
Um Modelo de Reorganização de Sistemas Multiagentes

Jomi Fred Hübner

Orientador: Prof. Dr. Jaime Simão Sichman

Universidade de São Paulo
Laboratório de Técnicas Inteligentes

1 de agosto de 2003

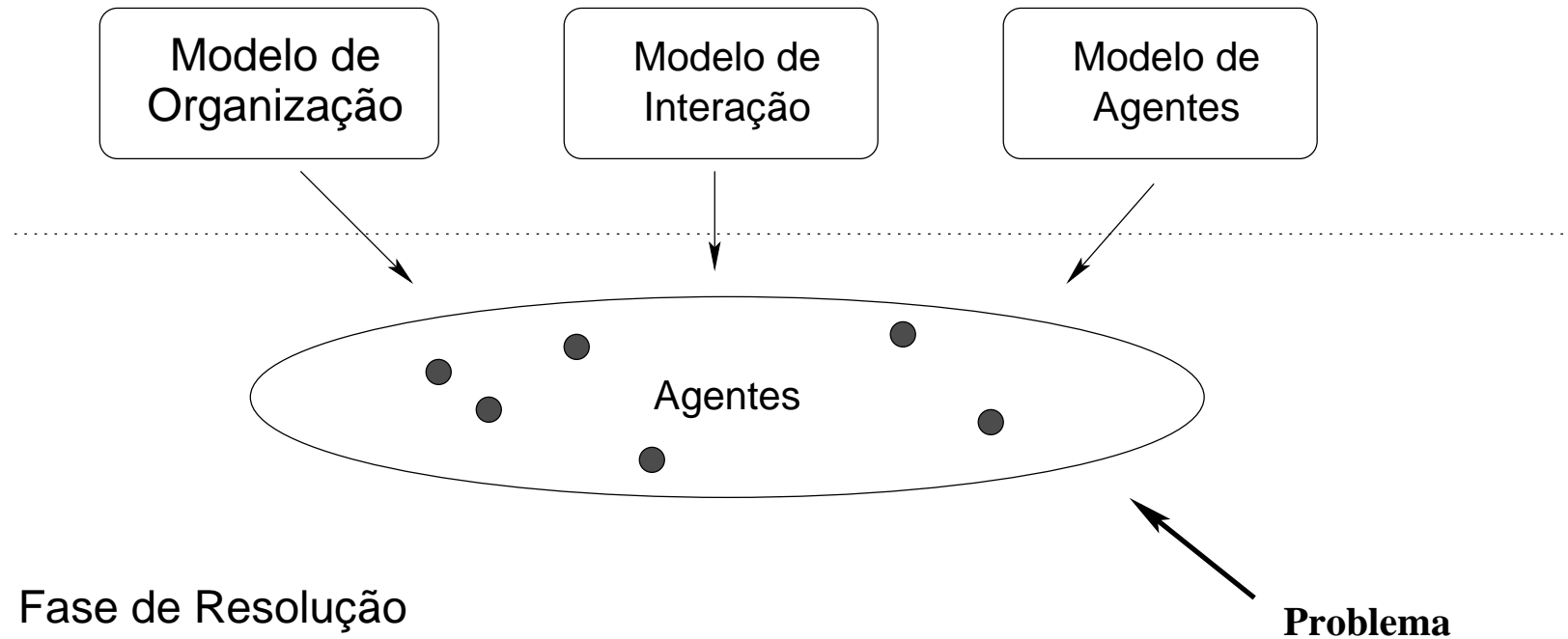
Roteiro

- Contexto, problema e objetivo
- Modelo organizacional \mathcal{MOISE}^+
- Modelo de reorganização $\mathcal{R}_e\mathcal{MOISE}^+$
- Estudos de caso
- Conclusões

Introdução

Contexto: Sistemas Multiagentes

Fase de Concepção



Contexto: **Organização** de Sistemas Multiagentes

- Agente **autônomo**: independência local de funcionamento
- Organização: **controle** sobre os comportamentos dos agentes para que se tornem coesos
- Um dos problemas para os SMA é o equilíbrio

Autonomia dos agentes × Controle organizacional

Contexto: **Organização** de Sistemas Multiagentes

- Agente **autônomo**: independência local de funcionamento
- Organização: **controle** sobre os comportamentos dos agentes para que se tornem coesos

- Um dos problemas para os SMA é o equilíbrio

Autonomia dos agentes \times Controle organizacional

- ★ Solução usual: o projetista do SMA estabelece uma boa organização

Problema: **Reorganização**

- Ambiente **dinâmico** e **aberto**
 - ★ novos problemas
 - ★ novos recursos
 - ★ novos agentes (e capacidades)
 - ★ ...

Problema: **Reorganização**

- Ambiente **dinâmico** e **aberto**
 - ★ novos problemas
 - ★ novos recursos
 - ★ novos agentes (e capacidades)
 - ★ ...
- Experiência durante “história” do sistema

Problema: **Reorganização**

- Ambiente **dinâmico** e **aberto**
 - ★ novos problemas
 - ★ novos recursos
 - ★ novos agentes (e capacidades)
 - ★ ...
- Experiência durante “história” do sistema
- Necessidade de adaptação e

Problema: **Reorganização**

- Ambiente **dinâmico** e **aberto**
 - ★ novos problemas
 - ★ novos recursos
 - ★ novos agentes (e capacidades)
 - ★ ...
- Experiência durante “história” do sistema
- Necessidade de adaptação e
escolha de uma organização melhor

Perguntas

- i)* O que é uma organização exatamente?
- ii)* Que propriedades um SMA deve possuir para facilitar seu processo de reorganização?
- iii)* Como identificar a necessidade de alterações organizacionais?
- iv)* Quem deve realizar a reorganização?
- v)* Como projetar organizações para uma determinada finalidade?
- vi)* Como estimar o ganho de adotar uma organização em um dado ambiente?
- vii)* Como e por que agentes autônomos irão se submeter a uma (re)organização?

Objetivo

Apresentar um modelo de reorganização para SMA abertos que considere mudanças em seus aspectos organizacionais mais relevantes e que possa ser realizado pelos próprios agentes.

Objetivos específicos

1. Elaboração de um modelo de organização identificando os elementos mais relevantes de uma organização.
2. Criação de uma linguagem formal para especificação de organizações de forma que tanto os agentes quanto os projetistas do SMA possam utilizá-la.
3. Especificação de um processo de reorganização sobre o modelo organizacional proposto.
4. Identificação das propriedades que os agentes e/ou sua plataforma de funcionamento devem possuir para viabilizar o processo de reorganização.

Organização de SMA

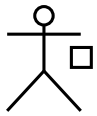
Tipos de organização

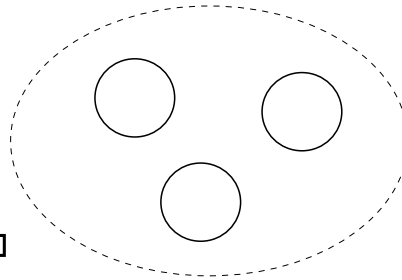
agentes **sem** conhecimento
organizacional

agentes **com** conhecimento
organizacional

centrado nos
agentes

(a) tipo AR


observador



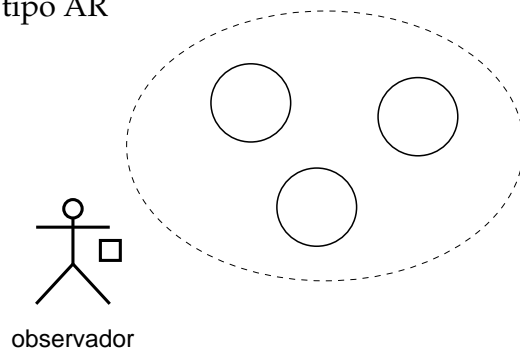
Tipos de organização

agentes **sem** conhecimento
organizacional

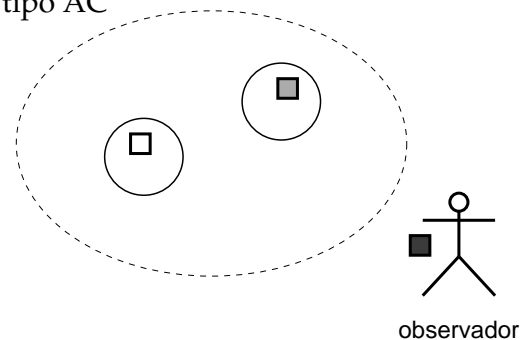
agentes **com** conhecimento
organizacional

centrado nos
agentes

(a) tipo AR



(b) tipo AC



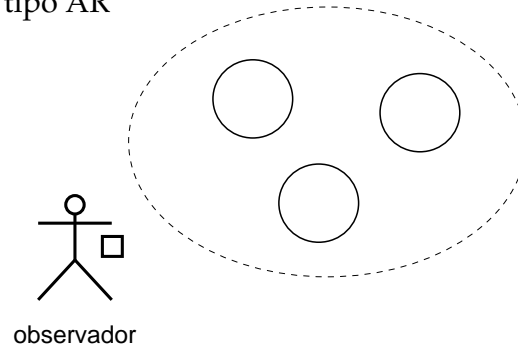
Tipos de organização

agentes **sem** conhecimento
organizacional

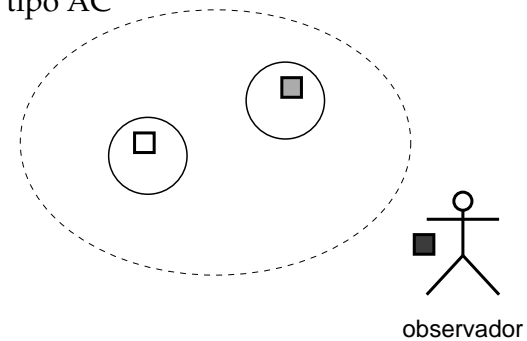
agentes **com** conhecimento
organizacional

