

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE - FURG
CENTRO DE CIÊNCIAS COMPUTACIONAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM COMPUTAÇÃO
CURSO DE MESTRADO EM ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO

Dissertação de Mestrado

**TROCAS SOCIAIS EM SISTEMAS MULTIAGENTES:
TRANSFERÊNCIA DE CONFIANÇA COM BASE NA
REPUTAÇÃO E NA RELAÇÃO DE DEPENDÊNCIA**

Yunevda Ekaterina León Rojas

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Computação da Universidade Federal do Rio Grande - FURG, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Computação

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Graçaliz Pereira Dimuro
Co-orientador: Prof^a. Dr^a. Diana Francisca Adamatti

Rio Grande, março de 2015

Catálogo na Fonte: Bibliotecário João Paulo Borges da Silveira CRB 10/2130

L551T León Rojas, Yunevda Ekaterina

TROCAS SOCIAIS EM SISTEMAS MULTIAGENTES:
TRANSFERÊNCIA DE CONFIANÇA COM BASE NA
REPUTAÇÃO E NA RELAÇÃO DE DEPENDÊNCIA / Yu-
nevda Ekaterina León Rojas. – Rio Grande, 2015.
100 f.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em
Computação. Universidade Federal do Rio Grande - FURG. Cen-
tro de Ciências Computacionais. Rio Grande, 2015.

Orientadora: Graçaliz Pereira Dimuro

Co-orientadora: Diana Francisca Adamatti.

1. Sistemas Multiagentes. 2. Trocas Sociais. 3. Confiança.
4. Reputação. 5. Dependência. I. Dimuro, Graçaliz Pereira.
II. Adamatti, Diana Francisca. III. Título.

CDU: 004.891

Banca examinadora:

Prof. Dr. Jomi Fred Hübner

Prof. Dr. Cleo Zanella Billa

Prof. Dr. Eder Mateus Nunes Gonçalves

*Dedico... todos estes momentos a meus pais, Luis e Rosaura,
e a meus irmãos, Alexander, Tatiana e Amanda, pois estão sempre junto comigo,
oferecendo-me o melhor que eles têm,
seu amor e sua confiança.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus,

Às minhas orientadoras Graçaliz Pereira Dimuro e Diana Adamatti, por me orientar, ajudar e apoiar no desenvolvimento dos estudos de mestrado.

A cada um de meus colegas de mestrado por fazer me sentir em casa estando longe de meu país, em especial para meus amigos Lucélia, Leander e Helder que me ensinaram um novo modo de vida.

Agradeço infinitamente ao Helder Avelar pelo apoio contínuo, pela paciência e companhia na minha aprendizagem de português e na minha estadia no Brasil.

Da mesma maneira, agradeço de modo especial ao Henrique Donacio, pelo apoio incansável no desenvolvimento deste projeto.

Também, agradeço à Organização dos Estados Americanos (OEA) por esta oportunidade e pelo auxílio financeiro.

Finalmente, agradeço a Maria Claudia e Lorena, as gurias com quem compartilhei todo tipo de emoções e vivências, e, a todos aqueles que me ajudaram direta ou indiretamente durante estes dois anos de estudo.

*Há homens que lutam um dia, e são bons;
há outros que lutam um ano, e são melhores;
há aqueles que lutam muitos anos, e são muito bons.
Mas há os que lutam toda a vida, estes são os imprescindíveis.*

— BERTOLT BRECHT

RESUMO

LEÓN ROJAS, Yunevda Ekaterina. **TROCAS SOCIAIS EM SISTEMAS MULTIA- GENTES: TRANSFERÊNCIA DE CONFIANÇA COM BASE NA REPUTAÇÃO E NA RELAÇÃO DE DEPENDÊNCIA**. 2015. 100 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Computação. Universidade Federal do Rio Grande - FURG, Rio Grande.

Trocas sociais é o nome dado ao processo de interações entre indivíduos, os quais realizam serviços uns para os outros, gerando valores de trocas materiais (investimento e satisfação) e virtuais (crédito e débito). Outros conceitos importantes, que estão relacionados com interações entre agentes, são relações de dependência, reputação e confiança.

A proposta desta dissertação é relacionar esses conceitos sob a luz da teoria das trocas sociais, visando analisar em que condições pode se realizar a transferência de confiança em um sistema multiagente.

Para tanto, propõe-se um modelo de trocas sociais em tríades de agentes, pela adição de um terceiro agente ao modelo proposto por Piaget. Este agente, chamado de agente intermediário, pode terceirizar um serviço em favor de um outro agente.

A adição do agente é utilizada para desenvolver um modelo de troca social para tríades de agentes, a fim de avaliar o processo de transferência de confiança entre os agentes que não se conhecem, e que nunca interagiram diretamente. Além disso, oferece um ponto de partida para a compreensão do comportamento das interações de mais de três agentes. Desta maneira, se complementa o modelo de Piaget, gerando uma contribuição para o estudo dos aspectos não econômicos do processo de troca.

A transferência de confiança é baseada nos conceitos de valores de trocas, da reputação e das relações de dependência nos sistemas multiagentes. Cada um dos quais são analisados de forma interdependente.

As informações geradas na análise podem ser usadas para orientar as decisões dos agentes sobre a escolha do parceiro nas trocas futuras, se convertendo no foco para as análises do processo de transferência de confiança entre os agentes.

Finalmente, será realizada uma implementação em JaCaMo, um framework para programação multiagentes que integra três tecnologias: Jason, Cartago e Moise+, das quais serão utilizadas o Jason e Cartago. Contextualizado tudo no ambiente do “Projeto A Horta San Jerónimo”, que compreende uma horta urbana de auto-consumo mantida por seus próprios usuários, localizada na cidade de Sevilla, Espanha, onde os processos de trocas de serviços entre os participantes não envolvem valores monetários.

Palavras-chave: Sistemas Multiagentes, Trocas Sociais, Confiança, Reputação, Dependência.

ABSTRACT

LEÓN ROJAS, Yunevda Ekaterina. **Social Exchanges in Multi-Agent Systems: Trust Transference based on Reputation and Dependence Relation.** 2015. 100 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Computação. Universidade Federal do Rio Grande - FURG, Rio Grande.

Social exchanges is the name given to interactions process between individuals, who perform a service to others, generating values for material (investment and satisfaction) and virtual (credit and debit) exchanges. Other important concepts that are related to interactions between agents are dependency, reputation, and trust relationships.

The purpose of this dissertation is to relate these concepts using the social exchanges theory. This aims to analyze in which conditions the trust transfer can be realized in a multi-agent system.

The general aim of this research is the addition of a third agent to the model proposed by Piaget. This agent is called intermediate agent, and can outsource a service in favor of another agent.

The agent addition is used to develop a social exchange model for triad of agents in order to evaluate the process of trust transfer between agents who doesn't know each other, and never interacted directly. Additionally, it provides a starting point to understand the behavior in interactions of more than three agents. In this way, it is complemented the Piaget model, generating a contribution to the study of non-economic aspects of the exchange process.

Trust transfer is based on the concepts of exchanges values, reputation, and dependency relationships in multi-agent systems. Each one is analyzed interdependently.

The information generated in the analysis can be used to guide agents' decisions on the choice of partner in future exchanges becoming the focus for the analysis of trust transfer process between agents.

Finally, an implementation will be held in JaCaMo, a framework for multi-agent programming that integrates three technologies: Jason, Cartago and Moise+, which we use Jason and Cartago. Everything is contextualized in the environment of the "Projeto A Horta San Jerónimo", consisted of an urban garden for self-consumption maintained by its own users located in Sevilla, Spain. In this project the service exchanges processes among the participants doesn't involve monetary values.

Keywords: Multiagents Systems, Social Exchanges, Trust, Reputation, Dependence.

LISTA DE FIGURAS

1	Estrutura de um sistema multiagente. Adaptado de (BORDINI; HÜBNER; WOOLDRIDGE, 2007)	20
2	Arquitetura BDI genérica (HÜBNER; BORDINI; VIEIRA, 2004)	21
3	Etapas de trocas entre dois agentes.	26
4	Modelo de crença de grupo (SCHMITZ, 2011)	28
5	Fonte de informação baseado em testemunhos.	30
6	Classificação das dependências em relação ao objetivo	35
7	Etapa I de trocas entre três agentes - TSAI.	38
8	Etapa II de trocas entre três agentes.	40
9	Zona de aceitação de investimento	42
10	Adequação e não adequação do investimento	43
11	Investimento menor ao valor expectativa	44
12	Região de aceitação do serviço	45
13	Adequação e não adequação da satisfação	46
14	Satisfação maior ao valor desejado	47
15	Relações de Dependência em TSAI.	49
16	Relações de Reputação	51
17	Relações de Transferência da Confiança	54
18	Localização e uma imagem da Horta San Jerónimo (Sevilla - Espanha) de (DIMURO et al., 2011)	57
19	Mapa conceitual da Horta San Jerónimo de DIMURO et al. (2011)	58
20	Rotina do horticultor titular de SANTOS (2014)	59
21	Rotina do horticultor aspirante de SANTOS (2014)	59
22	Rotina do horticultor auxiliar de SANTOS (2014)	60
23	Definição dos fatores de X em AgentSpeak(L)	62
24	Definição dos pesos de X em AgentSpeak(L)	63
25	I pede ajuda para X em AgentSpeak(L)	63
26	Pode Plantar em AgentSpeak(L)	65
27	Avaliação do serviço solicitado: Plantar X - I	66
28	Avalia proposta de plantar de X para I em AgentSpeak(L)	67
29	Avaliação do serviço proposto: Plantar I - X	69
30	Y pede ajuda para I em AgentSpeak(L)	72
31	I pede para Y colher em AgentSpeak(L)	72
32	Avaliação do investimento do serviço solicitado: Colher I - Y	74
33	Proposta de serviço: Colher Y - I em AgentSpeak(L)	74
34	Avaliação da satisfação do serviço solicitado: Colher Y - I	76

35	X pede ajuda para I em AgentSpeak(L)	78
36	Pode Irrigar X - I em AgentSpeak(L)	79
37	I pede ajuda para Y em AgentSpeak(L)	79
38	Avaliação do serviço irrigar	82
39	Avaliação da satisfação do serviço solicitado: Irrigar	83
40	Poder de realização do serviço em AgentSpeak(L)	84
41	Dependência em AgentSpeak(L)	84
42	Reputação em AgentSpeak(L)	87
43	Análise de transferência de confiança em AgentSpeak(L)	90

LISTA DE TABELAS

1	Quadro comparativo dos modelos	33
2	Habilidades do agente horticultor	61
3	Trocas de serviços entre agentes horticultores	61
4	Perfil numérico do horticultor X: Quando realiza serviço para outros .	64
5	Perfil numérico do horticultor I: Quando solicita o serviço para outros	66
6	Perfil numérico do horticultor Y: Quando solicita um serviço.	71
7	Perfil numérico do horticultor I: Quando realiza serviço para outros .	71
8	Resumo de valores de troca: Etapa I- 01 e 02.	78
9	Perfil numérico do horticultor X: Quando solicita um serviço.	80
10	Perfil numérico do horticultor Y: Quando realiza serviço para outros .	80
11	Perfil numérico do horticultor I: No processo de terceirização	80
12	Resumo dos valores de trocas: Etapa II - TSAI	82
13	Poder de realização de cada horticultor	84
14	Resumo das relações de dependência	87
15	Valor da reputação	87
16	Resumo da Reputação dos Horticultores	89

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- SMA Sistema Multiagente.
BDI Beliefs Desires Intentions.
TSAI Trocas Social com Agente Intermediário.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	Objetivos	17
1.2	Organização do texto	18
2	REFERENCIAL TEÓRICO	19
2.1	Sistemas Multiagentes	19
2.1.1	Agentes BDI	20
2.1.2	Arquitetura de Agentes BDI	21
2.1.3	JaCaMo	22
	2.1.3.1 Jason	22
	2.1.3.2 CArtAgO	24
2.2	Trocas Sociais	24
2.2.1	Estrutura das Trocas Sociais	25
2.2.2	Equilíbrio de Trocas Sociais	27
2.3	Confiança e Reputação	27
2.3.1	Confiança	27
2.3.2	Reputação	28
	2.3.2.1 Crenças de grupo na reputação	28
2.3.3	Modelos de confiança e reputação	29
2.4	Dependência	33
2.4.1	Principais teorias de dependência	35
3	MODELOS PROPOSTOS	37
3.1	Modelo de trocas sociais com agentes intermediários (TSAI)	37
3.1.1	Etapa I: Troca 1 e Troca 2	38
	3.1.1.1 Exemplo - Etapa I: Troca 1 e Troca 2	39
3.1.2	Etapa II em TSAI	39
	3.1.2.1 Exemplo - Etapa II - TSAI	41
3.1.3	Formulação dos Valores de Trocas em TSAI:	41
	3.1.3.1 Formulação - Etapa I: Troca 1 e Troca 2 em TSAI	41
	3.1.3.2 Formulação - Etapa II em TSAI	47
3.1.4	Equilíbrio de uma troca social em TSAI	48
3.2	Dependência em TSAI	49
3.3	Reputação em TSAI	51
3.3.1	Construção das crenças da reputação em TSAI	52
3.4	Transferência de Confiança em TSAI	54

4	ESTUDO DE CASO: PARQUE SAN JERÓNIMO	57
4.1	Ambiente de simulação	60
4.2	Desenvolvimento da simulação	63
4.2.1	Modelo de trocas sociais com agentes intermediários (TSAI)	63
4.2.1.1	Etapa I: Troca 01 e Troca 02	63
4.2.1.2	Etapa II em TSAI	77
4.2.1.3	Equilíbrio das TSAI	83
4.2.2	Dependência em TSAI	84
4.2.3	Reputação em TSAI	86
4.2.4	Transferência de Confiança em TSAI	89
4.3	Considerações Finais	91
5	CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS	92
5.1	Trabalhos futuros	94
	REFERÊNCIAS	95

1 INTRODUÇÃO

A análise de modelos e teorias de interatividade da sociedade humana permite observar que existem diversas formas de interação, que podem ser em diferentes níveis. Por exemplo, pode haver uma troca de informações, uma negociação ou uma discussão, um desenvolvimento de visões compartilhadas de um ambiente, ou até a formação ou dissolução de estruturas organizacionais.

Cada uma dessas interações é considerada como um processo de troca social entre pares de agentes (PIAGET, 1995), tal que, um dos sujeitos, pela realização de suas ações, preste ou receba um serviço para o outro e realize uma avaliação sobre esse serviço (RODRIGUES; LUCK, 2009; GRIMALDO; LOZANO; BARBER, 2007; FARIAS; DIMURO; COSTA, 2007). Esse processo gera valores de troca, os quais são de natureza qualitativa e indicam o investimento, satisfação, custo e benefício. Isso permite que um agente tome uma atitude frente aos demais para a escolha dos parceiros em suas trocas futuras, dependendo do comportamento que tiveram anteriormente. Diversos trabalhos se referem a essas interações, considerando maiores detalhes, como a formação de coalizões, delegação de tarefas, cooperação e coordenação com outros agentes (FARIAS et al., 2013; PEREIRA et al., 2008; FARIAS, 2012; DIMURO et al., 2011; DIMURO; COSTA; PALAZZO, 2005). Este comportamento coletivo dos agentes é utilizado para resolver problemas em sistemas multiagentes (WOOLRIDGE, 2002). Contudo, quando as trocas são realizadas entre pares de agentes, a rede de contatos que cada agente possui pode ser bastante reduzida. Uma alternativa é estender este modelo de pares de agentes para tríades de agentes, onde um agente intermediário solicita serviços a um terceiro agente que não faz parte da rede inicial de contatos existente.

Outros conceitos importantes, que estão relacionados com interações entre agentes, são relações de dependência, reputação e confiança.

Assim, o objetivo geral desta dissertação é relacionar esses conceitos sob a luz da teoria das trocas sociais, visando analisar em que condições pode se realizar a transferência de confiança em um sistema multiagente.

Para tanto, como a teoria das trocas sociais envolve apenas trocas de serviços entre pares de agentes, nesta dissertação se propõe um modelo de trocas composto por três

agentes, dos quais, um deles atua como agente intermediário. Caracterizado por estar impossibilitado de realizar o serviço solicitado como pagamento de um débito que possui, o agente intermediário busca cumprir seu compromisso com o solicitante por meio da busca de um terceiro agente com a capacidade de fornecer o serviço solicitado, ou seja, ele terceiriza a realização do serviço. Nessa escolha, o agente, além de considerar como fonte de informação os valores de trocas, vai considerar as relações de dependência que ele tem com os outros dois agentes e também, a reputação que cada agente envolvido na troca possui.

Uma das fontes da informação do agente está baseada nas relações dependência que este tem com os outros agentes, como foi estudado na pesquisa de (RODRIGUES; LUCK, 2005). Uma relação de dependência, segundo (SICHMAN; DEMAZEAU, 1995), ocorre quando um agente quer alcançar um estado, que é o seu objetivo, mas não tem a possibilidade de alcançá-lo. Portanto, ele procura um segundo agente que tenha todas as condições necessárias para ajudá-lo a alcançar esse estado. Assim, as ações do segundo agente se tornarão um recurso que vai possibilitar ao primeiro agente alcançar seu objetivo. Consequentemente, o primeiro agente depende do segundo agente, em relação ao ato que ele pode realizar, para alcançar um estado determinado. Nessa configuração, a relação entre os agentes que interagem diretamente é denominada dependência explícita, enquanto a relação dos agentes que interagem de forma indireta é denominada dependência implícita.

Além das informações sobre as relações de dependência, existe a informação gerada pela reputação de cada agente envolvido na troca, a qual pode ser qualificada como apresenta (CASTELFRANCHI et al., 2000; CASTELFRANCHI; FALCONE, 1998). Essa informação é necessária para a escolha do parceiro. O conceito de reputação, que forma parte desse trabalho, permite que os agentes, uma vez que tenham recebido o pagamento da dívida, enviem informações sobre os valores de trocas gerados para um registro de crenças de grupo, com o intuito de criar a reputação dos agentes, podendo ser explícita ou implícita. Um modelo para esse conceito, chamado de ForTrust, foi desenvolvido em (SCHMITZ, 2011; VON LAER, 2014).

A parte final deste modelo é a transferência de confiança entre os agentes participantes. Segundo (CASTELFRANCHI; FALCONE, 2010), a confiança é uma atitude e uma relação social entre os agentes envolvidos, que leva em consideração a decisão e a delegação, definindo-a como um estado mental que apresenta ingredientes mentais, tais como crenças e objetivos. A transferência de informação entre os agentes influencia na confiança e na reputação, e vice-versa. Isto ocorre porque a reputação é um fator determinante na construção da confiança e a confiança apresenta-se como uma relação entre agentes que tem como parte de seu estado mental crenças e objetivos. Pela mesma razão, o conhecimento do grau da confiança e reputação envolvido no processo das trocas vai prover relações de dependência mais seguras entre os agentes e credibilidade a eles, favorecendo a possibilidade de futuras interações.

Porém, este trabalho integra o fundamento das trocas sociais, dependência, reputação e confiança, tratando-os de forma interdependente, nunca isoladamente. Dessa forma, pode-se desenvolver um modelo de trocas sociais em tríades de agentes para avaliar o processo de transferência de confiança, baseado nos conceitos de reputação e relações de dependência em sistemas multiagentes, complementando assim o modelo básico das trocas sociais de Piaget com a adição de um terceiro agente e gerando uma contribuição para o estudo dos aspectos não econômicos dos processos de trocas sociais.

Dentre os ambientes de programação de Sistemas Multiagentes, será feita uma implementação de processos de trocas em tríades de agentes em *JaCaMo*¹, que é um framework para programação de multiagentes que integra três tecnologias: Jason, Cartago e Moise+. Nessa implementação, serão analisadas as formas de interação, coordenação, transferência da confiança e evolução da reputação e dependência entre os agentes no Projeto a Horta San Jerónimo.

1.1 Objetivos

O objetivo geral desta dissertação é desenvolver um modelo de trocas sociais em tríades de agentes para avaliar o processo de transferência de confiança baseado nos conceitos de reputação e relações de dependência em sistemas multiagentes.

Para atingir este objetivo são necessários os seguintes objetivos específicos:

1. Desenvolver um modelo do processo de trocas sociais em tríades de agentes para sistemas multiagentes, apresentado na seção 3.1;
2. Adicionar ao modelo o conceito de relações de dependência, apresentado na seção 3.2;
3. Adicionar ao modelo o conceito de reputação, apresentado na seção 3.3;
4. Combinar os modelos desenvolvidos nos itens 1, 2 e 3 obtendo um modelo de trocas sociais em tríades de agentes para avaliar o processo de transferência de confiança, apresentado na seção 3.4;
5. Desenvolver um estudo de caso, composto pelos modelos desenvolvidos, apresentado na seção 4.2;
6. Avaliar o processo de transferência de confiança em trocas sociais com tríade de agentes segundo o estudo de caso no item 5, apresentado no capítulo 4.

¹Disponível em: <http://jacamo.sourceforge.net>

1.2 Organização do texto

No Capítulo 2 são apresentadas as teorias que embasam esta proposta, iniciando com os conceitos de sistemas multiagentes relacionados ao modelo de arquitetura BDI, seguidos de uma introdução sobre o framework JaCaMo e as plataformas que ele engloba, a linguagem Jason e CArtaGO, e finalmente se apresenta a teoria sociológica de Jean Piaget para a modelagem de interações em sociedades e os conceitos sobre confiança, reputação e dependência.

O Capítulo 3 descreve o modelo das trocas sociais com agentes intermediários, apresentando a estrutura e o equilíbrio da troca com as respectivas formulações. Além disso, define relações de dependência, da reputação e transferência de confiança em tríades de agentes do modelo proposto.

O Capítulo 4 descreve brevemente sobre o “Projeto A Horta San Jerónimo” e os atores e atividades que fazem parte do estudo de caso. Apresenta também sua implementação e os resultados obtidos.

No Capítulo 5 são apresentadas as conclusões, contribuições e trabalhos futuros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Sistemas Multiagentes

Sistemas multiagentes (SMA) segundo (WOOLRIDGE, 2002) são constituídos por agentes autônomos, que além das capacidades de decisão própria e interesses distintos, interagem uns com os outros, cooperando na resolução de problemas, tomando decisões e atuando em conjunto em um ambiente compartilhado, com a intenção de atingir metas ou objetivos. Assim, WEISS (1999) menciona que os agentes dentro dos SMA combinam seus esforços para realizar como um grupo, o que de maneira individual não podem alcançar (ver Figura 1).

Segundo (FERBER; GUTKNECHT; MICHEL, 2003) não existe uma única definição de organização de SMA, pode dizer que uma organização é constituída de agentes. Esses agentes apresentam um comportamento que está funcionalmente relacionado à atividade global da organização. A organização pode ser dividida em partições, denominadas grupos, que podem se sobrepor. Segundo (REZENDE, 2003), a organização de um SMA consiste em um grupo de agentes que desempenham papéis complementares, possuindo compromissos globais e compartilhando crenças, para atingir um objetivo comum.

Existem dois grandes tipos de arquitetura para os agentes de um SMA: os reativos e os cognitivos (FERBER, 1999).

- **SMA reativos:** O comportamento dos agentes se baseia no que é percebido a cada instante no ambiente, sem que estes possuam uma representação do estado do ambiente em que se encontram. Nesse tipo de sistema, os agentes não têm registro das ações passadas, nem podem antecipar ou planejar o futuro, vivem no “aqui e agora”. Portanto, suas ações passadas não têm influência sobre suas ações futuras e a decisão das ações a executar é feita por meio de um mapeamento direto da situação referenciada na ação. Os SMA reativos possuem um grande número de agentes, da ordem de dezenas, centenas ou até milhões de agentes.
- **SMA cognitivos:** Os agentes têm uma representação explícita de seu ambiente e dos outros agentes da sociedade. Eles podem manter um histórico das interações e ações passadas e têm memória do passado. A comunicação entre os agentes é feita

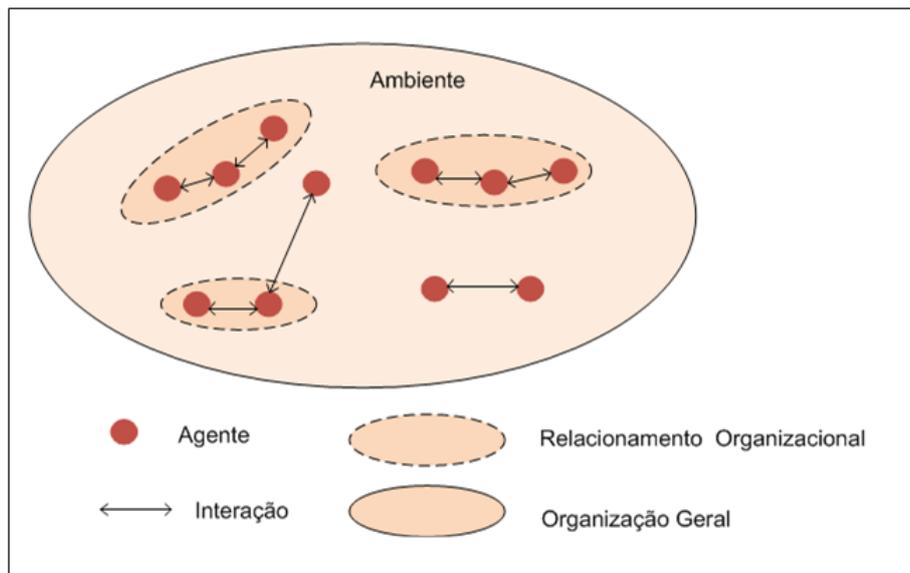


Figura 1: Estrutura de um sistema multiagente. Adaptado de (BORDINI; HÜBNER; WOOLDRIDGE, 2007)

de modo direto, através do envio e do recebimento de mensagens. Seu mecanismo de controle é deliberativo, ou seja, os agentes raciocinam e decidem sobre quais objetivos devem alcançar, que planos seguir e quais ações devem ser executadas num determinado momento. Além disso, um agente pode ter um grau de racionalidade explícita de seu comportamento diferente de outros. Em geral, os SMA cognitivos são compostos por poucos agentes, da ordem de dezenas.

2.1.1 Agentes BDI

De acordo com (BRATMAN, 1999), *os agentes*, em geral, são entidades que têm a capacidade de: agir em um ambiente; perceber as alterações no ambiente; fazer ações para transformar o ambiente de seu estado atual para outro estado desejado; comunicar-se com outros agentes; ser autônomo podendo agir sobre o ambiente por iniciativa própria; e ser capaz de decidir dentre os estados de ambiente possíveis.

Os agentes BDI, são agentes que têm a capacidade de realizar ações independentes e autônomas, decidem por si o que fazer, e atendem determinados objetivos para os quais foram projetados. O modelo de agentes BDI (*Belief - Desire - Intention*) é representado por uma arquitetura cognitiva baseada em estados mentais: crenças, desejos e intenções, que derivam de processos chamados raciocínios práticos. **Crenças (*Beliefs*)** são as informações que o agente possui a respeito do ambiente em que este inserido, representando seu conhecimento. Um agente pode ter crenças sobre outros agentes, sobre interações com outros agentes e crenças sobre suas próprias crenças. **Desejos (*Desires*)** são estados motivacionais do agente, representando os objetivos ou metas que o agente gostaria de realizar. **Intenções (*Intentions*)** representam sequências de ações específicas ou planos que um agente pode escolher para atingir um determinado objetivo (WOOL-

DRIDGE, 2000).

Uma vez formado o objetivo (desejo), o agente tenta realizá-lo por meio de um plano (intenção), levando em consideração a informação do meio em que se encontra (crenças) e persistindo até que seu desejo se realize.

