

Introdução da Dimensão Dialógica no Moise+, com Aplicação na Modelagem de Processos de Gestão em uma Universidade Comunitária

A. Hübner¹, A.C.R. Costa², G.P. Dimuro², V.L.D. Mattos³, S.S. Hernandez¹ & M.M. Lange¹

¹Centro Politécnico, Universidade Católica de Pelotas
Rua Felix da Cunha 412, 96010-000 Pelotas - RS - BRASIL

²PPGMC - Centro de Ciências Computacionais, Universidade Federal do Rio Grande
Av. Itália km 08, Campus Carreiros, 96201-900 Rio Grande - RS - BRASIL

³DEMAT, Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
BR-465 km 7, 32890-000 Seropédica, Rio de Janeiro - RJ - BRASIL

{ale.hubner | ac.rocha.costa | gracaliz | viviane.leite.mattos}@gmail.com

Abstract

Several proposals have been presented for modeling the organization of multiagent systems. One of them is MOISE+, which specifies three dimensions: the structural dimension, which defines roles and links of inheritance and groups; the functional dimension, which specifies a set of global plans and missions for the goals to be achieved; and the deontic dimension, which is responsible for assigning obligations and permissions to roles with respect to missions. The aim of this work is to introduce a fourth dimension in the MOISE+ model, focused in the communication between roles. For that, the model MOISE+ will be extended with a dialogic dimension that defines the protocols used for role communication. In order to interlink this new dimension to the MOISE+ model, new relations will be added to the deontic specification, which is responsible for indicating which protocols should or could be used to achieve the goals that constitute the roles' missions. The use of the extended model is illustrated with a case study of the process of the creation of a graduate course in a community university.

Keywords: multiagent systems, organization models, MOISE+, dialogical dimension, role communication protocols, modeling of management processes

1. INTRODUÇÃO

O objetivo principal dos *Sistemas Multiagentes* (SMA) é prover mecanismos para a criação de sistemas computacionais a partir de entidades de software autônomas, denominadas agentes, que interagem na resolução de problemas [18, 21, 22]. Um agente é autônomo quando sua existência e funcionamento independe dos demais agentes, mas respeita as restrições comportamentais que seu grupo estabelece.

Os sistemas SMA tem como principal característica a coletividade e não um único indivíduo, e, desta forma, passa-se o foco para a forma de interação entre as entidades que formam o sistema e para a sua organização [7].

Um dos grandes desafios da área de sistemas computacionais complexos foi conseguir criar mecanismos genéricos para que a coordenação dos agentes funcionasse de forma adequada e eficiente.

Observa-se que a *comunicação* é o principal instrumento dos agentes para coordenarem as suas ações. A interação de agentes pode ser de forma *direta* (por meios de comunicação) ou *indireta* (por meio do próprio ambiente) [22].

Uma organização de SMA pode ser vista como um conjunto de restrições adotadas por um grupo de agentes

para que possam atingir seus objetivos mais facilmente.

Os modelos de organização desenvolvidos na área de sistemas multiagentes podem ser analisados conforme uma variedade de dimensões, tais como as dimensões estrutural, dialógica, funcional, normativa e ontológica. [3]

O modelo organizacional MOISE+ [16, 17, 18] contempla a especificação de três dimensões: a *estrutural*, preocupada com a definição dos papéis e ligações de heranças e grupos; a *funcional*, onde é estabelecido um conjunto de planos globais e missões para que as metas sejam atingidas; e a *deontica*, que é responsável pela definição de qual papel tem obrigação ou permissão para realizar cada missão.

O MOISE+ foi influenciado de forma direta pelo modelo anterior, o modelo MOISE [12]. O MOISE+ acrescentou vários atributos ao modelo MOISE, mas terminou abandonando componentes que especificavam a comunicação dos papéis. Essas modificações simplificaram o modelo permitindo focalizar alguns componentes organizacionais, no caso a estrutura, o funcionamento e as obrigações.

Entretanto, observa-se que, no nível da organização do SMA, a especificação das interações entre papéis pode ser uma ferramenta para regular as interações entre os agentes que assumem tais papéis. Assim, da mesma forma que a comunicação entre agentes é fundamental para possibilitar a interação entre eles, tem-se a *comunicação entre papéis* é um mecanismo de interação no nível organizacional que vai regular a comunicação entre os agentes que assumirem tais papéis. Isso torna-se particularmente importante em algumas tipos de organizações onde os processos que nela ocorrem envolvem um fluxo intenso de comunicação entre os papéis e/ou entre grupos e subgrupos de papéis.

Um exemplo de tal tipo de organização é uma universidade sob o ponto de vista de seus processos de gestão, dirigidos principalmente pela comunicação entre os papéis, tais como, *reitor, diretor de centro, coordenador de curso, professor, secretária*, ou entre grupos de papéis (por exemplo: *reitoria, corpo docente, conselho universitário, comissão científica, conselho de centro, núcleo de pesquisa*, etc.), ou entre sub-grupos (como os *grupos de pesquisa* de um *núcleo de pesquisa*).

Em [14], foi realizada a modelagem conceitual da organização de uma universidade particular comunitária e de seus processos de gestão, onde essas particularidades foram evidenciadas. Mais especificamente, em [15], utilizou-se o modelo organizacional MOISE+ para uma tentativa de modelar a organização de um sistema multiagente para simulação dos processos de gestão de cursos de especialização no contexto deste tipo de universidade, onde então percebeu-se a necessidade de especificar a *comunicação entre papéis* identificados na organização.

