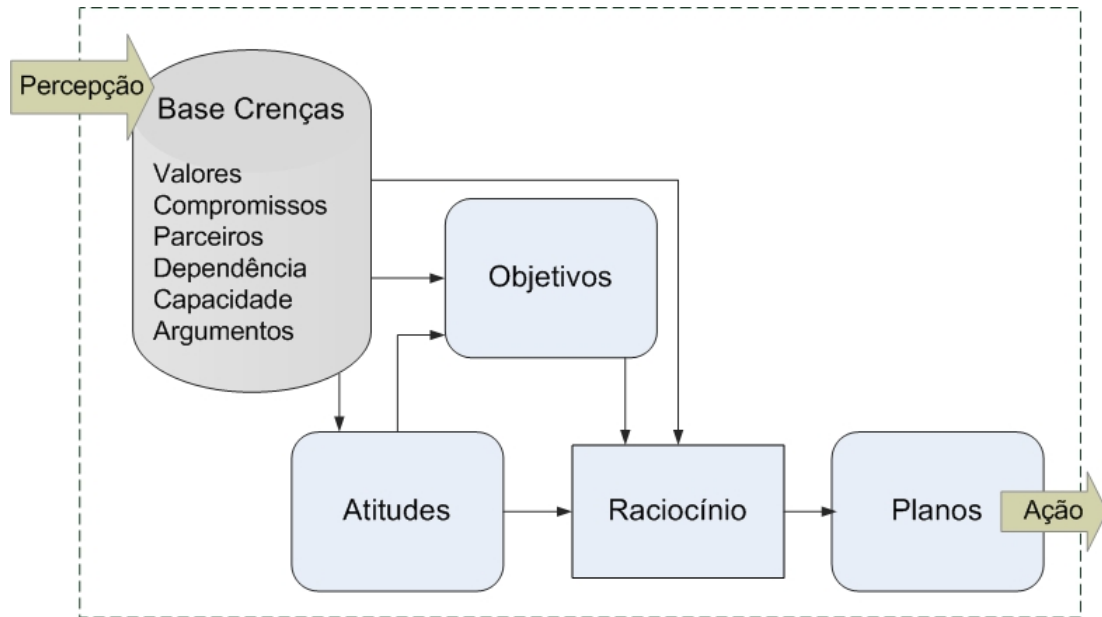


Figura 3.1: Arquitetura de um Agente Social

### 3.1.1 Base de Crenças

A *base de crenças* do agente é formada pelas informações relacionadas com o ambiente, outros agentes inseridos no ambiente e ele mesmo. A *base de crenças* contém seis subconjuntos: *conjunto de valores*, *conjunto de compromissos*, *conjunto de futuros parceiros*, *relações de dependência*, *capacidade* e *biblioteca de argumentos*.

A cada interação, as crenças dos agentes podem sofrer modificações. Assume-se que a *base de crenças* é representada por:

$$Bel_{ag_i} = \{bel_1, bel_2, \dots, bel_n\}$$

### 3.1.2 Conjunto de Valores

O *conjunto de valores* é subconjunto da *base de crenças*. Neste subconjunto, são registrados os valores materiais e virtuais atribuídos a cada ação realizada ou recebida pelo agente. Sendo que:

$$Val_{ag_i} \subseteq Bel_{ag_i}$$

$$Val_{ag_i} \subseteq Val_{rag_i} \times Val_{sag_i} \times Val_{tag_i} \times Val_{vag_i}$$

onde:

$$Val_{rag_i} = \{r_{Int_1}^{ag_x}, \dots, r_{Int_n}^{ag_n}\}, Val_{sag_i} = \{s_{Int_1}^{ag_x}, \dots, s_{Int_n}^{ag_n}\},$$

$$Val_{tag_i} = \{t_{Int_1}^{ag_x}, \dots, t_{Int_n}^{ag_n}\}, Val_{vag_i} = \{v_{Int_1}^{ag_x}, \dots, v_{Int_n}^{ag_n}\}$$

O *conjunto de valores* é fundamental para que os agentes possam verificar se as trocas sociais ocorreram de forma equilibrada. Desse modo, o *conjunto de valores* contribui de forma significativa na formação de grupos equilibrados, possibilitando aos agentes formarem grupos com parceiros com os quais obtiveram resultados equilibrados em suas trocas.

### 3.1.3 Conjunto de Compromissos

O *conjunto de compromissos* é subconjunto da *base de crenças*. Neste conjunto estão armazenados os “compromissos” efetuados pelos agentes. No modelo proposto os

“compromissos” são os serviços que os agentes passam a ter que realizar ou receber. Os “compromissos” são formalizados com base no modelo de troca de serviços proposto por Piaget (1995).

Durante a etapa de *realização e recepção do serviço* no estágio  $I_{sr-cl}$ , quando o agente cliente  $ag_{cl}$  atribui o valor de reconhecimento  $t_{cl-sr}$ , o agente está se comprometendo a realizar futuras ações em benefício do  $ag_{sr}$ . No momento em que o  $ag_{cl}$  reconhece o valor  $t_{cl-sr}$  no estágio  $II_{sr-cl}$  ele está confirmando o “compromisso”. Assim, quando o  $ag_{cl}$  realiza a ação  $r_{cl-sr}$  no estágio  $II_{sr-cl}$  ele está cumprindo o “compromisso” efetuado com o  $ag_{sr}$ .

Através do *conjunto de compromissos*, os agentes podem verificar quais parceiros cumpriram os “compromissos” efetuados. O *conjunto de compromissos* possui uma *ordem de preferência*. Ao final da interação, a *ordem de preferência* e os “compromissos” entre os agentes podem ser alterados. A *ordem de preferência* dos “compromissos” é definida levando em consideração a relação de “dependência” entre o agente e seus parceiros. Desse modo, o “compromisso” que tem a maior “preferência” de realização é o “compromisso” efetuado com um agente que exerce um maior “poder social” sobre ele. Por exemplo, se um agente  $ag_i$  possui dois “compromissos” com diferentes parceiros,  $ag_i$  vai cumprir primeiro o “compromisso” efetuado com o agente do qual ele depende para a realização de uma ação, i.e.,  $Dep^-$ . Sendo que:

$$Com_{ag_i} \subseteq Bel_{ag_i}, \text{ onde : } Com_{ag_i} = \{com_{ag_1} \preceq com_{ag_2} \preceq \dots \preceq com_{ag_n}\}$$

O modelo de Piaget (1995) fornece meios para formalizar o “compromisso social”. A noção de “compromisso social” tem importância fundamental no contexto multiagente. Um “compromisso social” representa um “compromisso” de um agente com outro para desempenhar uma ação determinada. Nesta tese, não se pretende abordar em detalhe o “compromisso social”. Pretende-se apenas mostrar que o modelo contribui para a formalização do “compromisso social”.

### 3.1.4 Conjunto de Futuros Parceiros

No *conjunto de futuros parceiros*, que é subconjunto da *base de crenças* do agente, estão armazenadas as informações sobre os seus supostos futuros parceiros. Nesse conjunto estão os agentes para os quais o  $ag_{cl}$  pretende solicitar algum serviço (i.e., delegar alguma ação). O *conjunto de futuros parceiros* possui uma *ordem de preferência*. Esta ordem é definida de acordo com a “reputação” do agente na sociedade e com a relação de “dependência” existente.

A “reputação” de um agente deriva do “grau de confiança” atribuído ao agente. O “grau de confiança” depende dos resultados obtidos em interações passadas. Em outras palavras, a “confiança” é obtida através dos “valores de troca”, i.e., “confiança” adquirida através do “equilíbrio das trocas”. A “reputação” de um agente é determinada através da soma dos resultados obtidos em suas “trocas sociais” (i.e., trocas equilibradas ou desequilibradas). Sendo que:

- $Conf^+$  então  $Rep_{ag_i} \leftarrow +1$ 
  - Trocas equilibradas
- $Conf^-$  então  $Rep_{ag_i} \leftarrow -1$ 
  - Trocas desequilibradas

- $Conf^0$  então  $Rep_{ag_i} \leftarrow 0$ 
  - Quando não ocorreu troca entre os agentes, mas existe uma relação de “dependência” entre eles

Ao considerar a relação de “dependência”:

- $Dep^+$  então  $Dep_{ag_i} \leftarrow +1$ 
  - Ao agente sobre o qual ele exerce “poder-sobre”
- $Dep^-$  então  $Dep_{ag_i} \leftarrow -1$ 
  - Ao agente que exerce “poder-sobre” ele
- $Dep^0$  então  $Dep_{ag_i} \leftarrow 0$ 
  - Quando não existir “dependência” entre os agentes ou a “relação de dependência” for bilateral

Os valores atribuídos, tanto à “reputação” quanto à “relação de dependência”, são incrementados a cada interação (aprendizado por reforço).

A *ordem de preferência* é determinada através do valor resultante da soma da “reputação” e da relação de “dependência”. Por exemplo:

$$ag_i \leftarrow (Rep_{ag_i} + Dep_{ag_i})$$

sendo que:

$$FPar_{ag_{cl}} \subseteq Bel_{ag_{cl}}, \text{ onde : } FPar_{ag_{cl}} = \{ag_1 \preceq ag_2 \preceq \dots \preceq ag_n\}$$

### 3.1.5 Conjunto de Relações de Dependência

As *relações de dependência* são subconjunto da *base de crenças* do agente. Neste conjunto está armazenado o conjunto de agentes que exercem “poder-sobre” ele e o conjunto de agentes nos quais o agente exerce “poder-sobre”. Neste caso, o conjunto de agentes dos quais o agente depende da realização de alguma ação ( $Dep^-$ ) e o conjunto de agentes que dependem de alguma ação dele ( $Dep^+$ ). O conjunto de *relações de dependência* desempenha um papel importante no mecanismo de interação, pois auxilia os agentes no momento de decidir a quem devem “delegar” as ações e de quem devem “adotar” ações. Sendo que:

$$\begin{aligned} RDep_{ag_i} &\subseteq Bel_{ag_i} \\ RDep_{ag_i} &\subseteq RDep^+ \times RDep^- \end{aligned}$$

onde:

$RDep^+$  e  $RDep^-$  são conjuntos de agentes

sendo que:

$$RDep^+ \preceq RDep^-$$

### 3.1.6 Capacidade

A *capacidade* é subconjunto da *base de crenças* do agente. Na *capacidade* estão armazenadas todas as ações que o agente tem o “poder-de” executar. Sendo que:

$$\begin{aligned} Cap_{ag_i} &\subseteq Bel \\ Cap_{ag_i} &= \{act_1, act_2, \dots, act_n\} \end{aligned}$$

### 3.1.7 Biblioteca de Argumentos

A *biblioteca de argumentos* é subconjunto da *base de crenças* do agente. Neste conjunto estão armazenadas todos os argumentos que o agente pode utilizar durante um diálogo (ver seção 4.2.2). Sendo que:

$$\begin{aligned} BArg_{ag_i} &\subseteq Bel \\ BArg_{ag_i} &= \{Arg_1, Arg_2, \dots, Arg_n\} \end{aligned}$$

### 3.1.8 Conjunto de Objetivos

O *conjunto de objetivos* é formado pelos objetivos individuais de cada agente. Este conjunto possui uma *ordem de preferência*. Os objetivos dos agentes e a ordem de preferência podem ser modificados de acordo com os resultados das interações. Sendo que:

$$Obj_{ag_i} = \{obj_1 \preceq obj_2 \preceq \dots \preceq obj_n\}$$

### 3.1.9 Conjunto de Planos

No *conjunto de planos* estão armazenados os planos de ações dos agentes (e.g., delegação de ações, formação de coalisões, etc.). Os planos também possuem uma *ordem de preferência*. Essas preferências podem sofrer modificações de acordo com o resultado das interações. Sendo que:

$$Pls_{ag_i} = \{pl_1 \preceq pl_2 \preceq \dots \preceq pl_n\}$$

### 3.1.10 Conjunto de Atitudes

Neste conjunto, estão armazenadas as diferentes atitudes que os agentes podem adotar durante as interações. As atitudes influenciam na definição dos planos e nos objetivos individuais dos agentes. Sendo que:

$$Att_{ag_i} = \{att_1, att_2, \dots, att_n\}$$

No mecanismo de interação proposto nesta tese, os agentes podem variar suas atitudes devido às seguintes circunstâncias:

- 1) após um determinado *número de interações*.
- 2) em função de reações ao “poder-social”, e.g., ser egoísta com quem exerce um maior “poder sobre”.

A cada interação os agentes apresentam uma única atitude, não podendo modificá-la antes de finalizar os estágios da troca - estágio  $I_{sr-cl}$  ou  $II_{sr-cl}$ .

Conforme ilustrado na Figura 3.1, as crenças dos agentes são revisadas e atualizadas a cada nova percepção. Os objetivos dos agentes podem também sofrer modificações. Os

agentes raciocinam sobre os objetivos, as atitudes e sobre as informações armazenadas na base de crenças. Desse modo, os planos são construídos para que as ações possam ser executadas com a intenção de que estes possam alcançar os objetivos individuais pretendidos.

### 3.2 Poder Individual e Social dos Agentes Sociais

No mecanismo de interação proposto nesta tese, o “poder-de” (i.e., capacidade do agente) e o “poder-sobre” (i.e., relações de dependência) são subconjuntos da *base de crenças* dos agentes. O “poder-sobre” deriva de alguma “relação de dependência” existente ou de uma “dependência adquirida” (i.e., serviço prestado ou crédito adquirido), sendo o último denominado “poder adquirido”. Esses aspectos influenciam as ações dos agentes, influenciando as tomadas de decisões sobre:

- i) Quando “delegar” ações;
- ii) A quem “delegar” ações;
- iii) De quem “adotar” ações;

sendo que:

- Um agente  $ag_i \in Ag$  “delega” uma ação  $Act_x$  a outro agente  $ag_j \in Ag$  somente se:  $ag_i$  não é capaz de realizá-la (i.e.,  $ag_i$  não possui “poder-de” - capacidade de realizar a ação) ou se o custo de delegar a ação é menor do que o custo de desempenhá-la (i.e., dívida adquirida menor que o custo de realizar).

$$ag_i Del Act_x ag_j \Rightarrow ag_i \neg Cap_{Act_x} \vee cs Del Act_x < cs Per Act_x$$

- Um agente  $ag_i \in Ag$  “delega” uma ação  $Act_x$  a um agente  $ag_j \in Ag$  somente se:  $ag_j$  estiver no conjunto de futuros parceiros do  $ag_i$  (respeitando a “ordem de preferência” dos parceiros).

$$ag_i Del Act_x ag_j \Rightarrow ag_j \in FPar_{ag_i}$$

- Um agente  $ag_j \in Ag$  “adota” uma ação  $Act_x$  de outro agente  $ag_i \in Ag$  somente se: existir uma relação de dependência recíproca entre os agentes, ou se existir uma dívida por parte do  $ag_j$  com o  $ag_i$  (i.e., “compromisso” ainda não cumprido pelo  $ag_j$ ). Neste caso, significa que  $ag_i$  tem “poder adquirido” por ter realizado serviço em benefício do  $ag_j$ .

$$ag_j Adt Act_x ag_i \Rightarrow \exists RDepR(ag_j, ag_i) \vee \exists Div(ag_j, ag_i)$$

sendo que:

$$\begin{aligned} RDepR(ag_j, ag_i) &\Leftrightarrow ag_i Dep_{ag_j}^{Act_x} \wedge ag_j Dep_{ag_i}^{Act_y} \\ Div(ag_j, ag_i) &\Leftrightarrow Comp_{ag_j} ag_i \\ RDepR(ag_j, ag_i) &\prec Div(ag_j, ag_i) \end{aligned}$$

No mecanismo de interação proposto, os agentes podem possuir “poder de influenciar” seus parceiros (ou futuros parceiros). Acredita-se que os agentes não necessitam ter



o “poder-sobre” para que possam ter o “poder de influenciar” outros agentes. O “poder de influenciar” pode também emergir da reputação do agente na sociedade, sendo que a reputação emerge das trocas sociais.

As informações sobre a reputação dos agentes em uma sociedade possibilitam a garantia de negociações seguras, pois evitam que agentes interajam com outros agentes que possuem uma má reputação na sociedade. Dessa forma, evitando riscos nas negociações. De acordo com Conte; Paolucci (2003) a experiência de interações anteriores (i.e., informações da reputação) é um indicador do desempenho futuro, possibilitando identificar parceiros maliciosos e, assim, evitá-los.

Acredita-se que o “poder de influenciar” emerge não só do “poder-sobre”, mas também da reputação do agente e do “poder adquirido”, conforme ilustrado na Figura 3.2. Assim, a reputação do agente é uma forma de “poder” em uma sociedade, pois a reputação reflete o “grau de confiança” do agente na sociedade. Um agente com uma boa reputação faz com que suas opiniões e conselhos sejam seguidos, ou pelo menos considerados. Desse modo, acredita-se que isso dá ao agente o “poder de influenciar” outros agentes, possibilitando ao agente envolvido em um diálogo um maior “poder de persuasão” (FRANCO; COSTA; COELHO, 2008). Assim, essa definição complementa a defendida por Castelfranchi (2003). Segundo Castelfranchi (2003), o “poder de influenciar” emerge apenas do “poder-sobre” (ver Figura 2.3).

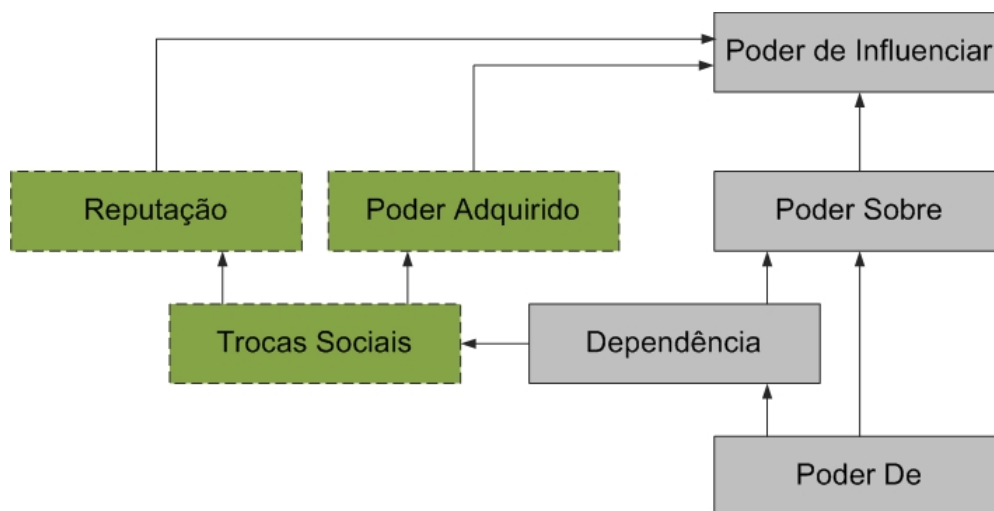


Figura 3.2: Trocas Sociais na Emergência do Poder

A reputação faz com que o agente tenha um maior “poder de negociação” e um maior “poder de influenciar”, pois em uma negociação um agente vai preferir escolher como parceiro o agente que tiver uma melhor reputação na sociedade. O agente com boa reputação também terá um maior poder de argumentação (FRANCO; COSTA; COELHO, 2008).

Nesta tese, não se objetiva abordar em detalhe a questão da reputação dos agentes. Pretende-se apenas adotar algumas definições encontradas na literatura. As investigações em relação à reputação de agentes têm recebido grande atenção da comunidade voltada à segurança em ambientes com múltiplos agentes. Para maiores esclarecimentos e exemplos de aplicações seguem os trabalhos: (AVEGLIANO, 2007), (FULLAN; BARBER, 2006), (HUYNH; JENNINGS; SHADBOLT, 2006), (JURCA; FALTINGS, 2006) e (CONTE; PAOLUCCI, 2003).

Nas simulações realizadas no mecanismo proposto, o “poder-de” (i.e., capacidade do agente) e o “poder-sobre” (i.e., relações de dependência) são atribuídos aleatoriamente aos agentes. Dependendo das interações dos agentes, suas “capacidades” e “dependências” podem ser modificadas.

As “relações de dependência” e as “capacidades” dos agentes, auxiliam na “tomada de decisão” em relação à adoção e/ou delegação de ações. No modelo proposto, os agentes têm “preferência” em formar grupos com os parceiros que eles exercem algum “poder-sobre”. Nesta tese, considera-se que os agentes possuem objetivos diferentes, desse modo, não são tratadas as relações de dependência mútua.

### 3.3 Atitudes dos Agentes Sociais

Nesta seção é apresentado o conceito de “personalidade” adotado neste trabalho e são apresentadas as atitudes que os agentes podem apresentar durante as interações no mecanismo proposto.

Sabe-se que as sociedades são compostas por diferentes indivíduos. Esses indivíduos diferem uns dos outros de acordo com suas características. Tais características são responsáveis pelos comportamentos que eles exercem na sociedade. Os comportamentos influenciam as ações que um indivíduo realiza. Dessa forma, a personalidade dos indivíduos tem forte influência na sociedade.