E, o raciocínio prático (BRATMAN, 1999), está constituído pelos seguintes passos: *no primeiro passo*, os objetivos do agente são determinados através de um conjunto de desejos que devem ser alcançados. *No segundo passo*, determina-se quais ações tomar (planos), através do uso dos meios disponíveis, para que estes objetivos sejam atingidos. Raciocínio prático é o processo de analisar considerações conflitantes, diferentes opções que competem entre si, levando em consideração o que o agente deseja, valoriza, se importa e o que o agente acredita.

2.1.2 Arquitetura de Agentes BDI

A arquitetura BDI é método de modelagem e desenvolvimento de agentes racionais, considerado um paradigma de implementação de agentes cognitivos. Além dos três estados mentais (crenças, desejos e intenções) na arquitetura de um agente BDI existem outros componentes mostrada na Figura 2.

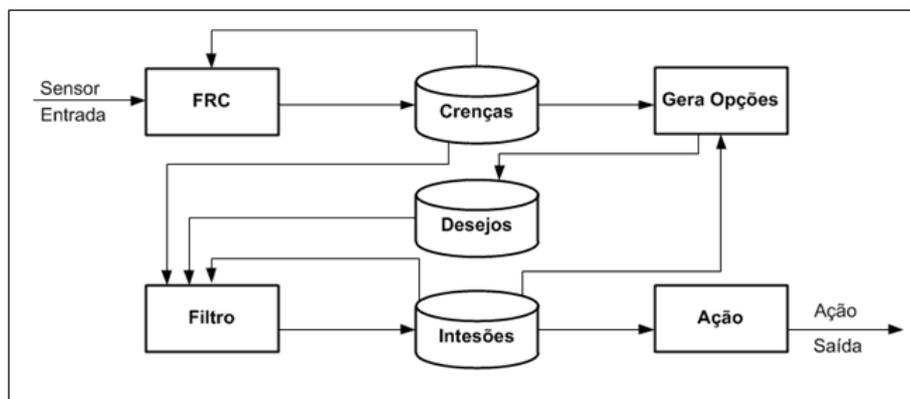


Figura 2: Arquitetura BDI genérica (HÜBNER; BORDINI; VIEIRA, 2004)

A *Função de Revisão de Crenças (FRC)* recebe a informação sensorial (percebe alterações no ambiente) e, consultando as crenças anteriores do agente, atualiza estas crenças para que elas reflitam o novo estado do ambiente. Com essa nova representação do estado do ambiente, é possível que novas opções fiquem disponíveis (opções de estados a serem atingidos).

A *Função Filtro* atualiza o conjunto de intenções do agente, com base nas crenças e desejos atualizados e nas intenções já existentes.

A *Função Gera Opções* verifica quais são as novas alternativas possíveis de serem realizadas (consultando as intenções com que o agente já está comprometido), e então uma deliberação deve ocorrer para a escolha de algumas destas novas opções com as quais o agente se comprometerá (atualizando então os desejos do agente). Definido o

conhecimento e a motivação do agente, é necessário decidir que curso de ações específico será usado para alcançar os objetivos atuais do agente (é preciso levar em conta os outros cursos de ações com os quais o agente já se comprometeu, para evitar ações incoerentes).

Por fim, a *função Ação*, com o conjunto de intenções já atualizado, determina qual será a próxima ação específica a ser realizada pelo agente no ambiente, entre aquelas pretendidas.

2.1.3 JaCaMo

JaCaMo¹ (BORDINI; HÜBNER; WOOLDRIDGE, 2007) é um framework para programação multiagente que integra três tecnologias diferentes: (a) **Jason**, que permite a programação de agentes autônomos, e é um interpretador para uma versão estendida do *AgentSpeak*, fornecendo uma plataforma para o desenvolvimento de sistemas multiagentes, com diversas características; (b) **CARTAGO**, que permite representar artefatos em um ambiente para SMA, tornando possível programar e executar ambientes virtuais; e (c) **Moise+**, que será usado para programar organizações multiagentes, baseadas em noções como papéis, grupos e missões, permitindo que sistemas multiagentes tenham especificações explícitas de sua organização.

2.1.3.1 Jason

Jason (BORDINI; HÜBNER; WOOLDRIDGE, 2007) é uma extensão da linguagem de programação abstrata chamada *AgentSpeak(L)*. Um programa com *AgentSpeak(L)* permite especificar agentes cognitivos e também um conjunto de crenças, planos, eventos ativadores e ações básicas que o agente pode executar no ambiente. Jason fornece uma plataforma para o desenvolvimento de sistemas multiagentes, convertendo-se em uma linguagem para o desenvolvimento de agentes cognitivos na arquitetura BDI. Implementado na linguagem Java (executada em múltiplas plataformas), é uma ferramenta *Open Source* e distribuída sob a licença GNU LGPL, possuindo os seguintes recursos:

- Negação forte, permitindo construir sistemas que considerem tanto mundos fechados quanto mundos abertos;
- tratamento de falhas em planos;
- comunicação baseada em atos de fala (incluindo informações de fontes, como anotações de crenças);
- anotações em identificadores de planos;
- suporte para desenvolvimento de ambientes (no Jason, o ambiente é programado em Java);

¹Disponível em <http://jacamo.sourceforge.net/>

- possibilidade de executar o SMA de forma distribuída em uma rede;
- possibilidade de especificar funções de seleção de planos em Java, como funções de confiança e arquitetura do agente (percepção, revisão de crenças, comunicação e atuação);
- possui uma biblioteca básica de “ ações internas ”;
- possibilita a extensão da biblioteca de ações internas.

As crenças são informações que o agente tem sobre o mundo. Em Jason, se apresentam em uma estrutura chamada “base de crenças” (*belief base*), que em sua forma mais simples é um conjunto de literais. Esta estrutura, consiste em um conjunto de predicados sobre um estado do ambiente ou sua negação. As crenças representam o que o agente acredita ser verdade no ambiente, não significando que seja mesmo uma verdade. Exemplo:

branca (mesa) .

O agente acredita que o objeto *mesa* tem a propriedade de ser *branca*. Por meio das crenças, pode-se representar o fato de que uma certa relação existente entre dois ou mais objetos. Assim, para afirmar que *maria* gosta de *correr*, pode-se usar o seguinte predicado: `gosta (maria, correr) .`

Os desejos são todos os possíveis estados de coisas que o agente queira realizar. Em Jason, indicam o que ele fará ou o estado do ambiente que ele deseja atingir. Há dois tipos de desejo: o *objetivo de teste* e o *objetivo de realização*. Os objetivos de teste são denotados pelo operador “?”. Por exemplo: tem-se o objetivo `?domingo(X)`, caso exista a crença `domingo(sim)` na base de crenças do agente, a variável *X* será unificada com o valor *sim*, ou seja, o objetivo testa se existe tal crença. Os objetivos de realização são denotados pelo operador “!”, e quando o agente “ativa” o objetivo, se compromete a atingir o estado em que o objetivo se tornará verdadeiro por meio de intenções (planos).

As intenções são as ações que o agente irá executar para alcançar os seus objetivos, ou seja, são estados que os agentes pretendem alcançar. A cada ciclo de raciocínio um plano é executado, podendo alterar o ambiente. Um plano é dividido da seguinte forma: o cabeçalho do plano (*head*) constitui o evento de disparo (*triggering_event*) e o contexto do plano (*context*); o desenvolvimento é chamado de corpo do plano (*body*). Os marcadores usados para identificá-los são “:” e “< –”, respectivamente.

2.1.3.2 CArtAgO

CArtAgO² (*Common ARTifact infrastructure for AGents Open environments*) (RICCI; VIROLI; OMICINI, 2006) é um *framework* que torna possível a programação e execução de ambientes virtuais em SMA. Além disso, permite o desenvolvimento e execução de ambientes baseados em artefatos, estruturados em um *workspace* aberto. Esse *workspace* agrupa agentes e artefatos que definem a topologia do ambiente computacional e permite que agentes de diferentes plataformas possam interagir e trabalhar em conjunto.

Com um metamodelo baseado nos *Agents & Artifacts* (A&A), CArtAgO utiliza metáforas de alto nível baseadas em ambientes de trabalhos humanos cooperativos. **Agentes** representam entidades computacionais que executam algum tipo de tarefa (em analogia aos trabalhadores humanos). Autônomos, os agentes criam artefatos para apoio às suas atividades, além de manter comunicação direta. **Artefatos** representam os recursos e ferramentas construídas de forma dinâmica que ajudam os agentes a realizar suas atividades individuais e coletivas. CArtAgO não está vinculado a nenhum modelo de agente específico ou plataforma.

2.2 Trocas Sociais

Segundo a Teoria de Piaget (PIAGET, 1995), troca social é o nome dado ao processo de interações entre indivíduos que estão realizando serviços uns para os outros. Estas interações são definidas geralmente com o nome de *trocas*. Da Teoria Sociológica, pode-se dizer que todos os fatos sociais podem ser reduzidos a interações entre indivíduos (BISSOLI; QUEIROZ, 2009).

Uma troca, segundo Piaget (PIAGET, 1963/1973), não só envolve a realização de um serviço por algum indivíduo em favor de outro, como também envolve a avaliação de tal serviço através de uma escala de valores. Os valores são compreendidos como construções mentais de natureza qualitativa, que expressam uma situação subjetiva, armazenada na consciência, após de uma situação de troca. Segundo GONÇALVES (2009), os serviços, que são ações susceptíveis a avaliações e comparações por meio de uma escala de valores, devem ser compreendidos por todos os agentes envolvidos como intencionais e dirigidos, conforme as finalidades que elas se propõem atingir.

Desse modo, em (PIAGET, 1995) as trocas sociais apresentam duas categorias amplas, conhecidas como trocas imediatas e trocas futuras. *Nas trocas imediatas*, os agentes trocam serviços no momento, não existindo uma separação de tempo entre os estágios de um serviço ou outro. Cada serviço é avaliado enquanto está sendo apresentado. Dois tipos de valores são associados a cada serviço, o valor de investimento (custo) para realizar o serviço é chamado como valor de troca material ao realizar o serviço e o valor de satisfação ao receber o serviço. Esses são os chamados valores materiais. No caso das

²Disponível em <http://cartago.sourceforge.net/>

trocas futuras, existe uma separação de tempo entre os estágios de uma troca de serviço e outra. Os valores associados a este tipo de troca são os valores virtuais (crédito por serviços prestados a outros e débito por serviços recebidos de outros). Ou seja, os valores materiais são gerados quando o agente recebe uma ação concreta, podendo responder com sentimentos, como gratidão. Os valores virtuais ficam armazenados na consciência do indivíduo para ações futuras. Por exemplo, quando um agente a fica em débito com um agente b , este teoricamente fica com crédito em relação a a (MACEDO, 2013). Adicionalmente, os valores são abordados como base das regras sociais, e tem importância no momento de garantir o equilíbrio no balanço geral de valores de trocas sociais.

Estas regras sociais, que regulam a apresentação dos valores, são regras morais estabelecidas ou contratos privados espontaneamente criados entre os indivíduos envolvidos na troca, que permitem garantir o equilíbrio no balanço geral de valores de trocas. O saldo destas trocas é o que permite aos indivíduos encontrarem o equilíbrio das trocas sociais e tomarem futuras decisões sobre o que fazer (DIMURO; COSTA; PALAZZO, 2005). Existem duas condições básicas, definidas em (PIAGET, 1995) para que o sistema de valores seja um mecanismo de regulação de interações entre indivíduos de uma sociedade:

- *Agentes numa escala comum de valores*: Devem existir dois agentes em uma escala comum de valores, que devem ter uma linguagem comum de comunicação (sistema de sinais ou símbolos) que expresse os valores qualitativos das trocas, e um sistema que permita aos agentes fazer a tradução das noções do sistema do outro (FARIAS et al., 2013).
- *Reconhecimento das proposições*: Deve haver um reconhecimento das proposições assumidas como válidas e a conservação dos valores de troca (obtida por meio de um sistema de regras).

2.2.1 Estrutura das Trocas Sociais

Segundo (PIAGET, 1995), uma troca social entre agentes envolve pelo menos dois agentes, X e Y , em duas etapas ou estágios de trocas, representados na Figura 3. Na **Etapa I** o agente X realiza um serviço para o agente Y e na **Etapa II** o agente X solicita para o agente Y o pagamento do serviço realizado anteriormente para ele. Encontra-se dentro de cada etapa os seguintes valores de trocas:

- **Etapa I**:
 1. r_x : Valor do *investimento* do agente X .
 2. s_y : Valor de *satisfação* do agente Y .
 3. t_y : Valor do *débito* do agente Y .

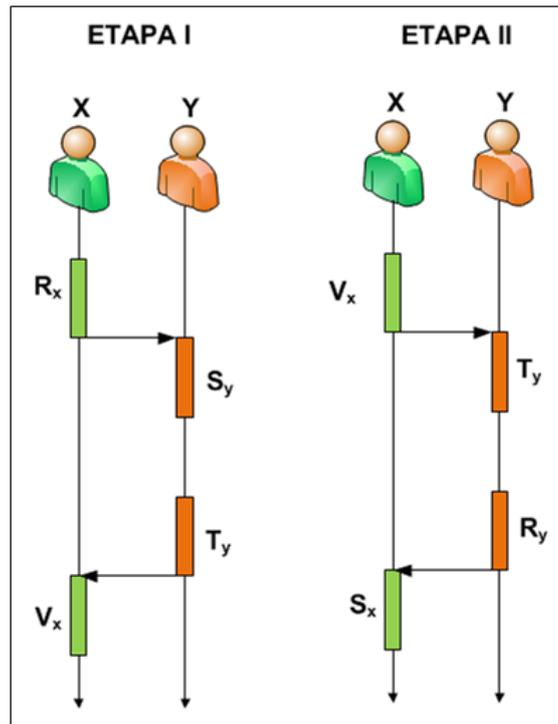


Figura 3: Etapas de trocas entre dois agentes.

4. v_x : Valor do *crédito* do agente X .

Assim, o agente X realiza um serviço com algum valor de investimento (r_x) para o agente Y . O agente Y gera pelo serviço recebido um valor de satisfação (s_y) e um valor de reconhecimento (t_y) ou débito pela satisfação com o serviço recebido de X . No final desta etapa, o agente X acaba com um valor virtual (v_x), ou seja, crédito devido a ação que realizou em favor do agente Y .

• **Etapa II:**

1. v_x : Valor do *crédito* de agente X .
2. t_y : Valor do *débito* de agente Y .
3. r_y : Valor de *investimento* do agente Y .
4. s_x : Valor de *satisfação* do agente X .

Semelhante a **Etapa I**, existe uma possível cobrança de dívida do agente X ao agente Y , onde o agente X cobra do agente Y um serviço relativo ao seu valor virtual (v_x) de crédito adquirido na Etapa I. O agente Y por sua vez possui em sua consciência um valor de débito (t_y), realizando uma oferta com valor de investimento (r_y) para o agente X , que gerará um valor de satisfação (s_x), referente a oferta de Y .

Em suma, tanto na Etapa I quanto na Etapa II, r_{agente} e s_{agente} são os valores materiais negociados durante a realização do serviço. t_{agente} e v_{agente} são os valores virtuais que

podem ser negociados no futuro próximo e permitem a escolha de decisões futuras aos agentes. É importante ressaltar que não existe uma ordem na ocorrência das Etapas I e II no processo de troca social (DIMURO; COSTA; GONÇALVES, 2009).

2.2.2 Equilíbrio de Trocas Sociais

Na teoria piagetiana (PIAGET, 1995) das trocas sociais, a função reguladora das regras e das normas é estabelecida a partir de cálculo de valores qualitativos, onde cada troca deve implicar validade dos valores envolvidos. Também pode implicar a realização de operadores reguladores, no caso de desequilíbrios. Assim, um equilíbrio social deve ser entendido uma espécie de igualdade, ou a equidade, na distribuição de valores de troca entre os agentes participantes da troca.

2.3 Confiança e Reputação

O termo confiança possui definições de distintos autores, dependendo de cada área de estudo (comércio, política, tecnologia, organização, segurança, etc.), sem existir ainda uma noção compartilhada ou predominante.

2.3.1 Confiança

Segundo OSTROM (1998) o termo confiança pode ser definido como a expectativa que uma pessoa tem sobre a ação das outras pessoas.

CASTALDO (2002) define confiança como atitude, sendo naturalmente fundamentada nas crenças relativas às características únicas da outra parte e de elementos de uma situação específica. Segundo este autor, as crenças no parceiro são derivadas de experiências anteriores e as consequências da confiança são traduzidas em um determinado comportamento ou intenção de ação.

DASGUPTA (1990) afirma que confiança é a convicção que um agente possui de que outro agente fará o que diz que irá fazer, determinando uma oportunidade para atrair para si uma recompensa mais alta. De acordo com CASTELFRANCHI; FALCONE (2010), a confiança é uma atitude e uma relação social entre os agentes envolvidos, que leva em consideração a decisão e a delegação, definindo-a como um estado mental que apresenta ingredientes mentais, tais como crenças e objetivos, que compõe um agente BDI. Assim, um modelo teórico deve considerar que a confiança é uma construção relacional, que envolve dois agentes e um ato. O agente X (*trustor*) é necessariamente uma “entidade intencional”, considerado como um agente cognitivo. O agente Y (*trustee*) é um agente capaz de causar algum efeito como o resultado de seu comportamento e o ato (*act*) é uma ação α de Y que pode produzir o resultado desejado.

2.3.2 Reputação

Tal qual a confiança, o termo reputação também possui vários conceitos, em diversas áreas do conhecimento. Para as ciências sociais, a reputação é definida como um coletivo de crenças e opiniões que influenciam as ações dos indivíduos em relação aos seus pares. A reputação pode ainda ser vista como uma ferramenta social com o objetivo de reduzir a incerteza de se interagir com indivíduos desconhecidos. A reputação é um dos três pilares da psicologia social. Os outros dois são a personalidade e o relacionamento entre as pessoas e grupos (BROMLEY, 1993). Para MARSH (1994), reputação é normalmente definida como a quantidade de confiança inspirada por uma determinada pessoa em um ambiente ou domínio específico de interesse.

2.3.2.1 Crenças de grupo na reputação

Como foi desenvolvido nos trabalhos de (VON LAER, 2014; SCHMITZ, 2011; RICCI; VIROLI; OMICINI, 2006), as crenças de grupo que formam parte de um sistema de reputação, permitem aos agentes do sistema reconhecer as reputações que o grupo considera que os agentes possuem. Estas crenças geradas após um processo de troca são armazenadas por meio de anúncios em artefatos de crenças de grupo e de reputação. Assim, as crenças estarão disponíveis para todos os agentes, criando a reputação do agente por meio de um processo de sínteses, como se apresenta na Figura 4

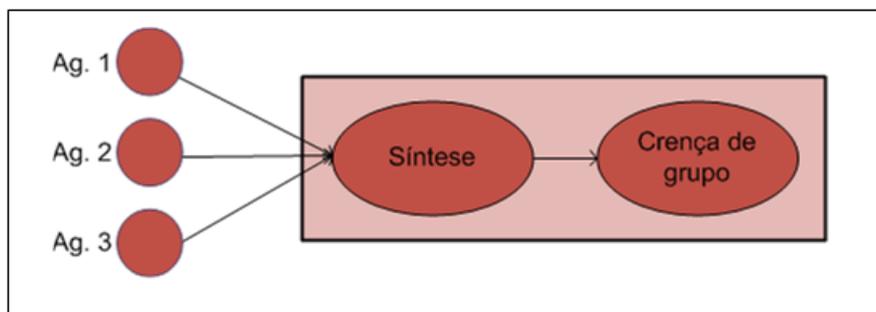


Figura 4: Modelo de crença de grupo (SCHMITZ, 2011)

Um anúncio é composto por um predicado, um grau de certeza e uma força. O predicado, vai representar a sentença sugerida pelo anunciante; o grau de certeza é um valor que quantifica a veracidade que o agente associa ao predicado, se encontrando entre 0 e 1 e; a força representa a experiência que o anunciante tem sobre o predicado, sendo representada por valores inteiros positivos. Formalmente, anúncios são definido como: (A) é o conjunto de todos os anúncios; P é o conjunto de todos os predicados e p , c e s são respectivamente o predicado; o grau de certeza e a força de um anúncio a . Como se mostra na Equação 1.

$$A \stackrel{\text{def}}{=} \{ \langle p, c, s \rangle \mid p \in P, c \in [0..1], s \in \mathbb{N} \} \quad (1)$$

Na formação das crenças de grupo existem regras que avaliam os anúncios para sua formação. Estes métodos de avaliação são chamados de síntese. Segundo (TUOMELA, 1990), não existe um método de síntese de crenças que seja absoluto, devido à diversidade de agentes existentes. Existem três métodos de sínteses:

- 1) Síntese ponderada, que relaciona o grau de certeza calculado com a força calculada;
- 2) síntese pelo mínimo, que seleciona o anúncio de menor certeza como crença de grupo;
- 3) síntese pelo máximo, que seleciona o anúncio de maior certeza como crença de grupo.

Para validar o modelo proposto no processo de trocas em tríades de agentes será utilizada a **síntese ponderada**, $sinpon_p$, onde os anúncios são sintetizados de maneira a buscar um termo intermediário entre eles. Esse método beneficia anúncios com maior força, aproximando a crença de grupo dos anúncios considerados mais experientes. A função de síntese ponderada é apresentada na Equação 2, onde $sinpon_p$ é a função, c é o grau de certeza, s é a força calculada e $|C_p|$ é o subconjunto contendo todos os anúncios de um predicado p . Assim, $sinpon_p = \langle p, c, s \rangle$

$$c = \frac{\sum_{a \in C_p} c_a s_a}{\sum_{a \in C_p} s_a} \quad s = \frac{\sum_{a \in C_p} s_a}{|C_p|} \quad (2)$$

2.3.3 Modelos de confiança e reputação

Dentro da ciência da computação, reputação e confiança tem ganhado crescente evidência nos últimos anos, principalmente no ramo da *Inteligência Artificial Distribuída* (IAD), onde os sistemas multiagentes são uma subárea. A confiança e reputação são utilizadas como um meio de busca em parceiros. A reputação tem o poder de propagar a confiança e pode evitar que os agentes interajam desnecessariamente. A maioria dos modelos sobre reputação tem uma representação quantitativa, onde a reputação é um valor, que pode ignorar aspectos da sua construção, importantes para os agentes, que poderiam fornecer um estado de confiança mais completo sobre determinado agente (CASTELFRANCHI et al., 2000). Também existem modelos que promovem uma análise qualitativa da reputação, baseada nos componentes que a compõem, permitindo ao agente chegar a um estado interno de confiança (HERZIG et al., 2008). As informações que ajudam a classificação são:

- **Origem da informação:** Em SABATER; SIERRA (2002) as informações representam base para calcular valores. De acordo com a origem, consideram-se as

principais classes de fontes de informação como experiências diretas ou indiretas, informação sociológica e preconceito. **Experiências Diretas** são constituídas por interação direta com outro agente, sendo consideradas fontes de informações relevantes e com alto grau de confiabilidade. Entretanto, o modelo direto depende da constante interação dos agentes para que se mantenha atualizado, o que é, em sistemas de larga escala, praticamente inviável, devido à quantidade de agentes. **Experiências Indiretas** representam informações que se originam de outros membros da comunidade. São relatos de terceiros, encontrando-se dentro destes os testemunhos (um agente que utiliza suas experiências passadas para reportar a integridade de alguém) (DA SILVA, 2009), como é representado na Figura 5.

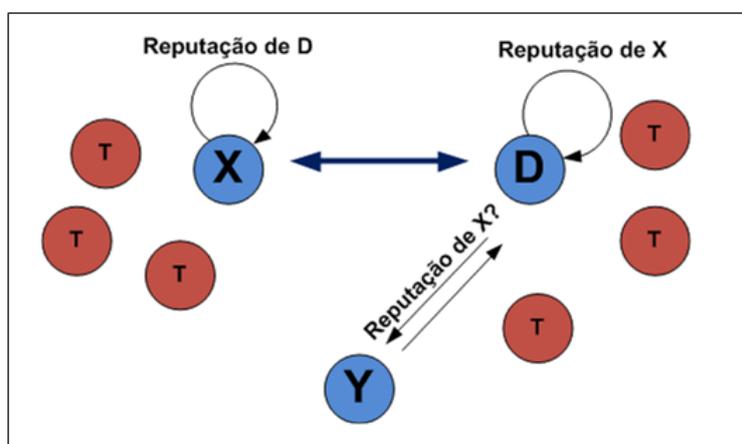


Figura 5: Fonte de informação baseado em testemunhos.

- **Informação sociológica:** Se baseia nas relações sociais entre os agentes e no papel que eles têm na sociedade. Os modelos baseados nestas informações baseiam-se em técnicas de análise de rede social (conjunto de métodos para analisar as relações sociais e aspectos relacionais). A utilização destes métodos está condicionada à disponibilidade das relações sociais (SCOTT, 2000). **Preconceito**, no sentido de conceito preconcebido, é um mecanismo de atribuições de propriedades a um agente baseado em sinais que identificam o indivíduo como membro de um determinado grupo.
- **Visibilidade:** A visibilidade pode ser global ou individual. A visibilidade global é compartilhada por todos os observadores. São valores disponíveis publicamente a todos os membros, atualizados cada vez que um membro emite uma nova avaliação do indivíduo. É comumente utilizada em sistemas de comércio eletrônico. Neste tipo de visibilidade, a reputação é sempre conhecida, e atualizada pois é calculada por meio da informação recebida de outros agentes. Visibilidade individual indica a representação de confiança que cada indivíduo da comunidade tem com relação a um outro. Cada indivíduo atribuiu um valor de confiança e reputação de acordo

com seu ponto de vista, baseado em interações diretas e testemunhas (SABATER; SIERRA, 2002)

Em geral, muitos modelos computacionais e teóricos para abordagens de confiança e reputação tem sido desenvolvidos nos últimos anos. A seguir, serão descritos alguns desses modelos em SMA:

1. **O modelo SPORA** de ZACHARIA (2000) é um modelo de reputação que não depende do contexto, em que a fonte de informação é o testemunho. Este modelo se baseia no modelo de reputação *online* de (SABATER; SIERRA, 2005), o qual é amplamente usado em sistemas de comércio eletrônico como eBay e Mercado Livre. O modelo MRO calcula o somatório das avaliações recebidas dos testemunhos de um agente enquanto o modelo SPORA utiliza o último testemunho de cada agente e, ao final de cada interação, a reputação do usuário avaliado é atualizada conforme a avaliação do respectivo parceiro.
2. **O modelo Hitos** de ZACHARIA; MOUKAS; MAES (2000) é um modelo de reputação que foi concebido para adicionar ao SPORA a personalização dos valores fornecidos, fazendo com que a reputação seja uma propriedade subjetiva relacionada diretamente com um agente. A estrutura deste modelo é dada por um grafo dirigido, onde os nodos são os agentes e as arestas as suas confianças. Ambos os modelos, HISTOS e SPORA, sugerem uma depreciação da reputação baseada no tempo (SCHMITZ, 2011).
3. **ReGreT**, um modelo de confiança e reputação de SABATER; SIERRA (2002), que é dependente do contexto. Trabalha com a experiência direta, o testemunho e o preconceito como fontes de informação. A combinação desses fatores permite ao sistema calcular os valores de confiança e reputação dos seus agentes. Além disso, as fontes de informação são utilizadas para compor quatro avaliações sobre a confiança e a reputação do sistema: a) confiança direta: fruto da interação direta e da observação do comportamento de um agente; b) reputação por testemunho: resulta das informações oriundas de agentes que interagem diretamente com outros agentes; c) reputação de vizinhança: baseada no conceito de preconceito social atribui uma reputação a um agente tomando por base o grupo ao qual pertence; e d) reputação do sistema: baseada nos papéis e propriedades gerais do sistema. ReGret mostra uma possibilidade de criar afirmações sobre o comportamento de indivíduos utilizando informações obtidas a partir da análise de suas redes sociais.
4. **S. Marsh**, modelo de confiança proposto por MARSH (1994) baseia-se exclusivamente nas experiências diretas entre agentes. Ele categoriza a confiança em três níveis: confiança básica, que é o modelo de confiança de um agente independente dos seus parceiros; confiança geral, que é a confiança que um agente possui

em relação a outro, levando em consideração um tempo específico; confiança por situação, que é a confiança que um agente possui em relação a outro, levando em consideração uma determinada situação.