centrado nos
agentes

(a) tipo AR

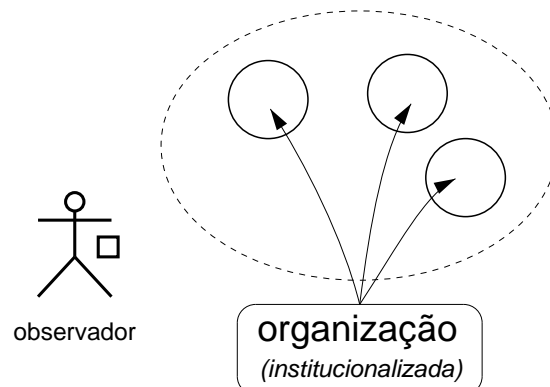


(b) tipo AC

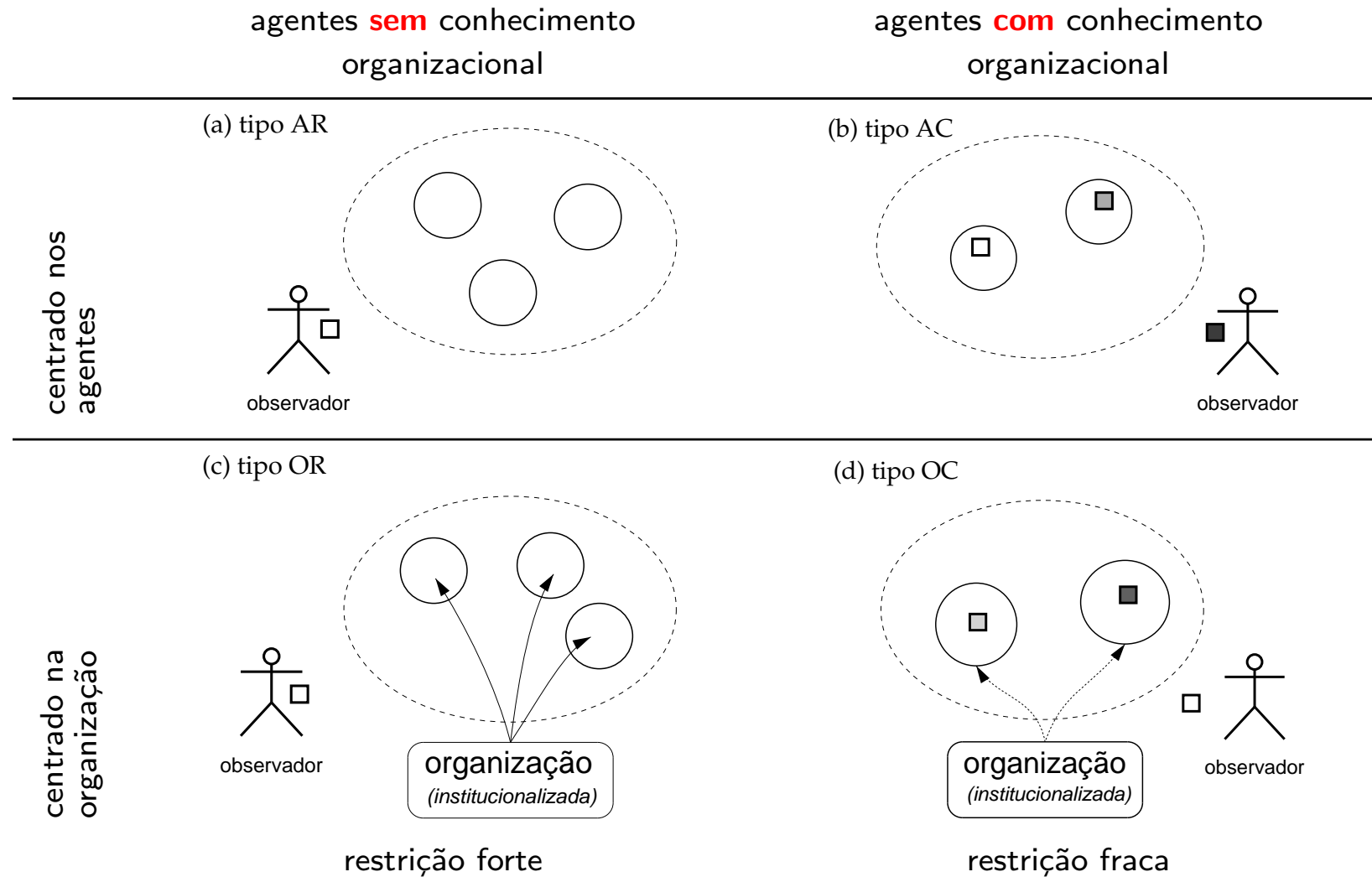


(c) tipo OR

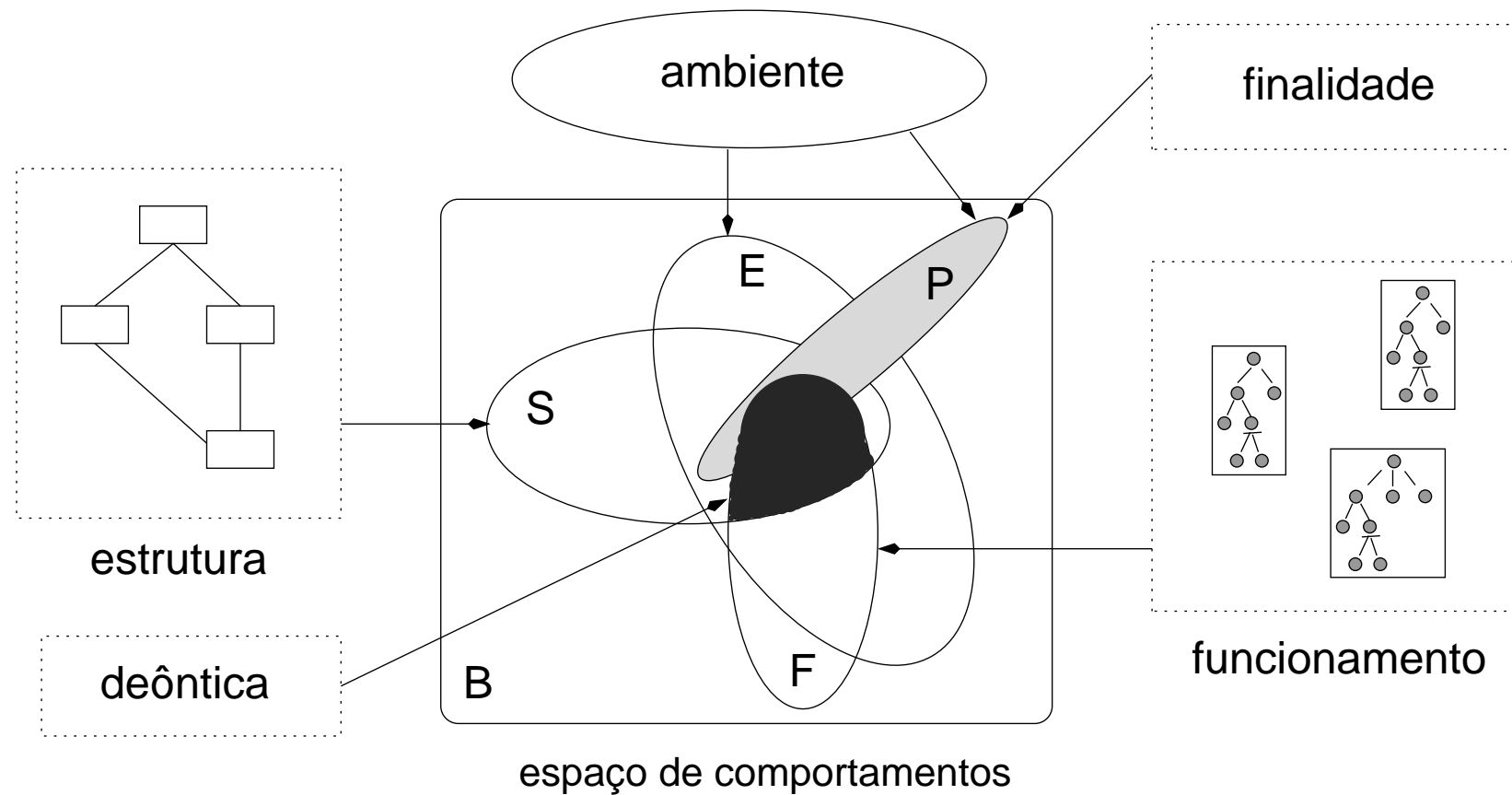
centrado na
organização



Tipos de organização



Organização e Finalidade



O que é Organização

A organização de um SMA é um conjunto de restrições ao comportamento dos agentes a fim de conduzi-los a uma finalidade comum.

- Estas restrições podem estar explícitas ou não e os agentes podem ser ou não conscientes delas.

O que é Organização

A organização de um SMA é um conjunto de restrições ao comportamento dos agentes a fim de conduzí-los a uma finalidade comum.

- Estas restrições podem estar explícitas ou não e os agentes podem ser ou não conscientes delas.
- No caso onde se deseja explicitar a organização (observada ou institucionalizada), como descrevê-la?
- Que noções utilizar (grupos, papéis, tarefas, missões, autoridade, etc.)?
- Qual o significado destas noções?