Devido à importância que as características dos indivíduos exercem em uma sociedade, a atribuição de traços de personalidade aos agentes artificiais tem sido tema de pesquisa de muitos trabalhos. Por exemplo: (PEREIRA et al., 2008), (CAMPOS et al., 2006), (DIMURO et al., 2006), (TIBON, 2000), (CASTELFRANCHI et al., 1998), (ROUSSEAU; HAYES-ROTH, 1998) e (CASTELFRANCHI; ROSIS; FALCONE, 1997). Tais investigações são motivadas principalmente pela necessidade de introduzir diferentes comportamentos em uma mesma situação.

Nesta tese, adota-se a definição apresentada em (EYSENCK; EYSENCK, 1987), na qual a personalidade de um agente é formada por um conjunto de traços de personalidade (i.e., características individuais). Os traços de personalidade de um agente influenciam suas atitudes na sociedade, implicando em diferentes comportamentos (conforme a Figura 3.3 ilustra), o que possibilita diferenciar um indivíduo do outro. Dessa forma, o conhecimento dos traços de personalidade é essencial para compreender as ações executadas pelos agentes.

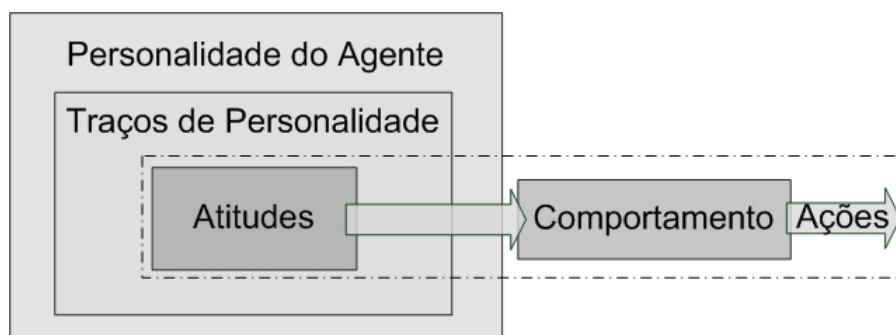


Figura 3.3: Estrutura da Personalidade dos Agentes Sociais

Alguns traços de personalidade são condicionados a uma dada circunstância. Dessa forma, são denominados - temporariamente - atitudes. Um agente pode assumir uma

atitude ou outra dependendo das circunstâncias ou dos seus parceiros.

Durante a etapa de *realização e recepção do serviço*, no momento dos agentes atribuírem os valores materiais e virtuais aos serviços, eles podem apresentar uma das seguintes atitudes:

- **Egoísta:** um agente egoísta está sempre buscando seu próprio benefício. Por exemplo, um agente egoísta recebe um serviço e calcula um valor de satisfação menor do que o valor representa a ele (i.e.,  $s_{ag_{cl}} < \bar{s}_{ag_{cl}}$ ). Por outro lado, um agente que desempenha uma ação atribui um valor de crédito maior do que o custo real da ação (i.e.,  $v_{ag_{sr}} > \bar{r}_{ag_{sr}}$ ).
- **Altruísta:** um agente altruísta está sempre interessado no benefício do outro agente. Por exemplo, um agente altruísta atribui um valor de satisfação maior do que o valor real, causando o benefício ao agente que realizou a ação (i.e.,  $s_{ag_{cl}} > \bar{s}_{ag_{cl}}$ ). Logo, o agente que prestou o serviço atribui um valor de crédito menor, beneficiando o agente que recebeu o serviço (i.e.,  $v_{ag_{sr}} < \bar{r}_{ag_{sr}}$ ).
- **Realista:** um agente realista atribui aos serviços prestados e recebidos o valor final resultante do cálculo realizado por ele através dos elementos avaliados de acordo com a “escala de valores” (i.e.,  $v_{ag_{sr}} = \bar{r}_{ag_{sr}}$ ).

No mecanismo de interação proposto na tese, adota-se um caso simples, onde os agentes devem apresentar uma única “atitude” durante uma interação, e.g., os agentes não podem iniciar uma etapa de *realização e recepção do serviço* e alterar sua “atitude” antes de finalizar a etapa. Assim, após um determinado número de interações (considerando diferentes parceiros) os agentes podem verificar com quais parceiros as trocas ocorreram de forma equilibrada e em quais grupos é mais apropriado interagir.

Durante os “diálogos” que ocorrem entre os agentes no processo de *argumentação*, os agentes também podem apresentar diferentes “atitudes” no momento de *afirmar* ou *aceitar* um argumento. Sendo as atitudes:

- **Negligente:** um agente negligente faz afirmações e dá suporte a elas sem nenhuma preocupação sobre a veracidade da proposição.
- **Confiante:** um agente confiante afirma uma proposição  $p$  quando ele é capaz de construir um argumento  $(S, p)$  que dê suporte à proposição.
- **Cauteloso:** um agente cauteloso afirma uma proposição  $p$  quando ele é capaz de construir um argumento  $(S, p)$  que dê suporte à proposição e se ele verificar que o argumento é aceitável.
- **Crédulo:** um agente crédulo aceita uma proposição  $p$  quando existir um argumento  $(S, p)$  que dê suporte à proposição.
- **Cético:** um agente cético aceita uma proposição  $p$  somente se existir um argumento  $(S, p)$  que dê suporte à proposição, e se ele verificar que o argumento é aceitável.

### **3.4 Considerações Finais**

Este capítulo apresentou as características que os agentes sociais apresentam durante suas interações no mecanismo de interação proposto nesta tese. Essas características influenciam as estratégias que os agentes realizam em suas interações e os seus comportamentos.

No mecanismo de interação a “reputação” do agente é vista como uma forma de “poder”, pois reflete o “grau de confiança” do agente na sociedade. A reputação fornece ao agente um maior “poder de negociação”.

As atitudes dos agentes sociais influenciam os resultados das interações. O conhecimento das atitudes é fundamental para entender as ações realizadas pelos agentes e as relações que ocorrem entre os agentes durante as interações.

O próximo capítulo descreve a formalização e construção do mecanismo de interação.

## 4 MECANISMO DE INTERAÇÃO ENTRE AGENTES: CONSTRUÇÃO E AVALIAÇÃO DE TROCAS SOCIAIS

Este capítulo apresenta a formalização e a construção do mecanismo de interação, construído com base nas Ciências Sociais, Psicologia e em Teorias Utilitaristas. O mecanismo auxilia os agentes no estabelecimento, avaliação e regulação das interações sociais. A seção 4.1 descreve as etapas que compõem o mecanismo de interação. Na seção 4.2 são apresentados os protocolos. As considerações finais são discutidas na seção 4.3.

### 4.1 Etapas do Mecanismo de Interação

O mecanismo é composto por três etapas:

#### 1. Estabelecimento de um acordo sobre o serviço

Essa etapa é definida como um mecanismo de negociação, sendo formada por:

- i) Protocolos que definem a ordem das mensagens trocadas entre os agentes (formalizado com inspiração no Protocolo Redes de Contrato (SMITH, 1988));
- ii) Estratégias que os agentes podem e/ou devem usar durante a negociação.

#### 2. Realização e recepção do serviço

Essa etapa é definida como um mecanismo de trocas sociais, sendo formada por:

- i) Protocolos que definem a ordem da troca de serviços (formalizado de acordo com os modelos de Piaget (1995) e Thibaut; Kelley (1986));
- ii) Estratégias que os agentes podem e/ou devem usar durante a interação.

#### 3. Avaliação do serviço

Essa etapa possibilita aos agentes verificarem os resultados das interações, i.e., se elas foram interações equilibradas ou não. A etapa de avaliação do serviço é importante para que os agentes atualizem as suas *bases de crenças*.

As *estratégias* que os agentes sociais podem e/ou devem usar são influenciadas pelas características que eles apresentam, podendo estar relacionadas com o “poder”, a “reputação” e a “atitude”. Estas características influenciam as suas decisões desde o momento em que eles solicitam serviços, até quando analisam as respostas e as propostas recebidas.

Os agentes sociais podem argumentar tanto na etapa de *estabelecimento de um acordo* quanto na etapa de *realização e recepção do serviço*. O que difere é que na primeira etapa a argumentação ocorre para auxiliá-los a atingir acordos sobre o serviço e na segunda para auxiliá-los em um consenso sobre os valores de troca atribuídos aos serviços.

O mecanismo de interação proposto nesta tese compreende as três etapas: i) mecanismo de negociação, ii) mecanismo de trocas sociais e iii) avaliação dos serviços. A finalidade de todo mecanismo de negociação é produzir acordos. O acordo é relativo aos objetivos dos agentes. Este mecanismo de interação foi construído para um domínio orientado a valores (ROSENSCHEIN; ZLOTKIN, 1994). Desse modo, o objetivo dos agentes sociais é atingir estados do mundo que tenham um determinado valor para eles. Esses valores são todos os valores (i.e., resultados) que podem ser deduzidos a partir dos balanços das trocas, podendo ser:

- **Trocas Equilibradas:** os agentes têm por objetivo realizar trocas equilibradas, de modo que nenhum dos agentes envolvidos na interação seja prejudicado;
- **Formação de Grupos:** os agentes têm por objetivo formar grupos de acordo com os objetivos pretendidos;
- **Reputação Positiva:** os agentes têm por objetivo adquirir uma boa reputação na sociedade, assim garantindo futuras recepções de serviço (trocas sociais);

O mecanismo de interação possibilita aos agentes negociarem sobre os valores de troca envolvidos em suas trocas sociais, com o objetivo de alcançar estados de balanços de troca que eles valorizem (i.e., que representam vantagens pessoais). Estes utilizam suas estratégias para alcançar os resultados desejados. As estratégias são regras que levam os agentes a atingirem o “acordo” (como dito anteriormente, o “acordo” é relativo aos objetivos). Em outras palavras, uma estratégia é a forma como um agente se comporta em uma interação. O protocolo especifica as regras da interação, mas o acordo exato que um agente propõe é resultado da estratégia usada. No mecanismo proposto, é importante que o protocolo projetado possibilite aos agentes sentirem-se estimulados a realizar determinadas estratégias, acreditando que elas vão produzir bons resultados.

Sendo assim, o mecanismo de interação é capaz de auxiliar na formação da cooperação, também permitindo aos agentes estabelecerem, analisarem e regularem suas interações. Se os agentes agirem de acordo com as três etapas que compõem o mecanismo, eles irão alcançar os resultados que valorizam.

#### 4.1.1 Estabelecimento de um Acordo sobre o Serviço

Nesta etapa, um agente (e.g.  $ag_{cl} \in Ag$ ) solicita a realização de um determinado serviço ao agente com o qual ele possui interesse em efetuar a etapa de *realização e recepção do serviço*, i.e., agentes pertencentes ao conjunto de futuros parceiros.

Durante essa etapa, o agente cliente analisa as respostas recebidas pelo futuro parceiro e decide se realmente **deve delegar** o serviço, da mesma forma, o agente servidor decide se **deve adotar** o serviço delegado. Em outras palavras, os agentes escolhem seus futuros parceiros.

Essa etapa é essencialmente um processo de negociação, pois os agentes negociam com o objetivo de atingir um “acordo” em relação ao serviço que está sendo delegado/adotado. Após o “acordo” estabelecido, a etapa de *realização e recepção do serviço* inicia.

Durante essa etapa os agentes podem iniciar um processo de argumentação. Desse modo, os agentes argumentam com o objetivo de persuadir seus futuros parceiros a estabelecer um acordo.

#### 4.1.2 Realização e Recepção do Serviço

Essa etapa ocorre entre os dois agentes que estabeleceram um “acordo”, i.e., entre o agente que solicitou o serviço (agente que delegou o serviço -  $ag_{cl}$ ) e o agente que executará o serviço (agente que adotou o serviço delegado -  $ag_{sr}$ ). Essa etapa é essencialmente um processo de **troca de serviços**. Durante essa etapa os agentes podem argumentar com a intenção de atingir um consenso em relação aos “valores de troca” atribuídos aos serviços.

A **realização e recepção do serviço** pode ocorrer de duas formas:

- Trocas Segmentadas; ou
- Trocas Monolíticas.

Na definição dos tipos de **troca social**, buscou-se inspiração nos modelos propostos por Piaget (1995) e Thibaut; Kelley (1986). As **trocas segmentadas** foram definidas com ênfase no modelo de Thibaut; Kelley (1986) - que apresenta característica interativa. As **trocas monolíticas** foram construídas com ênfase no modelo de Piaget (1995) - que apresenta característica não-interativa.

No mecanismo de interação proposto, o tipo de serviço a ser realizado é que determina o tipo de troca social. Desse modo, serviços interativos exigem trocas segmentadas e serviços não-interativos exigem trocas monolíticas. Os serviços interativos são compostos por várias ações, por outro lado, os serviços não-interativos são compostos por uma única ação.

Nas trocas segmentadas os agentes podem argumentar com seus parceiros durante a realização e recepção do serviço (i.e., durante a execução do serviço), desse modo, possibilitando avaliar e realizar as ações ao mesmo tempo. Por outro lado, nas trocas monolíticas os agentes argumentam somente após a finalização da troca. Neste caso, os agentes avaliam e recebem os serviços em momentos diferentes. Outra diferença entre os dois tipos de troca é que nas trocas segmentadas os agentes podem “quebrar o acordo” estabelecido, caso a interação não esteja de acordo com suas expectativas.

Tanto nas trocas segmentadas quanto nas monolíticas, o processo de troca é composto por dois estágios, conforme definido:

- Estágio  $I_{sr-cl}$ 
  - $ag_{sr}$  realiza o serviço estabelecido no “acordo” prévio em benefício do  $ag_{cl}$ . Os agentes atribuem os valores ao serviço (realizado e recebido). Com a finalização desse estágio, o  $ag_{sr}$  adquire crédito com o  $ag_{cl}$  e o  $ag_{cl}$  se compromete a realizar um serviço em favor do  $ag_{sr}$  (compromisso assumido).
- Estágio  $II_{sr-cl}$ 
  - $ag_{sr}$  solicita o crédito adquirido no estágio  $I_{sr-cl}$ . O  $ag_{cl}$  realiza um serviço como pagamento da dívida. Com a conclusão desse estágio, o  $ag_{cl}$  cumpre o “compromisso” efetuado com o  $ag_{sr}$  (compromisso cumprido).

Os “valores” envolvidos na etapa de *realização e recepção do serviço* são:

- Estágio  $I_{sr-cl}$ 
  - $r_{sr}$ : custo da realização do serviço adotado pelo  $ag_{sr}$  em favor do  $ag_{cl}$ ;

- $s_{cl}$ : benefício obtido pelo  $ag_{cl}$  através do serviço realizado pelo  $ag_{sr}$ ;
- $t_{cl}$ : dívida adquirida pelo  $ag_{cl}$  em relação ao serviço prestado pelo  $ag_{sr}$ ;
- $v_{sr}$ : crédito adquirido pelo  $ag_{sr}$  em relação ao  $ag_{cl}$  pelo serviço prestado.

- Estágio  $II_{sr-cl}$

- $v_{sr}$ : crédito cobrado pelo  $ag_{sr}$  ao  $ag_{cl}$  para obtenção de uma adoção de serviço;
- $t_{cl}$ : dívida reconhecida pelo  $ag_{cl}$  em relação ao  $ag_{sr}$  pelo serviço realizado no estágio  $I_{sr-cl}$ ;
- $r_{cl}$ : custo da realização do serviço adotado pelo  $ag_{cl}$  em recompensa ao serviço prestado pelo  $ag_{sr}$  no estágio  $I_{sr-cl}$ ;
- $s_{sr}$ : satisfação obtida pelo  $ag_{sr}$  através do serviço realizado pelo  $ag_{cl}$ .

Conforme definido por Piaget (1995), uma *troca completa* ocorre quando os dois agentes que estabeleceram o “acordo” finalizarem os dois estágios da etapa de *realização e recepção do serviço*. Adota-se essa definição tanto nas trocas segmentadas quanto nas trocas monolíticas.

Após a finalização da etapa de *realização e recepção do serviço*, os agentes realizam a *avaliação do serviço*. A avaliação é feita através da verificação do equilíbrio das trocas, sendo fundamental para a atualização da *base de crenças* dos agentes.

#### 4.1.3 Avaliação do serviço

Nessa etapa, os agentes verificam se a etapa de *realização e recepção do serviço* ocorreu de forma equilibrada. Define-se uma **troca equilibrada** conforme apresentado em (PIAGET, 1995), desse modo, nenhum dos agentes envolvidos na troca deve “ganhar” ou “perder” mais do que o outro. Assim, os valores atribuídos devem estar em equilíbrio. As condições para que as trocas ocorram de forma equilibrada são apresentadas nas equações 4.1 e 4.2.

$$I_{sr-cl} : (r_{sr} = s_{cl}) \wedge (s_{cl} = t_{cl}) \wedge (t_{cl} = v_{sr}) \wedge (v_{sr} = r_{sr}) \quad (4.1)$$

$$II_{sr-cl} : (v_{sr} = t_{cl}) \wedge (t_{cl} = r_{cl}) \wedge (r_{cl} = s_{sr}) \wedge (s_{sr} = v_{sr}) \quad (4.2)$$

É fundamental que o valor de crédito adquirido por  $ag_{sr}$  no estágio  $I_{sr-cl}$  esteja em equilíbrio com o valor de crédito cobrado por  $ag_{sr}$  no estágio  $II_{sr-cl}$ . Desse modo, mantendo a conservação dos valores na transição dos estágios.

$$v_{I_{sr-cl}} = v_{II_{sr-cl}}$$

Durante a etapa de *realização e recepção do serviço* podem ocorrer situações de desequilíbrio quando as condições não são satisfeitas. No caso do grupo estar em desequilíbrio, o mecanismo de interação permite aos agentes optar por não continuar trocando serviços com seu parceiro atual e, assim, escolher novos parceiros.

#### Modelo de Serviço para Auxiliar na Avaliação dos Serviços

Para que os agentes possam avaliar os serviços realizados e recebidos, é necessário, primeiramente, atribuir uma definição para *serviço*. Um *serviço* é uma “ação” (serviço não-interativo) ou várias ações (serviço interativo) realizada(s) por um agente.



Os “serviços” são classificados em três classes segundo o modelo de serviço proposto em (ALMQUIST, 1992):

- **Gold:** serviços de alta importância.
- **Silver:** serviços de média importância.
- **Bronze:** serviços de baixa importância.

Cada classe de serviço apresenta atributos e parâmetros. Os atributos considerados são: *máximo*, *médio* e *mínimo*. Os parâmetros considerados são: i) *tempo* - tempo que um agente gastou para desempenhar um serviço e ii) *qualidade* - se o serviço solicitado foi completamente executado.

Durante a execução dos serviços, os agentes respectivamente atribuem valores aos serviços efetivamente desempenhados e efetivamente recebidos, considerando como referência para as avaliações os termos estabelecidos na classe de serviço.

### **Equação de Avaliação e Escala de Valores**

Cada agente possui uma *escala de valores*. A avaliação dos serviços é realizada através dessa *escala de valores*. A *escala de valores* é formada por um conjunto de elementos, esses elementos são fundamentais para os agentes calcularem os valores que serão atribuídos aos serviços.

No mecanismo de interação proposto neste trabalho, os elementos que compõem a *escala de valores* são:

- i) Fatores que são avaliados, i.e., *Classe de serviço*, *Tempo* e *Qualidade*;
- ii) Valores atribuídos aos fatores, i.e., *máximo* = 3, *médio* = 2 e *mínimo* = 1;
- iii) Pesos atribuídos a cada fator (1 a 10).

No mecanismo, assume-se que os agentes utilizam a mesma *escala de valores* para calcular os valores a serem atribuídos aos serviços executados e recebidos. Porém, a importância, representada pelo peso, dada aos fatores, é subjetiva. Neste caso, cada agente avalia os fatores de forma diferente, usando diferentes pesos. Os pesos atribuídos dependem das atitudes adotadas pelo agente. Desse modo, os valores envolvidos nas “trocas” expressam avaliações subjetivas (FRANCO; COSTA, 2007a).

O valor final de um serviço executado ou recebido é dado pela equação 4.3:

$$\frac{((\textit{peso} * \textit{val\_classe}) + (\textit{peso} * \textit{val\_tempo}) + (\textit{peso} * \textit{val\_qualidade}))}{\textit{SomaTotalPesos}} = \textit{Valor} \quad (4.3)$$

Por exemplo,  $ag_{cl}$  solicita ao  $ag_{sr}$  o serviço (i.e, ação) de revisar um artigo.  $ag_{sr}$  adota atitude “realista”. Após realizar a tarefa, o  $ag_{sr}$  atribui o “valor de custo” ao serviço executado considerando: i) “classe” = 3 e “peso” = 7, ii) “tempo” = 2 e “peso” = 5, e iii) “qualidade” = 3 e “peso” = 6.