5. **TRAVOS** (*Trust and Reputation model for Agentbased Virtual Organisations*) é um modelo proposto por TEACY et al. (2006), em que a confiança é calculada por meio da teoria de probabilidades, a partir das interações passadas entre os membros da comunidade. O modelo TRAVOS propõe duas maneiras para representar a confiança dos agentes: por meio da experiência direta ou por meio da reputação obtida pelas informações de testemunhas. Em TRAVOS, a confiança é representada pela probabilidade de um agente cumprir aquilo que ele afirma fazer. Assim, cada agente gerencia o nível de confiança dos demais agentes do sistema.
6. **AFRAS** é o modelo de confiança de CARBÓ; MOLINA; MURO (2003), caracterizado pelo uso da lógica *Fuzzy* para representar os valores de confiança. O conjunto *fuzzy* que mostra o nível de satisfação das últimas interações para um dado parceiro é calculado agregando valores das avaliações antigas com valores de avaliações recentes. A agregação destes valores com diferentes características é ajustada por meio de pesos. Os pesos utilizados para a agregação são calculados sobre um único fator chamado de *memory*, que recebe os valores da atual reputação, o valor da última interação e o valor anterior ao fator. Para calcular a confiança das testemunhas, os agentes comparam as recomendações com o comportamento real do agente avaliado.
7. **Castelfranchi e Falcone** (CASTELFRANCHI; FALCONE, 1998; FALCONE; CASTELFRANCHI, 2001), definem um modelo que defende a forte relação entre os conceitos de confiança e delegação. A confiança, como uma atitude e uma relação social entre os agentes envolvidos, deve envolver agentes cognitivos, dotados de objetivos e crenças específicos, que possuem a capacidade de decisão e de delegação. Para construir um estado mental de confiança, as crenças necessárias são competência, dependência e disposição. Competência indica que um agente acredita que o outro agente tem todas as capacidades, habilidades e funções, ou seja, a reputação necessária para obter o resultado esperado, para alcançar o objetivo. A dependência se inicia quando o agente crê que, para chegar a um objetivo, é necessário que outro agente realize a tarefa. Isso porque o primeiro agente não sabe realizá-la ou outro agente pode executá-la melhor. A disposição indica que, um agente não só acredita que o outro agente tem todas as qualidades necessárias para chegar ao objetivo, como também acredita que o outro agente fornecerá o que o agente precisa. Nos agentes cognitivos se inclui ainda as crenças de intenção (o agente que delega acredita que o agente delegado tem boa vontade e decisão

para alcançar objetivo) de persistência (o agente que delega acredita que o agente delegado é suficientemente estável nas suas intenções).

8. **ForTrust** é um modelo cognitivo de HERZIG et al. (2008) baseado no modelo de confiança social de CASTELFRANCHI; FALCONE (1998)), no qual o conceito de confiança é construído por meio de crenças. Essas crenças envolvem o objetivo, que é o desejo de um agente atingir uma meta, a capacidade da existência dos recursos funcionais da resolução da tarefa, competência que envolve os recursos não funcionais da resolução da tarefa, e a intenção, referida aos aspectos motivacionais do agente. Reunidas, essas crenças levam a um estado que permite confiar em um determinado agente. Assim, para que um agente x_1 confie em um agente x_2 para realizar uma tarefa T , é necessário que x_1 tenha um objetivo O , x_1 acredite que x_2 é capaz de realizar T , x_1 acredite que x_2 tem competência para atingir O por meio de T e x_1 acredite que x_2 tem a intenção de fazer T . O agente x_1 , tendo essas crenças, pode confiar em x_2 . E para que um grupo X crie uma reputação R para um agente x_2 para fazer uma tarefa, é necessário que X tenha um objetivo O , X acredite que x_2 é capaz de realizar T , X acredite que x_2 tem competência para atingir O por meio de T e X acredite que x_2 tem a intenção de fazer T . O grupo X , tendo essas crenças, pode estabelecer uma reputação para x_2 (SCHMITZ, 2011).

A Tabela 1 apresenta um resumo comparativo dos modelos de confiança e reputação descritos em função da classificação apresentada.

Tabela 1: Quadro comparativo dos modelos

Modelo	Origem da informação	Visibilidade	Tipo do modelo
SPORAS	Testemunhos	Global	Reputação
Hitos	Direta + Testemunhos	Individual	Reputação
ReGret	Direta + Testemunhos + Social + Preconceito	Individual	Reputação e confiança
Marsh	Direta	Individual	Confiança
Travos	Direta + Testemunhos	Individual	Reputação e confiança
Afras	Direta + Testemunhos	Individual	Reputação
Castelfranchi e Falcone	Não especifica origem	Individual	Confiança
ForTrust	Não especifica origem	Individual	Reputação e confiança

2.4 Dependência

A teoria da dependência foi proposta originalmente por CASTELFRANCHI; MICELI; CESTA (1992), e especifica a importância das relações de dependência ao permitir prever outras relações sociais e os objetivos das relações de dependência. Assim,

esta teoria permite controlar as iterações sociais, onde cada iteração é denominada como dependência social, que envolve relações de dependência. As iterações sociais são caracterizadas por serem imprevisíveis e ilimitadas. Neste sentido, a teoria da dependência de relações pode ser utilizada como um critério de decisão para a escolha de um parceiro em um SMA (SICHMAN; DEMAZEAU, 1994).

Segundo (CASTELFRANCHI; MICELI; CESTA, 1992), a teoria das relações de dependência como uma ferramenta para controle de interação, apresenta duas formas de dependência, a primeira denominada como não social, se refere a dependência entre um agente e um recurso; e a segunda, denominada como presocial, que se refere a dependência entre dois agentes.

- **As dependências não sociais**, chamadas também como dependência de recursos ocorrem quando existe a probabilidade de que um estado do mundo (objetivo pelo menos um agente) influencie, gerando alterações ou variações, um objeto do mundo externo. Em tal caso, se pode dizer que o agente é dependente de ativar o objeto ou evento (recurso).
- **Nas dependências sociais**, um agente quer alcançar um estado, que é o seu objetivo. O agente não tem a possibilidade de alcançar o objetivo enquanto um segundo agente tem todas as condições necessárias para alcançá-lo. Assim, as ações do segundo agente se tornarão um recurso que vai possibilitar ao primeiro agente alcançar seu objetivo. Consequentemente, o primeiro agente depende do segundo agente, em relação ao ato que ele pode realizar, para alcançar um determinado estado.

Em suma, pode dizer que tanto a dependência não social quanto a dependência social não são só estados mentais, são também relações objetivas, na medida em que cada agente mantém uma percepção independente no instante em que são desenvolvidos os fatos. Os agentes participantes podem mutuamente depender um de outro ou podem ignorar o objetivo. Para tal, o agente com um objetivo pode tentar influenciar o outro agente para que ele o ajude a alcançá-lo. O segundo agente pode escolher se deseja ou não adotar o objetivo. Em alguns casos, o agente do qual se depende pode influenciar os planos dos agentes dependente, pois este criou uma dependência sobre ele por meio de uma estratégia chamada influência.

Em CASTELFRANCHI; CONTE (1995) são apresentados padrões de dependência, como *OR*, *AND* e *CO*-dependência. Dependência *OR* acontece quando um agente, para a realização de um plano, precisa de um outro agente, mas existem muitos agentes com a possibilidade de alcançar o objetivo, dando a possibilidade de escolher o agente que tem maior disposição. Na dependência *AND*, podem diferenciar-se dois casos, dependência multi-parceiros e dependência multi-objetivo. A dependência multi-parceiro acontece

quando mais de uma ação é necessária para alcançar um único objetivo, e cada ação depende de agentes diferentes. Dependência multi-objetivo ocorre quando o agente depende de si mesmo agente para realizar uma série de objetivos. CO-dependência acontece quando a dependência entre os agentes é mútua sobre diferentes ações, e não necessariamente para alcançar um mesmo objetivo. Essa dependência pode ser considerada mútua, quando ambos os agentes têm um mesmo objetivo, mas diferentes ações para alcançá-lo; ou recíproca, quando os agentes tem diferentes objetivos, e um depende do outro para realizá-lo. Assim, a dependência recíproca é a troca social e a dependência mútua é a cooperação, como apresenta a Figura 6.

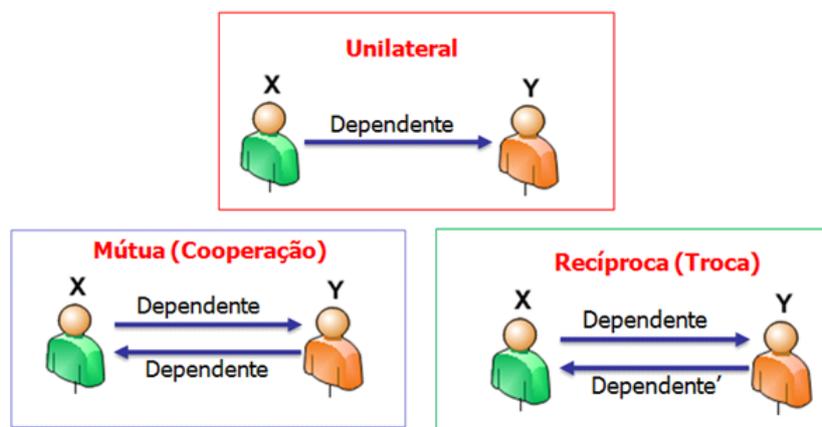


Figura 6: Classificação das dependências em relação ao objetivo

Segundo (CASTELFRANCHI; FALCONE, 1998), a dependência pode ser dividida em dois tipos: dependência objetiva e dependência subjetiva.

- **A dependência objetiva:** É a dependência real que existe entre todos os agentes que compõem a sociedade, mostrando quem necessita de quem e para quê.
- **A dependência subjetiva:** É a dependência sob o ponto de vista de cada agente (parcial), ou seja, é quem o agente acredita que depende dele e quem ele acredita ser dependente.

2.4.1 Principais teorias de dependência

Em CASTELFRANCHI; MICELI; CESTA (1992), são indicados alguns dos possíveis princípios que mostra como as relações de dependência podem ser derivadas de outras relações de dependências.

1. **Dependência de recursos para dependência social:** Se o agente x depende de um recurso r para realizar um determinado plano p , e o agente y controla r , então o agente x depende do agente y para usar r . Assim, dependência social (de x sobre y) é o resultado do conjunto de dependência de recursos (de x em r) e controle de recursos (de y sobre r).

2. **Dependência via influência:** x tem o poder de influenciar y para a realização de p se y tem p como um objetivo próprio. Assim, a influência geralmente implica fazer y acreditar em algo que é de alguma forma relacionada com p , de forma que se y não fizer p , vai prejudicar outros objetivos próprios.
3. **Poder gerador de dependência multipartidária:** Nesta teoria, x depende de mais de um agente para a realização do plano p , uma ação de y e outra ação de z .

Do poder preditivo das relações de dependência, pode-se dizer que estabelecem a possibilidade de prever outras relações sociais e objetivos das relações de dependência. Podendo-se ter a dependência com o objetivo de influenciar, a dependência como o poder de influenciar e o ato de influenciar: objetivo mais o poder de influenciar.

A dependência com o objetivo de influenciar se desenvolve quando entre os objetivos sociais previsíveis das relações de dependência, o objetivo de um agente de influenciar outro, permite a possibilidade de incrementar as probabilidades que o outro agente busque o mesmo objetivo.

Uma das maneiras na qual os novos objetivos são adquiridos implica que os agentes aprendam que eles estão envolvidos em certas relações. Assim, assumindo-se que X tem dependência relativa ao objetivo α de Y , X poderá assumir que pode alcançar seu objetivo p , por meio da realização do objetivo α . Portanto, se um agente assume ser dependente de outro em relação a algum objetivo, ele terá o objetivo de influenciar o outro para realizar o conjunto de ações que lhe permite alcançar seu próprio objetivo.

A dependência como o poder de influenciar é consequência das relações de dependência. Assim, se X é (e assume ser) dependente para a realização de um determinado ato, tendo em vista p , é bastante provável que Y tenha o poder de influenciar X em relação a algum outro objetivo de X . Isso significa que o poder da influência é fazer que alguém faça o que se quer, ou seja, se X assume sua dependência de Y em relação a um determinado objetivo α (por exemplo, pintar uma parede), útil para o objetivo p (ter a parede pintada), X terá o objetivo de que Y execute essa ação.

O ato de influenciar, no contexto de relações de dependência, é a estratégia de tentar descobrir alguma “dependência” de Y sobre X . Em outras palavras, X pode tentar derivar seu poder de influenciar Y da dependência de Y sobre ele em relação a algum objetivo. O objetivo em questão pode até ser o mesmo p em relação ao qual ele depende de Y : nesse caso, X vai tentar convencer Y que p é um objetivo comum e que eles (X e Y) estão relacionados uns aos outros por cooperação. Caso contrário, X vai tentar descobrir algum outro objetivo q em relação ao que Y pode depender dele, e persuadir Y de sua dependência recíproca, o que é típico de trocas sociais.

3 MODELOS PROPOSTOS

Em relação à sociedade humana, Piaget adotou uma abordagem relacional, tal que uma sociedade é definida como uma estrutura em que os relacionamentos entre os indivíduos são estabelecidos por trocas sociais (DIMURO; COSTA; PALAZZO, 2005). Em grande parte desses relacionamentos, é comum observar a existência de intermediários que fazem possível a realização do processo de troca. Nessa realidade, se propõe uma extensão da teoria das Trocas Sociais de Piaget para situações em que uma tríade de agentes se relaciona em uma troca. A análise dos valores de trocas gerados pela avaliação do serviço, em conjunto com os conceitos de relações de dependência e reputação, que podem possibilitar processos de transferência de confiança, também devem ser revisados, uma vez que novos fatores e relações podem aparecer ao se considerar 3 agentes interagindo.

Os modelos apresentados vão contribuir para a análise dos aspectos não econômicos dos processos de trocas sociais, já que cada um dos agentes envolvidos neste modelo cumpre com as condições básicas definidas na concepção do sistema de valores de trocas proposto por Piaget.

3.1 Modelo de trocas sociais com agentes intermediários (TSAI)

No modelo de troca proposto, inspirado na Teoria de Piaget, denominado de Troca Social com Agente Intermediário (*TSAI*), serão considerados três agentes, dois não intermediários (X e Y) e um intermediário (I), em duas etapas.

- Na Etapa I ocorrem dois processos de troca, separados em *Troca 1* e *Troca 2*. Na Etapa I - Troca 1, o agente X realiza um serviço para o agente I e, na Etapa I - Troca 2, o agente I em algum tempo realiza um serviço para o agente Y .
- Na Etapa II, o agente X solicita o pagamento pelo serviço realizado anteriormente para o agente I . O agente I faz o reconhecimento do serviço cobrado, mas para a realização do serviço procura o terceiro agente, Y , para quem já havia realizado um serviço, e faz a solicitação da realização do serviço pedido por X .

3.1.1 Etapa I: Troca 1 e Troca 2

A estrutura desta etapa, como se apresenta a Figura 7, é composta por um agente X que realiza um serviço com um valor de investimento (R_{xi}) para o agente I . O agente I gera, pelo serviço recebido, um valor de satisfação (S_{ix}) e um valor de reconhecimento, ou débito, (T_{ix}), pela satisfação com o serviço recebido de X . No final desta etapa, o agente X acaba com um valor virtual (V_{xi}) de crédito, devido à ação que realizou em favor do agente I .

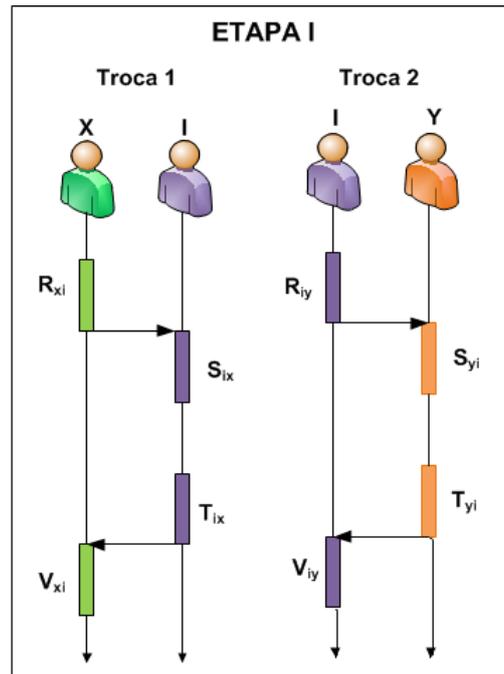


Figura 7: Etapa I de trocas entre três agentes - TSAI.

- **Etapa I - Troca 01:**

1. R_{xi} : Valor do *investimento* do agente X na realização de um serviço para agente I .
2. S_{ix} : Valor de *satisfação* do agente I pelo serviço recebido do agente X .
3. T_{ix} : Valor do *débito* do agente I pela satisfação do serviço recebido por X .
4. V_{xi} : Valor do *crédito* que o agente X adquiriu com I pela realização de um serviço.

- **Etapa I - Troca 02:**

1. R_{iy} : Valor do *investimento* do agente I na realização de um serviço para agente Y .
2. S_{yi} : Valor de *satisfação* do agente Y pelo serviço recebido do agente I .

3. T_{yi} : Valor do *débito* do agente Y pela satisfação do serviço recebido por I .
4. V_{iy} : Valor do *crédito* que o agente I adquiriu com Y pela realização de um serviço.

Na Etapa I - Troca 02, o mesmo processo da Etapa I - Troca 01 se repete, mas dessa vez envolvendo os agentes I e Y . O agente I realiza um serviço com um valor de investimento (R_{iy}) para o agente Y . O agente Y gera pelo serviço recebido um valor de satisfação (S_{yi}) e um valor de reconhecimento (T_{yi}) ou débito pela satisfação com o serviço recebido de I . No final dessa etapa, o agente I acaba com um valor virtual (V_{iy}), ou seja, crédito devido à ação que realizou em favor do agente Y .

3.1.1.1 Exemplo - Etapa I: Troca 1 e Troca 2

Os processos de TSAI são encontrados em diferentes situações do dia-a-dia. Um exemplo simples pode acontecer dentro de uma Universidade, onde se está efetuando um trabalho de pesquisa entre dois professores e um deles é orientador de um estudante de iniciação científica.

Para estes exemplos, dentro da Troca 1, os indivíduos participantes são identificados como agentes autônomos. Assim, em um tempo determinado, tanto o estudante quanto o professor tem seus próprios objetivos e o valor de investimento de cada um deles pode ser representado para o estudante pelo tempo e esforço pela escrita do artigo. Representa-se como "serviço" o artigo. O valor de crédito que se acha merecedor o estudante na entrega do serviço está representado pela orientação acadêmica que quer receber. O orientador na recepção, vai gerar um valor de satisfação. Também será gerado um valor de débito para o orientador, representado pela ajuda que tem que dar para o estudante quando ele precisar.

Na troca 2, se têm a interação entre orientador e o professor em um trabalho de pesquisa, de compartilhamento de informações que o orientador fornece para o professor, para o qual o orientador vai necessitar um tempo na procura da informação e vai ter em consideração a dificuldade de seleção de informação. O professor vai ter uma expectativa e vai gerar uma avaliação da informação recebida.

3.1.2 Etapa II em TSAI

Como é apresentado na Figura 8, na etapa II existe uma possível cobrança do crédito do agente X ao agente I . Essa cobrança envolve um serviço relativo ao valor virtual (V_{xi}) gerado pelo serviço realizado em favor de I na Etapa I. Em vista disso, o agente I impedido da execução do serviço solicitado, e, reconhecendo o valor virtual (T_{ix}) de débito gerado pelo serviço recebido de X na Etapa I, realiza um processo de terceirização, que consiste na busca de um terceiro agente que possa realizar o serviço que foi solicitado para ele. O processo de procurar de um agente para a realização do serviço está denotado

pelo valor de crédito de terceirização $V_{terc(i|y)}$ de I para Y . Este valor de crédito de terceirização vai representar o valor de crédito (V_{iy}), se existe um valor equivalente ou igual entre o valor de débito (T_{ix}) com respeito a X , e o valor de crédito (V_{iy}) a respeito de Y . Ou seja, o valor de crédito de terceirização irá identificar ao agente, Y , que possa realizar o serviço que I tem como débito com X . O terceiro agente, Y , possui em sua consciência um valor de débito (T_{yi}) com respeito ao agente I , realizando assim, uma ação na realização do solicitado, com valor de investimento (R_{yi}) na realização de um serviço para o agente I , que gera um valor de satisfação (S_{iy}). O agente Y também gera indiretamente, por meio do agente I , um valor de satisfação (S_{xi}) que vai estar em função do agente X . Assim: $S_{xi} = F_x(S_{iy})$.

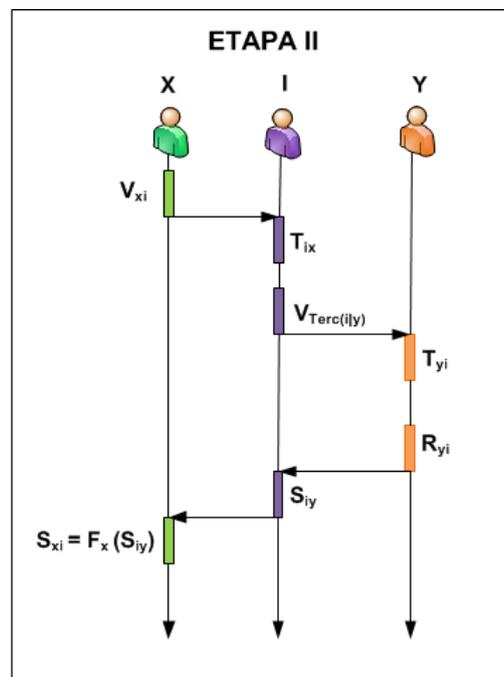


Figura 8: Etapa II de trocas entre três agentes.

• **Etapa II:**

1. V_{xi} : Valor do *crédito* do agente X pela realização de um serviço para agente I .
2. T_{ix} : Valor de *débito* do agente I pelo serviço recebido do agente X .
3. $V_{terc(i|y)}$: Valor de *crédito de terceirização* do agente I para com X na procura de um terceiro agente. É buscado algum agente Y , que tenha com I um valor de crédito V_{iy} equivalente a T_{ix} .
4. T_{yi} : Valor do *débito* do agente Y para com I pela satisfação com o serviço recebido.
5. R_{yi} : Valor de *investimento* do agente Y na realização de um serviço para agente I .

6. S_{iy} : Valor de *satisfação* que o agente I adquiriu com Y pela realização de um serviço.
7. S_{xi} : Valor do *satisfação* que o agente X adquiriu com I pela realização de um serviço, gerado pelo investimento de Y para I . O valor de satisfação vai estar em função da avaliação do agente X , e vai ser representado por:

$$S_{xi} = F_x(S_{iy}).$$

3.1.2.1 Exemplo - Etapa II - TSAI

Na Etapa II, o estudante continua com sua pesquisa após a finalização do artigo. Porém, ainda deseja verificar se alguns dos testes realizados estão corretos. O orientador, tem que ajudar orientando na avaliação dos testes requeridos pelo estudante, e o professor pesquisador, continua nas atividades de pesquisa.

O estudante possui um valor de crédito junto ao orientador, gerado na etapa anterior. Assim, em uma de suas atividades diárias, pede ajuda para ele. O orientador reconhece que tem um débito de ajudar, mas ele não tem o conhecimento suficiente para avaliar o teste. Dessa forma, o orientador, ao reconhecer que tem um débito com o estudante, faz um processo de terceirização, na busca de um outro agente com quem tenha um crédito e que saiba como resolver o problema que o aluno necessita.

3.1.3 Formulação dos Valores de Trocas em TSAI:

Cada um dos valores obtidos nos processos da TSAI são quantificados levando em consideração as definições e equações descritas nesta seção. O cálculo dos valores de investimento e satisfação foram inspirados na teoria das medições LibQual¹ (VIEDMA et al., 2008), enquanto os valores de crédito e débito foram fundamentados conforme os estudos de VON LAER (2014).

3.1.3.1 Formulação - Etapa I: Troca 1 e Troca 2 em TSAI

Definição 3.1.1. *O valor de investimento R , Equação (3), representa uma ação ou fato na realização de um serviço de um agente para outro, é uma crença cujo valor é dado pela diferença de um (1) menos a razão entre a adequação de investimento (A_{inv}) e a zona de aceitação de investimento (Za_{inv}).*

$$R = 1 - \frac{A_{inv}}{Za_{inv}} \quad (3)$$

Onde:

1. **Zona de aceitação de investimento (Za_{inv}):** É o espaço, como apresenta a Figura 9, que representa o intervalo de valores de investimento que o agente tem capacidade de empregar à realização de um serviço. Este espaço é delimitado entre o

¹disponível em <http://www.libqual.org/>

valor expectativa de investimento e o valor máximo de investimento. Conforme a Equação 4, pode-se dizer que a zona de aceitação de investimento é a distância entre o valor máximo de investimento (vm_{inv}), e valor expectativa de investimento (ve_{inv}).

$$Za_{inv} = vm_{inv} - ve_{inv} \quad (4)$$

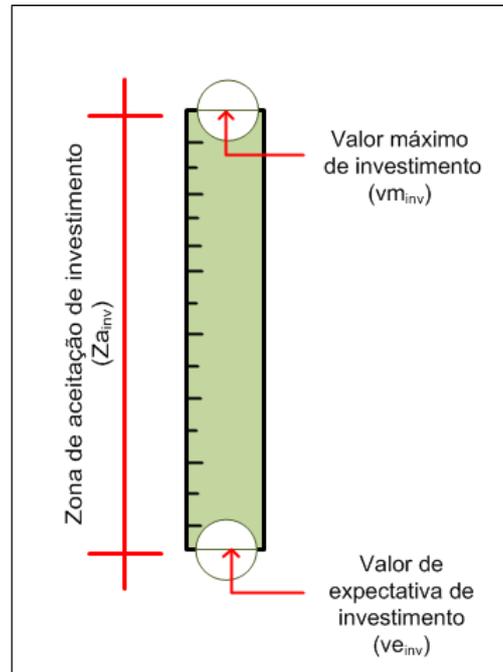


Figura 9: Zona de aceitação de investimento

Se o vm_{inv} for igual que ve_{inv} , então o valor da zona de aceitação é igual ao valor máximo de investimento: $Za_{inv} = vm_{inv}$

- (a) **Valor máximo de investimento (vm_{inv}):** É uma crença individual e diferenciada em cada agente. Este valor depende das características próprias do agente e representa tudo o que o agente pode investir na realização de um serviço. Pode ser calculado como a média ponderada de todos seus máximos com seu respectivos pesos, se existir mais de um valor máximo.
 - (b) **Valor expectativa de investimento (ve_{inv}):** Também é um estado particular de cada agente e denota o investimento mínimo possível que ele planeja efetivar. Assim como o valor máximo de investimento, é possível calcular a média ponderada dos valores de expectativa com seu respectivos pesos, se existir mais de um valor.
2. **Adequação de investimento (A_{inv}):** Retrata o espaço apropriado para as condições de investimento do agente. É calculado como a diferença entre o valor máximo do investimento vm_{inv} e o valor observado do investimento vo_{inv} , conforme a Equação (5).

$$A_{inv} = vm_{inv} - vo_{inv} \quad (5)$$

- (a) **Valor observado de investimento** vo_{inv} : É o valor investido que o agente percebe na realização de ações necessárias para a conclusão do serviço. O cálculo do vo_{inv} é representado pela média ponderada de fatores de investimento $fi_1, fi_2, fi_3, \dots, fi_n$ e pesos (pi): $pi_1, pi_2, pi_3, \dots, pi_n$. Cada fator é uma ação realizada e os pesos são grau de importância que o agente dá a cada fator, conforme a Equação (6):

$$vo_{inv} = \frac{(pi_1 \times fi_1) + (pi_2 \times fi_2) \dots + (pi_n \times fi_n)}{(pi_1 + pi_2 + \dots + pi_n)} \quad (6)$$

Tanto o valor dos fatores quanto dos pesos estão ligados a características particulares de cada agente, diferenciando-se para cada agente.