⇒ **Modelos Organizacionais**

Alguns **modelos** organizacionais

- AALAADIN [[Ferber and Gutknecht, 1998](#)]
- TOVE [[Fox et al., 1998](#)]
- TÆMS [[Prasad et al., 1996](#)]
- MOISE [[Hannoun et al., 2000](#), [Hannoun, 2002](#)]

Modelo \mathcal{MOISE}^+

- **Especificação** organizacional
 - ★ **Estrutura**: o que os agentes **podem** fazer
 - ★ **Funcionamento**: **como** os agentes podem fazer
 - ★ **Deontica**: o que os agentes **devem** fazer
- **Entidade** organizacional
 - ★ Um conjunto de agentes que adora a especificação.

Dimensão Estrutural

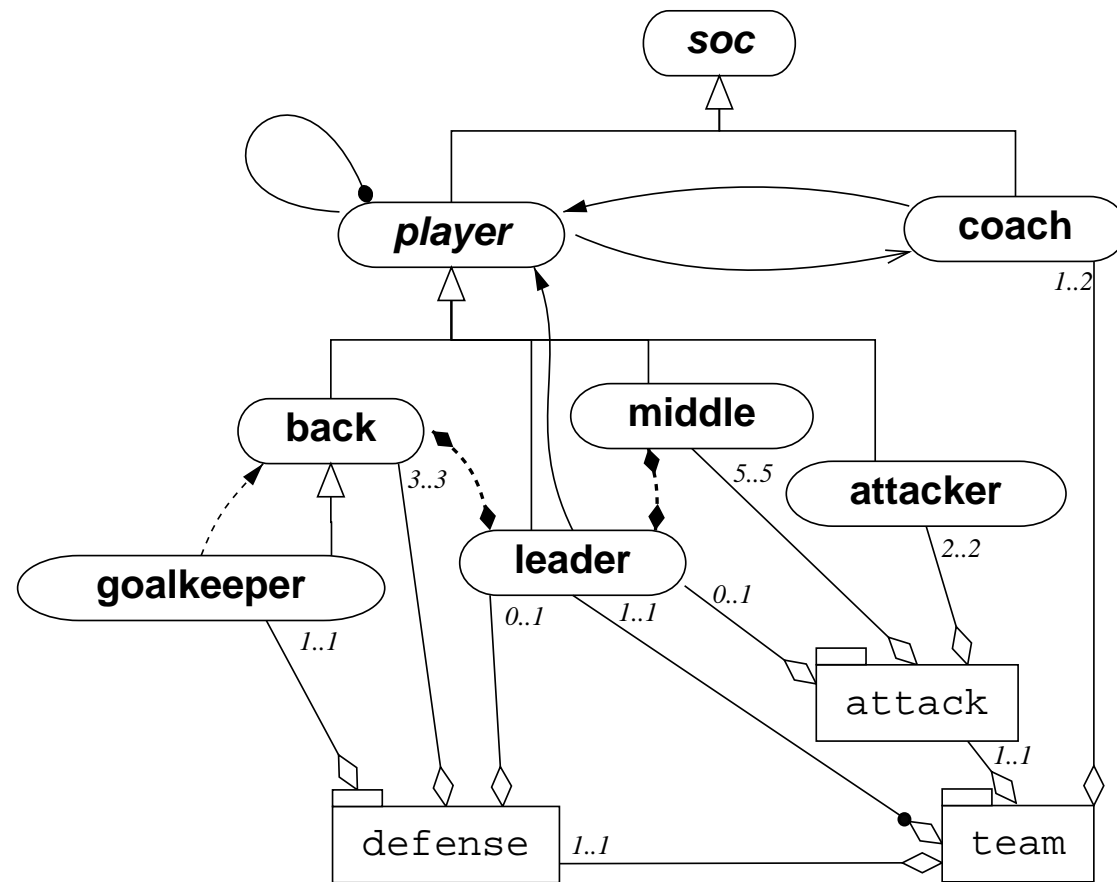
- **Papel**: conjunto de restrições comportamentais que **um agente** aceita quanto entra em um grupo
 - ★ em relação a outros agentes (exemplo: autoridade) e

Dimensão Estrutural

- **Papel**: conjunto de restrições comportamentais que **um agente** aceita quanto entra em um grupo
 - ★ em relação a outros agentes (exemplo: autoridade) e
 - ★ em relação a tarefas comuns (objetivos globais)

Dimensão Estrutural

- **Papel**: conjunto de restrições comportamentais que **um agente** aceita quanto entra em um grupo
 - ★ em relação a outros agentes (exemplo: autoridade) e
 - ★ em relação a tarefas comuns (objetivos globais)
- A especificação estrutural é feita em três níveis
 - ★ individual: definição dos papéis
 - ★ social: ligação entre papéis
 - ★ coletiva: agrupamento de papéis



Organizational Entity (structure 3-5-2)

Marcos goalkeeper

Lucio back
Edmilson back
Roque Jr. back

Cafu leader

Gilberto Silva middle

Juninho

Ronaldinho

Roberto Carlos

Ronaldo

Rivaldo attacker

Key

Structure

inheritance:

composition: *min..max*

sub-groups scope:

role

Abs Role

links intra-group inter-group

acq

com

aut

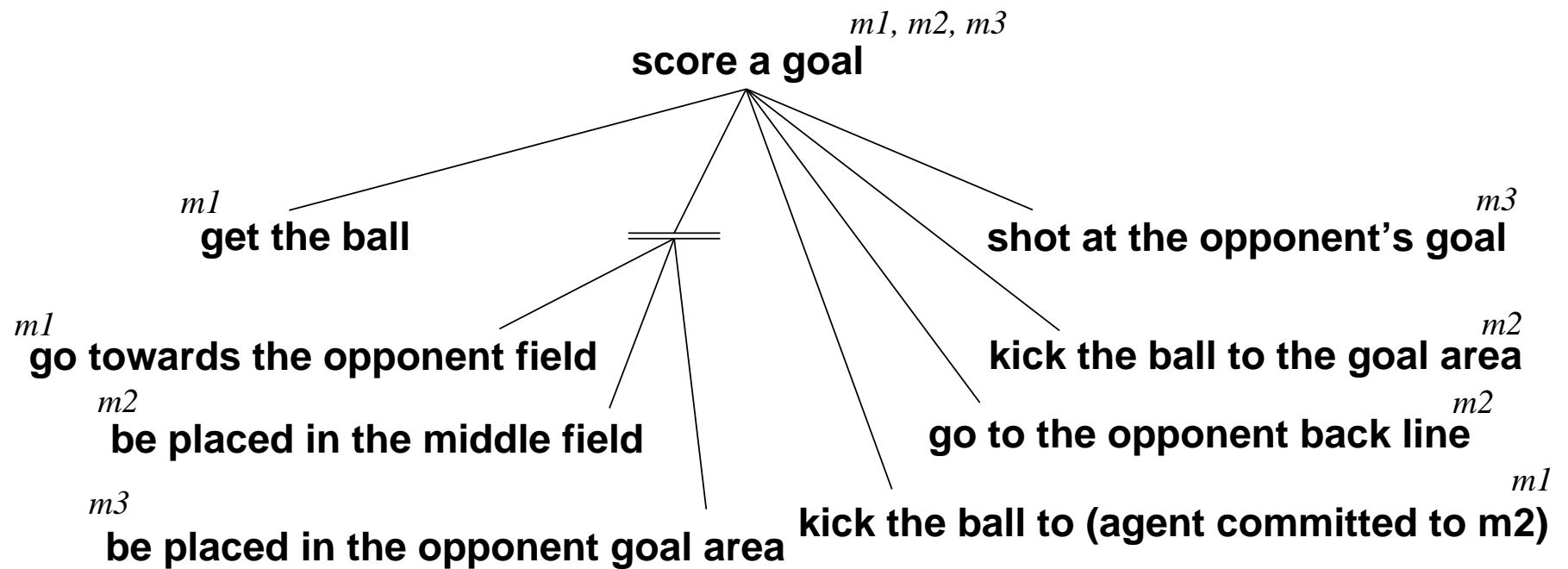
compat

Dimensão funcional

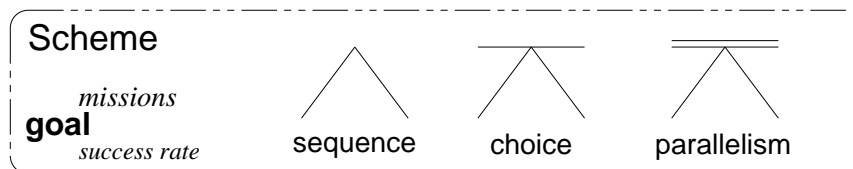
A especificação funcional define o conjunto de **esquemas** que um SMA utiliza para alcançar suas **metas globais**.

Esquemas sociais = (**planos** + **missões**)

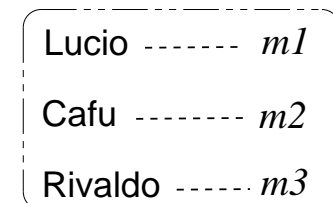
- Os planos relacionam a satisfação de super-metas à satisfação sub-metas. (**coordenação**)
- As missões são conjuntos de metas às quais um agente se compromete.