Neste caso,  $ag_{sr}$  atribuiu “classe = 3” porque considera o serviço como sendo de alta importância e atribuiu “peso = 7”. O  $ag_{sr}$  considera que ele gastou um “tempo médio” para desempenhar o serviço “tempo = 2” e atribuiu “peso = 5”. O  $ag_{sr}$  acredita que o serviço foi completamente executado “qualidade = 3” e atribuiu “peso = 6”.

Neste exemplo, o “valor de custo” atribuído pelo  $ag_{sr}$  ao serviço prestado é:

$$\frac{((7 * 3) + (5 * 2) + (6 * 3))}{30} = 1,63$$

No mecanismo usa-se uma *margem de tolerância* de 0,5 entre os *valores de troca* calculados pelos agentes. Neste caso, não se considera o *valor de troca* exato atribuído ao serviço. Sem a utilização da *margem de tolerância*, a grande maioria das trocas resultariam em desequilibradas, prejudicando a avaliação dos resultados. Por exemplo,  $ag_{cl}$  calcula “valor de custo” = 1,63 e  $ag_{sr}$  calcula “valor de satisfação” = 1,90. Assim, se não fosse aplicada a *margem de tolerância* os valores implicaria em uma “troca desequilibrada”.

## 4.2 Protocolos do Mecanismo

Na construção dos protocolos que compõem o mecanismo de interação, buscou-se inspiração nos conceitos propostos por Rosenschein; Zlotkin (1994). Os protocolos foram definidos levando em consideração as seis regras consideradas por Jennings et al. (2001) como sendo fundamentais na construção de protocolos. Sendo estas:

- Regras para admissão: especificam quando um agente pode participar de uma negociação e sob quais condições.
- Regras para desistência: especificam quando um agente deve desistir da negociação.
- Regras para finalização: especificam quando a negociação deve ser finalizada (e.g., se um agente afirma uma locução de aceitação).
- Regras para validar propostas: especificam quando uma proposta está compatível (i.e., coerente) com alguma condição (e.g., não permitir que um agente faça novamente uma proposta que já tenha sido rejeitada).
- Regras para determinar resultado: especificam o resultado de uma interação. Por exemplo, em *framework* baseado em leilões, isto envolveria determinar o vencedor (RAHWAN, 2005). Em *framework* baseado em argumentação, estas regras podem forçar algum resultado (e.g., se um agente não pode construir um argumento contra uma solicitação, então ele aceita) (RAHWAN, 2005).
- Regras para compromisso: especificam como os compromissos dos agentes devem ser gerenciados, se e quando um agente pode sair de um compromisso realizado anteriormente.

### 4.2.1 Protocolo de Estabelecimento de um Acordo sobre o Serviço

Esse protocolo foi definido com ênfase no protocolo Redes de Contrato (SMITH, 1988) (ver também (FIPA, 2002b) para maiores informações) e inspirado nos conceitos propostos por Rosenschein; Zlotkin (1994).

O protocolo apresenta a seguinte forma:

---

 Protocolo: Estabelecimento do Acordo
 

---

1.  $ag_{cl}$  envia proposta ao primeiro  $ag_{sr} \in FPar_{ag_{cl}}$
  2.  $ag_{sr}$  analisa proposta e decide:
    - 2.1. adotar serviço delegado; ou
    - 2.2. rejeitar serviço delegado; ou
    - 2.3. enviar contra-proposta ao  $ag_{cl}$
  3. Se  $ag_{sr}$  rejeitar proposta,  $ag_{cl}$  envia proposta ao próximo  $ag_{sr_n} \in FPar_{ag_{cl}}$ .  
O processo ocorre até que:
    - 3.1.  $ag_{cl}$  desista da negociação; ou
    - 3.2.  $FPar_{ag_{cl}}$  esteja vazio
  4.  $ag_{cl}$  avalia contra-proposta recebida e decide:
    - 4.1. se deve delegar o serviço
      - 4.1.1. caso afirmativo, o acordo é estabelecido entre os agentes
  5. Processo finaliza com sucesso quando os agentes estabelecerem um acordo.  
Caso contrário, o processo ocorre:
    - 5.1. enquanto um acordo não for atingido; ou
    - 5.2.  $ag_{cl}$  desista da negociação.
- 

A etapa de **estabelecimento do acordo** começa com um  $ag_{cl}$  enviando uma proposta  $prp_{t_i}$  - a qual solicita a realização de um serviço - ao agente o qual ele tem interesse em realizar a etapa de **realização e recepção do serviço** (i.e., primeiro agente pertencente ao conjunto de futuros parceiros).

O agente que recebe a proposta deve analisá-la e tomar a sua decisão. Se ele rejeitar a proposta  $prp_{t_i}$ , o  $ag_{cl}$  envia uma nova proposta  $prp_{t_{i+1}}$  ao próximo agente pertencente ao conjunto de futuros parceiros. Esse processo ocorre até que  $ag_{cl}$  desista da negociação ou o conjunto de  $FPar_{ag_{cl}}$  esteja vazio.

Caso um  $ag_{sr}$  aceite uma proposta  $prp_{t_{i+n}}$ , então um “acordo” é atingido entre os dois agentes e a etapa de **realização e recepção do serviço** inicializa. A etapa finaliza com sucesso quando os agentes atingirem um acordo. Caso contrário, o processo ocorre até que  $ag_{cl}$  desista da negociação ou enquanto um acordo não for alcançado.

Um  $ag_{cl}$  pode desistir da negociação se, após um determinado intervalo de tempo, nenhuma das requisições de serviço forem aceitas.

No mecanismo de interação proposto, uma proposta  $prp_{t_i}$  tem a forma de um argumento, sendo:

$$prp_{t_i} = (S, p)$$

onde:

- i)  $p$  é uma fórmula da linguagem proposicional  $L$ .
- ii)  $p$  é a conclusão do argumento.
- iii)  $S \vdash p$ , i.e.,  $S$  deriva logicamente  $p$ , significando que  $S$  é o suporte da conclusão do argumento. Em outras palavras,  $S$  é o conjunto de razões para que a conclusão seja aceita.

No mecanismo de interação, os agentes enviam suas requisições de serviço na forma de um argumento, onde a proposição afirmada indica o serviço a ser realizado, seguido do suporte vazio. Por exemplo:  $prp_{t_i} = (\{\}, \text{servico solicitado})$ .

#### 4.2.2 Protocolo de Argumentação

No mecanismo de interação, os agentes argumentam com a intenção de influenciar as decisões de outros agentes. No mecanismo, os agentes argumentam através dos protocolos de diálogos. A argumentação pode ocorrer em três momentos:

- 1) **Durante o estabelecimento do acordo sobre o serviço:** os agentes podem argumentar com a intenção de convencer outros agentes a aceitarem suas propostas;
- 2) **Durante a realização e recepção do serviço (Trocas Segmentadas):** os agentes podem argumentar com a intenção de convencer os agentes a aceitarem os valores atribuídos aos serviços. A argumentação nesse instante possibilita aos agentes coordenarem suas ações;
- 3) **Após a realização e recepção do serviço (Trocas Monolíticas):** o diálogo ocorre caso um dos agentes não fique satisfeito com o resultado da troca.

A argumentação no mecanismo de interação proposto possibilita aos agentes atingirem um acordo que satisfaça ambos. Essa possibilidade permite que a sociedade (ou grupos) mantenha-se operacional (i.e, funcionando ou operando) através da contínua interação dos agentes (FRANCO; COSTA, 2007b).

#### Protocolos de Diálogos

Conforme discutido anteriormente, é fundamental que os agentes apresentem habilidades para persuadir e negociar. Essas habilidades permitem aos agentes se engajarem em **diálogos**. A definição de diferentes tipos de diálogos entre agentes tem sido um importante tema de pesquisa. Na literatura encontra-se diversas propostas de protocolos de diálogo, como os trabalhos de (ATKINSON et al., 2008), (PARSONS et al., 2007), (PERRUSSEL et al., 2007), (AMGOUD; HAMEURLAIN, 2006), (AMGOUD; PRADE, 2005), (COGAN; PARSONS; MCBURNEY, 2005) e (PARSONS; MCBURNEY, 2003).

Um sistema de diálogos, geralmente, é composto por três componentes: i) agentes envolvidos no diálogo, ii) um protocolo, e iii) um conjunto de estratégias.

Para que o processo de argumentação ocorra no mecanismo de interação, quatro protocolos de diálogo foram definidos. Os protocolos são definidos de acordo com as “atitudes” que os agentes podem apresentar no momento de *afirmar* ou *aceitar* um argumento.

Os agentes podem escolher qualquer um dos quatro protocolos para utilizarem no processo de argumentação. A definição dos protocolos tem forte influência do protocolo apresentado em (PARSONS; WOOLDRIDGE; AMGOUD, 2003b) e estendido em (COGAN; PARSONS; MCBURNEY, 2005).

Os protocolos são baseados no *diálogo de persuasão* (WALTON; KRABBE, 1995), onde um agente tenta convencer outro agente a aceitar um particular argumento. Os agentes argumentam de acordo com suas *atitudes* e com as informações armazenadas na *base de crenças* (FRANCO; COSTA; COELHO, 2008) e (FRANCO; COSTA, 2007c). Sendo estes:

#### Diálogo: Confiante-Crédulo

*Os agentes são negligentes ou confiantes para afirmar um argumento (neste caso, uma proposta) ( $S, p$ ) e crédulos para aceitar um argumento.*

O agente emissor afirma um argumento ( $S, p$ ). Este argumento pode ser válido, caso o agente seja confiante e determinar que  $S \vdash p$ . Caso contrário, o argumento pode ser

inválido (e.g., agente é mentiroso). O *agente receptor* tenta verificar se  $S \vdash p$ . Se o *agente receptor* verificar que a proposição  $p$  é suportada por  $S$ , então ele aceita o argumento  $(S, p)$  afirmado pelo *agente emissor*.

---

Protocolo: Confiante-Crédulo
Emissor/Receptor afirma $(S, p)$
Receptor verifica se $(S \vdash p)$
Se verdadeiro, receptor aceita argumento
Caso contrário, receptor rejeita argumento

---

### Diálogo: Confiante-Cético

Os agentes são negligentes ou confiantes para afirmar um argumento  $(S, p)$  e céticos para aceitar um argumento.

O *agente emissor* afirma um argumento  $(S, p)$ . O *agente receptor* verifica se  $S \vdash p$ . Se for falso, o *agente receptor* rejeita a proposição  $p$ . Caso contrário, o *agente receptor* verifica se o argumento é aceitável. Nesse caso,  $\forall s \in S$ , o *agente receptor* aceita ou questiona (baseado em sua base de crenças). Se o *agente receptor* aceitar todos  $s \in S$ , então ele aceita a proposição  $p$  afirmada pelo *agente emissor*. Caso contrário, o *agente receptor* rejeita a proposição  $p$ .

---

Protocolo: Confiante-Cético
Emissor/Receptor afirma $(S, p)$
Receptor verifica se $(S \vdash p)$
Se verdadeiro, $\forall s \in S$ Receptor questiona $s$
Se $\forall s \in S$ Receptor aceitar $s$ , então aceita proposição
Caso contrário, Receptor rejeita proposição
Caso contrário, Receptor rejeita proposição

---

### Diálogo: Cauteloso-Crédulo

Os agentes são cautelosos para afirmar um argumento  $(S, p)$  e crédulos para aceitar.

O *agente emissor* afirma um suporte  $S$ . O *agente receptor* questiona (cautelosamente) cada  $s \in S$ . Se o *agente receptor* aceitar todos  $s \in S$  (i.e., se o *agente receptor* aceitar  $S$ ), então o *agente emissor* afirma  $p$ . Dessa forma, o *agente receptor* verifica se  $S \vdash p$ . Caso seja verdadeiro, o *agente receptor* aceita a proposição  $p$ . Caso contrário, o *agente receptor* rejeita  $p$ . Questionar  $s$  significa solicitar um suporte  $S'$  para  $s$  e verificar  $S' \vdash s$ . Se for verdadeiro, aceitar  $s$ . Caso contrário, rejeitar.

---

Protocolo: Cauteloso-Crédulo

---

Emissor afirma ( $S$ )

$\forall s \in S$  Receptor *cautquestiona*( $s$ )

Se  $\forall s \in S$  Receptor aceitar ( $s$ )

Emissor afirma ( $p$ )

Receptor verifica se ( $S \vdash p$ )

Se verdadeiro, Receptor aceita proposição

Caso contrário, Receptor rejeita proposição

Onde:

Receptor *cautquestiona*( $s$ )  $\equiv$

Receptor solicitar (*Suporte*( $s$ ))

Se Emissor afirmar ( $S'$ )

Receptor verifica se ( $S' \vdash s$ )

Se verdadeiro, Receptor aceita  $s$

Caso contrário, Receptor rejeita  $s$

Caso contrário, Receptor rejeita  $s$

---

### Diálogo: Cauteloso-Cético

*Os agentes são cautelosos para afirmar um argumento ( $S, p$ ) e céticos para aceitar.*

O agente emissor afirma um suporte  $S$ . O agente receptor (ceticamente) questiona cada  $s \in S$ . Se o agente receptor aceitar todos  $s \in S$ , o agente emissor afirma a proposição  $p$ . Logo, o agente receptor verifica se  $S \vdash p$ . Caso afirmativo, o agente receptor aceita a proposição  $p$ . Caso contrário, o agente receptor rejeita  $p$ .

---

Protocolo: Cauteloso-Cético

---

Emissor afirma ( $S$ )

$\forall s \in S$  Receptor *cetquestiona*( $s$ )

Se  $\forall s \in S$  Receptor aceitar ( $s$ )

Emissor afirma ( $p$ )

Receptor verifica se ( $S \vdash p$ )

Se verdadeiro, Receptor aceita proposição

Caso contrário, Receptor rejeita proposição

Onde:

Receptor *cetquestiona*( $s$ )  $\equiv$

Receptor solicitar (*Suporte*( $s$ ))

Se Emissor afirmar ( $S'$ )

Receptor verifica se ( $S' \vdash s$ )

Se verdadeiro, Receptor *cetquestiona*( $s$ )

Se verdadeiro, Receptor aceita  $s$

Caso contrário, Receptor rejeita  $s$

Caso contrário, Receptor rejeita  $s$

Caso contrário, Receptor rejeita  $s$

---

Por razões subjetivas (e.g., atitudes adotadas), os agentes podem discordar dos valores atribuídos e assim não atingirem um consenso em relação ao “equilíbrio da troca”.

Durante os diálogos, cada agente propõe aos outros agentes o valor que ele gostaria que fosse estabelecido. Se durante esse processo, os agentes não atingirem um consenso, uma *regra de decisão* é utilizada. A *regra de decisão* permite aos agentes finalizar um diálogo caso eles não atinjam um consenso depois de um certo limite de tempo ou após

um determinando número de argumentos trocados. O diálogo finaliza após os agentes atingirem um consenso ou após a aplicação da *regra de decisão*.

Pode ocorrer uma recursão infinita caso os agentes permaneçam infinitamente céticos no diálogo. Neste caso, a *regra de decisão* também é utilizada.

Para que os diálogos sobre “valores de troca” pudessem ocorrer, foi definido um conjunto de proposições justificativas aceitáveis. Desse modo, os agentes quando envolvidos no processo de argumentação, podem enviar suas propostas e contra-propostas acompanhadas das seguintes justificativas:

- $s_1 = \text{limpar\_território}$
- $s_2 = \text{proposta\_aceita}$
- $s_3 = \text{proposta\_rejeitada}$
- $s_4 = \text{custo\_superior}$
- $s_5 = \text{custo\_inferior}$
- $s_6 = \text{benefício\_superior}$
- $s_7 = \text{benefício\_inferior}$
- $s_8 = \text{dívida\_superior}$
- $s_9 = \text{crédito\_superior}$
- $s_{10} = \text{seu\_crédito} > \text{minha\_satisfação}$
- $s_{11} = \text{meu\_crédito} < \text{sua\_satisfação}$
- $s_{12} = \text{minha\_dívida} > \text{valor\_custo}$
- $s_{13} = \text{custo\_delegação} > \text{minha\_satisfação}$
- $s_{14} = \text{custo\_adoção} > \text{crédito\_adquirido}$
- $s_{15} = \text{custo\_adoção} > \text{custo\_delegação}$

sendo que:  $S = \{s_1, s_2, \dots, s_n\}$

Essas proposições estão contidas na biblioteca de argumentos dos agentes (ver seção 3.1.7).

### 4.2.3 Protocolos da Realização e Recepção do Serviço

Esses protocolos foram definidos com ênfase nos modelos de Piaget (1995) - Trocas Monolíticas e Thibaut; Kelley (1986) - Trocas Segmentadas. Sendo definidos da seguinte forma:

---

Protocolo: Trocas Segmentadas no Estágio  $I_{\alpha-\beta}$

---

1.  $Trc_{I_{\alpha-\beta}}^{Segm} \leftarrow \text{inic}$
  2. Para cada ação que compõe o serviço adotado realizada pelo  $ag_\alpha$ :
    - 2.1.  $ag_\beta$  faz uso da ação
    - 2.2.  $ag_\alpha$  calcula “valor de custo” e  $ag_\beta$  calcula “valor de benefício” da ação
    - 2.3. Se “valor de custo” diferente do “valor de benefício”
      - 2.3.1. Então  $ag_\alpha$  ou  $ag_\beta$  podem iniciar diálogo
  3. Se três ações seguidas resultarem em desequilibradas
    - 3.1. Então  $ag_\alpha$  ou  $ag_\beta$  podem quebrar o acordo estabelecido
  4. Se todas as ações que compõe o serviço foram realizadas
    - 4.1. Então  $ag_\alpha$  calcula “valor de custo” e “valor de crédito” do serviço adotado e  $ag_\beta$  calcula “valor de benefício” e “valor de reconhecimento” do serviço recebido
  5.  $Trc_{I_{\alpha-\beta}}^{Segm} \leftarrow \text{fin}$
-

---

 Protocolo: Trocas Segmentadas no Estágio  $II_{\alpha-\beta}$ 


---

1.  $Trc_{II_{\alpha-\beta}}^{Segm} \leftarrow inic$
  2.  $ag_{\alpha}$  solicita serviço como pagamento do “valor de crédito” adquirido
  3. Para cada ação que compõem o serviço adotado realizada pelo  $ag_{\beta}$ 
    - 3.1.  $ag_{\alpha}$  faz uso da ação
    - 3.2.  $ag_{\beta}$  calcula “valor de custo” e  $ag_{\alpha}$  calcula “valor de satisfação” da ação
    - 3.3. Se “valor de custo” diferente do “valor de benefício”
      - 3.3.1 Então  $ag_{\beta}$  ou  $ag_{\alpha}$  podem iniciar diálogo
  4. Se três ações seguidas resultarem em desequilibradas
    - 4.1. Então  $ag_{\alpha}$  ou  $ag_{\beta}$  podem quebrar o acordo estabelecido
  5. Se todas as ações que compõe o serviço foram realizadas
    - 5.1. Então  $ag_{\beta}$  calcula “valor de custo” e “valor de reconhecimento” e  $ag_{\alpha}$  calcula “valor de benefício” e “valor de crédito”
  6.  $Trc_{II_{\alpha-\beta}}^{Segm} \leftarrow fin$
- 

---

 Protocolo: Trocas Monolíticas no estágio  $I_{\alpha-\beta}$ 


---

1.  $Trc_{I_{\alpha-\beta}}^{Mono} \leftarrow inic$
  2.  $ag_{\alpha}$  realiza serviço estabelecido no “acordo” em benefício do  $ag_{\beta}$
  3.  $ag_{\alpha}$  calcula e atribui o “valor de custo” ao serviço executado
  4.  $ag_{\beta}$  calcula e atribui o “valor de satisfação” ao serviço recebido
  5.  $ag_{\beta}$  calcula e atribui o “valor de reconhecimento” ao serviço recebido
  6.  $ag_{\alpha}$  calcula e atribui o “valor de crédito” ao serviço prestado
  7. Se resultado da troca for desequilibrado
    - 7.1. Então  $ag_{\alpha}$  ou  $ag_{\beta}$  podem iniciar diálogo
  8.  $Trc_{I_{\alpha-\beta}}^{Mono} \leftarrow fin$
- 

---

 Protocolo: Trocas Monolíticas no estágio  $II_{\alpha-\beta}$ 


---

1.  $Trc_{II_{\alpha-\beta}}^{Mono} \leftarrow inic$
  2.  $ag_{\alpha}$  solicita serviço como pagamento do “valor de crédito” ao  $ag_{\beta}$
  3.  $ag_{\beta}$  calcula e atribui o “valor de reconhecimento” à dívida
  4.  $ag_{\beta}$  realiza serviço ao  $ag_{\alpha}$  como pagamento da dívida
  5.  $ag_{\beta}$  calcula e atribui o “valor de custo” ao serviço realizado
  6.  $ag_{\alpha}$  calcula e atribui o “valor de satisfação” ao serviço recebido
  7. Se resultado da troca for desequilibrado
    - 7.1. Então  $ag_{\beta}$  ou  $ag_{\alpha}$  podem iniciar diálogo
  8.  $Trc_{II_{\alpha-\beta}}^{Mono} \leftarrow fin$
- 

Os estágios  $I_{\alpha-\beta}$  e  $II_{\alpha-\beta}$  finalizam com sucesso quando:

- $Trc_{I_{\alpha-\beta}}^{Segm} \leftarrow fin;$
- $Trc_{II_{\alpha-\beta}}^{Segm} \leftarrow fin;$
- $Trc_{I_{\alpha-\beta}}^{Mono} \leftarrow fin;$
- $Trc_{II_{\alpha-\beta}}^{Mono} \leftarrow fin.$

Desse modo, indicando que todas as etapas do protocolo foram efetuadas com sucesso. Após a finalização das etapas, os agentes atualizam as *bases de crenças* com informações resultantes da interação.