Assim, este trabalho apresenta a proposta da introdu-

ção de uma *dimensão dialógica* no modelo MOISE+, focada na comunicação entre papéis no nível da organização de um sistema multiagente, e não na comunicação entre agentes no nível da população, como é freqüente (cf. [1]). Apresenta-se também um estudo de caso, relativo ao processo de criação de um curso de especialização em uma universidade particular comunitária.

Este artigo está organizado como descrito a seguir. A Seção 2 discute os conceitos de interação e comunicação em SMA. Na Seção 3, apresentam-se os principais conceitos sobre organização de SMA, focando no modelo MOISE+. A Seção 4 aborda o problema da interação no nível da organização de sistema multiagente, introduzindo a proposta da dimensão dialógica que estende o modelo MOISE+ para permitir a especificação da comunicação entre papéis. Na Seção 5, apresenta-se um estudo de caso sobre o processo de criação de um curso de especialização em uma universidade, que se mostrou interessante por apresentar uma organização onde há um grande fluxo de comunicação entre os papéis envolvidos. A Seção 6 é a Conclusão.

2. INTERAÇÃO E COMUNICAÇÃO EM SISTEMAS MULTIAGENTES

Para atingir sua metas, os agentes geram planos que guiam suas atividades e ações, as quais podem ser seqüenciais, escolhas ou paralelas.

Denomina-se *interação* entre agentes ou entre agente/ambiente uma seqüência de trocas de informações, que pode ser realizada de forma direta ou de modo indireto.

A interação entre agentes tem dois fins principais:

1. a partilha do conhecimento, informação, crenças ou planos com outros agentes; e
2. a sincronização de atividades entre agentes.

As interações instrumentalizam as ações de coordenação de dois ou mais agentes, propiciando a um grupo de agentes inteligentes combinarem seus esforços na busca de solução para problemas distribuídos.

A *comunicação* é o processo de transmissão de mensagens que permite que os agentes em um sistema multiagente realizem interações que servirão de base para ordenar suas ações e realizar a cooperação.

Algumas especificações de Linguagem de Comunicação de Agentes (LCA) [9] foram propostas com o objetivo de viabilizar a comunicação entre agentes desenvolvidos em projetos diferentes.

Existem várias linguagens definidas no âmbito da comunicação em SMA, para serem usadas em diferentes níveis de abstração do mecanismo de comunicação. Dentre as mais utilizadas destacam-se o KQML [19], KIF [11] e o FIPA ACL [9], que se baseia nas duas primeiras. Neste

trabalho, serão empregados alguns dos parâmetros utilizados nestas linguagens, em especial a FIPA ACL, que é um padrão que tem grande aceitação.

A base de comunicação entre agentes, no padrão FIPA ACL (Agent Communication Language), é o uso de atos comunicativos definidos por performativas, como *request*, *inform* ou *refuse*, que indicam o tipo de mensagem que está sendo transmitida e que são independentes do conteúdo da mensagem.

O fornecimento do conteúdo da mensagem juntamente com a performativa associada constitui um envelope bem especificado que é denominado de Envelope da Linguagem de Comunicação de Agentes, ou Envelope ACL. É pela ACL que se especificam os mecanismos necessários para adicionar contexto ao conteúdo das mensagens e ao ato comunicativo, tais como identificar o emissor e o receptor, a linguagem de conteúdo e o protocolo de interação da mensagem, entre outros [9]. Graças a uma ACL, agentes de sistemas heterogêneos conseguem se comunicar, uma vez que a definição da ACL é uma definição abstrata e bastante genérica.

3. ORGANIZAÇÃO DE SMA

A *organização* de um SMA é definida por [10] como um padrão descrevendo como os seus membros se relacionam e interagem para atingir um fim comum. É um conceito essencial na estruturação de uma comunidade de agentes computacionais inteligentes [3, 6].

A necessidade da organização do sistema decorre das demandas por coordenação das atividades dos agentes, que é um pré-requisito básico para a obtenção de um comportamento coerente e efetivo, tanto no nível individual quanto no nível global do sistema.

A organização de um SMA consiste em um grupo de agentes que:

- desempenham papéis, uns para os outros;
- possuem compromissos mútuos e globais;
- compartilham de crenças comuns;
- realizam intenções conjuntas, no sentido de atingir um mesmo objetivo;
- utilizam-se de um mecanismo de interação para se relacionarem.

3.1. MODELOS ORGANIZACIONAIS

Os modelos organizacionais ajudam a visualizar de forma mais ou menos abstrata a estrutura e o funcionamento da organização de um SMA, procurando prever soluções que facilitem à organização atingir os seus objetivos.

A Figura 1, extraída de [20], mostra dois tipos básicos de organizações de sistema multiagente: uma que possui a visão centrada nos agentes e a outra na organização. Quando a *visão é centrada nos agentes*, o observador não

tem acesso a uma descrição da organização, por ela ser interna aos agentes, podendo apenas acompanhar os comportamentos destes e, a partir deles, criar uma visão subjetiva da organização. Já na visão *centrada na organização*, o observador poder contar com um descrição explícita da organização, por ela ser externa aos agentes.