Key



Organizational Entity



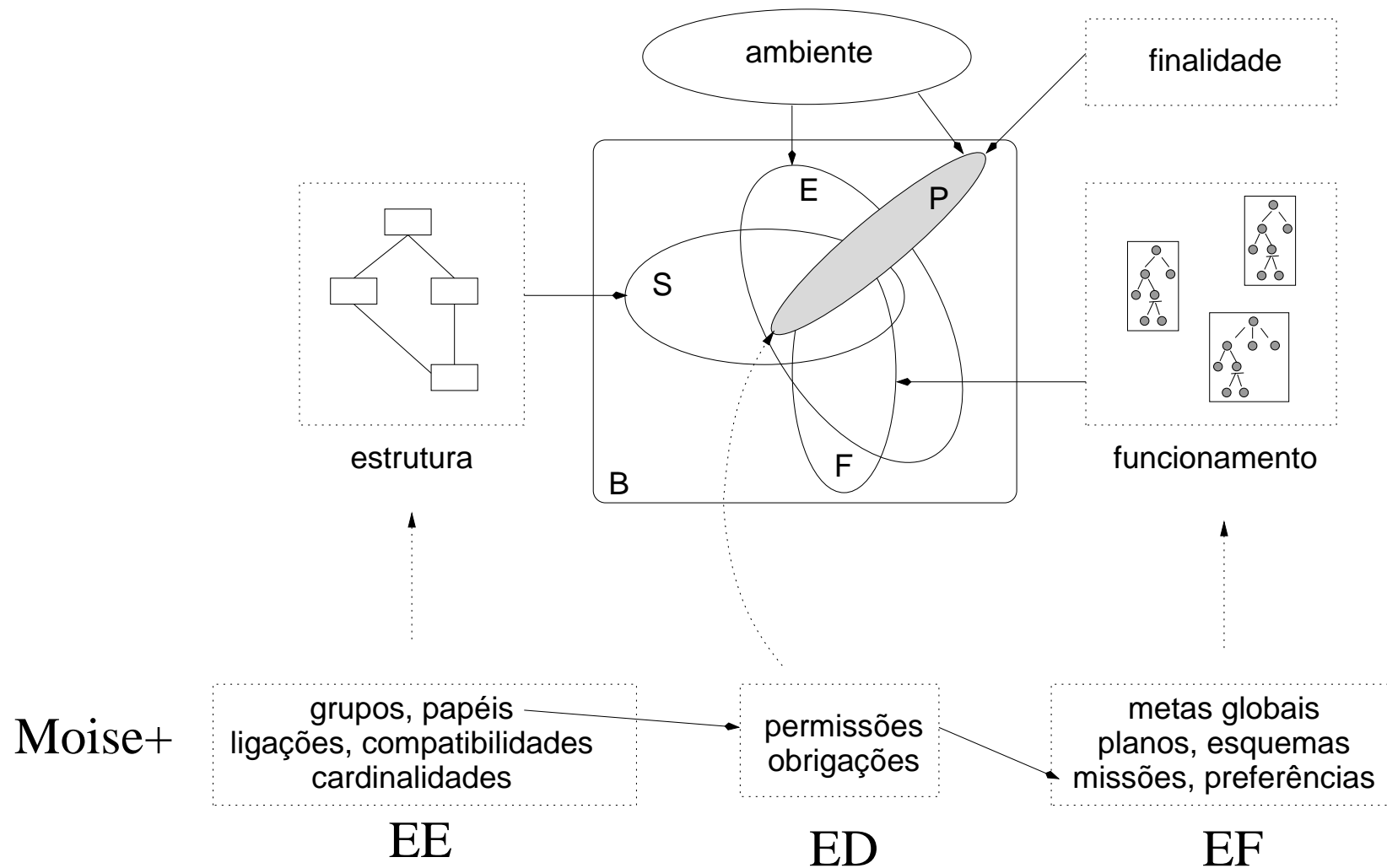
Dimensão deôntica

A relação entre estrutura e funcionamento é estabelecida no nível individual: papel \rightarrow missão

- tipo: permissão ou obrigação
- restrições temporais

<i>Papel</i>	<i>Relação deôntica</i>	<i>Missão</i>
back	<i>per</i>	m_1
middle	<i>obl</i>	m_2
attacker	<i>obl</i>	m_3

Visão geral do MOISE^+



Principais **propriedades** do modelo MOISE^+

O modelo MOISE^+ apresenta uma concepção de como a organização contribui para a finalidade do SMA: restringindo os comportamentos dos agentes através de uma estrutura de ligações entre papéis e um conjunto de planos globais.

- i)* Não se pretende especificar os agentes e nem estabelecer um arquitetura para eles.
- ii)* A noção de papel do modelo MOISE^+ permite conceber um papel com as seguintes características:
 - a) coletivo
 - b) normativo
- iii)* Permite a especificação dos aspectos organizacionais (papéis, planos, ...) de forma **independente**.

Reorganização de SMA

Escopo da reorganização

- A reorganização é um processo que altera a **especificação** ou a **entidade** organizacional.

Escopo da reorganização

- A reorganização é um processo que altera a **especificação** ou a **entidade** organizacional.
- Escopo:
 - ★ **Entidade**: mudanças no número de missões e papéis assumidos pelos agentes. [Glaser and Morignot, 1997] [Ishida et al., 1992]
 - ★ **Especificação**: mudanças no “tipo” da organização, nas dimensões
 - * estrutural [Strugeon, 1995] [Stone and Veloso, 1999]
 - * funcional [Horling et al., 2001] [So and Durfee, 1993]
 - * deôntica

Formas de reorganização

- Estática
 - ★ Pré-definida [[Stone and Veloso, 1999](#)]

Formas de reorganização

- Estática
 - ★ Pré-definida [[Stone and Veloso, 1999](#)]
- Dinâmica
 - ★ Emergente

Formas de reorganização

- Estática
 - ★ Pré-definida [Stone and Veloso, 1999]
- Dinâmica
 - ★ Emergente
 - ★ Controlada
 - em geral com as seguintes etapas
 - * **monitoramento** da sociedade
 - * **projeto** de propostas de novas organizações
 - * **seleção** de uma proposta
 - * **implementação** da proposta
 - que podem ser realizadas de forma
 - * endógena (centralizada ou distribuída)
 - * exógena

Reorganização com o \mathcal{MOISE}^+

- Reorganização somente no escopo de especificação.
- Forma
 - ★ controlada com monitoramento, projeto, seleção e implementação;
 - ★ endógena e
 - ★ distribuída.
- Sociedade centrada na organização com alguns agentes capazes de representar a organização.

Abordagem

Utilização do modelo \mathcal{MOISE}^+ para especificar o processo de reorganização

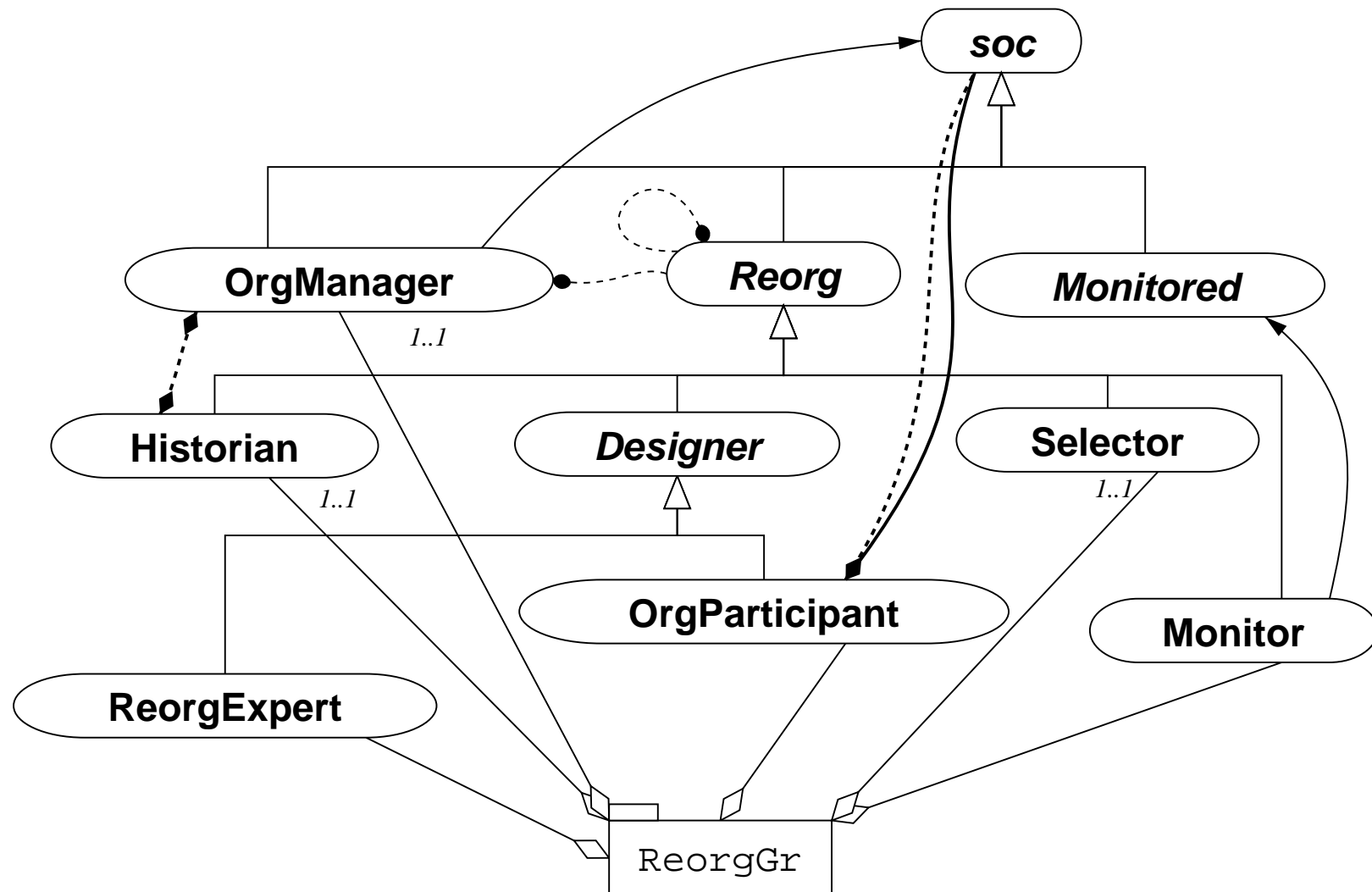
- definir o processo de reorganização como um **plano global** (reorganização controlada) que tem um **grupo** responsável.
- a especificação desta estrutura e de seu funcionamento será feita por meio do próprio \mathcal{MOISE}^+