Quando o nível de investimento observado pelo agente for menor ao valor máximo de investimento que ele pode dar, então o investimento é adequado. Se for superior ao valor máximo de investimento, o investimento segundo o agente não é adequado, como mostra a Figura 10. Nessa situação, o investimento não vai se efetivar por superar o limite que o agente estipulou e, conseqüentemente, a troca não será concretizada.

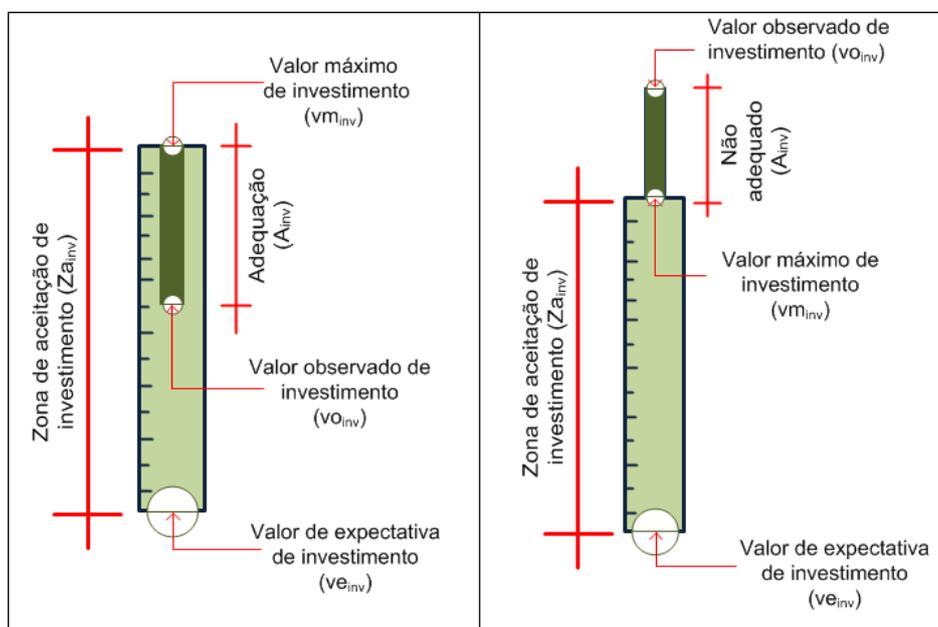


Figura 10: Adequação e não adequação do investimento

Quando o valor observado pelo agente é inferior ao valor expectativa de investimento, como se mostra na Figura 11, significa que o investimento realizado não é significativo, é menor que o mínimo que ele estabeleceu, e o processo de troca vai continuar.

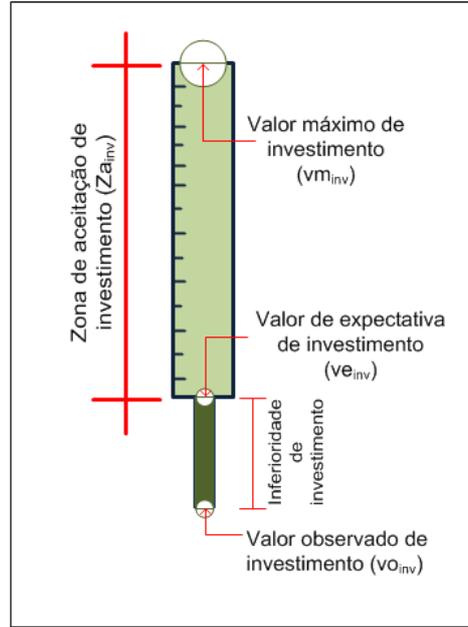


Figura 11: Investimento menor ao valor expectativa

Definição 3.1.2. *O valor virtual de crédito, V , resultante dos serviços prestados, é o valor que o agente se acha merecedor do retorno da prestação de um serviço que realizou. Em determinados cenários, o agente pode valorizar ou depreciar o investimento realizado. Esta variação depende das características de cada agente, que para a formulação é representada como uma taxa de valorização ou depreciação do valor investido, k_{inv} , que ajuda a calcular o valor virtual de crédito que o agente acredita-se merecedor, conforme as Equações (7) e (8).*

A valorização do valor investido:

$$V = R + (1 - R)k_{inv} \quad (7)$$

A depreciação do valor investido:

$$V = (1 - k_{inv})R \quad (8)$$

Por fim, serão definidos o valor material de satisfação, S , e o valor de virtual de débito, T , necessários para finalizar a Etapa I do processo TSAI.

Definição 3.1.3. *O valor de satisfação S é o prazer resultante da realização daquilo que se espera ou do que se deseja do serviço recebido. É calculado como a razão entre a adequação do serviço A_{serv} e a zona de aceitação do serviço Za_{serv} , como se especifica na Equação (9).*

$$S = \frac{A_{satisf}}{Za_{satisf}} \quad (9)$$

Onde:

1. **Zona de aceitação de satisfação** ($Z_{a_{satisf}}$): É a distância entre o valor de satisfação mínimo, vm_{satisf} , e o valor desejado de satisfação, vd_{satisf} , e é apresentado na Equação (10).

Pode-se dizer que a zona de aceitação da satisfação, como se mostra na Figura 12, representa o espaço no qual o agente aceita tudo o que está acima de seu valor mínimo de satisfação, até o valor desejado de satisfação, gerado após a recepção de um serviço.

$$Z_{a_{satisf}} = vd_{satisf} - vm_{satisf} \quad (10)$$

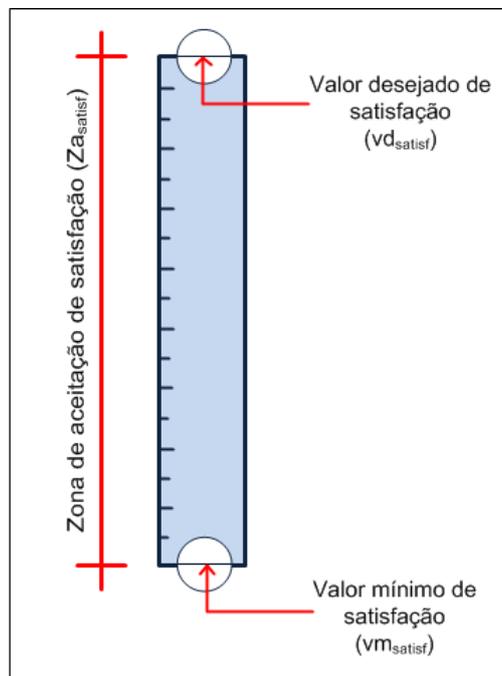


Figura 12: Região de aceitação do serviço

- (a) **Valor desejado de satisfação** (vd_{satisf}): É uma crença individual e diferenciada em cada agente. Este valor depende das qualidades e características próprias do agente e representa a expectativa que ele tem sobre o serviço que espera receber, ou seja, como gostaria que fosse o serviço. Pode ser calculada como a média ponderada de todos os seus máximos com seus respectivos pesos, se existir mais de um valor desejado.
- (b) **Valor mínimo de satisfação** (vm_{satisf}): Também é uma condição particular de cada agente e representa o valor que torna o serviço aceitável. Qualquer valor abaixo dele faz com que o serviço seja considerado inaceitável para o agente, o que impede a existência de um processo de troca. É possível calculá-lo por meio da média ponderada dos valores mínimos com seus respectivos pesos, se existir mais de um valor.

2. **Adequação de satisfação** (A_{satisf}): Significa que a satisfação é apropriada as condições e circunstâncias existentes. É calculado como a diferença entre o valor observado e o valor mínimo, em conformidade com a Equação (11):

$$A_{satisf} = vO_{satisf} - vm_{satisf} \quad (11)$$

(a) **Valor observado de satisfação** (vO_{satisf}): É a satisfação que o agente gera no momento que recebe um serviço. É calculada como a média ponderada dos fatores, $f_{s_1}, f_{s_2}, \dots, f_{s_n}$, e dos pesos, $ps_1, ps_2, ps_3, \dots, ps_n$. Cada fator representa uma ação para avaliar e os pesos representam o grau de importância que o agente dá a cada fator, conforme Equação (12). Tanto o valor dos fatores quanto os pesos estão ligados a características particulares de cada agente, diferenciando-se para cada agente.

$$vO_{satisf} = \frac{(ps_1 \times fs_1) + (ps_2 \times fs_2) \dots + (ps_n \times fs_n)}{(ps_1 + ps_2 + \dots + ps_n)} \quad (12)$$

Quando o nível de satisfação do agente for superior ao valor mínimo, então o serviço é adequado. Se o contrário ocorrer, o valor de satisfação obtido for inferior ao valor mínimo, então o serviço segundo o agente não é adequado, como mostra a Figura 13. Nessa situação, o serviço vai deixar de ser considerado um serviço, e não vai se realizar o processo de troca entre os agentes.

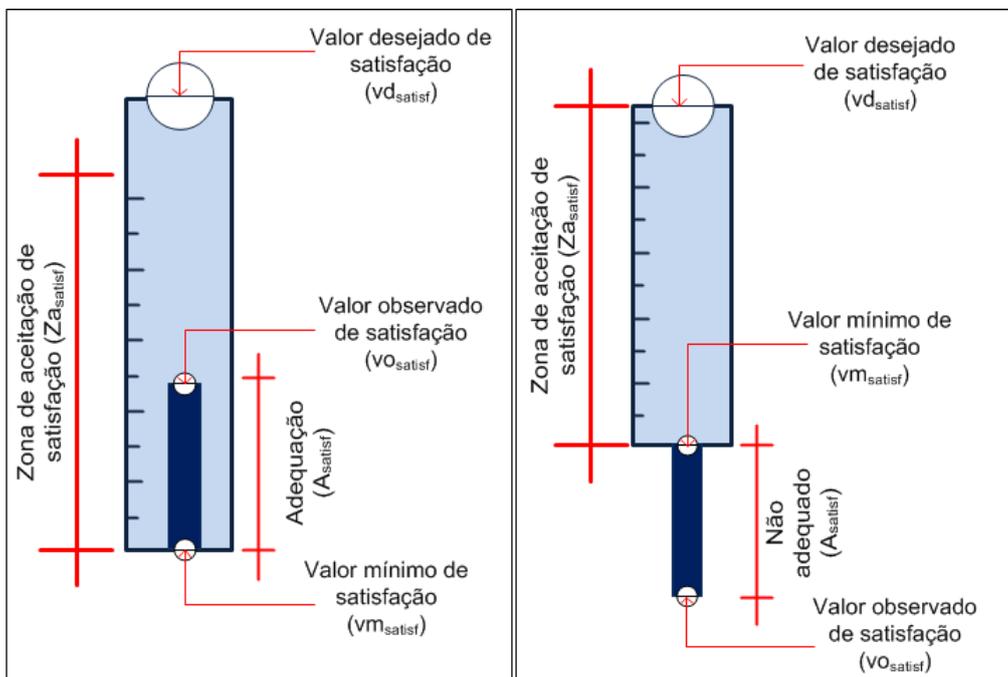


Figura 13: Adequação e não adequação da satisfação

Se o valor observado pelo usuário é superior ao valor desejado, então, o serviço é considerado de qualidade superior, como se mostra na Figura 14.

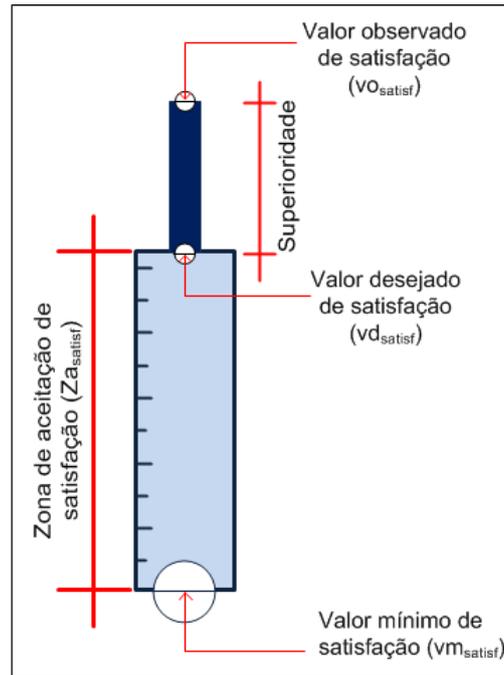


Figura 14: Satisfação maior ao valor desejado

Definição 3.1.4. O valor virtual de débito T , gerado como resultado da satisfação pelos serviços recebidos, é o valor que o agente acha que tem como dívida. Em determinados cenários, o agente pode valorizar ou depreciar o valor de satisfação recebido, influenciando no valor final de débito. Esta variação da satisfação depende das características de cada agente e é representada como uma taxa, k_{satisf} , de valorização ou depreciação do valor de satisfação, apresentado nas Equações (13) e (14).

Valor virtual de débito com valorização do valor de satisfação:

$$T = S + (1 - S)k_{satisf} \quad (13)$$

Valor virtual de débito com depreciação do valor de satisfação:

$$T = (1 - k_{satisf})S \quad (14)$$

3.1.3.2 Formulação - Etapa II em TSAI

O cálculo dos valores gerados no processo de troca na Etapa II da TSAI, valor de investimento, crédito, débito e satisfação, é baseado nas definições 3.1.1, 3.1.2, 3.1.4 e 3.1.3, descritas na seção anterior, Etapa I da TSAI. O cálculo do valor de crédito de terceirização é apresentado na Definição 3.1.5.

Definição 3.1.5. O valor de crédito de terceirização, $V_{terc(i|y)}$, é gerado quando existe um débito cujo valor não pode ser pago pelo próprio agente. Nesse caso, o agente irá procurar um outro agente com quem tem um valor de crédito equivalente ao valor de

débito que tem com X para pedir a realização do serviço solicitado. Esse comportamento é mostrado na Equação (15).

$$V_{terc(i|y)} = \begin{cases} V_{iy} & \text{Se } (\exists y)(T_{ix} \cong V_{iy}) \\ 0 & \text{Se } (\nexists y) \end{cases} \quad (15)$$

3.1.4 Equilíbrio de uma troca social em TSAI

Em (PIAGET, 1995), o equilíbrio de uma troca social ocorre quando todos os valores envolvidos são “qualitativamente iguais” e existe uma reciprocidade entre o serviço prestado e a valorização do serviço recebido. Nas trocas, os valores de investimento são sempre negativos, enquanto os outros valores podem ser positivos ou negativos. Não encontrar um equilíbrio total significa, por exemplo, investir mais do que o serviço a receber. Isto vai envolver as características de cada agente participante, algumas das características podem ser interesses, como sentimentos ou personalidade. Para verificação do equilíbrio das trocas em TSAI, que pode tomar valores naturais, $t = 0, 1, \dots, n$ ($t =$ tempo discreto), durante um processo de troca entre os agentes X , I e Y , os equilíbrios (E) material (m) de cada agente são denotados pelas Equações (16) e (17). Se considera para o análise $\mathbf{0} \in [-\varepsilon, +\varepsilon]$.

Equilíbrio entre X e I , a partir de Y :

$$R_{xi}^{I_1} + S_{xi}^{II} \cong \mathbf{0} \quad (16)$$

$$E_{xi} : \sum_{t=1}^n R_{xi}^{I_1,t} + S_{xi}^{II,t} \cong \mathbf{0} \quad (17)$$

Para n processos de trocas (I - II), implica que o investimento inicial feito por X é igual a satisfação obtida da iteração com I .

Equilíbrio de I , para cada X :

$$S_{ix}^{I_1} = V_{terc(i|y)}^{II} \quad (18)$$

$$E_{ix} : \sum_{t=1}^n S_{ix}^{I_1,t} - V_{terc(i|y)}^{II,t} \cong \mathbf{0} \quad (19)$$

Para n processos de trocas (I - II), implica que o investimento inicial feito por I é igual ao valor de crédito de terceirização, porque ele dá como valor de investimento ao valor de crédito que tem com algum outro agente, que para o modelo é Y .

Equilíbrio de I , para cada Y :

$$R_{iy}^{I_2} + S_{iy}^{II} \cong \mathbf{0} \quad (20)$$

$$E_i : \sum_{t=1}^n R_{iy}^{I_2,t} + S_{iy}^{II,t} \cong \mathbf{0} \quad (21)$$

Para n processos de trocas (I - II), implica que o investimento inicial feito por I é igual a satisfação obtida da iteração com Y .

Equilíbrio de Y , para cada I :

$$S_{yi}^{I_2} + R_{yi}^{II} \cong \mathbf{0} \quad (22)$$

$$E_{yi} : \sum_{t=1}^n S_{yi}^{I_2,t} + R_{yi}^{II,t} \cong \mathbf{0} \quad (23)$$

Para n processos de trocas (I - II), implica que o investimento inicial feito por Y é igual a satisfação obtida da iteração com I .

3.2 Dependência em TSAI

Os agentes X , I e Y , que se encontram interagindo em trocas de serviços, tem a cada iteração valores de trocas, (r, s, t, v) , denominadas crenças do histórico de valores de trocas. Além disso, cada agente possui uma lista de serviços que pode oferecer. Isso gera entre eles dependências explícitas e dependências implícitas, como apresenta a Figura 15.

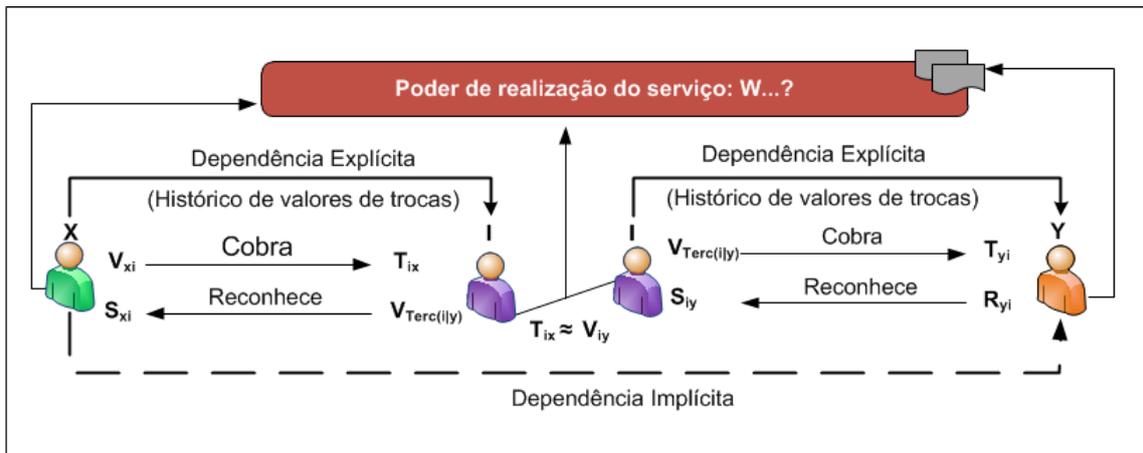


Figura 15: Relações de Dependência em TSAI.

- a) **Dependências explícitas:** São criadas entre agentes que se conhecem e tiveram algum tipo de interação de troca na prestação dos serviços, $X - I$ e $I - Y$.
- b) **Dependências implícitas:** São relações geradas entre agentes que não se conhecem, $X - Y$, mas que realizaram alguma interação na troca de serviços por meio de um agente intermediário, comum a ambos.

O processo de tomada de decisão para a seleção de parceiros deve estabelecer não só o processo de escolha de um parceiro, como também o processo de análise das solicitações de serviços recebidas, levando em consideração os valores de trocas. Ou seja, o agente deve escolher agentes para enviar uma solicitação de serviço, baseado em relações de

dependência estabelecidas com os valores de trocas gerados, porque eles são agentes mais predisposto a aceitar o pedido. Assim, podem existir entre os agentes diferentes graus de dependências:

- a) **Dependências muito fracas:** São caracterizadas por um agente não ter um crédito a cobrar e precisar realizar um serviço que ele mesmo poderia efetuar, já que sabe fazer o serviço.
- b) **Dependências fracas:** São caracterizadas por um agente ter um crédito a cobrar e precisar realizar um serviço que ele mesmo poderia efetuar, já que sabe fazer o serviço.
- c) **Dependências fortes:** São caracterizadas por um agente não ter um valor de crédito a cobrar e também ter que realizar um serviço que dependa de um outro agente, pois ele não tem o conhecimento para efetuar o serviço.
- d) **dependências muito fortes:** São aquelas em que o agente tem um crédito a cobrar e precisa de um serviço que não sabe efetuar.

As dependências muito fracas e as dependências fracas tem a particularidade de deixar de ser dependências, pois independente de existir ou não um crédito a cobrar, o próprio agente pode realizar o serviço necessário para alcançar seu objetivo, mas por determinadas circunstâncias pede a outro. É importante ressaltar que o grau de intensidade da dependência varia e que quanto maior é o valor de crédito, mais forte é a dependência e quanto menor é o poder do agente para realizar o serviço, mais forte é a dependência que ele tem. O grau de dependência é calculado levando em consideração a definição de dependência 3.2.1.

Definição 3.2.1. *O grau de dependência representa numericamente quanto um agente pode depender de outro. Fazem parte deste cálculo o valor de crédito V , e o valor do poder de realização do serviço W . O poder de realização do serviço varia entre 0 e 1. Zero (0) representa que o agente não tem condições de realizar o serviço e que precisa de outro agente para que o serviço seja feito. Um (1) representa que agente tem todas as condições para realizar o serviço que precisa, podendo ou não procurar o serviço de um terceiro. Valores entre 0 e 1 indicam diferentes níveis de possibilidade de realização do serviço. A Equação (24) representa o grau de dependência.*

$$G_{dep} = V + (1 - V)(1 - W) \quad (24)$$

Grau de dependência com valores extremos:

1. X tem um valor de crédito máximo com I : $V_{xi} = 1$, então, $G_{dep}^{xi} = 1$, o que significa que, quando o valor de crédito é máximo, o grau de dependência não vai

ser influenciado pelo poder de realização do serviço. Ou seja, independente de X ter ou não a possibilidade de realizar o serviço, o grau de dependência não irá mudar.

2. X não tem valor de crédito com I : $V_{xi} = 0$, então, $G_{dep}^{xi} = 1 - w$, o que o grau de dependência vai mudar, dependendo de quanto é o poder de X em realizar o serviço, assim:

$$G_{dep}^{xi} = 1 - w \begin{cases} w = 1 & \Rightarrow G_{dep}^{xi} = 0 \\ w = 0,5 & \Rightarrow G_{dep}^{xi} = 0,5 \\ w = 0 & \Rightarrow G_{dep}^{xi} = 1 \end{cases}$$

- a) $w = 1$, significa que X , tem todas as condições para realizar o serviço que ele precisa, sem ajuda de outro agente, $G_{dep}^{xi} = 0$.
- b) $w = 0,5$, significa que X , tem aproximadamente 50% de probabilidade de obter o serviço que precisa sem ajuda de um outro agente.
- b) $w = 0$, significa que X , não tem as condições para realizar o serviço que ele precisa, sem ajuda de outro agente

3.3 Reputação em TSAI

O modelo da reputação em TSAI, como mostra a Figura 16, é composto por três agentes X , I e Y , e é caracterizado por cada um dos agentes estar efetuando avaliações diretas ou indiretas dos serviços recebidos em cada umas das TSAI. Desse modo, faz parte do agente o histórico de valores de trocas e também o conhecimento do grau de dependência existente.

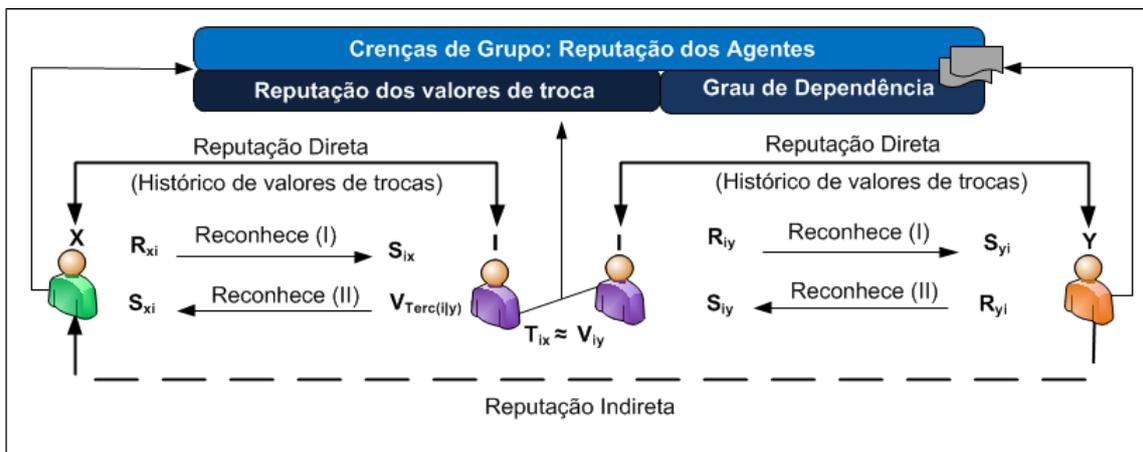


Figura 16: Relações de Reputação

As relações criadas com os valores de trocas irão permitir o registro e atualização das crenças sobre a reputação de cada agente, assim:

3.3.1 Construção das crenças da reputação em TSAI

A construção das crenças sobre o valor de reputação dos valores de troca, V_{Rep} , é produto da comparação do valor de satisfação observado e o valor de satisfação desejado, na prestação e contraprestação dos serviços na primeira e segunda etapa, respetivamente. Detalha-se a seguir:

- *I* avalia o serviço entregue pelo agente *X* na etapa I - troca 1:
 - *I* gera um valor de satisfação na recepção do serviço, produto do investimento feito pelo agente *X*.
 - *I* analisa *X* por comparação na tricotomia do valor de satisfação observada na recepção do serviço e satisfação desejada, como se mostra a seguir: $S_{ix} > vd_{satisf}$; $S_{ix} = vd_{satisf}$ e $S_{ix} < vd_{satisf}$, para obter um valor de reputação dos valores de troca $V_{Rep} \in \{1; 0, 5; 0\}$, respetivamente.
 - *I* faz o registro sobre o valor de reputação dos valores de troca de *X* obtido no item anterior.
- *Y* avalia o serviço entregue pelo agente *I* na etapa I - troca 2:
 - *Y* gera um valor de satisfação na recepção do serviço produto do investimento feito pelo agente *I*
 - *Y* analisa *I* por comparação na tricotomia do valor de satisfação obtida na recepção do serviço e na satisfação desejada, como se mostra a seguir: $S_{yi} > vd_{satisf}$; $S_{yi} = vd_{satisf}$ e $S_{yi} < vd_{satisf}$, para obter um valor de reputação dos valores de troca $V_{Rep} \in \{1; 0, 5; 0\}$, respetivamente.
 - *Y* faz o registro sobre o valor de reputação dos valores de troca de *I* obtido no item anterior.
- *I* avalia o serviço entregue pelo agente *Y* na etapa II:
 - *I* gera um valor de satisfação na recepção do serviço produto do investimento feito pelo agente *Y*
 - *I* analisa *Y* por comparação na tricotomia do valor de satisfação obtida na recepção do serviço e satisfação desejada como se mostra a seguir: $S_{iy} > vd_{satisf}$; $S_{iy} = vd_{satisf}$ e $S_{iy} < vd_{satisf}$, para obter um valor de reputação dos valores de troca $V_{Rep} \in \{1; 0, 5; 0\}$, respetivamente.
 - *I* faz o registro sobre o valor de reputação dos valores de troca de *Y* obtido no item anterior.
- *X* avalia o serviço entregue pelo agente *I* na etapa II:

- X gera um valor de satisfação na recepção do serviço produto do investimento feito pelo agente I
- X analisa I por comparação na tricotomia o valor de satisfação obtida na recepção do serviço e satisfação desejada como se mostra a seguir: $S_{xi} > vd_{satisf}$, $S_{xi} = vd_{satisf}$ e $S_{xi} < vd_{satisf}$, para obter um valor de reputação dos valores de troca $V_{Rep} \in \{1; 0, 5; 0\}$, respetivamente.
- X faz o registro sobre o valor de reputação dos valores de troca de I obtido no item anterior.