A descrição explícita da organização de um sistema multiagente, necessária na visão centrada na organização, é feita segundo um modelo organizacional, que determina como a organização é constituída [20]. A seguir, apresenta-se uma breve descrição de alguns modelos clássicos. Para uma comparação entre esses modelos através de exemplos veja também [2].

Modelo AALAADIN. Proposto por [8], tem o ponto de vista centrado na organização, e a organização é definida como um conjunto de grupos que possuem uma determinada estrutura. Cada grupo contém um conjunto de papéis necessários ao seu funcionamento e um conjunto de agentes membros. Os papéis são representações abstratas para as funções que os agentes disponibilizam. A arquitetura interna dos agentes é isenta de qualquer tipo de restrição. Um agente é considerado simplesmente como uma entidade ativa e comunicativa que assume papéis nos grupos onde é membro. Este modelo pode ser utilizado tanto para sociedades *Tipo OR* (o sistema possui uma organização, mas os agentes não têm capacidade para conhecer tal organização), quanto *Tipo OC* (os agentes podem tanto conhecer a organização institucionalizada quanto a organização observada). Essa propriedade é comum entre os modelos que seguem a visão centrada na organização.

Metodologia GAIA. A metodologia GAIA [21] tem aplicabilidade a um grande conjunto de sistemas multiagentes, além de lidar com aspectos de nível macro (sociedade) e de nível micro (agente) dos sistemas. É baseada na visão de que um SMA se comporta como uma organização computacional que consiste de vários papéis interagindo. Ela permite que um analista vá sistematicamente do estabelecimento de requisitos até um projeto que seja suficientemente detalhado a ponto de ser implementado diretamente, utilizando parte da terminologia e notação da análise e projeto orientados a objetos. Nesta metodologia, um papel é caracterizado por:

- Responsabilidade: funções que o agente deve realizar para o sistema, definidas por meio de atividades e protocolos;
- Permissões: para utilização de recursos;
- Atividades: ações que o agente pode realizar;
- Protocolos: como o agente deve interagir com os demais.

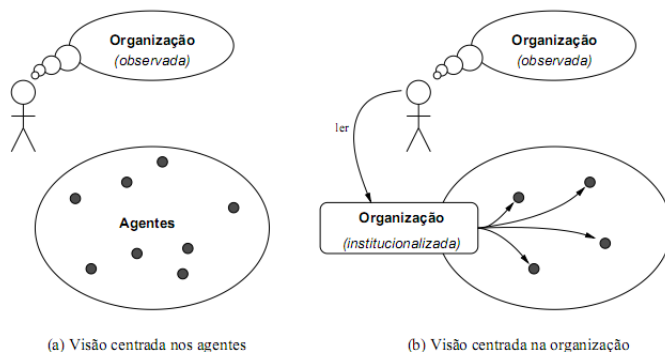


Figura 1. Visões de organizações de SMA [20]

Modelo TOVE. Proposto por [10], este modelo envolve três conceitos:

Organização: consiste de várias divisões e subdivisões, um conjunto de agentes alocados nestas divisões, um conjunto de papéis que os agentes assumem e um conjunto de metas;

Papel: são definidos como protótipos de funções a serem desempenhadas pelos agentes na organização;

Agente: pode assumir um ou mais papéis e se comunicar com outros agentes, caso haja uma ligação de comunicação entre eles. Os agentes também realizam atividades e podem assumir determinados recursos na utilização de atividades, porém sujeitos a determinadas restrições de comportamentos.

Modelo Funcional TÆEMS. Tem como objetivo descrever a estrutura de tarefas de modo a viabilizar a análise e a simulação da organização [4, 5]. Diferente dos outros modelos, o TÆEMS tem a tarefa como noção central. As tarefas podem ser abordadas por três pontos de vista diferentes:

A visão objetiva: considera a estrutura de tarefas completa, real, que resolve um problema em um determinado período de tempo.

A visão subjetiva: é tida pelos agentes que participam na execução da tarefa, ou seja, é a tarefa vista pelos agentes. Em geral os agentes não vêem a tarefa como um todo, mas somente a parte que lhes cabe, aquela que a organização do sistema permite.

A visão generativa: contém informações de como gerar várias visões objetivas e subjetivas para a resolução de problemas em um dado domínio. A partir destas visões geradas, pode-se calcular

informações mais gerais (estatísticas) sobre a tarefa.

3.2. MODELO ORGANIZACIONAL MOISE+

O modelo organizacional MOISE+ (Fig. 2) [20] visa mostrar como a organização de um SMA pode contribuir para a manutenção e busca da sua finalidade, estabelecendo os componentes que formam a organização e como estes se relacionam. Pode ser usado também para auxiliar no processo de reorganização do sistema, quando necessário.

O modelo MOISE+ apresenta três formas de estabelecer restrições organizacionais, chamadas *dimensões*:

Dimensão Estrutural (papéis, grupos e ligações): vê o papel como um conjunto de restrições comportamentais que um agente aceita quando entra em um grupo da organização; um exemplo disso é um agente assumir o papel de um professor, assim passando a ter autoridade sobre o agente que assumiu o papel de aluno.

Dimensão Funcional (metas, planos e missões): define um conjunto de planos que um SMA utiliza para alcançar suas metas, que se estruturam em uma árvore de decomposição de metas em sub-metas. A decomposição das metas constitui os planos e sub-planos.