Os agentes atribuem os valores de troca aos serviços de acordo com: i) os resultados dos cálculos realizados através da equação de avaliação e ii) as estratégias e atitudes adotadas. Os valores de troca são informados aos agentes através dos protocolos de diálogos.

### **4.3 Considerações Finais**

Este capítulo apresentou o mecanismo de interação baseado em valores de troca para um domínio orientado a valores. O mecanismo permite aos agentes envolvidos em trocas sociais avaliar suas interações através de equações de equilíbrio.

O modelo de Piaget (1995) fornece meios para formalizar o “compromisso social”. No mecanismo de interação os agentes sociais podem verificar quais parceiros cumpriram os “compromissos” efetuados durante as interações.

O mecanismo de interação também possibilita aos agentes argumentarem durante as etapas de *estabelecimento do acordo e realização e recepção do serviço*. A argumentação ocorre através dos protocolos de diálogos. O próximo capítulo apresenta a descrição dos experimentos realizados.

## 5 DESCRIÇÃO DOS EXPERIMENTOS

Neste capítulo são apresentadas as descrições dos experimentos realizados, assim como os objetivos que pretende-se alcançar. O cenário utilizado nesta tese foi o dos “Robôs Coletores de Lixo em Marte” (BORDINI; HÜBNER, 2007). Este cenário é semelhante ao apresentado em (STEELS, 1990).

### 5.1 Descrição do Cenário

O cenário é composto por dois tipos de agentes, denominados: agentes clientes ( $Ag_{cl} \subseteq Ag$ ) e agentes servidores ( $Ag_{sr} \subseteq Ag$ ). Os  $Ag_{cl}$  são os robôs que solicitam serviços (i.e., agentes que delegam ações) e os  $Ag_{sr}$  são os robôs que prestam serviços (i.e., realizam as ações delegadas).

Os robôs do tipo  $Ag_{cl}$  solicitam aos robôs do tipo  $Ag_{sr}$  a tarefa de coletar lixo no planeta Marte. Os robôs  $Ag_{sr}$  devem procurar o lixo depositado no solo do planeta. Quando algum fragmento de lixo for encontrado, eles devem recolhê-lo e levá-lo ao local onde encontra-se o robô que lhe solicitou o serviço. Depois, os  $Ag_{sr}$  retornam ao local onde o lixo foi encontrado e continuam as suas buscas. Os  $Ag_{cl}$  estão posicionados ao lado de um incinerador. Todo o lixo coletado deve ser colocado no incinerador. Os fragmentos de lixo estão distribuídos aleatoriamente sobre uma grade que determina o território do planeta.

### 5.2 Objetivos dos Experimentos

Através das simulações pretende-se verificar se a formalização e a construção do mecanismo de interação - definido com ênfase nas Ciências Sociais, Psicologia e Teorias Utilitaristas - está completa. Para isso é necessário:

- Verificar se o mecanismo auxilia na formação de grupos, permitindo aos agentes escolherem os seus futuros parceiros.
- Verificar se o mecanismo auxilia os agentes na realização de interações equilibradas, contribuindo para a formação de grupos equilibrados.
- Verificar se as características dos agentes sociais em relação ao poder - definido com base no contexto das relações de dependência (DAVID; SICHMAN; COELHO, 1999) e (CASTELFRANCHI, 1990) - influenciam as estratégias dos agentes assim como os resultados das interações que ocorrem no mecanismo.

- Verificar se as características dos agentes sociais quanto as atitudes, influenciam as estratégias dos agentes e os resultados das interações.
- Verificar se os protocolos de diálogos - definidos com ênfase no diálogo de persuasão (WALTON; KRABBE, 1995) - auxiliam os agentes sociais a atingirem consensos.

No mecanismo de interação proposto nesta tese, os protocolos são as regras que governam as interações entre os agentes e as estratégias dos agentes sociais são as formas que os agentes agem, segundo o protocolo, tendo em vista atingir os objetivos pretendidos. Neste caso, os objetivos dos agentes sociais são atingir estados do mundo que eles valorizem. Esses podem ser:

- Trocas Equilibradas: os agentes têm por objetivo realizar trocas equilibradas, de modo que nenhum dos agentes envolvidos na interação seja prejudicado;
- Formação de Grupos: os agentes têm por objetivo formar grupos de acordo com os objetivos pretendidos;
- Reputação Positiva: os agentes têm por objetivo adquirir boa reputação na sociedade, assim garantindo futuras recepções de serviço (trocas sociais);

### 5.3 Descrição dos Experimentos

Foram realizados seis (6) experimentos, cada experimento apresentava cem (100) interações. Para cada experimento foram realizadas três (3) simulações. Em todos os experimentos, o cenário apresentava as seguintes características em comum:

- Ambiente composto por robôs do tipo cliente,  $ag_{cl}$ , e robôs do tipo servidor,  $ag_{sr}$ .
- Território do planeta representado por uma grade com dimensões 10x10.
- A cada nova etapa de realização e recepção do serviço, dez fragmentos de lixo são distribuídos aleatoriamente no território.
- Crenças iniciais dos agentes referem-se às suas posições no território, às posições do seu parceiro e à tarefa de procurar lixo no território. Em todos os experimentos,  $ag_{sr}$  está inicialmente posicionado na posição (0,0) e o  $ag_{cl}$  na posição (5,5).
- $ag_{sr}$  deve percorrer o território procurando por fragmentos de lixo. Toda vez que o  $ag_{sr}$  encontrar um fragmento, deve recolhê-lo e levá-lo até o incinerador. Em seguida, deve retornar à posição onde encontrou o fragmento e seguir sua busca.
- Para cada fragmento de lixo encontrado,  $ag_{sr}$  pode falhar ao recolhê-lo. Neste caso, se em três tentativas seguidas ele falhar,  $ag_{sr}$  deverá seguir sua busca (passando para a próxima posição do território) e não recolher o fragmento de lixo encontrado. A possibilidade de falhar é gerada aleatoriamente, neste caso, o agente tem 50% de chance de falhar ao recolher o lixo.
- Os agentes devem realizar as três etapas que compõem o mecanismo de interação, sendo estas:

- Estabelecimento de um acordo sobre o serviço;
- Realização e Recepção do Serviço;
- Avaliação do Serviço.

No momento em que os experimentos são iniciados, cinco (5) agentes são inseridos no ambiente. O ambiente permite a simulação de interações com  $n$  agentes. Esses agentes, ao longo das interações que ocorrem no experimento, podem assumir o papel de  $ag_{cl}$  em uma interação e em outra assumir o papel de  $ag_{sr}$ .

No instante em que os agentes são inseridos no ambiente, suas relações de dependência (i.e., relações positivas e negativas - ver seção 3.1.5) e capacidades são também criadas. Esses valores, inicialmente, são gerados aleatoriamente. Em cada simulação, pode-se definir o número de interações que ocorrerão.

Antes dos agentes iniciarem a etapa de *estabelecimento de um acordo sobre o serviço*, eles devem escolher as suas atitudes. As atitudes podem ser: egoísta, altruísta ou realista. Essa escolha é gerada aleatoriamente, sendo que, cada atitude tem 33% de possibilidade de ser escolhida. A cada interação, os agentes devem apresentar uma única atitude, não podendo modificá-la antes de finalizar a interação.

Nos experimentos realizados, os agentes podem argumentar em três momentos: i) durante o estabelecimento de um acordo sobre o serviço, ii) durante a realização e recepção do serviço (trocas segmentadas), ou iii) após a etapa de realização e recepção do serviço finalizada (trocas monolíticas). Durante um diálogo, um agente receptor aceita um argumento se a proposição afirmada pelo agente emissor pertencer a *biblioteca de argumentos* do agente receptor, ou se o agente emissor tem “poder-sobre” o agente receptor.

Após cada interação, as crenças dos agentes são alteradas. Desse modo, não só as informações relacionadas às relações de dependência e às capacidades influenciam as decisões dos agentes, mas também a reputação dos parceiros e os compromissos efetuados.

### **Estabelecimento de um acordo sobre o serviço**

Primeiramente,  $ag_{cl}$  envia uma proposta - solicitando a realização de um serviço - ao primeiro agente pertencente ao seu *conjunto de futuros parceiros*. O  $ag_{sr}$  analisa a proposta e decide se: i) adota o serviço delegado, ii) rejeita o serviço, ou iii) envia uma contra-proposta. Se  $ag_{sr}$  rejeitar a proposta,  $ag_{cl}$  decide se: i) envia uma contra-proposta ou ii) envia proposta ao próximo agente pertencente ao *conjunto de futuros parceiros*. O  $ag_{cl}$  permanece enviando propostas até que: i) um  $ag_{sr}$  aceite a proposta, ii)  $ag_{cl}$  desista da negociação ou iii) *conjunto de futuros parceiros* esteja vazio. Da mesma forma, quando  $ag_{cl}$  receber uma contra-proposta, ele deve decidir se: i) aceita proposta, ii) rejeita proposta, ou iii) envia contra-proposta.

Essa etapa finaliza com sucesso quando os agentes  $ag_{cl}$  e  $ag_{sr}$  atingirem um acordo, desse modo, passando para a etapa de realização e recepção do serviço.

### **Realização e recepção do serviço**

No cenário implementado, a etapa de realização e recepção do serviço pode ocorrer de duas formas, sendo: através das *trocas segmentadas* ou através das *trocas monolíticas*.

#### **Trocas Segmentadas**

Nas trocas segmentadas, o serviço é composto por várias ações. Desse modo, a cada fragmento de lixo encontrado no território, o  $ag_{sr}$  recolhe o fragmento e calcula o *valor*

de custo da ação, no mesmo instante o  $ag_{cl}$  calcula o valor de satisfação. Se os valores estiverem em equilíbrio,  $ag_{sr}$  passa para próxima ação, caso contrário, os agentes podem iniciar um diálogo. Nos experimentos, cada agente (servidor ou cliente) tem 50% de chance de iniciar um diálogo. Esta escolha é feita de forma aleatória.

Se durante um diálogo, os agentes atingirem um consenso,  $ag_{sr}$  segue sua busca pelo território. Neste caso, o *valor de custo* e o *valor de satisfação* da ação recebem 1 (i.e.,  $r_{sr} = 1$  e  $s_{cl} = 1$ ), desse modo, a ação não será considerada como desequilibrada, pois os agentes atingiram um acordo em relação aos *valores de troca*.

Neste tipo de troca, os agentes podem *quebrar o acordo* estabelecido, caso a interação não satisfaça suas expectativas. Por exemplo, se três ações seguidas resultarem em desequilibradas e os diálogos ocorrerem sem sucesso, a interação entre os agentes é finalizada. Nos experimentos realizados, cada agente (servidor ou cliente) tem 50% de possibilidade de *quebrar o acordo*, sendo que a escolha é aleatória.

Após  $ag_{sr}$  realizar todas as ações (que compõem o serviço),  $ag_{sr}$  e  $ag_{cl}$  calculam a média dos custos e das satisfações. O valor resultante corresponde ao *valor de custo* e ao *valor de satisfação* do serviço (prestado e recebido). Com esses *valores*, os agentes avaliam o resultado da troca (equilibrada ou desequilibrada).

### Trocas Monolíticas

Nas trocas monolíticas, os agentes não podem *quebrar o acordo* estabelecido. Neste tipo de troca, o serviço corresponde a ação de limpar todo território. Neste caso, após  $ag_{sr}$  realizar o serviço estabelecido no acordo,  $ag_{sr}$  calcula *valor de custo* e  $ag_{cl}$  calcula *valor de satisfação*. Logo após, os agentes verificam o resultado da troca. Neste tipo de troca, o diálogo entre os agentes pode ocorrer apenas no final da etapa de realização e recepção do serviço.

Nos experimentos realizados, utilizou-se uma forma simplificada para calcular os *valores de troca*, isto é, aos *valores de reconhecimento* e *crédito* são atribuídos os *valores de satisfação* e *custo*. Desse modo, calcula-se apenas os valores  $r_{sr}$  e  $s_{cl}$  e atribui-se esses valores ao  $v_{sr}$  e  $t_{cl}$ , respectivamente. Tanto nas trocas segmentadas quanto nas trocas monolíticas, todos os *valores de troca* são considerados.

A etapa de realização e recepção do serviço (i.e., troca de serviço) está completa quando não existir mais compromissos entre os agentes. Desse modo, as duas etapas da troca foram realizadas. Se as duas etapas que compõem a troca resultarem em equilibradas, então a troca de serviços foi equilibrada, caso contrário, a troca foi desequilibrada.

### Avaliação do Serviço

Nos experimentos realizados nesta tese, os agentes verificam se as interações ocorreram de forma equilibrada pelas equações 4.1 e 4.2 apresentadas na seção 4.1.3. As atitudes adotadas pelos agentes influenciam o cálculo dos *valores de troca*. O cálculo é realizado pela equação 4.3 apresentada na seção 4.1.3. Os pesos atribuídos aos fatores considerados na equação são gerados aleatoriamente e dependem das atitudes adotadas pelos agentes. A Tabela 5.1 apresenta os pesos que os agentes podem atribuir.

Os agentes (cliente e servidor) atribuem os valores de **qualidade**, **tempo** e **classe** levando em consideração os seguintes critérios:

- Qualidade: Total de fragmentos recolhidos pelo  $ag_{sr}$  (Tabela 5.2)
- Tempo: Total de falhas do  $ag_{sr}$  no momento de recolher o lixo (Tabela 5.3)

Tabela 5.1: Pesos Atribuídos de acordo com as Atitudes Adotadas

Agente/Atitude	Egoísta	Altruísta	Realista
Cliente	{1, ..., 5}	{6, ..., 10}	{4, ..., 7}
Servidor	{6, ..., 10}	{1, ..., 5}	{4, ..., 7}

Tabela 5.2: Sucesso na Recolha dos Fragmentos

Porcentagem de Sucesso	Valor
Qualidade alta - 100% a 80%	3
Qualidade média - 79% a 40%	2
Qualidade baixa - 39% a 0%	1

Tabela 5.3: Falhas na Recolha dos Fragmentos

Porcentagem de Falhas	Valor
Tempo bom - 0% a 30%	3
Tempo médio - 31% a 70%	2
Tempo ruim - 71% a 100%	1

Tabela 5.4: Importância do Serviço

Importância	Valor
Alta importância	3
Média importância	2
Baixa importância	1

- Classe: Importância do serviço para o agente. A geração desses valores é aleatória (Tabela 5.4)

Nos experimentos, usa-se uma *margem de tolerância* de 0,5 entre os *valores de troca* calculados pelos agentes. Neste caso, não se considera o “valor de troca” exato atribuído ao serviço. Sem a utilização da *margem de tolerância*, a grande maioria das trocas resultariam em desequilibradas, prejudicando a avaliação dos resultados.

Com a finalização desta etapa, as bases de crenças dos agentes são atualizadas, i.e., agentes atualizam a reputação do seu parceiro, as relações de dependência, o conjunto de compromissos e o conjunto de futuros parceiros.

### 5.3.1 Experimento 1 - Trocas Segmentadas sem Argumentação e Agentes sem Características Sociais

As simulações realizadas neste experimento apresentam as seguintes características:

- As trocas que ocorrem entre os agentes são do tipo “segmentadas”. Desse modo, os agentes podem *quebrar o acordo* estabelecido caso a interação não esteja de acordo com sua expectativa.

- Os agentes não apresentam e não consideram as características sociais em suas interações.
- Durante as interações, os agentes podem adotar uma das seguintes atitudes: i) realista, ii) altruísta, ou iii) egoísta.
- Não ocorrem diálogos entre os agentes durante as interações.

**Objetivos pretendidos:** Neste experimento, espera-se que os resultados de interações equilibradas sejam inferiores aos resultados dos próximos experimentos realizados nas trocas do tipo “segmentadas”. Isso porque, as estratégias dos agentes não são influenciadas pelas características sociais dos agentes, i.e, “poder-de”, “poder-sobre” e “reputação”.

### 5.3.2 Experimento 2 - Trocas Segmentadas sem Argumentação e Agentes com Características Sociais

As características das simulações realizadas neste experimento são as seguintes:

- As trocas que ocorrem entre os agentes são do tipo “segmentadas”. Desse modo, os agentes podem *quebrar o acordo* estabelecido caso a interação não esteja de acordo com sua expectativa.
- Durante as interações, os agentes apresentam e consideram as características sociais.
- Os agentes podem adotar as atitudes: i) realista, ii) altruísta, ou iii) egoísta.
- Não ocorrem diálogos entre os agentes.

**Objetivos pretendidos:** Nessas simulações, presume-se que as características dos agentes quanto ao “poder-de”, “poder-sobre” e “reputação” influenciem as estratégias dos agentes e assim os resultados das interações. Acredita-se que serão obtidos resultados de trocas equilibradas superiores aos resultados do primeiro experimento e inferiores aos resultados do próximo experimento.

### 5.3.3 Experimento 3 - Trocas Segmentadas com Argumentação e Agentes com Características Sociais

Este experimento apresenta as seguintes características:

- As trocas que ocorrem no mecanismo de interação são do tipo “segmentadas”.
- Os agentes apresentam e consideram as características sociais em suas interações.
- Os agentes podem adotar uma das seguintes atitudes: i) realista, ii) altruísta, ou iii) egoísta.
- Durante as interações que ocorrem no mecanismo de interação, diálogos podem ocorrer entre os agentes.

**Objetivos pretendidos:** Espera-se que as características dos agentes quanto ao “poder-sobre”, “poder-de” e “reputação” influenciem as estratégias dos agentes e os resultados das interações. Presume-se que os diálogos entre os agentes possam auxiliá-los a atingirem consensos. Acredita-se que serão obtidos resultados de trocas equilibradas superiores aos resultados dos experimentos realizados anteriormente.

### 5.3.4 Experimento 4 - Trocas Monolíticas sem Argumentação e Agentes sem Características Sociais

As simulações realizadas neste experimento apresentam as seguintes características:

- As trocas que ocorrem no mecanismo de interação são do tipo “monolíticas”.
- Os agentes não apresentam características sociais em suas interações.
- Assim como nas trocas “segmentadas”, os agentes podem adotar as seguintes atitudes: i) realista, ii) altruísta, ou iii) egoísta.
- Durante as interações, não ocorre diálogo entre os agentes.

**Objetivos pretendidos:** Espera-se que os resultados de interações equilibradas seja inferior aos resultados dos seguintes experimentos realizados nas trocas monolíticas. Isso porque, as estratégias dos agentes não são influenciadas pelas características sociais.

### 5.3.5 Experimento 5 - Trocas Monolíticas sem Argumentação e Agentes com Características Sociais

As características deste experimento são as seguintes:

- As trocas são do tipo “monolíticas”.
- Os agentes apresentam e consideram as características sociais em suas interações.
- Durante as interações os agentes podem adotar as seguintes atitudes: i) realista, ii) altruísta, ou iii) egoísta.
- Não ocorre diálogo entre os agentes.

**Objetivos pretendidos:** Presume-se que as características sociais dos agentes influenciem as estratégias dos agentes, desse modo, influenciando os resultados das interações. Acredita-se que serão obtidos resultados de trocas equilibradas superiores aos resultados dos experimentos anteriores e inferiores ao resultado do próximo experimento.

### 5.3.6 Experimento 6 - Trocas Monolíticas com Argumentação e Agentes com Características Sociais

Este experimento apresenta as seguintes características:

- Trocas do tipo “monolíticas”.
- Os agentes apresentam características sociais.
- Os agentes podem adotar as seguintes atitudes: i) realista, ii) altruísta, ou iii) egoísta.
- Durante as interações ocorre diálogo entre os agentes.

**Objetivos pretendidos:** Espera-se que as características sociais dos agentes e atitudes, influenciem as estratégias dos agentes e os resultados das interações. Presume-se que os diálogos possam auxiliar os agentes a atingirem consensos. Acredita-se que serão obtidos resultados de trocas equilibradas superiores aos resultados dos experimentos realizados anteriormente.