Abordagem

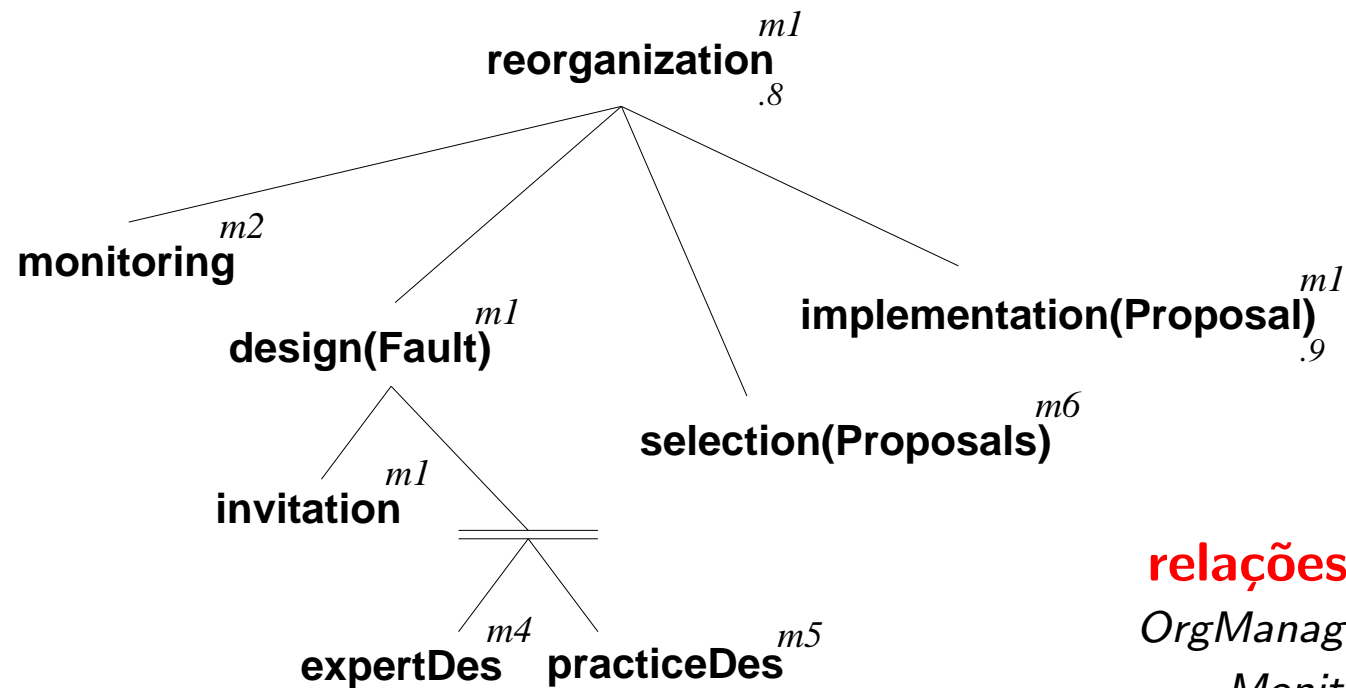
Utilização do modelo MOISE^+ para especificar o processo de reorganização

- definir o processo de reorganização como um **plano global** (reorganização controlada) que tem um **grupo** responsável.
- a especificação desta estrutura e de seu funcionamento será feita por meio do próprio MOISE^+
 - ★ criando a **organização responsável pelo processo de reorganização**

Grupo de reorganização



Esquema de reorganização



relações deônticas:

$OrgManager \rightarrow obl(m_1)$
 $Monitor \rightarrow obl(m_2)$
 $ReorgExpert \rightarrow obl(m_4)$
 $OrgParticipant \rightarrow per(m_5)$
 $Selector \rightarrow per(m_6)$

Estudos de Caso: E-Alliance e JOJTEAM

E-Alliance

O projeto E-Alliance tem por **objetivo** fornecer o suporte computacional necessário às atividades de colaboração e negociação entre diferentes participantes de uma aliança inter-empresarial.

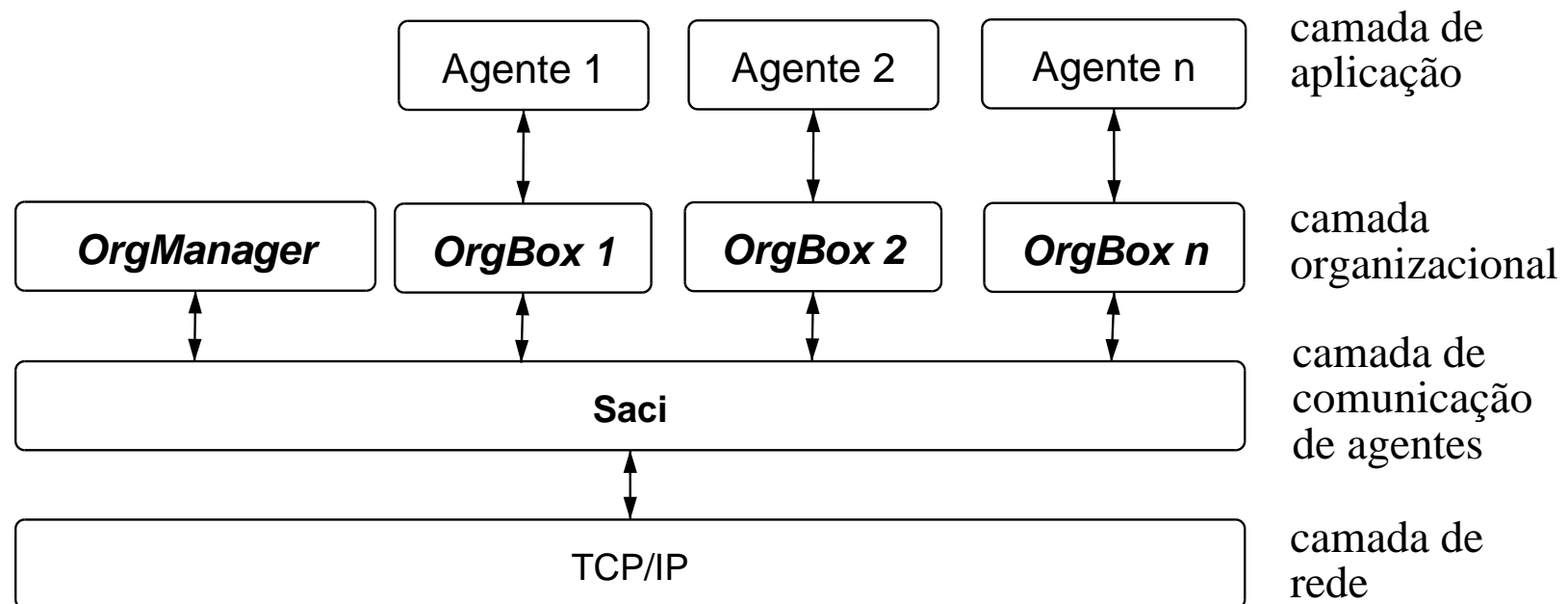
Configuração de reorganização

- Monitoramento: por mudança de objetivos.
- Projeto: a partir de um banco de dados de especificações.
- Seleção: por votação.