Os conjuntos de metas no esquema social são chamadas de missões. As missões são atribuídas aos papéis e representam compromissos dos agentes que assumem esses papéis.

Um agente comprometido com uma missão passa a ser responsável pela satisfação de todas as metas da mesma.

As missões podem receber níveis de preferência individuais, que são usadas nos casos em que se deseja indicar uma ordem de preferência entre as missões.

Dimensão Deontica (obrigações): é a responsável por estabelecer a relação entre a Especificação Estrutural e a Especificação Funcional, ou seja, quais as missões que um papel tem a obrigação ou permissão de se comprometer.

Estas três dimensões é que compõem uma **Especificação Organizacional (EO)**, a qual não inclui agentes, pois tem um caráter mais abstrato. A EO, por sua vez, é instanciada por um conjunto de agentes formando uma **Entidade Organizacional (EnO)**, que estabelece a posição dos agentes no contexto do sistema.

A Fig. 2, baseada em [20], ilustra a composição de uma especificação organizacional e de uma entidade organizacional de um sistema multiagente.

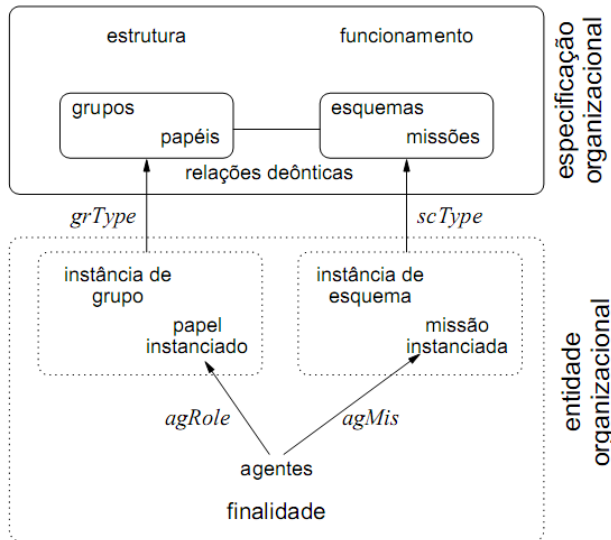


Figura 2. Constituintes de um sistema multiagente segundo o modelo organizacional MOISE+ [20]

Uma organização definida de acordo com o modelo MOISE+ pode ser representada em um arquivo XML, em um formato específico, o qual pode ser manipulado por um editor MOISE+.

4. UMA DIMENSÃO DIALÓGICA PARA O MOISE+

Uma análise análoga à realizada na Seção 2, sobre interações de agentes de um SMA, pode ser realizada no nível da organização do SMA, sobre interações de papéis.

Assim, pode-se dizer que a especificação das interações entre papéis (no nível da organização) pode regular as interações entre os agentes que assumem tais papéis (no nível dos agentes).

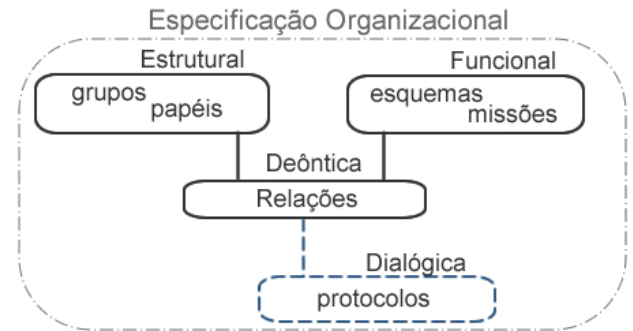


Figura 3. Modelo MOISE+ estendido com a dimensão dialógica

Por exemplo, no modelo GAIA [23] um papel é definido por um conjunto de 4 atributos: responsabilidades, permissões, atividades e protocolos. Os protocolos estabelecem os requisitos das interações entre os papéis (p.ex., o papel de gerente pode ter associado a si o protocolo de Redes de Contrato).

Estes protocolos são definidos na fase de análise de cada papel, onde são identificados e documentados. Esta associação de protocolos e papéis gera um modelo de interação, que especifica as ligações entre os papéis.

Observa-se, entretanto, que o modelo organizacional MOISE+ não especifica como será feita a *interação dos papéis*. Por isso, neste trabalho, propõe-se o desenvolvimento de uma quarta dimensão, denominada de *dimensão dialógica*, focada na comunicação dos papéis, estendendo o modelo MOISE+ com a especificação de protocolos usados na comunicação entre papéis. Uma versão inicial deste trabalho foi apresentada em [13].

A inclusão da dimensão dialógica no modelo MOISE+ implica o acréscimo de novas relações na dimensão deontica, as quais são responsáveis por indicar quais missões possuem metas que necessitem de comunicação entre papéis.

Os protocolos definidos na dimensão dialógica são abstratos, não especificando detalhes das operações de comunicação que utilizam. A vinculação entre essas operações abstratas de comunicação e as primitivas de comunicação efetivamente disponibilizadas aos agentes que vão desempenhar os papéis definidos na organização deverá ser feita em separado, através de um documento que denominamos de *Especificação Dialógica*.

A nova configuração organizacional proposta para o MOISE+ está apresentada na Fig. 3.