As avaliações direta e indireta são representadas como reputações diretas, na interação com um agente que se conhece, e reputações indiretas, criada sobre um agente que não se conhecem e foi recebido um serviço. Na Figura 16 do modelo, as reputações diretas e indiretas existentes entre os agentes se apresentam da seguinte maneira:

- O agente X cria uma reputação direta (Rep_d) com respeito ao agente I , e uma reputação indireta (Rep_i) com respeito ao agente Y .
- O agente I cria uma reputação direta, (Rep_d), a respeito do agente X e também com o agente Y .
- O agente Y cria uma reputação direta, (Rep_d), a respeito do agente I .

Ao final de cada interação, os agentes X , I e Y , possuem diversos valores de reputação que serão somados e feita uma média aritmética das reputações obtidas.

Definição 3.3.1. *Para o cálculo da reputação de cada agente, vão ser considerados o grau de dependência (G_{dep}) e a avaliação dos valores de trocas (V_{Rep}), como se define na Equação (25). Na existência de mais de uma avaliação de reputações para um só agente, a reputação final vai ser o saldo das avaliações que agente vai receber de outros agentes. É importante ressaltar que cada agente X , I , Y vai ter uma reputação, Rep , inicial neutra especificada por cada sistema.*

$$Rep = \begin{cases} V_{Rep} + (1 - V_{Rep}) \times G_{dep} & Se : G_{dep} \geq 0, 5 \wedge V_{Rep} \in \{1; 0, 5\} \\ (1 - G_{dep}) \times V_{Rep} & Se : G_{dep} \geq 0, 5 \wedge V_{Rep} = 0 \\ V_{Rep} & Se : G_{dep} < 0, 5 \wedge V_{Rep} \in \{1; 0, 5; 0\} \end{cases} \quad (25)$$

Neste trabalho optou-se por utilizar três valores fixos, 1; 0, 5; 0, para V_{Rep} . Contudo, é possível utilizar intervalos de valores, flexibilizando ainda mais a Definição 3.3.1 da proposta.

Finalmente, o valor da reputação vai pertencer ao conjunto de números inteiros positivos que vão de 0 até 1, como é apresentado na seguinte lista:

$$Rep = \begin{cases} Excelente & \iff Rep = 1 \\ Bom & \iff Rep \in [0, 75; 1) \\ Regular & \iff Rep \in [0, 5; 0, 75) \\ Ruim & \iff Rep \in [0, 25; 0, 5) \\ Pessimimo & \iff Rep \in [0; 0, 25) \end{cases}$$

3.4 Transferência de Confiança em TSAI

O processo da transferência de confiança em TSAI, conforme o modelo da Figura 17, está composto por três agentes X , I e Y . O agente X , que não conhece o agente Y , avaliará a possibilidade de transferir sua confiança para um agente com quem não se teve iterações diretas, mas sobre o qual existe informação.

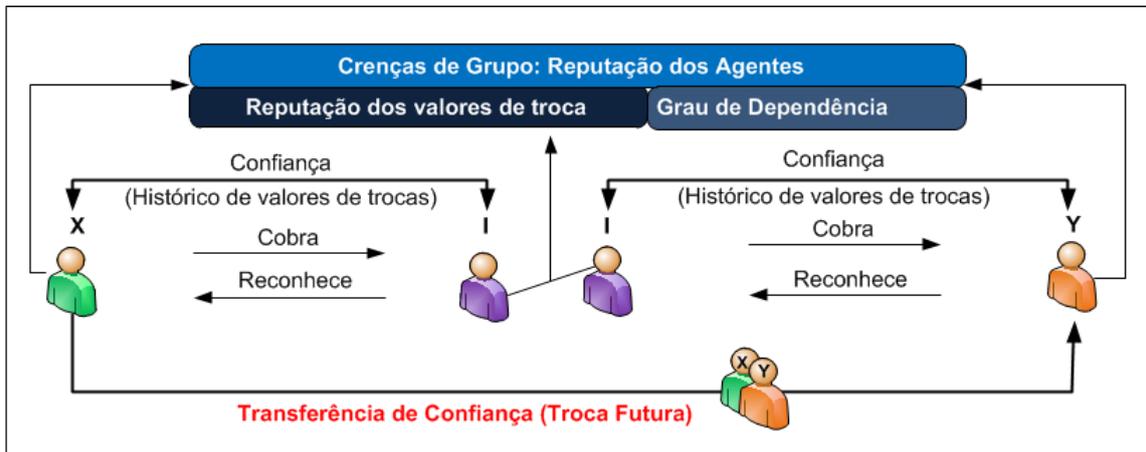


Figura 17: Relações de Transferência da Confiança

O agente X com respeito ao agente I :

1. X tem um objetivo potencial (V_{xi}) para alcançar em determinadas circunstâncias (T_{ix});
2. X **confia** que, se quiser alcançar o objetivo e as circunstâncias não mudam, então:
 - a) I será capaz de fazer uma ação R_{ix} ;
 - b) I , realizando a ação R_{ix} , assegura alcançar o objetivo V_{xi} , proporcionando um valor de satisfação S_{xi} desejado por X .
 - c) I tem a intenção de fazer R_{ix} porque tem uma dívida com X .

O agente I com respeito ao agente Y : Quando I não pode realizar o serviço solicitado por X , ele busca um terceiro agente Y , que possa realizá-lo. Ou seja, o mesmo que ocorreu entre X e I , volta a ocorrer entre I e Y :

1. I tem um objetivo potencial $V_{terc(i|y)}$ para alcançar em determinadas circunstâncias (T_{yi});
2. I **confia** que, se quiser alcançar o objetivo de pagar a dívida com X e as circunstâncias não mudam, então:
 - a) Y será capaz de fazer uma ação R_{yi}
 - b) Y , realizando a ação R_{yi} , assegura alcançar o objetivo de I : $V_{terc(i|y)}$, e, assim, por meio de I , o objetivo de X : V_{xi} , proporcionando o valor de satisfação S_{iy} , desejado por I e S_{xi} desejado por X .
 - c) Y tem uma predisposição a fazer R_{yi} porque tem uma dívida com I .
3. Este item conclui o processo de trocas sociais da Etapa I e da Etapa II do modelo de TSAI.

O agente X com respeito ao agente Y : Como, pela transferência da confiança, o agente X vai acreditar em Y após obter o pagamento do crédito solicitado para o agente I e concretizado pelo agente Y , pode-se dizer que:

1. X , se tiver um objetivo potencial (V) para alcançar em determinadas circunstâncias (T), acredita que, se quiser alcançar o objetivo e as circunstâncias não mudam, então:
 - a) Y será capaz de fazer uma ação R .
 - b) Y , realizando a ação R , assegura alcançar o objetivo de X , representado pelo valor de crédito, V , que ele deseja obter, e conseguirá obter o valor de satisfação S desejado.
 - c) Y tem a intenção de fazer um investimento, R , como parte de um processo de troca social.

O cenário descrito consiste em transferir a confiança para um agente com quem não se teve interações diretas, mas existe alguma informação sobre ele. Para isso é necessário desenvolver uma análise das crenças do grupo existentes. Estas crenças são compostas pela reputação de cada agente, considerando que, o valor de reputação utilizado é calculado levando em conta o histórico de valores de trocas e as relações de dependência, como foi descrito na Definição 3.3.1 sobre construção de crenças da reputação em TSAI.

Definição 3.4.1. *Em um processo de transferência de confiança, um agente X pode transferir a confiança para um agente Y que não conhece se, e somente se, existe algum agente I , conhecido para X e Y . E, além disso, para o agente X a reputação final de I , que fornece informação sobre a reputação de Y , deve ser **maior ou igual** a R_{acep}^x , que é o valor de reputação aceitável definido por X . No cumprimento da condição antes mencionada, X avalia a reputação final de Y definida por I , verificando novamente se é maior ou igual ao valor de reputação aceitável por X , como mostra a Equação (26).*

Se :

$$\left[\left(\frac{\sum_{i=1}^n \text{Rep}_{I_i} \vee \text{Rep}_{I_{i+1}} \vee \dots \vee \text{Rep}_{I_n}}{n} \geq R_{acep}^x \right) \wedge \left(\frac{\sum_{i=1}^n \text{Rep}_{I_i}^y \vee \text{Rep}_{I_{i+1}}^y \vee \dots \vee \text{Rep}_{I_n}^y}{n} \geq R_{acep}^x \right) \right] \Rightarrow V_{transf}^{x \rightarrow y} \quad (26)$$

Onde:

- $V_{transf}^{x \rightarrow y}$: Transferência da confiança do agente x com respeito ao agente y .
- n : Número total de agentes que provêm informação.
- $\text{Rep}_{I_1} \vee \text{Rep}_{I_2} \vee \dots \vee \text{Rep}_{I_n}$: Valores de reputação final dos agentes I_1 e I_2 e ... e I_n , que conhecem ao agente Y e interagiram com o agente X .
- $\text{Rep}_{I_1}^y \vee \text{Rep}_{I_2}^y \vee \dots \vee \text{Rep}_{I_n}^y$: Valor de reputação final fornecidos por cada um dos agentes I_1 ou I_2 ou ... ou I_n , em relação ao agente y .
- R_{acep}^x : Valor de reputação aceitável estabelecida pelo agente x .

É importante ressaltar que o valor de reputação aceitável definido por X está em função das características intrínsecas.

Para uma iteração em tríades de agentes: X, I, Y :

1. X quer interagir com um agente desconhecido Y para alcançar seu objetivo sob determinadas circunstâncias:
 - X consulta o valor de reputação fornecido por I sobre Y : Rep_i^y
2. X **transfere a confiança** para Y , **confiando** em I , para alcançar seu objetivo quando:
 - X para confiar em I , verifica e compara se a reputação que tem sobre ele Rep_x^i é maior ou igual com o valor de reputação que ele considera aceitável, assim: $\text{Rep}_x^i \geq R_{acep}^x$
3. X , **não transfere a confiança** para Y , **não confiando** em I , quando:
 - X verifica e compara se, a reputação que ele tem sobre I , Rep_x^i é menor do que o valor de reputação que ele considera aceitável, $Acep$: $\text{Rep}_x^i < R_{acep}^x$

Em resumo, o agente X está disposto a confiar no agente I para alcançar um determinado objetivo. O agente I , conhecido como agente intermediário, que não tem a possibilidade de realizar um serviço, deverá estar disposto a confiar em um terceiro agente Y , para executar uma determinada ação em favor do agente X . O agente X , se fosse necessário, confiaria que Y o ajudaria a alcançar seu objetivo. Dessa forma, em uma troca futura, X poderá transferir sua confiança e se relacionar diretamente com Y .

4 ESTUDO DE CASO: PARQUE SAN JERÓNIMO

Os modelos desenvolvidos nessa pesquisa, trocas sociais, dependência, reputação e transferência de confiança em tríades de agentes, serão simulados por meio de um estudo de caso na Horta Urbana de San Jerónimo, em diferentes cenários, nos quais os agentes horticultores encontram-se interagindo, trocando serviços, avaliando serviços e escolhendo os agentes horticultores com quem irão interagir no futuro.

A Horta Urbana de San Jerónimo foi projetada e desenvolvida pela *ONG - Ecologistas en Acción* no Parque San Jerónimo, localizada na zona norte do bairro de mesmo nome, em Sevilla - Espanha, como apresenta a Figura 18. Um dos objetivos da Horta é fomentar a participação social em práticas de agricultura orgânica. Além disso, é de caráter social, sem fins lucrativos, e sua produção é dedicada ao autoconsumo dos participantes.



Figura 18: Localização e uma imagem da Horta San Jerónimo (Sevilla - Espanha) de (DIMURO et al., 2011)

A Horta ocupa uma superfície aproximada de 1,5 hectares do Parque San Jerónimo, espaço público de propriedade municipal, e é composta de 42 áreas cultiváveis para alimentos. Cada área mede entre $75m^2$ e $150m^2$ aproximadamente, designadas a horticultores de diferentes idades, especialmente aposentados.

O direito a utilização da parcela na horta ocorre por um prazo de dois anos, que podem ser prorrogados sempre que se cumpram as normas e regras estabelecidas no regulamento definido pela confederação da *ONG - Ecologistas en Acción*. A composição geral da ONG é apresentada na Figura 19. Apresenta as relações da ONG com os membros e as relações

de ocupação dos objetos disponíveis, descrevendo as responsabilidades e restrições entre objetos e indivíduos na Horta Urbana. Cada uma das iterações internas e externas podem ser observadas com mais detalhes em (DIMURO et al., 2011).

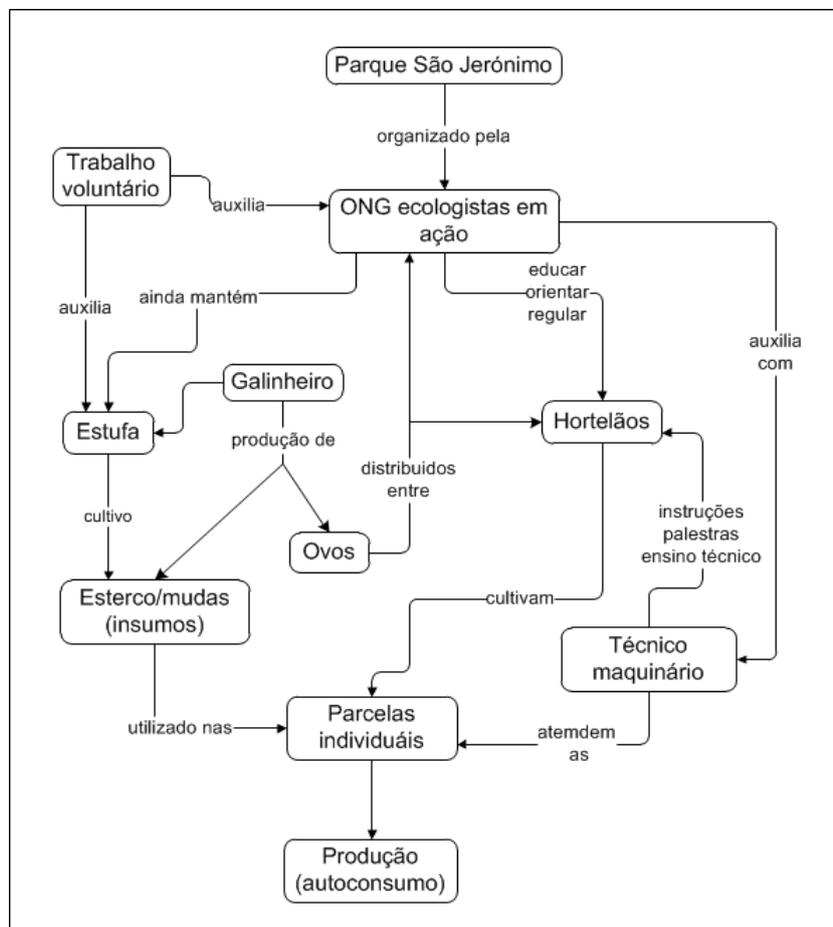


Figura 19: Mapa conceitual da Horta San Jerónimo de DIMURO et al. (2011)

A organização interna da *ONG - Ecologia en Acción* é composta principalmente por:

- **Administração:** Órgão permanente, encarregado de manter a ordem no ambiente e evitar as falta de recursos dentro da instituição.
- **Secretaria:** Órgão encarregado das ações administrativas.
- **Técnicos:** Órgão especialista em cultivo natural, encarregado de ensinar os horticultores a usar corretamente o ambiente, através de oficinas de ensino.
- **Horticultor Titular:** É reconhecido como o usuário da horta, com direito a uma parcela individual, ajudantes, instrumentos de cultivo, irrigações, orientação técnica, entre outras. A Figura 20 apresenta todas as atividades que o horticultor titular pode executar, bem como a periodicidade de cada uma delas.

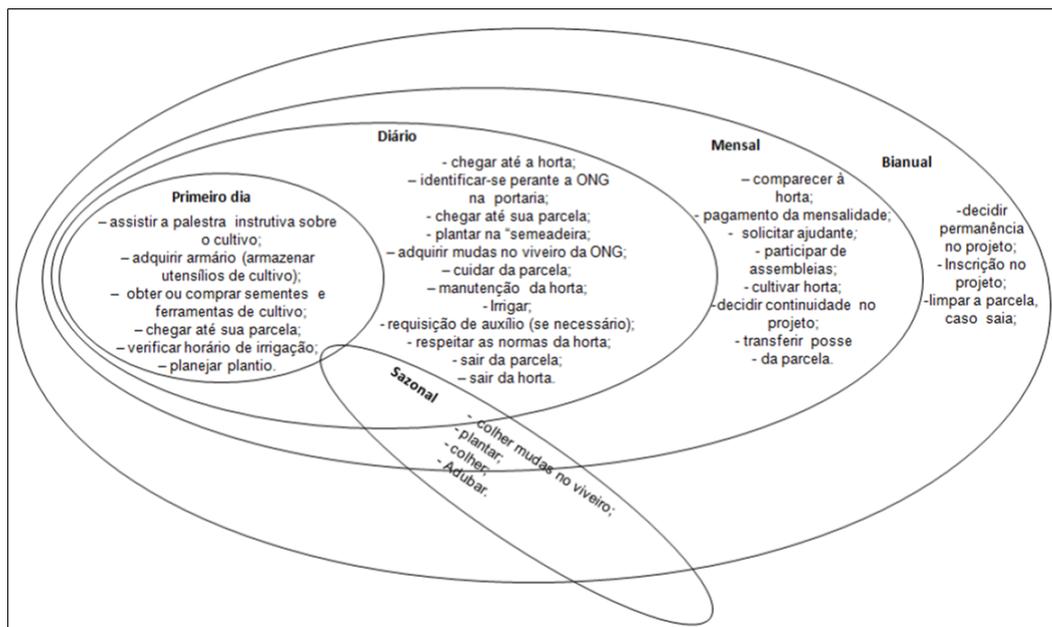


Figura 20: Rotina do horticultor titular de SANTOS (2014)

Entre os horticultores, existem aqueles que podem ser considerados aspirantes ou auxiliares. Os **horticultores aspirantes** são aqueles que ainda não tem aceitação para fazer parte do projeto, mas já fizeram o pedido de ingresso (ver Figura 21).

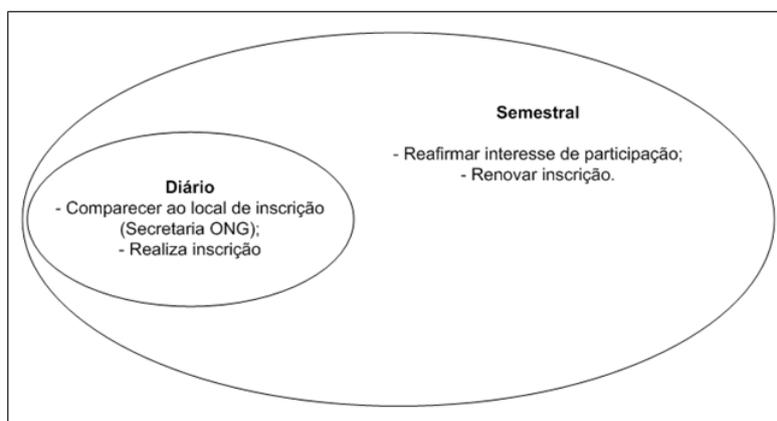


Figura 21: Rotina do horticultor aspirante de SANTOS (2014)

Horticultores auxiliares: São usuários aceitos pela ONG, que devem prestar ajuda ao horticultor titular com quem estão vinculados, e têm a possibilidade de utilizar os instrumentos de cultivo, de realizar irrigações e receber instrução técnica (ver Figura 22).

A composição organizacional pode ser observada com maiores detalhes no regulamento da confederação (ACCIÓN, 2008).

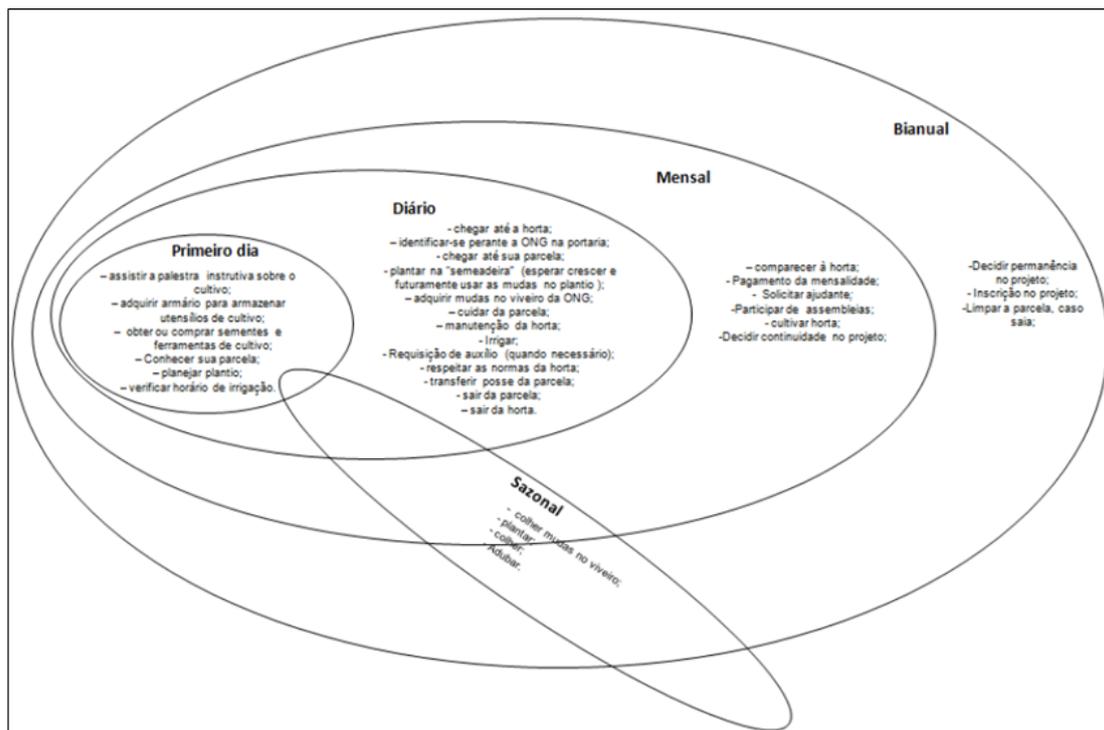


Figura 22: Rotina do horticultor auxiliar de SANTOS (2014)

Para efeito nas simulações das interações em tríades de agentes, o estudo de caso desenvolvido terá como alvo os horticultores titulares.

4.1 Ambiente de simulação

O ambiente da simulação dos modelos propostos do capítulo 3 está integrado por dois elementos principais:

1. **Os serviços:** São as ações de plantar, irrigar ou colher, que cada agente horticultor pode efetuar para o cultivo das plantas.
2. **Os horticultores:** São considerados os agentes do sistema, que serão denominados agentes horticultores, representados durante a simulação como horticultor X , horticultor I e horticultor Y , com as seguintes características:
 - a) Possuem uma área de terra, onde podem cultivar diferentes variedades de plantas por meio da realização dos três diferentes serviços (plantar, irrigar ou colher);
 - b) Cada um dos horticultores sabe realizar apenas um dos 3 serviços, conforme mostrado na Tabela 2.
 - c) Podem efetuar trocas de serviços entre eles. Por exemplo, o horticultor X , pode plantar na parcela de terra do agente horticultor I , desde que o horti-

Tabela 2: Habilidades do agente horticultor

Agente horticultor	Habilidade
<i>X</i>	Plantar
<i>I</i>	Colher
<i>Y</i>	Irrigar

cultor *I* tenha solicitado a execução do serviço para *X*. Para a simulação, as interações são apresentadas na Tabela 3:

Tabela 3: Trocas de serviços entre agentes horticultores

Etapas TSAI	Agente horticultor	Serviço		
		Necessidade	Solicitação	
I	01	<i>I</i>	De plantar	Para <i>X</i>
	02	<i>Y</i>	De colher	Para <i>I</i>
II	<i>X</i>		Para irrigar	Para <i>I</i>
	<i>I</i>		Para irrigar	Para <i>Y</i>

d) Possuem fatores e pesos para avaliar os valores materiais de trocas, tanto na prestação, quanto no recebimento do serviço. Assim sendo:

– **Os fatores** que influenciam o cálculo do **valor de investimento** (Ver Figura 23) e permitem estabelecer a zona de aceitação de investimento na simulação são: *a dificuldade, o custo e o tempo*, definidas da seguinte forma:

* **Dificuldade:** Representa o quão difícil é para o hortelão realizar o serviço solicitado. Para a simulação são assumidos valores no intervalo de 1 até 10, sendo que valores mais próximos de 10 indicam que a dificuldade é maior e mais próximos de 1 indicam menor dificuldade na realização do serviço.

* **Custo:** Representa o gasto na realização do serviço. Para a simulação, são assumidos valores desde 1 até 10. Valores mais próximos de 10 indicam que o custo na realização do serviço é alto, e, valores mais próximos de 1 indicam menor custo.

* **Tempo:** É o tempo gasto na execução do serviço. Para a simulação, seus valores podem variar de 1 até 10. Valores mais próximos de 10 indicam que o agente considera o serviço muito demorado, enquanto valores mais próximos de 1 indicam que o serviço é rápido.