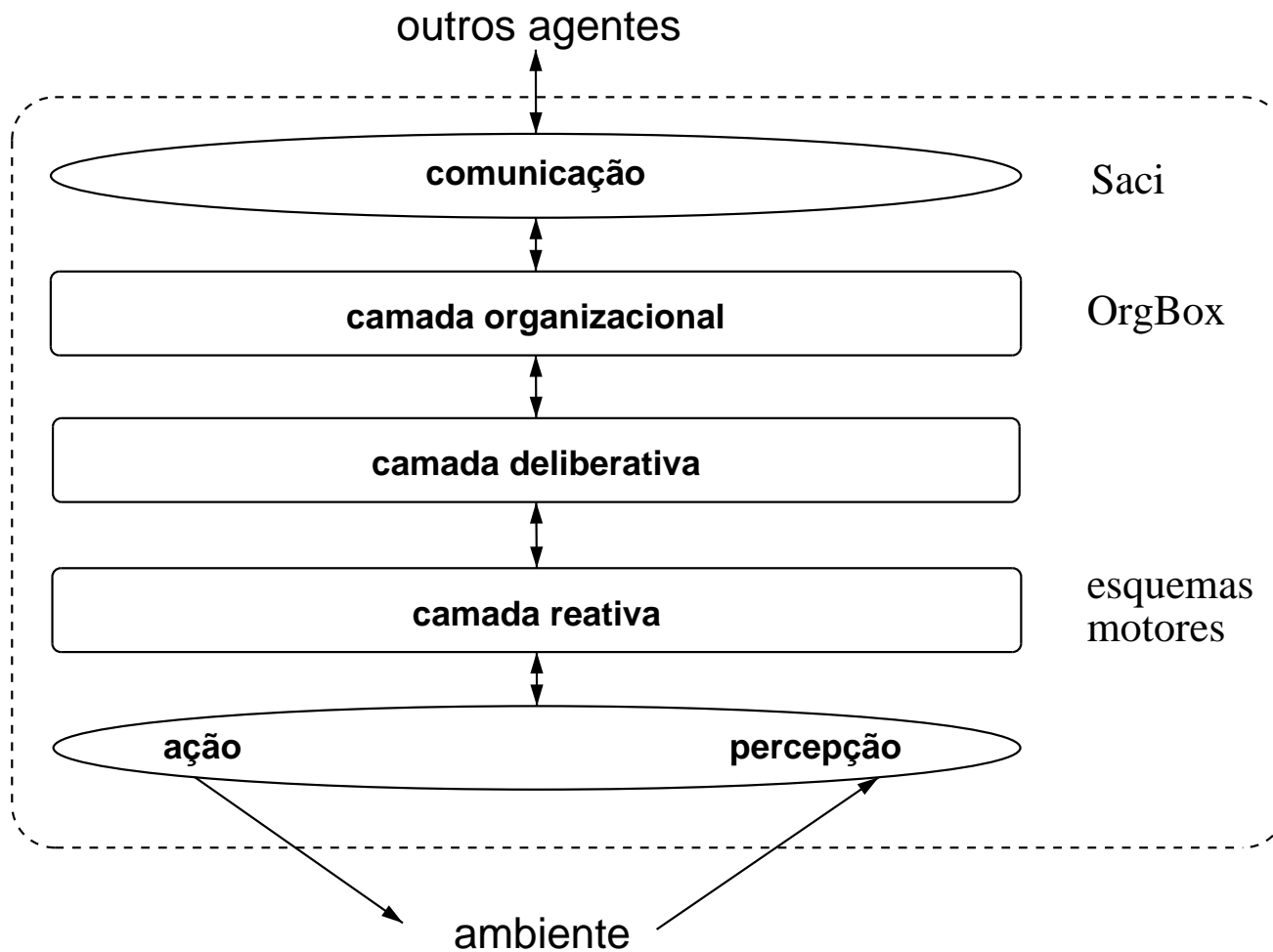
Futebol de Robôs



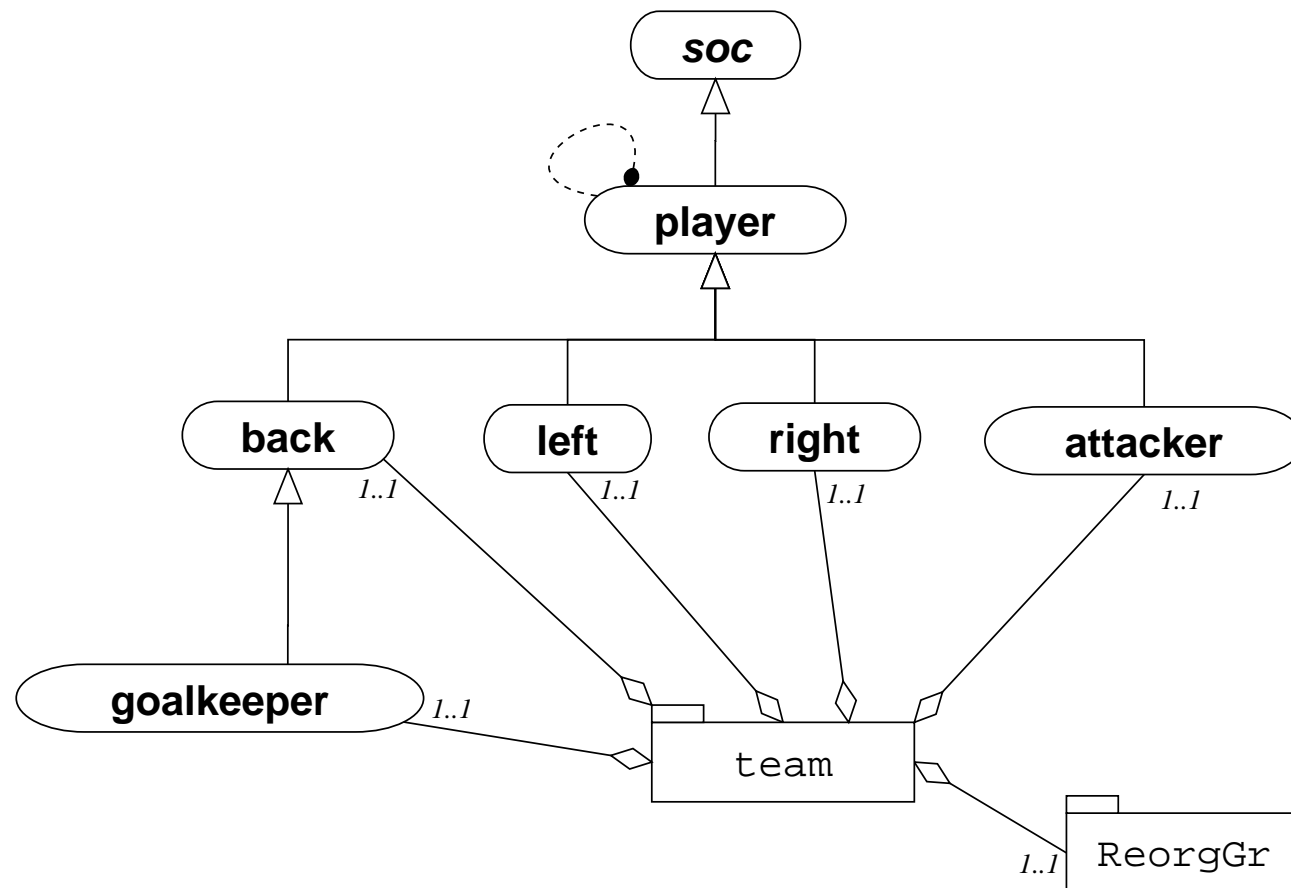
Arquitetura do sistema

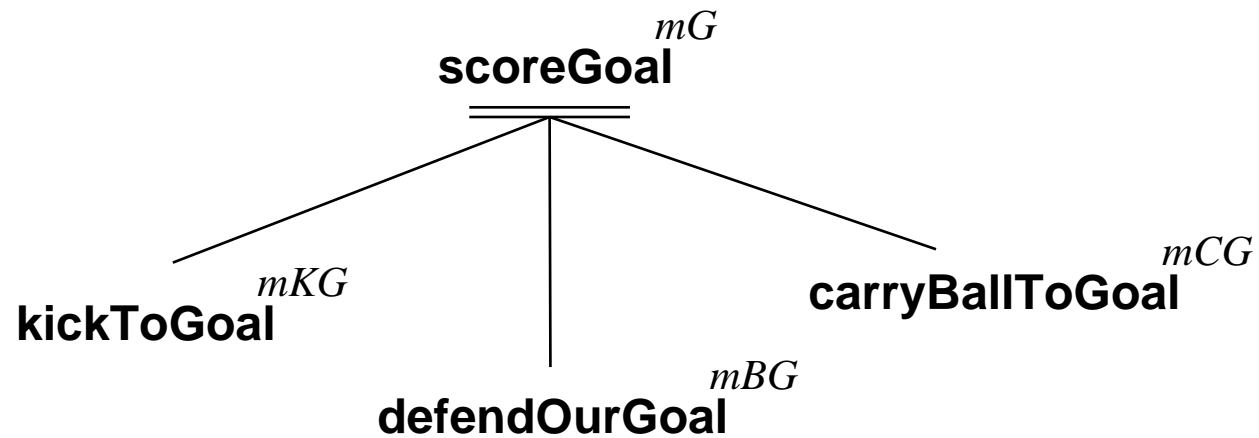


Arquitetura dos Agentes



Organização **inicial** do time





papel	relação deôntica	missão
<i>back</i>	<i>obl</i>	<i>mKG</i>
<i>left</i>	<i>obl</i>	<i>mCG</i>
<i>right</i>	<i>obl</i>	<i>mCG</i>
<i>attacker</i>	<i>obl</i>	<i>mCG</i>
<i>goalkeeper</i>	<i>obl</i>	<i>mBG</i>

Configuração de reorganização

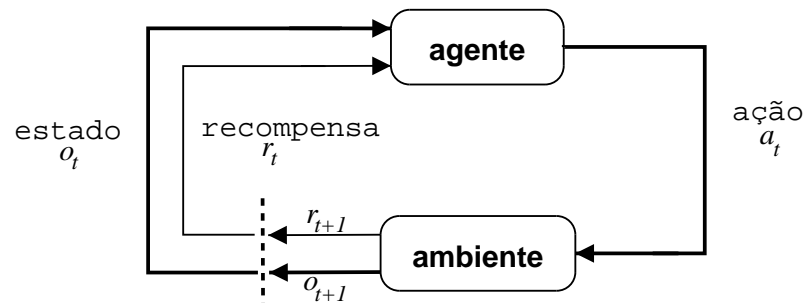
- Monitoramento: a cada n ciclos de simulação.

Configuração de reorganização

- Monitoramento: a cada n ciclos de simulação.
- Projeto
 - ★ Projetista 1x1x3
 - ★ Projetista 1x3x1
 - ★ Projetista 4x1
 - ★ Projetista Ramdom
 - ★ Projetista Flex
 - ★ Projetista UnFlex
 - ★ Projetista FlexGolie
 - ★ Projetista UnFlexGolie
 - ★ Projetista newDS

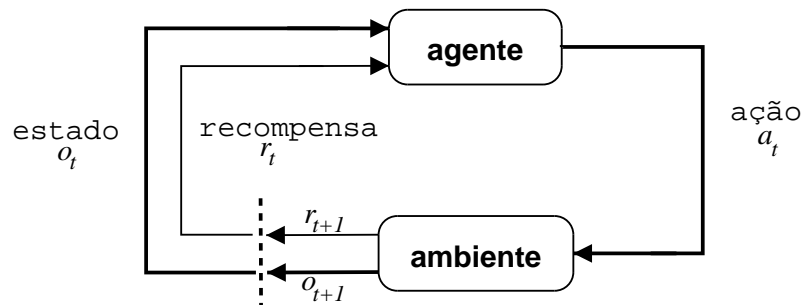
Seleção de propostas — aprendizado por reforço

- A cada reorganização
 - ★ o *Selector* percebe o ambiente corrente,
 - ★ executa uma ação,
 - ★ tal ação altera o ambiente, e
 - ★ a decisão estabelece uma recompensa.



