

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
COORDENAÇÃO DE TECNOLOGIA EM ANÁLISE E  
DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM ANÁLISE E  
DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS

TATIANE DOBRZANSKI

**MODELAGEM ORGANIZACIONAL DE UM SISTEMA  
MULTIAGENTE ATRAVÉS DO MODELO MOISE+**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PONTA GROSSA

2013

TATIANE DOBRZANSKI

**MODELAGEM ORGANIZACIONAL DE UM SISTEMA  
MULTIAGENTE ATRAVÉS DO MODELO MOISE+**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Coordenação de Tecnologia em Análise e Desen-  
volvimento de Sistemas como requisito parcial para  
obtenção do grau de Tecnólogo no Curso Superior de  
Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Siste-  
mas da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Dr. Gleifer Vaz Alves

**PONTA GROSSA**

**2013**



Ministério da Educação  
**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
Câmpus Ponta Grossa

Diretoria de Graduação e Educação Profissional



---

## TERMO DE APROVAÇÃO

MODELAGEM ORGANIZACIONAL DE UM SISTEMA MULTIAGENTE ATRAVÉS  
DO MODELO MOISE+

por

TATIANE DOBRZANSKI

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado em 27 de março de 2013 como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

Dr. Gleifer Vaz Alves  
Prof. Orientador

---

Dr. Daniel Costa de Paiva  
Membro titular

---

Drª Helyane Bronoski Borges  
Membro titular

---

Drª Helyane Bronoski Borges  
Responsável pelos Trabalhos  
de Conclusão de Curso

---

Drª Simone de Almeida  
Coordenadora do Curso  
UTFPR - Campus Ponta Grossa

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, que nos ampara, iluminando e dando forças para alcançarmos nossos objetivos.

Aos meus pais e irmãs que com muito incentivo e apoio me ajudaram a superar as dificuldades encontradas durante a minha vida acadêmica.

Ao professor e orientador Gleifer Vaz Alves por sua paciência, boa vontade e conhecimento que me levou a conclusão deste trabalho.

A Camila Cristina Sant'Ana Costa pela amizade, auxílio e compreensão nestes anos de curso para alcançarmos os objetivos esperados.

Ao Charles Carvalho pela companhia, apoio e compreensão nos momentos difíceis.

A todos os participantes do Grupo de Pesquisa em Sistemas Inteligentes (*GPSI*) da UTFPR - Campus Ponta Grossa que contribuíram para o crescimento profissional nesta nova etapa da minha vida.

“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar. Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota” (Madre Teresa de Calcuta)

## RESUMO

DOBRZANSKI, Tatiane. Modelagem organizacional de um sistema multiagente através do modelo MOISE+. 143 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso Superior de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2013.

A definição da organização social de sistemas multiagentes (*SMA*) é um ponto crucial na modelagem destes sistemas. Este trabalho apresenta a modelagem organizacional de um *SMA* através do modelo MOISE+. Este modelo define claramente a estrutura, o funcionamento e as normas de uma organização de agentes. Para aplicação do modelo MOISE+ foi escolhida uma peça de teatro (“Auto da Compadecida” de Ariano Suassuna), visto que caracteriza-se como um exemplo adequado para modelar (claramente) agentes (personagens), papéis, ligações, missões, metas, organização social além do próprio enredo da peça. Com isso, é possível o uso de técnicas de *Interactive Storytelling*. Essas técnicas possibilitam a criação de sistemas (como, por exemplo, jogos), onde diferentes enredos podem existir promovendo uma certa dinâmica no desenvolvimento da história. Ainda destaca-se que por meio de uma ferramenta da engenharia do software orientada a agentes, a plataforma Moise, é possível simular entidades organizacionais do *SMA*. Esse modelo facilita a criação de uma dinâmica na entidade organizacional. Este trabalho apresenta duas propostas de entidades organizacionais, uma proposta apresenta o enredo original da peça “Auto da Compadecida”, ao passo que a outra traz um enredo diferenciado do original.

**Palavras-chave:** Sistema Multiagente. MOISE+. Modelagem Organizacional de Agentes.

## ABSTRACT

DOBRZANSKI, Tatiane. Organizational Modeling of a Multiagent System using MOISE+. 143 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso Superior de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2013.

Defining the social organization of a multiagent system (*MAS*) is a key point in agent modeling. This work presents the organizational modeling of a *MAS* by means of MOISE+ model. The MOISE+ clearly defines three stages in agents organization: structural, functional and normative. In order to apply MOISE+ model we have chosen a (theater) play (“Auto da Compadecida” written by Ariano Suassuna), since one can clearly identify and modeling elements, such as, agents (characters), roles, links, missions, goals, social organization, as well as, the own plot of the play. With this in mind, is possible the use of *Interactive Storytelling* techniques. These techniques bring the possibility of creating systems (for example, games), where different plots can arise in the history and therefore, the history may have some dynamics. Moreover, we say that through an agent oriented software engineering tool, Moise platform, it is possible to simulate organizational entities of a *MAS*. In MOISE+, it is simple to create a dynamics in the organizational entity. In our work, two proposals of organizational entities are given: a proposal which follows the original plot from “Auto da Compadecida’s” play, and a second one which brings a plot that differs from the original one.

**Keywords:** Multiagent system. MOISE+. Agent Organizational Model.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	– EXEMPLO DE UMA ÁRVORE DE DECOMPOSIÇÃO DE METAS OU ESQUEMA SOCIAL NO NÍVEL COLETIVO. ....	40
FIGURA 2	– EXEMPLO DO FUNCIONAMENTO DE UM SMA DE ACORDO COM O MODELO MOISE+ .....	44
FIGURA 3	– ESTRUTURA JACAMO .....	49
FIGURA 4	– ESTRUTURA DO GRUPO REORGGR DE ACORDO COM O MODELO MOISE+ .....	54
FIGURA 5	– ESQUEMA DE REORGANIZAÇÃO .....	56
FIGURA 6	– ESQUEMA DE REORGANIZAÇÃO DO MODELO DE SELEÇÃO ...	60
FIGURA 7	– EXEMPLO DE UMA ÁRVORE DE DECOMPOSIÇÃO DE METAS OU ESQUEMA SOCIAL NO NÍVEL COLETIVO. ....	70
FIGURA 8	– ESTRUTURA DA ESPECIFICAÇÃO ORGANIZACIONAL DE UMA SEÇÃO ELEITORAL NA FERRAMENTA MOISE .....	73
FIGURA 9	– ESTRUTURA INICIAL DA ESPECIFICAÇÃO DA ENO DE UMA SEÇÃO ELEITORAL NA FERRAMENTA MOISE .....	74
FIGURA 10	– CRIAÇÃO DOS AGENTES QUE FARÃO PARTE DE UMA SEÇÃO ELEITORAL NA FERRAMENTA MOISE .....	75
FIGURA 11	– CRIAÇÃO DOS GRUPOS DE UMA SEÇÃO ELEITORAL NA FERRAMENTA MOISE .....	76
FIGURA 12	– ATRIBUIÇÃO DE PAPÉIS AOS AGENTES DE SEÇÃO ELEITORAL NA FERRAMENTA MOISE .....	77
FIGURA 13	– ATRIBUIÇÃO DOS SUB-GRUPOS ELEITORES E MESA AO ESQUEMA DE VOTAÇÃO DE UMA SEÇÃO ELEITORAL POR MEIO DA FERRAMENTA MOISE .....	78
FIGURA 14	– ATRIBUIÇÃO DE MISSÕES AOS AGENTES DE UMA SEÇÃO ELEITORAL NA FERRAMENTA MOISE .....	79
FIGURA 15	– ALTERAÇÃO DO ESTADO DAS METAS DO ESQUEMA DE VOTAÇÃO EM UMA SEÇÃO ELEITORAL NA FERRAMENTA MOISE .....	80
FIGURA 16	– DIAGRAMA DA ESPECIFICAÇÃO ESTRUTURAL DA PEÇA AUTO DA COMPADECIDA .....	85
FIGURA 17	– ESQUEMA SOCIAL ESPERTEZA .....	92
FIGURA 18	– ESQUEMA SOCIAL INVASÃO DO CANGAÇO .....	96
FIGURA 19	– ESQUEMA SOCIAL DECISÃO .....	99
FIGURA 20	– SIMULAÇÃO DOS AGENTES QUE CUMPRIRAM O ESQUEMA SOCIAL ESPERTEZA .....	104
FIGURA 21	– SIMULAÇÃO DOS AGENTES QUE CUMPRIRAM O ESQUEMA SOCIAL INVASÃO DO CANGAÇO .....	105
FIGURA 22	– SIMULAÇÃO DOS AGENTES QUE CUMPRIRAM O ESQUEMA SOCIAL INVASÃO DO CANGAÇO .....	105
FIGURA 23	– SIMULAÇÃO DOS AGENTES QUE CUMPRIRAM O ESQUEMA SOCIAL INVASÃO DO CANGAÇO .....	106
FIGURA 24	– SIMULAÇÃO DOS AGENTES QUE CUMPRIRAM O ESQUEMA SO-	



CIAL DECISÃO .....	106
FIGURA 25 – SIMULAÇÃO DOS AGENTES QUE CUMPRIRAM O ESQUEMA SOCIAL DECISÃO .....	107
FIGURA 26 – SIMULAÇÃO DOS AGENTES QUE CUMPRIRAM O ESQUEMA SOCIAL INVASÃO DO CANGAÇO DA PROPOSTA 2 .....	108
FIGURA 27 – SIMULAÇÃO DOS AGENTES QUE CUMPRIRAM O ESQUEMA SOCIAL INVASÃO DO CANGAÇO DA PROPOSTA 2 .....	109
FIGURA 28 – SIMULAÇÃO DOS AGENTES QUE CUMPRIRAM O ESQUEMA SOCIAL INVASÃO DO CANGAÇO DA PROPOSTA 2 .....	109
FIGURA 29 – SIMULAÇÃO DOS AGENTES QUE CUMPRIRAM O ESQUEMA SOCIAL INVASÃO DO CANGAÇO DA PROPOSTA 2 .....	110
FIGURA 30 – SIMULAÇÃO DOS AGENTES QUE CUMPRIRAM O ESQUEMA SOCIAL INVASÃO DO CANGAÇO DA PROPOSTA 2 .....	111

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1	–	DESCRIÇÃO DAS METAS DO ESQUEMA DE VOTAÇÃO APRESENTADO NA FIGURA 1 .....	41
TABELA 2	–	COMPARAÇÃO ENTRE OS MODELOS ORGANIZACIONAIS .....	48
TABELA 3	–	RELAÇÕES DEÔNTICAS DO PROCESSO DE REORGANIZAÇÃO	56
TABELA 4	–	ESQUEMA DE REORGANIZAÇÃO DO MODELO DE SELEÇÃO ..	60
TABELA 5	–	DESCRIÇÃO DAS METAS DO ESQUEMA ESPERTEZA APRESENTADA NA FIGURA 17 .....	93
TABELA 6	–	DESCRIÇÃO DAS METAS DO ESQUEMA DE INVASÃO DO CANGAÇO DA FIGURA 18 .....	112
TABELA 7	–	DESCRIÇÃO DAS METAS DO ESQUEMA DECISÃO APRESENTADO NA FIGURA 19 .....	113

## LISTA DE SIGLAS

<i>SMA</i>	Sistema multiagente
AOSE	Agent Oriented Software Engineering
IS	<i>Interactive storytelling</i>
GPSI	Grupo de Pesquisa em Sistemas Inteligentes
IAD	Inteligência Artificial Distribuída

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>12</b>
1.1 OBJETIVOS	14
1.1.1 Objetivo Geral	14
1.1.2 Objetivos Específicos	14
1.2 JUSTIFICATIVA	14
1.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	15
<b>2 SISTEMAS MULTIAGENTES</b>	<b>17</b>
2.1 TEORIA DE AGENTES	17
2.2 SISTEMAS MULTIAGENTES	19
2.3 METODOLOGIAS PARA O DESENVOLVIMENTO DE AGENTES	20
2.3.1 GAIA	21
2.3.2 Prometheus	22
2.3.3 Tropos	22
2.3.4 Agent UML	23
2.4 MODELOS DE ORGANIZAÇÃO DE SMA	23
2.4.1 AGR	23
2.4.2 OperA	24
2.4.3 PopOrg	25
2.4.4 MOISE	25
<b>3 ORGANIZAÇÃO DE AGENTES ATRAVÉS DO MOISE+</b>	<b>27</b>
3.1 INTRODUÇÃO AO MODELO MOISE+	27
3.2 ESPECIFICAÇÃO ESTRUTURAL (EE)	28
3.3 ESPECIFICAÇÃO FUNCIONAL (EF)	36
3.4 ESPECIFICAÇÃO DEÔNTICA (ED)	42
3.5 ENTIDADE ORGANIZACIONAL (ENO)	44
3.6 COMPARAÇÃO ENTRE OS MODELOS	47
3.7 JACAMO	48
3.8 REORGANIZAÇÃO	50
3.9 REORGANIZAÇÃO NO MODELO MOISE+	53
3.9.1 Monitoração	55
3.9.2 Projeto	57
3.9.3 Seleção	59
3.9.4 Implementação	61
<b>4 PLATAFORMA MOISE</b>	<b>63</b>
4.1 ESPECIFICAÇÃO ORGANIZACIONAL	63
4.1.1 Moise - Especificação Estrutural	64
4.1.2 Moise - Especificação funcional	68
4.2 DINÂMICA DA ENTIDADE ORGANIZACIONAL	72
<b>5 MODELAGEM DA ORGANIZAÇÃO SOCIAL DA PEÇA AUTO DA COMPA- DECIDA</b>	<b>81</b>
5.1 O LIVRO	82
5.2 DEFINIÇÃO DA ESPECIFICAÇÃO ESTRUTURAL	84

5.2.1 Grupos .....	86
5.2.2 Esquemas sociais .....	91
– <b>Esquema social</b> <i>sch<sub>esperteza</sub></i> .....	92
<b>Esquema social</b> <i>sch<sub>invasaocangaco</sub></i> .....	95
<b>Esquema social</b> <i>sch<sub>decisao</sub></i> .....	98
Especificação Deontica .....	102
5.3 PROPOSTAS DE ENTIDADES ORGANIZACIONAIS .....	103
5.3.1 Entidade Organizacional com enredo original .....	103
5.3.2 Entidade Organizacional com enredo modificado .....	107
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	<b>114</b>
6.1 TRABALHOS FUTUROS .....	116
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>117</b>
<b>APÊNDICE A – XML DE UMA SEÇÃO ELEITORAL</b> .....	<b>120</b>
<b>APÊNDICE B – DESCRIÇÃO DOS ESQUEMAS SOCIAIS</b> .....	<b>125</b>
B.1 ESQUEMA SOCIAL INVASÃO DO CANGAÇO .....	125
B.2 ESQUEMA SOCIAL DECISÃO .....	127
<b>APÊNDICE C – ESPECIFICAÇÃO DEONTICA DA PEÇA</b> .....	<b>129</b>
<b>APÊNDICE D – ENTIDADE ORGANIZACIONAL BASEADA NO ENREDO ORI-</b> <b>GINAL DA PEÇA AUTO DA COMPADECIDA</b> .....	<b>131</b>
<b>APÊNDICE E – ENTIDADE ORGANIZACIONAL COM ENREDO MODIFICADO</b> <b>DA PEÇA AUTO DA COMPADECIDA</b> .....	<b>138</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Sistemas orientados a agentes têm despertado o interesse de diferentes pesquisadores na área de Sistemas Inteligentes, como, por exemplo: Barbosa (2011), Hübner (2003), Jennings (2001), Moraes (2004) e Wooldridge (2009). Uma das características fundamentais destes sistemas é a capacidade de ação autônoma flexível de um agente em um ambiente.

Essa abordagem oferece uma área promissora para o desenvolvimento de aplicações cuja interação e adaptabilidade a alterações no ambiente são fundamentais. Os agentes possuem a capacidade de se organizar, formar uma sociedade e dividir papéis e tarefas a fim de alcançar um objetivo comum. Para isso, eles relacionam aspectos sociais plausíveis ao comportamento humano, como a cooperação, coordenação e negociação (BARBOSA, 2011; WOOLDRIDGE, 2009). Sistemas multiagentes (SMA) são formados por um número de agentes em ambiente distribuído que levam em consideração essas características dos agentes (WOOLDRIDGE, 2009).

Tendo as características de um SMA, a modelagem desses sistemas é essencial. Assim como existem técnicas da engenharia de software aplicadas ao desenvolvimento de sistemas computacionais, metodologias e ferramentas de abstrações surgiram para sistemas orientados a agentes. Isso fez com que a engenharia do software dedicasse uma área exclusiva, a engenharia de software orientada a agentes (do inglês, *AOSE - Agent Oriented Software Engineering*) (JENNINGS N. R.; WOOLDRIDGE, 2000). Desde então, metodologias de desenvolvimento e modelos de organização de agentes têm sido propostos. Dentre as metodologias existente para agentes é possível citar GAIA, Prometheus, Tropos e Agent UML. Como modelos de organização social de agentes pode-se citar o AGR, OperA, PopOrg, MOISE e MOISE+. Assim, no desenvolvimento de um SMA deve ser aplicada uma metodologia, e.g., GAIA, em conjunto com um modelo organizacional, e.g., MOISE+.

A organização social de um SMA deve ser considerada como um aspecto central nestes sistemas. Ela especifica o conjunto de papéis que os agentes podem adotar no sistema, o conjunto de relacionamentos entre papéis, as normas, tarefas e compromissos dos agentes (BARBOSA, 2011). Com o estabelecimento de uma organização social é possível restringir o comportamento, fazendo com que os agentes trabalhem em conjunto, cooperando, coordenando e nego-

ciando atividades para alcançar a finalidade do *SMA*.

O modelo de organização social de agentes MOISE+ estabelece claramente a *estrutura* (papéis e grupos), o *funcionamento* (esquemas sociais, e missões) e *normas* (obrigações e permissões) da organização de agentes (HÜBNER, 2003). Deste modo, a organização social é criada a partir de um conjunto de *especificações organizacionais*, que especificam a estrutura, o funcionamento e as normas do *SMA*. A instanciação da especificação organizacional pelos agentes alocados no *SMA* constitui uma *entidade organizacional*. Por meio desse modelo, é possível criar uma *dinâmica na estrutura organizacional e na entidade organizacional*.

Em comparação com os outros modelos o MOISE+ possui a ferramenta da *AOSE*, a plataforma Moise<sup>1</sup>, que possibilita a simulação da entidade organizacional do sistema multiagente. Esse modelo faz parte de um framework para *SMA* chamado JaCaMo (JACAMO, 2012). O JaCaMo faz a integração deste modelo com a linguagem de programação para agentes, denominada Jason, através do compartilhamento distribuído de artefatos Cartago (JACAMO, 2012). Dessa forma, tem-se uma ferramenta integrada para o desenvolvimento de agentes inteligentes.

Sistemas multiagentes têm diversas aplicações, dentre elas o desenvolvimento de jogos interativos (BIAZUS, 2009; CAVAZZA; CHARLES; MEAD, 2010; MACHADO et al., 2004). Uma área para aplicação de *SMA* é *interactive storytelling* (ou em uma tradução livre: *história interativa*), cujo principal foco é a abordagem de jogos. Jogos onde o usuário participa, incorporando um personagem virtual que interage e interfere no enredo. Uma possível aplicação de *SMA* em técnicas de *interactive storytelling* (*IS*) é apresentada em Alves (ALVES et al., 2012) e possibilita a construção de um jogo com enredo dinâmico. De acordo com Cavazza, Charles, Mead (2010), um sistema baseado em *IS* possui personagens virtuais autônomos, os quais criam o enredo do jogo a partir de suas interações em tempo real. Um sistema baseado em *IS* é formado por dois componentes ((VUONO, 2008)): (i) gerenciador de enredo, que controla a coerência da história, e (ii) agentes credíveis (do inglês, *believable agents*), para caracterização dos personagens do jogo.

O trabalho aqui apresentado tem como escopo a modelagem organizacional de um sistema, aplicando-se técnicas de *IS*. Contudo, o trabalho não tem como meta o uso de uma metodologia de sistemas baseados em agentes, tampouco a implementação dos agentes. Ficando essas tarefas, bem como a aplicação de técnicas de *IS* para trabalho futuro.

---

<sup>1</sup>Neste trabalho, o termo Moise refere-se a plataforma para simulação de entidades organizacionais, sendo que o termo MOISE+ indica o modelo de organização de agentes apresentado em (HÜBNER, 2003). Além disso, o termo MOISE refere-se ao modelo original de organização de agentes MOISE+.

## 1.1 OBJETIVOS

O sistema a ser modelado neste trabalho, refere-se a peça de teatro “Auto da Compadecida” (SUASSUNA, 2005), haja visto que tal sistema apresenta claramente os personagens, suas interações, organizações e enredo. Elementos esses que vêm ao encontro da objetivo principal do presente trabalho. Deste modo, o objetivo geral e os objetivos específicos são definidos abaixo.

### 1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é a modelagem de um *SMA* através do modelo de organização de agentes MOISE+.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são listados a seguir:

1. Estudo de sistemas multiagentes (*SMA*).
2. Estudo do modelo de organização de *SMA*, MOISE+.
3. Estudo da ferramenta Moise para simulação da dinâmica organizacional do *SMA*.
4. Estudo da peça “Auto da Compadecida” (SUASSUNA, 2005).
5. Modelagem da peça, estabelecendo a estrutura, o funcionamento e as relação deônticas<sup>2</sup> presentes no *SMA*.
6. Criação da especificação organizacional do *SMA* em um arquivo XML.
7. Simular a dinâmica da entidade organizacional através da ferramenta Moise.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Este trabalho que visa a modelagem organizacional da peça “Auto da Compadecida” através do modelo MOISE+ foi escolhido pelos seguintes motivos:

---

<sup>2</sup>A estrutura e o funcionamento do *SMA* podem ser definidas independentemente, contudo, considerando uma organização elas devem-se relacionar. No MOISE+ essa relação é especificada por meio de permissões e obrigações de um papel com uma missão (HÜBNER; SICHMAN; BOISSIER, 2002).



O grupo de pesquisa GPSI (*Grupo de Pesquisa em Sistemas Inteligentes*) da UTFPR - Câmpus Ponta Grossa, investiga diferentes temas, destacando a área de agentes inteligentes e as ferramentas: MOISE+ e Jason que fazem parte do *framework* JaCaMo. A vantagem dessa estrutura é que, a partir da modelagem de agentes através do MOISE+ é possível a implementação de um metamodelo de SMA na linguagem de programação para agentes Jason em um ambiente distribuído de artefatos Cartago (JACAMO, 2012).

Além disso, o MOISE+ possui uma ferramenta para simulação da dinâmica organizacional do SMA (HÜBNER; SICHMAN; BOISSIER, 2010).

Com isso, a opção pelo modelo de organização MOISE+ para desenvolvimento do trabalho, constitui uma escolha natural e adequada ao problema, sendo base para um trabalho futuro no GPSI, através da implementação dos agentes na linguagem Jason, pelo *framework* JaCaMo.

A peça “Auto da Compadecida” se adapta ao contexto de modelagem de um SMA, onde cada agente é um personagem da história que possui um papel e um comportamento, agindo e interagindo com outros agentes em um ambiente. Essa abordagem possibilita a aplicação de técnicas de *interactive storytelling* na construção de jogos onde os usuários podem executar papéis e interferir no enredo. Além disso, a escolha dessa peça possibilita divulgar a literatura popular brasileira.

### 1.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O restante deste trabalho está organizado da seguinte maneira:

O Capítulo 2 apresenta uma breve explicação de SMAs e indica metodologias para o desenvolvimento de agentes. As metodologias apresentadas são: GAIA (Subseção 2.3.1), Prometheus (Subseção 2.3.2), Tropos (Subseção 2.3.3) e Agent UML (Subseção 2.3.4). Além disso, este Capítulo destaca os seguintes modelos organizacionais: AGR (Subseção 2.4.1), OperA (Subseção 2.4.2), PopOrg (Subseção 2.4.3) e MOISE (Subseção 2.4.4).

O Capítulo 3 apresenta o modelo organizacional MOISE+, definindo a especificação estrutural (Seção 3.2), a especificação funcional (Seção 3.3), a especificação deôntica (Seção 3.4) e a entidade organizacional (Seção 3.5). Além disso, apresenta uma idéia do *framework* JaCamo (Seção 3.7), do processo de reorganização (Seção 3.8) e da reorganização utilizando o MOISE+ (Seção 3.9).

O Capítulo 4 apresenta a ferramenta Moise para simulação da entidade organizacional de um SMA. O Capítulo 5 mostra a modelagem organizacional de um SMA baseado na peça “Auto

da Compadecida”.

Os Apêndices estão organizados da seguinte forma: *(i)* o Apêndice A apresenta um exemplo de arquivo XML, com a especificação organizacional de uma Seção Eleitoral; *(ii)* o Apêndice B exhibe a descrição dos esquemas sociais Invasão do Cangaço e Decisão; *(iii)* o Apêndice C apresenta a especificação deôntica da modelagem organizacional baseada na peça “Auto da Compadecida” de Suassuna (2005); *(iv)* o Apêndice D indica uma proposta de entidade organizacional que segue o enredo original da peça; *(v)* o Apêndice E estabelece uma entidade organizacional que segue um enredo diferente da história de Suassuna (2005). Por fim, o Capítulo 6 apresenta a Conclusão.

## 2 SISTEMAS MULTIAGENTES

A pesquisa e o desenvolvimento de sistemas interativos e interconectados nas últimas décadas, fez com que a interação se tornasse uma das características mais importantes de um software. Então, novas perspectivas surgiram no desenvolvimento de ferramentas e técnicas para sistemas interativos e conseqüentemente para a pesquisa de sistemas agentes (WOOLDRIDGE, 2009).

Com o crescimento nas pesquisas de sistemas orientados a agentes, surgiu a necessidade de modelos, métodos e ferramentas que oferecem suporte a esse novo paradigma. Isso fez com que a Engenharia do Software dedicasse uma área de estudo exclusiva à agentes. Com isso, surgiu a *Engenharia de Software Orientada a Agentes - AOSE* (do inglês: *Agent-Oriented Software Engineering*) (BARBOSA, 2011).

Este Capítulo apresenta uma noção dos sistemas, metodologias e modelos de organização abordados na AOSE. As Seções 2.1 e 2.2 apresentam respectivamente a noção de Agentes e Sistemas Multiagentes. A Seção 2.3 apresenta algumas metodologias para o desenvolvimento de agentes e a Seção 2.4 indica alguns modelos organizacionais para Sistemas Multiagentes.

### 2.1 TEORIA DE AGENTES

De acordo com Wooldridge (2009), um agente é um sistema de computador com capacidade de realizar ações autônomas no ambiente em que ele se encontra a fim de alcançar seus objetivos de projeto.

A autonomia de um agente possibilita que ele tenha o controle sobre seu comportamento e estado interno (BARBOSA, 2011). Nesse sentido, um agente pode tomar decisões de como agir (quais procedimentos executar) no sistema para satisfazer seus objetivos e tarefas. Para isso, o agente possui algumas competências, a reatividade, proatividade e habilidade social. Essas capacidades são definidas por Wooldridge (2009) da seguinte maneira:

1. **Reatividade** é a propriedade que um agente possui de perceber as mudanças correntes no

ambiente e responder no tempo relativo de sua interação.

2. **Proatividade** é a capacidade que um agente possui em exibir um comportamento direcionado a objetivos por meio de iniciativa própria.
3. **Habilidade social** é a capacidade que um agente possui de interagir e influenciar outros agentes, através de atividades plausíveis ao comportamento humano, como cooperação, coordenação e negociação (ver Seção 2.2).

Neste sentido, quando há um procedimento sendo executado em um ambiente e, devido a isso, o ambiente em questão se altera, o agente deve ser reativo, ou seja, ser sensível ao evento, percebendo o que está ocorrendo e como o evento afeta seus objetivos e os pressupostos que sustentam os procedimentos que o agente está executando no momento. Assim, o agente deve reordenar seus procedimentos para atingir seus objetivos no sistema.

O agente possui um repertório de ações disponíveis para modificar o ambiente. Considerando o mecanismo interno pelo qual decide agir, os agentes podem ser classificados em *reativos* e *deliberativos* (COUTINHO, 2009).

As ações dos *agentes reativos* são selecionadas unicamente a partir das *percepções* do ambiente. Estes agentes possuem um ciclo de *percepção-decisão-ação* (COUTINHO, 2009). De acordo com Silva (2012), esses agentes baseiam-se em modelos de organização biológica ou etológica, como por exemplo, faz-se a analogia com uma sociedade de cupins ou formigas. Deste modo, eles conhecem as ações dos outros agentes pela mudança ocorrida no ambiente.

Por sua vez, os *agentes deliberativos* (também denominados *cognitivos* ou *simbólicos*) são mais complexos. O agente deliberativo possui um *estado mental*. Esse estado mental é representado por conhecimentos, crenças, objetivos, desejos, intenções, etc., que se relacionam ao próprio agente, as missões dele ou ao ambiente em que ele se encontra. As ações que ele pode realizar são baseadas através do estado mental e da percepção que ele tem do ambiente (COUTINHO, 2009).

De acordo com o que foi apresentado acima, um agente deve possuir procedimentos sistemáticos, mas, no entanto, reagir e reordenar seus procedimentos quando o ambiente alterar. A construção de um sistema que alia procedimentos meta-dirigidos e reativos é o que torna o desenvolvimento de sistemas agentes complexo (WOOLDRIDGE, 2009).

Outras capacidades que os sistemas agentes podem apresentar são: habilidade social, negociação e cooperação, que serão apresentadas na Seção 2.2.

## 2.2 SISTEMAS MULTIAGENTES

Uma das características de software que está se tornando importante nas últimas décadas é a interação (WOOLDRIDGE, 2009). A busca pelo desenvolvimento de sistemas interativos e interconectados fez com que surgissem novas perspectivas na pesquisa de sistemas agentes.

Neste sentido, a abordagem de sistemas multiagentes (*SMA*s) têm despertado a curiosidade de alguns autores (WOOLDRIDGE, 2009; BARBOSA, 2011; HÜBNER, 2003; ??; JENNINGS, 2001). Os *SMA*s formam uma subárea recente da Inteligência Artificial Distribuída (IAD) na Ciência da Computação, estudados desde de 1980, porém reconhecidos somente em 1990 (WOOLDRIDGE, 2009).

De acordo com Wooldridge (2009), um Sistema Multiagente (*SMA*) é aquele composto por um conjunto de agentes que interagem uns com os outros, geralmente por troca de mensagens através de uma estrutura de rede.

Uma das características mais marcantes de um *SMA* é que diversos agentes podem trabalhar em ambientes distribuídos para resolver um problema, utilizando comportamentos semelhantes aos encontrados na sociedade humana, como cooperação, coordenação e negociação (WOOLDRIDGE, 2009).

A coordenação é um processo em que os agentes raciocinam sobre suas ações locais e as ações dos outros agentes para que eles trabalhem de maneira coordenada e coerente com a finalidade do *SMA* (SILVA, 2012). Essa característica é essencial em um *SMA* devido a resolução distribuída de agentes.

A cooperação ocorre quando um agente não consegue encontrar um plano para atingir seus objetivos, deste modo, ele procura ajuda através de outros agentes que possam cooperar com a satisfação de seus objetivos. Assim, os agentes planejam e executam ações de maneira cooperada para atingir os objetivos (SILVA, 2012).

A negociação ocorre quando agentes desempenhando papéis ou representando grupos trocam mensagens diretas para atingir uma finalidade, esse processo de negociação é similar a leilões (WOOLDRIDGE, 2009).

Um *SMA* é necessariamente composto por um ambiente, um conjunto de objetos (sensores, atuadores), um conjunto de agentes, um conjunto de relações que ligam os objetos, um conjunto de operações (tarefas), operadores que indicam os resultados das tarefas e as reações do ambiente a eles, juntamente com um conjunto de interações possíveis entre os agentes (SILVA, 2012).

Em SMA, os aspectos sociais e organizacionais do sistema têm grande importância. Eles representam os papéis que os agentes desempenham no sistema e as possíveis interações e relações de dependência que os agentes podem possuir.

De acordo com Coutinho (2009), há dois tipos de SMAs: (i) SMAs centrados nos agentes (*SMA-CAs*) e (ii) SMAs os centrados na organização (*SMA-COs*).

Os *SMAs centrados nos agentes* possuem o foco no *desenvolvimento dos agentes*, buscando obter uma ordem social. Os agentes desse sistema devem ser capazes de se auto-organizar para satisfazer uma finalidade global.

Logo, *SMAs centrados na organização* possuem o foco no desenvolvimento de um projeto de *organização de agentes*. Através de um *modelo organizacional*, o projetista do SMA cria *especificações organizacionais* que descrevem as atividades conjuntas dos agentes independente do número de agentes. Posteriormente, a partir de uma infraestrutura organizacional as especificações organizacionais são implementadas originando distintas organizações de agentes.

Considerando o que foi exposto acima, os sistemas multiagentes possuem amplas vantagens computacionais que beneficiam o desenvolvimento de um sistema interativo, interconectado e autônomo para a resolução de problemas.

Os agentes de um SMA são criados para processar uma solução independentemente dos problemas que surgirem durante a execução do sistema, possuindo a capacidade de raciocinar e se comunicar com outros agentes, podendo influenciar as ações dos outros agentes (WOOLDRIDGE, 1992).

### 2.3 METODOLOGIAS PARA O DESENVOLVIMENTO DE AGENTES

As principais áreas que contribuem no desenvolvimento de sistemas orientados a agentes são: a *inteligência artificial*, a *engenharia do software* e a *computação distribuída*. Um SMA é formado por agentes com capacidade social, autonomia, reatividade e proatividade (WOOLDRIDGE, 1992). Essas características proporcionam sistemas interativos, que possuem uma organização interna semelhante a uma sociedade real, o que torna a sua criação minuciosa (LUCENA; NUNES, 2012).

Essa abordagem fez com que a engenharia do software ajustasse métodos, modelos e ferramentas que auxiliem no desenvolvimento e na modelagem de SMAs. Deste modo, a engenharia de software orientada a agentes foi criada justamente com o propósito de sistematizar a criação

de *SMA*s por meio de ferramentas que automatizem e facilitem este processo (BARBOSA, 2011).

Este Capítulo apresenta algumas metodologias para o desenvolvimento de agentes. Na Seção 2.3.1 destaca-se a metodologia *GAIA*, na Seção 2.3.2 a metodologia *Prometheus*, na Seção 2.3.3 a metodologia *Tropos* e na Seção 2.3.4 a metodologia *Agent UML*.

### 2.3.1 GAIA

A metodologia *GAIA* tem como característica guiar o projetista de um *SMA*, desde o levantamento de requisitos até a implementação (HÜBNER, 2003). Para especificar a análise e projeto de *SMA*s, essa metodologia considera tanto a sociedade (nível macro) quanto os agentes (nível micro) que a compõem, sendo neutra para o domínio e arquitetura dos agentes (BARBOSA, 2011).

O desenvolvimento de sistemas seguindo essa metodologia leva ao processo de “desenhar” a organização, por meio de um conjunto de requisitos e conceitos de agentes (WOOLDRIDGE, 2009).

Os conceitos podem ser classificados em abstratos ou concretos. Entidades abstratas são utilizadas na análise do sistema para fazer sua concepção e não são diretamente aplicadas no sistema. Logo, entidades concretas fazem parte do processo de *design* (projeção) e normalmente são aplicadas diretamente no sistema (WOOLDRIDGE, 2009).

A organização do sistema por meio da *GAIA* é definida através de dois modelos: de *papéis* e de *interação*, que são descritos na fase de análise (HÜBNER, 2003; BARBOSA, 2011). Assim, uma organização é vista como um conjunto de papéis que compõem relacionamentos e participam de sistemáticos padrões de interação (WOOLDRIDGE, 2009).

O *modelo de papéis* indica os papéis do *SMA* que são descrições abstratas de uma função desejada para uma entidade (SILVA, 2012). Cada papel é formado por responsabilidades, permissões para utilização de recursos, atividades e protocolos (HÜBNER, 2003).

O *modelo de interação* comporta um conjunto de definições de protocolo para cada interação de papéis (SILVA, 2012).

*GAIA* procura certificar que todos os contextos envolvendo a estrutura, organização, cooperação e interação sejam definidos na modelagem do *SMA*. Estes aspectos são influenciados de forma como a rede de relações entre agentes é determinada (SILVA, 2012).

### 2.3.2 Prometheus

A metodologia Prometheus possui três etapas: *especificação do sistema*, *projeto arquitetônico* e *projeto detalhado* (PADGHAM; WINIKOFF, 2004).

De acordo com Wooldridge (2009) e Barbosa (2011), a *especificação do sistema* identifica os objetivos e funcionalidades fundamentais, além de determinar as percepções, ações e outras fontes de dados que fazem interface com o sistema e seu ambiente. O *projeto arquitetônico* indica os tipos de agentes, a estrutura do sistema e as interações a partir do delineamento da etapa anterior. Por fim, o *projeto detalhado* abstrai as capacidades internas de cada agente e especifica os processos para possibilitar que ele cumpra suas tarefas.

Deste modo, essa metodologia suporta um conjunto de modelos para cada fase com diretrizes detalhadas (WOOLDRIDGE, 2009). Isso faz com que a Prometheus se diferencie das demais metodologias por apresentar as atividades necessárias no desenvolvimento de *SMA*s (BARBOSA, 2011).

### 2.3.3 Tropos

A metodologia Tropos possui duas ideias principais: (i) em todas as fases do desenvolvimento, desde os requisitos iniciais até a implementação, são amplamente utilizadas as noções de agentes e noções mentalísticas relacionadas; (ii) a Tropos dá ênfase a análise de requisitos iniciais, fase que antecede a prescrição de requisitos (diferenciando-se das demais metodologias) (BARBOSA, 2011).

Essa metodologia estabelece uma estrutura conceitual para modelar sistemas, com base nos conceitos de ator, meta, plano, recurso, dependência, capacidade e crença (WOOLDRIDGE, 2009).

Na fase de análise da Tropos é desenvolvido um *modelo de ator* e um *modelo de dependência*. O *modelo de ator* procura captar os principais interessados no sistema e seus interesses estratégicos de acordo com seus objetivos. O *modelo de dependência* documenta todas as dependências entre os atores. A partir disso, é desenvolvido um *modelo de meta* que decompõem os objetivos e associa-os a um *modelo de plano* para o arquivamento da estrutura das metas (WOOLDRIDGE, 2009).

Deste modo, a Tropos mantém as quatro fases do desenvolvimento de software: (i) *análise de requisitos iniciais*, (ii) *análise de requisitos finais*, (iii) *projeto arquitetural* e, (iv) *projeto detalhado* (BARBOSA, 2011).



### 2.3.4 Agent UML

Essa metodologia procura estender os diagramas da *Unified Modeling Language (UML)* para suportar a especificação de um *SMA*. A *Agent UML* considera a especificação de *protocolos de interação e diagramas de colaboração* entre os agentes (HÜBNER, 2003).

Dentre as modificações propostas na *UML* para abranger *SMA*s estão: suporte para expressar *threads* simultâneas de interação (como por exemplo, a transmissão de mensagens) e uma noção de papel do agente (WOOLDRIDGE, 2009).

No entanto, o aspecto organizacional principalmente no que se refere à noção de papel é pouco abordado. Além disso, não há um diagrama organizacional (HÜBNER, 2003).

## 2.4 MODELOS DE ORGANIZAÇÃO DE SMA

Um modelo organizacional pode ser compreendido em um contexto geral como uma linguagem de modelagem utilizada para criar especificações de organizações de agentes que irão formar um *SMA* (COUTINHO, 2009). Estas especificações são definidas como especificações organizacionais e tem o objetivo de prescrever os padrões de atividade conjunto que irão determinar uma organização de agentes. Esta Seção apresentará alguns modelos organizacionais para *SMA*s.

Deste modo, as Subseções 2.4.1, 2.4.2, 2.4.3 e 2.4.4 apresentam respectivamente os modelos de organização de agentes AGR, OperA, PopOrg e MOISE. É importante ressaltar que o MOISE+ detalhado no Capítulo 3 também é um modelo organizacional. Uma comparação entre os modelos apresentados neste Capítulo e o MOISE+ é apresentada na Seção 3.6 do Capítulo 3.

### 2.4.1 AGR

O modelo AGR (*Agent/Group/Role*) (FERBER; GUTKNECHT; MICHEL, 2004) é uma extensão do modelo Aalaadin (FERBER; GUTKNECHT, 1998).

Os principais conceitos desse modelo são os de agente, grupo e papel. A seguir, esses conceitos são apresentados conforme (COUTINHO, 2009).

Um agente é uma entidade ativa que pode desempenhar mais de um papel dentro de um ou de mais grupo, podendo também se comunicar com outros agentes. Além disso, não é possível restringir as capacidades metais de um agente e nem a sua arquitetura interna.

Um grupo é um conjunto de agentes com características em comuns, o que torna possível

a comunicação entre agentes. Um agente pode se comunicar somente com outros agentes que participem do mesmo grupo em que o primeiro se encontra.

Um papel é uma representação abstrata de uma posição funcional de um agente em um grupo. Alguns papéis podem ser desempenhados por vários agentes, sendo que cada agente deve ter ao menos um papel dentro de um grupo.

Deste modo, o modelo AGR possui uma visão minimalista da organização, visto que para especificação de uma organização de acordo com os padrões de atividade conjunta, o AGR cria estruturas de grupo que são formadas pela definição de papéis e restrições entre papéis. Portanto, o AGR modela apenas a estrutura interna de uma organização de agentes (COUTINHO, 2009).

#### 2.4.2 OperA

O OperA é focado na sociedade de agentes (BARBOSA, 2011). Esse modelo organizacional foi concebido sobre o contexto de que as interações da organização não necessariamente ocorrem por coincidência, elas são fundamentais para alcançar objetivos globais, sendo que os agentes são autônomos, heterogêneos e não estão sob o controle de uma autoridade (MORAES, 2004).

Esse modelo organizacional é constituído por três partes: (i) o *modelo organizacional* define a estrutura da sociedade, de acordo com os papéis e interações na organização, (ii) o *modelo social* especifica os acordos de representação de papéis por agentes individuais e, (iii) o *modelo de interação* define as interações que podem ocorrer em uma população de agentes (BARBOSA, 2011).

Segundo Moraes (2004), o OperA pode ser considerado como sendo um tipo de protocolo abstrato que indica a forma de como os agentes que fazem parte da sociedade devem agir seguindo os requisitos sociais. Além disso, as interações são especificadas em contratos que podem ser denotados em expressões formais (através da utilização de *LCR, Logic for Contract Representation*), podendo ser verificadas quanto forem cumpridas.

O OperA indica as interações entre agentes sendo independente do projeto interno, diferenciando características organizacionais dos objetivos. Com ele é possível criar *links* dinâmicos entre o projeto organizacional e populações de agentes, permitindo a adaptação de padrões de interação com características de populações específicas (BARBOSA, 2011).

### 2.4.3 PopOrg

O modelo de organização de agentes PopOrg foi proposto por (DEMAZEAU; COSTA, 1996). Esse modelo é centrado na estrutura dinâmica da organização de SMA (ROSA; DIMURO; COSTA, 2010).

No PopOrg as interações (que podem ser entre agentes, grupos de agentes, papéis ou grupos de papéis) são definidas como processos de trocas sociais. As trocas sociais são trocas de serviços, sendo que eles são avaliados pelos agentes (ROSA; DIMURO; COSTA, 2010).

Deste modo, ele visa capturar separadamente no sistema agente a população e a sua organização (BARBOSA et al., 2010).

De acordo com Barbosa *et al.* (2010), a população é formada por um conjunto de agentes que habitam o sistema, pelos seus comportamentos juntamente com o conjunto de processos de troca que os mesmos podem apresentar. Logo, a organização comporta os papéis e ligações organizacionais. Um papel é definido a partir do conjunto de processos organizacionais no qual os agentes estão envolvidos e as ligações entre agentes são processos executados dentro de processos organizacionais mais gerais.