A especificação deontica contará agora com um elemento *deontic-link*, responsável por definir que protocolo será usado quando um papel possuir uma meta que exija interação com outro papel (ver Fig. 4).

Os protocolos são definidos na especificação dialógica de modo abstrato, mas utilizando alguns parâmetros e performativas da FIPA ACL para montar a estrutura da men-

```

<deontic-specification>

  <deontic-relation type="permission" role="role[x]"
    mission="m1" />
  <deontic-relation type="permission" role="role[y]"
    mission="m2" />
  <deontic-relation type="obligation" role="role[z]"
    mission="m3" />

  <deontic-links mission="m1" >
    <link type="obligation" goal="g1" protocol="p1" />
  </deontic-links>

  <deontic-links mission="m2" >
    <link type="obligation" goal="g2" protocol="p2" />
    <link type="permission" goal="g3" protocol="p3" />
  </deontic-links>

</deontic-specification>

```

Figura 4. Uso da comunicação na especificação deontica

sagem (ver Fig. 5). Pode-se acompanhar os elementos e atributos XML utilizados na implementação da dimensão dialógica que ilustram dois protocolos, um voltado para informar um agente e o outro para requisitar (ordenar) algo a um agente:

- O elemento `<protocol>` possui um atributo:
 1. **id**, responsável pela ligação da especificação de comunicação com a especificação deontica.
- O elemento `<msg>` possui de dois a quatro atributos:
 1. **send**: quem envia a mensagem;
 2. **receiver**: quem recebe a mensagem;
 3. **propagate**: envia a mensagem para um grupo;
 4. **to**: destino final da mensagem quando é usado encaminhamento.
- O elemento `<content>` possui quatro atributos:
 1. **type**: define a interpretação da mensagem;
 2. **from**: contém o primeiro remetente da mensagem;
 3. **says**: carrega o conteúdo da mensagem;
 4. **force**: indica se a mensagem pode ou não receber alterações.
- O elemento `<return>` pode ter um ou dois atributos:
 1. **reply-with**: contém o código identificador para uma resposta de retorno;
 2. **in-reply-to**: contém o código referenciado na mensagem recebida.

Para definir a interpretação desejada para cada tipo de mensagem, as performativas da linguagem ACL foram incorporadas ao protocolo de comunicação. Conforme a Tabela 1, pode-se observar o emprego de uso de cada uma delas. Alguns exemplos de uso das performativas (Tabela 1) mais importantes podem ser acompanhadas abaixo:

1. **INFORM** "O radio está ligado"
2. **QUERY-IF** "O radio está ligado?"
3. **CFP** "Alguém quer ligar o radio?"

```

<dialogical-specification>
  <protocol-definitions>

    <protocol id="p1" >
      <msg send="role[x]" receiver="role[y]"
        "propagate="group[y]">
        <content type="inform" says="Hakuna Matata!" />
      </msg>
    </protocol>

    <protocol id="p2">
      <seq>
        <msg id="1" send="role[x]" receiver="role[y]">
          <content type="query-ref" says="What time is it?"
            force="true" />
          <return reply-with="time" />
        </msg>

        <msg id="2" send="role[y]" receiver="role[x]">
          <content type="inform" says="18h" force="true" />
          <return in-reply-to="time" />
        </msg>
      </seq>
    </protocol>

    <protocol id="p3">
      <seq>
        <msg id="1" send="role[x]" receiver="role[y]"
          to="role[z]">
          <content type="request" says="pay your debt" />
          <return reply-with="debt" />
        </msg>

        <msg id="2" send="role[y]" receiver="role[z]" >
          <content type="inform" from="role[x]"
            says="He said: pay your debt!" />
          <return reply-with="debt" />
        </msg>

        <msg id="3" send="role[z]" receiver="role[y]"
          to="role[x]" >
          <content type="refuse" says="no chance"
            force="true" />
          <return in-reply-to="debt" />
        </msg>
      </seq>
    </protocol>

  </protocol-definitions>
</dialogical-specification>

```

Figura 5. Protocolo para comunicação

4. **REQUEST** "Ligue o radio para mim"
5. **AGREE** "Confirmado, vou ligar o radio para você"
6. **REFUSE** "Eu não vou ligar o radio"
7. **FAILURE** "Eu não consigo ligar o radio"
8. **PROPOSE** "Eu posso ligar o radio para você, pelo seguinte preço"
9. **SUBSCRIBE** "Quero ser avisado quando o radio for ligado"
10. **NOT-UNDERSTOOD** "Radio? Que radio?"

Para os agentes serem capazes de entender e serem entendidos por outros agentes, além da linguagem de comunicação, seria necessário a definição de uma *ontologia* que especifique o significado dos termos e conceitos em discussão. Porém, por estar se tratando da comunicações de papéis e se tratar de uma especificação mais abstrata,