### **5.3.7 Trocas Segmentadas X Trocas Monolíticas**

Em relação as trocas segmentadas e monolíticas, presume-se que não serão observadas diferenças consideráveis em relação ao número de trocas equilibradas. Neste caso, o que faz com que uma troca seja diferente da outra é o fato de que nas trocas segmentadas os agentes podem *quebrar acordos* estabelecidos.

## **5.4 Considerações Finais**

Este capítulo apresentou as características do cenário utilizado nas experimentações. Também foram apresentadas as descrições dos experimentos realizados, assim como os objetivos pretendidos. O próximo capítulo apresenta a avaliação dos resultados.

## 6 AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS

Este capítulo apresenta a avaliação dos resultados obtidos através dos experimentos, assim como as características observadas no mecanismo de interação proposto nesta tese.

### 6.1 Resultados: Experimento 1 - Trocas Segmentadas sem Argumentação e Agentes sem Características Sociais

Nas simulações realizadas nesse experimento os agentes não apresentavam características relacionadas ao “poder social”. Durante as interações, os agentes não tinham a possibilidade de argumentar. Os agentes não podiam realizar a estratégia de delegar serviços aos futuros parceiros, pois o conjunto de futuros parceiros é construído com base no “poder social” (“poder-de” e “poder-sobre”) e na “reputação” dos agentes. Da mesma forma, os agentes não utilizavam as estratégias de adoção no momento de decidir se deviam ou não adotar o serviço, pois os agentes não consideravam as informações referentes às “relações de dependência” e aos compromissos efetuados na construção de suas estratégias.

Na etapa do *estabelecimento de um acordo sobre o serviço*,  $ag_{cl}$  enviava uma proposta, a qual solicitava o serviço de coletar lixo, a outro agente pertencente ao ambiente. As escolhas dos agentes em delegar ou adotar um serviço eram geradas aleatoriamente, sendo que cada uma tinha 50% de chance de ocorrer.

Assim que um acordo era estabelecido, a *etapa de realização e recepção do serviço* era inicializada. Nessa etapa, os agentes podiam *quebrar o acordo* estabelecido caso não estivessem satisfeitos com a interação.

A Figura 6.1 ilustra as porcentagens de *trocas equilibradas*, *trocas finalizadas com quebra de acordo* e *interações sem sucesso*.

Observa-se uma porcentagem muito pequena de *trocas equilibradas* e uma porcentagem alta de *interações finalizadas sem sucesso*. Esse resultado deve-se ao fato dos agentes não levarem em consideração as características dos agentes, relacionadas ao “poder social”, “reputação” e “compromissos efetuados”, no momento da tomada de decisão.

### 6.2 Resultados: Experimento 2 - Trocas Segmentadas sem Argumentação e Agentes com Características Sociais

Neste experimento, os agentes sociais apresentavam características relacionadas ao “poder social” e atitudes. Durante as interações, os agentes utilizavam as estratégias de delegação e adoção de acordo com os objetivos pretendidos. Neste caso, as caracterís-

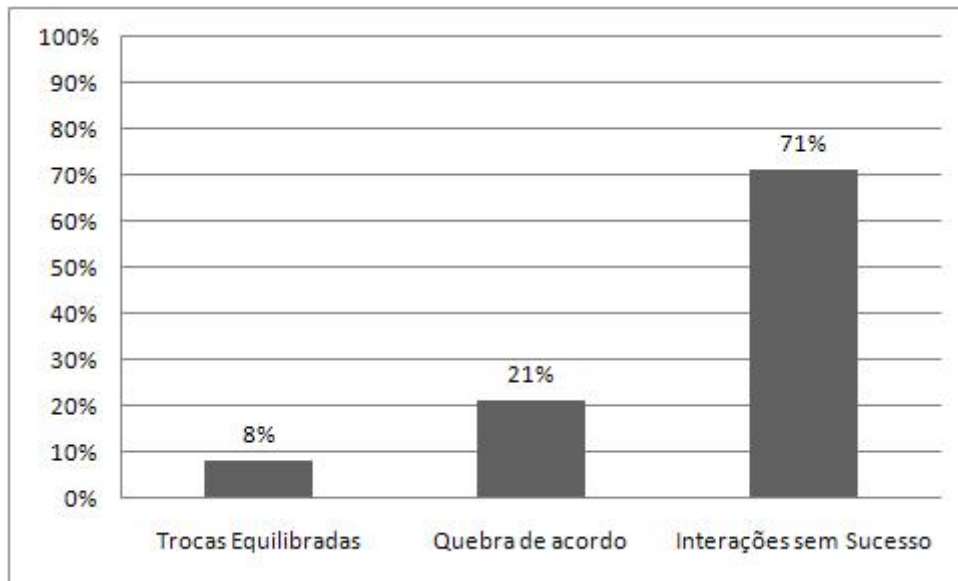


Figura 6.1: Resultados - Trocas Segmentadas sem Argumentação e Agentes sem Características Sociais

ticas sociais dos agentes quanto ao poder social influenciavam suas estratégias. Nesse experimento o processo de argumentação não ocorreu entre os agentes.

A etapa de *estabelecimento de um acordo sobre o serviço* começava com o *ag<sub>cl</sub>* enviando uma proposta, a qual solicita o serviço de coletar lixo ao primeiro agente pertencente ao *conjunto de futuros parceiros*. Os agentes tinham conhecimento das capacidades dos seus parceiros e das relações de dependência existentes. Os agentes estabeleciam acordos a partir das suas estratégias. Por exemplo, *formar grupo com agente que exerce “poder-sobre” alguma de suas ações*. Após atingirem um acordo, os agentes iniciavam a etapa de *realização e recepção do serviço*. Com a finalização desta etapa, os agentes realizavam a avaliação do serviço.

A Figura 6.2 ilustra as porcentagens de *trocias equilibradas*, *trocias finalizadas com quebra de acordo* e *interações sem sucesso*.

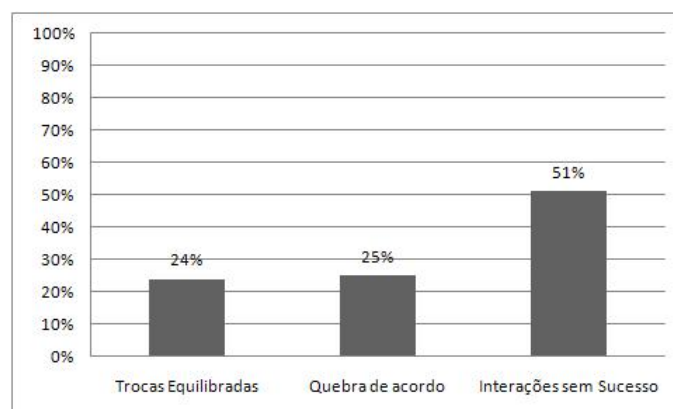


Figura 6.2: Resultados - Trocas Segmentadas sem Argumentação e Agentes com Características Sociais

Observa-se ainda uma porcentagem de *interações sem sucesso* alta, porém os resultados são inferiores aos obtidos no primeiro experimento. Dessa forma, pode-se concluir

que o conjunto de futuros parceiros auxilia na formação de grupos, permitindo aos agentes delegarem serviços e adotarem serviços dos agentes com os quais têm interesse em interagir. Nesse caso, a tomada de decisão dos agentes é influenciada pelas estratégias, sendo que essas estratégias podem ser influenciadas pelas “relações de dependência”, “reputação” e pelos “compromissos efetuados”.

Conforme objetivo pretendido, a porcentagem de *trocas equilibradas* nesse experimento é superior aos do primeiro experimento. Desse modo, pode-se concluir que as características dos agentes quanto ao “poder social” e atitudes, influenciam os resultados das interações. Já em relação as *trocas finalizadas com quebra de acordo* os resultados são semelhantes.

### 6.3 Resultados: Experimento 3 - Trocas Segmentadas com Argumentação e Agentes com Características Sociais

Neste experimento, os agentes apresentavam características em relação ao “poder social” e atitudes. Os agentes podiam argumentar durante suas interações.

A etapa de *estabelecimento de um acordo sobre o serviço* começava com o *ag<sub>cl</sub>* enviando uma proposta, a qual solicita o serviço de coletar lixo, ao primeiro agente pertencente ao conjunto de futuros parceiros. Nessa etapa, os agentes podiam iniciar um diálogo com o propósito de convencer seu parceiro a adotar ou delegar determinado serviço. Após os agentes estabelecerem um acordo, eles iniciavam a etapa de realização e recepção do serviço. Durante essa etapa, os agentes tinham a opção de iniciar um diálogo após cada ação realizada, caso esta resultasse em desequilibrada. Depois desta etapa finalizada, os agentes realizavam a avaliação do serviço.

A Figura 6.3 ilustra as porcentagens de *trocas equilibradas*, *trocas finalizadas com quebra de acordos* e *interações sem sucesso*.

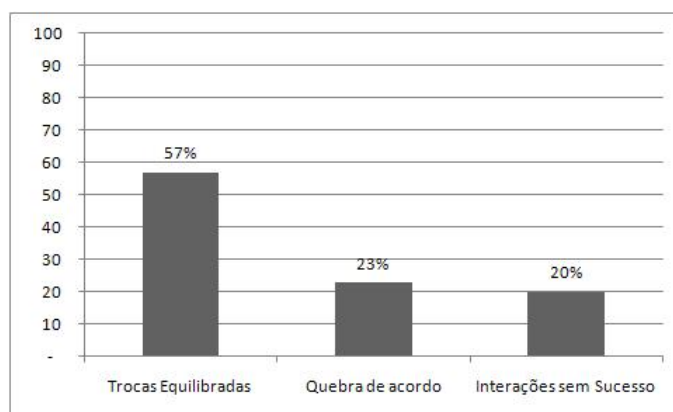


Figura 6.3: Resultados - Trocas Segmentadas com Argumentação e Agentes com Características Sociais

Nessas simulações observa-se porcentagens de *trocas equilibradas* superiores aos resultados obtidos nos experimentos anteriores, de acordo com os objetivos pretendidos. A porcentagem de *trocas finalizadas sem sucesso* e *finalizadas com quebra de acordo* são inferiores aos resultados observados nos primeiros experimentos. Isso é devido ao fato da argumentação auxiliar os agentes a atingirem acordos sobre os serviços e consensos sobre os valores de troca.

### 6.3.1 Avaliação dos Resultados do Experimento 3

Esta seção ilustra os passos realizados durante as interações que ocorreram entre os agentes no mecanismo de interação. Os passos referem-se aos resultados obtidos no experimento 3. Neste caso, os agentes apresentavam características em relação ao “poder social”, “atitudes” e podiam iniciar diálogos durante suas interações.

Dentre as interações que ocorreram no experimento 3, são apresentadas três interações. Todas as interações realizadas nesse experimento tem em comum os passos 1 e 2. No passo 1 os agentes são *inseridos no ambiente*. Em seguida, no passo 2, são geradas as *relações de dependência* de cada agente.

---

#### 1. Inserção dos agentes no ambiente

Agente ID: 1

Agente ID: 2

Agente ID: 3

Agente ID: 4

Agente ID: 5

---

#### 2. Geração do conjunto de relações de dependência de cada agente

Dependência positiva criada entre o agente ID: 1 e o agente: ID: 5

Dependência positiva criada entre o agente ID: 1 e o agente: ID: 2

Dependência positiva criada entre o agente ID: 2 e o agente: ID: 3

Dependência positiva criada entre o agente ID: 3 e o agente: ID: 4

Dependência positiva criada entre o agente ID: 3 e o agente: ID: 5

---

No passo 3 a Interação 1 é inicializada. Neste caso, agente ID: 3 tem o objetivo de delegar o serviço a um dos seus futuros parceiros.

---

#### 3. Inicia Interação 1

Cliente ID: 3

**Futuros parceiros do agente ID: 3**

ID: 2 ID: 4 ID: 5

---

O passo 4 refere-se a *primeira etapa do mecanismo de interação*. Nesta etapa o agente ID: 3 tenta estabelecer um acordo com um dos seus futuros parceiros. Os agentes utilizam os diálogos de argumentação para enviar propostas e contra-propostas aos seus futuros parceiros.

---

#### 4. Estabelecimento de um acordo sobre o serviço

Agente ID: 3 envia mensagem ({}), LIMPAR TERRITÓRIO) para agente: ID: 2  
 Agente ID: 2 recebe mensagem ({}), LIMPAR TERRITÓRIO) do agente: ID: 3  
 Agente ID: 2 com capacidade de realizar o serviço LIMPAR TERRITÓRIO  
 Agente ID: 2 não possui compromisso com o agente ID: 3  
 Agente ID: 2 não possui dependência recíproca com o agente ID: 3  
 Agente ID: 2 rejeita a proposta do agente ID: 3  
 Agente ID: 2 envia mensagem ({}), REJEITA) para agente: ID: 3  
 Agente ID: 3 recebe mensagem ({}), REJEITA) do agente: ID: 2  
 Agente ID: 3 não possui compromisso com o agente ID: 2  
 Agente ID: 3 envia mensagem ({}), LIMPAR TERRITÓRIO) para agente: ID: 4  
 Agente ID: 4 recebe mensagem ({}), LIMPAR TERRITÓRIO) do agente: ID: 3  
 Agente ID: 4 com capacidade de realizar o serviço LIMPAR TERRITÓRIO  
 Agente ID: 4 não possui compromisso com o agente ID: 3  
 Agente ID: 4 possui dependência recíproca com o agente ID: 3  
 Agente ID: 4 aceita a proposta do agente ID: 3  
 Agente ID: 4 envia mensagem ({}), ACEITA) para agente: ID: 3  
 Agente ID: 3 recebe mensagem ({}), ACEITA) do agente: ID: 4  
 Agente ID: 3 envia mensagem ({}), ACORDO ESTABELECIDO) para agente: ID: 4  
 Agente ID: 4 recebe mensagem ({}), ACORDO ESTABELECIDO) do agente: ID: 3

---

Observa-se que quando os agentes recebem a solicitação de serviço eles verificam: i) se têm capacidade de adotar o serviço (i.e., “poder-de”), ii) se possuem compromisso com o agente (i.e., dívida adquirida) e iii) se existe relação de dependência recíproca.

Neste caso, o agente ID: 2 rejeita a proposta enviada pelo agente ID: 3, pois este não possui compromisso efetuado com o agente ID: 3 e também não depende do agente (i.e., ID: 2 tem “poder-sobre” ID: 3).

O mesmo processo ocorre com o agente ID: 4, neste caso, o agente ID: 4 possui dependência recíproca com o agente ID: 3. Desse modo, o agente ID: 4 aceita a proposta e estabelece acordo com o agente ID:3.

No passo 5 ocorre a *segunda etapa do mecanismo de interação*. Na etapa de realização e recepção do serviço, antes do agente ID: 4 começar a percorrer o território a procura de fragmentos, os agentes escolhem suas atitudes. Neste caso, o agente ID: 4 adota a atitude egoísta e o agente ID: 3 a atitude realista.

---

#### 5. Realização e Recepção do Serviço

Cliente ID: 3 Servidor ID: 4

##### Atitudes dos agentes

Servidor: EGOISTA

Cliente: REALISTA

---

As trocas que ocorrem neste experimento são do tipo segmentadas, desse modo, o serviço adotado corresponde a realização de várias ações. Os agentes calculam os valores de troca (custo e satisfação) com base na equação de avaliação (ver seção 4.1.3 equação 4.3). Conforme apresentado na seção 5.3, no cálculo são considerados os valores da classe, tempo e qualidade do serviço. Os pesos que cada agente atribui aos serviços dependem das atitudes adotadas por eles (ver seção 5.3 Tabela 5.1). Após realizar o cálculo dos valores, os agentes verificam o equilíbrio da ação (ver seção 4.1.3 equações 4.1 e 4.2).

---

**Limpar território...**

Recolhido lixo da posição: (5,0)

Número de falhas: 1, Fim do território: Não

**Realiza cálculo**

Custo servidor: 1.87

Satisfação cliente: 1.33

Resultado da ação: NÃO EQUILIBRADA

**Agente ID: 3 inicia diálogo...**

---

Neste caso, o agente ID: 3 inicia um diálogo com a intenção de atingir um consenso com o agente ID:4 em relação aos valores.

---

Agente ID: 3 envia mensagem ({}), CRÉDITO MAIOR RECONHECIMENTO) para agente: ID: 4

Agente ID: 4 recebe mensagem ({}), CRÉDITO MAIOR RECONHECIMENTO) do agente: ID: 3

Agente ID: 4 aceita o argumento: CRÉDITO MAIOR RECONHECIMENTO

Agente ID: 4 envia mensagem ({}), ACEITA) para agente: ID: 3

Agente ID: 3 recebe mensagem ({}), ACEITA) do agente: ID: 4

---

O agente ID: 3 argumenta que o crédito obtido pelo agente ID: 4 é superior ao seu reconhecimento. As condições para o agente ID: 4 aceitar um argumento são: i) a conclusão afirmada deve pertencer à sua biblioteca de argumentos ou ii) o agente emissor deve possuir “poder-sobre” alguma de suas ações. Neste caso, o agente ID: 4 aceita o argumento afirmado pelo agente.

Conforme apresentado na seção 5.3, quando os agentes atingem um consenso em relação aos valores atribuídos a ação, essa ação passa a ser considerando como equilibrada.

---

**Limpar território...**

Recolhido lixo da posição: (9,0)

Número de falhas: 0, Fim do território: Não

**Realiza cálculo**

Custo servidor: 2.4

Satisfação cliente: 1.5

Resultado da ação: NÃO EQUILIBRADA

**Agente ID: 4 e Agente ID:3 não inciam diálogo**

---

A ação de recolher o fragmento na posição (9,0) resultou em desequilibrada. Porém os agentes não iniciaram diálogos. Conforme apresentado na seção 5.3, cada agente tem 50% de chance de iniciar um diálogo. Através dos resultados obtidos nas simulações, observa-se que quando os agentes não iniciam diálogos se favorece a *quebra de acordo*.

---

**Limpar território...**

Recolhido lixo da posição: (5,1)

Número de falhas: 2, Fim do território: Não

**Realiza cálculo**

Custo servidor: 2.1

Satisfação cliente: 1.17

Resultado da ação: NÃO EQUILIBRADA

**Agente ID: 4 e Agente ID:3 não inciam diálogo**

---

---

**Limpar território...**

Recolhido lixo da posição: (1,2)

Número de falhas: 0, Fim do território: Não

**Realiza cálculo**

Custo servidor: 1.8

Satisfação cliente: 1.2

Resultado da ação: NÃO EQUILIBRADA

**Agente ID: 3 inicia diálogo...**

---

Agente ID: 3 envia mensagem ({} , BENEFÍCIO SUPERIOR) para agente: ID: 4

Agente ID: 4 recebe mensagem ({} , BENEFÍCIO SUPERIOR) do agente: ID: 3

Agente ID: 4 aceita o argumento: BENEFÍCIO SUPERIOR

Agente ID: 4 envia mensagem ({} , ACEITA) para agente: ID: 3

Agente ID: 3 recebe mensagem ({} , ACEITA) do agente: ID: 4

---

---

**Limpar território...**

Recolhido lixo da posição: (8,5)

Número de falhas: 0, Fim do território: Não

**Realiza cálculo**

Custo servidor: 2.4

Satisfação cliente: 1.2

Resultado da ação: NÃO EQUILIBRADA

**Agente ID: 4 e Agente ID: 3 não inciam diálogo**

---

---

**Limpar território...**

Recolhido lixo da posição: (3,6)

Número de falhas: 1, Fim do território: Não

**Realiza cálculo**

Custo servidor: 2.13

Satisfação cliente: 1.9

Resultado da ação: EQUILIBRADA

---

---

**Limpar território...**

Recolhido lixo da posição: (7,8)

Número de falhas: 0, Fim do território: Não

**Realiza cálculo**

Custo servidor: 1.8

Satisfação cliente: 1.8

Resultado da ação: EQUILIBRADA

---

---

**Limpar território...**

Recolhido lixo da posição: (8,9)

Número de falhas: 1, Fim do território: Não

**Realiza cálculo**

Custo servidor: 2.4

Satisfação cliente: 1.87

Resultado da ação: NÃO EQUILIBRADA

**Agente ID: 4 incia diálogo...**

---



---

Agente ID: 4 envia mensagem ({}), CUSTO SUPERIOR) para agente: ID: 3  
 Agente ID: 3 recebe mensagem ({}), CUSTO SUPERIOR) do agente: ID: 4  
 Agente ID: 3 aceita o argumento: CUSTO SUPERIOR  
 Agente ID: 3 envia mensagem ({}), ACEITA) para agente: ID: 4  
 Agente ID: 4 recebe mensagem ({}), ACEITA) do agente: ID: 3

---

**Limpar território...**

Recolhido lixo da posição: (6,9)  
 Número de falhas: 0, Fim do território: Não

**Realiza cálculo**

Custo servidor: 1.8  
 Satisfação cliente: 1.5  
 Resultado da ação: EQUILIBRADA

---

**Limpar território...**

Recolhido lixo da posição: (3,9)  
 Número de falhas: 1, Fim do território: Não  
 Custo servidor: 2.67  
 Satisfação cliente: 1.6  
 Resultado da ação: NÃO EQUILIBRADA

**Agente ID: 4 e Agente ID: 3 não inciam diálogo**

**Fim do território!!!**

---

Após a conclusão da etapa de realização e recepção do serviço, os agentes realizam a avaliação do serviço no passo 6. Os agentes atualizam suas bases de crenças com as novas informações obtidas através da interação (agentes atualizam reputação do seu parceiro e compromisso efetuado). Essas informações passam a influenciar as próximas interações dos agentes.