Seleção de propostas — aprendizado por reforço

- A cada reorganização
 - ★ o *Selector* percebe o ambiente corrente,
 - ★ executa uma ação,
 - ★ tal ação altera o ambiente, e
 - ★ a decisão estabelece uma recompensa.
- O objetivo do agente é ir melhorando seu processo de decisão procurando maximizar as recompensas.
- Q-Learning
[Sutton and Barto, 1998]
 - ★ Estado: tempo + placar
 - ★ Ações: escolher uma proposta
 - ★ Recompensa: diferença de gols



Implantação da proposta selecionada

A implantação consiste do *OrgManager* executar a proposta de reorganização selecionada na etapa anterior.

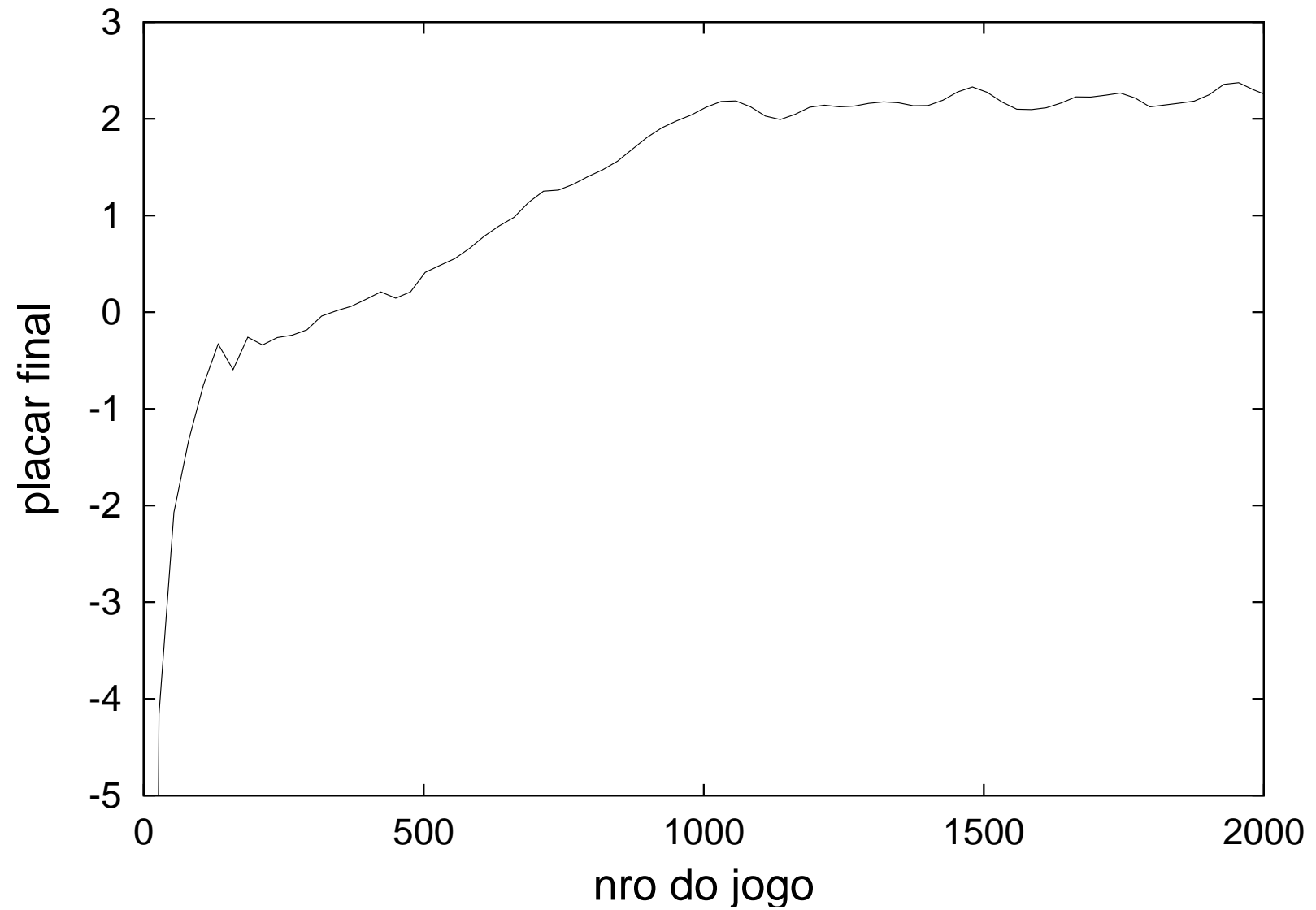
Exemplo de proposta de alteração:

1. criar o papel *attacker* como sub-papel de *player*
2. definir a propriedade 'area' de *attacker* como '-137x40 10x-40'
3. remover todos os papéis do grupo *team*
4. colocar o papel *attacker* no grupo *team*
5. remover todas as obrigações
6. adicionar a missão *mKB* como obrigação de *attacker*

Resultados

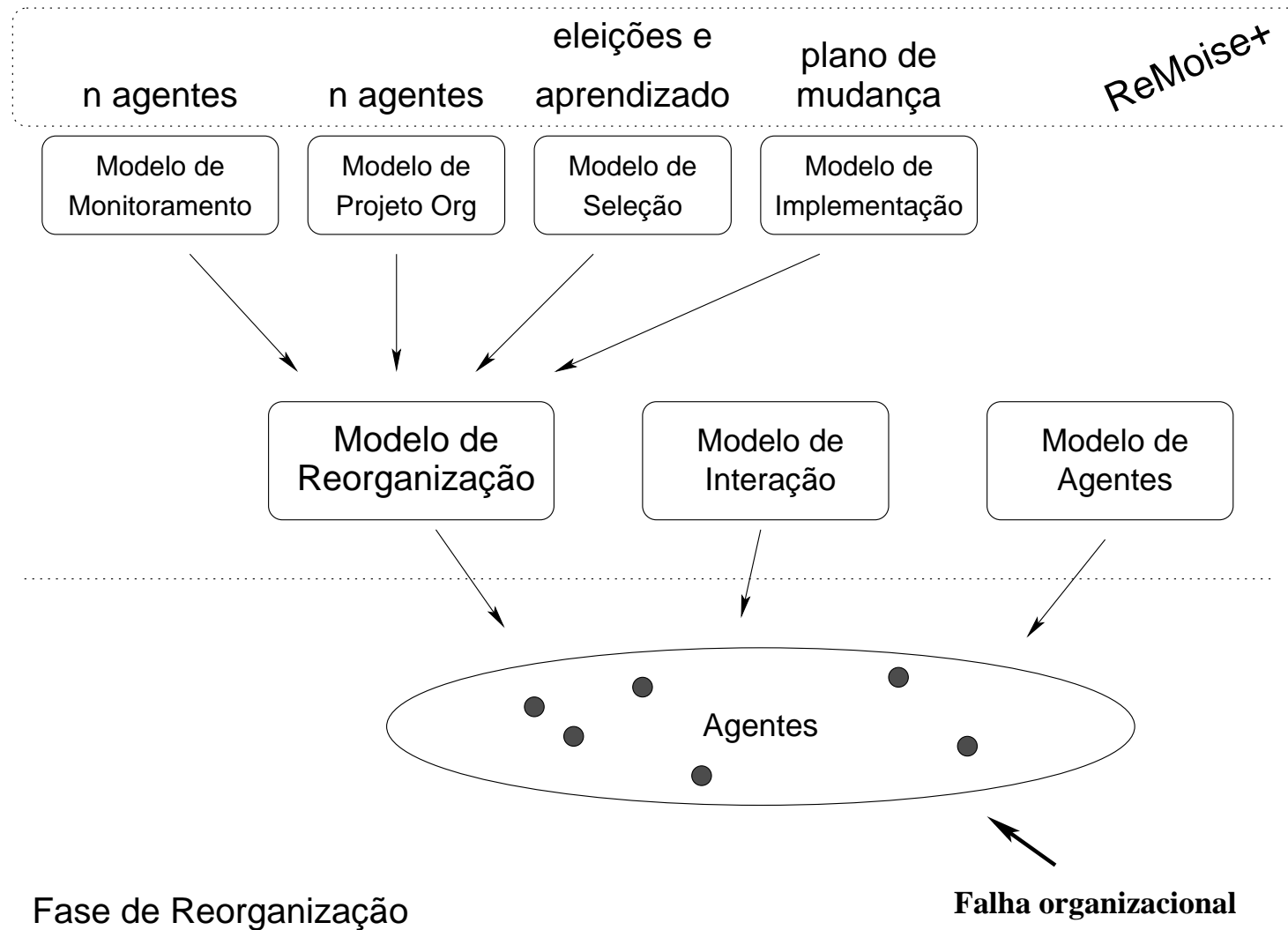
Configuração:

- i)* o TeamBots foi utilizado como simulador dos robôs e do jogo;
- ii)* o SMA funciona segundo o modelo MOISE^+ com uma organização formada por dois grupos, team e ReorgGr;
- iii)* a comunicação entre os agentes é feita com o SACI;
- iv)* o SMA do JOJTEAM é formado por
 - 5 agentes com a arquitetura de jogadores,
 - 9 agentes como projetistas de reorganizações,
 - 1 agente monitor (que inicia 5 reorganizações),
 - 1 agente seletor (que usa o Q-Learning);
- v)* O time oponente é sempre o mesmo: o melhor time que acompanha a distribuição do TeamBots, chamado de DTeam.



estado (tempo, placar)	ação	estado (tempo, placar)	ação
(0,0)	4x1		
(1,-2)	1x3x1	(2,-2)	4x1
(1,-1)	4x1	(2,-1)	4x1
(1,0)	4x1	(2,0)	nochange
(1,1)	unflexGolie	(2,1)	nochange
(1,2)	nochange	(2,2)	flex
(3,-2)	1x1x3	(4,-2)	4x1
(3,-1)	flexGolie	(4,-1)	nochange
(3,0)	1x1x3	(4,0)	flex
(3,1)	4x1	(4,1)	flex
(3,2)	nochange	(4,2)	nochange

Resumo da proposta



Conclusões

Conclusões

Proposta de um modelo de reorganização com as seguintes propriedades:

- Permite alterações na especificação organizacional.