– **Os fatores** que influenciam o cálculo do **valor de satisfação** na simulação são: *a qualidade, o preço e o tempo*. Eles permitem estabelecer a zona de aceitação de satisfação, sendo definidos da seguinte forma:

- * **Qualidade:** Representa o grau de excelência do serviço, podendo assumir valores de 1 até 10. Quanto mais próxima do valor 10, maior é a qualidade esperada do serviço.
- * **Preço:** Representa o valor dos gastos na contratação do serviço, assumindo valores de 1 até 10. Quando maior seu valor, maior será o custo.
- * **Tempo:** É o tempo gasto na espera pela recepção do serviço. Os valores vão de 1 até 10, sem unidade específica, já que dependem da visão do agente. O tempo de espera é diretamente proporcional a seu valor.

```

21 // Investimento: Agente X - Investe pouco [1,6]
22 //Expectativas de investimento para servicos (Dificuldade, Custo, Tempo)
23 expectativaMinInvestimentoPlantar([1,2,3],[4,5,6],[1,1,2]).
24 expectativaMinInvestimentoColher([2,3,4],[1,2,3],[1,2,3]).
25 expectativaMinInvestimentoIrrigar([3,4,5],[3,4,5],[2,3,4]).
26 expectativaMaxInvestimentoPlantar([3,4,5],[6,6,6],[2,3,4]).
27 expectativaMaxInvestimentoColher([4,5,6],[4,5,6],[3,4,5]).
28 expectativaMaxInvestimentoIrrigar([5,6,6],[5,6,6],[4,5,6]).
29
30 //Satisfacao do Agente que e muito exigente [6,10]
31 //Expectativas de satisfacao para servicos (Qualidade, Preço, Tempo)
32 expectativaMinSatisfacaoPlantar([7,8,9],[8,9,9],[8,9,10]).
33 expectativaMinSatisfacaoColher([8,9,9],[7,7,8],[7,8,9]).
34 expectativaMinSatisfacaoIrrigar([9,9,10],[7,8,9],[7,7,8]).
35 expectativaMaxSatisfacaoPlantar([9,10,10],[9,10,10],[10,10,10]).
36 expectativaMaxSatisfacaoColher([9,10,10],[8,9,10],[9,10,10]).
37 expectativaMaxSatisfacaoIrrigar([10,10,10],[9,10,10],[8,9,10]).
--

```

Figura 23: Definição dos fatores de X em AgentSpeak(L)

- Os pesos são utilizados para valorizar cada um dos fatores (Ver Figura 24) . Se o horticultor se importa mais com o fator dificuldade do que outros fatores, o peso que ele atribuirá para o fator dificuldade estará mais próximo de 10 e os pesos para o custo o tempo estarão mais próximos de 1. Esta decisão de valorização muda dependendo das crenças do horticultor. Para a simulação, poderão assumir valores no intervalo de 1 até 10.

É importante ressaltar que cada um dos seguintes fatores e pesos foram normalizados no intervalo de 0 até 1:

- A taxa de valorização ou depreciação, utilizada para o cálculo dos valores virtuais da troca.
- O poder de realização do serviço, utilizado para o cálculo da dependência.
- O valor de reputação aceitável, utilizado para o processo de transferência de confiança.

```

80 | //-----Pesos Investimento
81 | //Se importa mais com a dificuldade [6,10]
82 | pesoDificuldadePlantar(8).
83 | pesoDificuldadeIrigar(9).
84 | pesoDificuldadeColher(10).
85 | pesoCustoPlantar(3).
86 | pesoCustoIrigar(5).
87 | pesoCustoColher(4).
88 | pesoInvTempoPlantar(4).
89 | pesoInvTempoIrigar(2).
90 | pesoInvTempoColher(1).
91 |

```

Figura 24: Definição dos pesos de X em AgentSpeak(L)

4.2 Desenvolvimento da simulação

Com a finalidade de demonstrar o procedimento desenvolvido, nessa seção é apresentado um estudo de caso na horta San Jerónimo. Serão apresentados em detalhes os procedimentos desenvolvidos para cada agente, em cada um dos modelos apresentados no Capítulo 3, utilizando pseudo-códigos e exemplificação numérica.

4.2.1 Modelo de trocas sociais com agentes intermediários (TSAI)

4.2.1.1 Etapa I: Troca 01 e Troca 02

O agente denominado horticultor *I* tem a necessidade de iniciar uma plantação na área de terreno que possui. Como ele não tem habilidade para plantar, ele precisa de ajuda. Então, faz o pedido (Algoritmo 1), de realização desse serviço para o horticultor *X*, um vizinho conhecido. Em agentspeak(L) (Ver Figura 25)

Algoritmo 1: I pede ajuda para X

I Envia solicitação para *X*

Output: Horticultor X, pode plantar para mim?

```

200 |
201 | .print("AgentX, pode plantar para mim?");
202 | .send(agentX, tell, podePlantar).
203 |

```

Figura 25: I pede ajuda para X em AgentSpeak(L)

O horticultor *X*, ao receber a solicitação, avalia conforme suas crenças, a possibilidade da realização do serviço em favor do horticultor *I*.

Para o desenvolvimento desse estudo de caso, o horticultor X será considerado um agente que oferece pouco na realização do serviço para outros horticultores, mas valoriza moderadamente o trabalho que faz. Ele se importa mais com a dificuldade na realização

do serviço do que com o tempo que ele gastará em realizá-lo. Além disso, o custo para a realização do serviço não influencia na decisão que ele irá tomar. Levando em conta essas considerações, se tem o perfil numérico (Tabela 4), permitindo-lhe tomar uma decisão sobre o pedido feito por I .

Tabela 4: Perfil numérico do horticultor X: Quando realiza serviço para outros

Horticultor X	
Serviço solicitado	Plantar
Intenção de investimento	[1, 6]
Valor máximo de investimento (dificuldade, custo, tempo)	(5, 0, 3)
Valor expectativa mínima de investimento (dificuldade, custo, tempo)	(1, 0, 1)
Peso para dificuldade	7
Peso para tempo	3
Valorização de esforço	0,057

O perfil apresentado cria uma ideia de como seria a dificuldade e o tempo de realização, dentro da zona de aceitação de investimento, considerando o procedimento do Algoritmo 2. Em agentspeak(L) (Ver Figura 26)

Algoritmo 2: Pode Plantar

Avaliar seu valor máximo de investimento do tempo e da dificuldade
 Avaliar seu valor expectativa de investimento do tempo e da dificuldade
 Raciocinar sob a dificuldade e o tempo do valor do serviço requisitado por I
 Calcular a zona de aceitação de investimento
 Calcular o valor de aceitação de investimento
 Calcular o valor estimado de investimento
if *Pedido está dentro zona de aceitação* **then**
 X envia proposta de realização do serviço para I
else
 Não realiza o serviço para I
endif

Com consequência, baseado na Definição 3.1.1 sobre o valor de investimento, tem-se:

I) Zona de aceitação de investimento para horticultor X , conforme a Equação (4), é:

$$Za_{inv} = vm_{inv} - ve_{inv}$$

$$Za_{inv} = 4,4 - 1,000$$

$$Za_{inv} = 3,4$$

- Valor máximo de investimento (vm_{inv}) do horticultor X :

$$vm_{inv} = \frac{7 \times 5 + 3 \times 3}{7 + 3}$$

$$vm_{inv} = 4,4$$

```

239 @ +podePlantar[source(Ag)]: true
240 @ <- ?expectativaMinInvestimentoPlantar(MiDf,MiCt,MiTp);
241 @ ?expectativaMaxInvestimentoPlantar(MaDf,MaCt,MaTp);
242 @ ?pesoDificuldadePlantar(PesoDf);
243 @ ?pesoInvTempoPlantar(PesoT);
244 @ .shuffle(MiDf, MINDf);
245 @ .shuffle(MiTp, MINTp);
246 @ .shuffle(MaDf, MAXDf);
247 @ .shuffle(MaTp, MAXTp);
248 @ .nth(0, MINDf, MinDf);
249 @ .nth(0, MINTp, MinT);
250 @ .nth(0, MAXDf, MaxDf);
251 @ .nth(0, MAXTp, MaxT);
252 @ for(.range(Y, MinDf, MaxDf)){
253 @   ?dificuldade(S,X);
254 @   .concat(X,[Y], Z);
255 @   -+dificuldade(plantar, Z);
256 @ };
257 @ ?dificuldade(S, LD);
258 @ .shuffle(LD, LDS);
259 @ .nth(0, LDS, Dificuldade);
260 @ for(.range(W, MinT, MaxT)){
261 @   ?tempo(U, V);
262 @   .concat(V,[W], T);
263 @   -+tempo(plantar, T);
264 @ };
265 @ ?tempo(U, LT);
266 @ .shuffle(LT, LTS);
267 @ .nth(0, LTS, Tempo);
268 @ ValorMin = (PesoDf * MinDf + PesoT * MinT)/(PesoDf + PesoT);
269 @ ValorMax = (PesoDf * MaxDf + PesoT * MaxT)/(PesoDf + PesoT);
270 @

```

Figura 26: Pode Plantar em AgentSpeak(L)

- Valor expectativa de investimento (ve_{inv}) do horticultor X :

$$ve_{inv} = \frac{7 \times 1 + 3 \times 1}{7 + 3}$$

$$ve_{inv} = 1,000$$

II) Adequação de investimento:

$$A_{inv} = vm_{inv} - vo_{inv}$$

$$A_{inv} = 4,4 - 3,000$$

$$A_{inv} = 1,4$$

- Valor observado de investimento (vo_{inv}) do horticultor X :
 $Dificuldade/ValorObs_{inv} = 3$ e $Tempo/ValorObs_{inv} = 3$, tem-se:

$$vo_{inv} = \frac{7 \times 3 + 3 \times 3}{7 + 3}$$

$$vo_{inv} = 3,000$$

III) Valor de investimento estimado:

$$R = 1 - \frac{1,4}{3,4} = 0,588$$

Isso significa que o horticultor X , depois de analisar o serviço solicitado por I , percebe que o vo_{inv} , que representa quanto esforço ele precisaria fazer para ajudar ao hor-

ticultor Y , se encontra dentro de sua Za_{inv} . Assim, ele pode aceitar plantar para I , pois não causará prejuízo a ele. Como apresenta a Figura 27.

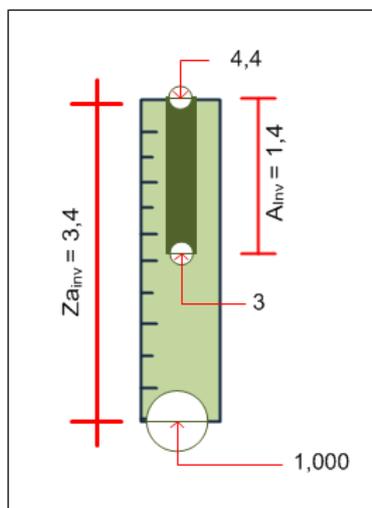


Figura 27: Avaliação do serviço solicitado: Plantar X - I

Após a análise, X vai enviar uma mensagem para I , comunicando como será efetuada a plantação na área do terreno. Se o horticultor X verifica que seu vo_{inv} é maior que seu valor máximo de investimento, ele informa o horticultor I que não irá realizar o serviço e será dado por finalizado o processo de troca. O horticultor I , ao receber a proposta de X sobre o serviço solicitado, analisa se é o que realmente espera, baseado em seu perfil. Para este estudo de caso, o horticultor I será considerado um agente fácil de satisfazer, com tendência a valorizar o trabalho que outros fazem para ele, mas que se importa muito com a qualidade do serviço e com o tempo para recepção do serviço. Além disso, ele não se preocupa com o preço que ele terá que pagar pela obtenção de um serviço. Considerando essas informações, tem-se, para o horticultor I , o perfil numérico apresentado na Tabela 5. E, a tomada da decisão de I será baseada no (Algoritmo 3). Em agentspeak(L)(Ver Figura 28)

Tabela 5: Perfil numérico do horticultor I: Quando solicita o serviço para outros

Horticultor I	
Serviço solicitado	Plantar
Nível de exigência para se satisfazer	[1, 6]
Valor desejado de satisfação (Qualidade, Preço, Tempo)	(4, 0, 5)
Valor mínimo de satisfação (Qualidade, Preço, Tempo)	(3, 0, 3)
Peso para qualidade	7
Peso para tempo	3
K de valorização	0,02

Baseado na Definição 3.1.3, sobre o valor de satisfação para I tem-se:

Algoritmo 3: Proposta de serviço plantar de X para I

Avaliar seu valor desejado de satisfação sobre o tempo e a dificuldade
 Avaliar seu valor mínimo de satisfação sobre o tempo e a dificuldade
 Calcular o valor observado da qualidade e do tempo oferecido por X
 Calcular a zona de aceitação de satisfação
 Calcular o valor de adequação da satisfação
 Calcular o valor estimado de satisfação
if Satisfação gerada está dentro zona de aceitação **then**
 I envia resposta de serviço aceito
else
 Não aceita que X faça a plantação
endif

```

554+!avaliarQualidade(Ag, Q, Tempo, Servico): true
555@ <-?expectativaMinSatisfacaoPlantar(MiQl,MiPr,MiTp);
556@   ?expectativaMaxSatisfacaoPlantar(MaQl,MaPr,MaTp);
557@   ?pesoQualidadePlantar(PesoQl);
558@   ?pesoSatTempoPlantar(PesoT);
559@   .shuffle(MiQl, MINQl);
560@   .shuffle(MiTp, MINTp);
561@   .shuffle(MaQl, MAXQl);
562@   .shuffle(MaTp, MAXTp);
563@   .nth(0, MINQl, MinQl);
564@   .nth(0, MINTp, MinT);
565@   .nth(0, MAXQl, MaxQl);
566@   .nth(0, MAXTp, MaxT);
567@   .shuffle(Q,QS);
568@   .nth(0, QS, Qualidade);
569@   ValorMin = (PesoQl * MinQl + PesoT * MinT)/(PesoQl + PesoT);
570@   ValorMax = (PesoQl * MaxQl + PesoT * MaxT)/(PesoQl + PesoT);
571@   ValorObs=(PesoQl * Qualidade + PesoT * Tempo)/(PesoQl + PesoT);
572@   A = ValorObs - ValorMin;
573@   .print("Plantar: (estimado) Valor de A: ", A);
574@   if(ValorMax \== ValorMin){
575@     Z = ValorMax - ValorMin;
576@   }
577@   else{Z = ValorMin;}
578@   .print("Plantar: (estimado) Valor de Z: ", Z);
579@   S = A/Z;
580@   -+satisfacaoEsperada(Ag, S, Servico);
581@   ?valorizacaoValorSatisfeito(K);
582@   Debito = S + (1-S) * (K);
583@   -+servico(Qualidade, Tempo, ValorMax, ValorMin, Servico);
584@   !avaliarServico(Ag, ValorObs, ValorMin, Servico).
  
```

Figura 28: Avalia proposta de plantar de X para I em AgentSpeak(L)

I) Zona de aceitação de satisfação I , segundo a Equação (10), é:

$$Za_{satisf} = vd_{satisf} - vm_{satisf}$$

$$Za_{satisf} = 4,333 - 3,000$$

$$Za_{satisf} = 1,3$$

- Valor desejado de satisfação (vd_{satisf}), do horticultor I :

$$vd_{satisf} = \frac{7 \times 4 + 3 \times 5}{7 + 3}$$

$$vd_{satisf} = 4,3$$

- Valor mínimo de satisfação (vm_{satisf}), do horticultor I :

$$vm_{satisf} = \frac{7 \times 3 + 3 \times 3}{7 + 3}$$

$$vm_{satisf} = 3,000$$

II) Adequação de satisfação:

$$A_{satisf} = vo_{satisf} - vm_{satisf}$$

$$A_{satisf} = 3,700 - 3,000$$

$$A_{satisf} = 0,700$$

- Valor observado de satisfação (vo_{satisf}), do horticultor I :
 $Qualidade/ValorObs_{satisf} = 4$ e $Tempo/ValorObs_{satisf} = 3$, tem-se:

$$vo_{satisf} = \frac{7 \times 4 + 3 \times 3}{7 + 3}$$

$$vo_{satisf} = 3,700$$

III) Valor de satisfação estimado, baseado somente na proposta do horticultor X , pois o serviço ainda não foi prestado:

$$S = \frac{0,700}{1,3} = 0,538$$

Como a proposta feita por X para realizar a plantação no terreno é o que I está precisando, como mostra a Figura 29, I envia uma mensagem de aceitação, para iniciar o processo de troca de serviço. Sempre que vo_{satisf} for menor que o valor mínimo de satisfação do horticultor I , este enviará uma mensagem para X , avisando que o que ele está oferecendo para realizar a plantação não é o que ele está procurando. Em consequência, não se inicia

o processo de troca de serviço.

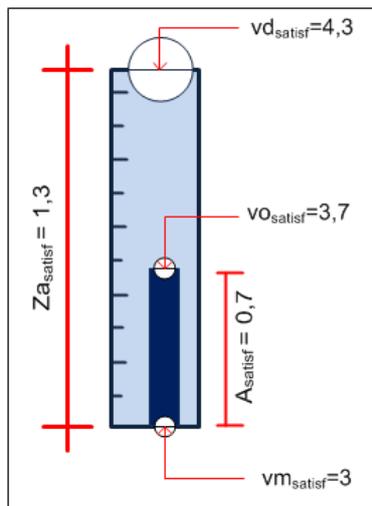


Figura 29: Avaliação do serviço proposto: Plantar I - X

Quando os dois horticultores, I e X , concordam e X inicia a realização do serviço, ele terá o verdadeiro valor de dificuldade e o tempo real demandado para realizar o serviço. Isto vai permitir que ele obtenha seu valor observado real. Consequentemente, será possível calcular seu valor real de investimento e o valor de crédito pela realização do serviço de plantar. Enquanto isso, I , que estará recebendo o serviço, também terá um valor observado final, que será resultante da qualidade do serviço recebido e do tempo em que foi entregue. Obtém-se assim os seguintes cálculos:

- Valores para X , após a realização do serviço:
 - Dificuldade real da realização do serviço: $Dificuldade/ValorObs_{inv} = 4$.
 - Tempo real gasto na realização do serviço solicitado: $Tempo/ValorObs_{inv} = 1$
 - Valor observado de investimento (vo_{inv}):

$$vo_{inv} = \frac{7 \times 4 + 3 \times 1}{7 + 3}$$

$$vo_{inv} = 3,1$$

Valor que se encontra dentro da zona de aceitação do horticultor X .

- Valor de investimento real R_{xi} :

$$R_{xi} = 1 - \frac{4,4 - 3,1}{3,4} = 0,617$$

- Valor de crédito V_{xi} :

$$V_{xi} = 0,617 + (1 - 0,617) \times 0,057 = 0,639$$

Todo o valor investido por X para ajudar ao horticultor I está representado por 0,617. Além disso, ele se acha merecedor de 0,639, que representa o valor de crédito.

- Para I , após a recepção do serviço:

- Qualidade real do serviço: $Qualidade/ValorObs_{satisf} = 5$.
- Tempo em que foi entregue o serviço solicitado: $Tempo/ValorObs_{satisf} = 1$
- Valor observado de satisfação (vO_{satisf}):

$$vO_{satisf} = \frac{7 \times 5 + 3 \times 1}{7 + 3}$$

$$vO_{satisf} = 3,8$$

- Valor de satisfação S_{ix} :

$$S_{ix} = \frac{3,8 - 3}{1,3} = 0,615$$

- Valor de débito T_{ix} :

$$T_{ix} = 0,615 + (1 - 0,615) \times 0,02 = 0,622$$

O horticultor I recebeu o serviço que solicitou ao horticultor X , tendo sua área de terreno plantada, e como resultado da qualidade da plantação e do tempo em que foi entregue, ele gera para si um valor de satisfação de 0,615, valor maior que o estimado, porque foi entregue com maior qualidade e em menor tempo, e com isso, sente que tem uma dívida com o Horticultor X , equivalente a 0,622.

Dessa forma é finalizada a etapa I da troca 01, entre o horticultor X e horticultor I .

Na troca 02 da etapa I, ocorre uma iteração entre o horticultor I e o horticultor Y . Nessa troca, o horticultor Y solicita para I ajuda para colher em suas terras. É importante destacar que para o desenvolvimento do estudo de caso, o horticultor Y se comporta como um agente que tem a tendência de ficar satisfeito com facilidade quando recebe ajuda de outros horticultores. Como resultado, ele tende a valorizar o que ele recebe. Além disso, ele presta mais atenção à qualidade do serviço que foi entregue do que ao tempo da recepção do serviço. Para situações de trabalhos na horta, ele não dá importância a quanto ele teria que gastar por um serviço. Cada uma dessas características do horticultor Y são apresentadas numericamente na Tabela 6.

O Horticultor I , quando atua como o agente que realiza o investimento para fazer um serviço em favor de outro agente, se comporta como um agente que oferece pouco

Tabela 6: Perfil numérico do horticultor Y: Quando solicita um serviço.

Horticultor Y	
Serviço requerido	Colher
Nível de exigência para se satisfazer	[1, 6]
Valor desejado de satisfação (Qualidade, Preço, Tempo)	(6, 0, 3)
Valor mínimo de satisfação (Qualidade, Preço, Tempo)	(3, 0, 3)
Peso para qualidade	7
Peso para tempo	4
K de valorização	0.006

na realização do serviço. É pouco colaborativo e valoriza pouco o trabalho que faz. Se importa mais com o tempo que gastará para realizar um serviço do que com a dificuldade que ele implica. Além disso, o custo para realização do serviço é algo que não influencia suas decisões. A Tabela 7 apresenta o perfil numérico que corresponde a ele.

Tabela 7: Perfil numérico do horticultor I: Quando realiza serviço para outros

Horticultor I	
Serviço solicitado	Colher
Intenção de investimento	[1, 6]
Valor máximo de investimento (dificuldade, custo, tempo)	(4, 0, 5)
Valor expectativa mínima de investimento (dificuldade, custo, tempo)	(2,0,2)
Peso para dificuldade	3
Peso para tempo	6
Valorização de esforço	0.045

Para dar início a troca entre o horticultor *I* e horticultor *Y*, da mesma forma que ocorreu entre *X* e *I*, o horticultor *Y* envia um mensagem de solicitação para *I* (Algoritmo 4). Em agentSpeak(L)(Ver figura30).

Algoritmo 4: Y pede ajuda para I

Y Envia solicitação para *I*

Output: Horticultor I, pode colher para mim?

O horticultor *I*, diante da solicitação, tem uma ideia de como seria a dificuldade e o tempo para realizar o serviço solicitado, baseando-se no perfil que ele possui na Tabela 7 e considerando o Algoritmo 5. Em agentSpeak(L)(Ver figura 31).

Baseado na Definição 3.1.1 sobre o valor de investimento, se tem:

I) A zona de aceitação de investimento para horticultor *I*, conforme a Equação (4), é:

$$Z_{a_{inv}} = vm_{inv} - ve_{inv}$$

$$Z_{a_{inv}} = 4,666 - 2,000$$

$$Z_{a_{inv}} = 2,666$$

```

agentX.asl agentI.asl agentY.asl
188 .print("AgentI, pode colher para mim?");
189 .send(agentI, tell, podeColher).
190

```

Figura 30: Y pede ajuda para I em AgentSpeak(L)

Algoritmo 5: Pode Colher I pede para Y

Avaliar seu valor máximo de investimento de tempo e de dificuldade
 Avaliar seu valor expectativa de investimento de tempo e de dificuldade
 Racionar sob a dificuldade e o tempo do valor do serviço requisitado por Y
 Calcular a zona de aceitação de investimento
 Calcular o valor de aceitação de investimento
 Calcular o valor estimado de investimento
if *pedido esta dentro zona de aceitação* **then**
 I envia proposta de realização do serviço para Y
else
 Não realiza o serviço para Y
endif

```

agentX.asl agentI.asl agentY.asl
302 +podeColher[source(Ag)]: true
303 <- ?expectativaMinInvestimentoColher(MiDf,MiCt,MiTp);
304 ?expectativaMaxInvestimentoColher(MaDf,MaCt,MaTp);
305 ?pesoDificuldadeColher(PesoDf);
306 ?pesoInvTempoColher(PesoT);
307 .shuffle(MiDf, MINDf);
308 .shuffle(MiTp, MINTp);
309 .shuffle(MaDf, MAXDf);
310 .shuffle(MaTp, MAXTp);
311 .nth(0, MINDf, MinDf);
312 .nth(0, MINTp, MinT);
313 .nth(0, MAXDf, MaxDf);
314 .nth(0, MAXTp, MaxT);
315 for(.range(Y, MinDf, MaxDf)){
316 ?dificuldade(S,X);
317 .concat(X,[Y], Z);
318 --dificuldade(colher, Z);};
319 ?dificuldade(S, LD);
320 .shuffle(LD, LDS);
321 .nth(0, LDS, Dificuldade);
322 .print("Colher: (estimado) Dificuldade/ValorObs é: ", Dificuldade);
323 for(.range(W, MinT, MaxT)){
324 ?tempo(U, V);
325 .concat(V,[W], T);
326 --tempo(colher, T); };
327 ?tempo(U, LT);
328 .shuffle(LT, LTS);
329 .nth(0, LTS, Tempo);
330 .print("Colher: (estimado) Tempo/ValorObs é: ", Tempo);
331 ValorMin = (PesoDf * MinDf + PesoT * MinT)/(PesoDf + PesoT);
332 ValorMax = (PesoDf * MaxDf + PesoT * MaxT)/(PesoDf + PesoT);

```

Figura 31: I pede para Y colher em AgentSpeak(L)

- Valor máximo de investimento (vm_{inv}) do horticultor I :

$$vm_{inv} = \frac{3 \times 4 + 6 \times 5}{3 + 6}$$

$$vm_{inv} = 4,666$$

- Valor expectativa de investimento (ve_{inv}) do horticultor X :

$$ve_{inv} = \frac{3 \times 2 + 6 \times 2}{3 + 6}$$

$$ve_{inv} = 2.000$$

II) Adequação de investimento:

$$A_{inv} = vm_{inv} - vo_{inv}$$

$$A_{inv} = 4.666 - 2.333$$

$$A_{inv} = 2.333$$

- Assumindo o valor observado de investimento (vo_{inv}) do horticultor I tem-se:
 $Dificuldade/ValorObs_{inv} = 3$ e $Tempo/ValorObs_{inv} = 2$, obtém-se:

$$vo_{inv} = \frac{3 \times 3 + 6 \times 2}{6 + 3}$$

$$vo_{inv} = 2.333$$

III) Valor de investimento estimado:

$$R = 1 - \frac{2.333}{2.666} = 0.125$$

Como se pode notar na Figura 32, o serviço solicitado para o horticultor I se encontra dentro da zona de aceitação que ele possui, convertendo-se em um serviço adequado para ele executar, ou seja, colher no terreno do horticultor Y não causará prejuízo a ele. Após uma análise, I enviará uma mensagem para Y , informando em quanto tempo ele poderia colher e como seria a qualidade do trabalho que faria.