A organização é dividida em dois níveis, micro e macro-estrutural (ROSA; DIMURO; COSTA, 2010). Os papéis, os comportamentos e as ligações entre papéis compõem o *nível micro-estrutural*. O *nível macro-estrutural* é formado pelos grupos ou conjunto de papéis e ligações entre grupos.

Além disso, o PopOrg considera as noções de descrições intencionais e extensionais de sistemas (ROSA; DIMURO; COSTA, 2010). As *descrições intencionais* relacionam os aspectos subjetivos do sistema agente, conforme o funcionamento interno dos agentes (normas, valores, etc). As *descrições extensionais* relacionam os aspectos objetivos, de acordo com o funcionamento externo dos agentes (ações executadas, objetos trocados, etc.). Assim, o PopOrg foca nas descrições extensionais, tendo os aspectos intencionais apenas como uma estrutura suplementar, que é imposta na extensional.

Portanto, o PopOrg define apenas os principais componentes da organização, possibilitando a sua utilização por outros modelos mais complexos (ROSA; DIMURO; COSTA, 2010).

### 2.4.4 MOISE

O modelo de organização de agentes MOISE (*Model Organization for multi-agent SystEms*) foi criado por (HANNOUN; BOISSIER; SICHMAN, 2000).

De acordo com Hübner (2003), esse modelo organizacional propõe quatro níveis de organização. O primeiro nível denominado nível social abrange características organizacionais como as tarefas e a estrutura formada pelas relações entre papéis dos agentes. O nível denominado coletivo agrupa os agentes.

Outro nível é o individual que considera as tarefas e responsabilidades dos agentes. No nível individual o conceito de papel social é utilizado.

Segundo Hübner (2003), um papel é composto por uma série de missões e cada missão é composta pelas seguintes propriedades: (i) uma marcação deontica que indica se a missão é obrigatória (denotada por 0) ou facultativa (denotada por P) do papel, (ii) um conjunto de metas a serem alcançadas, (iii) um conjunto de planos que podem ser utilizados, (iv) um conjunto de ações que podem ser utilizadas, e (v) um conjunto de recursos que podem ser usados.

No nível social as ligações restringem a interação entre os papéis. Há três tipos de ligações, (i) ligação de comunicação, (ii) de autoridade e de (iii) conhecimento (HÜBNER, 2003).

Quando se têm dois papéis que possuem uma ligação de comunicação, se estabelece que eles podem trocar mensagens. Esse tipo de ligação também institui o protocolo de comunicação que deve ser seguido caso os dois papéis venham a interagir.

Uma ligação de autoridade indica que um papel tem o direito de requisitar serviços a outro papel. Em uma ligação de conhecimento, um agente somente pode conhecer (representar mentalmente) um outro agente se um de seus papéis possuir uma ligação de conhecimento com um dos papéis do outro agente.

As ligações e os papéis sociais formam a *estrutura organizacional* da sociedade neste modelo. Essa estrutura organizacional, somada a um conjunto de agentes nela alocados formam uma *Entidade Organizacional (EnO)* (HÜBNER, 2003).

Portanto, este modelo detalha a estrutura organizacional. A vantagem de um maior detalhamento na descrição de uma estrutura organizacional é que os agentes podem raciocinar melhor sobre sua organização e identificar, por exemplo, eventuais inconsistências organizacionais (HÜBNER, 2003).

### 3 ORGANIZAÇÃO DE AGENTES ATRAVÉS DO MOISE+

No decorrer deste Capítulo o modelo de organização de agentes MOISE+ será detalhado. A principal referência para as definições e exemplos utilizados ao longo do Capítulo é a tese de Hübner (HÜBNER, 2003). Por clareza, essa referência não será supracitada no decorrer do presente Capítulo.

Para iniciar o estudo, a Seção 3.1 apresenta uma introdução ao modelo MOISE+. As Seções 3.2, 3.3, 3.4 e 3.5 apresentam respectivamente a especificação estrutural, funcional, deôntica e a entidade organizacional do modelo MOISE+. A Seção 3.7 destaca a arquitetura JaCaMo para o desenvolvimento de *SMA*s baseados no MOISE+ e a Seção 3.8 diz respeito a reorganização em *SMA*, sendo que a reorganização através do MOISE+ é detalhada na Seção 3.9.

#### 3.1 INTRODUÇÃO AO MODELO MOISE+

Uma das principais características de *SMA* é a autonomia dos agentes e a sua adaptação ao ambiente corrente. Uma estrutura organizacional tem por objetivo restringir o comportamento dos agentes no *SMA* para que consigam se adaptar as mudanças organizacionais e ao mesmo tempo ter autonomia no sistema. Se a estrutura organizacional for pequena, o *SMA* pode ter problemas de adaptação a mudanças, já que precariza a autonomia dos agentes. Do mesmo modo, se a estrutura organizacional for grande, a organização também não é eficiente, pois não restringe a autonomia dos agentes.

Deste modo, como é possível conciliar a organização com a autonomia dos agentes?

A finalidade de uma sociedade de agentes é dita bem sucedida de acordo com o ambiente e a sua organização. Como os agentes não possuem o controle total sobre o ambiente em que se encontram, uma maneira para manter a finalidade da sociedade caso aconteça alguma alteração no ambiente, é alterar a organização do sistema, tanto nos aspectos estruturais, quando nos funcionais e/ou normativos.

O modelo MOISE+ analisa a contribuição dos componentes que formam uma organização

para o alcance da finalidade do *SMA*. Ele considera a organização como tendo três aspectos: a **estrutura** (contendo os grupos, papéis e ligações), o **funcionamento** (por meio de planos globais, metas e missões) e as **normas** (possuindo obrigações e permissões) da organização.

Por meio desse modelo, é possível conciliar a organização com a autonomia dos agentes. Ele permite a assiduidade no processo de reorganização. Por exemplo, pode-se alterar a estrutura da organização do *SMA* sem precisar mudar o funcionamento da organização. Deste modo, pode-se ter a monitoração da organização corrente, projetos de planos de mudança, seleção de planos e implementação do plano selecionado.

O modelo MOISE+ é baseado no modelo MOISE proposto por Hannoun, Boissier e Sichman (2000), que apresenta uma visão centrada na organização e distingue as três formas de representar restrições organizacionais (papéis, planos e normas).

Como consequência dessa visão centrada na organização, duas ideias principais são adotadas pelo MOISE+: (i) uma especificação organizacional - *EO* (ver Definição 3.1.1) e uma (ii) entidade organizacional - *EnO* (ver Definição 3.5.1). Deste modo, a especificação organizacional é adotada por um grupo de agentes para constituir uma entidade organizacional.

**Definição 3.1.1 (Especificação organizacional)** *A especificação organizacional (EO) no modelo MOISE+ é formada pelo conjunto das SS (conjunto de especificações estruturais), FS (conjunto de especificações funcionais) e ED (conjunto de especificações deônticas).*

Abaixo, as Seções 3.2, 3.3 e 3.4 definem os elementos que compõem a especificação organizacional.

### 3.2 ESPECIFICAÇÃO ESTRUTURAL (EE)

A Especificação Estrutural (EE) limita a autonomia dos agentes por meio de ligações entre papéis. O conjunto das especificações estruturais é representado por *SS*, conforme a Definição 3.1.1.

A EE é constituída pelos níveis: (i) individual, que contém os papéis, (ii) social, onde encontram-se as relações entre os papéis e, (iii) coletivo, que comporta os grupos.

No nível individual encontra-se o conceito de papel organizacional (ver Definição 3.2.1).

**Definição 3.2.1 (Papel organizacional)** *Um papel organizacional é um conjunto de restrições comportamentais que um agente representa na organização. O papel organizacional é obtido por meio das relações que este papel tem na EO.*

No modelo MOISE+ o papel é o elo de ligação entre o agente e a organização (ver Definição 3.2.2). Ele possui duas dimensões, estrutural e funcional. A dimensão estrutural é adquirida quando um agente simplesmente assume um determinado papel. Então, para que haja uma relação entre dois ou mais agentes, os papéis dos agentes em questão devem ter alguma afinidade. Essa dimensão estabelece as relações de autoridade e subordinado, limitando o comportamento de um agente sobre o outro. Por sua vez, a dimensão funcional estabelece obrigações comuns na sociedade. Ela acontece quando um agente se compromete com uma missão. A restrição neste caso ocorre através de um conjunto de objetivos que diz respeito ao que o papel deve ou pode fazer.

Além disso, um tipo especial de papel no MOISE+ é encontrado, o papel abstrato (ver Definição 3.2.3). Esse papel simplifica a especificação de uma organização e não pode ser assumido por nenhum agente.

**Definição 3.2.2 (Papel)** *Um papel  $\rho$  é um identificador pertencente ao conjunto de identificadores de papéis  $R_{ss}$  da  $EE(\rho \in R_{ss})$ .*

**Definição 3.2.3 (Papel abstrato)** *Um papel abstrato é aquele papel que não pode ser assumido por nenhum agente. O conjunto de papéis abstratos é denotado  $R_{abs}$ . No entanto, para que seja possível essa formação, a propriedade  $R_{abs} \subset R_{ss}$  deve ser atendida.*

Os papéis podem apresentar herança, isso faz analogia com a Orientação a Objetos (OO). Aliás, a herança é uma simplificação do processo da especificação de papéis de uma organização. Um super-papel  $\rho$  é uma generalização de sub-papéis  $\rho'$  e um sub-papel  $\rho'$  é uma especialização de um super-papel  $\rho$ . Essa relação de herança é representada como  $\rho \sqsupseteq \rho'$  (ver Definição 3.2.4). Como exemplo, imaginamos a relação de um delegado (papel  $\rho_{delegado}$ ) e um policial (papel  $\rho_{policial}$ ). Um delegado é um policial. Deste modo, um agente com o papel de delegado herda o papel de policial ( $\rho_{policial} \sqsupseteq \rho_{delegado}$ ). Assim, um delegado possui todas as propriedades de um policial. No entanto, ele ainda possui algumas características específicas de seu papel que não se encontram em um policial. Portanto, um delegado é uma especialização, ou sub-papel de um policial, sendo que um policial é uma generalização, ou super-papel, de um delegado. Além disso, um papel pode ser uma especialização de mais de um super-papel. No modelo MOISE+ pode existir um super-papel comum a todos os papéis, este tipo de papel é definido como papel social -  $\rho_{soc}$  (ver Definição 3.2.5).

**Definição 3.2.4 (Herança)** *Para que exista a relação de herança  $\rho \sqsupseteq \rho'$  é necessário que o papel  $\rho'$  seja uma especialização do papel  $\rho$  e  $\rho \in R_{ss} \wedge \rho' \in R_{ss}$ .*

As Equações 1 e 2 abaixo, estabelecem a relação de herança com anti-simetria e transitividade respectivamente:

$$\rho \sqsubset \rho' \wedge \rho' \sqsubset \rho \Rightarrow \rho = \rho' \quad (1)$$

$$\rho \sqsubset \rho' \wedge \rho' \sqsubset \rho'' \Rightarrow \rho = \rho'' \quad (2)$$

**Definição 3.2.5 (Papel social)** *Um papel social  $\rho_{soc}$  é um papel abstrato com as seguintes propriedades (Equações 3, 4 e 5) com relação ao conjunto de papéis e à herança:*

$$\rho_{soc} \in R_{ss} \quad (3)$$

$$\forall \rho \in (R_{ss} - \{\rho_{soc}\}) \bullet \rho_{soc} \sqsubset \rho \quad (4)$$

$$\nexists \rho \in R_{ss} \bullet \rho \sqsubset \rho_{soc} \quad (5)$$

O nível social da *EE* é formado por restrições nas interações entre papéis. O nível social profere sobre as ligações e compatibilidades entre papéis.

As ligações tem o objetivo de restringir o comportamento dos agentes após eles assumirem um papel (ver Definição 3.2.6).

**Definição 3.2.6 (Ligação)** *Uma ligação (link) é representada por um papel de origem ( $\rho_s$ ), um papel destino ( $\rho_d$ ) e o tipo de ligação ( $t$ ). Assim, a representação de uma ligação é dada por:  $link(\rho_s, \rho_d, t)$ . Para que exista um link o papel  $\rho_s$  deve ter uma ligação do tipo  $t$  com o papel  $\rho_d$  e  $\rho_s \in R_{ss} \wedge \rho_d \in R_{ss} \wedge t \in LT$ , sendo que  $LT$  é o tipo de ligação *acq*, *com*, *aut*.*

*Uma ligação pode ser de três tipos diferentes, (i) ligação de conhecimento (acq), (ii) de comunicação (com) e de (iii) autoridade (aut). Na ligação acq os agentes que assumem um papel de origem têm permissão de conhecer os agentes que tomam o papel de destino. A ligação com permite que os agentes de origem se comuniquem com os agentes de destino. Logo, quando os agentes de origem possuem uma relação de autoridade sobre os agentes de destino admite-se uma ligação do tipo aut.*

As Equações 6 e 7 estabelecem como as ligações se comportam com relação à herança.

$$link(\rho_s, \rho_d, t) \wedge \rho_s \sqsubset \rho'_s \Rightarrow link(\rho'_s, \rho_d, t) \quad (6)$$



$$\text{link}(\rho_s, \rho_d, t) \wedge \rho_d \sqsubset \rho'_d \Rightarrow \text{link}(\rho_s, \rho'_d, t) \quad (7)$$

*Levando em conta as interações entre agentes, uma ligação de autoridade ocasiona a existência de uma ligação de comunicação que por sua vez, implica em uma ligação de conhecimento, conforme as Equações 8 e 9 mostram.*

$$\text{link}(\rho_s, \rho_d, \text{aut}) \Rightarrow \text{link}(\rho_s, \rho_d, \text{com}) \quad (8)$$

$$\text{link}(\rho_s, \rho_d, \text{com}) \Rightarrow \text{link}(\rho_s, \rho_d, \text{acq}) \quad (9)$$

Além disso, no que diz respeito a um ligação, quando um papel possui herança de outro, as ligações também são herdadas (ver Equações 6 e 7 da Definição 3.2.6).

Os papéis não só apresentam ligações, mas também podem apresentar relações de compatibilidade. A compatibilidade restringe os papéis que um agente pode exercer em relação aos papéis atuais que ele já desempenha. Conforme a relação  $\rho_1 \bowtie \rho_2$  (ver Definição 3.2.7), estabelece-se que o papel  $\rho_1$  é compatível com o papel  $\rho_2$ . O agente com o papel  $\rho_1$  pode assumir o papel  $\rho_2$ . Sempre que um papel for compatível com outro, deve-se explicitá-lo na modelagem, caso contrário, assume-se que os papéis não são compatíveis.

**Definição 3.2.7 (Compatibilidade)** *Um papel  $\rho_1$  somente será compatível com um papel  $\rho_2$  ( $\rho_1 \bowtie \rho_2$ ) se o agente com o papel  $\rho_1$  puder assumir o papel  $\rho_2$  e se  $\rho_1 \in R_{ss} \wedge \rho_2 \in R_{ss}$ . É importante ressaltar que na relação  $\rho_1 \bowtie \rho_2$ , o papel  $\rho_2$  não é compatível com  $\rho_1$ , se existisse a relação  $\rho_2 \bowtie \rho_1$ , neste caso o papel  $\rho_2$  seria compatível com o  $\rho_1$ .*

*As Equações 10, 11, 12 e 13 referem-se as propriedades de: reflexividade, transitividade e herança.*

$$\rho \bowtie \rho \quad (10)$$

$$\rho \bowtie \rho' \wedge \rho' \bowtie \rho'' \Rightarrow \rho \bowtie \rho'' \quad (11)$$

$$\rho_1 \bowtie \rho_2 \wedge \rho_1 \neq \rho_2 \wedge \rho_1 \sqsubset \rho' \Rightarrow \rho' \bowtie \rho_2 \quad (12)$$

$$\rho \sqsubset \rho' \Rightarrow \rho' \bowtie \rho \quad (13)$$

Seguindo a relação de compatibilidade, um agente com um sub-papel pode assumir um super-papel de outro agente, no entanto, um super-papel não pode assumir um sub-papel (con-

forme demonstrado pelas Equações 12 e 13 na Definição 3.2.7). Como exemplo, podemos refletir sobre os papéis de bispo e padre em uma igreja. Apenas um padre celebra uma missa. Um padre e um bispo podem também assumir o papel de fiel, assistindo a uma celebração. Um agente com o papel de bispo pode celebrar uma missa, assumindo deste modo, o papel de padre ( $\rho_{padre} \sqsubset \rho_{bispo} \Rightarrow \rho_{bispo} \bowtie \rho_{padre}$ ), no entanto, o contrário não é válido, um padre não pode assumir o papel de bispo. Do mesmo modo, um padre não pode se colocar no lugar de um fiel que vem assistir a missa, caso não haja nenhum outro agente com os atributos de um padre que possa celebrar a missa. Conclui-se portanto que a relação de compatibilidade não é simétrica.

Deste modo, os papéis e a relação entre eles definem o nível individual da *EE*. O nível coletivo da *EE* diz respeito aos grupos. Os papéis dos agentes são assumidos somente dentro de um grupo. Um grupo é composto de agentes com objetivos em comuns.

Uma especificação de grupo (*GT*) institui os papéis que podem ser assumidos no grupo, os sub-grupos que podem ser criados dentro do grupo, as ligações apropriadas para os agentes, a compatibilidade que é válida para os agentes do grupo e a cardinalidade que determinam a boa formação do grupo (ver Definição 3.2.8).

**Definição 3.2.8 (Especificação de grupo)** *O conjunto de todas as especificações de grupo da EE é representado por GT. Uma especificação de grupo  $gt \in GT$  é representada pela Equação 14.*

$$gt = (R, SG, L^{intra}, L^{inter}, C^{intra}, C^{inter}, np, ng) \quad (14)$$

onde:

- *R é o conjunto de papéis que podem ser adotados em grupos criados por meio da especificação de grupo gt:*

$$R \subseteq R_{ss} \quad (15)$$

- *SG é o conjunto de sub-grupos possíveis no grupo gt:*

$$SG \subseteq GT \quad (16)$$

- *$L^{intra}$  e  $L^{inter}$  são respectivamente, as ligações internas e externas do grupo gt.*
- *$C^{intra}$  e  $C^{inter}$  são os conjuntos das compatibilidades internas e externas do grupo gt.*
- *$ng : R_{ss} \rightarrow \mathbb{N} \times \mathbb{N}$  é o mapeamento parcial para a cardinalidade de papéis que estabelece respectivamente o valor máximo e mínimo para cada sub-grupo.*

- $np : SG \rightarrow \mathbb{N} \times \mathbb{N}$  é um mapeamento parcial da cardinalidade de sub-grupos respectivamente com o valor máximo e mínimo para cada sub-grupo.

Em uma *EO* pode haver mais de uma especificação de grupo, bem como diversos conjuntos de papéis, sub-grupos, ligações, etc. Para diferenciar o conjunto de papéis de um grupo por exemplo, o grupo será denotado da seguinte forma  $grupo_1.R, grupo_2.R, \dots grupo_n.R$ .

No nível coletivo as ligações e compatibilidades são classificadas em internas ( $L^{intra}$  e  $C^{intra}$ ) ou externas ( $L^{inter}$  e  $C^{inter}$ ) ao grupo. Em uma ligação do tipo  $L^{intra}$ , sendo  $l \in L^{intra}$ , todos os agentes que assumem o papel de origem de  $l$  em um grupo  $gr^1$  estão ligados por  $l$  a todos os agentes que assumem o papel de destino de  $l$  no mesmo grupo  $gr_1$ .

Um ligação do tipo  $L^{inter}$  estabelece que todos os agentes que possuem um papel de origem  $l$  estão ligados por uma ligação a todos os agentes que assumem o papel de destino de  $l$ , independentemente dos grupos em que os agentes assumem os papéis de origem e destino da ligação. Toda  $L^{inter}$  ocasiona em uma  $L^{intra}$ .

Com relação a  $C^{intra}$ , pode-se dizer que um agente com um papel  $\rho_1$  de um grupo  $gr$  pode assumir um outro papel  $\rho_2$  no mesmo grupo. Se a compatibilidade for  $C^{inter}$  um agente  $\rho_1$  em um grupo  $gr_1$  pode assumir um outro papel  $\rho_2$  somente em um outro grupo  $gr_2$ .

**Definição 3.2.9 (Especificação de grupo raiz)** *Uma especificação de grupo raiz  $gt$  ( $isRootGr(gt)$ ) diz respeito a formação do grupo raiz  $gt$ . Deste modo, a especificação de grupo raiz não deve ser sub-grupo de nenhuma outra especificação de grupo. A Equação 17 mostra esta relação.*

$$isRootGr(gt) \Leftarrow \nexists g \in GT \bullet gt \in g.SG \quad (17)$$

**Definição 3.2.10 (Especificação estrutural)** *O conjunto de todas as especificações estruturais é definido por  $SS$ . Deste modo, uma  $EE$   $ss$  é indicada pela Equação 18.*

$$ss = (RG, R_{ss}, \sqsubset) \quad (18)$$

onde:

- $RG$  é o conjunto de especificações de grupos raízes de  $ss$ , conforme as Equações 19 e 20 mostram.

$$RG \nexists GT \quad (19)$$

$$\forall gt \in RG \bullet isRootGr(gt) \quad (20)$$

- $R_{ss}$  é o conjunto de todos os papéis da EE.
- $\sqsubset$  é a relação de herança sobre os papéis  $R_{ss}$ .

O conjunto de especificações de grupos raízes  $RG$  que representa as ligações, compatibilidades e cardinalidades entre os papéis são definidas no contexto de grupo, sendo incluídas em  $RG$ .

O conjunto de papéis abstratos da EE é definido através da Equação 21, ou seja, o conjunto de todos os papéis menos os papéis que podem ser adotados em um grupo.

$$R_{abs} = R_{ss} - \bigcup_{\forall gt \in GT} gt.R \quad (21)$$

Para ilustrar todos conceitos vistos na Seção 3.2 a respeito da Especificação Estrutural, apresenta-se o Exemplo 3.1, o qual especifica o caso de uma seção eleitoral descrita através do modelo MOISE+.

**Exemplo 3.1 (EE de uma seção eleitoral através do modelo de agentes MOISE+)** A EE de uma seção eleitoral (denotada por  $ss_{secao}$ ) através do modelo MOISE+ é definida da seguinte forma:

$$ss_{secao} = \langle \{gt_{secao}\}, R_{secao}, \sqsubset \rangle$$

O conjunto de papéis nessa relação é  $R_{secao} = \rho_{presidente}, \rho_{mesario}, \rho_{secretario}, \rho_{eleitor}$  e a herança é  $\rho_{soc} \sqsubset \rho_{eleitor}, \rho_{mesario} \sqsubset \rho_{presidente}, \rho_{eleitor} \sqsubset \rho_{mesario}, \rho_{eleitor} \sqsubset \rho_{secretario}$ . De acordo com a relação de herança, estabelece-se que o mesário, o secretário e o presidente são eleitores, ou seja, o papel de eleitor é comum a todos os outros. Deste modo, o papel de eleitor é um papel social, por isso,  $\rho_{eleitor}$  é herdado de  $\rho_{soc}$  (ver Definição 3.2.5). O presidente é implicitamente identificado como eleitor devido a relação de herança existente entre ele e o mesário. O presidente é uma especialização do mesário e, deste modo, herda todas as características dele. O mesário por sua vez, herda as características de um eleitor. Portanto, como o mesário herdou as propriedades do eleitor e o presidente as do mesário, indiretamente o presidente herdou as atribuições de um eleitor (ver Equações 1 e 2 da Definição 3.2.4).

Em uma seção eleitoral pode-se diferenciar três especificações de grupo: seção, membros da mesa e eleitores. A especificação de grupo  $gt_{secao}$  é o grupo raiz, que comporta os sub-grupos membros da mesa e eleitores. Cada especificação de grupo é definida da seguinte forma:

$$gt_{secao} = \langle$$

$\{\}$ ,	%R
$\{gt_{mesa}, gt_{eleitores}\}$ ,	%SG
$\{\}$ ,	%L <sup>intra</sup>
$\{\}$ ,	%L <sup>inter</sup>
$\{\}$ ,	%C <sup>intra</sup>
$\{\}$ ,	%C <sup>inter</sup>
$\{\}$ ,	%np
$\{gt_{mesa} \mapsto (1, 1), gt_{eleitores} \mapsto (1, 1)\}$	%ng

$gt_{mesa} = \langle$	
$\{\rho_{presidente}, \rho_{mesario}, \rho_{secretario}\}$ ,	%R
$\{\}$ ,	%SG
$\{link(\rho_{presidente}, \rho_{mesario}, aut), link(\rho_{presidente}, \rho_{secretario}, aut)\}$ ,	%L <sup>intra</sup>
$\{link(\rho_{mesario}, \rho_{eleitor}, com)\}$ , $link(\rho_{secretario}, \rho_{eleitor}, com)$ ,	%L <sup>inter</sup>
$\{\rho_{mesario} \bowtie \rho_{presidente}\}$ ,	%C <sup>intra</sup>
$\{\rho_{presidente} \bowtie \rho_{eleitor}, \rho_{mesario} \bowtie \rho_{eleitor}, \rho_{secretario} \bowtie \rho_{eleitor}\}$ ,	%C <sup>inter</sup>
$\{\rho_{presidente} \mapsto (1, 1), \rho_{mesario} \mapsto (1, 2), \rho_{secretario} \mapsto (1, 1)\}$ ,	%np
$\{\}$	%ng

$gt_{eleitores} = \langle$	
$\{\rho_{eleitor}\}$ ,	%R
$\{\}$ ,	%SG
$\{\}$ ,	%L <sup>intra</sup>
$\{link(\rho_{eleitor}, \rho_{secretario}, com), link(\rho_{eleitor}, \rho_{mesario}, com)\}$ ,	%L <sup>inter</sup>
$\{\}$ ,	%C <sup>intra</sup>
$\{\rho_{eleitor} \bowtie \rho_{presidente}, \rho_{eleitor} \bowtie \rho_{mesario}, \rho_{eleitor} \bowtie \rho_{secretario}\}$ ,	%C <sup>inter</sup>
$\{\rho_{eleitor} \mapsto (3, 500)\}$ ,	%np
$\{\}$	%ng

A primeira especificação de grupo raiz ( $gt_{secao}$ ) não possui papéis que podem ser assumidos. Os papéis são assumidos apenas nos subgrupos, membros da mesa e eleitores. Não há compatibilidades no grupo  $gt_{secao}$  e ele é bem formado se possuir uma instância do sub-grupo membro da mesa e do sub-grupo eleitores. Se não houvesse a restrição de cardinalidade dos sub-grupos, a seção poderia ter qualquer número de sub-grupos eleitores e membros da mesa.

No grupo membros da mesa ( $gt_{mesa}$ ), os papéis possíveis são de presidente, mesário e secretário. O presidente tem autoridade sobre o mesário e o secretário dentro deste grupo, pois

*a ligação de autoridade entre os três é intra-grupo. Percebe-se neste exemplo, que através de uma única ligação no papel de presidente, pode-se dar direito de comunicação ao mesário, já que uma ligação de autoridade implica em uma ligação de conhecimento (ver Definição 3.2.6). O mesmo ocorre com a ligação de autoridade do presidente sobre o secretário.*

*Um mesário pode assumir o papel de presidente (compatibilidade) caso o mesmo não esteja presente no momento. Além disso, há uma compatibilidade inter-grupo, qualquer membro da mesa pode ser um eleitor. No sub-grupo  $gt_{\text{mesa}}$  o presidente tem autoridade sobre seus membros (secretário e mesário), desde que eles estejam no mesmo grupo (ligação intra-grupo).*

*Por fim, no grupo de eleitores apenas o papel de eleitor pode ser assumido. Os eleitores podem se comunicar com o secretário e o mesário do membro da mesa (ligação inter-grupo).*

*Um eleitor pode ser um secretário, um presidente ou um mesário (compatibilidade inter-grupo). Um grupo de eleitores (para votação) deve ter no mínimo três eleitores (já que o presidente, o mesário e o secretário também são eleitores e devem comparecer em uma seção eleitoral) e no máximo quinhentos eleitores para cada seção.*

### 3.3 ESPECIFICAÇÃO FUNCIONAL (EF)

Para melhorar a eficiência da realização de atividades em uma sociedade é importante estabelecer procedimentos para a execução destas atividades. Segundo (LUGO; HÜBNER; SICHMAN, 2001) citados por (HÜBNER, 2003), procedimentos similares aos encontrados na sociedade real são denominados esquemas sociais, que são compostos por um conjunto de metas estruturado por meio de planos. Em um SMA os esquemas facilitam a coordenação entre agentes.

A *EF* é constituída por um conjunto de esquemas sociais e relação de preferência entre missões (ver Definição 3.3.4). O conjunto das especificações funcionais é representada por *FS*, conforme a Definição 3.1.1.

A *EF* é independente da *EE*. Neste sentido, para a descrição de uma *EF*, não há necessidade de fazer qualquer referência à *EE* (papéis e grupos, por exemplo). Esta independência permite que um SMA mude a sua *EF* sem a necessidade de alterar a *EE* e vice-versa.

Um conceito fundamental para a *EF* e esquemas sociais é a meta global. De acordo com (HÜBNER, 2003) essa meta representa um estado do mundo que é desejado pelo SMA. Ela se diferencia de uma meta local por influenciar todo o sistema.

Toda meta global possui níveis de satisfatibilidade, de alocação e de ativação. O primeiro

nível indica se a meta já foi alcançada (valor *satisfied*), ou ainda não (valor *unsatisfied*), ou se caso a meta é dita impossível de ser alcançada (valor *impossible*). O nível de alocação sugere a existência ou não de um agente responsável pela satisfação da meta (*committed* e *uncommitted*). Já, o nível de ativação denota a presença de pré-condições necessárias para que a meta seja satisfeita (*permitted* ou *forbiden*). Como padrão, o valor inicial de uma meta é sempre *unsatisfied*, *uncommitted* e *forbiden*.

O nível individual da *EF* é composto pelas missões (ver Definição 3.3.1).

**Definição 3.3.1 (Missão)** *Uma missão é um conjunto de metas globais que podem ser atribuídas a um agente através de um de seus papéis. O conjunto de todas as missões é representado por  $M$  e o conjunto de metas globais da *EF* é representado por  $G_{fs}$ . Uma missão  $m \in M$  é um sub-conjunto de metas globais. Deste modo,  $m \subset G_{fs}$ .*

*As metas podem apresentar “argumentos”. Os argumentos detalham melhor o seu estado de satisfação.*

Quando um agente se compromete com uma missão ele é responsável por satisfazer todas as metas globais correspondentes a missão.

O nível coletivo da *EF* é dado pelo esquema social (ver 3.3.2). Um esquema social *ES* é necessariamente uma árvore de decomposição de metas globais onde a raiz é a meta do *ES*. A decomposição de metas é feita por meio de planos que indicam uma forma de satisfazer uma meta.

**Definição 3.3.2 (Esquema social)** *O conjunto de todos os esquemas sociais é representado por  $SCH$ . Um esquema social representado por  $sch$ , conforme a Equação 22, é composto pelo conjunto das metas do *ES* ( $G$ ), pelo conjunto de todos os planos que constrói a árvore de decomposição de metas do *ES* ( $P$ ), pelo conjunto de missões ( $M$ ), pela a função que determina o conjunto de metas de cada missão ( $mo$ ) e pelo número máximo e mínimo de agentes que devem se comprometer em cada missão ( $nm$ ). O Exemplo 3.3 descreve um esquema social.*

$$sch = (G, P, M, mo, nm) \quad (22)$$

Um plano pode ser construído utilizando três tipos de operadores. O operador de sequência é representado por “;”. A Figura 1 mostra um plano sequencial, o  $g_0 = g_1, g_2, g_3, g_4, g_5, g_6$ . Neste caso, a meta  $g_0$  contém as sub-metas  $g_1, g_2, g_3, g_4, g_5$  e  $g_6$ . Para que o plano seja satisfeito, é necessário que a sub-meta  $g_1$  seja satisfeita e posteriormente a  $g_2$ , a  $g_3$ , a  $g_4$ , a

$g_5$  para finalmente a  $g_6$  ser satisfeita e deste modo, a meta raiz  $g_0$  ser cumprida. A seguir, o predicado  $isSatisfied(g_0)$  indica como a meta contida no predicado (no caso, a meta  $g_0$ ) é satisfeita.

$$isSatisfied(g_0) \Leftarrow isSatisfied(g_1) \wedge isSatisfied(g_2) \wedge \dots \wedge isSatisfied(g_6) \quad (23)$$

O operador de escolha (representado por “|”) também pode ser identificado na Figura 1, no plano  $g_8 = g_9 | g_{10}$ . Por meio do operador de escolha, denota-se que o plano será satisfeito se uma, e somente se, uma das sub-metas  $g_9$  ou  $g_{10}$  for satisfeita.

$$isSatisfied(g_8) \Leftarrow (isSatisfied(g_9) \wedge \neg isSatisfied(g_{10})) \\ \vee (isSatisfied(g_{10}) \wedge \neg isSatisfied(g_9)) \quad (24)$$

Por fim, o operador de paralelismo (representado por “||”) como apresentado no plano  $g_2 = g_7 || g_8$  da Figura 1, será satisfeito quando as duas sub-metas  $g_7$  e  $g_8$  também forem satisfeitas.

$$isSatisfied(g_2) \Leftarrow isSatisfied(g_7) \wedge isSatisfied(g_8) \quad (25)$$

Ao contrário do operador de sequência, no operador de paralelismo as duas submetas podem ser executadas em paralelo.

Em alguns casos, uma meta pode não possuir um plano. Quando uma meta não possui um plano e nem mesmo um *ES*, ela é denominada *meta folha*. O agente que se compromete com essa *meta folha* não tem na *EF* um plano que auxilie na sua satisfação. Este agente tem que encontrar uma forma de satisfazer a meta por meios próprios.

O conjunto de vários planos forma uma árvore de decomposição de metas, ou seja, um esquema, como indicado no exemplo da Figura 1. A sua definição possibilita que os agentes executem atividades coordenadas. Em um esquema, as metas de uma missão estão contidas em um plano que determina quando a meta está permitida para que os agentes trabalhem nela.

No MOISE+, caso todas as sub-metas sejam alcançadas, não necessariamente a super-meta também será. O ambiente interfere no resultado da super-meta.

Abaixo seguem as definições de *Plano* e *Esquema Social* dentro da *EF* do modelo MOISE+.

**Definição 3.3.3 (Plano)** *Conforme a Equação 26, um plano  $p$  é composto por uma super-meta*



(*head*), por um operador (*op*, sendo que  $op \in \{, |, \parallel\}$ ), pela taxa de sucesso (*tx*) do plano *p* e pela sequência de sub-metas ( $G^n$ ). O conjunto de todos os planos é representado por *P*.

$$p = (\textit{head}, \textit{op}, \textit{tx}, G^n) \quad (26)$$

A simplificação da escrita de um plano pode ser descrita como  $\textit{head} =_{tx} g_1 \textit{op} g_2 \textit{op} \dots g_n$ , sendo que  $g_i$  é o *i*-ésimo elemento da sequência  $G^n$ .

No MOISE+, quando algumas missões são mais urgentes, pode-se classificar elas com uma maior preferência, sendo executadas antes de outras missões com preferência menor. Como exemplo, quando se tem  $m_1 \prec m_2$ , significa que a meta  $m_1$  é prioritária, e será executada antes que a  $m_2$ .

**Definição 3.3.4 (Especificação funcional)** O conjunto de todas as EF é representado por FS e uma especificação funcional é indicada por *fs*, conforme a Equação 27. Uma *fs* é o conjunto (*S*) de esquemas sociais (*ES*) e a relação de preferência entre as missões destes esquemas (*PR*).

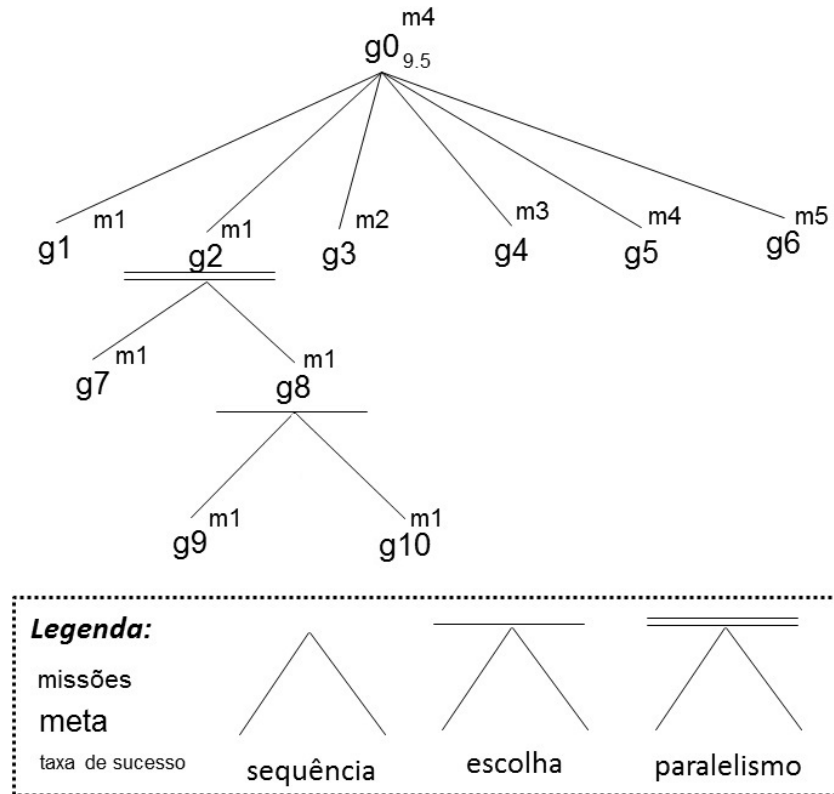
$$f_s = (S, PR) \quad (27)$$

A seguir, o Exemplo 3.2 apresenta um esquema de votação em uma seção eleitoral, sendo que o Exemplo 3.3 descreve o ES da Figura 1.

**Exemplo 3.2 (Árvore de decomposição de metas)** A Tabela 1 apresenta a descrição das metas de um esquema de votação ilustrado na Figura 1. Nesta árvore de decomposição de metas, encontram-se os planos  $g_0 = g_1, g_2, g_3, g_4, g_5, g_6$ ,  $g_2 = g_7 \parallel g_8$  e  $g_8 = g_9 \mid g_{10}$ . O operador “=” indica como será satisfeito o plano a partir do cumprimento das metas que o compõem. No plano  $g_0 = g_1, g_2, g_3, g_4, g_5, g_6$ , a super-meta  $g_0$  é decomposta em seis sub-metas. Deste modo, a meta  $g_0$  poderá ser satisfeita somente se as suas sub-metas também o forem. Em outro plano, como em  $g_2 = g_7 \parallel g_8$ , a meta  $g_2$  aparece agora como super-meta e para ser satisfeita, do mesmo modo, as suas sub-metas devem ser cumpridas.

Uma sub-meta em um plano pode ser super-meta em outro. No entanto, não necessariamente o cumprimento das sub-metas farão com que a super-meta seja cumprida. O ambiente pode interferir no sucesso das metas. Por exemplo, a super-meta  $g_0$  pode não ser satisfeita (candidato não votou na seção eleitoral) porque ele não digitou todos os números do seu candidato na urna e conseqüentemente não confirmou o seu voto, sendo que o presidente não verificou isso antes do eleitor sair da seção eleitoral, apesar do eleitor ter comparecido a seção eleitoral

no período correto, ter trazido a documentação necessária, o mesário ter recolhido a assinatura do eleitor antes dele votar, o presidente ter digitado o número do título eleitoral dele no microterminal e o mesário ter entregue o comprovante de votação e devolvido o documento de identificação do eleitor.



**Figura 1:** Exemplo de uma árvore de decomposição de metas ou esquema social no nível coletivo.

Fonte: Autoria própria

O plano g8 apresenta apenas uma opção de escolha de documentação, deste modo ou o eleitor apresenta a carteira de habilitação ou o RG.

Neste exemplo, percebem-se as missões. Uma missão é atribuída a um determinado agente devido as metas que compõem a missão terem um objetivo comum e poderem ser executadas por um determinado papel do agente que se responsabilizará por executá-las. Identifica-se na Figura 1 cinco missões: m1, m2, m3, m4 e m5. Analisando as metas da missão m1, verifica-se que g1, g2, g7, g8, g9, g10 identificam o eleitor e podem ser executadas por apenas um agente com o papel de secretário, por isso, essas metas fazem parte de uma missão, a m1. Do mesmo modo, a missão m2 pode ser executada por um agente com o papel de mesário, a m3 por um presidente, a m4 pelo eleitor e a m5 por mais um mesário.

**Exemplo 3.3 (Descrição do ES da Figura 1)** O ES da Figura 1 é descrito como:

**Tabela 1: Descrição das metas do esquema de votação apresentado na Figura 1**

<i>meta</i>	<i>descrição</i>
g0	o/a eleitor/a votou
g1	o/a eleitor/a comparece à seção eleitoral no período de tempo correto
g2	a documentação está correta
g7	o secretário da seção confere se o eleitor trouxe um documento oficial com foto
g8	o/a eleitor/a faz parte da seção eleitoral em questão
g9	o/a eleitor/a apresentou a carteira de habilitação
g10	o/a eleitor/a apresentou o RG
g3	o mesário recolhe o documento de identificação e a assinatura do eleitor
g4	o presidente da mesa digita o número do título do eleitor no microterminal, habilitando-o a votar
g5	o/a eleitor/a dirige-se até a urna eletrônica para então votar
g6	o mesário entrega o comprovante de votação e devolve o documento de identificação ao eleitor

**Fonte: Autoria própria**

$$sch_{votacao} = (\{g_0, g_1, g_2, g_3, g_4, g_5, g_6, g_7, g_8, g_9, g_{10}, g_{12}, g_{13}, g_{14}\},$$

$$\{“g_0 =_{9.5} g_1, g_2, g_3, g_4, g_5, g_6”,$$

$$“g_2 = g_7 || g_8”,$$

$$“g_8 = g_9 | g_{10}”,$$

},

$$\{m_1, m_2, m_3, m_4, m_5, m_6\},$$

$$\{m_1 \mapsto \{g_1, g_2, g_7, g_8, g_9, g_{10}\}, m_2 \mapsto \{g_3\}, m_3 \mapsto \{g_4\},$$

$$m_4 \mapsto \{g_0, g_5\}, m_5 \mapsto \{g_6\}\}$$

$$\{m_1 \mapsto (1, 1), m_2 \mapsto (1, 1), m_3 \mapsto (1, 1), m_4 \mapsto (3, 500), m_5 \mapsto (1, 1)\}$$

*O ES é considerado bem formado, se um, e somente um agente adotar as missões  $sch_{votacao}.m_1$ ,  $sch_{votacao}.m_2$ ,  $sch_{votacao}.m_3$  e  $sch_{votacao}.m_5$ , e se a missão  $sch_{votacao}.m_4$  for adotada por 3 ou no máximo 500 agentes. Os agentes que se comprometerem com a missão  $sch_{votacao}.m_4$  podem criar uma instância deste ES.*

*Os agentes que se comprometerem com a missão  $sch_{votacao}.m_1$  possuirão várias metas devido a sub-árvore encontrada abaixo de  $sch_{votacao}.g_2$ . Se a meta  $sch_{votacao}.g_2$  não fosse ramificada, ela seria considerada uma meta folha. Deste modo, os agentes que se comprometerem com ela desenvolverão um plano por si só para satisfazê-la. As metas folhas encontradas na Figura 1, são:  $g_1, g_3, g_4, g_5, g_6, g_7, g_9$  e  $g_{10}$ .*

O motivo de se decompor a meta  $sch_{votacao.g2}$ , neste exemplo, é

1. de estabelecer que o agente responsável pela missão  $m_1$  deve satisfazer certas metas ( $g_8$  e  $g_9$ ), demonstrando que conseguiu atingi-lás,
2. de indicar que o agente deve cumprir o plano de um modo pré-determinado, e
3. de auxiliar o agente na aquisição de suas metas, devido ao bom plano que foi determinado.