Tabela 1. Lista das performativas

Performativa	Significado
accept-proposal	Aceitação de proposta numa negociação
agree	Aceitação de desempenhar uma dada ação
cancel	Cancelamento da execução de uma dada ação
cfp	Utilizada para iniciar uma dada negociação (Call for proposals)
confirm	Confirmação da veracidade de uma dada mensagem
disconfirm	Inverso da mensagem anterior
failure	Uma tentativa de executar uma dada ação (usualmente requisitada por outro agente) que falhou
inform	Permite comunicar informação aos outros agentes
inform-if	Informação sobre a veracidade de determinada informação
inform-ref	Informação sobre um dado valor
not-understood	Indicação de que uma dada mensagem não foi percebida
propose	Envio de proposta, por exemplo, como resposta a uma mensagem cfp
proxy	Permite enviar uma mensagem que vai ser reenviada a um conjunto de agentes
query-if	Pedido de informação sobre a veracidade de determinada informação
query-ref	Pedido de informação sobre um dado valor
refuse	Recusa de executar determinada ação
reject-proposal	Recusa de uma proposta efetuada no contexto de uma dada negociação
request	Consiste num pedido a um dado agente para executar determinada ação
request-when	Pedido para executar uma dada ação quando uma determinada condição for verdadeira
request-whenever	Pedido para executar uma dada ação sempre que uma determinada condição for verdadeira
subscribe	Pedido para ser informado acerca das alterações relacionadas com determinado fato ou informação

as especificações quanto à linguagem e à ontologia não foram incluídas nessa versão dos protocolos de comunicação, não fazendo parte dos objetivos deste trabalho, mas, caso necessário, poderão ser incluídas em trabalhos futuros.

Foi também implementado um visualizador (Fig. 6), na linguagem Python, que reúne as especificações feitas para a dimensão dialógica, junto com as ligações feitas na dimensão deontica, para que se possa visualizar de forma estruturada/organizada os protocolos que os papéis usam para executarem suas tarefas.

5. EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Em [14, 15], foi desenvolvida a modelagem conceitual dos processos de gestão em uma universidade comunitária. Para estudo de caso deste trabalho, considerou-se um desses processos, mais especificamente, o processo de criação de um curso de especialização, detalhado em [10], e resumido a seguir. O acontecimento de um curso de especialização em uma instituição de ensino superior pode ser dividido em quatro estágios: criação, divulgação, aulas e orientações e encerramento.

O primeiro estágio, que abrange a concepção e formalização do curso, denominado de criação, tem o papel de `professor` como mentor da idéia da proposta do curso. Ele começa a buscar materiais e falar com colegas de trabalho (papel `professor`) para trocar idéias, além

de conversar com o papel de `Diretor do Centro` ao qual se vincula para submeter informalmente uma proposta de curso. Como é o papel de `professor` que vai fazer a maioria das interações nesta abordagem, ele vai se utilizar muito da comunicação para requisitar serviços, prestar esclarecimentos e receber pareceres ao longo de todo o processo de criação.

Então, somente após saber se o curso a ser proposto tem uma probabilidade de aprovação considerável e se há verbas disponíveis para o empreendimento, o `professor` elabora um pré-projeto pedagógico. Passa então a ter várias reuniões com outros professores para formar uma *equipe de trabalho*, composta por papéis de `professor`. Com a equipe formada, são realizados ajustes no projeto pedagógico. Após, o `professor` entra em contato com a *Assessoria de Planejamento e Controle* para elaborar uma planilha de custos. Formaliza então sua proposta, encaminhando oficialmente ao `Diretor do Centro` o projeto pedagógico do curso e respectiva planilha de custos.

Neste momento é aberto um processo que será avaliado em várias instâncias da Universidade, tais como: *Conselho Consultivo do Centro, Pró-reitoria de Graduação, Pró-reitoria Administrativa e Conselho Superior*. Somente depois de aprovado em todas as instâncias, o processo passa para o segundo estágio: divulgação. Havendo inscrições suficientes, acontecem as aulas e as orientações dos trabalhos de conclusão. Encerrando o pro-

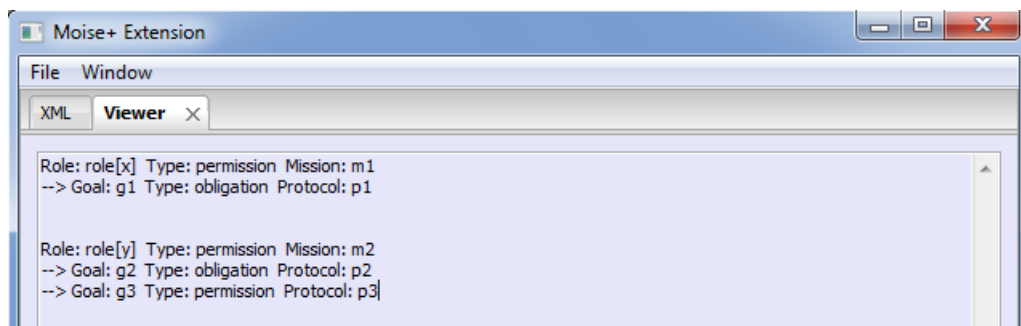


Figura 6. Visualização proporcionada pela ferramenta

cesso, o professor elabora um relatório acadêmico e financeiro relativo ao evento.

Para a modelagem do processo de criação de um curso de especialização no MOISE+, utilizou-se uma base de informações construída na primeira fase do projeto, que apresenta os diagramas de atividades mostrando todas as interações entre os papéis identificados no processo, e um diagrama de classes representando a estrutura de uma universidade e identificando os seus grupos e subgrupos de papéis, utilizando já a nomenclatura do MOISE+. [14, 15]

Com estas informações, foi possível desenvolver a especificação organizacional de um sistema multiagente para a simulação do processo de criação de um curso de especialização, utilizando o modelo MOISE+. A parte estrutural apresenta todos os papéis que compõem os grupos e subgrupos de papéis desta organização. Papéis como professor e diretor, grupos como centro e subgrupos como corpo docente estão apresentados na Fig. 7. Na Fig. 8, mostra-se a representação de parte dos objetivos listados pelo MOISE+ na dimensão funcional. Planos e missões são mostrados na Fig. 9.