O horticultor Y , ao receber a proposta de I , inicia uma análise para saber se é o que ele realmente está precisando. Esta análise é baseada no perfil numérico da Tabela 6 e seguindo a sequência de passos do Algoritmo 6. Em agentSpeak (Ver Figura 33)

Novamente, baseados na Definição 3.1.3 sobre o valor de satisfação, se tem:

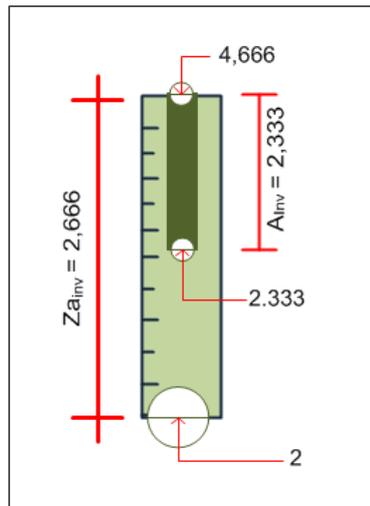


Figura 32: Avaliação do investimento do serviço solicitado: Colher I - Y

Algoritmo 6: Proposta serviço colher Y - I

Avaliar seu valor desejado de satisfação sobre o tempo e a dificuldade

Avaliar seu valor mínimo de satisfação sobre o tempo e a dificuldade

Calcular o valor observado da qualidade e tempo oferecido por X

Calcular a zona de aceitação da satisfação

Calcular o valor de adequação da satisfação

Calcular o valor estimado da satisfação

if *satisfação gerada esta dentro zona de aceitação* **then**

 Y envia resposta de serviço aceito

else

 Y não aceita que I colha

endif

```

agentX.asl  agentY.asl  agentY.asl
451
452=+lavalciarServico(Ag, ValorObs, ValorMin, Servico) : ValorObs >= ValorMin
453= <- .print("Colher: Aceito o servico ", Servico, " oferecido por ", Ag);
454= .time(H, M, S);
455= ++tempoCorrente(M, S);
456= .send(Ag, tell, servicoAceito(Servico)).
457
458=+lavalciarServico(Ag, ValorObs, ValorMin, Servico) : ValorObs < ValorMin
459= <- .print("Colher: Nao aceito o servico ", Servico, " oferecido por ", Ag);
460= .send(Ag, tell, servicoNaoAceito(Servico)).
461

```

Figura 33: Proposta de serviço: Colher Y - I em AgentSpeak(L)

I) A zona de aceitação de satisfação Y , segundo a Equação (10), é:

$$Za_{satisf} = vd_{satisf} - vm_{satisf}$$

$$Za_{satisf} = 4,909 - 3,000$$

$$Za_{satisf} = 1,909$$

- Valor desejado de satisfação (vd_{satisf}), do horticultor Y :

$$vd_{satisf} = \frac{7 \times 6 + 4 \times 3}{7 + 4}$$

$$vd_{satisf} = 4,909$$

- Valor mínimo de satisfação (vm_{satisf}) do horticultor Y :

$$vm_{satisf} = \frac{7 \times 3 + 4 \times 3}{7 + 4}$$

$$vm_{satisf} = 3,000$$

II) Adequação da satisfação:

$$A_{satisf} = vo_{satisf} - vm_{satisf}$$

$$A_{satisf} = 4 - 3$$

$$A_{satisf} = 1$$

- Valor observado de satisfação (vo_{satisf}), do horticultor I :
 $Qualidade/ValorObs_{satisf} = 4,000$ e $Tempo/ValorObs_{satisf} = 4,000$,
 temos:

$$vo_{satisf} = \frac{7 \times 4 + 4 \times 4}{7 + 4}$$

$$vo_{satisf} = 4$$

III) Valor de satisfação estimado, baseado somente na proposta do horticultor I , porque o serviço ainda não foi prestado.

$$S = \frac{1}{1,909} = 0,523$$

Isso significa que a proposta feita por I , para realizar a colheita, é o que Y está precisando, proporciona uma satisfação que ele está procurando, como mostra a Figura 34. Finalmente, Y envia uma mensagem de aceitação para iniciar o processo de troca de serviço com I . Se vo_{satisf} for menor que o valor mínimo de satisfação que ele tem, então o horticultor Y enviará uma mensagem para I , avisando que o que ele está oferecendo para realizar a colheita não é o que ele está procurando. Como consequência, Y não

inicia um processo de troca de serviço com I .

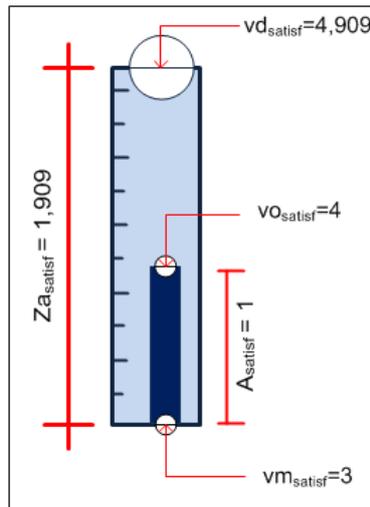


Figura 34: Avaliação da satisfação do serviço solicitado: Colher Y - I

Quando os dois horticultores I e Y concordam, I inicia a realização do serviço. I vai obter o verdadeiro valor de dificuldade e o tempo real que a realização do serviço demandou. Isto vai permitir ao agente obter seu valor de observação final, permitindo calcular o valor real de investimento e o valor de crédito pela realização do serviço de plantar. E o horticultor Y , quando receber o serviço, vai ter um valor observado final, que será o resultado da qualidade do serviço recebido e do tempo de entrega. Obtem-se assim os seguintes cálculos:

- Para o horticultor I , após da realização do serviço:
 - Dificuldade real da realização do serviço:

$$\text{Dificuldade}/\text{ValorObs}_{inv} = 3.000.$$
 - Tempo real gasto na realização do serviço solicitado:

$$\text{Tempo}/\text{ValorObs}_{inv} = 4$$
 - Valor observado de investimento ($v_{o_{inv}}$):

$$v_{o_{inv}} = \frac{3 \times 3 + 6 \times 4}{3 + 6}$$

$$v_{o_{inv}} = 3.666$$

Indicando assim, que tanto a dificuldade quanto o tempo real gerado com a realização do serviço, permitem obter um valor observado que se encontra dentro da zona de aceitação de investimento já calculado, ainda quando, tem mudança no tempo real com respeito ao tempo estimado.

- Valor de investimento real R_{iy} :

$$R_{iy} = 1 - \frac{4.666 - 3.666}{2.666} = 0.624$$

- Valor de crédito V_{iy} :

$$V_{iy} = 0.624 + (1 - 0.624) \times 0.045 = 0,642$$

Tudo que o horticultor I investiu ao colher na área de terreno de Y está representado por 0.624. Além disso, o que ele se acha merecedor é 0.642, que representa seu valor de crédito.

- Para o horticultor Y , após do recebimento do serviço:

- Qualidade real do serviço:

$$Qualidade/ValorObs_{satisf} = 5.000.$$

- Tempo em que foi entregue o serviço solicitado

$$Tempo/ValorObs_{satisf} = 3$$

- Valor observado de satisfação (vO_{satisf}):

$$vO_{satisf} = \frac{7 \times 5 + 4 \times 3}{7 + 4}$$

$$vO_{satisf} = 4,272$$

O novo valor observado diferem ao valor estimado mas, ainda se encontra dentro da zona de aceitação de satisfação do horticultor.

- Valor de satisfação S_{yi} :

$$S_{yi} = \frac{4,272 - 3,000}{1,909} = 0,666$$

- Valor de débito T_{yi} :

$$T_{yi} = 0,666 + (1 - 0,666) \times 0.006 = 0,668$$

O horticultor Y recebeu o serviço que solicitou do horticultor I , com a qualidade menor e no tempo maior, então, gerando assim, um valor de satisfação menor ao valor estimado. No entanto, o horticultor Y sente que tem uma dívida com o horticultor I , equivalente a 0.668, considerando que o horticultor Y valoriza o serviço que recebe.

Dessa forma, se finaliza a etapa I da troca 02, entre o horticultor I e horticultor Y .

4.2.1.2 Etapa II em TSAI

Na continuidade das interações sociais, os horticultores X , I e Y se encontram em trabalhos contínuos nas hortas. Eles tem em suas crenças os valores de trocas obtidos anteriormente na realização de trocas, como mostra Tabela 8.

Tabela 8: Resumo de valores de troca: Etapa I- 01 e 02.

Horticultor	Valor de troca		Serviço	Relação	Condição
X	R_{xi}	0,617	Plantar	Para I	Conhece só a I
	V_{xi}	0,639			
I	S_{ix}	0,615	Plantar	De X	Conhece X e Conhece Y
	T_{ix}	0,622			
	R_{iy}	0,624	Colher	Para Y	
	V_{iy}	0,642			
Y	S_{yi}	0,666	Colher	De I	Conhece só a I
	T_{yi}	0,668			

Em determinada situação, o horticultor X se encontra procurando ajuda para irrigar seu terreno. Lembrando que a algum tempo ele ajudou ao horticultor I para plantar nos terrenos dele, ele o procura para pedir o favor (Ver Algoritmo 7). Em agentSpeak (Ver Figura35)

Algoritmo 7: X pede ajuda para I

X Envia solicitação para I

Output: Horticultor I , pode irrigar para mim?

```

agentX.asl
205 .print("AgentI, pode irrigar para mim?");
206 .send(agentI, tell, podeIrrigar).
207
  
```

Figura 35: X pede ajuda para I em AgentSpeak(L)

Quando o horticultor X se comporta como o solicitante de um serviço, ele é uma pessoa que não fica satisfeito com facilidade, não valoriza muito o trabalho que outros fazem para ele. Se importa muito com o tempo e com a qualidade do serviço. Além disso, ele não se preocupa com o preço que terá que gastar pela sua obtenção. Considerando essa informação, se tem, para o horticultor X , o perfil numérico apresentado na Tabela 9.

O horticultor I , ao receber a solicitação, e reconhecendo que tem uma dívida com o horticultor X , aceita realizar o serviço, mas não tem o conhecimento para realizar a irrigação da plantação. Dessa forma, ele deve **terceirizar** a realização do serviço, como mostra na sequência de passos do Algoritmo 8. Em agentSpeak (Ver Figura 36)

O horticultor I pode verificar, conforme a informação mostrada na Tabela 2 que o horticultor Y tem as habilidades necessárias para realizar o serviço que ele tem que entregar para X . Além disso, segundo a informação na Tabela 8, o agente Y tem um valor de crédito aproximado ao débito que ele tem com X . Dessa forma, o horticultor I envia um mensagem para Y . Em agentSpeak (Ver Figura37)

Algoritmo 8: Pode Irrigar

Recepciona o pedido de serviço
 Analisa o serviço
if *Pode efetuar o serviço* **then**
 Realiza avaliação do pedido
 Envia proposta de serviço aceito para X
else
 Verifica se tem débito com X
 if *Tem débito com X* **then**
 Procura um horticultor com quem tem um Crédito equivalente ao débito
 que tem com X
 Pede ajuda para realizar o serviço
 else
 Comunica que não pode realizar o serviço solicitado
endif
endif



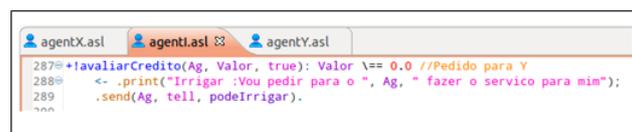
```

agentX.asl  agentI.asl  agentY.asl
260 /* IRRIGAR X - I */
261 +podeIrrigar[source(Ag)] : true
262   <- ?debitoReal(Ag, Debito, S);
263   ?ciclo(X);
264   !avaliarDebito(Ag, Debito, X);
265   !apagaCrenca(podeIrrigar[source(Ag)]).
266
  
```

Figura 36: Pode Irrigar X - I em AgentSpeak(L)

Algoritmo 9: I pede ajuda para Y

I Envia solicitação para *Y*
Output: Horticultor Y, pode irrigar para mim?



```

agentX.asl  agentI.asl  agentY.asl
287 +!avaliarCredito(Ag, Valor, true): Valor \== 0.0 //Pedido para Y
288   <- .print("Irrigar :Vou pedir para o ", Ag, " fazer o servico para mim");
289   .send(Ag, tell, podeIrrigar).
290
  
```

Figura 37: I pede ajuda para Y em AgentSpeak(L)

Tabela 9: Perfil numérico do horticultor X: Quando solicita um serviço.

Horticultor X	
Serviço requerido	Irigar
Nível de exigência para se satisfazer	[6, 10]
Valor desejado de satisfação (Qualidade, Preço, Tempo)	(10, 0, 9)
Valor mínimo de satisfação (Qualidade, Preço, Tempo)	(8, 0, 6)
Peso para qualidade	6
Peso para tempo	6

Nessa etapa, o horticultor Y comporta-se como uma pessoa que realiza um serviço como pagamento de uma dívida. Ele se caracteriza por ser uma pessoa que oferece pouco na realização do serviço, mas valoriza muito o esforço que investe para fazer um serviço. Se importa mais com a dificuldade para realizar um serviço do que com o tempo investido. Para ele, o custo para realizar o serviço é algo que não influenciará na decisão que ele tem que tomar. A Tabela 10 apresenta o perfil numérico correspondente a ele.

Tabela 10: Perfil numérico do horticultor Y: Quando realiza serviço para outros

Horticultor Y	
Serviço solicitado	Irigar
Intenção de investimento	[1, 6]
Valor máximo de investimento (dificuldade, custo, tempo)	(4, 0, 5)
Valor expectativa mínima de investimento (dificuldade, custo, tempo)	(3, 0, 4)
Peso para dificuldade	7
Peso para tempo	5

Também, o horticultor I, quando atua como um agente que vai avaliar o serviço terceirizado, vai se caracterizar por ficar satisfeito com facilidade, no momento da avaliação do serviço. Ele vai se importar mais com a qualidade de como foi feito o serviço que com o tempo que foi investido para ser feito, como apresenta o perfil numérico da Tabela 11.

Tabela 11: Perfil numérico do horticultor I: No processo de terceirização

Horticultor I: Terceirização	
Serviço solicitado	Irigar
Nível de exigência para se satisfazer	[1, 6]
Valor desejado de satisfação (Qualidade, custo, tempo)	(6, 0, 5)
Valor mínima de satisfação (Qualidade, custo, tempo)	(1, 0, 3)
Peso para qualidade	6
Peso para tempo	2

Realização dos cálculos para Etapa - II das TSAI: Repetindo o procedimento de cálculo dos valores na Etapa I - TSAI, foi realizado o cálculo do valor de investimento realizado por horticultor Y para realizar o serviço de irrigar solicitado pelo horticultor I, obtendo os seguintes resultados:

a) Valores observados por Y :

- Dificuldade na realização do serviço: $Dificuldade/ValorObs_{inv} = 4,000$.
- Tempo gasto na realização do serviço: $Tempo/ValorObs_{inv} = 4,000$

b) Valores que compõem a zona de investimento (Ver Figura38):

- Valor observado de investimento: $vo_{inv} = 4$
- Valor máximo de investimento: $vm_{inv} = 4,416$
- Valor expectativa de investimento: $ve_{inv} = 3,416$

c) Adequação: $A_{inv} = 0,416$

d) Zona de aceitação: $Za_{inv} = 1$

e) Valor de investimento: $R_{yi} = 0,583$

Da mesma maneira, o procedimento executado para obter o valor de satisfação com os agentes I e Y , na Etapa I, é utilizado para calcular o valor de satisfação do horticultor I na verificação do serviço entregue por Y , obtendo o seguintes valores:

a) Valores observados por I (irrigar):

- Qualidade real observada da realização do serviço:
 $Qualidade/ValorObs_{satisf} = 5,000$.
- Tempo real gasto na realização do serviço solicitado:
 $Tempo/ValorObs_{satisf} = 2,000$

b) Valores que compõem a zona de aceitação de satisfação (Ver Figura 38):

- Valor observado de satisfação: $vo_{satisf} = 4,25$
- Valor desejado de satisfação: $vd_{satisf} = 5,75$
- Valor mínimo de satisfação: $vm_{satisf} = 1,5$

c) Adequação: $A_{inv} = 2,75$

d) Zona de aceitação: $Za_{inv} = 4,25$

e) Valor de satisfação: $S_{iy} = 0,647$

O horticultor X recebe o serviço realizado por Y por meio de I , avalia o serviço tendo em conta seus próprios limites:

a) Valores observados por X (irrigar):

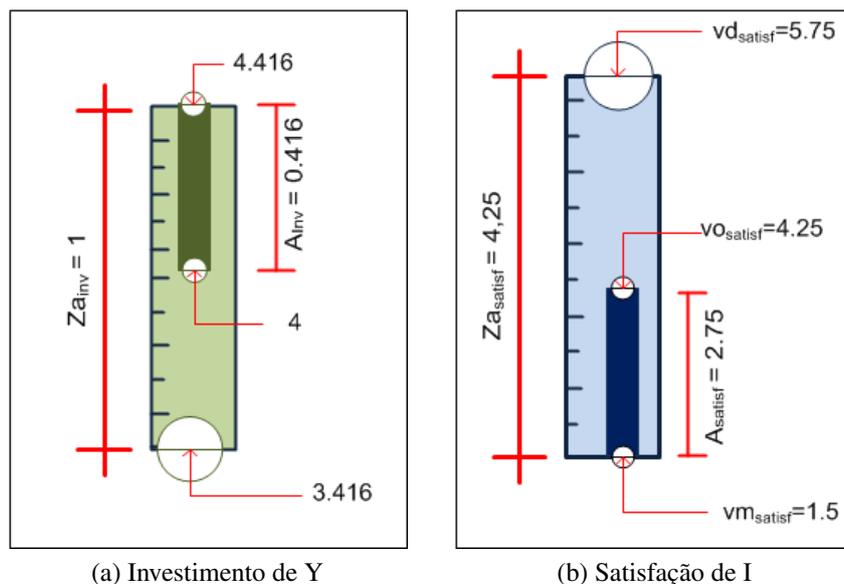


Figura 38: Avaliação do serviço irrigar

- Qualidade real observada da recepção do serviço:
 $Qualidade/ValorObs_{satisf} = 9,000$.
- Tempo real gasto na realização da recepção solicitado:
 $Tempo/ValorObs_{satisf} = 8,000$

b) Valores que compõem a zona de aceitação de satisfação (Ver Figura 39):

- Valor observado de satisfação: $vo_{satisf} = 8,5$
- Valor desejado de satisfação: $vd_{satisf} = 9,5$
- Valor mínimo de satisfação: $vm_{satisf} = 7$

c) Adequação: $A_{inv} = 1,5$

d) Zona de aceitação: $Za_{inv} = 2,5$

e) Valor de satisfação: $S_{xi} = 0,6$

Finalmente, como mostra a Tabela 12, se obtêm os valores de troca na Etapa II das TSAI.

Tabela 12: Resumo dos valores de trocas: Etapa II - TSAI

Horticultor	Valor de Troca	Serviço	Relação
X	S_{xi} 0,6	Irrigar	De I
I	S_{iy} 0,647	Irrigar	De Y
Y	R_{yi} 0,583	Irrigar	Para I

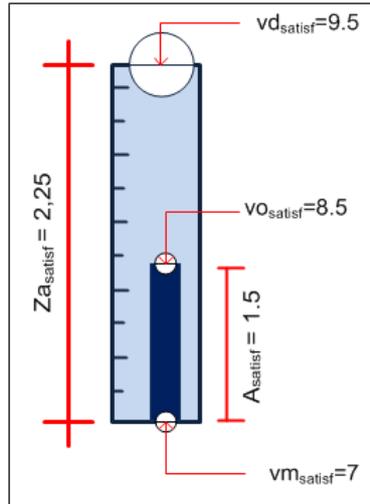


Figura 39: Avaliação da satisfação do serviço solicitado: Irrigar

4.2.1.3 Equilíbrio das TSAI

Finalizado o processo de troca, se faz a análise dos valores de trocas gerados nas duas etapas, da seguinte maneira:

Equilíbrio entre X e I , a partir de Y :

$$R_{xi}^{I_1} + S_{xi}^{II} \cong 0$$

$$-0,617 + 0,6 \cong 0$$

$$-0,017 \cong 0$$

Equilíbrio de I , para cada X :

$$S_{ix}^{I_1} \cong V_{terc(i|y)}^{II}$$

$$0,615 \cong 0,642$$

Equilíbrio de I , para cada Y :

$$R_{iy}^{I_2} + S_{iy}^{II} \cong 0$$

$$-0,624 + 0,647 \cong 0$$

$$0,023 \cong 0$$

Equilíbrio de Y , para cada I :

$$S_{yi}^{I_2} + R_{yi}^{II} \cong 0$$

$$0,666 - 0,583 \cong 0$$

$$0,083 \cong 0$$

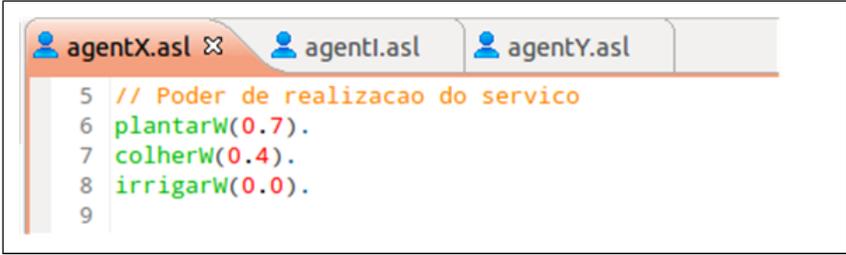
Cada um dos processo de trocas do modelo TSAI, mantem certo equilíbrio, considerando ainda, os diferentes estados internos dos horticultores, o que permite dizer, que cada um dos horticultores, ao encontrar um equilibrio pode aceitar uma nova iteração.

4.2.2 Dependência em TSAI

O cálculo do grau de dependência entre os horticultores X , I e Y , vai ser realizado levando em conta os valores de crédito existentes e o poder de realização do serviço que cada horticultor tem, como mostra na Tabela 13. Em agentSpeak (Ver Figura40)

Tabela 13: Poder de realização de cada horticultor

Horticultor	Serviço	Poder de realização (W)
X	Plantar	0,7
	Colher	0,4
	Irigar	0,0
I	Plantar	0,4
	Colher	0,8
	Irigar	0,2
Y	Plantar	0,4
	Colher	0,5
	Irigar	0,8



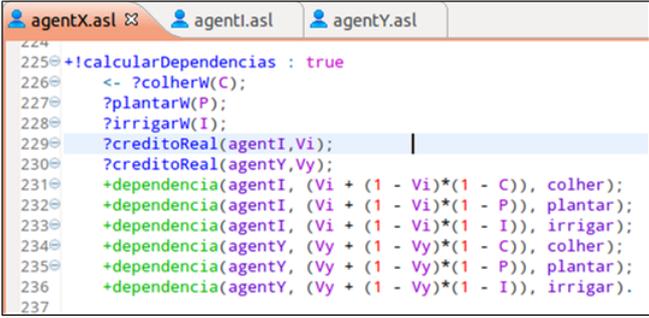
```

agentX.asl x agentI.asl agentY.asl
5 // Poder de realizacao do servico
6 plantarW(0.7).
7 colherW(0.4).
8 irrigarW(0.0).
9

```

Figura 40: Poder de realização do serviço em AgentSpeak(L)

Para cada um dos horticultores que fazem parte deste estudo de caso, existem os seguintes resultados de grau de dependência, baseado na definição 3.2.1, sobre as dependências em TSAI. Em agentSpeak (Ver Figura41)



```

agentX.asl x agentI.asl agentY.asl
225 +!calcularDependencias : true
226 <- ?colherW(C);
227 ?plantarW(P);
228 ?irrigarW(I);
229 ?creditoReal(agentI,Vi);
230 ?creditoReal(agentY,Vy);
231 +dependencia(agentI, (Vi + (1 - Vi)*(1 - C)), colher);
232 +dependencia(agentI, (Vi + (1 - Vi)*(1 - P)), plantar);
233 +dependencia(agentI, (Vi + (1 - Vi)*(1 - I)), irrigar);
234 +dependencia(agentY, (Vy + (1 - Vy)*(1 - C)), colher);
235 +dependencia(agentY, (Vy + (1 - Vy)*(1 - P)), plantar);
236 +dependencia(agentY, (Vy + (1 - Vy)*(1 - I)), irrigar).
237

```

Figura 41: Dependência em AgentSpeak(L)

1. Etapa I - Troca 01 - Plantar: Horticultor I com respeito ao horticultor X :

$$G_{dep}^{ix} = V + (1 - V)(1 - W)$$

$$G_{dep}^{ix} = 0 + (1 - 0)(1 - 0,4)$$

$$G_{dep}^{ix} = 0,6$$

Isto significa que : O horticultor I , para alcançar seu objetivo de plantar, tem uma dependência muito fraca com o horticultor X , com um grau de dependência de 60%. Se I não obter ajuda de X tem 40% de probabilidade de realizar seu objetivo.

2. Etapa I - Troca 01 - Plantar: Horticultor X com respeito ao horticultor I :

$$G_{dep}^{xi} = V + (1 - V)(1 - W)$$

$$G_{dep}^{xi} = 0 + (1 - 0)(1 - 0,7)$$

$$G_{dep}^{xi} = 0,3$$

Isto significa que: O horticultor X , para alcançar seu objetivo de plantar, tem uma dependência muito fraca, com um grau de dependência de 30% com o horticultor I . Se I não obter ajuda de X tem 70% de probabilidade de realizar seu objetivo.

3. Etapa I - Troca 02 - Colher: Horticultor Y com respeito ao Horticultor I :

$$G_{dep}^{yi} = 0 + (1 - 0)(1 - 0,5)$$

$$G_{dep}^{yi} = 0,5$$

Isto significa que: O horticultor Y , para alcançar seu objetivo de colher, tem um 50% de probabilidade de obter o serviço que precisa sem ajuda de outro horticultor. Y apresenta uma dependência muito fraca com respeito ao I , com um grau de dependência do 50%.

4. Etapa I - Troca 02 - Colher: Horticultor I com respeito ao Horticultor Y :

$$G_{dep}^{iy} = 0 + (1 - 0)(1 - 0,8)$$

$$G_{dep}^{iy} = 0,2$$

Isto significa que: O horticultor I , para alcançar seu objetivo de colher, tem 80% de probabilidade de realizar a colheita sem ajuda. I apresenta uma dependência muito fraca, com um grau de dependência de 20% com respeito do horticultor Y . Ou seja, se I não obter ajuda de Y , tem 80% de probabilidade de realizar o serviço que precisa.

5. Etapa II -Irigar: Horticultor X com Horticultor I :

$$G_{dep}^{xi} = 0,639 + (1 - 0,639)(1 - 0)$$

$$G_{dep}^{xi} = 1$$

Isto significa que: O horticultor X , não tem condições para realizar o serviço que ele precisa sem ajuda de outro horticultor. X , apresenta uma dependência muito forte com I .

6. Irrigar: Horticultor I com respeito ao horticultor X :

$$G_{dep}^{ix} = 0 + (1 - 0)(1 - 0,2)$$

$$G_{dep}^{ix} = 0,80$$

Isto significa que: O horticultor I , não tem condições para realizar o serviço que ele precisa entregar para X sem ajuda de outro horticultor. I apresenta uma dependência forte, com um grau de dependência de 80%.

7. Etapa II -Irigar: Horticultor I com Horticultor Y :

$$G_{dep}^{iy} = 0,642 + (1 - 0,642)(1 - 0,2)$$

$$G_{dep}^{iy} = 0,928$$

Isto significa que: O horticultor I , não tem condições para realizar o serviço que ele precisa sem ajuda de Y . I apresenta uma dependência muito forte com respeito ao Y . Se I não obter ajuda de Y , tem um 7,2% de probabilidade de realizar o serviço que precisa.

8. Etapa II -Irigar: Horticultor X com respeito ao horticultor Y :

$$G_{dep}^{xy} = 0 + (1 - 0)(1 - W)$$

$$G_{dep}^{xy} = 0 + (1 - 0)(1 - 0)$$

$$G_{dep}^{xy} = 0$$

Isto significa que : Entre X e Y , dois horticultores que não se conhecem, existe uma dependência implícita, muito forte.

Finalmente, se mostra o resumo das iterações com os graus de dependência na Tabela 14.

4.2.3 Reputação em TSAI

Para esta seção, os cálculos são baseados na Equação (25) da Definição 3.3.1 sobre reputação em TSAI.

Tabela 14: Resumo das relações de dependência

Etapa	Serviço	Horticultor	Dependência			V	W
			Grau	Tipo	Relação		
I - 01	Plantar	I com X	0,6	Muito fraca	Explícita	0	0,4
I - 01	Plantar	X com I	0,3	Muito fraca	Explícita	0	0,7
I - 02	Colher	Y com I	0,5	Muito fraca	Explícita	0	0,5
I - 02	Colher	I com Y	0,2	Muito fraca	Explícita	0	0,8
II	Irigar	X com I	1	Muito forte	Explícita	0,639	0,0
II	Irigar	I com X	0,8	Forte	Explícita	0	0,2
II	Irigar	I com Y	0,928	Muito forte	Explícita	0,642	0,2
II	Irigar	X com Y	0	Muito forte	Implícita	0	0,0

A) Primeiro será analisado o Valor de reputação dos valores de trocas, por comparação na tricotomia do valor de satisfação esperada com a satisfação real obtida, como mostra a Tabela 15.