Deste modo, uma *EF* descreve como o *SMA* satisfaz as metas globais. As metas globais são formadas por planos e são distribuídas entre os agentes por missões. Para definir a *EF* não é necessário fazer nenhuma referência à *EE*. Isso faz com que uma alteração na *EF* não influencie a *EE*.

### 3.4 ESPECIFICAÇÃO DEÔNICA (ED)

É necessário dizer que tipo de agente pode (ou deve) se comprometer com uma missão. Esse é justamente o objetivo da especificação deônica. Assim, a relação entre a *EE* e a *EF* é feita pela *ED*.

No nível individual são definidas as missões que um papel tem permissão ou obrigação de se comprometer.

Uma permissão,  $per = (\rho, m, tc)$ , determina que um agente com o papel  $\rho$  pode se comprometer com a missão  $m$ . Restrições temporais ( $tc$ ) estabelecem um conjunto de tempo em que a permissão será válida.

Uma obrigação,  $obl = (\rho, m, tc)$ , estabelece que um agente com o papel  $\rho$  é obrigado a se comprometer com a missão  $m$  nos períodos de tempos determinados em  $tc$ .

Quando a permissão e/ou a obrigação possui todos os períodos de tempo válidos na restrição temporal ( $tc$ ), essa condição pode ser denotado por *Any* na relação deônica, indicando, deste modo, que todos os períodos de tempo são válidos.

Quando um papel é obrigado a executar uma missão, significa que ele tem permissão para executá-la.

Para finalizar a Seção 3.4 é apresentado um exemplo.

**Exemplo 3.4 (Relações deônticas em uma seção eleitoral)** *Em um processo de votação eleitoral, cada papel tem permissões e/ou obrigações com determinadas missões de um esquema, estabelecendo relações deônticas. Deste modo, analisando a Figura 1 e seguindo os Exemplos 3.1 e 3.2, uma seção eleitoral terá a seguinte especificação deôntica em relação ao esquema de votação:*

$$\begin{aligned}
 ds_{secao} = \langle \{ & per(\rho_{mesario}, sch_{votacao}.m_3, [fev/02]) \}, \\
 \{ & obl(\rho_{secretario}, sch_{votacao}.m_1, [fev/02]), \\
 & obl(\rho_{mesario}, sch_{votacao}.m_2, [fev/02]), \\
 & obl(\rho_{presidente}, sch_{votacao}.m_3, [fev/02]), \\
 & obl(\rho_{eleitor}, sch_{votacao}.m_4, [fev/02]), \\
 & obl(\rho_{mesario}, sch_{votacao}.m_5, [fev/02]) \} \rangle
 \end{aligned}$$

*Observa-se nesta relação deôntica que todos os papéis devem iniciar suas missões somente no dia 02 do mês de fevereiro ([fev/02]). Percebe-se que o eleitor tem a obrigação de se comprometer com a missão  $m_5$  do esquema  $sch_{votacao}$ , o eleitor é obrigado a votar. O secretário, o presidente e o mesário também são eleitores e assim sendo, também são obrigados a votar (relação estabelecida pela cardinalidade inter-grupo dos sub-grupos membro da mesa e eleitores -  $gt_{mesa}$  e  $gt_{eleitores}$ , ver Exemplo 3.3).*

*Além disso, o secretário é obrigado a se comprometer com a missão  $m_1$ , ou seja, com a identificação do eleitor; o mesário com a  $m_2$  (recolhimento da assinatura e do documento de identificação do eleitor) e  $m_5$  (entrega do comprovante de votação), e o presidente com a  $m_3$  (digitação do número do título do eleitor no microterminal).*

*Conforme especificado no grupo da EE do Exemplo 3.1, pode-se encontrar um ou dois mesários responsáveis pelo cumprimento das missões  $m_2$  e  $m_5$ . No esquema  $sch_{votacao}$  apresentado no Exemplo 3.3, cada uma das missões podem ter no mínimo um e no máximo dois agentes comprometidos com ela. Portanto, um mesário pode se comprometer com as duas missões ou cada um pode adotar uma das missões.*

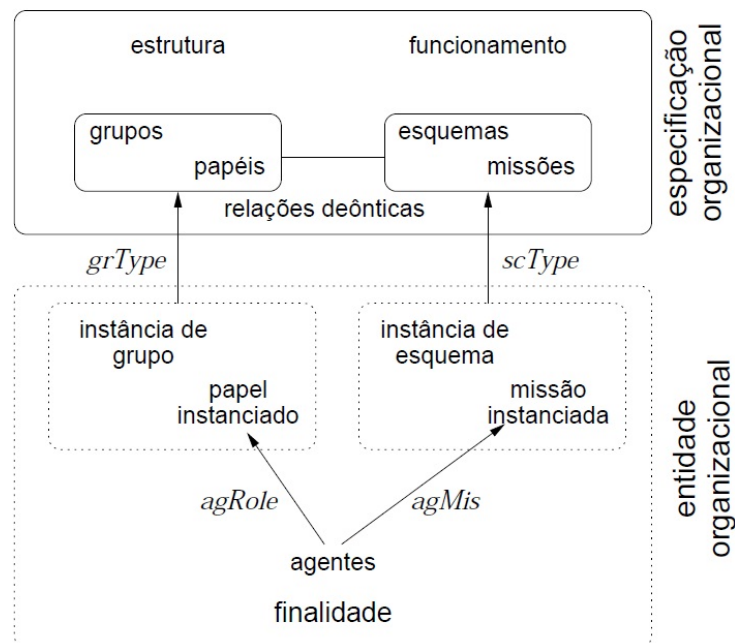
*Encontra-se ainda nesta relação deôntica a seguinte situação: o mesário tem a permissão de assumir a missão  $m_3$ . Portanto, essa missão pode ser satisfeita tanto pelo mesário quanto pelo presidente. Essa relação é estabelecida porque o mesário pode assumir o papel de presidente de acordo com a compatibilidade de papéis intra-grupo apresentada no sub-grupo membros da mesa ( $gt_{mesa}$ ) do Exemplo 3.1. No entanto, somente um agente pode assumir essa missão, o mesário ou o presidente (ver Exemplo 3.3).*

### 3.5 ENTIDADE ORGANIZACIONAL (ENO)

Os agentes em uma especificação organizacional (*EnO*) não são incluídos tanto na *EE*, quanto na *EF* e *ED*. Os agentes no contexto da especificação organizacional são representados por papéis. Em um *SMA* a especificação organizacional deve ser instanciada por um conjunto de agentes que formam a *EnO*, estabelecendo assim, a posição destes na *EnO*.

**Definição 3.5.1 (Entidade organizacional)** *A instanciação da especificação organizacional pelos agentes alocados no sistema constitui a entidade organizacional.*

A Figura 2 mostra o funcionamento simplificado de um *SMA* de acordo com o modelo MOISE+. Uma *EnO* é mantida por um conjunto de agentes que buscam atingir a finalidade do *SMA* através da instanciação da *EO*. É necessária a criação de grupos para que os agentes assumam papéis coerentes para agir no ambiente. Ao assumirem papéis, cada agente terá obrigações e permissões para satisfazer missões que compõem esquemas sociais. Em um *SMA* segundo o modelo MOISE+, a especificação organizacional será instanciada pelos agentes. A instância dos grupos e dos papéis dos agentes, bem como dos esquemas e missões fazem com que os agentes se posicionem na especificação organizacional a fim de satisfazer a finalidade do *SMA*. Portanto, a *EnO* é toda a estrutura organizacional mais o conjunto de agentes nela alocados.



**Figura 2: Exemplo do funcionamento simplificado de um SMA de acordo com o modelo MOISE+**

**Fonte: (HÜBNER, 2003)**

A seguir, o Exemplo 3.5 ilustra uma entidade organizacional de uma seção eleitoral.

**Exemplo 3.5 (Exemplo de EnO de uma seção eleitoral)** *Em um determinado momento de tempo  $t^1$  a Entidade Organizacional de uma seção eleitoral pode ser descrita como:*

```

oetsecao =
⟨
% finalidade
'oa eleitor/a votar em um candidato',

% especificação
(ssvotacao, fsvotacao, dsvotacao),

% agentes
{Gustavo, Pedro, Maria, Joana, Lucas},

% grupos
{gr1secao, gr1mesa, gr1eleitores}

% grType
{gr1secao ↦ gtsecao, gr1mesa ↦ gtmesa, gr1eleicao ↦ gteleicao},

% subGg
{gr1secao ↦ {gr1mesa, gr1eleitores}},

% agRole
{Gustavo ↦ {(ρpresidente, gr1mesa), (ρeleitor, gr1eleicao)},
Pedro ↦ {(ρmesario, gr1mesa), (ρeleitor, gr1eleicao)},
Maria ↦ {(ρmesario, gr1mesa), (ρeleitor, gr1eleicao)},
Joana ↦ {(ρsecretario, gr1mesa), (ρeleitor, gr1eleicao)},
Lucas ↦ {(ρeleitor, gr1eleicao)} },

```

*% esquemas*

$\{si1_{votacao}\},$

*% schType*

$\{si1_{votacao} \mapsto (sch_{votacao}, \{gr1_{eleitores}, gr1_{mesa}\})\},$

*% agMis*

$\{Gustavo \mapsto \{(sch_{votacao}.m_3, si1_{votacao})\},$

$Gustavo \mapsto \{(sch_{votacao}.m_4, si1_{votacao})\}$

$Pedro \mapsto \{(sch_{votacao}.m_2, si1_{votacao})\},$

$Pedro \mapsto \{(sch_{votacao}.m_4, si1_{votacao})\}$

$Maria \mapsto \{(sch_{votacao}.m_5, si1_{votacao})\},$

$Joana \mapsto \{(sch_{votacao}.m_1, si1_{votacao})\},$

$Lucas \mapsto \{(sch_{votacao}.m_4, si1_{votacao})\} \}$

*% agState*

$\{(si1_{votacao}, g_0) \mapsto (unsatisfied, committed, permitted),$

$(si1_{votacao}, g_1) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$

$(si1_{votacao}, g_2) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$

$(si1_{votacao}, g_3) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$

$(si1_{votacao}, g_4) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$

$(si1_{votacao}, g_5) \mapsto (unsatisfied, committed, permitted),$

$(si1_{votacao}, g_6) \mapsto (unsatisfied, committed, forbidden),$

$(si1_{votacao}, g_7) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$

$(si1_{votacao}, g_8) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$

$(si1_{votacao}, g_9) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$



$$\begin{aligned}
& (si1_{votacao, g_{10}}) \mapsto (satisfied, committed, permitted), \\
& (si1_{votacao, g_{12}}) \mapsto (satisfied, committed, permitted), \\
& (si1_{votacao, g_{13}}) \mapsto (satisfied, committed, permitted), \\
& (si1_{votacao, g_{14}}) \mapsto (satisfied, committed, permitted) \} \\
& \}
\end{aligned}$$

A partir desta descrição da EnO, percebe-se que as especificações: estrutural, funcional e deôntica foram instanciadas e os agentes foram criados. Deste modo, pode-se definir o papel de cada agente na organização (tag *agRole*). Os grupos e sub-grupos também foram instanciados.

Neste exemplo, um esquema de votação foi instanciado e atribuído ao grupo de eleitores e membros da mesa (tag *schType*). Assim, os eleitores e membros da mesa são os responsáveis pela execução do esquema de votação. Somente os agentes que fazem parte destes grupos podem executar as missões do esquema de votação.

Deste modo, o agente Gustavo assumiu as missões  $m_3$  (digitação do número do título do eleitor no microterminal) e  $m_4$  (o eleitor votar), o Pedro adotou as missões  $m_2$  (recolhimento da assinatura e do documento de identificação do eleitor) e  $m_4$ , a Maria se responsabilizou pela  $m_5$  (entrega do comprovante de votação), a Joana pela  $m_1$  (identificação do eleitor) e o Lucas pela missão  $m_4$  do esquema de votação.

A tag *agState* mostra se o agente já cumpriu suas metas e se elas estão permitidas para serem executadas. Portanto, observando a descrição da EnO, percebe-se que o eleitor está dirigindo-se até a urna, ele ainda não votou, por isso que as metas  $g_0, g_5$  e  $g_6$  não foram atendidas (estão com o estado *unsatisfied*) e a meta  $g_6$  ainda não está permitida (*forbiden*). A meta  $g_6$  somente será permitida após a meta  $g_5$  ser cumprida.

### 3.6 COMPARAÇÃO ENTRE OS MODELOS

A seguir, a Tabela 2 enfatiza os principais conceitos dos modelos organizacionais apresentados no Capítulo 3 comparando-os com o modelo MOISE+. O MOISE+ relaciona todos os aspectos de uma organização de agentes: a estrutura, o funcionamento e as normas que regem a organização de agentes, enquanto que, os demais modelos enfatizam apenas alguns aspectos organizacional.

**Tabela 2: Comparação entre os modelos organizacionais**

<i>Modelo Organizacional</i>	<i>Conceito Organizacional</i>
<i>AGR</i>	Papéis e grupos
<i>Opera</i>	Papéis, cenas, população
<i>PopOrg</i>	Representa o nível organizacional e populacional dos <i>SMA</i> s e as interações que ocorrem em diferentes níveis organizacionais
<i>MOISE</i>	Considera características organizacionais (chamadas de nível organizacional), tarefas e responsabilidades dos agentes (nível individual)
<i>MOISE+</i>	Possui três dimensões: estrutural, funcional e deôntica. Enfatiza os papéis, hierarquias, grupos, esquemas sociais e normas (obrigações e permissões)

**Fonte: Autoria própria**

### 3.7 JACAMO

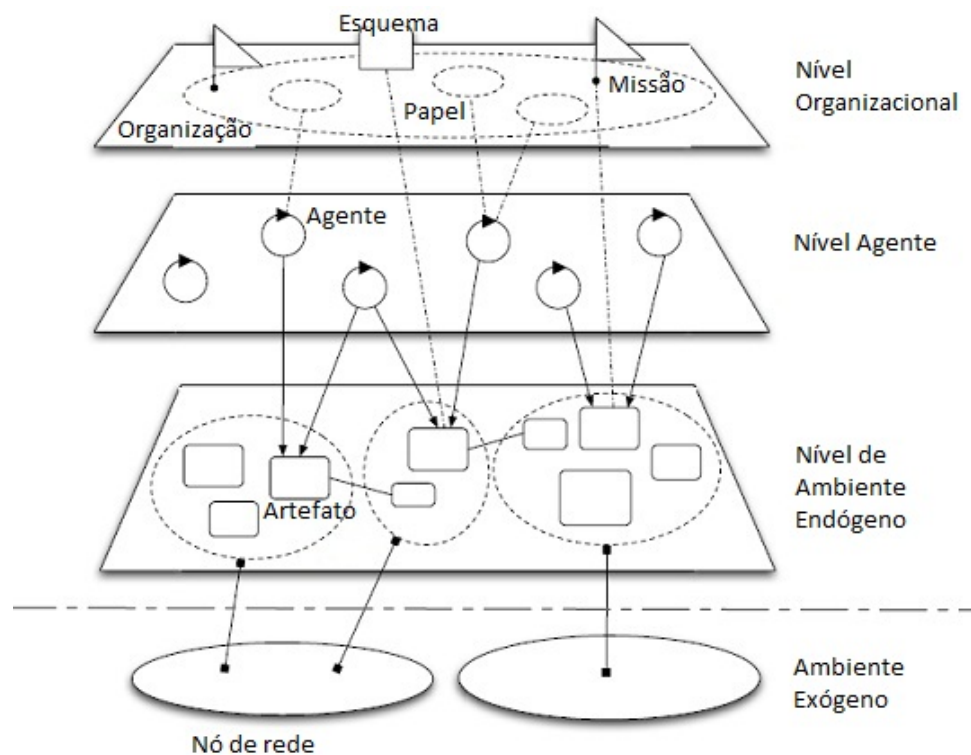
É necessário ressaltar que o modelo de organização social dos agentes *MOISE+* faz parte de um framework para *SMA*s chamado JaCaMo. Deste modo, esta Seção apresenta uma ideia geral do que é o JaCaMo.

Os *SMA*s oferecem uma área promissora para o desenvolvimento de aplicações em que a interação e a adaptabilidade a alterações no ambiente sejam fundamentais. Neste contexto, segundo (BOISSIER et al., 2011), quatro comunidades de pesquisa relacionadas à *SMA* têm se diferenciado, estudando: (i) linguagens de programação de agentes, (ii) linguagens, interação e protocolos, (iii) arquiteturas, meio ambiente, frameworks e infra-estruturas e, (iv) gestão da organização de *SMA*.

Todas essas linhas de estudo são importantes no desenvolvimento de aplicações interativas e distribuídas. No entanto, a concepção de um *SMA* ainda é dificultada devido muitas ferramentas focarem apenas em uma dimensão (BOISSIER et al., 2011).

O JaCaMo é um *framework* para *SMA* que possibilita a integração do modelo organizacional Moise, com a programação em linguagem de agentes Jason em um ambiente distribuído de artefatos, o Cartago (JACAMO, 2012). Deste modo, tem-se uma ferramenta robusta que estabelece todos os níveis de abstração para o desenvolvimento de agentes inteligentes (ver Figura 3).

Assim, o *framework* JaCaMo abrange a integração das três dimensões de programação de *SMA*, o agente, o ambiente, e os níveis de organização. Essas dimensões podem ser trabalhadas sinergicamente através do JaCaMo (BOISSIER et al., 2011).



**Figura 3: Estrutura JaCaMo**

**Fonte: (JACAMO, 2012)**

O JaCaMo é baseado em um modelo de programação específico, o JaCa. Esse modelo de programação visa a implementação de sistemas cujos agentes trabalhem de maneira cooperativa em um ambiente. No JaCa há duas preocupações, a programação dos agentes com toda a lógica de controle das metas e a concepção do ambiente, cujos agentes agem para cumprir suas metas. O ambiente fornece a funcionalidade do SMA (RICCI; SANTI; PIUNTI, 2010).

A partir da linguagem de programação Jason (BORDINI; HÜBNER; WOOLDRIDGE, 2007) pode-se implementar os agentes do sistema e com o Cartago (RICCI; PIUNTI; VIROLI, 2009) é possível executar o programa em ambientes.

Dentre as três dimensões de um SMA, as abstrações pertencentes à dimensão do agente, relacionam o meta-modelo Jason para programação dos agentes (JACAMO, 2012). O Jason é uma variante da linguagem de programação AgentSpeak. Essa linguagem foi estendida para torná-la adequada às necessidades da implementação de agentes (BOISSIER et al., 2011).

Na dimensão do ambiente, o CArtaGO é uma infra-estrutura de artefatos para os agentes em um ambiente aberto. Com ele é possível programar e executar ambientes virtuais para SMAs. Esse framework é baseado no meta-modelo de Agentes & Artefatos (A&A) para modelagem e projeção de SMAs. O CArtaGO possibilita o desenvolvimento e execução de ambientes basea-

dos em artefatos, estabelecidos em áreas de trabalho distribuídas por toda a rede, sendo que os agentes em diferentes plataformas podem se juntar e trabalhar em conjunto (JACAMO, 2012).

Logo, o modelo organizacional Moise determina a especificação organizacional do SMA. Nela, encontra-se os grupos e papéis - especificação estrutural - os esquemas com suas metas, planos e missões - especificação funcional - e, a definição das obrigações e permissões de cada papel na organização - especificação deôntica (HÜBNER, 2003).

Observando a Figura 3, percebe-se a cooperação entre as dimensões do agente e do ambiente, que é baseado no meta-modelo A&A. As interações dos agentes com os artefatos no ambiente, são definidos conforme uma semântica baseada em ações e percepções dos agentes no ambiente. Um agente possui um repertório de ações no ambiente bastante dinâmico. Esse repertório é formado pelo conjunto global das operações fornecidas pelo conjunto de artefatos disponíveis na área de trabalho em que o agente se encontra. Deste modo, um agente pode realizar uma ação proposta a partir do espaço de trabalho existente, um artefato fornece essa operação. Este é o significado da conexão entre as ações externas dos agentes e os artefatos na Figura 3 (JACAMO, 2012).

A cooperação entre a organização e as dimensões do ambiente (*OE*) é baseada em uma infra-estrutura de gestão da organização MOISE+. A idéia básica é uniformemente projetar a infra-estrutura organizacional como parte do ambiente em que os agentes estão situados. Para isso, os diferentes conceitos de entidades computacionais que visam gerenciar, além dos agentes, o estado atual da organização em termos de grupos, esquemas sociais e estado normativo são estabelecidos na infra-estrutura organizacional por meio de artefatos no ambiente. Esses artefatos fornecem um conjunto de operações básicas de organização, por exemplo, ao adotar ou deixar papéis, ao se comprometer com missões, ao informar à organização que algum objetivo social foi atingido, dentre outros exemplos em que os agentes podem participar de forma proativa na organização. Na Figura 3 isso é demonstrado com as ligações tracejadas (JACAMO, 2012).

Além disso, é possível através da definição de papéis, projetar uma organização de agentes (JACAMO, 2012). Essa relação é representada na Figura 3 por ligações entre os papéis da organização e os agentes.

### 3.8 REORGANIZAÇÃO

O modelo MOISE+ possui duas dimensões representadas independentemente, a EO e a EnO. A reorganização é um processo que altera o estado corrente dessas dimensões. Mudanças

nas missões de um agente, alteração de papéis entre agentes, inclusão de novos papéis, dentre outros, são exemplos de reorganização.

Para que haja uma reorganização no sistema, quatro questões devem ser consideradas: (i) O modelo organizacional utilizado possibilita a reorganização de acordo com quais requisitos? (ii) O que a reorganização muda na organização? (iii) Como ocorre esta mudança? e, (iv) Quem é responsável por conduzir a reorganização?.

O modelo organizacional determina várias características e pré-requisitos para o processo de alteração na EO e na EnO. Como exemplo, no modelo MOISE+ não é possível alterar a organização para a forma hierárquica se não existir a noção de autoridade no modelo. Deste modo, cada modelo de organização de agentes tem suas particularidades que determinam o processo de reorganização.

A entidade organizacional e a especificação organizacional formam dois níveis que respondem a questão sobre o que a reorganização muda na organização. No nível entidade organizacional as alterações ocorrem apenas na EnO. Encontram-se deste modo, mudanças nas missões e nos papéis em que os agentes estão comprometidos, a criação de grupos e esquemas, dentre outros exemplos neste nível. Para compreensão, quando um novo agente adota um papel, este, pode ser vantajoso ou não para o novo agente. Para saber se o papel fornece vantagem ao agente e conseqüentemente à organização, o agente passa por uma avaliação a fim de verificar o melhor papel naquela ocasião. Nesta situação, o número de agentes (EnO) pode se alterar, no entanto, o conjunto de papéis conhecidos continuará o mesmo (EO), independente do resultado da avaliação.

Outra situação pode ser exemplificada quando um agente reparte seus papéis com outros agentes tendo como objetivo o cumprimento dos prazos estabelecidos, ou ainda, quando dois ou mais papéis que alguns agentes assumem podem ser atribuídos a um único agente para economizar os recursos. Do mesmo modo, o número de agentes (EnO) é alterado e o conjunto de papéis não (EO).

No nível especificação organizacional, as mudanças ocorrem nos seguintes sub-níveis: estrutura, funcionamento e relações deônticas da organização. Esses sub-níveis de reorganização são as mudanças ocorridas respectivamente, na EE (grupos, papéis, ligações, etc), na EF (esquemas, missões, preferências, etc) e na ED (obrigações e permissões dos papéis).

É importante verificar que a EnO depende da EO. Devido a essa dependência, mudanças no nível da EO provocam mudanças no nível da EnO.

Há três maneiras de como a mudança pode ocorrer na organização. A primeira é chamada de

mudança pré-definida. Nesta, a reorganização já está prevista na especificação organizacional. Como exemplo, pode-se mencionar o caso em que numa organização de um SMA de um jogo de futebol, os agentes concordam em mudar a sua formação a cada 30 minutos de jogo. Outro exemplo é quando um papel deixa de existir e volta a existir depois de um certo tempo.

Outra forma de mudança é denominada controlada. Nela, o processo que altera a organização é conhecido, no entanto, não se sabe quando a reorganização irá ocorrer. Por exemplo, estabelece-se que a reorganização deve se dar por meio de negociação ou, de forma bem distinta, pela autoridade dada a um agente para reorganizar. Deste modo, somente é previamente estabelecido como será a reorganização.

O último tipo de como a mudança pode ocorrer é a mudança emergente. Não há nenhum controle explícito por parte do sistema sobre o processo de reorganização neste tipo de mudança. Apesar de não haver uma especificação que determina como se reorganizar, um agente pode tomar iniciativa de tentar mudar a organização por meio de critérios e métodos que o próprio agente define. Percebe-se que não se tem a garantia de sucesso na reorganização a partir da iniciativa do agente, pois os outros agentes presentes na organização também devem aceitar a proposta do agente que teve a iniciativa.

Quando se têm uma organização controlada, o processo de reorganização é em geral dividido nas etapas de monitoração, projeto, seleção e implementação. Cada etapa pode ser executada de duas maneiras, endógena ou exógena que explicita quem é o responsável pela mudança na reorganização. No modo endógeno ou também chamado de auto-organização, um agente centralizado ou vários agentes descentralizados no sistema realizam a etapa. Já, no modo exógeno quem executa a etapa é o usuário do SMA.

A etapa de monitoração identifica situações em que a organização corrente não está mais colaborando para atingir a finalidade do SMA. Então, os agentes que não contribuem para atingir a finalidade do sistema são restringidos pela organização corrente. Dentre alguns exemplos, a monitoração pode ocorrer quando há uma alteração no ambiente, ou na finalidade do SMA, ou quando os requisitos de eficiência não estão sendo satisfeitos, ou quando os agentes não conseguem cumprir os seus papéis.

A principal dificuldade na fase de monitoração é a identificação de falhas organizacionais no sistema que prejudicam o alcance da finalidade do SMA devido a problemas na organização corrente e não a outros problemas que não a organização. Isso porque, muitas situações podem levar ao insucesso no alcance da finalidade do SMA, como exemplo, o sistema ser impossível de ser satisfeito  $P \neq \emptyset$  ( $P$  - representa uma meta *Possível*), o que não é um problema devido a organização. Ao se encontrar uma falha organizacional, analisa-se em qual nível, EnO, EE, EF

ou ED a falha ocorre para que a organização seja assim alterada.

A etapa de projeto tem como objetivo a construção de um conjunto de alternativas para a organização corrente. As alternativas podem se fundamentar a partir de uma biblioteca de organizações pré-definidas ou da criação de novas organizações. A biblioteca de organizações pré-definidas identifica que organizações pré-definidas são mais apropriadas para o problema identificado na monitoração. Ela pode ser baseada nas características da nova tarefa ou do ambiente. A criação de novas organizações ocorre por meio de ferramentas de sistemas especialistas, aprendizado, raciocínio baseados em casos, dentre outros.

Por fim, a etapa de seleção e implementação designa a seleção de uma alternativa que foi apresentada na etapa de projeto. A seleção e definição de critérios de propostas para a escolha da melhor alternativa encontrada na etapa de projeto é a principal dificuldade encontrada na fase de seleção, enquanto que o problema da implementação é forma como alterar a organização em funcionamento. Nesta etapa, questiona-se principalmente a realocação de papéis, a reação do agente com relação ao seu papel que não existe mais e o que será feito com os compromissos que assumiu a partir deste papel.

### 3.9 REORGANIZAÇÃO NO MODELO MOISE+

Esta Seção apresenta uma proposta de reorganização de agentes através do modelo MOISE+ indicada por (HÜBNER, 2003). É importante ressaltar que outras propostas de reorganização utilizando o MOISE+ podem ser criadas.

O processo de reorganização a partir do modelo MOISE+ é controlado por um grupo de agentes que possuem diferentes papéis abstratos. Esse grupo de agentes que controla a reorganização é denominado *ReorgGr*. O *ReorgGr* contém papéis abstratos *Monitored*, *Design* e *Reorg*, que representam os modelos de **monitoração**, **projeto**, **seleção** e **implementação** na reorganização. A Figura 4 apresenta a estrutura da reorganização no MOISE+.

O *Monitored* é um papel abstrato subordinado e especializado de agentes denominados *Monitor*. Agentes do tipo *Monitor* monitoram a organização, identificando situações em que a finalidade do *SMA* não está mais sendo alcançada devido a problemas da atual organização. Cada agente *Monitored* encontrado na estrutura reorganizacional é especialista de um, dos diferentes papéis encontrados na sociedade do *SMA*.

Para que os agentes *Monitor* cumpram com sua função, eles possuem autoridade sobre os agentes *Monitored* e são amparados pelo agente *Historian* por meio de uma ligação de comunicação. Essa relação entre o *Monitor* e o *Historian* induz a um processo de reorganiza-





O *OrgParticipant* é compatível com *soc* e deste modo, qualquer agente da sociedade, até mesmo agentes fora do grupo *ReorgGr*, podem assumi-lo. O agente que adquire esse papel de projetista se encarrega de visualizar a sociedade localmente.

Nesse grupo de reorganização, outro agente assume o papel de *Selector*. O agente *Selector* é o responsável pelo cumprimento da etapa de seleção das propostas de reorganização advindas da etapa de projeto.

Por fim, o papel abstrato o *Reorg* permite distinguir o *OrgManager* dos demais papéis. É possível através dele, por exemplo, determinar que todos os agentes com o papel *Reorg* ou com uma especialização dele comuniquem-se com o *OrgManager*, estabelecendo ainda, uma comunicação entre todos os agentes do grupo.

Deste modo, o grupo *ReorgGr* conduz o processo de reorganização no *SMA* baseado no *MOISE+*. Os agentes que fazem parte desse grupo são denominados *configuração da reorganização*, pois conduzem as etapas de monitoração, projeto, seleção e implementação na reorganização. Alguns agentes que fazem parte deste grupo não mudam de uma configuração para outra, eles possuem um propósito geral, como o *OrgManager* e o *Historian*. Outros são específicos de uma configuração, como os monitores, projetistas e o *selector*, pois possuem sua implementação dependente do domínio de aplicação. Como exemplo desse processo de configuração dos agentes, em uma dada configuração, a etapa de monitoração pode ser feita por uma detecção de baixo desempenho, a etapa de projeto por um sistema especialista e a etapa de seleção por votação. No entanto, em outras configurações, as etapas poderiam ser executadas utilizando outros processos.

No restante dessa Seção serão apresentadas as quatro etapas principais da reorganização no *MOISE+*, monitoração, projeto, seleção e implementação.

### 3.9.1 Monitoração

A etapa de monitoração consiste em determinar situações em que a organização corrente não é adequada para atingir a finalidade do *SMA*.

A Figura 5 apresenta um esquema de reorganização que é executado quando agentes instanciam o *ReorgGr*. A Tabela 3 mostra as relações deônticas e missões estabelecidas a partir da ligação do esquema com o grupo *ReorgGr*.

Deste modo, percebe-se que o *OrgManager* possui a obrigação de satisfazer a missão raiz do esquema de reorganização. Os agentes com o papel de *Monitor* se comprometem em atender a etapa de monitoração (missão *m2* no esquema).

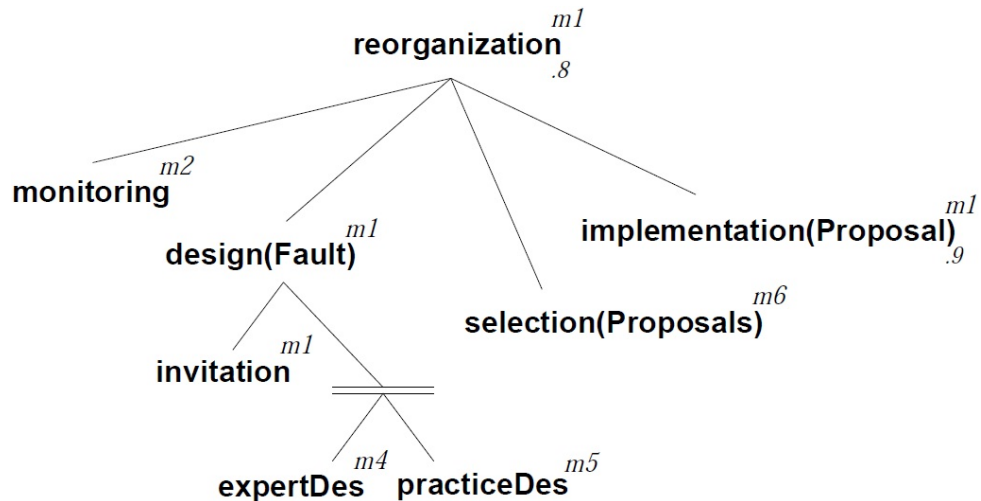


Figura 5: Esquema de reorganização

Fonte: (HÜBNER, 2003)

Tabela 3: Relações deônticas do processo de reorganização

papel	tipo de relação	missão = {metas}
<i>OrgManager</i>	<i>obl</i>	$m_1 = \{reorganization, design, invitation, implementation\}$
<i>Monitor</i>	<i>obl</i>	$m_2 = \{monitoring\}$
<i>ReorgExpert</i>	<i>obl</i>	$m_4 = \{expertDes\}$
<i>OrgParticipant</i>	<i>per</i>	$m_5 = \{practiceDes\}$
<i>Selector</i>	<i>obl</i>	$m_6 = \{selection\}$

Fonte: (HÜBNER, 2003)

Em um SMA podem haver vários monitores e cada um pode ter uma técnica de monitoração diferente. Para que os monitores fiscalizem a organização, diversas fontes de informações são fornecidas pelos agentes do grupo *ReogGr* no modelo MOISE+. O MOISE+ apresenta as seguintes características: (i) a finalidade da sociedade está explicitamente declarada na *EnO*, (ii) os esquemas sociais são definidos por metas globais que podem ser verificadas, (iii) os planos têm uma taxa de sucesso que é atualizada dinamicamente, (iv) a boa formação dos grupos pode ser verificada por meio da definição de papéis como *Historian* e *Monitored*, além disso, a partir do poder destes papéis podem-se obter várias outras informações.

A organização do SMA contendo problemas faz com que o *Monitor* envie uma mensagem para o *OrgManager* descrevendo a falha ocorrida e o nível de reorganização necessário para estabelecer uma organização eficaz. Essa descrição será usada pelo *OrgManager* para instanciar a variável *Fault* da meta *design*, como a Figura 5 apresenta.

Portanto, quando um *Monitor* detecta a necessidade de uma reorganização no sistema, ele informa que a meta *monitoring* foi satisfeita. Só então é possível a realização da meta *design*

que estabelece a próxima etapa do processo de reorganização.

Como exemplo de *Monitor*, há um agente que analisa a finalidade da sociedade. Caso a sociedade mude, o agente disparará o processo de reorganização. Assim, o *Monitor* poderá consultar a finalidade atual do SMA e enviar uma mensagem de falha ( $Fault = \textit{purposeChanged}, EO$ ) para o *OrgManager* através da ligação de comunicação estabelecida entre eles. Essa falha ocorrida provoca uma reorganização em toda a especificação organizacional (nível *EO*) do sistema.

Outros monitores com outras finalidades no SMA podem ser encontrados, como um agente monitor que observe a formação de um determinado grupo. Neste caso, o *Monitor* pode consultar o agente *Historian* para verificar quanto tempo e com que periodicidade o grupo não permanece com uma formação boa. Quando o monitor percebe uma situação em que a formação do grupo é constantemente ruim ele dispara o processo de reorganização, enviando a mensagem de  $Fault = (\neg \textit{wellFormed}, \textit{grType}(gr))$ .

Outro exemplo de *Monitor* é aquele agente que observa a taxa de sucesso dos planos de um determinado esquema (*sch1*). Se a taxa de sucesso dos planos for baixa, o processo de reorganização é disparado e a mensagem  $Fault = (\textit{lowSucess}, \textit{sch1})$  enviada.

Percebe-se que quando o processo de reorganização é disparado pelo *Monitor*, ele envia uma mensagem que leva sempre uma determinada ontologia (*purposeChanged*, *wellFormed* e *lowSucess*). Essa ontologia depende da aplicação ou da configuração de reorganização. Deste modo, ela é incluída nos agentes da configuração de reorganização (agentes que fazem parte do grupo *ReorgGr*).

### 3.9.2 Projeto

A etapa de projeto possibilita a criação de alternativas de reorganização para as falhas organizacionais encontradas pelos monitores.

Nesta etapa, a meta *Design* deve ser satisfeita (ver Figura 5). Para atendê-la, o *OrgManager* utiliza o plano determinado no esquema de reorganização da Figura 5. Deste modo, para cumprir a meta *invitation*, alguns agentes são convocados para serem projetistas participando como *ReorgExpert* e *OrgParticipant* no grupo *ReorgGr*.

O agente com o papel de *ReorgExpert* é obrigado pelas relações deonticas desse papel a se comprometer a missão *m4* (*expertDes*) projeto de organização por experiência em reorganização) e satisfazer suas metas. Já, o agente com o papel de *OrgParticipant* não é obrigado a satisfazer a missão *m5*, porém tem a permissão para satisfaze-la. Caso o agente se comprometa

com a *m5*, a meta *practiceDes* (projeto de organização por experiência prática na sociedade) deve ser atendida.

Levando em consideração que um agente *OrgParticipant* pode ser um agente *Monitor*, as atividades de monitoramento (missão *m2*) terão preferência em relação às atividades de projeto (missão *m5*).

Como o MOISE+ pretende efetivar um processo de reorganização aberto, os projetistas podem participar da configuração da reorganização. Para isso, é necessário o estabelecimento de critérios para que o projetista apresente uma proposta de mudança na organização. O agente deve aceitar o papel de *Design*, as obrigações deste papel e escrever um plano de reorganização.

O plano de reorganização deve: (i) conter os focos de mudança de plano (que pode ser do nível *EO*, *EE*, *EF*, *ED*, como um grupo, esquema ou outro componente da especificação organizacional), (ii) possuir apenas ações de mudanças que alterem a organização corrente de maneira progressiva, ou seja, que respeite o plano de organização, como por exemplo, antes de remover um grupo, os papéis devem ser removidos.

Os planos de reorganização devem ser enviados para o *OrgManager* que através de todas as propostas, verificará se a meta *design* foi satisfeita e instanciará o argumento *Proposals* da meta *selection*. A *Selection* será a próxima etapa do processo de reorganização.

Como exemplo de um plano de reorganização, imagina-se um grupo de agentes trabalhando para atingir a finalidade de produção e venda de pães em uma padaria. Há um grupo com três agentes representados como funcionários responsáveis pela produção de pão e pela venda do produto para os clientes da padaria, portanto, eles possuem dois papéis. Apenas um agente é um funcionário com o papel de vendedor. Um *Monitor* que monitora a taxa de sucesso dos esquemas verificou que há um problema: uma baixa taxa de produção de pães e uma alta procura pelo produto. Logo, um *Design ReorgExpert* notou que a falha é devido ao grupo que executa o esquema e não devido ao esquema, havia um excesso de comunicação e a falta de autoridade. Assim, foi proposto o seguinte plano de reorganização com o foco na *EE*:

% Os funcionários passam a poder se comunicar somente com os membros de seu grupo.

Comandos de reorganização:

1. remover a ligação de comunicação entre os funcionários que trabalham no interior da padaria, na produção de pães com os clientes que vêm comprar pão.
2. remover a ligação de comunicação entre funcionários que possuem afinidades diferentes (vendedor e produtores de pães).

3. adicionar uma ligação de comunicação entre funcionários que possuem afinidades.

% Eleger um padeiro que seja encarregado pelo funcionamento do grupo responsável pela produção de pães. Ele passa a ter autoridade sobre os membros do seu grupo.

Comandos de reorganização:

1. adicionar uma ligação de autoridade do padeiro eleito para com os membros (auxiliares de padeiro) do grupo.

% Algumas cardinalidades são alteradas.

Comandos de reorganização:

1. aumentar a quantidade de membros auxiliares de padeiro para 5,

2. aumentar a quantidade de vendedores para 3.

Tendo em vista o problema encontrado no grupo de seleção, o *Design OrgParticipant* poderia ter concluído que o fato da baixa produção de pão era devido a falta de controle em uma determinada meta. Assim, o *Design* inclui um plano que possa satisfazer melhor a meta em questão.

Conclui-se que na etapa de projeto são estabelecidas condições para que um agente participe do processo de alteração da organização e propõem-se mudanças na organização corrente. A forma de como as propostas são criadas pelos agentes depende da aplicação e da configuração de reorganização.

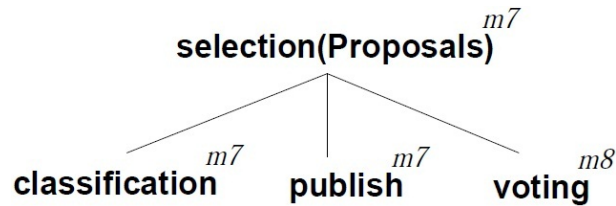
### 3.9.3 Seleção

Na etapa de seleção há a escolha de uma proposta dentre os planos de reorganização definidos na etapa de projeto. O agente *Selector* é então criado justamente com o propósito de escolher a melhor proposta de reorganização.

A execução desta etapa depende do domínio da aplicação. Ela pode ocorrer através de diferentes técnicas. Dois métodos de seleção são propostos por (HÜBNER, 2003): a **seleção por votação** e a **seleção por aprendizado**.

No caso da seleção por votação o plano que obtiver o maior número de votos é o selecionado pelo agente *Selector*. A Figura 6 mostra o esquema de seleção por votação. A meta raiz *selection*

(*Proposals*) é atendida quando uma das propostas (*Proposals*) for selecionada para a etapa de implementação.



**Figura 6: Esquema de reorganização do modelo de seleção**

Fonte: (HÜBNER, 2003)

**Tabela 4: Esquema de reorganização do modelo de seleção**

papel	tipo de relação	missão = {metas}
<i>Selector</i>	<i>obl</i>	$m_7 = \{selection, classification, publish\}$
<i>OrgParticipant</i>	<i>per</i>	$m_2 = \{voting\}$
<i>ReorgExpert</i>	<i>per</i>	$m_4 = \{voting\}$

Fonte: (HÜBNER, 2003)

A meta *classification* faz parte da missão do *Selector* ( $m_7$ ). Ela é satisfeita pela classificação prévia das propostas em uma ordem de preferência dada pelo agente *Selector*. Para isso, três critérios são utilizados: (i) a experiência de quem fez a proposta, (ii) o sucesso das propostas anteriores (habilidade e diagnóstico) e (iii) o custo da proposta.

A experiência de um agente é baseada na relevância e no número de vezes que o agente participou da *EO* e também, no número de missões que o agente se comprometeu até o momento. A habilidade de diagnóstico é calculada sobre o tempo que as *EO* propostas ficaram ativas. O custo de uma proposta é simplesmente o custo de remover os papéis e missões dos agentes.

Deste modo, a classificação das propostas para satisfação da meta *classification* é feita de acordo com o valor da seguinte função:

$$Position(p, \alpha, os_v) = fe(\alpha, p, os_v) + da(\alpha) - cost(p)$$

Sendo que  $fe(\alpha, p, os_v)$  é a experiência de um agente  $\alpha$  considerando o foco da sua proposta  $p$  e a versão (indicada por  $v$ ) da *EO*,  $da(\alpha)$  é a habilidade de diagnóstico e  $cost(p)$  é o custo da proposta. Portanto, todo o histórico do agente interfere no processo de seleção por votação.

Para satisfazer a segunda meta do plano de seleção, a meta *publish*, o *Selector* inclui às propostas que foram classificadas a proposta “no change” e as publica para que os *ReorgExpert* e os *OrgParticipant* comprometidos com a missão  $m_8$  possam votar.

Cada agente pode votar em uma proposta e, após a votação, a pontuação final de cada proposta  $p$  é dada pela quantidade de votos. O valor do voto de cada agente eleitor pode ser aumentado de acordo com a experiência e a habilidade de diagnóstico dele.

Na seleção por aprendizado, o agente *Selector* aprende a escolher as melhores propostas de reorganização apresentadas na etapa de projeto por meio de simulações de domínio de aplicação e de suas reorganizações.