---

**6. Avaliação do Serviço**

Realiza cálculo etapa  
 Média Custo servidor: 1.45  
 Média Satisfação cliente: 1.19  
 Resultado da etapa: EQUILIBRADA

**Atualiza base de crenças**

---

A seguir é ilustrada a Interação 16. No passo 4 desta interação, o agente ID: 3 recebe uma solicitação de serviço do agente ID: 4 e decide não adotar o serviço delegado. Neste caso, o agente ID: 4 não tem mais à quem delegar o serviço, pois o conjunto de futuros parceiros está vazio. Dessa forma, a interação finaliza sem sucesso.

---

**3. Inicia Interação 16**

Cliente ID: 4  
**Futuros parceiros do agente ID: 4**  
 ID: 3

---

Observa-se nas simulações que, quando os agentes não iniciam diálogos a maioria das interações finalizam sem sucesso. Sendo assim, pode-se dizer que a argumentação contribui para o sucesso da negociação. É importante comentar que antes desta interação,

na Interação 8 (não demonstrada nesta seção) o agente ID: 3 realizou um serviço em benefício do agente ID: 4, como forma de pagamento da dívida adquirida na Interação 1. Sendo assim, o agente ID: 3 cumpriu com o compromisso efetuado na Interação 1, podendo assim rejeitar a solicitação de serviço do agente ID: 4 na Interação 16.

---

#### 4. Estabelecimento de um acordo sobre o serviço

Agente ID: 4 envia mensagem ({}), LIMPAR TERRITÓRIO) para agente: ID: 3

Agente ID: 3 recebe mensagem ({}), LIMPAR TERRITÓRIO) do agente: ID: 4

Agente ID: 3 com capacidade de realizar o serviço LIMPAR TERRITÓRIO

Agente ID: 3 não possui compromisso com o agente ID: 4

Agente ID: 3 não possui dependência recíproca com o agente ID: 4

Agente ID: 3 rejeita proposta do agente ID: 4

Agente ID: 3 envia mensagem ({}), REJEITA) para agente: ID: 4

Agente ID: 4 recebe mensagem ({}), REJEITA) do agente: ID: 3

Não há mais futuros parceiros do agente ID:4

---

Na Interação 48, observa-se o caso onde os agentes *quebram o acordo* estabelecido.

---

#### 3. Inicia Interação 48

Cliente ID: 5

**Futuros parceiros do agente ID: 5**

ID: 1 ID: 3

---



---

#### 4. Estabelecimento de um acordo sobre o serviço

Agente ID: 5 envia mensagem ({}), LIMPAR TERRITÓRIO) para agente: ID: 1

Agente ID: 1 recebe mensagem ({}), LIMPAR TERRITÓRIO) do agente: ID: 5

Agente ID: 1 com capacidade de realizar o serviço LIMPAR TERRITÓRIO

Agente ID: 1 possui compromisso com o agente ID: 5

Agente ID: 1 não possui dependência recíproca com o agente ID: 4

Agente ID: 1 aceita proposta do agente ID: 5

Agente ID: 1 envia mensagem ({}), ACEITA) para agente: ID: 5

Agente ID: 5 recebe mensagem ({}), ACEITA) do agente: ID: 1

Agente ID: 5 envia mensagem ({}), ACORDO ESTABELECIDO) para o agente: ID: 1

Agente ID: 1 recebe mensagem ({}), ACORDO ESTABELECIDO) do agente: ID: 5

---



---

#### 5. Realização e Recepção do Serviço

Cliente ID: 5 Servidor ID: 1

**Atitudes dos agentes**

Servidor: REALISTA

Cliente: ALTRUÍSTA

---



---

#### Limpar território...

Recolhido lixo da posição: (4,0)

Número de falhas: 1, Fim do território: Não

#### Realiza cálculo

Custo servidor: 1.07

Satisfação cliente: 2.67

Resultado da ação: NÃO EQUILIBRADA

**Agente ID: 5 e Agente ID: 1 não inciam diálogo**

---

---

**Limpar território...**

Recolhido lixo da posição: (9,1)

Número de falhas: 2, Fim do território: Não

**Realiza cálculo**

Custo servidor: 2.5

Satisfação cliente: 1.4

Resultado da ação: NÃO EQUILIBRADA

Agente ID 5: inicia diálogo...

---

Agente ID: 5 envia mensagem ({}), CUSTO DELEGAR MAIOR SATISFAÇÃO) para agente: ID: 1

Agente ID: 1 recebe mensagem ({}), CUSTO DELEGAR MAIOR SATISFAÇÃO) do agente: ID: 5

Agente ID: 1 não aceita o argumento: CUSTO DELEGAR MAIOR SATISFAÇÃO

Agente ID: 1 envia mensagem ({}), REJEITA) para agente: ID: 5

Agente ID: 5 recebe mensagem ({}), REJEITA) do agente: ID: 1

Diálogo finaliza sem sucesso!!!

---

O diálogo entre os agentes ID: 1 e ID: 5 finaliza sem sucesso, pois os agentes não atingiram um consenso em relação aos valores atribuídos à ação. Neste caso, o agente ID: 5 não possui “poder de influenciar” o agente ID: 1 e não existe dependência recíproca entre os agentes.

---

**Limpar território...**

Recolhido lixo da posição: (7,2)

Número de falhas: 0, Fim do território: Não

**Realiza cálculo**

Custo servidor: 1.2

Satisfação cliente: 2.4

Resultado da ação: NÃO EQUILIBRADA

**Agente ID: 5 e Agente ID: 1 não inciam diálogo**QUEBRA ACORDO ESTABELECIDO! 3 AÇÕES NÃO EQUILIBRADAS

---

Neste caso, após três ações seguidas resultarem em desequilibradas, os agentes *quebram o acordo* estabelecido, isso porque a interação não satisfaz suas expectativas.

---

**6. Avaliação do Serviço**

Realiza cálculo etapa

Média Custo servidor: 1.25

Média Satisfação cliente: 2.49

Resultado da etapa: NÃO EQUILIBRADA

**Atualiza base de crenças**

---

Ao final da interação, os agentes avaliam o serviço e atualizam suas bases de crenças. Neste caso, como a interação não foi finalizada com sucesso, o compromisso do agente ID: 1 com o agente ID: 5 permanece efetuado (compromisso ainda não cumprido).

## 6.4 Resultados: Experimento 4 - Trocas Monolíticas sem Argumentação e Agentes sem Características Sociais

Neste experimento, a etapa de *estabelecimento de um acordo sobre o serviço* começava com o *ag<sub>cl</sub>* enviando uma proposta, a qual solicita o serviço de coletar lixo, a outro agente pertencente ao ambiente. Assim que um acordo era estabelecido, a etapa de realização e recepção do serviço iniciava. Com a finalização desta etapa, os agentes realizavam a etapa de avaliação do serviço.

Nessas simulações, os agentes não realizavam a estratégia de delegar serviços aos futuros parceiros. Portanto, as características sociais dos agentes não influenciam as suas estratégias, desse modo, não influenciam os resultados das interações. O processo de argumentação não ocorreu nesse experimento.

A Figura 6.4 ilustra as porcentagens de *trocas equilibradas*, *trocas desequilibradas* e *interações sem sucesso*.

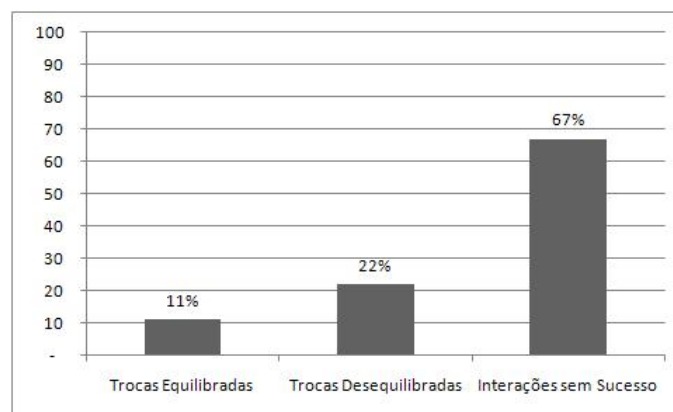


Figura 6.4: Resultados - Trocas Monolíticas sem Argumentação e Agentes sem Características Sociais

Observa-se uma porcentagem pequena de *trocas equilibradas*, além de uma porcentagem alta de *interações finalizadas sem sucesso* e *desequilibradas*.

## 6.5 Resultados: Experimento 5 - Trocas Monolíticas sem Argumentação e Agentes com Características Sociais

Neste experimento, a etapa de *estabelecimento de um acordo sobre o serviço* começava com o *ag<sub>cl</sub>* enviando uma proposta ao primeiro agente pertencente ao *conjunto de futuros parceiros*. Após o acordo estabelecido, os agentes iniciavam a etapa de *realização e recepção do serviço*. Com a finalização desta etapa, os agentes realizavam a avaliação do serviço.

Nessas simulações, os agentes utilizam as estratégias de delegação e adoção, conforme os objetivos pretendidos. Neste caso, as características sociais dos agentes quanto ao poder social, influenciam as suas estratégias, dessa forma, influenciam os resultados das interações. O processo de argumentação não ocorre nesse experimento, assim não influenciam os resultados das interações.

Na Figura 6.5 são ilustradas as porcentagens de *trocas equilibradas*, *trocas desequilibradas* e *interações finalizadas sem sucesso*.

Observa-se que uma porcentagem superior de *trocas equilibradas* foram atingidas

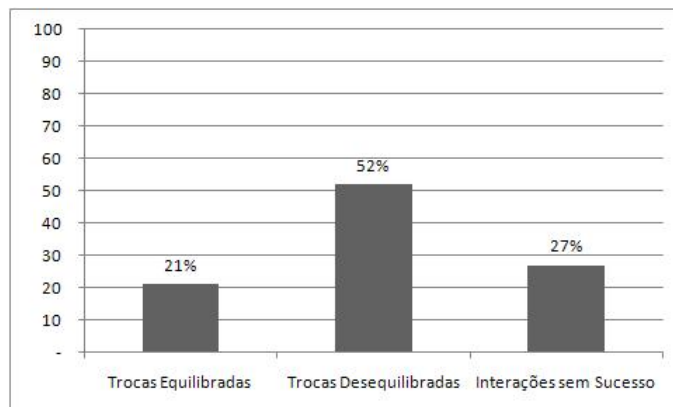


Figura 6.5: Resultados - Trocas Monolíticas sem Argumentação e Agentes com Características Sociais

nesse experimento quando comparadas aos resultados do primeiro experimento. Isso devido ao fato dos agentes considerarem as informações relacionadas ao conjunto de futuros parceiros (“reputação”, “relações de dependência” e compromisso efetuado). Dessa forma pode-se concluir que os resultados das interações são influenciados pelas características sociais dos agentes.

Observa-se também uma porcentagem inferior de *interações finalizadas sem sucesso*, levando-se a concluir que as características sociais dos agentes, quando consideradas em suas estratégias, auxiliam os agentes no estabelecimento de acordos (i.e., auxiliam no sucesso da negociação).

## 6.6 Resultados: Experimento 6 - Trocas Monolíticas com Argumentação e Agentes com Características Sociais

Neste experimento, a etapa de *estabelecimento de um acordo sobre o serviço* começava com o *ag<sub>cl</sub>* enviando uma proposta ao primeiro agente pertencente ao *conjunto de futuros parceiros*. Durante essa etapa, os agentes podiam iniciar um diálogo com o propósito de convencer seu parceiro a adotar ou delegar determinado serviço. Após os agentes estabelecerem um acordo, eles iniciavam a etapa de realização e recepção do serviço. Com a finalização desta etapa, os agentes realizavam a avaliação do serviço. Neste caso, se a interação (i.e., troca) ocorreu de forma equilibrada, a interação era finalizada. Caso contrário, os agentes podiam iniciar um diálogo com a intenção de atingirem um consenso em relação aos *valores* atribuídos ao serviço.

Nessas simulações, os agentes apresentaram características em relação ao poder social e atitudes, desse modo, as estratégias dos agentes eram influenciadas pelo poder social e pelas atitudes dos agentes. Após os agentes realizarem a avaliação da troca, os agentes podiam iniciar um diálogo, e influenciar as decisões dos agentes e, assim, os resultados das interações.

A Figura 6.6 ilustra as porcentagens de *trocas equilibradas*, *desequilibradas* e *interações sem sucesso*.

Neste experimento foram obtidos porcentagens superiores de *trocas equilibradas* e inferiores de *interações sem sucesso* e de *trocas desequilibradas*, em relação aos experimentos 4 e 5. Dessa forma, observa-se que, além das características sociais dos agentes influenciarem os resultados das interações, a argumentação também auxilia os agentes a

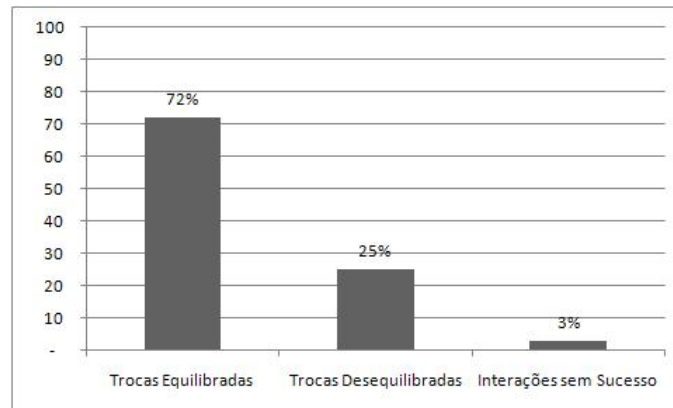


Figura 6.6: Resultados - Trocas Monolíticas com Argumentação e Agentes com Características Sociais

atingirem consenso em relação aos valores atribuídos aos serviços e acordos durante a negociação.

### 6.6.1 Avaliação dos Resultados do Experimento 6

Nesta seção são apresentados os passos referentes aos resultados obtidos no experimento 6. Nestas simulações, os agentes apresentavam características em relação ao “poder social”, “atitudes” e podiam iniciar diálogos durante suas interações.

São ilustradas três interações que ocorreram nesse experimento. Assim como nas simulações realizadas nas trocas segmentadas, as interações realizadas nesse experimento também tinham em comum os passos 1 e 2.

---

#### 1. Inserção dos agentes no ambiente

Agente ID: 1

Agente ID: 2

Agente ID: 3

Agente ID: 4

Agente ID: 5

---

#### 2. Geração do conjunto de relações de dependência de cada agente

Dependência positiva criada entre o agente ID: 1 e o agente: ID: 5

Dependência positiva criada entre o agente ID: 2 e o agente: ID: 5

Dependência positiva criada entre o agente ID: 2 e o agente: ID: 1

Dependência positiva criada entre o agente ID: 2 e o agente: ID: 3

Dependência positiva criada entre o agente ID: 3 e o agente: ID: 4

Dependência positiva criada entre o agente ID: 3 e o agente: ID: 1

Dependência positiva criada entre o agente ID: 4 e o agente: ID: 3

Dependência positiva criada entre o agente ID: 4 e o agente: ID: 5

Dependência positiva criada entre o agente ID: 5 e o agente: ID: 4

---

O tipo de troca que ocorre nesse experimento são do tipo monolíticas, desse modo, os agentes não podem *quebrar o acordo* estabelecido. Os diálogos são realizados no final da interação e não durante a etapa de realização e recepção do serviço.

---

### 3. Inicia Interação 1

Cliente ID: 4

**Futuros parceiros do agente ID: 4**

ID: 5 ID: 3

---

No passo 4 da Interação 1, observa-se que os agentes ID: 4 e ID: 5 estabelecem um acordo, dessa forma, a negociação é finalizada com sucesso.

---

### 4. Estabelecimento de um acordo sobre o serviço

Agente ID: 4 envia mensagem ({} , LIMPAR TERRITÓRIO) para agente: ID: 5

Agente ID: 5 recebe mensagem ({} , LIMPAR TERRITÓRIO) do agente: ID: 4

Agente ID: 5 com capacidade de realizar o serviço LIMPAR TERRITÓRIO

Agente ID: 5 não possui compromisso com o agente ID: 4

Agente ID: 5 possui dependência recíproca com o agente ID: 4

Agente ID: 5 aceita a proposta do agente ID: 4

Agente ID: 5 envia mensagem ({} , ACEITA) para agente: ID: 4

Agente ID: 4 recebe mensagem ({} , ACEITA) do agente: ID: 5

Agente ID: 4 envia mensagem ({} , ACORDO ESTABELECIDO) para agente: ID: 5

Agente ID: 5 recebe mensagem ({} , ACORDO ESTABELECIDO) do agente: ID: 4

---

Na etapa de realização e recepção do serviço, que ocorre no passo 5, o agente ID: 5 deve percorrer o território a procura de fragmentos de lixo. Neste tipo de troca, o serviço corresponde a uma única ação, sendo assim, os agentes realizam o cálculo dos valores de troca após o agente ID: 5 percorrer todo território (ver seção 5.3).

---

### 5. Realização e Recepção do Serviço

Cliente ID: 4 Servidor ID: 5

**Atitudes dos agentes**

Servidor: REALISTA

Cliente: ALTRUÍSTA

---

Neste caso, o agente ID: 5 recolheu todos os dez fragmentos de lixo distribuídos no território.

---

#### Limpar território...

Recolhido lixo da posição: (7,0)

Recolhido lixo da posição: (2,1)

Recolhido lixo da posição: (3,1)

Recolhido lixo da posição: (7,3)

Recolhido lixo da posição: (5,3)

Recolhido lixo da posição: (5,4)

Recolhido lixo da posição: (7,4)

Recolhido lixo da posição: (2,6)

Recolhido lixo da posição: (9,9)

Recolhido lixo da posição: (1,9)

Número de falhas: 9, Número de Lixos recolhidos: 10, Fim do território: Sim

---

Após a finalização da etapa de realização e recepção do serviço, passo 6, os agentes avaliam o serviço (prestado e recebido).

---

**6. Avaliação do Serviço****Realiza cálculo**

Custo servidor: 1.87

Satisfação cliente: 1.6

Resultado da etapa: EQUILIBRADA

**Atualiza base de crenças**

---

---

No final da interação os agentes atualizam as relações de dependência, reputação e compromissos efetuados, dessa forma, alterando o conjunto de futuros parceiros. Na Interação 1, o agente ID: 5 obtém crédito em relação ao agente ID: 4, sendo assim, o agente ID: 4 assume compromisso com o agente ID: 5.

Na Interação 34 o agente ID: 5 tem o papel do agente cliente.

---

**3. Inicia Interação 34**

Cliente ID: 5

**Futuros parceiros do agente ID: 5**ID: 1 ID: 2 ID: 4

---

No passo 4 da Interação 34, o agente ID: 5 tenta estabelecer um acordo com um dos seus futuros parceiros.