Tabela 15: Valor da reputação

Horticultor	Valor de Troca	Valor de Satisfação		Vrep
		Real	Estimado	
<i>X</i>	S_{xi}	0,600	0,800	0
<i>I</i>	S_{ix}	0,615	0,538	1
	S_{iy}	0,647	0,523	1
<i>Y</i>	S_{yi}	0,666	0,476	1

B) Depois de se obter o valor de reputação dos valores de trocas (Ver Tabela 15), se determina a reputação de cada horticultor, segundo a Definição 3.3.1. Em agentSpeak (Ver Figura 42).

```

agentX.asl  agentI.asl  agentY.asl
419@      ?dependencia(Ag, Gdep, Servicio);
420@      .print("Irigar: Valor de Vrep ", Vrep, " Valor de Gdep ", Gdep);
421@      if(Vrep >= 0.5 & Gdep >= 0.5){
422@          Reputacao = Vrep + (1 - Vrep) * Gdep;
423@      }
424@      if(Vrep < 0.5 & Gdep >= 0.5){
425@          Reputacao = (1 - Gdep) * Vrep;
426@      }
427@      if(Gdep < 0.5){
428@          Reputacao = Vrep;
429@      }
430@      addReputacao(Reputacao, agentX, Ag, R)[artifact_id(RepArt)];
431@      .print("Valor de reputacao com o ag, "Ag," : ",R);
432@      +reputacao(Ag, R);
433@      --creditoReal(Ag, 0, _);
434@      lapagaCrenca(debitoQuitado(0, Servicio, Debito)[source(Ag)]);
435@

```

Figura 42: Reputação em AgentSpeak(L)

– Etapa I: Troca 01 - Plantar, Serviço requerido do horticultor *I* para horticultor *X*, valores requerido para o cálculo:

* S_{ix} real = 0,615

* S_{ix} estimada = 0,538

- * V_{rep} de S_{ix} real = 1
- * $G_{dep}^{ix} = 0,928$

Segundo as condições da equação tem-se:

$$Rep = V_{Rep} + (1 - V_{Rep}) \times G_{dep} \quad Se : G_{dep} \geq 0,5 \wedge V_{Rep} \in \{1; 0,5\}$$

$$Rep = 1$$

Isto significa que: O horticultor I , na recepção do serviço ficou, muito satisfeito, o que quer dizer, que o horticultor X entregou-lhe o serviço que ele precisava, ganhando assim uma reputação 1, equivalente a Excelente.

- Etapa I: Troca 02 - Colher, Serviço requerido do horticultor Y para horticultor I , valores requerido para o cálculo:

- * S_{yi} real = 0,666
- * S_{yi} estimada = 0,476
- * V_{rep} de S_{yi} real = 1
- * $G_{dep}^{yi} = 0,5$

Segundo as condições da equação tem-se:

$$Rep = 1 + (1 - 1) \times 0,5 \quad Se : G_{dep} \geq 0,5 \wedge V_{Rep} \in \{1; 0,5\}$$

$$Rep = 1$$

Isto significa que: O horticultor Y , na recepção do serviço ficou, muito satisfeito, o que quer dizer, que o horticultor I entregou-lhe o serviço que ele precisava, ganhando assim uma reputação 1, equivalente a Excelente.

- Etapa II: Irrigar, Serviço requerido do horticultor X para horticultor I , valores requerido para o cálculo:

- * S_{xi} real = 0,600
- * S_{xi} estimada = 0,800
- * V_{rep} de S_{xi} real = 0
- * $G_{dep}^{xi} = 1$

Segundo as condições da equação tem-se:

$$Rep = (1 - G_{dep}) \times V_{Rep} \quad Se : G_{dep} \geq 0,5 \wedge V_{Rep} = 0$$

$$Rep = (1 - 1) \times 0$$

$$Rep = 0$$

Isto significa que: O horticultor X , na recepção do serviço, não recebeu o que precisava, o que quer dizer, que o horticultor I não ficou satisfeito, ganhando assim uma reputação 0, equivalente a Pésimo.

– Etapa II: Irrigar, Serviço requerido do horticultor X para horticultor I , valores requerido para o cálculo:

$$* S_{iy} \text{ real} = 0,647$$

$$* S_{iy} \text{ estimada} = 0,523$$

$$* V_{rep} \text{ de } S_{iy} \text{ real} = 1$$

$$* G_{dep}^{iy} = 0,928$$

Segundo as condições da equação teríamos:

$$Rep = 1 + (1 - 1) \times 0,928 \quad Se : G_{dep} \geq 0,5 \wedge V_{Rep} \in \{1; 0,5\}$$

$$Rep = 1$$

Isto significa que: O horticultor I , na recepção do serviço ficou, muito satisfeito, o que quer dizer, que o horticultor Y entregou-lhe o serviço que ele precisava, ganhando assim uma reputação 1, equivalente a Excelente.

Tabela 16: Resumo da Reputação dos Horticultores

Horticultores	Serviço que recebeu	Valor numérico da reputação	Reputação
I respeito com X	Plantar	1	Excelente
Y respeito com I	Colher	1	Excelente
X respeito com I	Irrigar	0	Pésimo
I respeito com Y	Irrigar	1	Excelente

O único agente que avalia negativamente a reputação foi X , visto ser muito exigente. Isso também se comprova no cálculo do equilíbrio (Seção 4.2.1.3).

4.2.4 Transferência de Confiança em TSAI

Finalmente, concluídas as Etapas I e II das trocas sociais com agente intermediário, com os cálculos de dependência e de reputação, o horticultor X , que recebeu o serviço de irrigar do horticultor Y por intermédio do horticultor I , vai avaliar em uma necessidade de serviço futuro, se pode confiar em Y , mesmo que não tenham interagido diretamente. Para isto, ele tem:

- Cada horticultor possui um nível de confiança que é aceitável para ele. Para este estudo de caso, o horticultor X , dentro do perfil de personalidade que ele possui, se caracteriza por ser uma uma pessoa que confia com facilidade, ou seja, é pouco desconfiada. Geralmente acredita na informação que recebe de outras pessoas, sendo

numericamente representado por 0,4. Se o valor estivesse mais perto de 1, indicaria que ele é uma pessoa muito desconfiada. Em agentSpeak (Ver Figura 43)

- Avalia transferência de confiança para Y (Algoritmo 10)

Algoritmo 10: Análise de transferência de confiança

Verifica reputação de I

if reputação de $I \geq 0,4$ **then**

 Considera a informação entregue por I sobre Y

X Verifica reputação do horticultor Y

if reputação de $Y \geq 0,4$ **then**

X Transfere confiança para Y

else

X Não transfere confiança para Y

endif

else

X Desconsidera a informação entregue por I

 Finaliza a tentativa de transferência de confiança

endif

```

435
436+indicacao(AgI, R)[source(Ag)] :true
437@ <- .print("O agente ", Ag, " me indicou o agente ", AgI);
438@ ?confianca(C);
439@ ?reputacao(Ag, Valor);
440@ !requisitarATerceiro(AgI, Ag, Valor, C, R);
441 !agagaCrenca(indicacao(AgI, R)[source(Ag)]);
442@ !requisitarATerceiro(AgAlvo, Ag, Valor, C, R): Valor >= C & R >= C
443@ <- .time(H, M, S);
444@ --tempoCorrente(M, S);
445@ .print("TRASFERE CONFIANCA: Agente ", AgAlvo, " pode irrigar para mim, quem te indicou foi o agente: ", Ag);
446 .send(AgAlvo, tell, podeIrigarTrans);
447@ !requisitarATerceiro(AgAlvo, Ag, Valor, C, R): Valor < C | R < C
448@ <- .print("NAO TRASFERE CONFIANCA: na indicação do agente ", Ag);
449 .send(Ag, tell, loop);
450

```

Figura 43: Análise de transferência de confiança em AgentSpeak(L)

- Para este estudo de caso, segunda a informação da Tabela 16, tem-se:
 - Reputação de I : 1 e 0 (Excelente e Péssimo), a média das reputações que tem I equivale a 0,5.
 - Reputação de Y : 1 (Excelente)
 - Nível de confiança de X : 0,4
- Realiza comparações:
 - 1- X Avalia a confiança que tem sobre I :
 - * $0,5 \geq 0,4$, como a reputação do horticultor I , é maior ao nível de confiança que o horticultor X tem considerado como aceitável, vai finalmente direcionar o comportamento de X , e finalmente X acredita na informação que horticultor I entrega sobre Y .
 - 2- X Avalia informação que tem sobre Y :

* $1 \geq 0,4$, Sendo verdadeira esta comparação, indica que X vai acreditar na boa informação existente sobre Y .

3- Assim, X transfere confiança para Y

4.3 Considerações Finais

A partir do estudo de caso desenvolvido prova-se que os modelos anteriormente apresentados foram corretamente definidos. Mesmo sendo um estudo de caso mais simples para TSAI, onde existem somente três agentes X , I e Y , foi possível demonstrar a transferência de confiança entre agentes que nunca realizaram trocas. Desta forma a tomada de decisão futura será ampliada, pois a rede de contatos foi ampliada, garantindo a escolha certa do parceiro e a realização de trocas futuras.

Durante o desenvolvimento da simulação, foram verificados e solucionados alguns problemas nas formulações dos modelos propostos, especificamente com a normalização dos dados numéricos.

5 CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

A teoria sociológica de Piaget para modelagem de interações em sociedades apresenta um procedimento para avaliar e representar as trocas de serviços entre indivíduos em sociedade. E, como no mundo real é muito comum à existência de intermediários no processo de trocas, é importante considerar a extensão da teoria das Trocas Sociais de Piaget para três agentes e analisar o processo da transferência de confiança entre os agentes envolvidos.

O objetivo geral desta dissertação foi desenvolver um modelo de trocas sociais em tríades de agentes para avaliar o processo de transferência de confiança baseado nos conceitos de reputação e relações de dependência em sistemas multiagentes.

A integração dos conceitos de valores de troca, dependência, reputação e confiança no processo de trocas sociais em tríades de agentes proporcionou a modelagem de uma estrutura interna para cada agente que interage nas trocas de serviços. A adição das informações de dependência, reputação e nível de confiança amplia as possibilidades de tomada de decisão do agente em seu ciclo de raciocínio, convertendo-se em fatores motivacionais e persuasivos que ajudam nas avaliações das trocas atuais e na realização de trocas futuras entre agentes que já mantiveram interações diretas ou indiretas.

Foi utilizado um estudo de caso para fazer a validação dos modelos propostos, realizando-se simulações que envolvem três agentes, nas quais cada um dos agentes, reconhecidos como horticultores da Horta San Jerónimo, apresentara um determinado perfil de comportamento no processo de interação. Além disso, nas duas Etapas do processo de trocas, um dos agentes se comporta como um agente intermediário, que não tem a possibilidade de realizar o pagamento de um serviço solicitado, mas interage entre dois agentes que não se conhecem, para que o serviço seja realizado.

Com esse Estudo de Caso foi possível validar os modelos propostos. Apesar da complexidade inerente a composição das crenças dos agentes que se encontram interagindo, esta proposta tornou possível ampliar a rede de contato do agente horticultor

X , permitindo a ele transferir sua confiança para o agente horticultor Y , um agente com quem nunca havia interagido antes e nem conhecia.

Finalmente, la implementação dos modelos foi realizada de forma que os fatores e pesos que determinam a troca de serviço entre os agentes seja alterada facilmente, tornando-se assim, uma ferramenta bastante útil para situações de simulação na área de simulação social.

As principais contribuições desta dissertação são:

1. Modelo das trocas sociais com agentes intermediários (TSAI): Constituída por formulações de valores de trocas.
 - Formulações para os cálculos dos valores de trocas:
 - Investimento;
 - crédito;
 - crédito de terceirização;
 - satisfação;
 - débito.
2. Modelo de dependência em TSAI:
 - Formulações para o cálculo do grau de dependência utilizando os valores de trocas e o poder de realização do serviço.
 - Identificação dos tipos de relações de dependências (explícitas e implícitas) com os grau de dependência (muito fracas, fracas, fortes e muito fortes).
3. Modelo de reputação em TSAI, com a formulação para o cálculo da reputação utilizando o grau de dependência e os valores de trocas.
4. Modelo de transferência de confiança em TSAI com sua formulação.
5. Também foram analisados os aspectos não econômicos dos processos de trocas sociais, e, para entender o comportamento dos agentes em iterações sociais de forma genérica, ou seja, para n agentes.
6. Finalmente, este trabalho gerou as seguintes publicações: (LEÓN; ADAMATTI; DIMURO, 2014a), (LEÓN; ADAMATTI; DIMURO, 2014b), (LEÓN; ADAMATTI; DIMURO, 2014c) e (LEÓN et al., 2014).

5.1 Trabalhos futuros

Neste trabalho foram considerados três agentes envolvidos no processo de interação dentro de um estudo de caso delimitado ao objetivo proposto.

Como trabalhos futuros, poderia-se realizar a análise de um número maior de agentes em diversos cenários de simulação, onde os agentes podem ter perfis diferentes. Isso permitiria avaliar se houve melhorias na satisfação com as trocas realizadas devido à transferência de confiança, reduzindo a dependência existente entre os agentes

Outro trabalho seria a integração dos modelos desenvolvidos com os conceitos de lógica fuzzy, como foi desenvolvido para trocas de serviço em FARIAS (2012).

Também seria importante avaliar se o processo de auto-regulação de trocas sociais, como foi provado em GONÇALVES (2009), pode ser realizado em modelos de trocas sociais com agentes intermediários.

Outro possível trabalho a ser realizado é a adaptação do perfil de cada agente durante as simulações, ou seja, agentes que não decorrer da simulação adquirem uma reputação muito negativa, e conseqüentemente, não realizam mais trocas com outros agentes, modificam seus fatores de investimento e satisfação para realizar novas trocas.

REFERÊNCIAS

- ACCIÓN, S. Ecologista en. Reglamento interno de criterios de participación en el programa de huertos de ocio de San Jerónimo. In: TECHNICAL REPORT, 2008. **Anais...** Seville - Spain, 2008.
- BISSOLI, S.; QUEIROZ, S. Descrição e classificação de interações sociais virtuais no jogo The Sims. **Ciências & Cognição**, [S.l.], v.14, p.210–224, 2009.
- BORDINI, R. H.; HÜBNER, J. F.; WOOLDRIDGE, M. **Programming Multi-agent Systems in AgentSpeak using Jason**. [S.l.]: University of Liverpool: Wiley, 2007. 294p.
- BRATMAN, M. E. **Intention, plans, and practical reason**. [S.l.]: Cambridge University Press, 1999. 200p.
- BROMLEY, D. **Reputation, Image and Impression Management**. [S.l.]: Wiley, 1993. 300p.
- CARBÓ, J.; MOLINA, J.; MURO, J. Trust Management Through Fuzzy Reputation. **Int. J. Cooperative Inf. Syst.**, [S.l.], v.12, n.1, p.135–155, 2003.
- CASTALDO, S. **Fiducia e relazioni di mercato**. [S.l.]: Il mulino, 2002. 336p. (Strumenti / [Il mulino].: Economia).
- CASTELFRANCHI, C.; CONTE, R. Agent Exchange Value: The Emergence of Organizational Structures. In: TECHNICAL REPORT, 1995. **Anais...** [S.l.: s.n.], 1995.
- CASTELFRANCHI, C.; FALCONE, R. Principles of trust for MAS: Cognitive anatomy, social importance and quantification. In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF MULTI-AGENT SYSTEMS (ICMAS), 1998. **Anais...** [S.l.: s.n.], 1998. p.72–79.
- CASTELFRANCHI, C.; FALCONE, R. **Trust Theory: A Socio-Cognitive and Computational Model**. 1st.ed. [S.l.]: Wiley Publishing, 2010. 365p.
- CASTELFRANCHI, C.; FALCONE, R.; FIROZABADI, B.; TAN, Y. Special issue on trust, deception and fraud in agent societies. **Applied Artificial Intelligence Journal**, [S.l.], v.1, p.763–768, 2000.

CASTELFRANCHI, C.; MICELI, M.; CESTA, A. Dependence Relations Among Autonomous Agents. In: DECENTRALIZED AI 3: PROCEEDINGS OF THE THIRD EUROPEAN WORKSHOP ON MODELLING AUTONOMOUS AGENTS IN A MULTI-AGENT WORLD (MAAMAW-91), 1992. **Anais...** Elsevier Science Publishers B.V.: Amsterdam: The Netherlands, 1992. p.215–231.

DA SILVA, V. B. **Um modelo de confiança certificado baseado em assinatura digital aplicado a sistemas multiagentes**. 2009. Dissertação Mestrado em Informática — PUCPR, Curitiba/RS.

DASGUPTA, P. Trust as a commodity. In: **Trust: Making and Breaking Cooperative Relations**. Oxford: Blackwell Pub, 1990. p.49–72.

DIMURO, G.; DIMURO, G.; COSTA, A. C. R.; PINHEIRO, T. V. T.; GROL, C. V.; RODRIGUES, T.; SANTOS, F. C. P. Modelagem do sistema multiagentes para simulação de processos de gestão social em ecossistemas urbanos, estudo de caso: Horta San Jerónimo. In: RELATÓRIO TÉCNICO, 2011. **Anais...** FURG-Universidad de Sevilla, 2011.

DIMURO, G. P.; COSTA, A. C. R.; GONÇALVES, L. Uma Arquitetura de agentes BDI Híbridos para Auto-regulação de Trocas Sociais em Sistemas Multiagentes Abertos. **Workshop-Escola de Sistema de Agentes, seus Ambientes e Aplicações**, [S.l.], p.60–73, 2009.

DIMURO, G. P.; COSTA, A. C. R.; PALAZZO, L. Systems of exchange values as tools for multi-agent organizations. **Journal of the Brazilian Computer Society**, [S.l.], v.11, p.27–40, 2005.

DIMURO, G. P.; COSTA, A. R. C.; GONÇALVES, L. V.; PEREIRA, D. Recognizing and learning models of social exchange strategies for the regulation of social interactions in open agent societies. **Journal of the Brazilian Computer Society**, [S.l.], v.17, p.143–161, 2011.

FALCONE, R.; CASTELFRANCHI, C. **Trust and Deception in Virtual Societies**. Norwell, MA, USA: Kluwer Academic Publishers, 2001. 55–90p.

FARIAS, G. **Um modelo de agentes BDI – Fuzzy para trocas de serviços não econômicos com base na teoria das trocas sociais**. 2012. Dissertação de Mestrado em Modelagem Computacional — Universidade Federal do Rio Grande.

FARIAS, G.; DIMURO, G. P.; COSTA, A. R. C. Analisando trocas sociais baseados em personalidades através de cadeias de Markov intervalares. **Workshop-Escola de sistemas de agentes, seus ambientes e aplicações (WESAAC)**, Pelotas/RS, p.13–23, 2007.

FARIAS, G.; DIMURO, P.; DIMURO, G.; JEREZ, E. D. M. Exchanges of Services based on Piaget's Theory of Social Exchanges using a BDI-Fuzzy Agent Model. In: BRICS COUNTRIES CONGRESS (BRICS-CCI) AND 11TH BRAZILIAN CONGRESS (CBIC) ON COMPUTATIONAL INTELLIGENCE, 1., 2013, Los Alamitos. **Proceedings...** IEEE, 2013. p.653–658.

FERBER, J. **Multi-Agent Systems: An Introduction to Distributed Artificial Intelligence**. 1st.ed. Boston, MA, USA: Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., 1999. 509p.

FERBER, J.; GUTKNECHT, O.; MICHEL, F. From Agents to Organizations: An Organizational View of Multi-agent Systems. In: LNCS N. 2935: PROCS. OF AOSE'03, 2003. **Anais...** Springer Verlag, 2003. p.214–230.

GONÇALVES, L. V. **Uma arquitetura de Agentes BDI para auto-regulação de Trocas Sociais em Sistemas Multiagentes Abertos**. 2009. Dissertação de Mestrado em Ciência da Computação — Universidade Católica de Pelotas.

GRIMALDO, F.; LOZANO, M.; BARBER, F. Coordination and sociability for intelligent virtual agents. In: SICHTMAN, J.; NORIEGA, P.; PADGET, J.; OSSOWSKI, S. (Ed.). **Coordination, Organizations, Institutions, and Norms in Agent Systems III**. Berlin: Springer, 2007. p.58–70. (LNAI, v.4870).

HERZIG, A.; LORINI, E.; HÜBNER, J. F.; BEN-NAIM, J.; CASTELFRANCHI, C.; DEMOLOMBE, R.; LONGIN, D.; VERCOUTER, L. Prolegomena for a Logic of Trust and Reputation. In: NORMAS, 2008. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2008. p.143–157.

HÜBNER, J.; BORDINI, R.; VIEIRA, R. Introdução ao desenvolvimento de sistemas multiagentes com Jason. In: XII ESCOLA DE INFORMÁTICA DA SBC, 2004, Guarapuava. **Anais...** UNICENTRO, 2004. v.2, p.51–89.

LEÓN, R. Y.; ADAMATTI, D.; DIMURO, G. P. Trocas Sociais em Sistemas Multiagentes: Transferência de Confiança com Base na Reputação e na Relação de Dependência. **Workshop-Escola de Sistema de Agentes, seus Ambientes e Aplicações**, [S.l.], p.132–137, 2014.

LEÓN, R. Y.; ADAMATTI, D.; DIMURO, G. P. Transferência de confiança com base na reputação e na relação de dependência: um estudo sobre trocas sociais em sistemas multiagentes. **Anais da MPU - XVI Encontro de Pós-Graduação**, [S.l.], n.1, p.1–2, 2014.

LEÓN, R. Y.; ADAMATTI, D.; DIMURO, G. P. Modelo de Trocas Sociais entre Tríades de Agentes utilizando confiança, reputação e dependência social. **A Conferência Sul em Modelagem Computacional - MCSUL**, [S.l.], 2014.

LEÓN, R. Y.; DONACIO, H.; ADAMATTI, D.; DIMURO, G. P. Social Exchange Processes Among Triads of Agents in Multiagent Systems. **BWSS 2014 - The Fourth Brazilian Workshop on Social Simulation**, [S.l.], 2014.

MACEDO, L. F. K. **Uma abordagem evolucionária e espacial para o Jogo da Autorregulação de Processos de Trocas Sociais em Sistemas Multiagentes**. 2013. Dissertação de Mestrado em Modelagem Computacional — Universidade Federal do Rio Grande.

MARSH, S. **Formalising Trust as a Computational Concept**. 1994. Tese (Doutorado) — Department of Computing Science - University of Stirling. 184p.

OSTROM, E. A behavioral approach to the rational choice theory of collective action. In: **The American Political Science Review**. [S.l.]: The American Political Science Association, 1998. v.92, p.1–22.

PEREIRA, D.; GONÇALVES, L.; DIMURO, G. P.; COSTA, A. R. C. Towards the Self-regulation of Personality-Based Social Exchange Processes in Multiagent Systems. In: **Advances in Artificial Intelligence - SBIA 2008**. Berlin: Springer, 2008. p.113–123. (Lecture Notes in Computer Science, v.5249).

PIAGET, J. **Estudos Sociológicos**. Rio de Janeiro: Forense, 1963/1973.

PIAGET, J. **Sociological Studies**. London: Psychology Press, 1995. 334p.

REZENDE, S. **Sistemas Inteligentes: Fundamentos e Aplicações**. Barueri, SP: Manolete & Sons, Inc., 2003. 525p.

RICCI, A.; VIROLI, M.; OMICINI, A. *Construenda est CArTAgO*: Toward an Infrastructure for Artifacts in MAS. In: **CYBERNETICS AND SYSTEMS 2006**, 2006, Vienna, Austria. **Anais...** Austrian Society for Cybernetic Studies, 2006. v.2, p.569–574.

RODRIGUES, M. R.; LUCK, M. Analysing Partner Selection Through Exchange Values. In: **MABS, 2005**. **Anais...** Springer, 2005. p.24–40. (Lecture Notes in Computer Science, v.3891).

RODRIGUES, M. R.; LUCK, M. Effective Multiagent Interactions for Open Cooperative Systems Rich in Services. In: **INTL. JOINT CONF. ON AUTONOMOUS AGENTS AND MULTIAGENT SYSTEMS, BUDAPEST, 8., 2009**, Richland. **Proceedings...** IFA-AMAS, 2009. p.1273–1274.

SABATER, J.; SIERRA, C. Reputation and social network analysis in multi-agent systems. In: **AAMAS 2002, 2002**. **Proceedings...** ACM, 2002. p.475–482.

SABATER, J.; SIERRA, C. Review on Computational Trust and Reputation Models. **Artif. Intell. Rev.**, Norwell, MA, USA, v.24, n.1, p.33–60, sep 2005.

SANTOS, F. C. P. **Um Sistema Multiagente Multidimensional para Simulação de Processos de Produção e Gestão Social de um Ecossistema Urbano**: uma abordagem baseada na Integração de Artefatos Organizacionais, Normativos, Físicos e de Comunicação no JaCaMo. 2014. Dissertação de Mestrado em Modelagem Computacional — Universidade Federal do Rio Grande.

SCHMITZ, T. L. **Crenças de grupo como instrumento de formação da reputação**: uma arquitetura baseada em agentes e artefatos. 2011. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Automação e Sistemas — Universidade Federal de Santa Catarina.

SCOTT, J. **Social Network Analysis: A Handbook**. 2.ed. [S.l.]: Sage Publications, 2000. 208p.

SICHMAN, J.; DEMAZEAU, Y. A first attempt to use dependence situations as a decision criterion for choosing partners in multi-agent systems. In: IN PROCEEDINGS OF ECAI-94 WORKSHOP ON DECISION THEORY FOR DAI APPLICATIONS, 1994. **Anais...** [S.l.: s.n.], 1994.

SICHMAN, J. S.; DEMAZEAU, Y. Exploiting Social Reasoning to Deal with Agency Level Inconsistency. In: ICMAS, 1995. **Anais...** The MIT Press, 1995. p.352–359.

TEACY, W.; PATEL, J.; N., J.; M., L. TRAVOS: Trust and reputation in the context of inaccurate information sources. **Journal of Autonomous Agents and Multi-Agent Systems**, [S.l.], v.12, p.183–198, 2006.

TUOMELA, R. Can collectives have beliefs? In: LANGUAGE, KNOWLEDGE, AND INTENTIONALITY: PERSPECTIVES ON THE PHILOSOPHY OF JAAKKO HINTIKKA, 1990. **Anais...** Acta Philosophica Fennica 48, 1990.

VIEDMA, H.; ENRIQUE; J., L. G.; AVILA, B. Satisfacción de usuarios y calidad: El modelo LibQual y su aplicación en bibliotecas españolas e iberoamericanas. In: **In Coloquio ALCI**. [S.l.]: In Press, 2008. p.21–23.

VON LAER, A. **Autorregulação de processos de trocas sociais em SMA**: um modelo de sociedade de agentes BDI evolucionários e culturais no contexto do JaCaMo. 2014. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Computação — Universidade Federal do Rio Grande.

WEISS, G. **Multiagent Systems: A Modern Approach to Distributed Artificial Intelligence**. Cambridge, MA, USA: MIT Press, 1999. p.619.

WOOLDRIDGE, M. **Reasoning about rational agents**. [S.l.]: MIT press, 2000. 218p.

WOOLDRIDGE, M. **Introduction to Multiagent Systems**. New York, NY, USA: John Wiley & Sons, Inc., 2002. 365p.

ZACHARIA, G. Trust management through reputation mechanisms. **Applied Artificial Intelligence**, [S.l.], v.14, p.881–907, 2000.

ZACHARIA, G.; MOUKAS, A.; MAES, P. Collaborative reputation mechanisms for electronic marketplaces. **Decision Support Systems**, [S.l.], v.29, n.4, p.371–388, 2000.