Em cada mudança organizacional o agente *Selector* percebe o ambiente, analisa a organização corrente, escolhe uma das propostas de reorganização e a implementa. Então, a nova organização estabelece uma recompensa ou uma punição para o *Selector*, caso a nova organização tenha melhorado ou piorado o desempenho do sistema respectivamente.

Essa punição ou melhoria faz com que o agente *Selector* melhore gradativamente seu processo de escolha para ele não seja mais punido. No entanto, em alguns casos, o agente *Selector* não fez ainda muitas decisões, nesta situação o processo de seleção é na tentativa e erro.

Técnicas podem ser usadas para definir o processo de aprendizado e as recompensas. O processo de *decisão de Markov (MDP)* define de maneira mais precisa o processo de aprendizado. É uma técnica dinâmica onde o próximo estado do ambiente é determinado somente a partir do estado corrente e pela ação escolhida, sendo que os estados ou ações anteriores não são necessários na função de transição. A função também indica que o ambiente é não determinístico e é estacionário. Ela permite definir o número máximo de recompensas que um *Selector* pode ter para um estado do ambiente.

O *algoritmo Q-Learning* propõem uma estratégia de exploração explícita. Ele permite considerar explicitamente a avaliação do conteúdo das propostas bastando considerar o conjunto de ações como sendo formado pelas propostas possíveis. É possível considerar tanto as propostas quanto os propositores na seleção das propostas e a recompensa pode considerar aspectos de domínio da aplicação. No entanto, há a necessidade de um simulador de ambiente para implementá-lo.

#### 3.9.4 Implementação

A etapa de implementação consiste da execução de um plano de reorganização  $p$  pelo *Org-Manager*. Toda vez que um plano  $p$  é executado sobre a versão corrente da *EO os<sub>v</sub>*, a *EO* fica com uma versão  $os_v + 1$ . Isto ocorre sucessivamente a cada etapa de implementação executada. Como consequência, cria-se uma dinâmica da especificação organizacional que no processo de reorganização é gerenciado pelo grupo *ReorgGr*.

Deste modo, em um *SMA* existem dois tipos de dinâmica: a dinâmica da entidade organizacional, que produz efeitos organizacionais, e a dinâmica da especificação organizacional, que produz efeitos reorganizacionais.

Como exemplo de implementação serão apresentados os eventos que ocorrem em relação a um papel.

Ao se inserir um novo papel no conjunto de papéis da especificação organizacional  $R_{ss}$  não há necessidade de pré-condições. O conjunto de papéis da *EE* após o evento de inserção ( $t + 1$ ) será simplesmente o conjunto  $R_{ss}$  antes do evento ( $t$ ) mais o papel  $p$ .

No entanto, para estabelecer a relação de herança entre papéis, o papel especializado não deve especializar o seu super-papel e os dois papéis (super e sub-papel) devem existir previamente ao evento. Essas pré-condições fundamentam uma relação de herança anti-simétrica.

Para que um papel faça parte de um grupo, primeiramente o papel passa a pertencer a um conjunto de papéis possíveis no grupo, tendo a cardinalidade *default*. Posteriormente, o papel deixa de ser abstrato e passa efetivamente a pertencer ao grupo.

Na remoção do papel, algumas pré-condições devem ser respeitadas: o papel não pode ser o papel social, não deve fazer parte de nenhum grupo e não deve ter especializações e relações deonticas. Deste modo, para que o papel seja excluído é necessário remover antes o papel dos grupos, depois remover as suas especializações e ligações para então remover seu identificador do conjunto de papéis.

Por fim, para remover um papel de um grupo, o mesmo deve inicialmente pertencer ao grupo e a todos os outros grupos que ele foi instanciado, sendo que nenhum agente deve ter o assumido. Deste modo, o papel deixará de existir juntamente com suas ligações, compatibilidades e cardinalidades. Percebe-se deste modo que para mudar a *EO* é necessário alterar a *EnO*, pois para remover um papel de uma especificação de grupo, alguns agentes devem consequentemente perder esse papel (*EnO*).



## 4 PLATAFORMA MOISE

A dinâmica organizacional de um *SMA* baseada no modelo de organização de agentes MOISE+ pode ser simulada através da ferramenta Moise, que impõe aos agentes seguir a especificação MOISE+.

Para simular a organização de um *SMA* modelado de acordo com o MOISE+, é necessário descrever toda a especificação organizacional (que abrange a especificação estrutural, funcional, deôntica e normativa) em um arquivo XML. Deste modo, o XML será interpretado pela ferramenta Moise e a partir dessa leitura, será possível a criação de agentes organizacionais, assim, simulando a interação destes na organização.

Considerando o que foi visto no Capítulo 3, a seguir será apresentada a descrição de uma especificação organizacional de uma seção eleitoral em um XML e a posterior gestão das entidades organizacionais que fazem parte da seção através da ferramenta Moise. A principal referência para descrição da ferramenta Moise utilizada ao longo deste Capítulo é o tutorial oficial do Moise (HÜBNER; SICHMAN; BOISSIER, 2010). Dessa forma, ao longo do presente capítulo se evitará repetidas citações ao tutorial do Moise.

A Seção 4.1 descreve como um *XML* de uma especificação organizacional é composto e a Seção 4.2 explica como uma entidade organizacional pode ser definida através da ferramenta Moise.

### 4.1 ESPECIFICAÇÃO ORGANIZACIONAL

A especificação da estrutura organizacional do *SMA* deve ser descrita em um *XML*, com *tags* determinadas que serão interpretadas pelo Moise. Deste modo, a primeira etapa a ser feita para simular a dinâmica organizacional é a criação do *XML*.

A seguir são apresentadas as *tags* que fazem parte do *XML* e a implementação de uma seção eleitoral em *XML*. Por isso, é importante lembrar os Exemplos 3.1, 3.2 e 3.3 apresentados no Capítulo 3 que descrevem a modelagem de uma seção eleitoral e seu esquema de

votação.

A especificação organizacional (*EO*) inclui a especificação estrutural, funcional e normativa (ver Definição 3.1.1). Portanto, todas essas especificações devem ser descritas e indicadas no arquivo *XML* por meio de *tags*, formando a estrutura básica do arquivo *XML*, como segue:

< *organisational – specification* > % Indica o início da EO no XML.

< *structural – specification* > % Inicia a especificação estrutural

... Aqui serão definidos os papéis e a especificação dos grupos e sub-grupos.

< /*structural – specification* > % Fecha a especificação estrutural

< *functional – specification* > % Inicia a especificação funcional

... Aqui definem-se os esquemas, com seus planos, metas e missões.

< /*functional – specification* > % Fecha a especificação funcional

< *normative – specification* > % Inicia a especificação normativa

... Aqui são estabelecidas as permissões e obrigações dos papéis.

< /*normative – specification* > % Fecha a especificação normativa

< /*organisational – specification* > % Fecha a EO

A seguir, são apresentadas as especificações estrutural, funcional e deontica (normativa).

#### 4.1.1 Moise - Especificação Estrutural

Dentro da especificação estrutural, ou seja, dentro da *tag structural-specification*, definem-se (i) os papéis com a relação de herança entre eles e (ii) as especificações de grupo.

A definição de papéis simplesmente indica a hierarquia de funções na organização. Ela apresenta quais são os super-papéis e quais são as especializações deles. A definição dos papéis é estabelecida pela *tag role-definitions*. Deste modo, considerando o Exemplo 3.1 que menciona os papéis que fazem parte de uma seção eleitoral e a relação de herança, os papéis apresentados devem ser descritos no *XML* da seguinte maneira:

```

1 <structural-specification>
  <role-definitions> <!--Define os papeis com suas heranca-->
3   <role id="eleitor" />
   <role id="mesario"> <extends role="eleitor"/> </role>
5   <role id="presidente"> <extends role="mesario"/> </role>
   <role id="secretario"> <extends role="eleitor"/> </role>
7   </role-definitions> <!--Fecha a definicao de papeis-->
</structural-specification>

```

#### SecaoEleitoral/Papeis.xml

Percebe-se que cada papel está dentro da *tag role* e a *tag extends* indica a relação de herança.

Após a definição de papéis, a estrutura dos grupos pode ser estabelecida. Uma especificação de grupo (ver Definição 3.2.8) é definida pela *tag group-specification*. Caso existam sub-grupos que fazem parte de um grupo-raiz, a especificação do grupo-raiz deve ser fechada somente após as especificações dos seus sub-grupos também serem finalizadas. Deste modo, o grupo-raiz *secao* que comporta os sub-grupos *mesa* e *eleitores* possui a seguinte estrutura:

```

<group-specification id="secao">
2 <!--Definicao dos papeis do grupo secao-->
  <!--Definicao das ligacoes do grupo secao-->
4
  <sub-groups> <!--Definicao dos sub-grupos do grupo secao-->
6
    <group-specification id="mesa" min="1" max="1">
8      <!--Definicao dos papeis do grupo mesa-->
      <!--Definicao das ligacoes do grupo mesa-->
10     <!--Definicao da compatibilidade do grupo mesa-->
    </group-specification> <!--Fecha a especificacao de grupo-->
12
    <group-specification id="eleitores" min="1" max="1">
14      <!--Definicao dos papeis do grupo eleitores-->
      <!--Definicao das ligacoes do grupo eleitores-->
16     <!--Definicao da compatibilidade do grupo eleitores-->
    </group-specification> <!--Fecha a especificacao de grupo-->
18
  </sub-groups> <!--Fecha a definicao dos sub-grupos-->
20
  <!--Definicao da cardinalidade do grupo secao-->
22 </group-specification>

```

#### SecaoEleitoral/EspecificacaoGrupo.xml

Todo grupo e sub-grupo possui a definição de papéis que fazem parte dele (caso existam papéis no grupo), ligações e cardinalidade. O Exemplo acima mostrou os sub-grupos *mesa* e *eleitores*.

Como estamos representando apenas o funcionamento de uma seção eleitoral, neste exemplo, a especificação de grupo *mesa* possui uma ótima formação quando existir um, e somente um grupo *mesa* no *SMA*. Essa cardinalidade de grupo é definida pelas *tags min* e *max* apresentadas na definição da especificação de grupo.

Quando um grupo é especificado, várias propriedades que o compõem também são definidas. Deste modo, devem ser indicados em sequência no *XML* as seguintes propriedades: (i) os papéis e sua cardinalidade no grupo, (ii) as ligações, e (iii) a compatibilidade de papéis. Essas propriedades podem estar presentes tanto no grupo raiz, como nos sub-grupos.

A cardinalidade dos papéis (*max* e *min*) que fazem parte de um grupo são representados dentro da *tag roles*. No entanto, essa cardinalidade no Moise é opcional. Caso ela não seja definida, o valor padrão para *min* (valor mínimo) será 0 e para *max* (valor máximo) será ilimitado (“*unlimited*”). Além disso, todos os papéis que estão incluídos em um grupo devem necessariamente serem definidos no início da especificação estrutural, na hierarquia de papéis, como apresentado anteriormente, por meio da *tag role-definitions*.

Deste modo, os papéis e suas cardinalidades pertencentes ao grupo *mesa* são indicados da seguinte maneira:

```

2 <roles>
  <role id="presidente" min="1" max="1" />
  <role id="secretario" min="1" max="1" />
4 <role id="mesario" min="1" max="2" />
</roles>

```

#### SecaoEleitoral/PapelGrupoMesa.xml

As ligações estabelecem o relacionamento entre os papéis pertencentes ao *SMA*. Uma ligação é representada pela *tag link*. Ela possui (i) uma origem (*from*), (ii) um destino (*to*), (iii) um tipo (*type*), (iv) um escopo (*scope*), (v) uma *tag* que indica se a ligação é válida para todos os sub-grupos do grupo em questão (*extends-sub-groups*) e (vi) outra *tag* que define se a ligação é bidirecional (*bi-dir*).

Um ligação pode ser de autoridade, conhecimento ou de comunicação. Com isso, a *tag type* pode apresentar respectivamente os valores: *authority*, *acquaintance* ou *communication*. Além disso, a ligação pode ser atribuída apenas dentro do grupo, entre os papéis que fazem

parte do grupo (*tag scope="intra-group"*) ou aos papéis que se relacionam com outros fora do grupo (*tag scope="inter-group"*). As *tags extends-sub-groups* e *bi-dir* podem assumir os valores *"false"* ou *"true"*, sendo que o valor padrão para elas é *"false"*.

Assim, as ligações que formam o grupo *mesa* são definidas como:

```

1 <links>
   <link from="presidente" to="mesario" type="authority"
3   scope="intra-group" extends-sub-groups="true"
   bi-dir="false" />
5   <link from="presidente" to="secretario" type="authority"
   scope="intra-group" extends-sub-groups="true"
7   bi-dir="false" />
   <link from="mesario" to="eleitor" type="communication"
9   scope="inter-group" extends-sub-groups="true"
   bi-dir="false" />
11  <link from="secretario" to="eleitor" type="communication"
   scope="inter-group" extends-sub-groups="true"
13  bi-dir="false" />
</links>

```

#### SecaoEleitoral/LigacaoGrupoMesa.xml

As compatibilidades entre papéis são indicadas no grupo de acordo com a *tag formation-constraints*. Assim como na ligação, uma compatibilidade (*type = compatibility*) possui uma origem (*from*), um destino (*to*), um escopo que pode ser inter-grupo (*inter-group*) ou intra-grupo (*intra-group*) e uma *tag extends-sub-groups* que determina se a compatibilidade se atribui aos sub-grupos do grupo em questão. Além disso, a compatibilidade também possui um parâmetro *bi-dir* que indica a relação de compatibilidade (ou *link*) existente entre o papel de destino e o papel de origem. Se a *tag bi-dir* for verdadeira, há também uma compatibilidade entre o destino e a origem.

No grupo *mesa*, a compatibilidade é determinada como:

```

<formation-constraints>
2  <compatibility from="mesario" to="presidente"
   type="compatibility" scope="intra-group"
4   extends-sub-groups="false" bi-dir="false" />
   <compatibility from="presidente" to="eleitor"
6   type="compatibility" scope="inter-group"
   extends-sub-groups="false" bi-dir="false" />
8  <compatibility from="mesario" to="eleitor"
   type="compatibility" scope="inter-group"
10  extends-sub-groups="false" bi-dir="false" />

```

```

12 <compatibility from="secretario" to="eleitor"
    type="compatibility" scope="inter-group"
    extends-sub-groups="false" bi-dir="false" />
14 </formation-constraints>

```

### SecaoEleitoral/CompatibilidadeGrupoMesa.xml

Essa formação de especificação de grupo, deve ser atribuída também ao grupo *secao* e ao outro sub-grupo *eleitores* (a especificação de grupo completa encontra-se no Apêndice A).

Tendo finalizada a especificação estrutural, é possível definir a especificação funcional da seção eleitoral.

#### 4.1.2 Moise - Especificação funcional

A especificação funcional é denotada por meio da *tag functional-specification*. Nesta especificação, definem-se os esquemas, planos e missões do *SMA*. Um esquema é definido pela *tag scheme*, uma meta pela *goal* e um plano por *plan*. Uma meta possui o atributo *min* que informa o número de agentes que serão comprometidos com a satisfação da meta. O valor padrão para *min* é “*all*”, isso significa que todos os agentes comprometidos com a meta em questão devem trabalhar nela. Além disso, a meta possui uma descrição definida pela *tag ds*, podendo ou não ter um argumento (representado pela *tag argument*).

Abaixo, é apresentado o arquivo *XML* da árvore de decomposição de metas do esquema de votação. Para melhor entendimento, apresenta-se a Figura 7 da árvore de decomposição de metas do esquema de votação novamente.

```

<scheme id="votacao" >
2   <goal id="g0" min="3" ds="o/a_eleitor/a_votou">
    <plan operator="sequence">
4       <goal id="g1" min="1" ds="o/a_eleitor/a_comparece_à
        .....seção_eleitoral_no_período_de_tempo_correto" />
6       <goal id="g2" min="1" ds="a_documentacao_está_correta">
            <plan operator="parallel">
8                 <goal id="g7" min="1" ds="o_secretário_da_seção
                .....confere_se_o_eleitor/a_trouxe_um_documento_oficial
                .....com_foto" />
10                <goal id="g8" min="1" ds="o/a_eleitor/a_faz_parte_da
                .....seção_eleitoral_em_questão">
                    <plan operator="choice">
12                        <goal id="g9" min="1" ds="o/a_eleitor/a_apresentou_a
                .....carteira_de_habilitação" />
14

```

```

16         <goal id="g10" min="1" ds="o/a_eleitor/a_apresentou
.....o_RG" />
18         </plan>
19         </goal>
20     </plan>
21 </goal>
22     <goal id="g3" min="1" ds="o_mesário_recolhe_o_documento
.....de_identificação_e_a_assinatura_do/a_eleitor/a" />
24     <goal id="g4" min="3" ds="o_presidente_da_mesa_digita_o
.....número_do_título_do/a_eleitor/a_no_microterminal" />
26     <goal id="g5" min="1" ds="o/a_eleitor/a_dirige-se_ate_a
.....urna_eletrônica_para_então_votar" />
28     <goal id="g6" min="1" ds="o_mesário_entrega_o
.....comprovante_de_votação_e_devolve_o_documento_de
30 .....identificação_ao_eleitor" />
31         </plan>
32     </goal>
</scheme>

```

#### SecaoEleitoral/EsquemaVotacao.xml

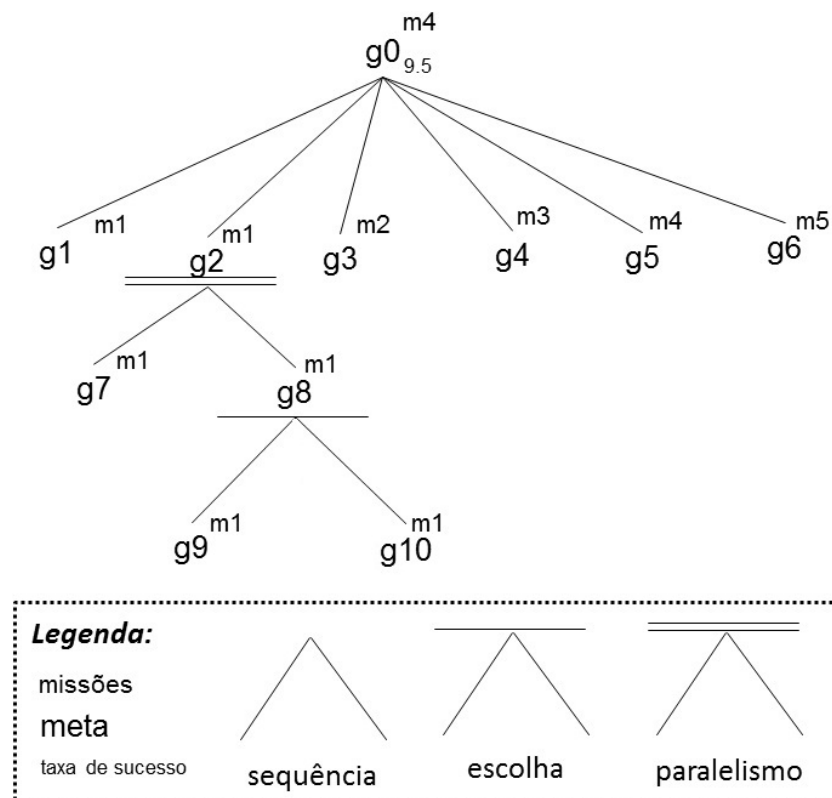
A meta raiz deste esquema é  $g0$ . Ela é alcançada através de um plano recursivo composto por uma série de outras metas que devem ser cumpridas. A maioria das metas do esquema apresentado acima deve ser satisfeita por um único agente. No entanto, as metas  $g0$  e  $g4$  devem ser satisfeitas por pelo menos três agentes.

Uma restrição importante é que não se pode utilizar mais de um operador para determinar um plano, como por exemplo " $g = g1(g2 | g3)$ ". Neste caso, é necessário criar dois planos e uma meta auxiliar, como a seguir:

```

< goal id = "g"»
  < plan operator = "sequence"»
    < goal id = "g1" / >
    < goal id = "gaux"»
      < plan operator = "choice"»
        < goal id = "g2" / >
        < goal id = "g3" / >
      < /plan >
    < /plan >
  < /goal >
< /scheme >

```



**Figura 7: Exemplo de uma árvore de decomposição de metas ou esquema social no nível coletivo.**

Fonte: Autoria própria

< /goal >

< /plan >

< /goal >

Estabelecido as metas, planos do esquema social, é necessário indicar as missões que compõem o esquema. Uma missão é um conjunto de metas que um agente se compromete em satisfazê-las, no âmbito de um esquema em execução (ver Definição 3.3.1). As missões são declaradas no *XML* da seguinte maneira:

```

1   <mission id="m1" min="1" max="1">
2       <goal id="g1" />
3       <goal id="g2" />
4       <goal id="g7" />
5       <goal id="g8" />
6       <goal id="g9" />
7       <goal id="g10" />
8   </mission>
9   <mission id="m2" min="1" max="1">
10      <goal id="g3" />

```



```

11 </mission>
    <mission id="m3" min="1" max="1">
13       <goal id="g4" />
    </mission>
15 <mission id="m4" min="3" max="500">
       <goal id="g0" />
17       <goal id="g5" />
    </mission>
19 <mission id="m5" min="1" max="1">
       <goal id="g6" />
21 </mission>

```

### SecaoEleitoral/Missoes.xml

Uma missão, indicada pela *tag mission*, é composta de metas que são determinadas pela *tag goal*. As missões também possuem uma cardinalidade definida pelos parâmetros *min* e *max*. No exemplo acima, a cardinalidade das missões de um esquema de votação determina que no mínimo três agentes podem se comprometer com a missão *m4* e apenas um agente pode adotar cada missão *m1*, *m2*, *m3* e *m5*. Caso a cardinalidade não seja definida, o valor padrão para *min* será 0 e para *max* “*unlimited*”.

Para finalizar a organização no *XML*, a especificação deôntica deve ser criada. Essa especificação é definida pela *tag normative-specification*, ela procura relacionar a estrutura e o funcionamento do *SMA*. Como os papéis são definidos na especificação estrutural e as missões definidas na especificação funcional, a especificação deôntica (também denominada normativa) institui as obrigações e permissões que cada papel deve possuir com determinadas missões.

Deste modo, uma especificação normativa possui um nome (*norm id*), um tipo (*type*) que indica se a norma é uma permissão (“*permission*”) ou obrigação (“*obligation*”), um papel atribuído (*role*) e uma determinada missão (*mission*).

A seguir é demonstrado a relação deôntica da seção eleitoral definida no Exemplo 3.4:

```

1 <normative-specification>
    <norm id="n1" type="obligation" role="secretario" mission="m1" />
3     <norm id="n2" type="obligation" role="mesario" mission="m2"
        />
        <norm id="n3" type="obligation" role="presidente" mission="m4"
        />
5     <norm id="n4" type="obligation" role="eleitor" mission="m5" />
        <norm id="n5" type="obligation" role="mesario" mission="m6"
        />
7     <norm id="n6" type="permission" role="mesario" mission="m4"

```

```

        />
    </normative-specification>

```

### SecaoEleitoral/RelacaoDeonticaSecaoEleitoral.xml

Tendo definido todas as especificações (estrutural, funcional e normativa), a estrutura do *XML* está pronta. Feito isso, a próxima etapa é a leitura do *XML* pela ferramenta de simulação da dinâmica organizacional Moise e a posterior criação de eventos relacionados à entidade organizacional. Essa etapa será descrita na próxima seção.

## 4.2 DINÂMICA DA ENTIDADE ORGANIZACIONAL

A ferramenta Moise lê e interpreta o *XML* criado na seção anterior. Por meio dessa leitura, o Moise restringe o comportamento dos agentes na organização de acordo com o que foi definido no *XML*. Os agentes, bem como todos os eventos organizacionais relacionados a dinâmica da entidade organizacional (EnO) são criados a partir da ferramenta Moise.

É essencial que o *XML* seja criado anteriormente a essa etapa, pois o Moise só abre com um arquivo *XML* que contenha as *tags* fundamentais (*structural-specification*, *functional-specification*, *normative-specification*) da especificação organizacional de um *SMA*.

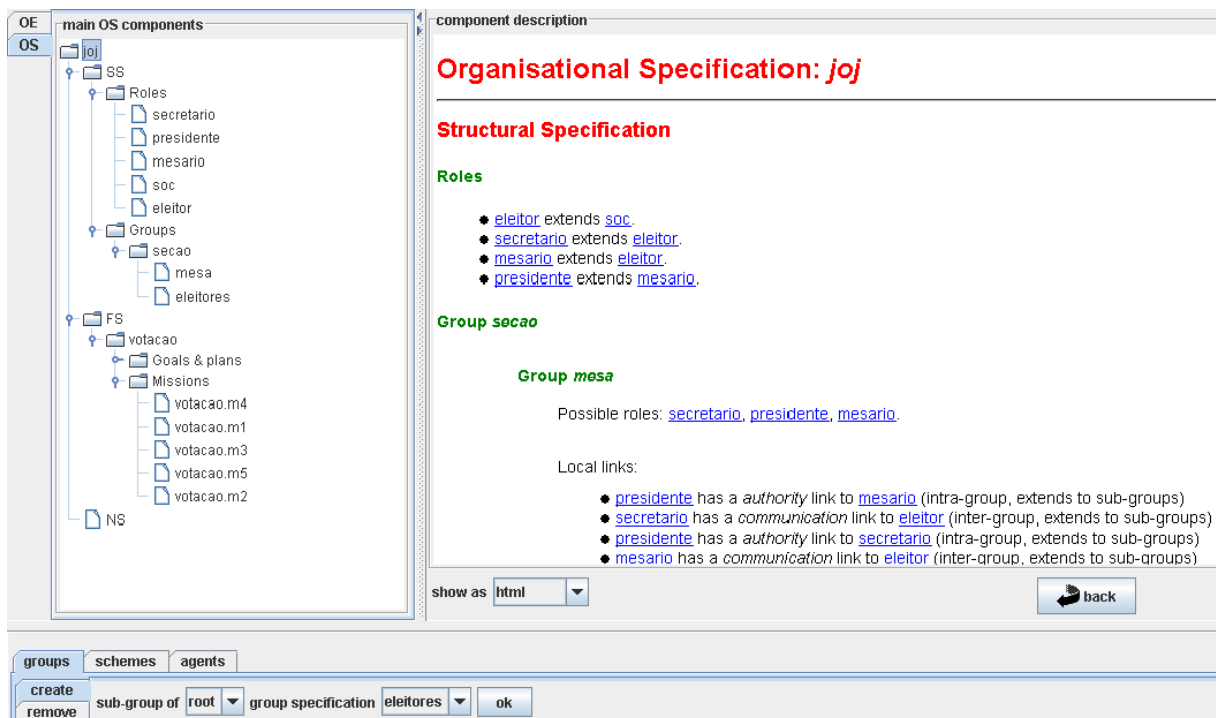
O Moise é baseado em programação normativa e artefatos. Há duas regiões principais na ferramenta: (i) o conjunto de todas as especificações organizacionais (*OS*) do *SMA* e a (ii) especificação da entidade organizacional (*OE*).

A região *OS* apresenta a especificação estrutural, funcional e normativa conforme descrita no *XML*. A Figura 8 apresenta a região *OS* do Moise com as definições de uma seção eleitoral indicada por meio do *XML* criado anteriormente.

Inicialmente, a região *OE* do Moise estará vazia, como apresentado na Figura 9. Ela será preenchida somente quando eventos organizacionais forem sendo criados através da ferramenta. Um evento organizacional promove a instanciação da especificação organizacional, ou seja, da região *OS* do Moise.

A partir do Moise é possível criar agentes, atribuir papéis a eles, criar grupos e sub-grupos, esquemas, atribuir missões aos agentes e alterar o estado das metas. Para um melhor esclarecimento, será exemplificada a criação da entidade organizacional apresentada no Exemplo 3.5.

A ferramenta Moise possui uma divisão que faz parte da região *OE* e que possibilita a criação de eventos organizacionais relacionados aos (i) grupos (aba “*groups*”), aos (ii) esquemas (aba “*schemes*”) e, aos (iii) agentes (aba “*agents*”).



**Figura 8: Estrutura da especificação organizacional de uma Seção Eleitoral na ferramenta Moise**

Fonte: Autoria própria

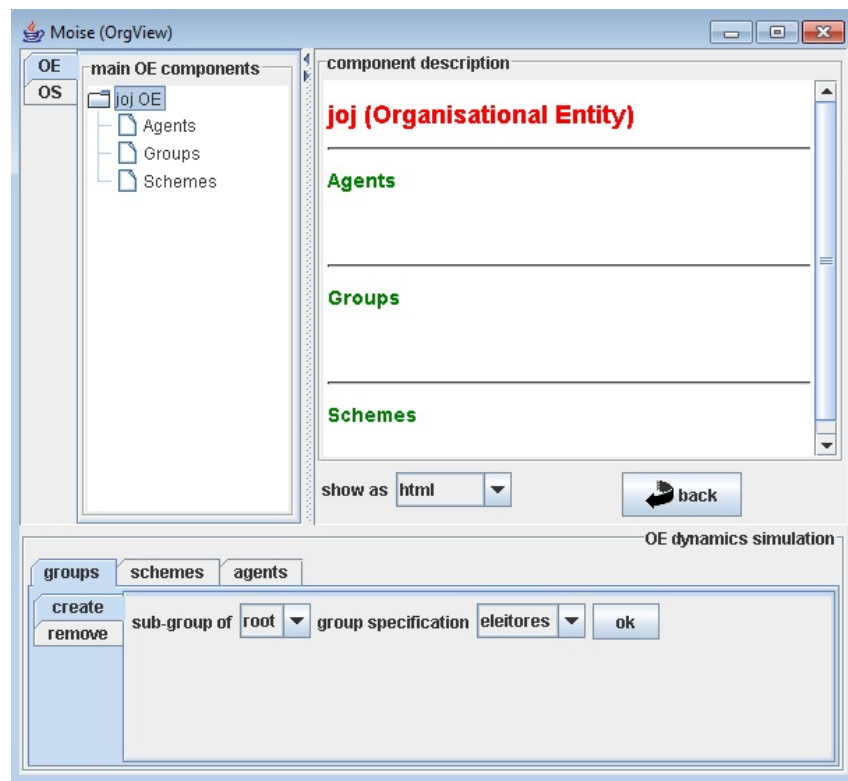
Deste modo, a criação dos agentes apresentados no Exemplo 3.5 se estabelece através da aba “agents” no Moise. A medida em que os agentes vão sendo criados, a especificação da entidade organizacional vai sendo preenchida. A Figura 10 relata a criação dos agentes do Exemplo 3.5.

Para que os agentes criados adotem um papel na organização é necessário que eles façam parte de um grupo. Um grupo é instituído a partir da instanciação de sua especificação de grupo. Antes de se criar um sub-grupo é necessário criar o grupo-raiz deste. Em uma seção eleitoral os sub-grupos *mesa* e *eleitores* não podem ser criados na EnO antes do grupo *seciao*. O Moise restringe a criação de um sub-grupo antes do seu grupo-raiz.

Deste modo, neste exemplo os sub-grupos *mesa* e *eleitores* somente poderão ser criados se o grupo-raiz *mesa* for criado anteriormente. A Figura 11 exhibe a criação dos sub-grupos de uma seção eleitoral.

Ao observar a formação inicial de um grupo criado na ferramenta Moise, verifica-se que ela não está correta (ver Figura 11). Os grupos serão efetivamente formados quando o número mínimo de agentes compor os grupos, ou seja, quando a cardinalidade dos papéis for adequada.

Portanto, após a criação dos grupos é importante atribuir papéis aos agentes. A Figura 12



**Figura 9: Estrutura inicial da especificação da entidade organizacional de uma Seção Eleitoral na ferramenta Moise**

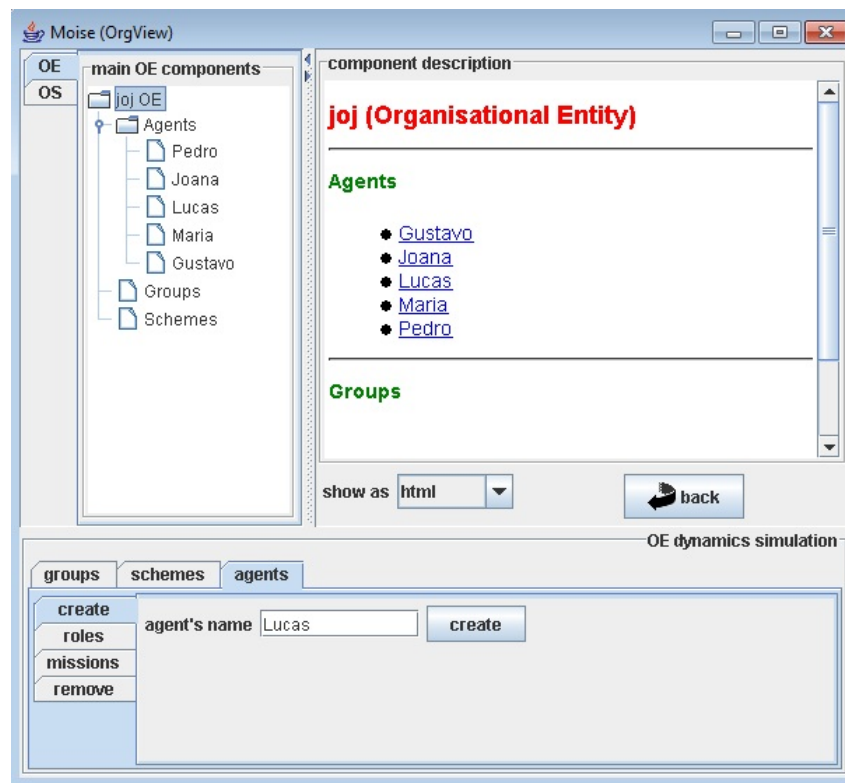
**Fonte: Autoria própria**

mostra a atribuição de papéis aos agentes criados conforme o Exemplo 3.5. Um agente pode assumir diferentes papéis em instantes de tempo diferentes, no SMA. Portanto, a distribuição de papéis entre os agentes exibida na Figura 12 poderia ser outra em outro período de tempo. A medida que os agentes vão assumindo papéis, eles passam a fazer parte de um grupo, e deste modo, podem exercer sua função.

Com a atribuição de papéis, verifica-se que o estado da formação dos grupos ficou correta (campo *Formation: ok* na Figura 12).

Para que os agentes possam trabalhar em um determinado esquema, é necessário criar o esquema e responsabilizar os grupos pela execução dele. Somente os agentes que fazem parte do grupo que é responsável pelo esquema poderão assumir as missões e cumprir as metas do esquema.

Em uma votação, tanto os eleitores, quanto os membros da mesa na seção eleitoral são responsáveis pelo processo de votação. Deste modo, no exemplo, para execução do esquema de *votacao* é necessário responsabilizar tanto o sub-grupo *mesa*, quanto o *eleitores*. A Figura 13 apresenta a atribuição destes grupos para execução do esquema de *votacao*.



**Figura 10: Criação dos agentes que farão parte de uma Seção Eleitoral na ferramenta Moise**

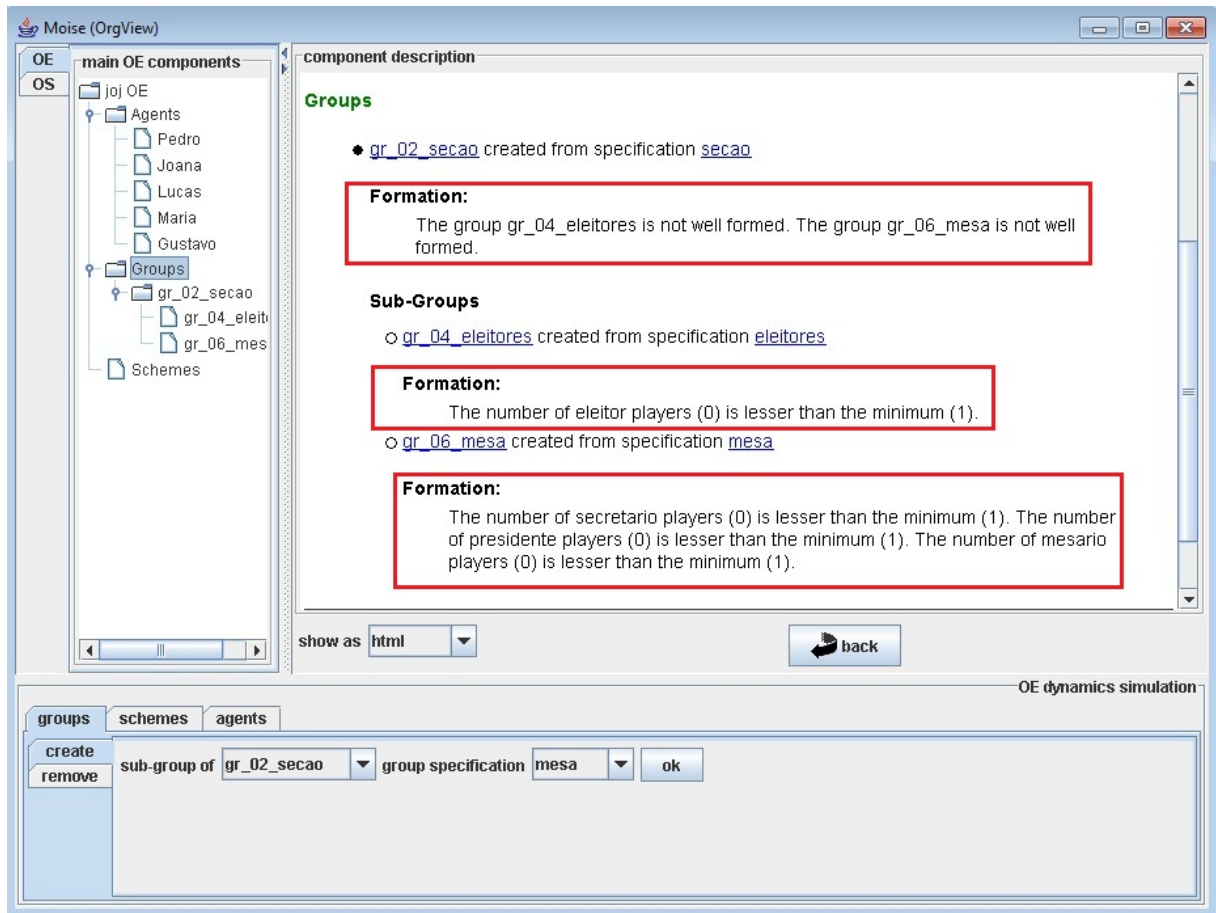
**Fonte: Autoria própria**

Como os grupos *mesa* e *eleitores* se comprometeram com a execução do esquema de votação, todos os agentes pertencentes a estes grupos podem assumir missões no esquema. Seguindo o Exemplo 3.5, os agentes assumem as missões em um determinado período de tempo, conforme a Figura 14 apresenta. Como os agentes podem assumir qualquer papel em períodos de tempo diferentes, os agentes também podem assumir missões em diferentes instantes.

O compromisso com uma determinada missão ocorre devido a obrigação do papel que o agente assume ou devido ao próprio interesse do agente em relação à missão. Neste último caso, o agente deve ter um papel que lhe dê permissão para a missão. Uma vez submetido as missões aos agentes, eles devem cumpri-lás. Para isso, cada meta pertencente a missão deve ser satisfeita.

Cada meta em um esquema possui as seguintes informações:

1. Estado da meta: cada meta está inicialmente esperando (*waiting*) condições para ser prosseguida. Quando as condições são satisfeitas, seu estado torna-se viável (*feasible*). Por exemplo, na Figura 13, a meta *g7* só se torna possível após a meta *g1* ter sido satisfeita. Portanto, antes de *g1* se tornar satisfeita, a meta *g7* está em um estado de espera.



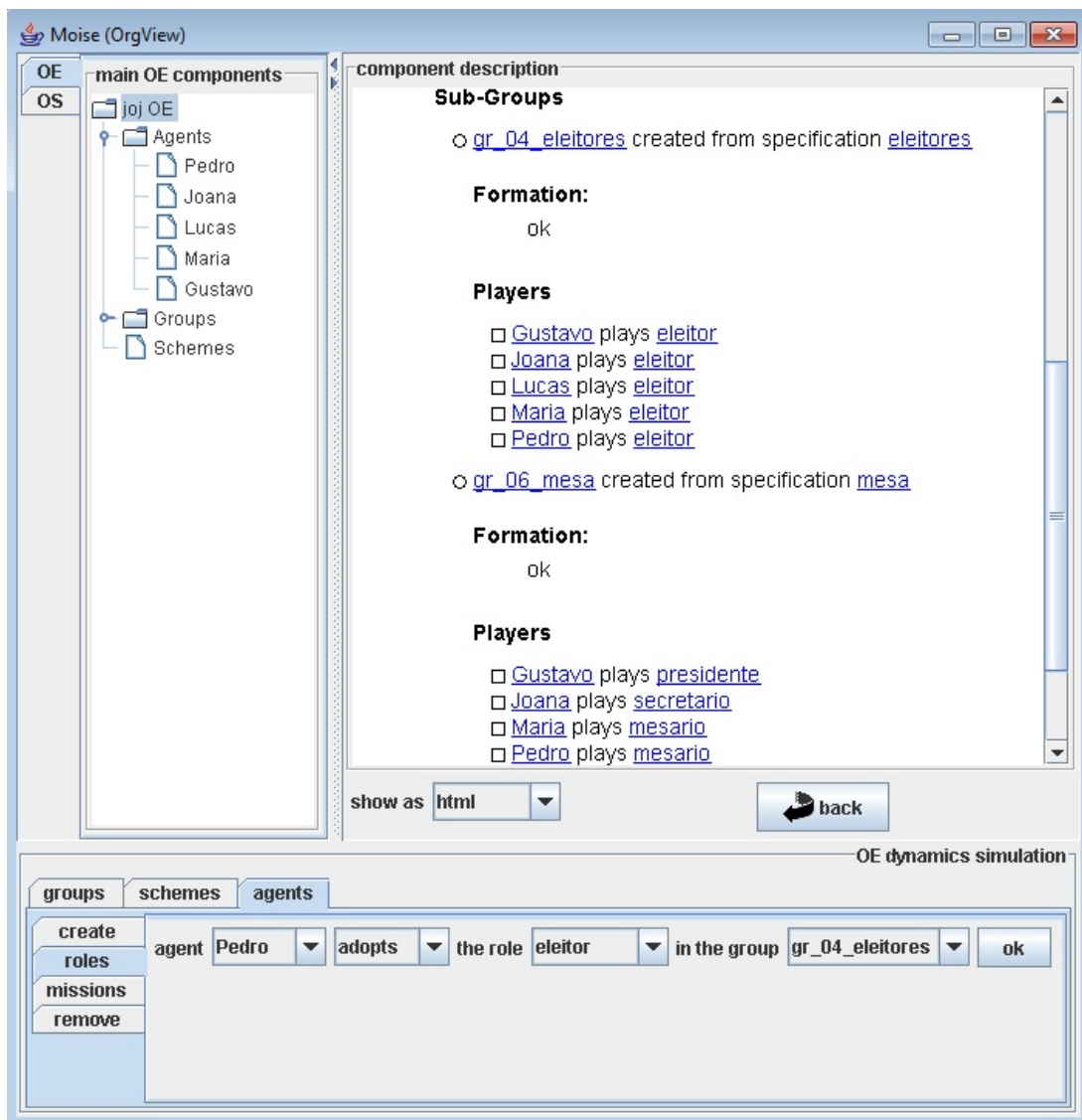
**Figura 11: Criação dos grupos de uma Seção Eleitoral na ferramenta Moise**

**Fonte: Autoria própria**

Quando se tem um plano de escolha, as duas metas a serem escolhidas inicialmente ficam com o valores *feasible*, mas como é uma opção de escolha, pode-se escolher apenas uma meta a ser satisfeita. No entanto, a outra (cuja não foi escolhida) permanece com o valor *feasible*, caso essa meta tenha outras sub-metas acima dela para serem satisfeitas, por mais que se satisfaça essa meta que está com o valor *feasible*, as suas sub-metas ficarão esperando (valor *waiting*) e não adquiriram o valor *feasible*.