---

#### 4. Estabelecimento de um acordo sobre o serviço

Agente ID: 5 envia mensagem ({}), LIMPAR TERRITÓRIO) para agente: ID: 1  
 Agente ID: 1 recebe mensagem ({}), LIMPAR TERRITÓRIO) do agente: ID: 5  
 Agente ID: 1 com capacidade de realizar o serviço LIMPAR TERRITÓRIO  
 Agente ID: 1 não possui compromisso com o agente ID: 5  
 Agente ID: 1 não possui dependência recíproca com o agente ID: 5  
 Agente ID: 1 rejeita a proposta do agente ID: 5  
 Agente ID: 1 envia mensagem ({}), REJEITA) para agente: ID: 5  
 Agente ID: 5 recebe mensagem ({}), REJEITA) do agente: ID: 1  
 Agente ID: 5 envia mensagem ({}), LIMPAR TERRITÓRIO) para agente: ID: 2  
 Agente ID: 2 recebe mensagem ({}), LIMPAR TERRITÓRIO) do agente: ID: 5  
 Agente ID: 2 com capacidade de realizar o serviço LIMPAR TERRITÓRIO  
 Agente ID: 2 não possui compromisso com o agente ID: 5  
 Agente ID: 2 não possui dependência recíproca com o agente ID: 5  
 Agente ID: 2 rejeita a proposta do agente ID: 5  
 Agente ID: 2 envia mensagem ({}), REJEITA) para agente: ID: 5  
 Agente ID: 5 recebe mensagem ({}), REJEITA) do agente: ID: 2  
 Agente ID: 5 envia mensagem ({}), LIMPAR TERRITÓRIO) para agente: ID: 4  
 Agente ID: 4 recebe mensagem ({}), LIMPAR TERRITÓRIO) do agente: ID: 5  
 Agente ID: 4 com capacidade de realizar o serviço LIMPAR TERRITÓRIO  
 Agente ID: 4 possui compromisso com o agente ID: 5  
 Agente ID: 4 não possui dependência recíproca com o agente ID: 5  
 Agente ID: 4 rejeita a proposta do agente ID: 5  
 Agente ID: 4 envia mensagem ({}), REJEITA) para agente: ID: 5  
 Agente ID: 5 recebe mensagem ({}), REJEITA) do agente: ID: 4  
 Agente ID: 5 envia mensagem ({}), CRÉDITO ADQUIRIDO ANTERIORMENTE) para agente: ID: 4  
 Agente ID: 4 recebe mensagem ({}), CRÉDITO ADQUIRIDO ANTERIORMENTE) do agente: ID: 5  
 Agente ID: 4 aceita argumento: CRÉDITO ADQUIRIDO ANTERIORMENTE  
 Agente ID: 4 envia mensagem ({}), ACEITA) para agente: ID: 5  
 Agente ID: 5 recebe mensagem ({}), ACEITA) do agente: ID: 4  
 Agente ID: 5 envia mensagem ({}), ACORDO ESTABELECIDO) para agente: ID: 4  
 Agente ID: 4 recebe mensagem ({}), ACORDO ESTABELECIDO) do agente: ID: 5

---

Observa-se que as tentativas realizadas com os agentes ID: 1 e ID: 2 falham, dessa forma, o agente ID: 5 envia a proposta ao próximo agente pertencente ao seu conjunto de futuros parceiros. O agente ID: 4 rejeita a proposta enviada pelo agente ID: 5, desse modo, o agente ID: 5 envia um argumento (conforme definido no capítulo 4, uma proposta tem a forma de um argumento). Nesse argumento o agente ID: 5 usa seu “poder adquirido” para influenciar o agente ID: 4 a adotar o serviço delegado. O agente ID: 4 avalia o argumento e aceita a proposta.

---

#### 5. Realização e Recepção do Serviço

Cliente ID: 5 Servidor ID: 4

##### Atitudes dos agentes

Servidor: EGOÍSTA

Cliente: ALTRUÍSTA

---

A etapa de realização e recepção do serviço ocorre entre os agentes ID: 5 e ID: 4.

---

**Limpar território...**

Recolhido lixo da posição: (5,0)

Recolhido lixo da posição: (8,0)

Recolhido lixo da posição: (5,1)

Recolhido lixo da posição: (4,1)

Recolhido lixo da posição: (1,2)

Recolhido lixo da posição: (8,2)

Recolhido lixo da posição: (6,4)

Recolhido lixo da posição: (9,7)

Recolhido lixo da posição: (0,9)

Número de falhas: 11, Número de Lixos recolhidos: 9, Fim do território: Sim

---

**6. Avaliação do Serviço****Realiza cálculo**

Custo servidor: 1.33

Satisfação cliente: 0.27

Resultado da etapa: NÃO EQUILIBRADA

Agente ID: 4 inicia diálogo...

---

Agente ID: 5 envia mensagem ({} , CUSTO DELEGAÇÃO MAIOR SATISFAÇÃO) para agente: ID: 4

Agente ID: 4 recebe mensagem ({} , CUSTO DELEGAÇÃO MAIOR SATISFAÇÃO) do agente: ID: 5

Agente ID: 4 não aceita o argumento: CUSTO DELEGAÇÃO MAIOR SATISFAÇÃO

Agente ID: 4 envia mensagem ({} , REJEITA) para agente: ID: 5

Agente ID: 5 recebe mensagem ({} , REJEITA) do agente: ID: 4

Agente ID: 5 envia mensagem ({} , SEU CRÉDITO MAIOR SATISFAÇÃO) para agente: ID: 4

Agente ID: 4 recebe mensagem ({} , SEU CRÉDITO MAIOR SATISFAÇÃO) do agente: ID: 5

Agente ID: 4 aceita o argumento: SEU CRÉDITO MAIOR SATISFAÇÃO

Agente ID: 4 envia mensagem ({} , ACEITA) para agente: ID: 5

Agente ID: 5 recebe mensagem ({} , ACEITA) do agente: ID: 4

Agente ID: 5 envia mensagem ({} , ACORDO ESTABELECIDO) para agente: ID: 4

Agente ID: 4 recebe mensagem ({} , ACORDO ESTABELECIDO) do agente: ID: 5

---

No final da interação, os agentes avaliam o serviço (prestado e recebido) e atualizam suas bases de crenças. Neste caso, o agente ID: 4 cumpre o compromisso efetuado com o agente ID: 5. Isto significa que os agentes realizaram uma troca completa, sendo que no primeiro estágio da troca o agente ID: 5 realizou um serviço em benefício do agente ID: 4 e no segundo estágio da troca o agente ID: 5 recebeu um serviço como pagamento da dívida adquirida pelo agente ID: 4.

A seguir são ilustrados os passos que ocorrem na Interação 72.

---

**3. Inicia Interação 72**

Cliente ID: 3

**Futuros parceiros do agente ID: 3**ID: 2 ID: 4 ID: 1

---

O agente ID: 3 tenta estabelecer um acordo com um dos seus futuros parceiros no passo 4. O acordo é estabelecido entres os agentes ID: 4 e ID: 3.

---

#### 4. Estabelecimento de um acordo sobre o serviço

Agente ID: 3 envia mensagem ({}), LIMPAR TERRITÓRIO) para agente: ID: 2  
 Agente ID: 2 recebe mensagem ({}), LIMPAR TERRITÓRIO) do agente: ID: 3  
 Agente ID: 2 com capacidade de realizar o serviço LIMPAR TERRITÓRIO  
 Agente ID: 2 não possui compromisso com o agente ID: 3  
 Agente ID: 2 não possui dependência recíproca com o agente ID: 3  
 Agente ID: 2 rejeita a proposta do agente ID: 3  
 Agente ID: 2 envia mensagem ({}), REJEITA) para agente: ID: 3  
 Agente ID: 3 recebe mensagem ({}), REJEITA) do agente: ID: 2  
 Agente ID: 3 envia mensagem ({}), LIMPAR TERRITÓRIO) para agente: ID: 4  
 Agente ID: 4 recebe mensagem ({}), LIMPAR TERRITÓRIO) do agente: ID: 3  
 Agente ID: 4 com capacidade de realizar o serviço LIMPAR TERRITÓRIO  
 Agente ID: 4 não possui compromisso com o agente ID: 3  
 Agente ID: 4 possui dependência recíproca com o agente ID: 3  
 Agente ID: 4 aceita a proposta do agente ID: 3  
 Agente ID: 4 envia mensagem ({}), ACEITA) para agente: ID: 3  
 Agente ID: 3 recebe mensagem ({}), ACEITA) do agente: ID: 4  
 Agente ID: 3 envia mensagem ({}), ACORDO ESTABELECIDO) para agente: ID: 4  
 Agente ID: 4 recebe mensagem ({}), ACORDO ESTABELECIDO) do agente: ID: 3

---

#### 5. Realização e Recepção do Serviço

Cliente ID: 3 Servidor ID: 4

##### Atitudes dos agentes

Servidor: ALTRUÍSTA

Cliente: REALISTA

---

O agente ID: 4 percorre o território a procura de fragmentos de lixo.

---

#### Limpar território...

Recolhido lixo da posição: (1,0)  
 Recolhido lixo da posição: (8,1)  
 Recolhido lixo da posição: (6,1)  
 Recolhido lixo da posição: (4,1)  
 Recolhido lixo da posição: (2,4)  
 Recolhido lixo da posição: (9,5)  
 Recolhido lixo da posição: (2,5)  
 Recolhido lixo da posição: (6,5)  
 Recolhido lixo da posição: (4,8)  
 Número de falhas: 10, Número de Lixos recolhidos: 10, Fim do território: Sim

---

#### 6. Avaliação do Serviço

##### Realiza cálculo

Custo servidor: 0.8

Satisfação cliente: 1.07

Resultado da etapa: EQUILIBRADA

##### Atualiza base de crenças

---

No final da interação, os agentes avaliam o serviço (prestado e recebido) e atualizam suas bases de crenças. Neste caso, a interação resultou em equilibrada, sendo assim, os agentes não necessitam iniciar um diálogo.

## 6.7 Características do Mecanismo de Interação

Através da validação experimental, pode-se observar que o mecanismo de interação compreende os seguintes critérios:

- **Justiça Social:** é dada pela equação de equilíbrio. Neste caso, para que a sociedade (i.e., interação) se mantenha em equilíbrio, nenhum dos agentes envolvidos na interação deve ganhar ou perder mais do que o outro.
- **Racionalidade Individual:** é dada pelas decisões relacionadas com a delegação ou a adoção de um serviço. Neste caso, um agente delega um serviço a outro se e somente se ele não é capaz de realizá-lo ou se o custo de delegar o serviço é menor do que o custo de desempenhá-lo. Por outro lado, um agente adota um serviço se e somente se existir uma relação de dependência recíproca entre os agentes ou se existir um compromisso ainda não cumprido por parte deste último.
- **Estabilidade:** os resultados das simulações sugerem que não existe uma estratégia dominante para os agentes. Neste caso, a melhor estratégia para um agente depende das estratégias seguidas pelos outros. Assim, cada agente escolhe a estratégia que lhe garante a melhor solução em função das estratégias adotadas pelos outros agentes.
- **Eficiência de Pareto:** através dos resultados obtidos nas simulações não foi possível observar situações em que as soluções encontradas pelos agentes respeitassem o critério de eficiência de Pareto.
- **Simetria:** é dada pelos dois estágios da troca, i.e., no primeiro estágio da troca o agente servidor presta o serviço e adquire crédito em relação ao agente cliente. Já no segundo estágio o agente servidor passa a ter o papel de cliente e tem o direito de receber um serviço em troca do serviço prestado anteriormente.
- **Simplicidade:** os protocolos foram projetados de modo a não comprometer a comunicação entre os agentes. As simulações demonstram que não há complexidade na comunicação entre os agentes. Nos experimentos avaliados, o máximo de agentes inseridos no ambiente foram cem (100), mas não foram realizados testes em relação à complexidade computacional.
- **Distribuição:** o mecanismo de interação é distribuído. Neste caso, não requer um elemento centralizador de tomadas de decisão.

Segundo Rosenschein; Zlotkin (1994) os mecanismos de negociação devem ser avaliados de acordo com estes critérios. Sendo estes responsáveis pela aceitabilidade de um mecanismo em relação a outros.

O mecanismo de interação provê um *incentivo* aos agentes, podendo este estar relacionado à garantia de trocas equilibradas, formação de grupos ou reputação positiva na sociedade.

## 6.8 Possíveis Aplicações

Esta seção apresenta algumas das possíveis aplicações (domínio de problema) em que as formalizações apresentadas nesta tese podem ser exploradas.

- **Simulação Social:** As formalizações podem ser vistas como ferramentas que auxiliam no entendimento de diversos aspectos sociais e psicológicos. Neste caso, pode-se simular o comportamento dos agentes sociais em relação ao “poder social”, a “reputação” e as “atitudes” adotadas. Assim, diferentes resultados podem ser observados através de combinações de diferentes características.

Um exemplo desta aplicação poderia ser analisada no contexto de um curso, onde os alunos devem se organizar e escolher seus grupos de trabalho. Neste contexto os alunos tomam suas decisões considerando os seguintes aspectos: i) tenho capacidade de realizar o trabalho sozinho (“poder-de”)?, ii) qual a “reputação” dos meus colegas?, iii) em outra situação eu auxiliei alguém (“poder adquirido”)?, iii) algum colega me auxiliou em outro trabalho (“poder sobre”)? Se o aluno apresenta uma boa “reputação” na sociedade ou “poder adquirido” ele pode usar o “poder de influenciar” para atingir seu objetivo. As estratégias adotadas pelo aluno vai depender dos resultados que ele deseja atingir.

- **Sistemas Colaborativos:** As formalizações fornecem ferramentas que auxiliam os agentes na escolha de parceiros, dessa forma contribuindo na formação de grupos.
- **Jogos:** Pode-se simular diferentes estratégias de acordo com as diferentes características adotadas pelos agentes. As formalizações também podem auxiliar os agentes na formação de grupos (times) de acordo com as diferentes habilidades apresentadas.

## 6.9 Considerações Finais

Em todos os experimentos realizados no cenário dos “Robôs Coletores de Lixo em Marte”, os agentes realizaram com êxito as três etapas que compõem o mecanismo de interação proposto nesta tese.

Não se pretende comparar os resultados obtidos nas trocas segmentadas com os das trocas monolíticas, mas sim mostrar que essas trocas possibilitam aos agentes trocarem serviços de dois tipos, sendo estes interativos - compostos por várias ações e não-interativos - composto por uma única ação. As trocas segmentadas possibilitam aos agentes *quebrar acordos* estabelecidos, assim permitindo aos agentes coordenarem suas ações.

Através dos experimentos realizados, constatou-se que o processo de argumentação contribui não só para o sucesso de interações equilibradas, mas também para o sucesso da negociação. Observa-se que nos experimentos em que os agentes não tinham a opção de iniciar um diálogo, um número considerável de interações resultaram em desequilibradas e em muitas interações os agentes não conseguiam estabelecer acordos (interações sem sucesso). Isso porque os agentes não tinham a possibilidade de questionar os valores atribuídos aos serviços, assim impedindo os agentes de encontrarem um consenso em relação ao equilíbrio da interação. O mesmo ocorreu durante a etapa de *estabelecimento do acordo*, onde os agentes não tinham a possibilidade de convencer os seus futuros parceiros a adotarem os serviços.

Através dos resultados obtidos, pode-se concluir que a tomada de decisão dos agentes, quando influenciada pelas características sociais dos agentes, influenciam os resultados das interações.

Observa-se que as atitudes adotadas pelos agentes influenciam os resultados das interações. Nota-se que nas interações que ocorrem entre os agentes com mesma atitude (e.g., realista x realista, altruísta x altruísta, egoísta x egoísta), estas resultam em equilibradas na sua maioria. Por outro lado, quando os agentes apresentam atitudes diferentes, diferentes resultados são obtidos. Observa-se que quando os agentes apresentam atitudes diferentes, na maioria das vezes eles iniciam um diálogo. Nota-se também que o mesmo agente pode obter diferentes resultados nas interações, isso porque os agentes podem adotar diferentes atitudes em suas interações.

No mecanismo de interação proposto nesta tese, os valores de troca são vistos como valores de desempenho e servem de instrumento para a continuidade das interações, na medida em que as dívidas e créditos adquiridos pelos agentes são vistos como comprometimentos sociais. Os valores de troca são vistos, dessa forma, como motivadores e reguladores das interações.

Com os resultados obtidos na validação experimental, pode-se constatar que o mecanismo de interação fornece um modelo de interação social que considera o processo de formação da cooperação e os valores de troca. O mecanismo permite aos agentes estabelecer, avaliar e regular as interações, dessa forma, contribuindo na formação de grupos (i.e., escolha de futuros parceiros).

## 7 CONCLUSÕES

Esta tese apresentou a formalização, construção e validação experimental do mecanismo de interação baseado em valores de troca. Na construção do mecanismo, foram considerados aspectos abordados nas Ciências Sociais, Psicologia e nas Teorias Utilitaristas. O mecanismo é voltado ao estabelecimento, avaliação e regulação de interações sociais.

O mecanismo de interação pode auxiliar os agentes na formação de grupos, possibilitando que eles decidam a quem delegar serviços e de quem adotar os serviços. Esta característica permite aos agentes escolherem os seus futuros parceiros.

O mecanismo de interação possibilita aos agentes verificarem se as trocas sociais ocorreram de forma equilibrada. Desse modo, se os resultados das interações não estão de acordo com suas expectativas, os agentes podem escolher novos parceiros para futuras interações.

No mecanismo de interação, as trocas de serviços que ocorrem entre os agentes podem ser de dois tipos: trocas segmentadas ou trocas monolíticas. O que difere uma da outra é o fato de que nas trocas segmentadas, os serviços correspondem a realização de diversas ações. Por outro lado, nas trocas monolíticas, os serviços correspondem a realização de uma única ação. As trocas segmentadas possibilitam aos agentes *quebrarem acordos* estabelecidos caso a interação não esteja de acordo com suas expectativas. Isto permite aos agentes coordenarem suas ações.

O mecanismo de interação é definido de modo que as características individuais dos agentes podem influenciar nos resultados das interações. Os valores de troca, assim como o poder social e as atitudes, são considerados no raciocínio do agente, e por isso influenciam o comportamento dos agentes.

As características relacionadas ao poder social dos agentes, tem forte influência na formação de grupos (escolha de parceiros), pois as estratégias de delegação e adoção dos agentes, são influenciadas pelas informações em relação as dependências existentes entre os agentes e suas capacidades.

As diferentes atitudes que os agentes podem adotar permitem que diferentes resultados sejam atingidos pelo mesmo agente. Os agentes podem avaliar o comportamento dos seus parceiros, e assim decidir que estratégias devem adotar (de acordo com algum objetivo pretendido).

O mecanismo de interação permite uma formalização dos compromissos efetuados durante as trocas. Através da formalização dos compromissos pode-se verificar se os agentes cumpriram o que foi acordado. Assim contribuindo na formalização do “compromisso social” entre os agentes.

Constatou-se que, das relações de dependência entre os agentes, podem emergir trocas sociais. Dessas trocas sociais podem emergir o “poder adquirido” e a “reputação”. Esses novos fatores também influenciam o resultado das interações, possibilitando aos agentes

um maior “poder de influenciar” (i.e., maior poder de persuasão). Desse modo, os agentes que possuem uma melhor reputação, ou um maior poder adquirido (através do crédito obtido), têm maiores possibilidades de atingir os seus objetivos durante a argumentação.

Os protocolos de diálogos permitem aos agentes argumentarem durante suas interações. Os diálogos possibilitam aos agentes atingirem acordos em relação aos serviços e consensos em relação aos valores atribuídos aos serviços, assim contribuindo para que a sociedade se mantenha em equilíbrio.

Através dos resultados obtidos na validação experimental, constatou-se que os objetivos pretendidos com o mecanismo de interação foram alcançados com êxito, sendo estes: i) o mecanismo auxilia na formação de grupos, permitindo aos agentes escolherem os seus futuros parceiros, ii) o mecanismo auxilia os agentes na realização de interações equilibradas, contribuindo para a formação de grupos equilibrados, iii) as características dos agentes sociais em relação ao poder, influenciam as estratégias dos agentes assim como os resultados das interações que ocorrem no mecanismo, iv) as características dos agentes sociais quanto às atitudes, influenciam as estratégias dos agentes e os resultados das interações, e v) os protocolos de diálogos auxiliam os agentes sociais em suas interações a atingirem consensos.

Dessa forma, tem-se um mecanismo de interação que considera os valores envolvidos nas trocas durante o processo de formação da cooperação, possibilitando aos agentes estabelecer, avaliar e regular as interações, e auxiliando os agentes na escolha de futuros parceiros.

## 7.1 Trabalhos Futuros

Durante o desenvolvimento da tese, observou-se que outros pontos poderiam ser explorados, sendo estes:

- **Extensão do modelo:** o modelo pode ser ampliado de forma que possibilite aos agentes atingirem o equilíbrio nas suas trocas e ao longo do tempo. Desse modo, uma troca de serviços completa não ocorreria apenas com a finalização dos estágios  $I_{sr-cl}$  e  $II_{sr-cl}$ . Poderiam ter  $n$  estágios em um processo de *troca completa*. Por exemplo, o  $ag_{sr}$  desempenharia o serviço solicitado pelo  $ag_{cl}$  e este poderia prestar  $n$  outros serviços ao  $ag_{sr}$  em compensação ao serviço recebido. Dessa forma, seria analisada a seqüência das trocas, possibilitando que o seu equilíbrio possa ser alcançado levando em conta todos os valores associados nos  $n$  estágios.
- **Identificação de traços na avaliação dos parceiros:** os agentes poderiam considerar a intuição na avaliação dos parceiros. Assim, os agentes poderiam prever futuras ações que seus parceiros podiam vir a desempenhar, possibilitando aos agentes regularem as trocas de serviços e obterem a confiança dos futuros parceiros (e.g., através da empatia), e, assim, fortalecendo a garantia de futuras trocas de serviço.

Essas duas propostas de trabalho futuro se complementam. A intuição na avaliação dos parceiros possibilita aos agentes agirem de tal forma que possibilitaria a eles adquirirem a confiança dos outros agentes. Assim, os futuros estágios de troca estariam garantidos.

- **Realização de experimentos com maior complexidade:** explorar o critério de simplicidade. Poderiam ser realizados experimentos que envolvessem  $n$  agentes



do tipo cliente. Dessa forma, os agentes servidores poderiam receber várias solicitações de serviço no mesmo instante de tempo. Além disso, poderiam ser realizados experimentos que avaliassem a complexidade computacional.