A dimensão deontica (Fig. 10) é responsável por indicar qual papel tem obrigação ou permissão de se comprometer com as missões. Como exemplo, temos o papel professor, que tem permissão de se comprometer com a missão m2, mas obrigação de executar a missão m4.

A Fig. 11 mostra o acréscimo dos elementos na dimensão deontica, onde são representados os protocolos a serem usados nas interações dos papéis na criação do curso de especialização, ligando a dimensão deontica com a dialógica. Os protocolos da dimensão dialógica encontram-se na Fig. 12.

6. CONCLUSÃO

Encontram-se na literatura diversos modelos de organização para a etapa de modelagem de sistemas multiagentes. Este trabalho direcionou-se, em particular, ao modelo MOISE+. O modelo MOISE+ foi desenvolvido com base no modelo MOISE, do qual herdou muitas caracte-

terísticas. Entretanto, alguns elementos do MOISE não permaneceram no MOISE+, tais como as especificações de protocolos de comunicação.

Neste artigo, foi discutido a importância, em algumas aplicações, da especificação das interações entre papéis (no nível da organização), como um elemento de regulação das interações entre os agentes que assumem tais papéis (no nível da população de agentes).

Portanto, assim como a comunicação entre agentes é fundamental para a interação no nível da população de agentes, a comunicação entre papéis é um mecanismo de interação no nível organizacional que vai regular a comunicação (e, portanto, a interação) entre os agentes que assumirem tais papéis.

Este trabalho introduziu uma extensão ao modelo organizacional MOISE+, pela incorporação da dimensão dialógica, voltada para a comunicação entre papéis, onde são definidos os protocolos usados na comunicação entre papéis. A dimensão dialógica é interligada ao modelo MOISE+ pelo acréscimo de novas relações na dimensão deontica, responsáveis por indicar quais missões possuem objetivos que necessitem de comunicação entre papéis. A dimensão dialógica foi modelada com a especificação em forma de protocolos na linguagem XML.

Apresentou-se um estudo de caso relacionado ao processo de criação de um curso de especialização em uma universidade, extraído de um estudo realizado sobre processos de gestão em universidades comunitárias [14, 15]. O estudo de caso mostrou-se particularmente interessante para esta proposta, tendo em vista que este tipo de organização exige um grande fluxo de comunicação entre papéis.

A implementação do sistema multiagente, baseado na modelagem apresentada, para simulação do processo de criação de um curso de especialização em uma universidade comunitária é trabalho futuro.

Agradecimentos

Este trabalho foi parcialmente financiado pelo CNPq (Proc. 473201/07-0, 307185/07-9, 483257/09-5,

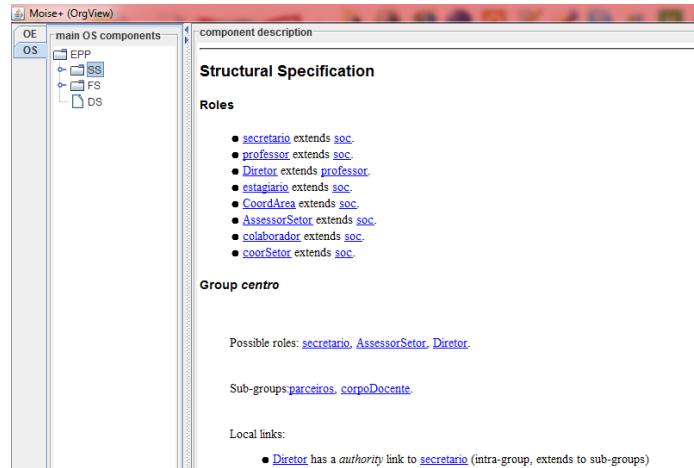


Figura 7. Especificação Estrutural

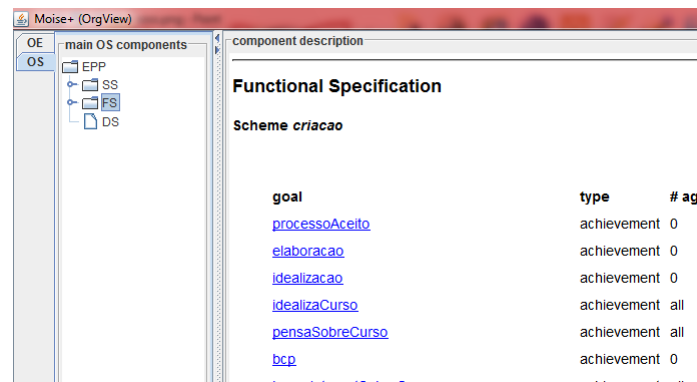


Figura 8. Especificação Funcional

304580/07-4) e FAPERGS. Os autores agradecem aos revisores anônimos, por suas considerações, e a Jomi Hübner (UFSC), por seu auxílio na compreensão do MOISE+ e importantes sugestões.