Uma vez no estado viável, os agentes podem prosseguir com a meta e alterar seu estado para satisfatória ou impossível. Metas sem agentes comprometidos passam do estado de espera para o estado viável/satisfeita/impossível com base no estado de satisfação de suas sub-metas. O estado da meta pode ser alterado por meio da ferramenta Moise, na guia “scheme”/“goal state”.

2. Compromisso (“*committed*”): uma lista de agentes comprometidos com a meta.
3. Argumento (“*argument*”): são valores dos argumentos das metas (por exemplo, o valor



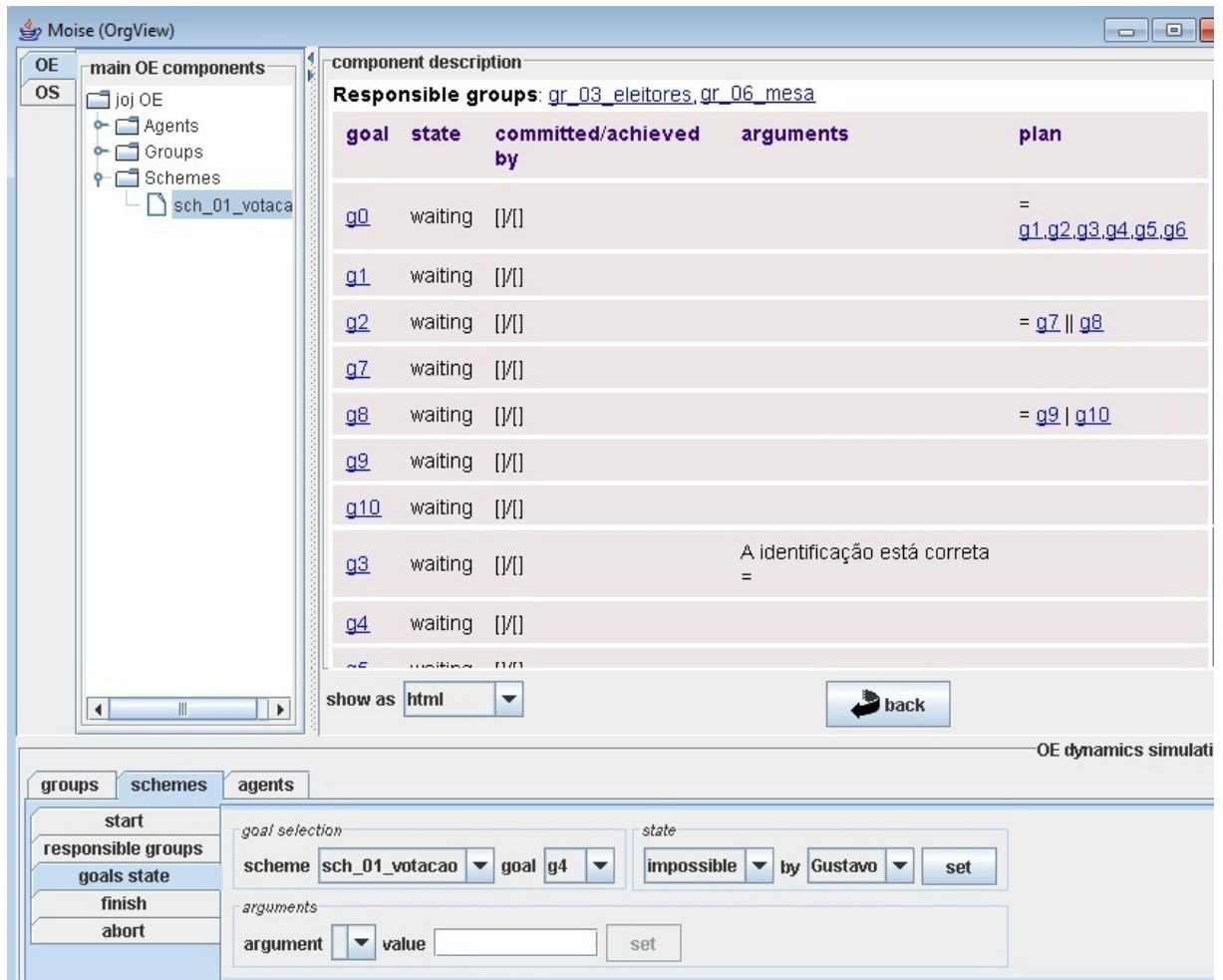
**Figura 12: Atribuição de papéis aos agentes de Seção Eleitoral na ferramenta Moise**

**Fonte: Autoria própria**

do argumento para a meta  $g3$  é “A identificação estar correta”). Um argumento detalha melhor o estado de satisfação da meta.

4. Plano (“*plan*”): apresenta os planos das metas correspondentes.

A Figura 15 exibe a alteração do status das metas do esquema de votação. A partir do momento em que as metas vão sendo satisfeitas, outras vão se tornando viáveis. No exemplo da Figura 15, como a meta  $g2$  foi satisfeita, a meta  $g3$  se tornou viável. Em outras palavras, como o eleitor compareceu no período de votação correta, trouxe a documentação necessária e correta, o eleitor pode se dirigir até o mesário para que ele colete a sua assinatura e seu documento de identificação. Essa regra de liberação é devida a estrutura do esquema, composto por operadores



**Figura 13: Atribuição dos sub-grupos eleitores e mesa ao esquema de votação de uma Seção Eleitoral por meio da ferramenta Moise**

**Fonte: Autoria própria**

de sequência, escolha e paralelismo.

O Moise considera dois tipos de metas, metas de realização e metas de manutenção. As metas de realização são padrões e devem ser declaradas como satisfatórias pelos agentes comprometidos com elas quando eles finalizá-las. Já, as metas de manutenção não são satisfeitas em um momento determinado, elas devem ser prosseguidas enquanto o esquema estiver em funcionamento. Deste modo, os agentes que estão comprometidos a elas não devem obrigatoriamente dizer que as mesmas foram satisfeitas.

Na guia “remover” pode-se qualquer elemento da *OE*. No entanto, para que isso seja possível, algumas restrições são impostas pelo Moise. Por exemplo, para remover um grupo, o grupo não deve ter agentes, para remover um agente do grupo, o mesmo não deve desempenhar nenhum papel, para remover o papel de um agente, o papel deve não ser necessário para a



The screenshot shows the Moise (OrgView) interface. On the left, a tree view shows the organizational structure under 'main OE components', including 'joj OE', 'Agents', 'Groups', and 'Schemes'. The main window displays 'component description' for 'riayers', listing committed goals for agents: Gustavo (m3, m4), Joana (m1, m4), Lucas (m4), Maria (m5), Pedro (m4, m2). Below this is a table of goal states:

goal	state	committed/achieved by	arguments	plan
g0	waiting	[Gustavo, Lucas, Pedro][[]]		= g1.g2.g3.g4.g5.g6
g1	satisfied	[Joana][Joana]		
g2	feasible	[Joana][[]]		= g7    g8
g7	satisfied	[Joana][Joana]		
g8	satisfied	[Joana][Joana]		= g9   g10
g9	satisfied	[Joana][Joana]		

At the bottom, the 'agents' tab is active, showing goal selection controls: 'scheme' set to 'sch\_01\_votacao', 'goal' set to 'g4', 'state' set to 'impossible', and 'by' set to 'Joana'. There is also an 'arguments' section with a dropdown for 'argument' and a 'value' input field.

Figura 14: Atribuição de missões aos agentes de uma Seção Eleitoral na ferramenta Moise

Fonte: Autoria própria

missão de outro agente.

The screenshot displays the Moise (OrgView) interface. On the left, a tree view shows the main OE components: OS, joj OE, Agents, Groups, and Schemes. The main area shows a table of goal states with columns for goal, state, committed/achieved by, arguments, and plan. Below the table, there is a 'show as' dropdown set to 'html' and a 'back' button. At the bottom, there is a control panel for goal selection with tabs for groups, schemes, and agents. The 'schemes' tab is active, showing a 'goal selection' section with dropdowns for 'scheme' (sch\_01\_votacao), 'goal' (g2), and 'state' (satisfied), along with a 'by' dropdown (Joana) and a 'set' button. Below this is an 'arguments' section with an 'argument' dropdown, a 'value' input field, and a 'set' button.

goal	state	committed/achieved by	arguments	plan
g0	waiting	[Lucas, Gustavo, Pedro]/[]		= g1.g2.g3.g4.g5.g6
g1	satisfied	[Joana]/[Joana, Joana]		
g2	satisfied	[Joana]/[Joana]		= g7    g8
g7	satisfied	[Joana]/[Joana]		
g8	satisfied	[Joana]/[Joana]		= g9   g10   g11
g9	satisfied	[Joana]/[Joana]		
g10	impossible	[Joana]/[Joana]		
g11	impossible	[Joana]/[Joana]		
g3	feasible	[Pedro]/[]		
g4	waiting	[Gustavo]/[]		
g5	waiting	[Lucas, Gustavo, Pedro]/[]		
g6	waiting	[Maria]/[]		

Figura 15: Alteração do estado das metas do esquema de votação em uma Seção Eleitoral na ferramenta Moise

Fonte: Autoria própria

## 5 MODELAGEM DA ORGANIZAÇÃO SOCIAL DA PEÇA AUTO DA COMPADECIDA

A peça teatral “Auto da Compadecida” de Suassuna (2005) foi escrita baseada nos romances e histórias populares do sertão nordestino brasileiro. Ela relata a história de dois amigos que juntos aprontam confusões envolvendo desde o padeiro da cidade e sua esposa, a igreja, cangaceiros até Jesus Cristo e Nossa Senhora.

Esta peça se encaixa na abordagem de *SMA*, visto que cada agente é um personagem que compõe a peça e que interaje com os outros através da afinidade de papéis. Esse contexto de *SMA* permite a aplicação de técnicas de *interactive storytelling*, por exemplo, em jogos, onde cada usuário do jogo é um personagem que se comporta de diferentes maneiras no decorrer de cada jogo. Isso pode produzir diversos enredos fazendo com que o jogo se torne-se dinâmico.

A seguir será apresentada a modelagem organizacional do *SMA* baseado na peça “Auto da Compadecida”. Deste modo, não necessariamente todas as interações que acontecem na peça serão especificadas na modelagem organizacional. Além disso, para aplicar técnicas de *interactive storytelling* algumas metas, planos, cardinalidades, permissões e obrigações podem ser modificados.

A especificação organizacional foi descrita em um arquivo XML. Esse arquivo XML não se encontra presente neste trabalho, no entanto, ele se está disponível para consulta na página: <http://tinyurl.com/XML-AutoDaCompadecida>.

Este Capítulo está organizado da seguinte maneira: a Seção 5.1 exibe um resumo da história de (SUASSUNA, 2005) para melhor compreensão da peça e conseqüentemente da modelagem. Em seguida, na Seção 5.2 é apresentada a especificação organizacional do *SMA* da peça, com a definição dos grupos (Subseção 5.2.1), dos esquemas sociais (Subseção 5.2.2) e da relação deôntica (Subseção 5.2.2). Além disso, a Seção 5.3 apresenta duas propostas de Entidades Organizacionais: (i) uma entidade organizacional baseada na peça “Auto da compadecida” (definida na Subseção 5.3.1) e outra (ii) entidade organizacional com enredo modificado de mesma peça (indicada na Subseção 5.3.2).

## 5.1 O LIVRO

A peça “Auto da Compadecida” foi escrita por Ariano Suassuna em 1955, por meio dela, obteve-se um novo tipo de teatro, calcado na tradição popular. A partir de elementos do teatro popular, juntamente com a literatura de cordel, ela exalta os humildes e satiriza os poderosos e os religiosos que se preocupam apenas com o poder. Neste contexto, a peça possui dois cenários: (i) igreja e (ii) o tribunal.

O Auto da Compadecida inicia com um pedido do Padeiro da cidade para Chicó. O cachorro da Mulher do padeiro estava adoecendo e então, o Padeiro mandou Chicó ir até a Igreja e pedir para o Padre João benzesse o cachorro para que ele sare. O Padre embravecido com a situação não aceita o pedido. Deste modo, João Grilo que é amigo de Chicó e que trabalha na padaria junto com João Grilo, resolve contar uma história para converncer o Padre.

João Grilo diz que o cachorro é do Major Antônio Moraes que é dono de todas as minas da região. O Padre ambicioso, logo aceita benzer o cachorro, mesmo contrariando as normas da Igreja e temendo uma punição do Bispo caso ele descubra alguma coisa. O Bispo estava na cidade para vistoriar o funcionamento da Igreja.

Para complicar ainda mais a situação, o Major Antônio Moraes que estava vindo até a Igreja para pedir uma benção a seu filho que estava doente é enganado por João Grilo. Para que ele não descubra sobre a história do cachorro, João Grilo diz ao Major que o Padre não está muito bem e chama todas as pessoas de “cachorro”. O Padre, em sua inocência, ao conversar com o Major chama de “cachorra” a esposa dele. Deste modo, o Major vai até o Bispo e conta sobre o que o Padre falou de sua esposa.

Nessa história, o Padeiro chega com sua Mulher e o cachorro na Igreja pedindo a benção. Ao chegar na Igreja, o cachorro logo morre. Então, a Mulher do padeiro insiste para que o Padre faça o enterro em *latim* do cachorro. A princípio o padre novamente se recusa, no entanto, João Grilo e Chicó dizem que o cachorro deixou um testamento ao Padre e ao Sacristão, caso o enterrem. Assim, o Sacristão convence o Padre e se encarrega de fazer todo o enterro em *latim* para o cachorro, tudo isso em troca do dinheiro do testamento.

Enfurecido com o xingamento do Padre para com a esposa do Major, o Bispo e o Frade, seu subordinado, vêm tirar satisfação com o Padre. Ele acaba descobrindo sobre enterro em *latim* do cachorro. Então, João Grilo inclui o Bispo no testamento, que desde modo não vê nenhum mal sobre o enterro.

João Grilo para conseguir ganhar dinheiro com suas confusões, manda Chicó colocar mo-

edas dentro de um gato e inventa a Mulher do padeiro que o gato defeca dinheiro. Assim, eles convencem a Mulher a comprar o gato.

No entanto, o Padeiro logo descobre a mentira e vem reclamar à João Grilo e Chicó, que estavam na Igreja. Deste modo, o Padre e o Bispo descobrem mais essa confusão. Nisso, a Mulher do padeiro chega até a Igreja avisando que a polícia da cidade fugiu porque Severino de Aracaju e seu comparsa, o cangaceiro, chegaram até a cidade para roubar a Igreja.

Então, Severino chega na Igreja. Ele pega o dinheiro do testamento do cachorro que estava com o Bispo, o Padre, e o Sacristão e o dinheiro de Chicó e João Grilo da venda do gato. Então, Severino manda o cangaceiro matar todos que estavam ali na Igreja. Primeiramente é morto o bispo, depois o padre e o sacristão, para então o padeiro e a sua esposa serem mortos. Antes que João Grilo fosse morto pelo cangaceiro, ele inventa mais uma história.

Antes do cachorro ser enterrado, João Grilo mandou Chicó tirar a bexiga do cachorro, encher de sangue e colocar em sua barriga. Deste modo, quando João Grilo está prestes a ser morto pelo Cangaceiro, ele diz a Severino que tem uma gaita que ressuscita gente. Severino manda João Grilo mostrar como isso funciona. Assim, João Grilo dá uma facada na barriga de Chicó, justamente onde se encontra a bexiga de sangue. Chicó se finge de morto e quando João Grilo toca a gaita ele se levanta.

Encantado com a gaita, Severino manda o Cangaceiro atirar em seu peito e depois tocar a gaita para que ele ressuscite.

Deste modo, o Cangaceiro acaba matando Severino e então, João Grilo dá uma facada no Cangaceiro. Chicó e João Grilo pegam todo o dinheiro encontrado com os mortos e quando eles vão sair da Igreja, o Cabra dá um tiro em João Grilo antes de morrer. João Grilo também falece.

Todos que morreram vão para o julgamento com o Demônio que é subordinado do Encouradouro (Diabo) e Manuel (Jesus). O Encouradouro aponta os defeitos cometidos durante a vida pelos personagens e Jesus Cristo os julga. Antes deles serem condenados por Manuel, João Grilo chama Nossa Senhora para interceder por eles. A Compadecida, ou seja, Nossa Senhora defende todos eles para Manuel que os encaminha para o purgatório, menos João Grilo que quer ir para o céu direto. Nossa Senhora faz um acordo com João Grilo para que ele volte até a Terra e não cause mais confusões e mentiras, assim da próxima vez ele irá direto para o céu.

João Grilo volta à vida e encontra seu amigo Chicó o levando para enterrar. Chicó fica espantado de tanta alegria. João Grilo também se anima pois estavam ricos, com o dinheiro que conseguiram mais a padaria deixada pelo Padeiro. No entanto, Chicó lembra que havia feito

uma promessa à Nossa Senhora, se João Grilo voltasse a vida ele entregaria todo o dinheiro. Por fim, os dois ficam pobres novamente.

## 5.2 DEFINIÇÃO DA ESPECIFICAÇÃO ESTRUTURAL

Identificam-se 15 personagens que interagem na peça: Chicó, João Grilo, Manuel, Nossa Senhora, Padeiro, Mulher do Padeiro, Cangaceiro, Severino, Bispo, Frade, Padre João, Sacristão, Major Antônio Moraes, Demônio e Encouradouro. Esses personagens serão os agentes que irão compor a modelagem do *SMA*, exceto o personagem Major Antônio Moraes. Optou-se por ocultar a participação do personagem Major Antônio Moraes na modelagem da peça, porque ele não possui uma participação significativa na mesma.

Deste modo, a partir das observações do funcionamento da peça, pode-se indicar alguns papéis para os agentes.

Como Chicó e João Grilo trabalham na padaria ajudando o Padeiro, eles apresentam o papel de auxiliar de padeiro ( $\rho_{auxiliar}$ ) na modelagem. No entanto, como os dois aprontam trapanças e confusões para tentar sobreviver a fome e a pobreza, eles representam típicos heróis picarescos da literatura nordestina (PINHEIRO, 2002). Deste modo, Chicó e João Grilo ainda comportaram o papel de picaresco ( $\rho_{picaresco}$ ).

Na peça, o personagem Padeiro é denominado assim devido a sua função e não possui um nome próprio. Assim, o personagem Padeiro comportará o papel de padeiro ( $\rho_{padeiro}$ ). Do mesmo modo, a Mulher do Padeiro também não tem nome próprio na peça e deste modo, comporta o papel de esposa ( $\rho_{esposa}$ ). Além disso, os personagens Manuel, Nossa Senhora, Bispo, Frade, Padre, Sacristão, Demônio e Encouradouro irão compor os seguintes papéis respectivamente: Jesus ( $\rho_{jesus}$ ), Compadecida ( $\rho_{compadecida}$ ), Bispo ( $\rho_{bispo}$ ), Frade ( $\rho_{frade}$ ), Padre ( $\rho_{padre}$ ), Padre ( $\rho_{sacristao}$ ), Demônio ( $\rho_{demonio}$ ) e Diabo ( $\rho_{diabo}$ ).

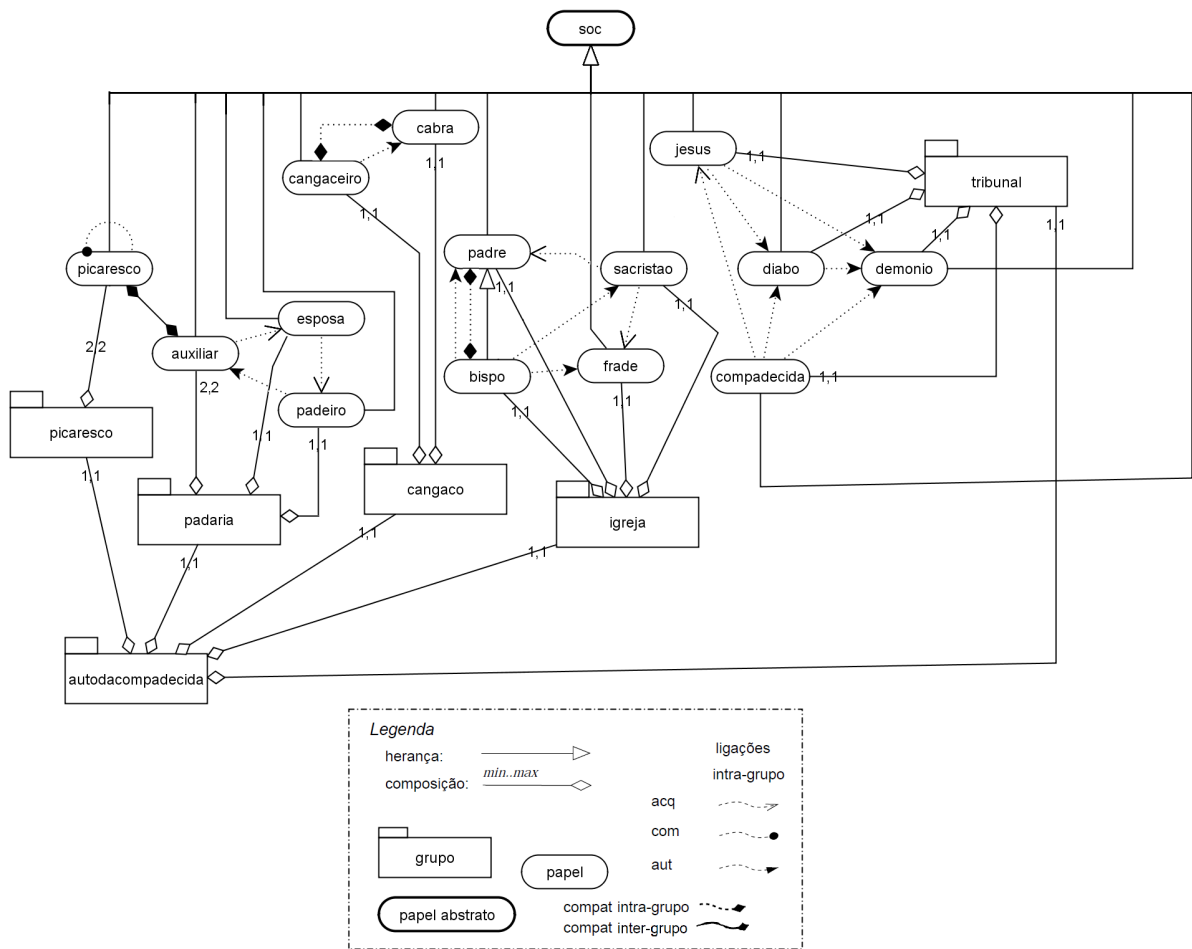
Severino é um cangaceiro, assim como seu comparsa, o Cabra. No entanto, Severino tem autoridade sobre o Cabra, por isso eles não poderão assumir o mesmo papel. Para atribuir essa ligação de autoridade, eles irão comportar o papel de Cangaceiro e Cabra ( $\rho_{cangaceiro}, \rho_{cabra}$ ). Além disso, para representar que o Severino e o Cabra são ambos cangaceiros, será assumido que o papel de Cabra é compatível com o papel de Cangaceiro.

Observando a interação dos personagens no decorrer da peça, verifica-se a relação de herança existente entre os papéis.

Um Bispo possui todos os atributos de um Padre, assim sendo, o papel de Bispo é uma especialização do papel de Padre ( $\rho_{padre} \sqsubset \rho_{bispo}$ ).

Os demais papéis possuem a seguinte relação de herança:  $\rho_{soc} \sqsubset \rho_{jesus}$ ,  $\rho_{soc} \sqsubset \rho_{compadecida}$ ,  $\rho_{soc} \sqsubset \rho_{padre}$ ,  $\rho_{soc} \sqsubset \rho_{sacristao}$ ,  $\rho_{soc} \sqsubset \rho_{frade}$ ,  $\rho_{soc} \sqsubset \rho_{demonio}$ ,  $\rho_{soc} \sqsubset \rho_{diabo}$ ,  $\rho_{soc} \sqsubset \rho_{picaresco}$ ,  $\rho_{soc} \sqsubset \rho_{auxiliar}$ ,  $\rho_{soc} \sqsubset \rho_{padeiro}$ ,  $\rho_{soc} \sqsubset \rho_{esposa}$ ,  $\rho_{soc} \sqsubset \rho_{cangaceiro}$  e  $\rho_{soc} \sqsubset \rho_{cabra}$ .

A Figura 16 apresenta um diagrama da especificação estrutural da peça “Auto da compadecida”. Por meio dela, é possível verificar os papéis, os grupos, as compatibilidades e as ligações internas. É importante ressaltar que as ligações externas não estão representadas nesta Figura para deixar a figura mais clara e evitar excesso de informações.



**Figura 16: Diagrama da especificação estrutural da peça Auto da compadecida**

**Fonte: Autoria própria**

A seguir, nas Subseções 5.2.1, 5.2.2 e 5.2.2, serão apresentadas as especificações de grupo (com as ligações, compatibilidades e cardinalidades), os esquemas (com as metas, missões e planos) e as relações deonticas (permissões e obrigações) da peça.

### 5.2.1 Grupos

Analisando a peça, pode-se diferenciar 5 grupos, (i) o grupo da padaria ( $gt_{padaria}$ ), (ii) o grupo da igreja ( $gt_{igreja}$ ), (iii) o grupo dos cangaceiros ( $gt_{cangaco}$ ), (iv) o grupo do tribunal ( $gt_{tribunal}$ ) e (v) o grupo dos picarecos ( $gt_{picareco}$ ). Estes grupos compõem o conjunto de especificações de grupo ( $gt_{autodacompadecida}$ ) da especificação estrutural ( $EE$ ) do SMA da peça “Auto da Compadecida”:

$$ss_{autodacompadecida} = \langle \{gt_{autodacompadecida}\}, R_{autodacompadecida}, \square \rangle$$

O conjunto de papéis  $R_{autodacompadecida}$  é composto por todos os papéis definidos anteriormente. Cada grupo faz parte de uma especificação de grupo, essas especificações são definidas nos seis itens que seguem:

1. A especificação do grupo Auto da Compadecida ( $gt_{autodacompadecida}$ ) comporta os sub-grupos  $gt_{padaria}$ ,  $gt_{cangaco}$ ,  $gt_{tribunal}$ ,  $gt_{igreja}$  e  $gt_{picareco}$ . Este grupo é bem formado se existir um, e somente um grupo padaria, cangaço, tribunal, igreja e picareco.

$$\begin{aligned}
 gt_{autocompadecida} = \langle & \\
 \{\}, & \qquad \qquad \qquad \%R \\
 \{gt_{padaria}, gt_{cangaco}, gt_{tribunal}, gt_{picareco}\}, & \qquad \qquad \%SG \\
 \{\}, & \qquad \qquad \qquad \%L^{intra} \\
 \{\}, & \qquad \qquad \qquad \%L^{inter} \\
 \{\}, & \qquad \qquad \qquad \%C^{intra} \\
 \{\}, & \qquad \qquad \qquad \%C^{inter} \\
 \{\}, & \qquad \qquad \qquad \%np \\
 \{gt_{padaria} \mapsto (1,1), gt_{cangaco} \mapsto (1,1), gt_{tribunal} \mapsto (1,1), gt_{picareco} \mapsto & \qquad \%ng \\
 (1,1)\} &
 \end{aligned}$$

2. A especificação de grupo  $gt_{padaria}$  apresenta os papéis de Padeiro, Esposa e Auxiliar de padeiro. Este grupo não contém nenhum sub-grupo.

Dentro deste grupo, o papel de Esposa tem conhecimento sobre o papel de Padeiro. Isso ocorre devido o personagem Padeiro, apresentado na peça, ser influenciado por sua Esposa.

Além dessa ligação interna, os auxiliares tem uma ligação de comunicação com o papel de Esposa, e o Padeiro tem uma ligação de autoridade sobre seus auxiliares.



O Padeiro pode se comunicar com o Padre, o Cangaceiro, o Bispo, o Frade, a Compadecida, o Diabo e Jesus. A Esposa do padeiro pode se comunicar com os papéis de Diabo, Bispo, Jesus, Padre, Compadecida, Sacristão e Cangaceiro.

Neste grupo, há uma compatibilidade externa, os auxiliares podem exercer o papel de Picaresco.

O grupo padaria é considerado bem formado se existir apenas um padeiro, uma Esposa e dois Auxiliares.

$$\begin{aligned}
 gt_{padaria} = \langle & \\
 & \{\rho_{padeiro}, \rho_{esposa}, \rho_{auxiliar}\}, & \%R \\
 & \{\}, & \%SG \\
 & \{link(\rho_{esposa}, \rho_{padeiro}, acq), link(\rho_{auxiliar}, \rho_{esposa}, acq), & \%L^{intra} \\
 & link(\rho_{padeiro}, \rho_{auxiliar}, aut)\}, \\
 & \{link(\rho_{padeiro}, \rho_{padre}, com), link(\rho_{padeiro}, \rho_{cangaceiro}, com), & \%L^{inter} \\
 & link(\rho_{padeiro}, \rho_{bispo}, com), link(\rho_{padeiro}, \rho_{frade}, com) \\
 & link(\rho_{padeiro}, \rho_{diabo}, com), link(\rho_{padeiro}, \rho_{jesus}, com), \\
 & link(\rho_{padeiro}, \rho_{compadecida}, com), link(\rho_{esposa}, \rho_{compadecida}, com) \\
 & link(\rho_{esposa}, \rho_{diabo}, com), link(\rho_{esposa}, \rho_{bispo}, com), \\
 & link(\rho_{esposa}, \rho_{jesus}, com), link(\rho_{esposa}, \rho_{padre}, com), \\
 & link(\rho_{esposa}, \rho_{sacristao}, com), link(\rho_{esposa}, \rho_{cangaceiro}, com), \\
 & link(\rho_{esposa}, \rho_{cabra}, com)\}, \\
 & \{\}, & \%C^{intra} \\
 & \{\rho_{auxiliar} \bowtie \rho_{picaresco}\}, & \%C^{inter} \\
 & \{\rho_{padeiro} \mapsto (1, 1), \rho_{esposa} \mapsto (1, 1), \rho_{auxiliar} \mapsto (2, 2)\}, & \%np \\
 & \{\}\rangle & \%ng
 \end{aligned}$$

3. A especificação de grupo  $gt_{igreja}$  comporta os papéis de Bispo, Frade, Padre e Sacristão, sendo que o papel de Bispo é compatível com o papel de Padre.

Os papéis deste grupo também estabelecem relações internas. O Bispo tem autoridade sobre o Padre, o Frade e o Sacristão. O Sacristão pode influenciar o Padre.

Além disso, há ligações externas ao grupo, o Bispo pode se comunicar com o Picaresco, Padeiro, Cangaceiro, Jesus, Compadecida, Esposa e Diabo. O Padre pode se comunicar com o Cangaceiro, Jesus, Compadecida, Picaresco, Padeiro, Esposa e o Diabo. O Frade se comunica com o Padeiro, Diabo, a Compadecida, Jesus e o Cangaceiro. Por sua vez, o Sacristão se comunica com o Picaresco, Jesus, Compadecida, Cangaceiro, Esposa e Diabo.

O Bispo é compatível com o papel de Padre. Deste modo, o bispo pode exercer o papel de padre, no entanto, um padre não pode fazer o papel de bispo.

Este grupo é dito bem formado se comportar um bispo, um frade, um padre e um Sacristão.

$$\begin{aligned}
 gt_{igreja} = \langle & \\
 & \{\rho_{bispo}, \rho_{frade}, \rho_{padre}, \rho_{sacristao}\}, & \%R \\
 & \{\}, & \%SG \\
 & \{link(\rho_{bispo}, \rho_{padre}, aut), link(\rho_{bispo}, \rho_{frade}, aut), & \%L^{intra} \\
 & link(\rho_{sacristao}, \rho_{padre}, acq), link(\rho_{bispo}, \rho_{sacristao}, aut)\}, \\
 & \{link(\rho_{bispo}, \rho_{picaresco}, com), link(\rho_{bispo}, \rho_{padeiro}, com), & \%L^{inter} \\
 & link(\rho_{bispo}, \rho_{cangaceiro}, com), link(\rho_{bispo}, \rho_{jesus}, com), \\
 & link(\rho_{bispo}, \rho_{compadecida}, com), link(\rho_{bispo}, \rho_{esposa}, com), \\
 & link(\rho_{bispo}, \rho_{diabo}, com), link(\rho_{padre}, \rho_{jesus}, com), \\
 & link(\rho_{padre}, \rho_{compadecida}, com), link(\rho_{padre}, \rho_{cangaceiro}, com), \\
 & link(\rho_{padre}, \rho_{picaresco}, com), link(\rho_{padre}, \rho_{padeiro}, com), \\
 & link(\rho_{padre}, \rho_{esposa}, com), link(\rho_{padre}, \rho_{diabo}, com), \\
 & link(\rho_{frade}, \rho_{padeiro}, com), link(\rho_{frade}, \rho_{cangaceiro}, com), \\
 & link(\rho_{sacristao}, \rho_{picaresco}, com), link(\rho_{sacristao}, \rho_{jesus}, com), \\
 & link(\rho_{sacristao}, \rho_{compadecida}, com), link(\rho_{sacristao}, \rho_{cangaceiro}, com), \\
 & link(\rho_{sacristao}, \rho_{esposa}, com), link(\rho_{sacristao}, \rho_{diabo}, com), \\
 & link(\rho_{frade}, \rho_{diabo}, com), link(\rho_{frade}, \rho_{jesus}, com), \\
 & link(\rho_{frade}, \rho_{compadecida}, com), link(\rho_{sacristao}, \rho_{cabra}, com)\}, & \%C^{intra} \\
 & \{\rho_{bispo} \times \rho_{padre}\}, & \%C^{inter} \\
 & \{\}, & \%np \\
 & \{\rho_{bispo} \mapsto (1,1), \rho_{frade} \mapsto (1,1), \rho_{padre} \mapsto (1,1), \rho_{sacristao} \mapsto (1,1)\}, & \%ng \\
 & \{\}\rangle
 \end{aligned}$$

4. No grupo dos cangaceiros ( $gt_{cangaco}$ ) a ligação interna existente é de autoridade do Cangaceiro sobre o Cabra. O papel de Cabra é compatível com o papel de Cangaceiro.

Além disso, há ligações externas. O Cangaceiro tem autoridade sobre o Picaresco, o Bispo, o Frade, o Padre, o Padeiro, o Sacristão e a Esposa. O Cangaceiro ainda pode se comunicar com o Diabo, Jesus e o Demônio. O Cabra pode se comunicar com o Picaresco, o Diabo, Jesus e a Compadecida. O Cabra ainda possui autoridade sobre o Sacristão e a Esposa.

O grupo dos cangaceiros é bem formado se existir dois agentes e cada um representar um

dos papéis.

$$\begin{aligned}
 gt_{cangaco} = \langle & \\
 \{\rho_{cabra}, \rho_{cangaceiro}\}, & \quad \%R \\
 \{\}, & \quad \%SG \\
 \{link(\rho_{cangaceiro}, \rho_{cabra}, aut)\}, & \quad \%L^{intra} \\
 \{link(\rho_{cangaceiro}, \rho_{picaresco}, aut), link(\rho_{cangaceiro}, \rho_{bispo}, aut), & \quad \%L^{inter} \\
 link(\rho_{cangaceiro}, \rho_{frade}, aut), link(\rho_{cangaceiro}, \rho_{padre}, aut), \\
 link(\rho_{cangaceiro}, \rho_{padeiro}, aut), link(\rho_{cangaceiro}, \rho_{sacristao}, aut), \\
 link(\rho_{cangaceiro}, \rho_{esposa}, aut), link(\rho_{cangaceiro}, \rho_{diabo}, com), \\
 link(\rho_{cangaceiro}, \rho_{jesus}, com), link(\rho_{cangaceiro}, \rho_{demonio}, com), \\
 link(\rho_{cangaceiro}, \rho_{compadecida}, com), link(\rho_{cabra}, \rho_{picaresco}, com), \\
 link(\rho_{cabra}, \rho_{sacristao}, com), link(\rho_{cabra}, \rho_{esposa}, com), \\
 link(\rho_{cabra}, \rho_{diabo}, com), link(\rho_{cabra}, \rho_{jesus}, com), \\
 link(\rho_{cabra}, \rho_{compadecida}, com)\}, \\
 \{\rho_{cabra} \bowtie \rho_{cangaceiro}\}, & \quad \%C^{intra} \\
 \{\}, & \quad \%C^{inter} \\
 \{\rho_{severino} \mapsto (1, 1), \rho_{cangaceiro} \mapsto (1, 1)\}, & \quad \%np \\
 \{\}\rangle & \quad \%ng
 \end{aligned}$$

5. A especificação de grupo  $gt_{tribunal}$  tem como papéis Jesus, Compadecida, Diabo e Demônio.

O agente que assume o papel de Jesus possui autoridade sobre os demais papéis do grupo, exceto sobre a Compadecida, cujo possui uma relação de comunicação. A Compadecida pode influenciar Jesus, sendo que ela possui autoridade sobre o Diabo e o Demônio. O Demônio é subordinado do Diabo, sendo que eles podem se comunicar com a Compadecida e Jesus.

Os papéis de Jesus, Compadecida, Diabo e Demônio possuem autoridade sobre os papéis de Picaresco, Bispo, Padre, Sacristão, Padeiro, Esposa, Frade, Cangaceiro e Cabra.

Além disso, o papel de Diabo é compatível com o papel de Demônio. O grupo de tribunal fica bem formado se houver apenas um Jesus, uma Compadecida, um Demônio e um Diabo.

$$gt_{tribunal} = \langle$$

$$\begin{aligned}
& \{\rho_{jesus}, \rho_{compadecida}, \rho_{diabo}, \rho_{demonio}\} \\
& \{\}, \quad \%R \\
& \{link(\rho_{jesus}, \rho_{diabo}, aut), link(\rho_{jesus}, \rho_{demonio}, aut), \%SG \\
& link(\rho_{compadecida}, \rho_{diabo}, aut), link(\rho_{compadecida}, \rho_{demonio}, aut), \%L^{intra} \\
& link(\rho_{compadecida}, \rho_{jesus}, acq), link(\rho_{diabo}, \rho_{demonio}, aut)\}, \\
& \{link(\rho_{jesus}, \rho_{picaresco}, aut), link(\rho_{jesus}, \rho_{bispo}, aut), \\
& link(\rho_{jesus}, \rho_{padre}, aut), link(\rho_{jesus}, \rho_{sacristao}, aut), \%L^{inter} \\
& link(\rho_{jesus}, \rho_{padeiro}, aut), link(\rho_{jesus}, \rho_{esposa}, aut), \\
& link(\rho_{jesus}, \rho_{cangaceiro}, aut), link(\rho_{jesus}, \rho_{cabra}, aut), \\
& link(\rho_{jesus}, \rho_{frade}, aut), link(\rho_{compadecida}, \rho_{frade}, aut), \\
& link(\rho_{compadecida}, \rho_{picaresco}, aut), link(\rho_{compadecida}, \rho_{bispo}, aut), \\
& link(\rho_{compadecida}, \rho_{padre}, aut), link(\rho_{compadecida}, \rho_{sacristao}, aut), \\
& link(\rho_{compadecida}, \rho_{padeiro}, aut), link(\rho_{compadecida}, \rho_{esposa}, aut), \\
& link(\rho_{compadecida}, \rho_{cangaceiro}, aut), link(\rho_{compadecida}, \rho_{cabra}, aut), \\
& link(\rho_{diabo}, \rho_{picaresco}, aut), link(\rho_{diabo}, \rho_{bispo}, aut), \\
& link(\rho_{diabo}, \rho_{padre}, aut), link(\rho_{diabo}, \rho_{sacristao}, aut), \\
& link(\rho_{diabo}, \rho_{padeiro}, aut), link(\rho_{diabo}, \rho_{esposa}, aut), \\
& link(\rho_{diabo}, \rho_{cangaceiro}, aut), link(\rho_{diabo}, \rho_{cabra}, aut), \\
& link(\rho_{demonio}, \rho_{picaresco}, aut), link(\rho_{demonio}, \rho_{bispo}, aut), \\
& link(\rho_{demonio}, \rho_{padre}, aut), link(\rho_{demonio}, \rho_{sacristao}, aut), \\
& link(\rho_{demonio}, \rho_{padeiro}, aut), link(\rho_{demonio}, \rho_{esposa}, aut), \\
& link(\rho_{demonio}, \rho_{frade}, aut), link(\rho_{diabo}, \rho_{frade}, aut), \\
& link(\rho_{demonio}, \rho_{cangaceiro}, aut), link(\rho_{demonio}, \rho_{cabra}, aut)\}, \quad \%C^{intra} \\
& \{\}, \quad \%C^{inter} \\
& \{\}, \quad \%np \\
& \{\rho_{jesus} \mapsto (1,1), \rho_{compadecida} \mapsto (1,1), \rho_{diabo} \mapsto (1,1), \rho_{demonio} \mapsto \\
& (1,1)\}, \quad \%ng \\
& \{\}
\end{aligned}$$

6. A especificação de grupo  $gt_{picaresco}$  apresenta as interações dos personagens da peça, Chicó e João Grilo. Os dois amigos picaretas que aprontam a maior confusão na peça. Percebe-se que os picarescos são capazes de influenciar todos os outros personagens da história, exceto os papéis do grupo de julgamento, cujo tem uma relação de comunicação. Além disso, o papel de picaresco é compatível com o papel de auxiliar da padaria.

Esse grupo é bem formado se existir 2 e no máximo 2 picarescos.

$$gt_{picaresco} = \langle$$

$\{\rho_{picaresco}\},$	$\%R$
$\{\},$	$\%SG$
$\{link(\rho_{picaresco}, \rho_{picaresco}, com)\},$	$\%L^{intra}$
$\{link(\rho_{picaresco}, \rho_{padre}, acq), link(\rho_{picaresco}, \rho_{bispo}, com),$	$\%L^{inter}$
$link(\rho_{picaresco}, \rho_{sacristao}, acq), link(\rho_{picaresco}, \rho_{padeiro}, com),$	
$link(\rho_{picaresco}, \rho_{esposa}, acq), link(\rho_{picaresco}, \rho_{cangaceiro}, acq),$	
$link(\rho_{picaresco}, \rho_{demonio}, com), link(\rho_{picaresco}, \rho_{cabra}, com),$	
$link(\rho_{picaresco}, \rho_{diabo}, com), link(\rho_{picaresco}, \rho_{jesus}, com),$	
$link(\rho_{picaresco}, \rho_{compadecida}, com)\},$	
$\{\},$	$\%C^{intra}$
$\{\rho_{picaresco} \bowtie \rho_{auxiliar}\},$	$\%C^{inter}$
$\{\rho_{picaresco} \mapsto (2, 2)\},$	$\%np$
$\{\}\}$	$\%ng$

## 5.2.2 Esquemas sociais

Para a modelagem de esquemas sociais da organização do SMA, a peça “Auto da Compadecida” foi dividida em três partes. Cada parte comporta um esquema.

A primeira parte apresenta uma esperteza que os picarescos fazem para afrontar o Padre, o Padeiro e sua Esposa. Neste sentido, os Picarescos pedem ao Padre uma benção para o cachorro da Esposa do Padeiro e posteriormente o enterro dele. Além disso, eles criam um testamento para o cachorro e vendem um gato que supostamente descome dinheiro.

A segunda parte da peça indica a invasão e o assalto do Cangaceiro e o Cabra na cidade. O Cangaceiro e o Cabra roubam o dinheiro das suas vítimas que se encontram na Igreja e depois as matam. No entanto, os picarescos criam um golpe sobre o Cangaço para tentar sobreviver.

A última parte expõem o julgamento final das mortos.