- **Explorar um número maior de atitudes:** os agentes poderiam ter um número maior de atitudes. Desse modo, poderiam ser avaliadas os resultados que essas atitudes originariam.
- **Geração de argumentos:** outra questão que poderia ser explorada é a geração de argumentos. Durante os diálogos, através de novas propostas ou contra-propostas recebidas, os agentes poderiam gerar novos argumentos.

## REFERÊNCIAS

ALMQUIST, P. **Type of Service in the Internet Protocol Suite**. USA: RFC Editor, 1992.

AMGOUD, L.; CAYROL, C. A Reasoning Model Based on the Production of Acceptable Arguments. **Annals of Mathematics and Artificial Intelligence**, Hingham: USA, v.34, n.1-3, p.197–215, 2002.

AMGOUD, L.; DIMOPOULOS, Y.; MORAITIS, P. A Unified and General Framework for Argumentation-Based Negotiation. In: INTERNATIONAL JOINT CONFERENCE ON AUTONOMOUS AGENTS AND MULTIAGENT SYSTEMS, 2007. **Proceedings...** New York: ACM Press, 2007. p.963–970.

AMGOUD, L.; HAMEURLAIN, N. A Formal Model for Designing Dialogue Strategies. In: INTERNATIONAL JOINT CONFERENCE ON AUTONOMOUS AGENTS AND MULTIAGENT SYSTEMS, 2006. **Proceedings...** New York: ACM Press, 2006. p.414–416.

AMGOUD, L.; PARSONS, S.; MAUDET, N. **Arguments, Dialogue, and Negotiation**. 2000. 338-342p.

AMGOUD, L.; PARSONS, S.; PERRUSEL, L. An Argumentation Framework Based on Contextual Preferences. In: INTERNACIONAL CONFERENCE ON PURE AND APPLIED PRACTICAL REASONING, 2000. **Proceedings...** New York: ACM Press, 2000. p.59–67.

AMGOUD, L.; PRADE, H. Formal Handling of Threats and Rewards in a Negotiation Dialogue. In: INTERNATIONAL JOINT CONFERENCE ON AUTONOMOUS AGENTS AND MULTIAGENT SYSTEMS, 2005. **Proceedings...** [S.l.]: Springer, 2005. p.529–536.

ATKINSON, K.; BENCH-CAPON, T.; MCBURNEY, P. A Dialogue Game Protocol for Multi-Agent Argument over Proposals for Action. In: INTERNATIONAL JOINT CONFERENCE ON AUTONOMOUS AGENTS AND MULTIAGENT SYSTEMS, 2005. **Proceedings...** New York: ACM Press, 2005. p.153–171.

ATKINSON, K. et al. Command Dialogues. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON ARGUMENTATION IN MULTI-AGENT SYSTEMS, ARGMAS, 5; 2008, Lisboa, Portugal. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2008.

AVEGLIANO, P. B. **Simulação da Formação de Parcerias entre Agentes baseadas no Conceito de Reputação**. 2007. 84p. Dissertação (Mestrado) — Escola Politécnica, USP, São Paulo.

BOELLA, G.; SAURO, L.; TORRE, L. Power and Dependence Relations in Groups of Agents. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTELLIGENT AGENT TECHNOLOGY, IAT, 4., 2004. **Proceedings...** [S.l.]: IEEE/WIC/ACM, 2004. p.246–252.

BORDINI, R.; HübNER, J. **Jason**: a java-based interpreter for an extended version of agentspeak. [S.l.: s.n], 2007. Disponível em: <<http://jason.sourceforge.net/Jason.pdf>>. Acesso em 01/11/2007.

BRATMAN, M. **Intention, Plans, and Practical Reason**. Cambridge: Harvard University Press, 1987.

CALDAS, J. C.; COELHO, H. The Interplay of Power on the Horizon. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTER SIMULATION AND THE SOCIAL SCIENCES, 2000. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2000. p.243–253.

CAMPOS, A. et al. A Flexible Framework for Representing Personality in Agents. In: INTERNATIONAL JOINT CONFERENCE ON AUTONOMOUS AGENTS AND MULTIAGENT SYSTEMS, 2006. **Proceedings...** New York: ACM Press, 2006. p.97–104.

CASTELFRANCHI, C. Social Power: a point missed in multi-agent. In: EUROPEAN WORKSHOP ON MODELLING AUTONOMOUS AGENTS IN A MULTI-AGENT WORLD, 1., 1989, Cambridge, UK. **Decentralized A.I.1**. Amsterdam: North-Holland, 1990. p.49–62.

CASTELFRANCHI, C. Modeling Social Action for AI Agentes. **Artificial Intelligence**, [S.l.], v.103, n.1-2, p.157–182, Aug. 1998.

CASTELFRANCHI, C. The Theory of Social Functions: challenges for computational social science and multi-agent learning. **Cognitive Systems Research**, [S.l.], v.2, n.1, p.5–38, 2001.

CASTELFRANCHI, C. **The Micro-Macro Constitution of Power**. [S.l.: s.n.], 2003. Disponível em: <<http://www.citeulike.org/user/MarioPaolucci/article/9446129>>. Acesso em 04/04/2007.

CASTELFRANCHI, C. et al. Personality Traits and Social Attitudes in Multiagent Cooperation. **Applied Artificial Intelligence**, [S.l.], v.12, p.649–675, 1998.

CASTELFRANCHI, C.; FALCONE, R. **Towards a Theory of Delegation for Agent-Based Systems**. [S.l.: s.n.], 2003. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.104.3877>>. Acesso em 10/04/2007.

CASTELFRANCHI, C.; MICELLI, M.; CESTA, A. Dependence Relations among Autonomous Agents. In: EUROPEAN WORKSHOP ON MODELLING AUTONOMOUS AGENTS IN A MULTI-AGENT WORLD, 3., 1991, Kaiserslautern, DE. **Decentralized A.I.3**. Amsterdam: North-Holland, 1992. p.215–227.

CASTELFRANCHI, C.; ROSIS, F.; FALCONE, R. Social Attitudes and Personalities in Agents. In: SYMPOSIUM ON SOCIALLY INTELLIGENT AGENTS, 1997, Cambridge. **Proceedings...** Menlo Park: AAAI Press, 1997.

- COELHO, F. **Emergência e Colapso de Poder**. 2006. 177p. Tese (Doutorado) — Universidade de Lisboa, Lisboa.
- COGAN, E.; PARSONS, S.; MCBURNEY, P. What Kind of Argument Are We Going to Have Today? In: INTERNATIONAL JOINT CONFERENCE ON AUTONOMOUS AGENTS AND MULTIAGENT SYSTEMS, 2005. **Proceedings...** New York: ACM Press, 2005. p.544–551.
- CONTE, R.; PAOLUCCI, M. **Reputation in Artificial Societies**. Norwell, Massachusetts: Kluwer Academic Publishers, 2002.
- CONTE, R.; PAOLUCCI, M. Social Cognitive Factors of Unfair Ratings in Reputation Reporting Systems. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON WEB INTELLIGENCE, 2003. **Proceedings...** [S.l.]: IEEE Computer Society, 2003. p.316–322.
- CONTE, R.; VENEZIANO, V.; CASTELFRANCH, C. The Computer Simulation of Partnership Formation. **Computational and Mathematical Organization Theory**, [S.l.], v.4, p.293–315, 1998.
- DAVID, N.; SICHMAN, J.; COELHO, H. Extending Social Reasoning to Cope With Multiple Partner Coalitions. In: EUROPEAN WORKSHOP ON MODELLING AUTONOMOUS AGENTS IN A MULTI-AGENT WORLD: MULTIAGENT SYSTEM ENGINEERING, 1999. **Proceedings...** Berlin: Springer-Verlag, 1999. p.175–187.
- DIMURO, G. P. et al. Regulating Social Exchanges Between Personality-Based Non-Transparent Agents. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE, 2006. **Proceedings...** Berlin: Springer, 2006. p.1105–1115. (Lecture Notes in Computer Science, v.4293).
- D'INVERNO, M. et al. A Formal Specification of dMARS. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON INTELLIGENT AGENTS, AGENT THEORIES, ARCHITECTURES, AND LANGUAGES, 4., 1998, London, UK. **Proceedings...** Berlin: Springer, 1998. p.155–176. (Lecture Notes in Computer Science, v.1365).
- DUNG, P. M. On The Acceptability Of Arguments And Its Fundamental Role In Non-monotonic Reasoning, Logic Programming And N-Persons Games. **Artificial Intelligence**, [S.l.], v.77, n.2, p.321–357, 1995.
- EYSENCK, H. J.; EYSENCK, M. W. **Personalidad y Diferencias Individuales**. Madrid: Ediciones Pirámides, 1987.
- FARATIN, P.; SIERRA, C.; JENNINGS, N. Negotiation Decision Functions for Autonomous Agents. **International Journal of Robotics and Autonomous Systems**, [S.l.], v.24, n.3-4, p.159–182, 1998.
- FARATIN, P.; SIERRA, C.; JENNINGS, N. R. Using Similarity Criteria to Make Trade-Offs in Automated Negotiations. **Artificial Intelligence**, [S.l.], v.142, n.2, p.205–237, 2002.
- FASLI, M. On the Relationship Between Roles and Power: preliminary report. In: COMPUTER-AIDED LAW AND ADVANCED TECHNOLOGIES FORUM, CLAT 2006, 2.; ACM SYMPOSIUM ON APPLIED COMPUTING, SAC, 21., 2006, Dijon, France. **Proceedings...** [S.l.]: ACM, 2006. p.313–318.

FATIMA, S.; WOOLDRIDGE, M.; JENNINGS, N. R. An agenda Based Framework for Multi-issues Negotiation. **Artificial Intelligence**, Amsterdam, v.152, p.1–45, 2004.

FININ, T.; LABROU, Y.; MAYFIELD, J. KQML as an Agent Communication Language. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION AND KNOWLEDGE MANAGEMENT, CIKM, 3., 1994, Gaithersburg. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 1994.

FIPA. **Communicative Act Library Specification**. [S.l.: s.n.], 2002. Disponível em: <<http://www.fipa.org/specs/fipa00037/SC00037J.html>>. Acesso em 10/08/2006.

FIPA. **Contract Net Interaction Protocol Specification**. [S.l.: s.n.], 2002. Disponível em: <<http://www.fipa.org/specs/fipa00029/SC00029H.html>>. Acesso em 10/08/2006.

FRANCO, M. H. I.; COSTA, A. C. R. Dialogue Protocols for Argumentation about Exchanges Values in Multiagent Systems. **Scientia**, Novo Hamburgo, Brasil, v.17, p.36–44, 2007.

FRANCO, M. H. I.; COSTA, A. C. R. Towards a Protocol for Negotiations about Exchange Values Involved in Multiagent Interactions. In: INTERNATIONAL JOINT CONFERENCE ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE, IJCAI, 20., WORKSHOP ON COMPUTATIONAL MODELS OF NATURAL ARGUMENT, CMNA, 7., 2007, Hyderabad, India. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2007. p.1–5.

FRANCO, M. H. I.; COSTA, A. C. R. A Model for Negotiations about Exchanges Values in Multiagent Systems. In: BRAZILIAN COMPUTER SOCIETY CONFERENCE, SBC, 27., BRAZILIN MEETING ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE, ENIA, 6., 2007, Rio de Janeiro, Brazil. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2007. p.1131–1140.

FRANCO, M. H. I.; COSTA, A. C. R.; COELHO, H. M. Simulating Argumentation about Exchange Values in Multi-Agent Interactions. In: BRAZILIAN SYMPOSIUM ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE, 19., WORKSHOP ON SOCIAL SIMULATION, BWSS, 2008, Bahia, Brasil. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2008. p.97–108.

FULLAN, K.; BARBER, K. S. Learning Trust Strategies in Reputation Exchange Networks. In: INTERNATIONAL JOINT CONFERENCE ON AUTONOMOUS AGENTS AND MULTIAGENT SYSTEMS, 2006. **Proceedings...** New York: ACM Press, 2006. p.1241–1248.

HUYNH, T. D.; JENNINGS, N. R.; SHADBOLT, N. R. Certifiel Reputation: how an agent can trust a stranger. In: INTERNATIONAL JOINT CONFERENCE ON AUTONOMOUS AGENTS AND MULTIAGENT SYSTEMS, 2006. **Proceedings...** New York: ACM Press, 2006. p.1217–1224.

JENNINGS, N. et al. Automated Negotiation: prospects, methods and challenges. **International Journal of Group Decision and Negotiation**, [S.l.], v.10, n.2, p.199–215, 2001.

JURCA, R.; FALTINGS, B. Using CHI-Scores to Rewards Honest Feedback from Repeated Interactions. In: INTERNATIONAL JOINT CONFERENCE ON AUTONOMOUS AGENTS AND MULTIAGENT SYSTEMS, 2006. **Proceedings...** New York: ACM Press, 2006. p.1233–1240.

KARUNATILLAKE, N. C. et al. Argument-Based Negotiation in a Social Context. In: ARGUMENTATION IN MULTI-AGENT SYSTEMS, ARGMAS, 2., 2006. **Proceedings...** Berlin: Springer, 2006. p.104–121. (Lecture Notes in Computer Science, v.4049).

KRAUS, S. **Negotiation and Cooperation in Multi-Agent Environments**. In: INTERNATIONAL JOINT CONFERENCE ON AUTONOMOUS AGENTS AND MULTIAGENT SYSTEMS, 1997. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 1997. p.79–97.

KRAUS, S. **Strategic Negotiation in Multiagent Environments**. Massachusetts: MIT Press: Cambridge, 2001. 266p.

LORINI, E. et al. Delegation and Mental States. In: INTERNATIONAL JOINT CONFERENCE ON AUTONOMOUS AGENTS AND MULTIAGENT SYSTEMS, 2007. **Proceedings...** New York: ACM Press, 2007.

MACKENZIE, J. D. Question-begging in non-cumulative systems. **Journal of Philosophical Logic**, [S.l.], v.8, p.117–133, 1979.

MCBURNEY, P. et al. A Dialogue Game Protocol for Agent Purchase Negotiations. **Autonomous Agents and Multiagent Systems**, New York, v.7, n.3, p.235–273, Nov. 2003.

OLIVA, E. et al. Argumentation and Artifact for Dialog Support. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON ARGUMENTATION IN MULTI-AGENT SYSTEMS, ARGMAS, 2008, Lisboa, Portugal. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2008.

PALAZZO, R. V. **Uma Abordagem Alternativa para o Equilíbrio em Sistemas Multiagentes Baseados em Valores de Troca**. 2006. 65p. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

PARSONS, S. et al. On the relevance of utterances in formal inter-agent dialogues. In: INTERNATIONAL JOINT CONFERENCE ON AUTONOMOUS AGENTS AND MULTIAGENT SYSTEMS, AAMAS, 6., 2007, Honolulu, USA. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2007.

PARSONS, S.; MCBURNEY, P. Argumentation-Based Dialogues for Agent Coordination. **Group Decision and Negotiation**, [S.l.], v.12, n.5, p.415–439, 2003.

PARSONS, S.; MCBURNEY, P.; WOOLDRIDGE, M. Some Preliminary Steps Towards a Meta-Theory for Formal Inter-Agent Dialogues. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON ARGUMENTATION IN MULTI-AGENT SYSTEMS, ARGMAS, 1., 2004, New York. **Argumentation in Multi-Agent Systems**: revised selected and invited papers. Berlin: Springer, 2005. p.1–18. (Lecture Notes in Computer Science, v.3366).

PARSONS, S.; WOOLDRIDGE, M.; AMGOUD, L. On the Outcomes of Formal Inter-Agent Dialogues. In: INTERNATIONAL JOINT CONFERENCE ON AUTONOMOUS AGENTS AND MULTIAGENT SYSTEMS, 2003. **Proceedings...** New York: ACM Press, 2003. p.616–623.

PARSONS, S.; WOOLDRIDGE, M.; AMGOUD, L. Properties and Complexity of Formal Inter-Agent Dialogues. **Journal of Logic and Computation**, [S.l.], v.13, n.3, p.347–376, 2003.

PEREIRA, D. et al. Towards the Self-regulation of Personality-based Social Exchange Processes in Multiagent Systems. In: BRAZILIAN SYMPOSIUM ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE, SBIA, 19., 2008, Salvador, Brazil. **Advances in Artificial Intelligence: proceedings**. Berlin: Springer, 2008. p.113–123. (Lecture Notes in Computer Science, v.5249).

PERRUSSEL, L. et al. A Persuasion Dialog for gaining access to information. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON ARGUMENTATION IN MULTI-AGENT SYSTEMS, ARGMAS, 4., 2007, Honolulu, USA. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2007.

PIAGET, J. **Sociological Studies**. London: Routledge, 1995. 243p.

RAHWAN, I. Guest Editorial: argumentation in multi-agent systems. In: INTERNATIONAL JOINT CONFERENCE ON AUTONOMOUS AGENTS AND MULTIAGENT SYSTEMS, 2005. **Proceedings...** New York: ACM Press, 2005.

RAHWAN, I.; AMGOUD, L. An Argumentation based Approach for Practical Reasoning. In: INTERNATIONAL JOINT CONFERENCE ON AUTONOMOUS AGENTS AND MULTIAGENT SYSTEMS, 2006. **Proceedings...** New York: ACM Press, 2006. p.347–354.

RAHWAN, I. et al. Argumentation-Based Negotiation. **The Knowledge Engineering Review**, [S.l.], v.18, n.4, p.343–375, 2004.

RIBEIRO, M. R.; COSTA, A. C. R.; BORDINI, R. H. A System of Exchange Values to Support Social Interactions in Artificial Societies. In: INTERNATIONAL JOINT CONFERENCE ON AUTONOMOUS AGENTS AND MULTIAGENT SYSTEMS, 2003. **Proceedings...** New York: ACM Press, 2003. p.81–88.

ROSENSCHEIN, J.; ZLOTKIN, G. **Rules of Encounter**: designing conventions for automated negotiation among computers. Cambridge: MIT Press, 1994.

ROUSSEAU, D.; HAYES-ROTH, B. A Social-Psychological Model for Synthetic Actors. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON AUTONOMOUS AGENTS, 1998. **Proceedings...** New York: ACM Press, 1998. p.165–172.

SANDHOLM, T. eMediator: a next generation electronic commerce server. **Computational Intelligence: Special issue on Agent Technology for Electronic Commerce**, [S.l.], v.18, n.4, p.656–676, 2002.

SEN, S.; DUTTA, P. The Evolution and Stability of Cooperative Traits. In: INTERNATIONAL JOINT CONFERENCE ON AUTONOMOUS AGENTS AND MULTIAGENT SYSTEMS, 2002. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2002. p.1114–1120.

SICHMAN, J. S. et al. A Social Reasoning Mechanism Based On Dependence Networks. In: EUROPEAN CONFERENCE ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE, 11., 1994. **Proceedings...** Chichester: John Wiley & Sons, 1994. p.188–192.

SIERRA, C. et al. A Framework for Argumentation-Based Negotiation. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON INTELLIGENT AGENTS, AGENT THEORIES, ARCHITECTURES, AND LANGUAGES, ATAL, 4., 1997, Rhode Island, USA. **Intelligence Agents IV: Agents Theories, Architecture, and Languages: proceedings**. Berlin: Springer, 1998. p.177–192. (Lecture Notes in Artificial Intelligence, v.1365).

SMITH, R. G. The Contract Net Protocol: high-level communication and control in a distributed problem solver. In: BOND, A. H.; GASSER, L. (Ed). **Readings in Distributed Artificial Intelligence**. San Mateo: Morgan Kaufmann, 1988. p.357–366.

STEELS, L. Cooperation between Distributed Agents through Self-Organization. In: DE-MAZEAU, Y.; MULLER, I. **Decentralized A. I.** Amsterdam: North-Holland, 1990.

TALMAN, S. et al. Adapting to Agents' Personalities in Negotiation. In: INTERNATIONAL JOINT CONFERENCE ON AUTONOMOUS AGENTS AND MULTIAGENT SYSTEMS, 2005. **Proceedings...** ACM Press, 2005. p.383–389.

THIBAUT, J. W.; KELLEY, H. H. **The Social Psychology of Groups**. London: Transaction Books, 1986. 341p.

TIBON, S. Personality Traits and Peace Negotiations: integrative complexity and attitudes toward the middle east peace process. **Group Decision and Negotiation**, Springer Netherlands, v.9, n.1, p.1–15, Jan. 2000.

WALTON, D. N.; KRABBE, E. C. **Commitment in Dialogue**: basic concepts of interpersonal reasoning. Albany: State University of New York Press, 1995.

WOOLDRIDGE, M. **An Introduction to MultiAgent Systems**. England: John Wiley & Sons, 2002. 346p.

ZHANG, X.; LESSER, V.; WAGNER, T. Integrative Negotiation In Complex Organizational Agent Systems. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTELLIGENT AGENT TECHNOLOGY, New York. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2003. p.140.