Conclusões

Proposta de um modelo de reorganização com as seguintes propriedades:

- Permite alterações na especificação organizacional.
- Permite alterações limitadas a partes da especificação organizacional.

Conclusões

Proposta de um modelo de reorganização com as seguintes propriedades:

- Permite alterações na especificação organizacional.
- Permite alterações limitadas a partes da especificação organizacional.
- O processo de reorganização está explicitamente definido e disponível para os agentes. Os agentes podem raciocinar e participar do processo de reorganização da mesma forma que participam em qualquer outro esquema.

- O processo é **aberto**.
 - ★ Várias técnicas de monitoramento, projeto, seleção e implantação podem ser utilizadas pela inclusão de agentes na configuração de reorganização.

- O processo é **aberto**.
 - ★ Várias técnicas de monitoramento, projeto, seleção e implantação podem ser utilizadas pela inclusão de agentes na configuração de reorganização.
- Duas propostas de seleção:
 - ★ Votação e
 - ★ Aprendizado

- O processo é **aberto**.
 - ★ Várias técnicas de monitoramento, projeto, seleção e implantação podem ser utilizadas pela inclusão de agentes na configuração de reorganização.
- Duas propostas de seleção:
 - ★ Votação e
 - ★ Aprendizado
- Uma proposta de implementação.

Trabalhos futuros

- Extensões no modelo \mathcal{MOISE}^+
 - ★ ações primitivas para os agentes
 - ★ recursos
 - ★ protocolos de comunicação
 - ★ marcações temporais

Trabalhos futuros

- Extensões no modelo \mathcal{MOISE}^+
 - ★ ações primitivas para os agentes
 - ★ recursos
 - ★ protocolos de comunicação
 - ★ marcações temporais
- Arquitetura de agente organizacional.

Trabalhos futuros

- Extensões no modelo \mathcal{MOISE}^+
 - ★ ações primitivas para os agentes
 - ★ recursos
 - ★ protocolos de comunicação
 - ★ marcações temporais
- Arquitetura de agente organizacional.
- Sistema de penalidades/controle para agentes que não seguem a especificação organizacional.

Trabalhos futuros

- Extensões no modelo MOISE^+
 - ★ ações primitivas para os agentes
 - ★ recursos
 - ★ protocolos de comunicação
 - ★ marcações temporais
- Arquitetura de agente organizacional.
- Sistema de penalidades/controle para agentes que não seguem a especificação organizacional.
- Avaliar o modelo MOISE^+ para visões subjetivas dos agentes.

Trabalhos futuros

- Extensões no modelo MOISE^+
 - ★ ações primitivas para os agentes
 - ★ recursos
 - ★ protocolos de comunicação
 - ★ marcações temporais
- Arquitetura de agente organizacional.
- Sistema de penalidades/controle para agentes que não seguem a especificação organizacional.
- Avaliar o modelo MOISE^+ para visões subjetivas dos agentes.
- Avaliar a utilização do modelo para engenharia de software.

Agradecimentos

- Aos orientadores: Jaime e Olivier
- Às instituições de financiamento: CAPES, CNPq e FURB
- À comunidade open-source
- Aos colegas do LTI
- À família

Referências

- [Ferber and Gutknecht, 1998] Ferber, J. and Gutknecht, O. (1998). A meta-model for the analysis and design of organizations in multi-agents systems. In Demazeau, Y., editor, *Proceedings of the 3rd International Conference on Multi-Agent Systems (ICMAS'98)*, pages 128–135. IEEE Press.
- [Fox et al., 1998] Fox, M. S., Barbuceanu, M., Gruninger, M., and Lon, J. (1998). An organizational ontology for enterprise modeling. In Prietula, M. J., Carley, K. M., and Gasser, L., editors, *Simulating Organizations: Computational Models of Institutions and Groups*, chapter 7, pages 131–152. AAAI Press / MIT Press, Menlo Park.
- [Glaser and Morignot, 1997] Glaser, N. and Morignot, P. (1997). The reorganization of societies of autonomous agents. In Boman, M. and de Velde, W. V., editors, *Multi-Agent Rationality*, LNAI 1237, pages 98–111, Berlin. Springer.
- [Hannoun, 2002] Hannoun, M. (2002). *MOISE: un modèle organisationnel pour les systèmes multi-agents*. Thèse (doctorat), École Nationale Supérieure des

Mines de Saint-Etienne.

- [Hannoun et al., 2000] Hannoun, M., Boissier, O., Sichman, J. S., and Sayettat, C. (2000). MOISE: An organizational model for multi-agent systems. In Monard, M. C. and Sichman, J. S., editors, *Proceedings of the International Joint Conference, 7th Ibero-American Conference on AI, 15th Brazilian Symposium on AI (IBERAMIA/SBIA'2000), Atibaia, SP, Brazil, November 2000*, LNAI 1952, pages 152–161, Berlin. Springer.
- [Horling et al., 2001] Horling, B., Benyo, B., and Lesser, V. (2001). Using self-diagnosis to adapt organizational structures. In *Proceedings of the 5th International Conference on Autonomous Agentes (Agents' 01)*.
- [Ishida et al., 1992] Ishida, T., Gasser, L., and Yokoo, M. (1992). Organization self-design of distributed production systems. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 4(2):123–134.
- [Prasad et al., 1996] Prasad, M. N., Decker, K., Garvey, A., and Lesser, V. (1996). Exploring organizational design with TÆMS: A case study of distributed data processing. In Ishida, T., editor, *Proceedings of the 2nd International Conference on Multi-Agent Systems (ICMAS'96)*, pages 283–290. AAAI Press.
- [So and Durfee, 1993] So, Y. and Durfee, E. H. (1993). An organizational self-design model for organizational change. In *Proceedings of AAAI93*

Workshop on AI and Theories of Groups and Organizations.

- [Stone and Veloso, 1999] Stone, P. and Veloso, M. M. (1999). Task decomposition and dynamic role assignment for real-time strategic teamwork. In Müller, J. P., Singh, M. P., and Rao, A. S., editors, *Proceedings of the 5th International Workshop Agent Theories, Architectures, and Languages (ATAL-98)*, LNCS 1555, pages 293–308, Berlin. Springer.
- [Strugeon, 1995] Strugeon, E. L. (1995). *Une Méthodologie d'Auto-Adaptation d'un Système Multi-Agents Cognitifs*. Thèse (doctorat), Iniversié de Valenciennes et du Haut-Cambrésis, Valenciennes, France.
- [Sutton and Barto, 1998] Sutton, R. S. and Barto, A. G. (1998). *Reinforcement Learning: An Introduction*. Bradford, Cambridge.

Exemplo do especificação de **projetista**

procedure buildReorgPlan

% foco na EE

if não existe a definição do papel *back* **then**

 incluir no plano “criar o papel *back* como sub-papel de *player*”

end if

incluir no plano “definir a propriedade ‘area’ de *back* como ‘-137x40 10x-40’ ”

if não existe a definição do papel *goalkeeper* **then**

 incluir no plano “criar o papel *goalkeeper* como sub-papel de *back*”

end if

incluir no plano “definir a propriedade ‘area’ de *goalkeeper* como ‘-137x25
-125x-25’ ”

if não existe a definição do papel *attacker1* **then**

 incluir no plano “criar o papel *attacker1* como sub-papel de *player*”

end if

incluir no plano “definir a propriedade ‘area’ de *attacker1* como ‘20x40
137x-40’ ”

idem para *attacher2* e *attacker3*

incluir no plano “remover todos os papéis do grupo *team*”
incluir no plano “adicionar o papel *goalkeeper* no grupo *team*”
incluir no plano “adicionar o papel *back* no grupo *team*”
incluir no plano “adicionar o papel *attacker1* no grupo *team*”
incluir no plano “adicionar o papel *attacker2* no grupo *team*”
incluir no plano “adicionar o papel *attacker3* no grupo *team*”

% foco na EF

incluir no plano “remover todas as obrigações”
incluir no plano “adicionar a missão *mBG* como obrigação de *goalkeeper*”
incluir no plano “adicionar a missão *mKB* como obrigação de *back*”
incluir no plano “adicionar a missão *mKB* como obrigação de *attacker1*”
incluir no plano “adicionar a missão *mKB* como obrigação de *attacker2*”
incluir no plano “adicionar a missão *mKB* como obrigação de *attacker3*”

returnplano de reorganização