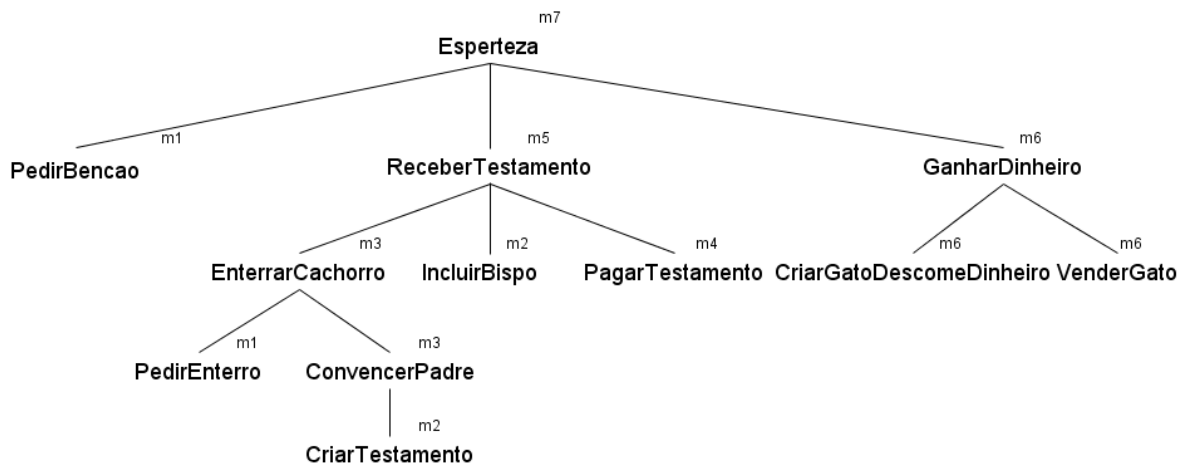
Deste modo, foram definidos três esquemas sociais, um para cada divisão da peça. Os esquemas sociais são respectivamente: (i) Esquema Esperteza ( $sch_{esperteza}$ ), (ii) Invasão do Cangaço ( $sch_{invasaocangaco}$ ) e (iii) Esquema Decisão ( $sch_{decisao}$ ). As Figuras 17, 18 e 19 apresentam estes esquemas. Como forma de padronizar os nomes das metas nos esquemas sociais, decidiu-se utilizar o seguinte padrão: a supermeta de cada esquema social é representada por um advérbio e as metas por um verbo mais um substantivo ou um nome próprio (por exemplo, *PagarTestamento* e *IncluirBispo*).

A seguir, será apresentado cada esquema, com seus planos e missões. A descrição completa

deles é apresentada no Apêndice B. Os esquemas são inspirados na peça “Auto da Compadecida”. Deste modo, não necessariamente todas as interações que acontecem na peça estarão especificadas nos esquemas. Além disso, para que essa modelagem possa influenciar futuramente uma pesquisa de *interactive storytelling* algumas metas e planos podem ser modificados.

– **Esquema social**  $sch_{esperteza}$

O esquema social  $sch_{esperteza}$  apresentado na Figura 17 tem como meta raiz *Esperteza* (todas as metas deste esquema estão descritas na Tabela 5). Este esquema apresenta as espertezas que os picarescos fazem para afrontar os personagens da Igreja e da Padaria.



**Figura 17: Esquema social Esperteza**

**Fonte: Autoria própria**

Para satisfazer a meta raiz do esquema  $sch_{esperteza}$  é necessário cumprir uma sequência de sub-metas. A primeira meta a ser cumprida é a *PedirBencao*. Essa meta representa na peça o pedido de benção que os Picarescos, a Esposa e o Padeiro fazem ao Padre. O Padeiro manda um de seus auxiliares ir até a Igreja pedir ao Padre que ele benza o cachorro de sua Esposa que estava adoecendo. Com isso, os dois Picarescos vão até o Padre pedir a benção. Logo, a Esposa e o Padeiro também chegam até a Igreja e fazem o mesmo pedido.

A segunda meta a ser cumprida deste esquema é a *EnterrarCachorro*. O cachorro morre e então, duas sequências surgem para convencer o Padre a conceder o enterro do cachorro (plano  $EnterrarCachorro = PedirEnterro, ConvencerPadre$ ). A primeira é o pedido de enterro (meta *PedirEnterro*) ao Padre pela Esposa, o Padeiro e os Picarescos. A segunda é convencer o Padre a conceder o enterro do cachorro a partir da criação de um testamento (meta *CriarTestamento* do plano  $ConvencerPadre = CriarTestamento$ ) para o cachorro por um Picaresco. Na peça, o

**Tabela 5: Descrição das metas do esquema Esperteza apresentada na Figura 17**

<i>Meta</i>	<i>Descrição</i>
<i>Esperteza</i>	Aplicar uma armação nos membros da Igreja e da padaria
<i>PedirBencao</i>	Pedir uma benção ao Padre para o cachorro da Esposa do Padeiro
<i>ReceberTestamento</i>	Os agentes contidos no testamento do cachorro recebem o dinheiro do testamento
<i>GanharDinheiro</i>	Os Picarescos tentam ganhar dinheiro
<i>EnterrarCachorro</i>	O enterro do cachorro é realizado
<i>IncluirBispo</i>	O Bispo é incluído no testamento do cachorro
<i>PagarTestamento</i>	A Esposa paga o dinheiro do testamento do cachorro
<i>CriarGatoDescomeDinheiro</i>	Os Picarescos inventam um gato que supostamente descome dinheiro
<i>VenderGato</i>	Os Picarescos vendem o gato que descome dinheiro
<i>PedirEnterro</i>	Pedir ao Padre que ele enterre o cachorro
<i>ConvencerPadre</i>	Convencer o Padre para que ele permita a realização do que o enterro do cachorro
<i>CriarTestamento</i>	Criar de um testamento para o cachorro

**Fonte: Autoria própria**

Padre é ambicioso, assim como o Sacristão. Com a criação testamento é possível fazer com que o Padre mude de opinião e conceda o enterro do cachorro. Deste modo, o Sacristão convence o Padre a deixá-lo executar o enterro (meta *ConvencerPadre*).

Satisfeita a meta do enterro do cachorro, é necessário receber o dinheiro do testamento. A meta *ReceberTestamento* encontra-se como meta-raiz do plano *ReceberTestamento* =

*EnterrarCachorro, IncluirBispo, PagarTestamento*. Isso significa que para satisfazê-la é necessário incluir o Bispo no testamento (*IncluirBispo*), e pagar o testamento (*PagarTestamento*). O pagamento do testamento é feito pela Esposa e a inclusão do Bispo no testamento por um Picaresco. Na peça, o Picaresco inclui o Bispo no testamento para que o pagamento do testamento seja efetuado com a sua concessão.

A fim dos picarescos serem recompensados, os mesmos inventam a história de um gato que descome dinheiro. Para satisfazer a meta *GanharDinheiro* é necessário cumprir o plano *GanharDinheiro* = *CriarGatoDescomeDinheiro, VenderGato*.

Somente com o cumprimento destas metas é possível satisfazer o esquema  $sch_{esperteza}$ .

Este esquema pode ser descrito, a partir da observação da Figura 17, como:

$$sch_{esperteza} = \langle \{Esperteza, PedirBencao, ReceberTestamento, EnterrarCachorro, PedirEnterro, ConvencerPadre, CriarTestamento, IncluirBispo, \}$$

*PagarTestamento, GanharDinheiro, CriarGatoDescomeDinheiro, VenderGato*},  
 {"*Esperteza = PedirBencao, ReceberTestamento, GanharDinheiro*"},  
 "*ReceberTestamento = EnterrarCachorro, IncluirBispo, PagarTestamento*",  
 "*EnterrarCachorro = PedirEnterro, ConvencerPadre*",  
 "*ConvencerPadre = CriarTestamento*",  
 "*GanharDinheiro = CriarGatoDescomeDinheiro, VenderGato*",  
 },  
 { $m_1, m_2, m_3, m_4, m_5, m_6, m_7$ }  
 { $m_1 \mapsto \{PedirBencao, PedirEnterro\}$ ,  
 $m_2 \mapsto \{CriarTestamento, IncluirBispo\}$ ,  
 $m_3 \mapsto \{ConvencerPadre, EnterrarCachorro\}$ ,  
 $m_4 \mapsto \{PagarTestamento\}$ ,  
 $m_5 \mapsto \{ReceberTestamento\}$ ,  
 $m_6 \mapsto \{GanharDinheiro, CriarGatoDescomeDinheiro, VenderGato\}$ ,  
 $m_7 \mapsto \{Esperteza\}$ },  
 { $m_1 \mapsto (4,4), m_2 \mapsto (1,1), m_3 \mapsto (1,5), m_4 \mapsto (1,1), m_5 \mapsto (3,3), m_6 \mapsto (2,2), m_7 \mapsto (2,2)$ }

Nota-se que ele é bem formado se quatro, e apenas quatro agentes assumirem a missão  $sch_{esperteza.m_1}$ , se um, e apenas um agente assumir as missões  $sch_{esperteza.m_2}$  e  $sch_{esperteza.m_4}$ , se um, ou no máximo cinco agentes se comprometerem com a missão  $sch_{esperteza.m_3}$ , se três, e apenas três agentes adotarem a missão  $sch_{esperteza.m_5}$  e se dois, e apenas dois agentes se comprometerem com as missões  $sch_{esperteza.m_6}$  e  $sch_{esperteza.m_7}$

Cada missão possui um propósito e é assumida por agentes que executam determinados papéis (ver Definição 3.3.1). A missão  $sch_{esperteza.m_1}$  indica o pedido de benção e enterro ao Padre para o cachorro. Tendo em vista que são os agentes com os papéis de Esposa, Padeiro e Picaresco que fazem o pedido de benção e enterro ao Padre, eles poderão adotar essa missão.

A missão  $sch_{esperteza.m_2}$  define o testamento do cachorro. Um Picaresco poderá assumila, visto que, na peça é um Picaresco que especifica o testamento do cachorro.



O Sacristão está envolvido na missão  $sch_{esperteza.m3}$ . É ele quem convence o Padre a permitir o enterro do cachorro. O enterro do cachorro é feito pelo Sacristão, pelos Picarescos e pelo Padeiro e sua Esposa. Os agentes com estes papéis poderão assumir esta missão. Na descrição da especificação deôntica, será esclarecido que os agentes Padeiro, Mulher e Picarescos terão permissão para executar a meta  $ConvencerPadre$  como uma segunda alternativa de interação. Isso demonstra uma aplicação de técnicas de *interactive storytelling*.

Por sua vez, a missão  $sch_{esperteza.m4}$  indica quem irá pagar o testamento. Essa missão deve ser assumida pela Esposa. Logo, a missão  $sch_{esperteza.m5}$  deve ser adotada pelos papéis que farão parte do testamento, no caso, o Bispo, o Padre e o Sacristão.

A missão  $sch_{esperteza.m6}$  deste esquema é assumida pelos Picarescos. Ela sugere um golpe que os Picarescos fazem para ganhar dinheiro. Isso acontece com a venda de um gato que descome dinheiro.

Por fim, a missão  $sch_{esperteza.m7}$  pode ser concluída pelos Picarescos.

### **Esquema social** $sch_{invasaocangaco}$

O esquema social  $sch_{invasaocangaco}$  apresentado na Figura 18 indica a invasão do grupo cangaço ( $gt_{cangaco}$ ) na cidade. A descrição das metas deste esquema são apresentadas na Tabela 6.

Este esquema possui como meta raiz a  $InvasaoCangaco$ .

A primeira meta a ser cumprida neste esquema é  $AssaltarPadaria$ , conforme o plano  $InvasaoCangaco = AssaltarPadaria, AssaltarIgreja$ . No enredo da peça “Auto da compadecida”, o Cangaceiro e o Cabra chegam na cidade para assaltá-la. Eles assaltam primeiro a Padaria e posteriormente a Igreja.

Ao assaltar a Igreja (meta  $AssaltarIgreja = RoubarVitimas, MatarVitimas$ ), o Cangaceiro rouba o dinheiro das vítimas que se encontram na Igreja e após isso mata-as. O roubo das vítimas é representado pela meta  $RoubarVitimas$  neste esquema.

A meta  $MatarVitimas$  compõem o plano  $MatarVitimas = MatarTodasVitimas | LiberarFrade$ . Deste modo, o Cangaço pode escolher qual plano irá seguir, matar todas as vítimas que se encontram na Igreja (meta  $MatarTodasVitimas$ ), ou liberar o Frade e matar o restante das vítimas ( $LiberarFrade$ ).

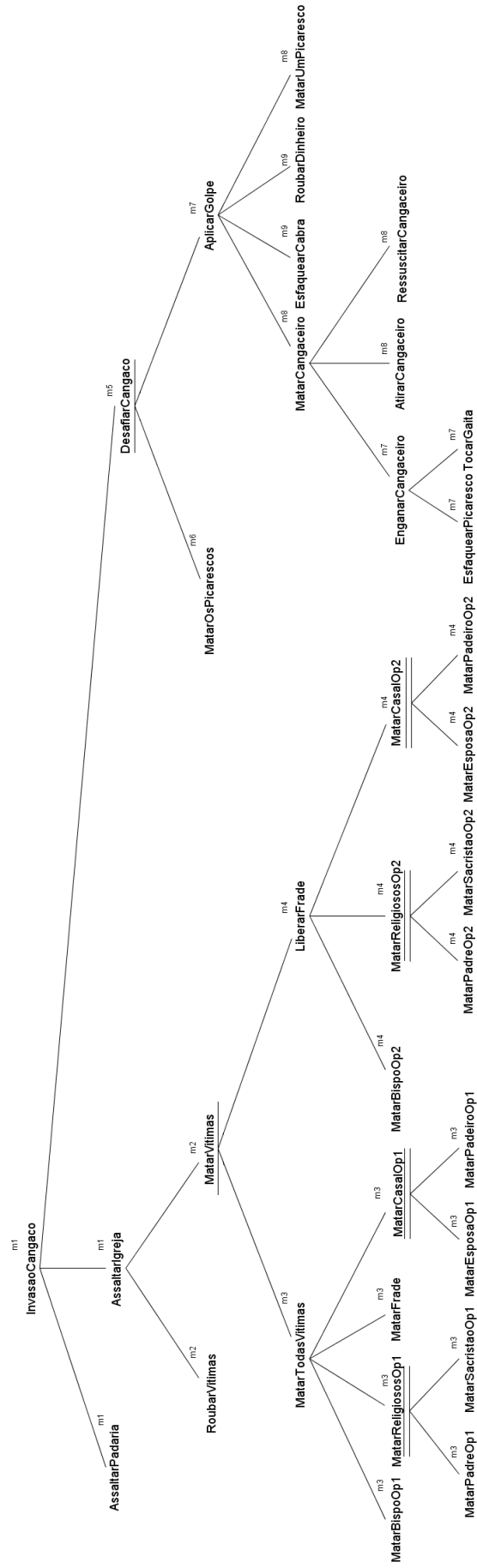


Figura 18: Esquema social Invasão do Cangaco

Fonte: Autoria própria

Para satisfazer a meta *MatarTodasVitimas*, o Cangaceiro e o Cabra executam na sequência as metas do plano  $MatarTodasVitimas = MatarBispoOp1, MatarReligiososOp1, MatarFrade, MatarCasalOp1$ . As metas *MatarReligiososOp1* e *MatarCasalOp1* possuem um operador de paralelismo, isso significa que as suas sub-metas (nos planos  $MatarReligiososOp1 =$

$MatarPadreOp1 \parallel MatarSacristaoOp1$  e  $MatarCasalOp1 = MatarEsposaOp1, MatarPadeiroOp1$ ) podem ser executadas correntemente.

Caso, seja executado a meta *LiberarFrade*, o Bispo, o Padre, o Sacristão, o Padeiro e a Esposa serão mortos. Somente o Frade não morrerá.

Na peça, o Cangaceiro escolhe a sequência das vítimas que irá matar. Por isso que as mortes se estabelecem em uma sequência ordenada. Além disso, o Cangaceiro não mata o Frade. Percebe-se que este esquema  $sch_{invasaocangaco}$  apresenta duas alternativas para a meta *MatarVitimas*, ou o Cangaço mata todas as vítimas que encontra na Igreja, ou então, libera o Frade.

Essa segunda alternativa (*MatarTodasVitimas*) foi incluída neste esquema para evidenciar a possibilidade da história seguir um fluxo diferente, e conseqüentemente outra aplicação de *interactive storytelling*.

Satisfeita a meta *MatarVitimas*, a meta *DesafiarCangaco* pode ser executada. Essa meta indica um confronto que ocorre entre os Picarescos e o grupo Cangaço. Há duas escolhas para satisfazer a meta *DesafiarCangaco*. O Cabra e o Cangaceiro podem matar os Picarescos ou então, os Picarescos podem aplicar um golpe no Cangaço, conforme o plano  $DesafiarCangaco = MatarOsPicarescos \mid AplicarGolpe$ .

A opção do grupo Cangaço matar os Picarescos também evidencia outra alternativa para modificar o fluxo da história. Na peça, quando o Cangaço vai matar os Picarescos, eles dão um golpe no Cangaceiro, através de uma gaita que supostamente poderia ressucitar uma pessoa.

De acordo com o operador de escolha, uma e somente uma destas metas deverá ser satisfeita (ver Equação 24). Portanto, ou o Cangaço mata os Picarescos ou os Picarescos aplicam um golpe no Cangaço.

Para satisfazer a meta *AplicarGolpe* é necessário matar o Cangaceiro, dar uma facada no Cabra, roubar o dinheiro e um dos Picarescos morrer (conforme o plano

$AplicarGolpe = MatarCanhaceiro, EsfaquearCabra, PicarescosRoubamDinheiro,$

$MatarUmPicaresco$ ). O Cangaceiro é morto quando os Picarescos enganam o Cangaceiro e o Cabra com uma gaita que ressucita (conforme o plano  $MatarCangaceiro =$

*EnganarCangaceiro, AtirarCangaceiro, RessuscitarCangaceiro*, sendo que

*EnganarCangaceiro = EsfaquearPicaresco, TocarGaita*). Deste modo, para enganar o Cangaceiro, um dos Picarescos esfaqueia o outro. Em seguida, o Picaresco que esfaqueou o outro, toca a gaita. Dessa maneira, eles conseguem enganar o Cangaceiro que manda o Cabra dar um tiro nele e tocar a gaita.

A partir do cumprimento das metas, o esquema  $sch_{invasaocangaco}$  pode ser concluído.

A descrição deste esquema é apresentada no Apêndice B na Seção B.1. Por meio da descrição, percebe-se que o presente esquema é considerado bem formado se houver dois, e apenas dois agentes comprometidos com as missões  $sch_{invasaocangaco}.m_1$ ,  $sch_{invasaocangaco}.m_3$ ,  $sch_{invasaocangaco}.m_4$  e  $sch_{invasaocangaco}.m_7$ , se um ou dois agentes adotarem as missões

$sch_{invasaocangaco}.m_2$ ,  $sch_{invasaocangaco}.m_6$  e  $sch_{invasaocangaco}.m_9$ , se quatro, e apenas quatro agentes assumirem a missão  $sch_{invasaocangaco}.m_5$  e se um, e apenas um agente adotar a missão  $sch_{invasaocangaco}.m_8$

A missão  $sch_{invasaocangaco}.m_1$  indica a invasão e o assalto do Cangaço na cidade. A missão  $sch_{invasaocangaco}.m_2$  representa o roubo das vítimas encontradas na Igreja e a morte delas pelos Cangaceiros.

A missão  $sch_{invasaocangaco}.m_3$  apresenta a sequencia das mortes de todas as vítimas. Logo, a missão  $sch_{invasaocangaco}.m_4$  também mostra como ocorre a morte das vítimas, no entanto, ao contrário da missão  $sch_{invasaocangaco}.m_3$ , nesta missão o Frade não é morto.

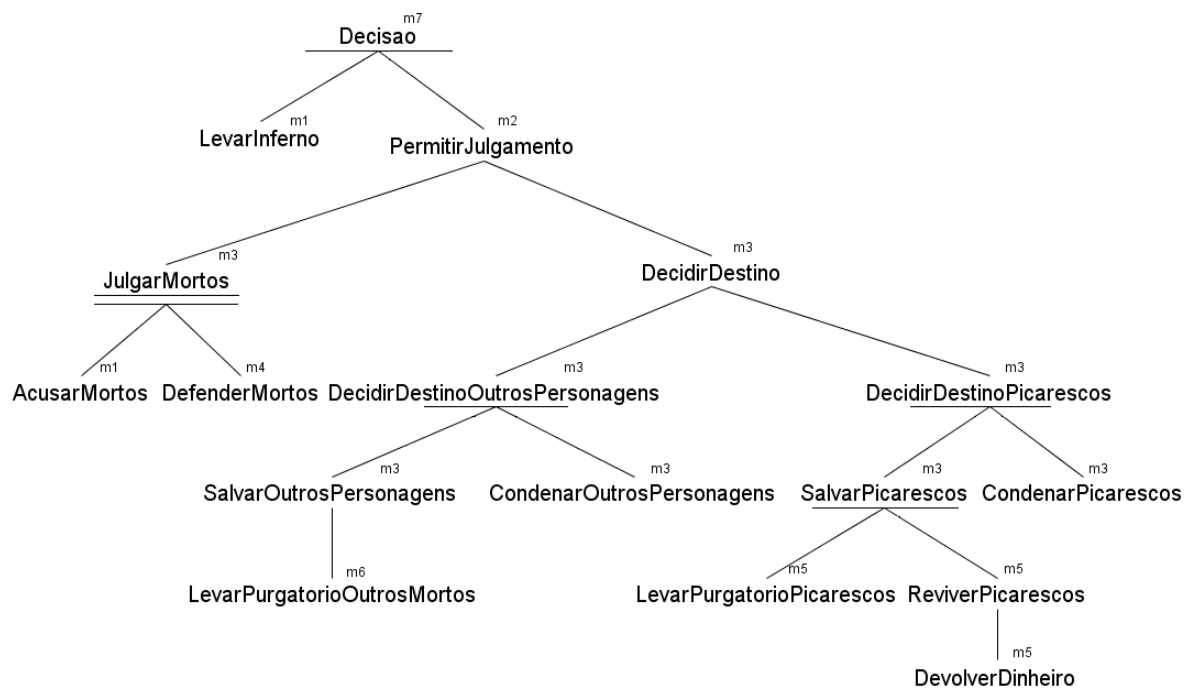
A missão  $sch_{invasaocangaco}.m_5$  indica a disputa entre o Cangaceiro e os Picarescos, sendo que a missão  $sch_{invasaocangaco}.m_6$  estabelece a morte dos Picarescos pelo Cangaço e a missão  $sch_{invasaocangaco}.m_7$  o golpe que os Picarescos dão no Cangaço.

Por fim, a missão  $sch_{invasaocangaco}.m_8$  apresenta a morte do Cangaceiro e de um Picaresco pelo cabra e a missão  $sch_{invasaocangaco}.m_9$  estabelece a morte do Cabra e o roubo de dinheiro dos mortos pelos Picarescos.

### **Esquema social $sch_{decisao}$**

No esquema social  $sch_{decisao}$  (ver Figura 19 e Tabela 7), os mortos serão julgados pelos membros do grupo tribunal ( $gt_{tribunal}$ ).

Deste modo, este esquema tem como meta raiz a *Decisao*. Na peça, inicialmente, o Diabo e o Demônio querem levar todos os mortos para o inferno. No entanto, uma oportunidade de julgamento é apresentada. Isso possibilita que os mortos sejam julgados.



**Figura 19: Esquema social Decisão**

**Fonte: Autoria própria**

No esquema social  $sch_{Decisao}$ , a meta raiz *Decisao* possui um operador de escolha (plano  $Decisao = LevarInferno \mid PermitirJulgamento$ ). Assim, para a meta raiz deste esquema ser satisfeita é necessário que somente uma das duas metas seja satisfeita, ou *LevarInferno*, ou então *PermitirJulgamento*.

Se a meta escolhida for *PermitirJulgamento* a árvore de metas abaixo dela também deve ser satisfeita.

A meta *PermitirJulgamento* será satisfeita se houver um julgamento e uma decisão do julgamento (conforme estabelece o plano  $PermitirJulgamento = JulgarMortos, PermitirJulgamento$ ).

No julgamento, os mortos são acusados pelo Diabo e defendidos pela Compadecida. Jesus é o responsável por decidir se os mortos serão condenados ou salvos.

Neste sentido, o plano *JulgarMortos* do esquema possui as metas *AcusarMortos* e *DefenderMortos* que podem ser executadas paralelamente (plano  $JulgarMortos = AcusarMortos \parallel DefenderMortos$ ). Jesus pode condenar os mortos ou salvá-los, a partir da meta decisão do julgamento (meta *DecidirDestino*).

Observando o esquema definido anteriormente ( $sch_{invasaocangaco}$ ) percebe-se que o Cangaceiro e o Cabra podem matar os Picarescos, ou então, o Cangaceiro e o Cabra podem ser mortos através de um golpe que os Picarescos aplicam no Cangaco (ver a árvore de metas abaixo da meta *DesafiarCangaco* no esquema social apresentado na Figura 18).

Além disso, necessariamente, o Bispo, o Padre, o Sacristão, o Padeiro e sua Esposa também serão mortos, pois em qualquer uma das opções de escolha apresentadas no plano  $MatarVitimas = MatarTodasVitimas \mid LiberarFrade$ , do esquema social  $sch_{invasaocangaco}$ , fazem com que estes personagens sejam mortos (ver Figura 18). É importante ressaltar que de acordo com esse plano de escolha tem-se a possibilidade de matar ou não o Frade. A opção pela meta *LiberarFrade* faz com que o Frade não morra, no entanto, a opção de escolha *MatarTodasVitimas* faz com que o Frade seja morto.

A partir dessas observações a decisão do julgamento (meta *DecidirDestino* do  $sch_{decisao}$ ) será tanto para um, ou para os dois Picarescos da peça e também para os demais mortos. A partir dessas premissas, define-se o plano  $DecidirDestino = DecidirDestinoPicarescos, DecidirDestinoOutrosPersonagens$  do esquema  $sch_{decisao}$ .

Tanto os Picarescos quanto os outros mortos podem ser salvos ou condenados (planos  $DecidirDestinoPicarescos = SalvarPicarescos \mid CondenarPicarescos$  e

$DecidirDestinoOutrosPersonagens = SalvarOutrosPersonagens \mid CondenarOutrosPersonagens$  respectivamente).

Para que os Picarescos sejam salvos é necessário que eles passem pelo purgatório, ou então, revivam e devolvam o dinheiro que estava com eles (plano  $SalvarPicarescos =$

$LevarPurgatorioPicarescos \mid ReviverPicarescos$ , sendo que  $ReviverPicarescos =$

$DevolverDinheiro$ ). Logo, para que os outros mortos se salvem é preciso que eles passem obrigatoriamente pelo purgatório (plano  $SalvarOutrosPersonagens =$

$LevarPurgatorioOutrosPersonagens$ ). Na peça, como a meta *AplicarGolpe* do plano

$DesafiarCangaco = MatarPicarescos \mid AplicarGolpe$  do esquema social  $sch_{invasaocangaco}$  é satisfeita, o Picaresco morto revive e o Bispo, o Padre, o Sacristão, o Cangaceiro, o Padeiro e a Esposa vão para o purgatório.

Observando a Figura 19, o esquema social  $sch_{decisao}$  é definido conforme a descrição apresentada no Apêndice B na Subseção B.2.

Observando a descrição do esquema, percebe-se que ele é considerado bem formado se

dois, e somente dois agentes adotarem a missão  $sch_{decisao}.m_1$ , se sete ou no máximo nove agentes adotarem as missões

$sch_{decisao}.m_2$  e  $sch_{decisao}.m_7$ , se um ou dois agentes assumir a missão

$sch_{decisao}.m_5$ , se apenas um agente assumir as missões  $sch_{decisao}.m_3$  e

$sch_{decisao}.m_4$ , e se cinco ou no máximo oito agentes assumirem a missão

$sch_{decisao}.m_6$ .

A missão  $sch_{decisao}.m_1$  se refere a tentativa do Diabo e Demônio em levar os mortos para o inferno, por isso essa missão pode ser assumida por dois agentes, o Diabo e o Demônio.

A missão  $sch_{decisao}.m_2$  indica a oportunidade de julgamento dada aos mortos. Como no mínimo sete agentes serão mortos (Padre, Sacristão, Bispo, Mulher, Padeiro e os dois Picarescos, isso conforme as metas *LiberarFrade* e *MatarOsPicarescos* forem satisfeitas, ao invés das metas *MatarTodasVitimias* e *AplicarGolpe* no esquema social  $sch_{invasaoangaco}$ ), conforme o esquema anterior, no mínimo 7 agentes deverão adotar essa missão.

A missão  $sch_{decisao}.m_3$  delimita o julgamento conduzido por Jesus. A missão  $sch_{decisao}.m_4$  indica a missão da Compadecida. A Compadecida defende os mortos no julgamento.

A missão  $sch_{decisao}.m_5$  define a decisão dada através do julgamento para os picarescos. Conforme o esquema  $sch_{invasaoangaco}$  no máximo dois e no mínimo um agente com o papel de Picaresco irão morrer. Portanto, essa missão será assumida por pelo menos um agente. Do mesmo modo, no mínimo cinco agentes adotando os demais papéis (isso ocorre se a meta *LiberarFrade* for satisfeita ao invés da meta *MatarTodasVitimias* do Plano de escolha  $MatarVitimias = MatarTodasVitimias \mid LiberarFrade$  do esquema  $sch_{invasaoangaco}$ ) irão morrer e no máximo nove agentes (Frade, Sacristão, Bispo, Padre, Cangaceiro, Cabra, Esposa, Padeiro e um Picaresco - caso a metas *MatarTodasVitimias* e *AplicarGolpe* dos planos de escolha  $MatarVitimias = MatarTodasVitimias \mid$

*LiberarFrade* e *DesafiarCangaco* = *MatarOsPicarescos* | *AplicarGolpe* do esquema social  $sch_{invasaoangaco}$  forem satisfeitas). Deste modo, estes agentes poderam se comprometer com a missão  $sch_{decisao}.m_6$ .

Considerando a quantidade máxima de agentes que poderão morrer, independentemente do tipo de papel, a missão  $sch_{decisao}.m_7$  pode ser assumida por até nove agentes (Padre, Sacristão, Frade, Bispo, Padeiro, Esposa, Cangaceiro, Cabra e um Picaresco). Essa missão finaliza o esquema Decisão dos personagens mortos.

## Especificação Deôntica

A especificação deôntica é apresentada no Apêndice C. De acordo com a relação deôntica estabelecida, nota-se que vários papéis tem permissões para assumir uma mesma missão. É o caso da missão  $sch_{decisao.m7}$  e  $sch_{decisao.m6}$ , vários papéis podem adotar essa missão.

Os papéis de Picaresco, Frade, Padre, Bispo, Sacristão, Padeiro, Esposa, Cabra e Cangaceiro poderão assumir a missão  $sch_{decisao.m7}$ . Essa missão indica quais agentes com os seus papéis foram mortos de acordo com o esquema  $sch_{invasaocangaco}$  e, deste modo, irão ser julgados pelos papéis que fazem parte do grupo tribunal. Devido a isso, todos esses papéis tem permissão a essa missão, sendo que durante a criação da entidade organizacional alguns papéis a adotarão e outros não. Isso dependerá da definição do esquema social anterior.

Os agentes que irão assumir a  $sch_{decisao.m7}$  dependerão da execução de dois planos definidos no esquema social  $sch_{invasaocangaco}$ :

1. O plano  $MatarVitimas = MatarTodasVitimas | LiberarFrade$  apresenta uma escolha e, deste modo, uma e apenas uma meta deste plano deverá ser satisfeita.

Caso a meta  $MatarTodasVitimas$  for satisfeita, o Frade irá morrer, juntamente com o Bispo, o Padre, o Sacristão, a Esposa e o Padeiro. No entanto, se a meta escolhida for a  $LiberarFrade$ , o Frade não irá morrer.

2. O plano  $DesafiarCangaco = MatarOsPicarescos | AplicarGolpe$  também influencia na definição de quantos agentes assumirão a missão  $sch_{decisao.m7}$ . Se a meta  $MatarOsPicarescos$  for satisfeita, os Picarescos irão assumir essa missão. Logo, se a meta  $AplicarGolpe$  for assumida, observa-se a partir da árvore de decomposição de metas que se encontra abaixo do  $AplicarGolpe$  que o Cangaceiro, o Cabra e um Picaresco irão morrer.

Neste sentido, a adoção da meta  $sch_{decisao.m7}$  dependerá da execução do esquema social  $sch_{invasaocangaco}$ .

Outra análise que pode ser feita a partir da especificação deôntica é que a missão  $sch_{esperteza.m3}$  é uma obrigação do Sacristão. No entanto, os papéis de Esposa, Padeiro e de Picaresco possuem permissão para satisfazer essa missão. Na peça, o Sacristão é o personagem responsável por convencer o Padre a permitir o enterro do cachorro. Essas permissões definidas na missão  $sch_{esperteza.m3}$  permitem uma alteração na maneira de como os agentes podem interagir de acordo com a adoção de papéis.

Além disso, verifica-se que o papel de Compadecida possui permissão para assumir a



missão  $sch_{decisao.m_3}$ . Jesus é o papel que possui a obrigação de decidir o julgamento. No entanto, a permissão da Compadecida com a missão  $sch_{decisao.m_3}$  foi definida na relação deôntica porque na peça, a Compadecida influencia na decisão do julgamento.

Todas essas condições permitem que a peça “Auto da Compadecida” possa ser flexível ao enredo original. Isso emprega técnicas de *interactive storytelling* nessa modelagem.

### 5.3 PROPOSTAS DE ENTIDADES ORGANIZACIONAIS

A partir da especificação organizacional do SMA baseada no contexto da peça “Auto da Compadecida” definida anteriormente, esta seção apresentara duas propostas de instanciação da especificação organizacional.

A primeira proposta indica a criação de agentes, atribuições de missões e metas aos agentes conforme a peça indica.

A segunda proposta apresenta algumas modificações no contexto da peça. Modificações como a morte dos picarescos e do frade, além da sobrevivência do Cangaço a partir do esquema Invasão do Cangaço ( $sch_{invasaocangaco}$ ).

A denotação conforme o MOISE+ dessas duas propostas encontra-se nos Apêndices D e E.

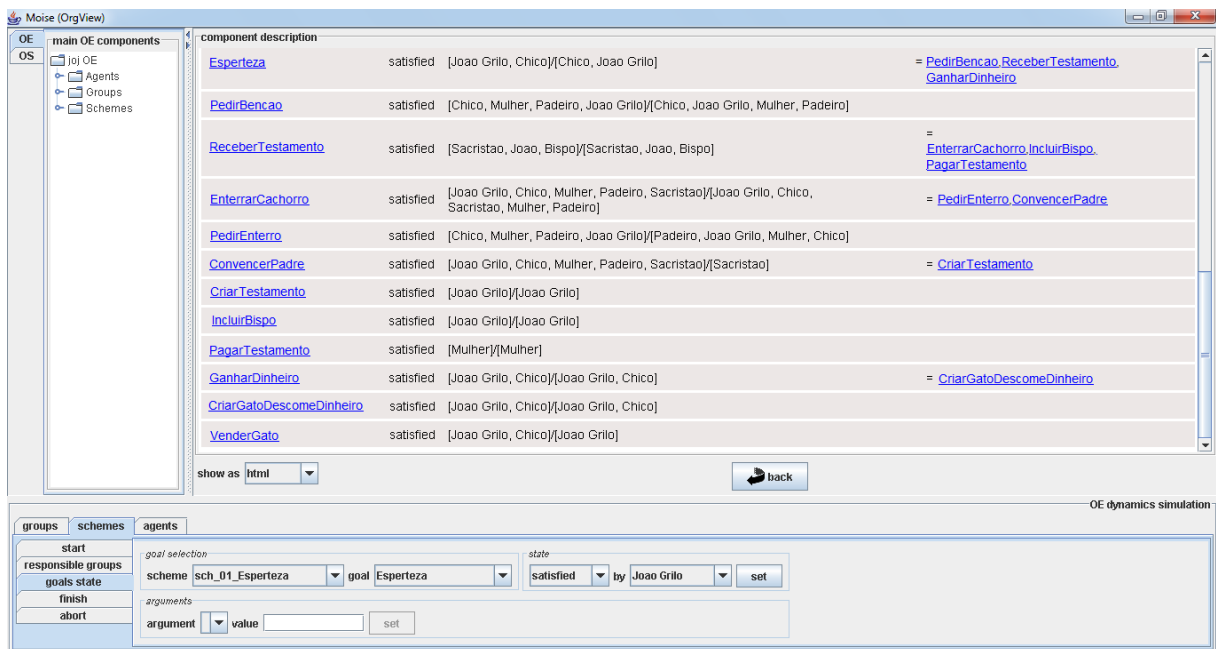
#### 5.3.1 Entidade Organizacional com enredo original

A entidade organizacional baseada na peça “Auto da Compadecida” apresentada no Apêndice D deixa claro como o enredo da peça “Auto da Compadecida” ocorre conforme a obra de (SUASSUNA, 2005).

No esquema social  $sch_{esperteza}$  todas as metas são satisfeitas de acordo com os agentes atribuídos a elas. A Figura 20 ilustrada abaixo, apresenta a simulação dos agentes que cumpriram as metas do esquema social  $sch_{esperteza}$ .

No esquema social  $sch_{invasaocangaco}$ , Severino e o Cabra invadem a cidade e assaltam a Padaria. Ao assaltar a Igreja, os Cangaceiros roubam o dinheiro das vítimas que encontraram e então decidem matá-las em uma dada order. Primeiro, ele mata o Bispo, depois mata o Padre e o Sacristão juntos, e então o Padeiro e sua Mulher (também juntos com uma única bala). No entanto, ele libera o Frade.

Analisando o esquema  $sch_{invasaocangaco}$  (ver Figura 18, ilustrada anteriormente) Severino e o



**Figura 20: Simulação dos agentes que cumpriram o esquema social Esperteza**

**Fonte: Autoria própria**

Cabra optou por Liberar o Frade de acordo com o plano  $MatarVitimas = MatarTodasVitimas | LiberarFrade$ .

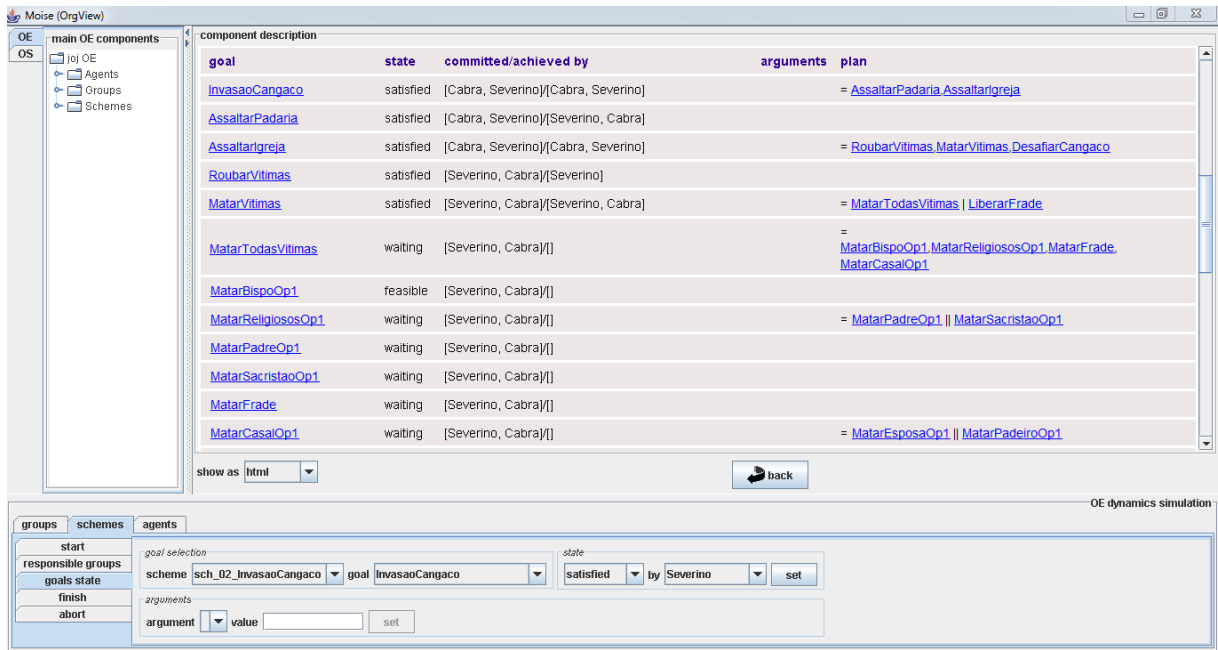
Depois que os Cangaceiros matam as vítimas, João Grilo e Chicó dão um golpe no Cangaceiro, inventando uma gaita que supostamente ressuscita uma pessoa. Deste modo, eles conseguem fazer com que o Cabra atire no Cangaceiro. Isso faz com que o Cangaceiro morra. Após isso, João Grilo dá uma facada no Cabra.

As Figuras 21, 22, 23 (ilustradas anteriormente) apresentam as metas do esquema social  $sch_{invasaocangaco}$  e os respectivos agentes que as cumpriram.

Deste modo, Chicó e João Grilo roubam o dinheiro das vítimas. No entanto, o Cabra mata João Grilo. Percebe-se que no enredo normal da peça, executa-se a meta  $AplicarGolpe$  ao invés da meta  $MatarOsPicarescos$ , conforme o plano  $DesafiarCangaco =$

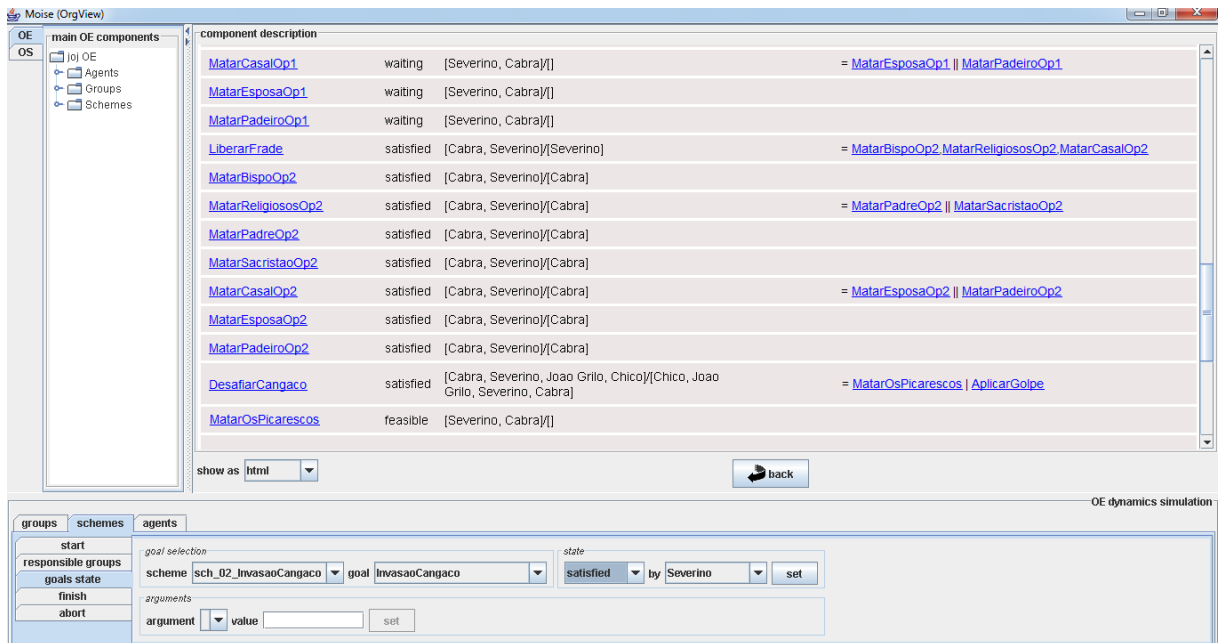
$MatarOsPicarescos | AplicarGolpe$ . As Figuras 21, 22 e 23 exibem a simulação dos agentes que cumpriram as metas do esquema  $sch_{invasaocangaco}$ .

No esquema  $sch_{decisao}$ , João Grilo, o Padeiro, a Mulher, o Padre João, o Sacristão, o Bispo, Severino e o Cabra que foram mortos, pedem uma oportunidade de julgamento (de acordo com o plano de escolha  $Decisao = LevarInferno | PermitirJulgamento$ ). Assim, eles são acusados pelo Encouradouro e defendidos pela Nossa Senhora, sendo que Jesus julga e decide se irá salvá-



**Figura 21: Simulação dos agentes que cumpriram o esquema social Invasão do Cangaco**

Fonte: Autoria própria



**Figura 22: Simulação dos agentes que cumpriram o esquema social Invasão do Cangaco**

Fonte: Autoria própria

los ou condená-los. As Figuras 24 e 25 (ilustradas adiante) apresentam as metas do esquema social  $sch_{decisao}$  e os respectivos agentes que as cumpriram.

O Padeiro, a Mulher, o Padre João, o Sacristão, o Bispo, Severino e o Cabra são salvos, no

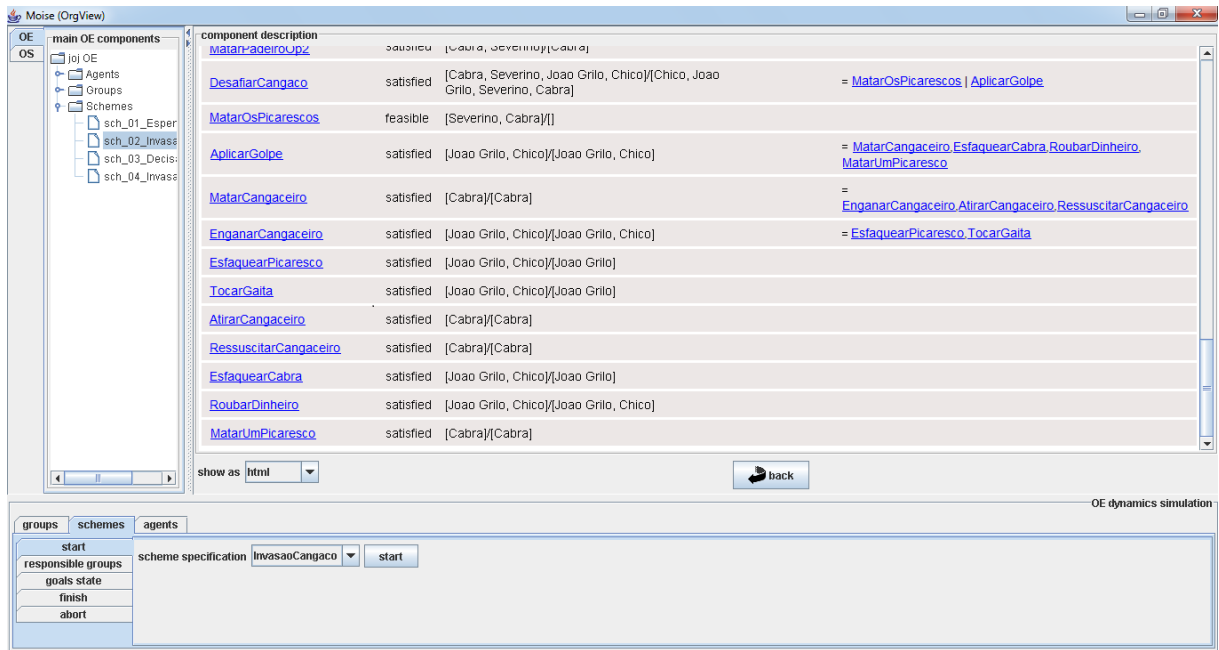


Figura 23: Simulação dos agentes que cumpriram o esquema social Invasão do Cangaço

Fonte: Autoria própria

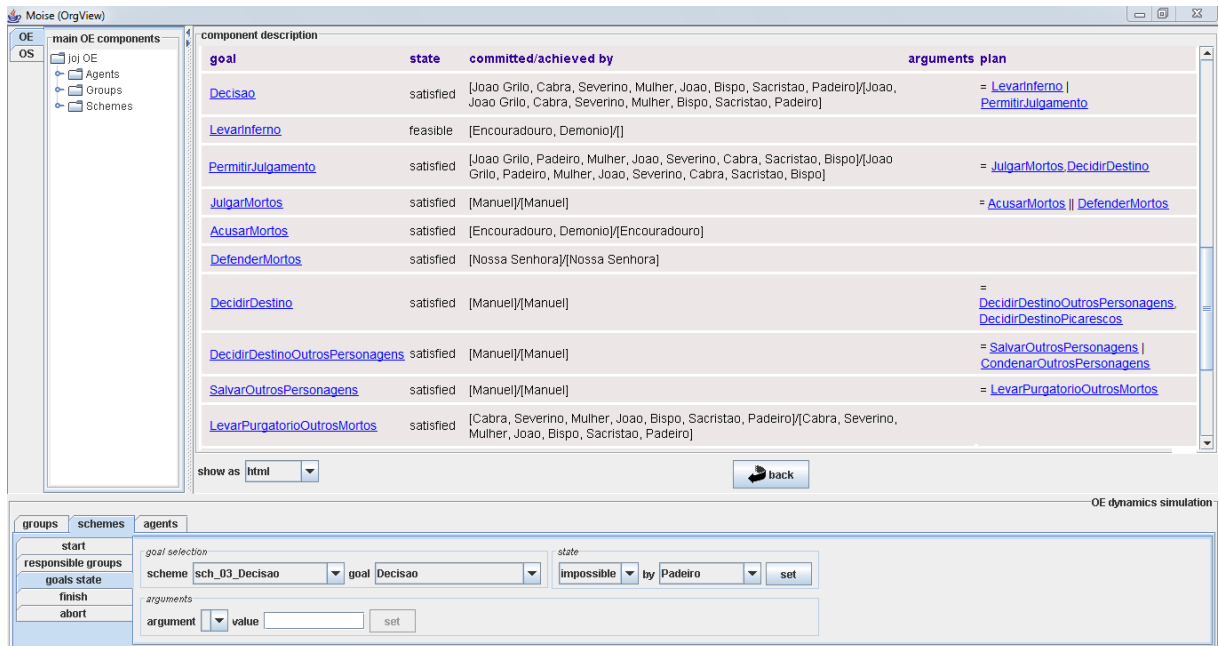
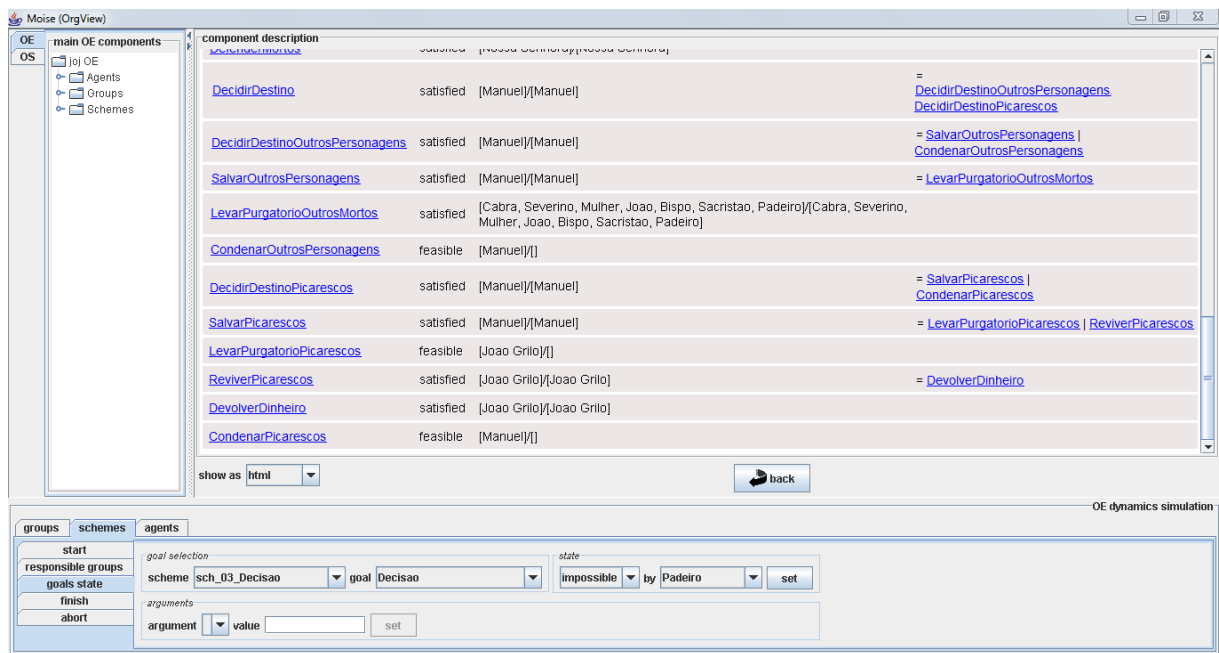


Figura 24: Simulação dos agentes que cumpriram o esquema social Decisão

Fonte: Autoria própria

entanto, devem passar antes pelo purgatório. João Grilo volta à vida, mas para isso ele precisa devolver o dinheiro que havia roubado.

Neste sentido, João Grilo revive, cumprindo a meta *ReviverPicarescos*, conforme o plano



**Figura 25: Simulação dos agentes que cumpriram o esquema social Decisão**

**Fonte: Autoria própria**

$DecidirDestinoPicarescos = SalvarPicarescos \mid CondenarPicarescos$ , sendo que  $SalvarPicarescos = PurgatorioPicarescos \mid ReviverPicarescos$ . Os outros agentes vão para o purgatório, satisfazem a meta  $LevarPurgatorioOutrosPersonagens$ , de acordo com o plano  $DecidirDestinoOutrosPersonagens = SalvarOutrosPersonagens \mid CondenarOutrosPersonagens$ , sendo que  $SalvarOutrosPersonagens = LevarPurgatorioOutrosPersonagens$ . As Figuras 24 e 25 mostram a simulação dos agentes que cumpriram as metas do esquema  $sch_{decisao}$ .

Portanto, esta entidade apresentou o curso do enredo da peça “Auto da Compadecida” conforme o autor (SUASSUNA, 2005).

### 5.3.2 Entidade Organizacional com enredo modificado

Essa proposta de entidade organizacional apresenta modificações no enredo original da peça “Auto da Compadecida”. A denotação dela, conforme o MOISE+ é apresentada no Apêndice E. Como os agentes criados para compor essa proposta são os mesmos definidos na criação da entidade organizacional apresentada no Apêndice D, bem como os grupos e sub-grupos, as adoções de papéis pelos agentes e os esquemas sociais, por clareza, foi ocultado essas informações desta proposta. Deste modo, o Apêndice E apresenta apenas a adoção de missões pelos agentes e seus estados.

Esta proposta de Entidade Organizacional difere do enredo da peça “Auto da compade-

cida” nos seguintes aspectos:

1. Na execução do social  $sch_{invasaocangaco}$ :

Observando a execução deste esquema, percebe-se que a meta *MatarTodasVitimas* é satisfeita ao invés da meta *LiberarFrade*, conforme o seguinte plano de escolha  $MatarVitimas = MatarTodasVitimas \mid LiberarFrade$ . Essa alteração faz com que o Frade seja morto, assim como o Bispo, o Padre, o Sacristao, a Esposa e o Padeiro.

Além disso, no plano  $DesafiarCangaco = MatarOsPicarescos \mid AplicarGolpe$  a meta escolhida para ser executada é a *MatarOsPicarescos*. Com isso, os dois Picarescos da história, João Grilo e Chicó morrem. O Cangaceiro e o Cabra sobrevivem.

As Figuras 26, 27 e 28 apresentam as metas do esquema  $sch_{invasaocangaco}$  e os agentes que as adotaram de acordo com essa proposta de entidade organizacional.

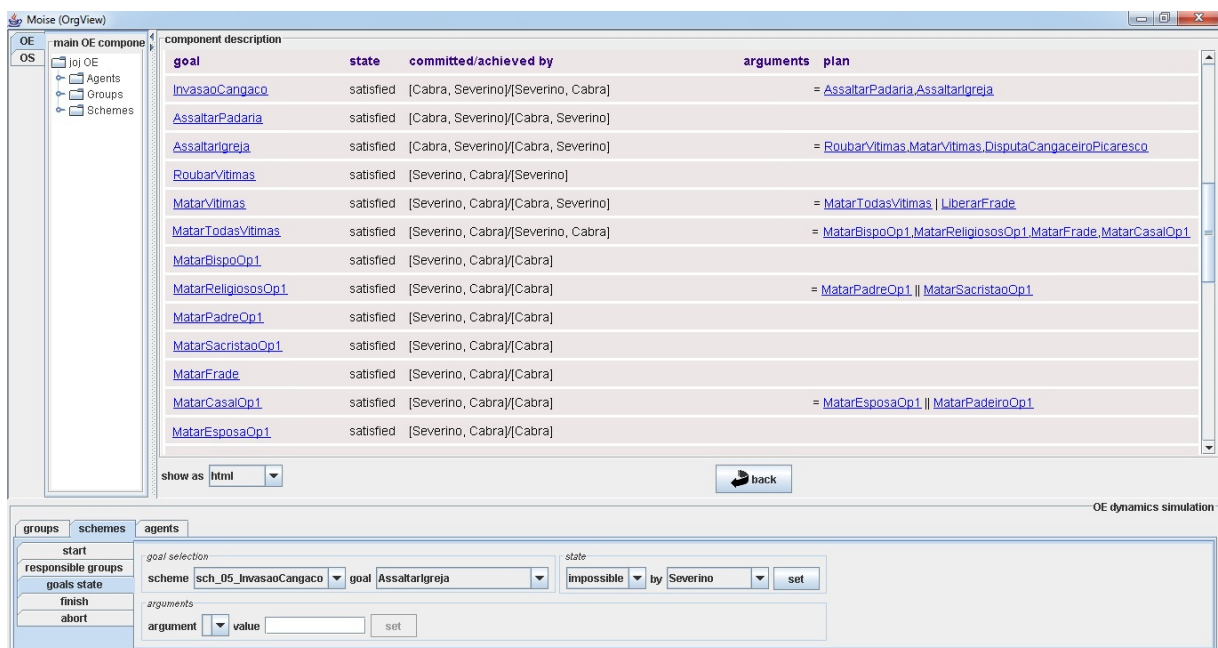


Figura 26: Simulação dos agentes que cumpriram o esquema social Invasão do Cangaco da Proposta 2

Fonte: Autoria própria

2. Na execução do social  $sch_{decisao}$ :

A alteração do história conforme o esquema social  $sch_{invasaocangaco}$  faz com que sejam alterados os agentes que assumirão as metas *Decisao* e *PermitirJulgamento* do esquema social  $sch_{decisao}$ .

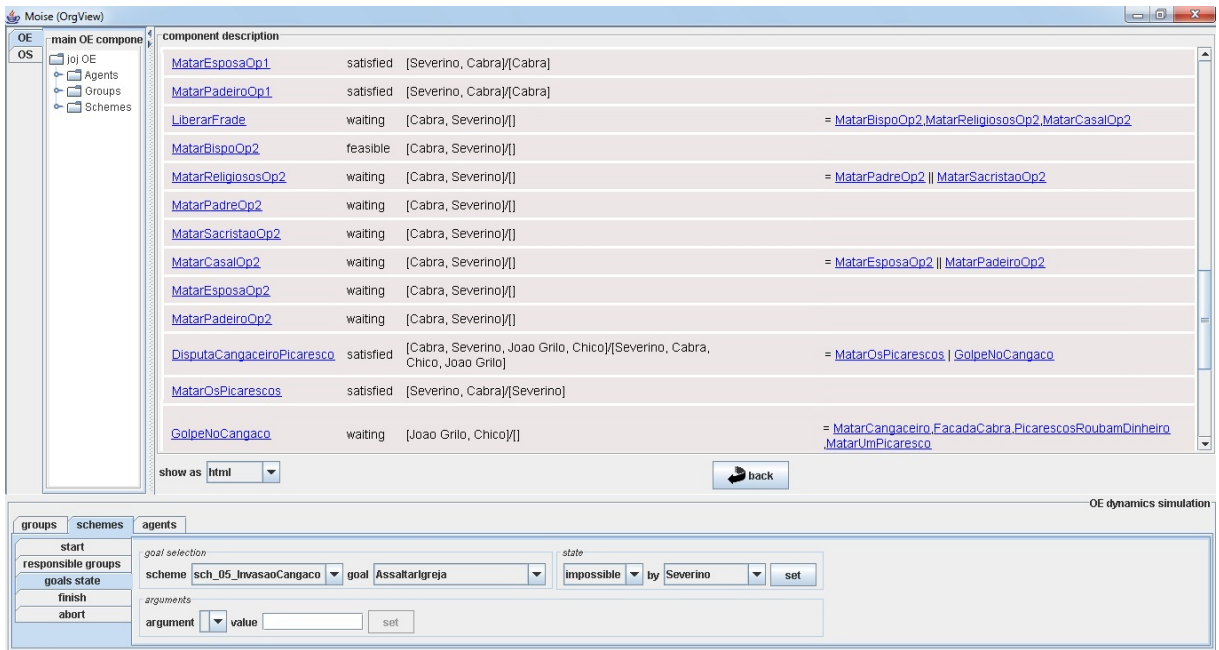


Figura 27: Simulação dos agentes que cumpriram o esquema social Invasão do Cangaço da Proposta 2

Fonte: Autoria própria

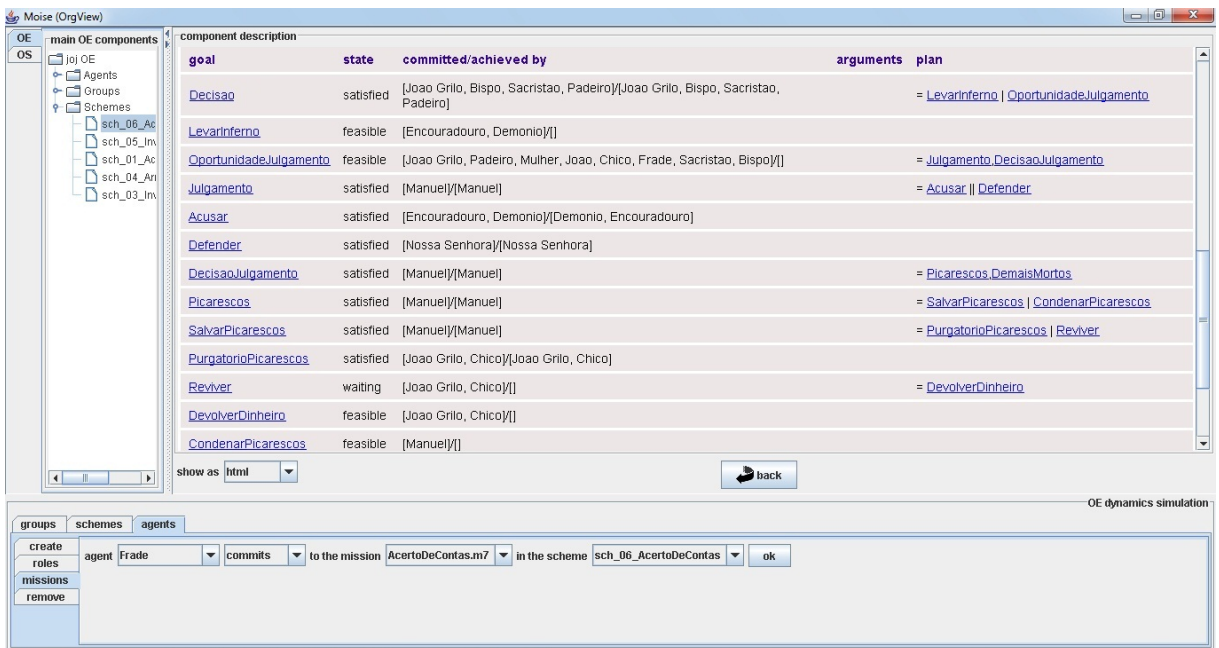


Figura 28: Simulação dos agentes que cumpriram o esquema social Invasão do Cangaço da Proposta 2

Fonte: Autoria própria

Invasão do Cangaço

Os agentes João Grilo, Chicó, Padre João, Sacristão, Bispo e o Frade adotaram as missões *Decisao* e *PermitirJulgamento*. Em comparação com a entidade organizacional apresentada na Subeção 5.3.1, percebe-se que nesta proposta os agentes Cangaceiro e Cabra não assumirão essas missões, pois não irão morrer. Não entanto, o Frade e o Chicó à assumirão.

Além disso, de acordo com essa proposta de Entidade Organizacional, João Grilo e Chicó irão para o purgatório ao invés de reviverem (meta *PugatorioPicarescos*). Os demais mortos irão ser condenados (meta *CondenarOutrosPersonagens*).

As Figuras 29 e 30 apresentam as metas do esquema  $sch_{decisao}$  e os agentes que as adotaram de acordo com essa proposta de entidade organizacional.

goal	state	committed/achieved by	arguments	plan
Decisao	satisfied	[Joao Grilo, Bispo, Sacristao, Padeiro, Mulher, Chico, Frade ]/[Joao Grilo, Bispo, Sacristao, Padeiro, Mulher, Chico, Frade ]		= Levainferno   OportunidadeJulgamento
Levainferno	feasible	[Encouradouro, Demonio]/[]		
OportunidadeJulgamento	feasible	[Joao Grilo, Padeiro, Mulher, Joao, Chico, Frade, Sacristao, Bispo]/[]		= Julgamento.DecisaoJulgamento
Julgamento	satisfied	[Manuel]/[Manuel]		= Acusar   Defender
Acusar	satisfied	[Encouradouro, Demonio]/[Demonio, Encouradouro]		
Defender	satisfied	[Nossa Senhora]/[Nossa Senhora]		
DecisaoJulgamento	satisfied	[Manuel]/[Manuel]		= Picarescos.DemaisMortos
Picarescos	satisfied	[Manuel]/[Manuel]		= SalvarPicarescos   CondenarPicarescos
SalvarPicarescos	satisfied	[Manuel]/[Manuel]		= PurgatorioPicarescos   Reviver
PurgatorioPicarescos	satisfied	[Joao Grilo, Chico]/[Joao Grilo, Chico]		
Reviver	waiting	[Joao Grilo, Chico]/[]		= DevolverDinheiro
DevolverDinheiro	feasible	[Joao Grilo, Chico]/[]		
CondenarPicarescos	feasible	[Manuel]/[]		

**Figura 29: Simulação dos agentes que cumpriram o Esquema social Decisão da Proposta 2**

**Fonte: Autoria própria**

Observa-se que com a mesma modelagem foi possível criar no mínimo duas entidades organizacionais diferentes. É possível constatar que as duas entidades organizacionais evidenciam fluxos de histórias de diferentes. Portanto, essa criação de diferentes enredos é uma característica importante de um *SMA*, possibilitando a implementação de um software dinâmico. Além disso, a modelagem de um *SMA* de uma peça teatral se encaixou no contexto do emprego de técnicas de *interactive storytelling* em um jogo. Por isso, a modelagem um um *SMA* que possibilite diferentes alternativas de enredo se torna uma característica importante.



The screenshot displays the Moise (OrgView) software interface. The main window shows a list of components and their descriptions. The components are listed in a table with columns for the component name, status, and description. The components are:

Component Name	Status	Description	Linked Components
<a href="#">Julgamento</a>	satisfied	[Manuel]/[Manuel]	= <a href="#">Acusar</a>   <a href="#">Reviver</a>
<a href="#">Acusar</a>	satisfied	[Encouradouro, Demonia]/[Demonia, Encouradouro]	
<a href="#">Defender</a>	satisfied	[Nossa Senhora]/[Nossa Senhora]	
<a href="#">DecisaoJulgamento</a>	satisfied	[Manuel]/[Manuel]	= <a href="#">Picarescos</a> , <a href="#">DemaisMortos</a>
<a href="#">Picarescos</a>	satisfied	[Manuel]/[Manuel]	= <a href="#">SalvarPicarescos</a>   <a href="#">CondenarPicarescos</a>
<a href="#">SalvarPicarescos</a>	satisfied	[Manuel]/[Manuel]	= <a href="#">PurgatorioPicarescos</a>   <a href="#">Reviver</a>
<a href="#">PurgatorioPicarescos</a>	satisfied	[Joao Grilo, Chico]/[Joao Grilo, Chico]	
<a href="#">Reviver</a>	waiting	[Joao Grilo, Chico]/[]	= <a href="#">DevolverDinheiro</a>
<a href="#">DevolverDinheiro</a>	feasible	[Joao Grilo, Chico]/[]	
<a href="#">CondenarPicarescos</a>	feasible	[Manuel]/[]	
<a href="#">DemaisPersonagensMortos</a>	satisfied	[Manuel]/[Manuel]	= <a href="#">SalvarDemaisMortos</a>   <a href="#">CondenarDemaisMortos</a>
<a href="#">SalvarDemaisMortos</a>	waiting	[Manuel]/[]	= <a href="#">PurgatorioDemaisMortos</a>
<a href="#">PurgatorioDemaisMortos</a>	feasible	[Frade, Mulher, Joao, Bispo, Sacristao, Padeiro]/[]	
<a href="#">CondenarDemaisMortos</a>	satisfied	[Manuel]/[Manuel]	

The interface also includes a tree view on the left showing the main OE components and a control panel at the bottom with buttons for 'create', 'roles', 'missions', and 'remove'. The control panel shows the agent 'Padeiro' committed to the mission 'Decisao.m7' in the scheme 'sch\_03\_Decisao'.

**Figura 30: Simulação dos agentes que cumpriram o Esquema social Decisão da Proposta 2**

**Fonte: Autoria própria**

**Tabela 6: Descrição das metas do esquema de Invasão do Cangaço da Figura 18**

<i>meta</i>	<i>descrição</i>
<i>InvasaoCangaco</i>	O Cangaceiro e o Cabra invadem a cidade para assaltar
<i>AssaltarPadaria</i>	O Cangaço assalta a Padaria
<i>AssaltarIgreja</i>	O Cangaço assalta a Igreja
<i>RoubarVitimas</i>	O Cangaço rouba as vítimas que encontra na Igreja
<i>MatarVitimas</i>	O Cangaço escolhe quais vítimas irá matar
<i>DesafiarCangaco</i>	Disputa entre o Cangaço e os Picarescos
<i>MatarTodasVitimas</i>	O Cangaço opta por matar todas as vitimas que encontra na Igreja, inclusive o Frade
<i>LiberarFrade</i>	O Cangaço opta por liberar o Frade e matar os outros agentes
<i>MatarOsPicarescos</i>	O Cangaço mata os Picarescos
<i>AplicarGolpe</i>	Os Picarescos aplicam um golpe no Cangaço para sobreviver
<i>MatarBispoOp1</i>	O Cangaço decide matar o Bispo
<i>MatarReligiososOp1</i>	O Cangaço decide matar os religiosos da Igreja
<i>MatarFrade</i>	O Cangaço decide matar o Frade
<i>MatarCasalOp1</i>	O Cangaço decide matar o Casal
<i>MatarBispoOp2</i>	O Cangaço decide matar o Bispo
<i>MatarReligiososOp2</i>	O Cangaço decide matar os religiosos da Igreja
<i>MatarCasalOp2</i>	O Cangaço decide matar o Casal
<i>MatarCangaceiro</i>	O Cangaceiro é morto
<i>EsfaquearCabra</i>	Um picaresco dá uma facada no Cabra
<i>PicarescosRoubamDinheiro</i>	Os Picarescos roubam o dinheiro das vítimas mortas
<i>MatarUmPicaresco</i>	O Cabra mata um picaresco
<i>MatarPadreOp1</i>	O Cangaço mata o Padre
<i>MatarSacristaoOp1</i>	O Cangaço mata o Sacristão
<i>MatarEsposaOp1</i>	O Cangaço mata a Esposa
<i>MatarPadeiroOp1</i>	O Cangaço mata o Padeiro
<i>MatarPadreOp2</i>	O Cangaço mata o Padre
<i>MatarSacristaoOp2</i>	O Cangaço mata o Sacristão
<i>MatarEsposaOp2</i>	O Cangaço mata a Esposa
<i>MatarPadeiroOp2</i>	O Cangaço mata o Padeiro
<i>EnganarCangaceiro</i>	Para matar o Cangaceiro, os Picarescos enganam ele com uma gaita que ressuscita
<i>AtirarCangaceiro</i>	O Cabra atira no Cangaceiro
<i>RessuscitarCangaceiro</i>	O Cabra toca a gaita para tentar ressuscitar o Cangaceiro
<i>EsfaquearPicaresco</i>	Um Picaresco dá uma facada no outro Picaresco
<i>TocarGaita</i>	O Picaresco vivo toca a gaita e o Picaresco que havia se fingido de morto se levanta

**Fonte: Autoria própria**

**Tabela 7: Descrição das metas do esquema Decisão apresentado na Figura 19**

<i>meta</i>	<i>descrição</i>
<i>Decisao</i>	Todos os mortos irão pagar seus pecados
<i>LevarInferno</i>	O Diabo irá levar todos os mortos para o Inferno
<i>PermitirJulgamento</i>	Os mortos serão julgados
<i>JulgarMortos</i>	O Tribunal julga os mortos
<i>DecidirDestino</i>	Jesus e a Compadecida decidem para onde os mortos vão
<i>AcusarMortos</i>	O Diabo acusa os mortos
<i>DefenderMortos</i>	A Compadecida defende e pede misericórdia para com os mortos
<i>DecidirDestinoOutrosPersonagens</i>	Os mortos se dirigem para o purgatório
<i>DecidirDestinoPicarescos</i>	O tribunal decide se os Picarescos serão salvos ou condenados
<i>SalvarOutrosPersonagens</i>	Os mortos são salvos
<i>CondenarOutrosPersonagens</i>	Os mortos são condenados
<i>SalvarPicarescos</i>	Os Picarescos são salvos
<i>CondenarPicarescos</i>	Os Picarescos são condenados
<i>LevarPurgatorioOutrosPersonagens</i>	Mortos vão para o purgatório
<i>LevarPurgatorioPicarescos</i>	Os Picarescos vão para o purgatório
<i>ReviverPicarescos</i>	Os Picarescos voltam a vida
<i>DevolverDinheiro</i>	Os Picarescos devolvem o dinheiro

**Fonte: Autoria própria**

## 6 CONCLUSÃO

Este trabalho apresenta a modelagem de um sistema multiagente baseado na peça “Auto da Compadecida” através do modelo de organização de agentes MOISE+.

A modelagem é um ponto crucial no desenvolvimento e implementação de *SMA*s e as metodologias e ferramentas da engenharia do software orientada a agentes (*AOSE*) auxiliam neste processo.

A definição da organização social é um dos principais aspectos da modelagem de *SMA* pois possibilita a interação entre os agentes de uma sociedade onde cada um desenvolve seu papel e coopera em busca de um objetivo comum.

O modelo organizacional MOISE+ mostrou-se útil para a representação da organização do *SMA* baseado na peça de Suassuna (2005). Através da utilização deste modelo foi possível definir a estrutura, o funcionamento e as normas que regem o comportamento dos agentes, por meio da definição de papéis, dos grupos, esquemas, missões, planos, metas, permissões e obrigações foi possível analisar como os agentes se organizarão para atingir a finalidade do sistema. A definição da organização social do *SMA* foi facilitada com a utilização de uma ferramenta da *AOSE*, a plataforma Moise. Através do Moise, pode-se verificar o funcionamento do *SMA* a partir da simulação de entidades organizacionais.

A peça “Auto da Compadecida” adaptou-se ao contexto de modelagem de agentes, visto que cada personagem da peça adotou um ou mais papéis, participou de grupos e assumiu missões nos esquemas sociais. Ela possibilitou uma dinâmica na estrutura organizacional e consequentemente na entidade organizacional.

Essa dinâmica pode ser representada através das propostas de entidades organizacionais descritas nas Subseções 5.3.1 e 5.3.2.

A definição de permissões, cardinalidades, papéis, planos e a distribuição de missões dos esquemas sociais para os agentes, foram fundamentais para a criação da dinâmica da entidade organizacional.

Com essas características flexíveis no *SMA*, foi possível os agentes assumirem diferentes

papéis, adotarem diferentes metas, executando-as de maneiras diferentes. Isso pode ser demonstrado na proposta de entidade organizacional apresentada na Subseção 5.3.2. Percebe-se que o enredo da história da peça de (SUASSUNA, 2005) foi alterado. Essa modificação na história se estabeleceu devido aos seguintes eventos:

1. Primeiramente, o plano escolhido para satisfazer a meta *MatarVitimas* do esquema social  $sch_{invasaocangaco}$  ocorre através do cumprimento da meta *MatarTodasVitimas* ao invés da meta *LiberarFrade*. Observa-se que com isso alterou-se o enredo da história, pois o Frade foi morto. Na peça de (SUASSUNA, 2005), o Frade não é morto (neste caso, a meta *LiberarFrade* é satisfeita).
2. No plano de escolha  $DesafiarCangaco = MatarOsPicarescos | AplicarGolpe$  do esquema  $sch_{invasaocangaco}$ , a meta *MatarOsPicarescos* é satisfeita ao invés da meta *AplicarGolpe*. Isso faz com que os dois picarescos da história morram, alterando deste modo o enredo da peça.
3. Conforme definido nos itens 1 e 2 acima, as metas *MatarTodasVitimas* e *MatarOsPicarescos* foram cumpridas. Desta maneira, os agentes que farão parte do esquema Decisão ( $sch_{decisao}$ ) serão os personagens que foram mortos conforme o esquema apresentado anteriormente ( $sch_{invasaopicaresco}$ ), ou seja, o Bispo, o Padre, o Sacristão, o Frade, a Esposa, o Padeiro (estes, conforme a meta *MatarTodasVitimas* é satisfeita) e os dois Picarescos (conforme a meta *MatarOsPicarescos* é satisfeita).
4. Ainda no esquema Decisão ( $sch_{decisao}$ ), os Picarescos irão para o purgatório (a meta *LevarPurgatorioPicarescos* será satisfeita), enquanto que os demais mortos assumirão a meta *CondenarOutrosPersonagens*, eles serão condenados. De acordo com a peça de (SUASSUNA, 2005), apenas um picaresco morre (agente João Grilo), sendo que ele ainda volta à vida (no esquema de  $sch_{decisao}$ ). Os demais mortos são salvos, no entanto, antes eles passam pelo purgatório.

Analisando os eventos acima, percebe-se que a alteração da história de Suassuna (2005) ocorreu devido a definição das permissões (os agentes assumiram o esquema  $sch_{decisao}$  devido as permissões atribuídas a eles), as cardinalidades (número mínimo e máximo de agentes que poderão assumir as metas do  $sch_{decisao}$ ), a escolha na execução dos planos (as metas *MatarTodasVitimas* e *MatarOsPicarescos* foram escolhidas para serem executadas) e as missões adotadas pelos agentes nos esquemas sociais. Esses eventos foram fundamentais para a criação da dinâmica da entidade organizacional, favorecendo e potencializando a autonomia, negociação, cooperação e coordenação dos agentes.

A modelagem da peça com uma certa dinamicidade permite que, futuramente com a implementação deste sistema, seja possível a criação de enredos diferentes para a peça, aplicando técnicas de *interactive storytelling*.

Por fim, é possível enumerar as principais contribuições deste trabalho: (i) estudo da modelagem organizacional através do MOISE+, o qual contribui para o *GPSI*; (ii) viabilizar a implementação da modelagem organizacional através do JaCaMo; (iii) a aplicação de técnicas de *IS* por meio da modelagem dinâmica do *SMA* com variações no enredo da história.

## 6.1 TRABALHOS FUTUROS

Nesta seção, descreve-se de forma breve algumas possibilidades de trabalho futuro.

1. A modelagem organizacional apresentada neste trabalho é apenas um dos aspectos necessários ao emprego de uma metodologia de desenvolvimento para *SMA*s. Assim é possível vislumbrar o uso de uma metodologia, como, por exemplo, a metodologia GAIA.
2. A partir da modelagem organizacional da peça “Auto da Compadecida” é possível fazer a integração do MOISE+ com o Jason, favorecendo a implementação desta modelagem através da plataforma JaCaMo.
3. Dando continuidade ao processo de modelagem organizacional através do MOISE+, é possível desenvolver propostas de reorganização para esse *SMA*.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, G. V. et al. Uso do poporg na modelagem de personagens autônomos em jogo com a técnica de interactive storytelling. **Anais WESSAC**, 2012.
- BARBOSA, R. de M. **Especificação formal de organizações de sistemas multiagentes**. Tese (Doutorado) — Universidade Federal do Rio Grande, 2011.
- BARBOSA, R. M. et al. Uso de csp na especificação formal do nível micro-organizacional de smas. **Anais do IV Workshop - Escola de Sistemas de Agentes, seus Ambientes e aplicações - IV WESAAC**, v. 2, p. 13–20, 2010.
- BLAZUS, M. R. C. J. Development of an onboard reactive architecture for intelligent autonomous agents, applied to robot soccer. **Acta Scientiarum Technology**, v. 31, n. 2, p. p. 123–132, 2009.
- BOISSIER, O. et al. Multi-agent oriented programming with jacamo. **Science of Computer Programming**, p. p. 1–15, 2011.
- BORDINI, R. H.; HÜBNER, J. F.; WOOLDRIDGE, M. Programming multi-agent systems in agentspeak using jason. **Wiley Series in Agent Technology, John Wiley & Sons**, 2007.
- CAVAZZA, M.; CHARLES, F.; MEAD, S. J. Character-based interactive storytelling. **IEEE Intelligent Systems**, v. 17, p. p. 17–24, 2010.
- COUTINHO, L. R. **Interoperabilidade Organizacional em sistemas Multiagentes Abertos baseada em Engenharia Dirigida por Modelos**. Tese (Doutorado) — Escola Politécnica, USP, São Paulo, 2009.
- DEMAZEAU, Y.; COSTA, A. C. R. Populations and organizations in open multi-agent systems. **Proceedings of the 1st. National Symposium on Parallel and Distributed AI (PDAI'96)**, 1996.
- FERBER, J.; GUTKNECHT, O. A meta-model for the analysis and design of organizational in multi-agent systems. **Proceedings Third International Conference on Multi Agent Systems, July 03 - 07, Paris, France.**, p. 128–135, 1998.
- FERBER, J.; GUTKNECHT, O.; MICHEL, F. From agents to organizations: an organizational view of multi-agent systems. **Agent-Oriented Software Engineering IV: 4th International Workshop, AOSE 2003, Melbourne, Australia, July 15, 2003, Revised Papers.**, v. 2935, p. 214–230, 2004.
- HANNOUN, M.; BOISSIER, O.; SICHTMAN, J. S. Moise: an organizational model for multi-agent systems. **IBERAMIA-SBIA 2000: Proceedings of the International Joint Conference, 7th IberoAmerican Conference on AI**, v. 7, p. 156–165, 2000.
- HÜBNER, J. F. **Organização de Sistemas Multiagentes**. Tese (Doutorado) — Escola Politécnica, USP, São Paulo, 2003.

HÜBNER, J. F.; SICHTMAN, J. S.; BOISSIER, O. **Moise tutorial**. [S.l.], 2010.

HÜBNER, J. F.; SICHTMAN, J. S. a.; BOISSIER, O. A model for the structural, functional, and deontic specification of organizations in multiagent systems. In: **Proceedings of the 16th Brazilian Symposium on Artificial Intelligence: Advances in Artificial Intelligence**. London, UK, UK: Springer-Verlag, 2002. (SBIA '02), p. 118–128. ISBN 3-540-00124-7. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=645853.669463>>.

JACAMO. **JaCaMo**. 2012.

JENNINGS, N. R. An agent-based approach for building complex software systems. **Communications ACM**, v. 44, n.4, p. p. 35 – 41, 2001.

JENNINGS N. R.; WOOLDRIDGE, M. Agent-oriented software engineering. **Handbook of Agent Technology**. Anais AAAI/MIT Press, 2000.

LUCENA, C.; NUNES, I. Contributions to the emergence and consolidation of agent-oriented software engineering. **The Journal of Systems and Software**, v. 1, p. p. 15, 2012.

LUGO, G. G.; HÜBNER, J. F.; SICHTMAN, J. S. Representação e evolução de esquemas sociais em sma: um enfoque funcional. **Encontro Nacional de inteligência Artificial**, v. 3, p. 1237–246, 2001. Disponível em: <<http://www.das.ufsc.br/jomi/pubs/2001/Lugo-enia2001.pdf>>.

MACHADO, M. L. M. et al. Rpg: Uma abordagem empregando sistemas multiagentes. **Renote Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 2, p. 191–199, 2004.

MORAES, M. C. **Agentes Improvisacionais como Agentes Deliberativos**. Tese (Doutorado) — Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2004.

PADGHAM, L.; WINIKOFF, M. **Developing intelligent agent systems: a practical guide**. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2004.

PINHEIRO, S. R. O gótico e a picaresca se entrecruzam em cena cinematográfica do auto da compadecida de ariano suassuna. **Proceedings of the 2 - Congresso Brasileiro de Hispanistas**, v. 2, 2002.

RICCI, A.; PIUNTI, M.; VIROLI, M. Environment programming in cartago. **Multi-Agent Programming: Languages, Platforms and Applications**, v. 2, p. 259–288, 2009.

RICCI, A.; SANTI, A.; PIUNTI, M. Action and perception in multi-agent programming languages: from exogenous to endogenous environments. In **Proceedings of International Workshop on Programming Multi-Agent Systems (ProMAS-8)**, 2010.

ROSA, S. E. da; DIMURO, G. P.; COSTA, A. C. da R. Estendendo o modelo de organização de sistemas multiagentes poporg com unidades organizacionais recursivas. **Anais do IV Workshop - Escola de Sistemas de Agentes, seus Ambientes e aplicações - IV WESAAC**, v. 2, p. 143–146, 2010.

SILVA, R. E. S. da. Um estudo sobre modelagem conceitual baseada em agentes. Disponível em: <http://ppginf.ucpel.tche.br/TI-arquivos/2006/RosauraSilva/PPGINF-UCPel-TI-2006-2-08.pdf> . Último acesso em 25-fev-2012. 2012.

SUASSUNA, A. **Auto da Compadecida**. [S.l.]: Agir, Rio de Janeiro, 2005.



VUONO, V. Interactive storytelling via intelligent agents. **CSRS 2008 - 2nd Villanova University Undergraduate Computer Science Research Symposium**, v. 2, 2008.

WOOLDRIDGE, M. **An introduction to multiagent systems**. [S.l.]: Wiley Publishing, 2009.

WOOLDRIDGE, M. J. **The Logical Modelling of Computational Multi-Agent Systems**. Dissertação (Mestrado) — University of Manchester, 1992.

## APÊNDICE A - XML DE UMA SEÇÃO ELEITORAL

A especificação organizacional de uma Seção Eleitoral, descrita em um arquivo XML é apresentada a seguir:

```

2 <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
4 <?xml-stylesheet href="os.xsl" type="text/xsl" ?>
6 <organisational-specification
8     id="joj"
      os-version="0.7"
10     xmlns='http://moise.sourceforge.net/os'
      xmlns:xsi='http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance'
12     xsi:schemaLocation='http://moise.sourceforge.net/os
      .....http://moise.sourceforge.net/xml/os.xsd'>
14
16     <structural-specification>
18         <role-definitions>
20             <role id="eleitor" />
                <role id="mesario">         <extends role="eleitor"/> </role>
                <role id="presidente">       <extends role="mesario"/> </role>
                <role id="secretario">       <extends role="eleitor"/> </role>
22         </role-definitions>
24
                <group-specification id="secao">
26         <links>
                <link from="secretario" to="secretario" type="communication"
                scope="inter-group" extends-sub-groups="true" bi-dir="true"/>
28         </links>
30
                <sub-groups>
                <group-specification id="mesa" min="1" max="1">

```

```

32     <roles>
33         <role id="presidente" min="1" max="1" />
34         <role id="secretario" min="1" max="1" />
35         <role id="mesario" min="1" max="2" />
36     </roles>
37     <links>
38         <link from="presidente" to="mesario" type="authority"
39             scope="intra-group" extends-sub-groups="true" bi-dir="false"
40             />
41         <link from="presidente" to="secretario" type="authority"
42             scope="intra-group" extends-sub-groups="true" bi-dir="false"
43             />
44         <link from="mesario" to="eleitor" type="communication"
45             scope="inter-group" extends-sub-groups="true" bi-dir="false"
46             />
47         <link from="secretario" to="eleitor" type="communication"
48             scope="inter-group" extends-sub-groups="true" bi-dir="false"
49             />
50     </links>
51     <formation-constraints>
52         <compatibility from="mesario" to="presidente" type="
53             compatibility"
54             scope="intra-group" extends-sub-groups="false"
55             bi-dir="false" />
56         <compatibility from="presidente" to="eleitor" type="
57             compatibility"
58             scope="inter-group" extends-sub-groups="false"
59             bi-dir="false" />
60         <compatibility from="mesario" to="eleitor" type="
61             compatibility"
62             scope="inter-group" extends-sub-groups="false"
63             bi-dir="false" />
64         <compatibility from="secretario" to="eleitor" type="
65             compatibility"
66             scope="inter-group" extends-sub-groups="false"
67             bi-dir="false" />
68     </formation-constraints>
69 </group-specification>
70
71 <group-specification id="eleitores" min="1" max="1">
72     <roles>
73         <role id="eleitor" min="1" max="500" />
74     </roles>

```

```

68     <link from="eleitor" to="secretario" type="communication"
70         scope="inter-group" extends-sub-groups="false"
72         bi-dir="true"/>
74     <link from="eleitor" to="mesario" type="communication"
76         scope="inter-group" extends-sub-groups="false"
78         bi-dir="true"/>
80     </links>
82     <formation-constraints>
84         <compatibility from="eleitor" to="presidente" type="
            compatibility"
            scope="inter-group" extends-sub-
            groups="false"
            bi-dir="true"/>
            <compatibility from="eleitor" to="mesario" type="
            compatibility"
            scope="inter-group" extends-sub-
            groups="false"
            bi-dir="true"/>
            <compatibility from="eleitor" to="secretario" type="
            compatibility"
            scope="inter-group" extends-sub-
            groups="false"
            bi-dir="true"/>
        </formation-constraints>
86     </group-specification>
88     </sub-groups>
90     <formation-constraints>
92         <!-- sub-groups scope cardinality -->
94         <cardinality min="1" max="1" object="role" id="eleitor"/>
96     </formation-constraints>
98     </group-specification>
100 </structural-specification>
102 <functional-specification>
    <scheme id="votacao" >
        <goal id="g0" min="1" ds="o/a_eleitor/a_votou">
            <plan operator="sequence">
                <goal id="g1" min="1" ds="o/a_eleitor/a_comparece_a_secao_
                    eleitoral_no_periodo_de_tempo_correto" />
                <goal id="g2" ds="a_documentacao_esta_correta">
                    <plan operator="parallel">

```

```

    <goal id="g7" min="1" ds="o_secretario_da_secao_confere
        se_o_eleitor_a_trouxe_um_documento_oficial_com_foto
        " />
104    <goal id="g8" min="1" ds="o/a_eleitor/a_faz_parte_da_
        secao_eleitoral_em_questao">
    <plan operator="choice">
106    <goal id="g9" min="1" ds="o/a_eleitor/a_apresentou_a_carteira
        de_habilitacao" />
    <goal id="g10" min="1" ds="o/a_eleitor/a_apresentou_o_RG" />
108    <goal id="g11" min="1" ds="o/a_eleitor/a_apresentou_a_
        carteira_de_identidade_funcional" />
    </plan>
110 </goal>
    </plan>
112    </goal>
    <goal id="g3" min="1" ds="o_mesario_recolhe_o_documento_de_
        identificacao_e_aassinatura_do/a_eleitor/a" >
114    <argument id="A_identificacao_esta_correta" />
    </goal>
116    <goal id="g4" min="1" ds="o_presidente_da_mesa_digita_o_
        numero_do_titulo_do/a_eleitor/a_no_microterminal" />
    <goal id="g5" min="1" ds="o/a_eleitor/a_dirige-se_ate_a_
        urna_eletronica_para_entao_votar" />
118    <goal id="g6" min="1" ds="o_mesario_entrega_o_comprovante_
        de_votacao_e_devolve_o_documento_de_identificacao_ao_
        eleitor" />
    </plan>
120 </goal>

    <mission id="m1" min="1" max="1">
    <goal id="g1" />
124    <goal id="g2" />
    <goal id="g7" />
126 <goal id="g8" />
    <goal id="g9" />
128    <goal id="g10" />
    <goal id="g11" />
130 </mission>
    <mission id="m2" min="1" max="1">
132    <goal id="g3" />
    </mission>
134    <mission id="m3" min="1" max="1">
    <goal id="g4" />

```

```

136         </mission>
137     <mission id="m4" min="3" max="500">
138         <goal id="g0" />
139         <goal id="g5" />
140     </mission>
141     <mission id="m5" min="1" max="1">
142         <goal id="g6" />
143     </mission>
144 </scheme>
145 </functional-specification>
146
147 <normative-specification>
148     <norm id="n1" type="obligation" role="secretario" mission="m1" />
149     <norm id="n2" type="obligation" role="mesario" mission="m2"
150         />
151     <norm id="n3" type="obligation" role="presidente" mission="m4"
152         />
153     <norm id="n4" type="obligation" role="eleitor" mission="m5" />
154     <norm id="n5" type="obligation" role="mesario" mission="m6"
155         />
156     <norm id="n6" type="permission" role="mesario" mission="m4"
157         />
158 </normative-specification>
159 </organisational-specification>

```

**SecaoEleitoralOS.xml**

## APÊNDICE B – DESCRIÇÃO DOS ESQUEMAS SOCIAIS

A seguir, é apresentada a descrição dos esquemas sociais Invasão do Cangaço (Seção B.1) e Decisão (Seção B.2).

### B.1 ESQUEMA SOCIAL INVASÃO DO CANGAÇO

Abaixo, é estabelecido a descrição do esquema social Invasão do Cangaço (apresentado no Capítulo 5, na Seção 5.2.2):

$$sch_{assalto} = \langle \{ InvasaoCangaco, AssaltarPadaria, AssaltarIgreja, RoubarVitimas, MatarVitimas, MatarTodasVitimas, MatarBispoOp1, MatarReligiososOp1, MatarFrade, MatarCasalOp1, MatarPadreOp1, MatarSacristaoOp1, MatarEsposaOp1, MatarPadeiroOp1, LiberarFrade, MatarBispoOp2, MatarReligiososOp2, MatarCasalOp2, MatarPadreOp2, MatarSacristaoOp2, MatarEsposaOp2, MatarPadeiroOp2, DesafiarCangaco, MatarOsPicarescos, AplicarGolpe, MatarCangaceiro, EnganarCangaceiro, EsfaquearPicaresco, Tocargaita, AtirarCangaceiro, RessuscitarCangaceiro, EsfaquearCabra, PicarescosRoubamDinheiro, MatarUmPicaresco \}, \{ "InvasaoCangaco = AssaltarPadaria, AssaltarIgreja", "AssaltarIgreja = RoubarVitimas, MatarVitimas, DesafiarCangaco", "MatarVitimas = MatarTodasVitimas | LiberarFrade", "MatarTodasVitimas = MatarBispoOp1, MatarReligiososOp1, MatarFrade, MatarCasalOp1", "MatarReligiososOp1 = MatarPadreOp1 || MatarSacristaoOp1", "MatarCasalOp1 = MatarEsposaOp1 || MatarPadeiroOp1" \} \rangle$$

“*LiberarFrade = MatarBispoOp2, MatarReligiososOp2, MatarCasalOp2*”,

“*MatarReligiososOp2 = MatarPadreOp2 || MatarSacristaoOp2*”,

“*MatarCasalOp2 = MatarEsposaOp2 || MatarPadeiroOp2*”,

“*DesafiarCangaco = MatarOsPicarescos | AplicarGolpe*”,

“*AplicarGolpe = MatarCangaceiro, EsfaquearCabra, PicarescosRoubamDinheiro, MatarUmPicaresco*”,

“*MatarCangaceiro = EnganarCangaceiro, AtirarCangaceiro, RessuscitarCangaceiro*”,

“*EnganarCangaceiro = EsfaquearPicaresco, Tocargaita*”

},

{*m<sub>1</sub>, m<sub>2</sub>, m<sub>3</sub>, m<sub>4</sub>, m<sub>5</sub>, m<sub>6</sub>, m<sub>7</sub>, m<sub>8</sub>, m<sub>9</sub>*}

{*m<sub>1</sub> ↦ {InvasaoCangaco, AssaltarPadaria, AssaltarIgreja}*,

*m<sub>2</sub> ↦ {RoubarVitimas, MatarVitimas}*,

*m<sub>3</sub> ↦ {MatarTodasVitimas, MatarBispoOp1, MatarReligiososOp1, MatarFrade, MatarCasalOp1, MatarPadreOp1, MatarSacristaoOp1, MatarEsposaOp1, MatarPadeiroOp1}*,

*m<sub>4</sub> ↦ {LiberarFrade, MatarBispoOp2,*

*MatarReligiososOp2, MatarCasalOp2, MatarPadreOp2, MatarSacristaoOp2, MatarEsposaOp2, MatarPadeiroOp2}*,

*m<sub>5</sub> ↦ {DesafiarCangaco}*,

*m<sub>6</sub> ↦ {MatarOsPicarescos}*,

*m<sub>7</sub> ↦ {AplicarGolpe, EnganarCangaceiro, EsfaquearPicaresco, Tocargaita}*,

*m<sub>8</sub> ↦ {AtirarCangaceiro, RessuscitarCangaceiro, MatarUmPicaresco, MatarCangaceiro}*,

*m<sub>9</sub> ↦ {EsfaquearCabra, PicarescosRoubamDinheiro}*,

},

{*m<sub>1</sub> ↦ (2,2), m<sub>2</sub> ↦ (1,2), m<sub>3</sub> ↦ (2,2), m<sub>4</sub> ↦ (2,2), m<sub>5</sub> ↦ (4,4), m<sub>6</sub> ↦ (1,2), m<sub>7</sub> ↦*



$(2, 2), m_8 \mapsto (1, 1), m_9 \mapsto (1, 2)\}$

## B.2 ESQUEMA SOCIAL DECISÃO

A descrição do esquema social Decisão (apresentada na Seção 5.2.2 do Capítulo 5) é definida como:

$$sch_{decisao} = \langle \{ \text{Decisao}, \text{LevarInferno}, \text{PermitirJulgamento}, \\ \text{JulgarMortos}, \text{AcusarMortos}, \text{DefenderMortos}, \text{DecidirDestino}, \\ \text{DecidirDestinoPicarescos}, \text{DemaisMotos}, \text{SalvarPicarescos}, \\ \text{CondenarPicarescos}, \text{LevarPurgatorioPicarescos}, \text{ReviverPicarescos}, \\ \text{DevolverDinheiro}, \text{DecidirDestinoOutrosPersonagens}, \text{SalvarOutrosPersonagens}, \\ \text{CondenarOutrosPersonagens}, \text{LevarPurgatorioOutrosPersonagens} \}, \\ \{ \text{“Decisao = LevarInferno, PermitirJulgamento”}, \\ \text{“PermitirJulgamento = JulgarMortos, DecidirDestino”}, \\ \text{“JulgarMortos = AcusarMortos, DefenderMortos”}, \\ \text{“DecidirDestino = DecidirDestinoOutrosPersonagens, DecidirDestinoPicarescos”}, \\ \text{“DecidirDestinoPicarescos = SalvarPicarescos | CondenarPicarescos”}, \\ \text{“SalvarPicarescos = LevarPurgatorioPicarescos | ReviverPicarescos”}, \\ \text{“ReviverPicarescos = DevolverDinheiro”}, \\ \text{“DecidirDestinoOutrosPersonagens = SalvarOutrosPersonagens |} \\ \text{CondenarOutrosPersonagens”}, \text{“SalvarOutrosPersonagens =} \\ \text{LevarPurgatorioOutrosPersonagens”} \}, \\ \{ m_1, m_2, m_3, m_4, m_5, m_6, m_7 \} \\ \{ m_1 \mapsto \{ \text{LevarInferno}, \text{AcusarMortos} \}, \\ m_2 \mapsto \{ \text{PermitirJulgamento} \}, \\ m_3 \mapsto \{ \text{JulgarMortos}, \text{DecidirDestino}, \text{DecidirDestinoPicarescos}, \\ \text{DecidirDestinoOutrosPersonagens}, \text{SalvarPicarescos}, \text{CondenarPicarescos},$$

*SalvarOutrosPersonagens, CondenarOutrosPersonagens*},

$m_4 \mapsto \{DefenderMortos\}$ ,

$m_5 \mapsto \{LevarPurgatorioPicarescos, ReviverPicarescos, DevolverDinheiro\}$ ,

$m_6 \mapsto \{LevarPurgatorioOutrosPersonagens\}$ ,

$m_7 \mapsto \{Decisao\}$ ,

}

$\{m_1 \mapsto (2,2), m_2 \mapsto (7,9), m_3 \mapsto (1,1), m_4 \mapsto (1,1), m_5 \mapsto (1,2), m_6 \mapsto (5,8), m_7 \mapsto (7,9)\}$

## APÊNDICE C – ESPECIFICAÇÃO DEÔNICA DA PEÇA

A especificação deônica da modelagem organizacional baseada na peça “Auto da Compadecida” (conforme a Seção 5.2.2 do Capítulo 5) é definida da seguinte maneira:

$$\begin{aligned}
 ds_{autocompadecida} = \langle \{ & per(\rho_{esposa}, sch_{esperteza} \cdot m_3, Any), per(\rho_{padeiro}, sch_{esperteza} \cdot m_3, Any), \\
 & per(\rho_{picaresco}, sch_{esperteza} \cdot m_3, Any), per(\rho_{sacriatao}, sch_{esperteza} \cdot m_5, Any), \\
 & per(\rho_{padre}, sch_{esperteza} \cdot m_5, Any), per(\rho_{bispo}, sch_{esperteza} \cdot m_5, Any), \\
 & per(\rho_{cangaceiro}, sch_{invasaocangaco} \cdot m_2, Any), per(\rho_{cabra}, sch_{invasaocangaco} \cdot m_2, Any), \\
 & per(\rho_{cangaceiro}, sch_{invasaocangaco} \cdot m_3, Any), per(\rho_{cabra}, sch_{invasaocangaco} \cdot m_3, Any), \\
 & per(\rho_{cangaceiro}, sch_{invasaocangaco} \cdot m_4, Any), per(\rho_{cabra}, sch_{invasaocangaco} \cdot m_4, Any), \\
 & per(\rho_{cangaceiro}, sch_{invasaocangaco} \cdot m_6, Any), per(\rho_{cabra}, sch_{invasaocangaco} \cdot m_6, Any), \\
 & per(\rho_{picaresco}, sch_{invasaocangaco} \cdot m_9, Any), per(\rho_{demonio}, sch_{decisao} \cdot m_1, Any), \\
 & per(\rho_{cangaceiro}, sch_{decisao} \cdot m_2, Any), per(\rho_{cabra}, sch_{decisao} \cdot m_2, Any), \\
 & per(\rho_{esposa}, sch_{decisao} \cdot m_2, Any), per(\rho_{padeiro}, sch_{decisao} \cdot m_2, Any), \\
 & per(\rho_{padre}, sch_{decisao} \cdot m_2, Any), per(\rho_{bispo}, sch_{decisao} \cdot m_2, Any), \\
 & per(\rho_{sacristao}, sch_{decisao} \cdot m_2, Any), per(\rho_{frade}, sch_{decisao} \cdot m_2, Any), \\
 & per(\rho_{picaresco}, sch_{decisao} \cdot m_2, Any), per(\rho_{compadecida}, sch_{decisao} \cdot m_3, Any), \\
 & per(\rho_{picaresco}, sch_{decisao} \cdot m_5, Any), per(\rho_{cabra}, sch_{decisao} \cdot m_6, Any), \\
 & per(\rho_{cangaceiro}, sch_{decisao} \cdot m_6, Any), per(\rho_{padre}, sch_{decisao} \cdot m_6, Any), \\
 & per(\rho_{bispo}, sch_{decisao} \cdot m_6, Any), per(\rho_{sacristao}, sch_{decisao} \cdot m_6, Any), \\
 & per(\rho_{frade}, sch_{decisao} \cdot m_6, Any), per(\rho_{esposa}, sch_{decisao} \cdot m_6, Any), \\
 & per(\rho_{padeiro}, sch_{decisao} \cdot m_6, Any), per(\rho_{picaresco}, sch_{decisao} \cdot m_7, Any), \\
 & per(\rho_{cabra}, sch_{decisao} \cdot m_7, Any), per(\rho_{cangaceiro}, sch_{decisao} \cdot m_7, Any), \\
 & per(\rho_{padre}, sch_{decisao} \cdot m_7, Any), per(\rho_{bispo}, sch_{decisao} \cdot m_7, Any),
 \end{aligned}$$

$per(\rho_{sacristao}, sch_{decisao}.m7, Any), per(\rho_{frade}, sch_{decisao}.m7, Any),$   
 $per(\rho_{esposa}, sch_{decisao}.m7, Any), per(\rho_{padeiro}, sch_{decisao}.m7, Any) \},$   
 $\{ obl(\rho_{picaresco}, sch_{esperteza}.m1, Any), obl(\rho_{esposa}, sch_{esperteza}.m1, Any),$   
 $obl(\rho_{padeiro}, sch_{esperteza}.m1, Any), obl(\rho_{picaresco}, sch_{esperteza}.m2, Any),$   
 $obl(\rho_{sacristao}, sch_{esperteza}.m3, Any), obl(\rho_{esposa}, sch_{esperteza}.m4, Any),$   
 $obl(\rho_{picaresco}, sch_{esperteza}.m6, Any), obl(\rho_{picaresco}, sch_{esperteza}.m7, Any),$   
 $obl(\rho_{cabra}, sch_{invasaocangaco}.m1, Any), obl(\rho_{cangaceiro}, sch_{invasaocangaco}.m1, Any),$   
 $obl(\rho_{cabra}, sch_{decisao}.m5, Any), obl(\rho_{cangaceiro}, sch_{decisao}.m5, Any),$   
 $obl(\rho_{picaresco}, sch_{decisao}.m5, Any), obl(\rho_{picaresco}, sch_{decisao}.m7, Any),$   
 $obl(\rho_{cabra}, sch_{decisao}.m8, Any), obl(\rho_{diabo}, sch_{decisao}.m1, Any),$   
 $obl(\rho_{jesus}, sch_{decisao}.m3, Any), obl(\rho_{compadecida}, sch_{decisao}.m4, Any) \}$

**APÊNDICE D – ENTIDADE ORGANIZACIONAL BASEADA NO ENREDO  
ORIGINAL DA PEÇA AUTO DA COMPADECIDA**

A proposta de entidade organizacional que segue o enredo da peça “Auto da Compadecida” (conforme a Seção 5.3.1 do Capítulo 5 descreve) é estabelecida da seguinte maneira:

```

 $oe^t_{autocompadecida} =$ 
<
% finalidade
'Criacao da peca Auto da Compadecida',

% especificação
( $ss_{autodacompadecida}$ ,  $fs_{autodacompadecida}$ ,  $ds_{autodacompadecida}$ ),

% agentes
{Joao Grilo, Chico, Mulher, Padeiro, Joao, Sacristao, Bispo, Frade,
Severino, Cabra, Encouradouro, Demonio, Nossa Senhora, Manuel},

% grupos
{ $gr1_{autodacompadecida}$ ,  $gr1_{cangaco}$ ,  $gr1_{picaresco}$ ,  $gr1_{tribunal}$ ,  $gr1_{padaria}$ ,  $gr1_{igreja}$ }

% grType
{ $gr1_{autodacompadecida} \mapsto gt_{autodacompadecida}$ ,  $gr1_{cangaco} \mapsto gt_{cangaco}$ ,  $gr1_{picaresco} \mapsto$ 
 $gt_{picaresco}$ ,  $gr1_{tribunal} \mapsto gt_{tribunal}$ ,  $gr1_{padaria} \mapsto gt_{padaria}$ ,  $gr1_{igreja} \mapsto gt_{igreja}$ },

% subGg

```

$\{gr1_{autodacompadecida} \mapsto \{gr1_{cangaco}, gr1_{picaresco}, gr1_{tribunal}, gr1_{padaria}, gr1_{igreja}\}\},$

*% agRole*

$\{JoaoGrilo \mapsto \{(\rho_{picaresco}, gr1_{picaresco}), (\rho_{auxiliar}, gr1_{padaria})\},$

$Chico \mapsto \{(\rho_{picaresco}, gr1_{picaresco}), (\rho_{auxiliar}, gr1_{padaria})\},$

$Severino \mapsto \{(\rho_{cangaceiro}, gr1_{cangaco})\},$

$Cabra \mapsto \{(\rho_{cabra}, gr1_{cangaco})\},$

$Joao \mapsto \{(\rho_{padre}, gr1_{igreja})\},$

$Bispo \mapsto \{(\rho_{bispo}, gr1_{igreja})\},$

$Frade \mapsto \{(\rho_{frade}, gr1_{igreja})\},$

$Sacristao \mapsto \{(\rho_{sacristao}, gr1_{igreja})\},$

$NossaSenhora \mapsto \{(\rho_{compadecida}, gr1_{tribunal})\},$

$Manuel \mapsto \{(\rho_{jesus}, gr1_{tribunal})\},$

$Demonio \mapsto \{(\rho_{demonio}, gr1_{tribunal})\},$

$Encouradouro \mapsto \{(\rho_{diabo}, gr1_{tribunal})\}$

$Padeiro \mapsto \{(\rho_{padeiro}, gr1_{padaria})\},$

$Mulher \mapsto \{(\rho_{esposa}, gr1_{padaria})\},$

*% esquemas*

$\{si1_{esperteza}, si1_{invasaocangaco}, si1_{decisao}\},$

*% schType*

$\{si1_{esperteza} \mapsto (sch_{esperteza}, \{gr1_{picaresco}, gr1_{igreja}, gr1_{padaria}\}),$

$si1_{invasaocangaco} \mapsto (sch_{invasaocangaco}, \{gr1_{picaresco}, gr1_{cangaco}\}),$

$si1_{decisao} \mapsto (sch_{decisao}, \{gr1_{picaresco}, gr1_{igreja}, gr1_{padaria}, gr1_{cangaco},$   
 $gr1_{tribunal}\})\},$

% agMis

$\{ JoaoGrilo \mapsto \{(sch_{esperteza}.m_1, si1_{esperteza})\}$

$JoaoGrilo \mapsto \{(sch_{esperteza}.m_2, si1_{esperteza})\}$

$JoaoGrilo \mapsto \{(sch_{esperteza}.m_3, si1_{esperteza})\}$

$JoaoGrilo \mapsto \{(sch_{esperteza}.m_6, si1_{esperteza})\},$

$JoaoGrilo \mapsto \{(sch_{esperteza}.m_7, si1_{esperteza})\}$

$Chico \mapsto \{(sch_{esperteza}.m_1, si1_{esperteza})\}$

$Chico \mapsto \{(sch_{esperteza}.m_3, si1_{esperteza})\}$

$Chico \mapsto \{(sch_{esperteza}.m_6, si1_{esperteza})\}$

$Chico \mapsto \{(sch_{esperteza}.m_7, si1_{esperteza})\}$

$Mulher \mapsto \{(sch_{esperteza}.m_1, si1_{esperteza})\}$

$Mulher \mapsto \{(sch_{esperteza}.m_3, si1_{esperteza})\}$

$Mulher \mapsto \{(sch_{esperteza}.m_4, si1_{esperteza})\}$

$Padeiro \mapsto \{(sch_{esperteza}.m_1, si1_{esperteza})\}$

$Padeiro \mapsto \{(sch_{esperteza}.m_3, si1_{esperteza})\}$

$Sacristao \mapsto \{(sch_{esperteza}.m_3, si1_{esperteza})\}$

$Sacristao \mapsto \{(sch_{esperteza}.m_5, si1_{esperteza})\}$

$Joao \mapsto \{(sch_{esperteza}.m_5, si1_{esperteza})\}$

$Bispo \mapsto \{(sch_{esperteza}.m_5, si1_{esperteza})\}$

$Cabra \mapsto \{(sch_{invasaocangaco}.m_1, si1_{invasaocangaco})\}$

$Severino \mapsto \{(sch_{invasaocangaco}.m_1, si1_{invasaocangaco})\}$

$Severino \mapsto \{(sch_{invasaocangaco}.m_2, si1_{invasaocangaco})\}$

$Cabra \mapsto \{(sch_{invasaocangaco}.m_2, si1_{invasaocangaco})\}$

$Severino \mapsto \{(sch_{invasaocangaco}.m_3, si1_{invasaocangaco})\}$

$Cabra \mapsto \{(sch_{invasaocangaco}.m_3, si1_{invasaocangaco})\}$

$Cabra \mapsto \{(sch_{invasaocangaco}.m_4, si1_{invasaocangaco})\}$

$Severino \mapsto \{(sch_{invasaocangaco}.m_4, si1_{invasaocangaco})\}$

*Cabra*  $\mapsto \{(sch_{invasaocangaco}.m_5, si1_{invasaocangaco})\}$   
*Severino*  $\mapsto \{(sch_{invasaocangaco}.m_5, si1_{invasaocangaco})\}$   
*JoaoGrilo*  $\mapsto \{(sch_{invasaocangaco}.m_5, si1_{invasaocangaco})\}$   
*Chico*  $\mapsto \{(sch_{invasaocangaco}.m_5, si1_{invasaocangaco})\}$   
*Severino*  $\mapsto \{(sch_{invasaocangaco}.m_6, si1_{invasaocangaco})\}$   
*Cabra*  $\mapsto \{(sch_{invasaocangaco}.m_6, si1_{invasaocangaco})\}$   
*JoaoGrilo*  $\mapsto \{(sch_{invasaocangaco}.m_7, si1_{invasaocangaco})\}$   
*Chico*  $\mapsto \{(sch_{invasaocangaco}.m_7, si1_{invasaocangaco})\}$   
*Cabra*  $\mapsto \{(sch_{invasaocangaco}.m_8, si1_{invasaocangaco})\}$   
*JoaoGrilo*  $\mapsto \{(sch_{invasaocangaco}.m_9, si1_{invasaocangaco})\}$   
*Chico*  $\mapsto \{(sch_{invasaocangaco}.m_9, si1_{invasaocangaco})\}$   
*JoaoGrilo*  $\mapsto \{(sch_{decisao}.m_5, si1_{decisao})\}$   
*Cabra*  $\mapsto \{(sch_{decisao}.m_6, si1_{decisao})\}$   
*Severino*  $\mapsto \{(sch_{decisao}.m_6, si1_{decisao})\}$   
*Mulher*  $\mapsto \{(sch_{decisao}.m_6, si1_{decisao})\}$   
*Joao*  $\mapsto \{(sch_{decisao}.m_6, si1_{decisao})\}$   
*Bispo*  $\mapsto \{(sch_{decisao}.m_6, si1_{decisao})\}$   
*Sacristao*  $\mapsto \{(sch_{decisao}.m_6, si1_{decisao})\}$   
*Padeiro*  $\mapsto \{(sch_{decisao}.m_6, si1_{decisao})\}$   
*Encouradouro*  $\mapsto \{(sch_{decisao}.m_1, si1_{decisao})\}$   
*Demonio*  $\mapsto \{(sch_{decisao}.m_1, si1_{decisao})\}$   
*JoaoGrilo*  $\mapsto \{(sch_{decisao}.m_2, si1_{decisao})\}$   
*Padeiro*  $\mapsto \{(sch_{decisao}.m_2, si1_{decisao})\}$   
*Mulher*  $\mapsto \{(sch_{decisao}.m_2, si1_{decisao})\}$   
*Joao*  $\mapsto \{(sch_{decisao}.m_2, si1_{decisao})\}$   
*Severino*  $\mapsto \{(sch_{decisao}.m_2, si1_{decisao})\}$   
*Cabra*  $\mapsto \{(sch_{decisao}.m_2, si1_{decisao})\}$



*Sacristao*  $\mapsto \{(sch_{decisao}.m_2, si1_{decisao})\}$

*Bispo*  $\mapsto \{(sch_{decisao}.m_2, si1_{decisao})\}$

*Manuel*  $\mapsto \{(sch_{decisao}.m_3, si1_{decisao})\}$

*NossaSenhora*  $\mapsto \{(sch_{decisao}.m_4, si1_{decisao})\}$

*JoaoGrilo*  $\mapsto \{(sch_{decisao}.m_5, si1_{decisao})\}$

*JoaoGrilo*  $\mapsto \{(sch_{decisao}.m_7, si1_{decisao})\}$

*Cabra*  $\mapsto \{(sch_{decisao}.m_7, si1_{decisao})\}$

*Severino*  $\mapsto \{(sch_{decisao}.m_7, si1_{decisao})\}$

*Mulher*  $\mapsto \{(sch_{decisao}.m_7, si1_{decisao})\}$

*Joao*  $\mapsto \{(sch_{decisao}.m_7, si1_{decisao})\}$

*Bispo*  $\mapsto \{(sch_{decisao}.m_7, si1_{decisao})\}$

*Sacristao*  $\mapsto \{(sch_{decisao}.m_7, si1_{decisao})\}$

*Padeiro*  $\mapsto \{(sch_{decisao}.m_7, si1_{decisao})\}$  }

% agState

$(si1_{esperteza}, PedirBencao) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$

$(si1_{esperteza}, PedirEnterro) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$

$(si1_{esperteza}, CriarTestamento) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$

$\{(si1_{esperteza}, ConvencerPadre) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$

$(si1_{esperteza}, EnterrarCachorro) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$

$(si1_{esperteza}, IncluirBispo) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$

$(si1_{esperteza}, PagarTestamento) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$

$(si1_{esperteza}, ReceberTestamento) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$

$(si1_{esperteza}, CriarGatoDescomeDinheiro) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$

$(si1_{esperteza}, VenderGato) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$

$(si1_{esperteza}, GanharDinheiro) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$

$\{(si1_{esperteza}, Esperteza) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{invasaocangaco}, AssaltarPadaria) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{invasaocangaco}, RoubarVitimas) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{invasaocangaco}, MatarBispoOp2) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{invasaocangaco}, MatarPadreOp2) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{invasaocangaco}, MatarSacristaoOp2) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{invasaocangaco}, MatarReligiososOp2) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{invasaocangaco}, MatarEsposaOp2) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{invasaocangaco}, Padeiro2) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{invasaocangaco}, MatarCasalOp2) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{invasaocangaco}, LiberarFrade) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{invasaocangaco}, MatarBispoOp1) \mapsto (unsatisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{invasaocangaco}, MatarPadreOp1) \mapsto (unsatisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{invasaocangaco}, MatarSacristaoOp1) \mapsto (unsatisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{invasaocangaco}, MatarReligiososOp1) \mapsto (unsatisfied, committed, forbidden),$   
 $(si1_{invasaocangaco}, MatarEsposaOp1) \mapsto (unsatisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{invasaocangaco}, Padeiro1) \mapsto (unsatisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{invasaocangaco}, MatarCasalOp1) \mapsto (unsatisfied, committed, forbidden),$   
 $(si1_{invasaocangaco}, MatarTodasVitimas) \mapsto (unsatisfied, committed, forbidden),$   
 $(si1_{invasaocangaco}, MatarVitimas) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{invasaocangaco}, EsfaquearPicaresco) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{invasaocangaco}, TocarGaita) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{invasaocangaco}, EnganarCangaceiro) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{invasaocangaco}, AtirarCangaceiro) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{invasaocangaco}, RessuscitarCangaceiro) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{invasaocangaco}, MatarCangaceiro) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{invasaocangaco}, EsfaquearCabra) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$

$(si1_{invasao\cangaco}, MatarVitimas) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{invasao\cangaco}, PicarescosRoubamDinheiro) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{invasao\cangaco}, MatarUmPicaresco) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{invasao\cangaco}, AplicarGolpe) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{invasao\cangaco}, MatarOsPicarescos) \mapsto (unsatisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{invasao\cangaco}, DesafiarCangaco) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{invasao\cangaco}, AssaltarIgreja) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{invasao\cangaco}, InvasaoCangaco) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{decisao}, AcusarMortos) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{decisao}, DefenderMortos) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{decisao}, JulgarMortos) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{decisao}, DevolverDinheiro) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{decisao}, ReviverPicarescos) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{decisao}, Ceu) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{decisao}, LevarPurgatorioPicarescos) \mapsto (unsatisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{decisao}, SalvarPicarescos) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{decisao}, CondenarPicarescos) \mapsto (unsatisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{decisao}, DecidirDestinoPicarescos) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{decisao}, LevarPurgatorioOutrosPersonagens) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{decisao}, SalvarOutrosPersonagens) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{decisao}, CondenarOutrosPersonagens) \mapsto (unsatisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{decisao}, DecidirDestinoOutrosPersonagens) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{decisao}, DecidirDestino) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{decisao}, PermitirJulgamento) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{decisao}, LevarInferno) \mapsto (unsatisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{decisao}, Decisao) \mapsto (satisfied, committed, permitted) \}$   
 $\}$

**APÊNDICE E – ENTIDADE ORGANIZACIONAL COM ENREDO MODIFICADO  
DA PEÇA AUTO DA COMPADECIDA**

Abaixo, é descrito uma entidade organizacional (conforme apresentado na Seção 5.3.2 do Capítulo 5) com enredo alternativo ao da peça “Auto da Compadecida”.

```

oetautocompadecida =
<
% finalidade
'Modificacao do enredo da peça Auto da Compadecida',

% agMis
{ JoaoGrilo ↦ {(schesperteza.m1, silesperteza)}
JoaoGrilo ↦ {(schesperteza.m2, silesperteza)}
JoaoGrilo ↦ {(schesperteza.m3, silesperteza)}
JoaoGrilo ↦ {(schesperteza.m6, silesperteza)},
JoaoGrilo ↦ {(schesperteza.m7, silesperteza)}
Chico ↦ {(schesperteza.m1, silesperteza)}
Chico ↦ {(schesperteza.m3, silesperteza)}
Chico ↦ {(schesperteza.m6, silesperteza)}
Chico ↦ {(schesperteza.m7, silesperteza)}
Mulher ↦ {(schesperteza.m1, silesperteza)}
Mulher ↦ {(schesperteza.m3, silesperteza)}
Mulher ↦ {(schesperteza.m4, silesperteza)}
Padeiro ↦ {(schesperteza.m1, silesperteza)}

```

*Padeiro*  $\mapsto \{(sch_{esperteza}.m_3, si1_{esperteza})\}$   
*Sacristao*  $\mapsto \{(sch_{esperteza}.m_3, si1_{esperteza})\}$   
*Sacristao*  $\mapsto \{(sch_{esperteza}.m_5, si1_{esperteza})\}$   
*Joao*  $\mapsto \{(sch_{esperteza}.m_5, si1_{esperteza})\}$   
*Bispo*  $\mapsto \{(sch_{esperteza}.m_5, si1_{esperteza})\}$   
*Cabra*  $\mapsto \{(sch_{invasaocangaco}.m_1, si1_{invasaocangaco})\}$   
*Severino*  $\mapsto \{(sch_{invasaocangaco}.m_1, si1_{invasaocangaco})\}$   
*Severino*  $\mapsto \{(sch_{invasaocangaco}.m_2, si1_{invasaocangaco})\}$   
*Cabra*  $\mapsto \{(sch_{invasaocangaco}.m_2, si1_{invasaocangaco})\}$   
*Severino*  $\mapsto \{(sch_{invasaocangaco}.m_3, si1_{invasaocangaco})\}$   
*Cabra*  $\mapsto \{(sch_{invasaocangaco}.m_3, si1_{invasaocangaco})\}$   
*Cabra*  $\mapsto \{(sch_{invasaocangaco}.m_4, si1_{invasaocangaco})\}$   
*Severino*  $\mapsto \{(sch_{invasaocangaco}.m_4, si1_{invasaocangaco})\}$   
*Cabra*  $\mapsto \{(sch_{invasaocangaco}.m_5, si1_{invasaocangaco})\}$   
*Severino*  $\mapsto \{(sch_{invasaocangaco}.m_5, si1_{invasaocangaco})\}$   
*JoaoGrilo*  $\mapsto \{(sch_{invasaocangaco}.m_5, si1_{invasaocangaco})\}$   
*Chico*  $\mapsto \{(sch_{invasaocangaco}.m_5, si1_{invasaocangaco})\}$   
*Severino*  $\mapsto \{(sch_{invasaocangaco}.m_6, si1_{invasaocangaco})\}$   
*Cabra*  $\mapsto \{(sch_{invasaocangaco}.m_6, si1_{invasaocangaco})\}$   
*JoaoGrilo*  $\mapsto \{(sch_{invasaocangaco}.m_7, si1_{invasaocangaco})\}$   
*Chico*  $\mapsto \{(sch_{invasaocangaco}.m_7, si1_{invasaocangaco})\}$   
*Cabra*  $\mapsto \{(sch_{invasaocangaco}.m_8, si1_{invasaocangaco})\}$   
*JoaoGrilo*  $\mapsto \{(sch_{invasaocangaco}.m_9, si1_{invasaocangaco})\}$   
*Chico*  $\mapsto \{(sch_{invasaocangaco}.m_9, si1_{invasaocangaco})\}$   
*JoaoGrilo*  $\mapsto \{(sch_{decisao}.m_5, si1_{decisao})\}$   
*Chico*  $\mapsto \{(sch_{decisao}.m_5, si1_{decisao})\}$   
*Frade*  $\mapsto \{(sch_{decisao}.m_6, si1_{decisao})\}$

*Mulher*  $\mapsto \{(sch_{decisao}.m_6, si1_{decisao})\}$   
*Joao*  $\mapsto \{(sch_{decisao}.m_6, si1_{decisao})\}$   
*Bispo*  $\mapsto \{(sch_{decisao}.m_6, si1_{decisao})\}$   
*Sacristao*  $\mapsto \{(sch_{decisao}.m_6, si1_{decisao})\}$   
*Padeiro*  $\mapsto \{(sch_{decisao}.m_6, si1_{decisao})\}$   
*Encouradouro*  $\mapsto \{(sch_{decisao}.m_1, si1_{decisao})\}$   
*Demonio*  $\mapsto \{(sch_{decisao}.m_1, si1_{decisao})\}$   
*JoaoGrilo*  $\mapsto \{(sch_{decisao}.m_2, si1_{decisao})\}$   
*Padeiro*  $\mapsto \{(sch_{decisao}.m_2, si1_{decisao})\}$   
*Mulher*  $\mapsto \{(sch_{decisao}.m_2, si1_{decisao})\}$   
*Joao*  $\mapsto \{(sch_{decisao}.m_2, si1_{decisao})\}$   
*Chico*  $\mapsto \{(sch_{decisao}.m_2, si1_{decisao})\}$   
*Frade*  $\mapsto \{(sch_{decisao}.m_2, si1_{decisao})\}$   
*Sacristao*  $\mapsto \{(sch_{decisao}.m_2, si1_{decisao})\}$   
*Bispo*  $\mapsto \{(sch_{decisao}.m_2, si1_{decisao})\}$   
*Manuel*  $\mapsto \{(sch_{decisao}.m_3, si1_{decisao})\}$   
*NossaSenhora*  $\mapsto \{(sch_{decisao}.m_4, si1_{decisao})\}$   
*JoaoGrilo*  $\mapsto \{(sch_{decisao}.m_7, si1_{decisao})\}$   
*Chico*  $\mapsto \{(sch_{decisao}.m_7, si1_{decisao})\}$   
*Frade*  $\mapsto \{(sch_{decisao}.m_7, si1_{decisao})\}$   
*Mulher*  $\mapsto \{(sch_{decisao}.m_7, si1_{decisao})\}$   
*Joao*  $\mapsto \{(sch_{decisao}.m_7, si1_{decisao})\}$   
*Bispo*  $\mapsto \{(sch_{decisao}.m_7, si1_{decisao})\}$   
*Sacristao*  $\mapsto \{(sch_{decisao}.m_7, si1_{decisao})\}$   
*Padeiro*  $\mapsto \{(sch_{decisao}.m_7, si1_{decisao})\}$

% agState

$(si1_{esperteza}, PedirBencao) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{esperteza}, PedirEnterro) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{esperteza}, CriarTestamento) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$   
 $\{(si1_{esperteza}, ConvencerPadre) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{esperteza}, EnterrarCachorro) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{esperteza}, IncluirBispo) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{esperteza}, PagarTestamento) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{esperteza}, ReceberTestamento) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{esperteza}, CriarGatoDescomeDinheiro) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{esperteza}, VenderGato) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{esperteza}, GanharDinheiro) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{esperteza}, Esperteza) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{invasaocangaco}, AssaltarPadaria) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{invasaocangaco}, RoubarVitimas) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{invasaocangaco}, MatarBispoOp1) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{invasaocangaco}, MatarPadreOp1) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{invasaocangaco}, MatarSacristaoOp1) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{invasaocangaco}, MatarReligiososOp1) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{invasaocangaco}, MatarFrade) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{invasaocangaco}, MatarEsposaOp1) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{invasaocangaco}, Padeiro1) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{invasaocangaco}, MatarCasalOp1) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{invasaocangaco}, MatarTodasVitimas) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{invasaocangaco}, LiberarFrade) \mapsto (unsatisfied, committed, forbidden),$   
 $(si1_{invasaocangaco}, MatarBispoOp2) \mapsto (unsatisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{invasaocangaco}, MatarPadreOp2) \mapsto (unsatisfied, committed, permitted),$

$(si1_{invasaocangaco}, MatarSacristaoOp2) \mapsto (unsatisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{invasaocangaco}, MatarReligiososOp2) \mapsto (unsatisfied, committed, forbidden),$   
 $(si1_{invasaocangaco}, MatarEsposaOp2) \mapsto (unsatisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{invasaocangaco}, Padeiro2) \mapsto (unsatisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{invasaocangaco}, MatarCasalOp2) \mapsto (unsatisfied, committed, forbidden),$   
 $(si1_{invasaocangaco}, MatarOsPicarescos) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{invasaocangaco}, DesafiarCangaco) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{invasaocangaco}, EsfaquearPicaresco) \mapsto (unsatisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{invasaocangaco}, TocarGaita) \mapsto (unsatisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{invasaocangaco}, EnganarCangaceiro) \mapsto (unsatisfied, committed, forbidden),$   
 $(si1_{invasaocangaco}, AtirarCangaceiro) \mapsto (unsatisfied, committed, forbidden),$   
 $(si1_{invasaocangaco}, RessuscitarCangaceiro) \mapsto (unsatisfied, committed, forbidden),$   
 $(si1_{invasaocangaco}, MatarCangaceiro) \mapsto (unsatisfied, committed, forbidden),$   
 $(si1_{invasaocangaco}, EsfaquearCabra) \mapsto (unsatisfied, committed, forbidden),$   
 $(si1_{invasaocangaco}, PicarescosRoubamDinheiro) \mapsto (unsatisfied, committed, forbidden),$   
 $(si1_{invasaocangaco}, MatarUmPicaresco) \mapsto (unsatisfied, committed, forbidden),$   
 $(si1_{invasaocangaco}, AplicarGolpe) \mapsto (unsatisfied, committed, forbidden),$   
 $(si1_{decisao}, AcusarMortos) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{decisao}, DefenderMortos) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{decisao}, JulgarMortos) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{decisao}, DevolverDinheiro) \mapsto (unsatisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{decisao}, ReviverPicarescos) \mapsto (unsatisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{decisao}, Ceu) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{decisao}, LevarPurgatorioPicarescos) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{decisao}, SalvarPicarescos) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{decisao}, CondenarPicarescos) \mapsto (unsatisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{decisao}, DecidirDestinoPicarescos) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$



$(si1_{decisao}, LevarPurgatorioOutrosPersonagens) \mapsto (unsatisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{decisao}, SalvarOutrosPersonagens) \mapsto (unsatisfied, committed, forbidden),$   
 $(si1_{decisao}, CondenarOutrosPersonagens) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{decisao}, DecidirDestinoOutrosPersonagens) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{decisao}, JulgarMortos) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{decisao}, PermitirJulgamento) \mapsto (satisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{decisao}, LevarInferno) \mapsto (unsatisfied, committed, permitted),$   
 $(si1_{decisao}, Decisao) \mapsto (satisfied, committed, permitted) \}$   
 $\}$