Referências

- [1] A. C. R. Costa and Y. Demazeau. Toward a formal model of multi-agent systems with dynamic organizations. In *Proc. the 2nd. Intl. Conf. on Multiagent Systems*, page 431, Kyoto, 1996. AAAI.
- [2] L. Coutinho, J. S. Sichman, and O. Boissier. Modeling organization in MAS: A comparison of models. In *Proc. of the First Workshop on Software Engineering for Agent-oriented Systems*, pages 1–10, Uberlândia, 2005. SBC.
- [3] L. Coutinho, J. S. Sichman, and O. Boissier. Modeling dimensions for multi-agent systems organizations. In *Proc. of IJCAI-07 Workshop on Agent Organizations: Models and Simulations (AOMS'07)*, pages 25–36, Hyderabad, 2007. IJCAI.
- [4] K. Decker. Task environment centered simulation. In M. Prietula, K. Carley, and L. Gasser, editors, *Simulating Organizations: Computational Models of Institutions and Groups*, pages 105–128. AAAI Press/MIT Press, Cambridge, 1996.
- [5] K. S. Decker and V. R. Lesser. Task environment centered design of organizations. In Ingemar Hulthage, editor, *AAAI Spring Symp. on Computational Organization Design*, Stanford, 1994. AAAI.
- [6] V. Dignum, editor. *Multi-Agent Systems: Semantics and Dynamics of Organizational Models*. IGI Global, Hershey, 2009.
- [7] G. P. Dimuro, A. C. R. Costa, and L. A. M. Palazzo. Systems of exchange values as tools for multi-agent organizations. *Journal of the Brazilian Computer Society*, 11(1):31–50, 2005.

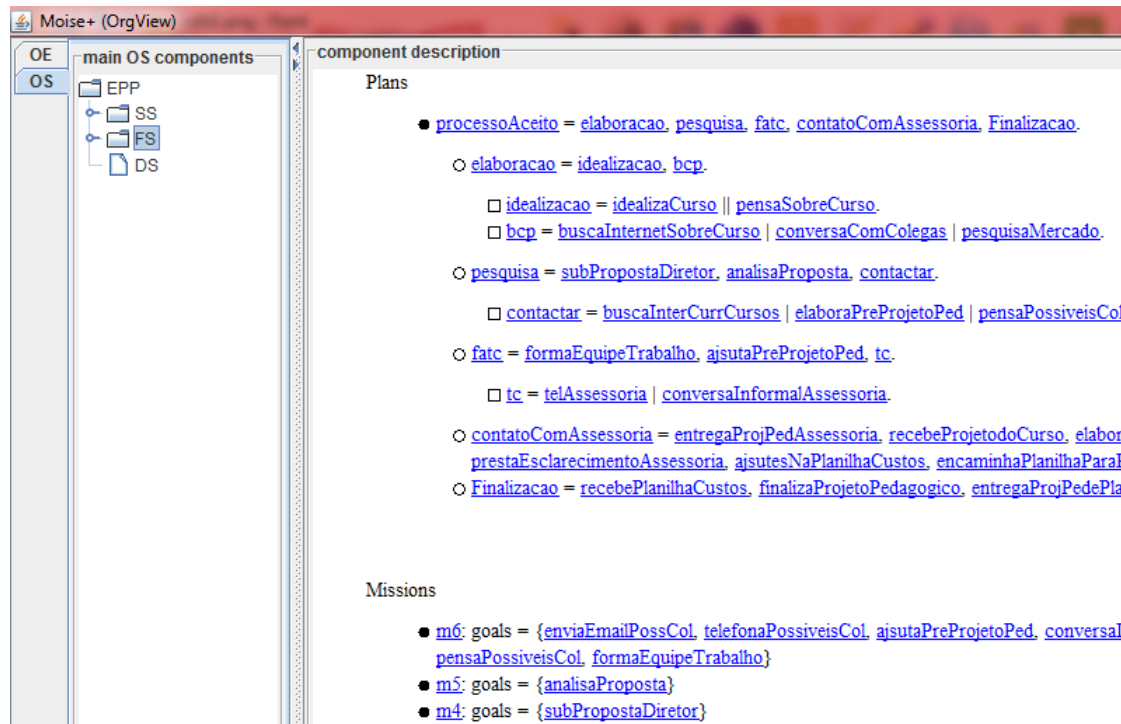
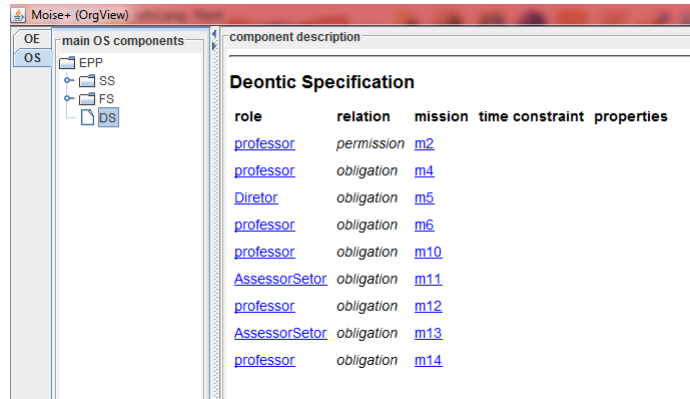


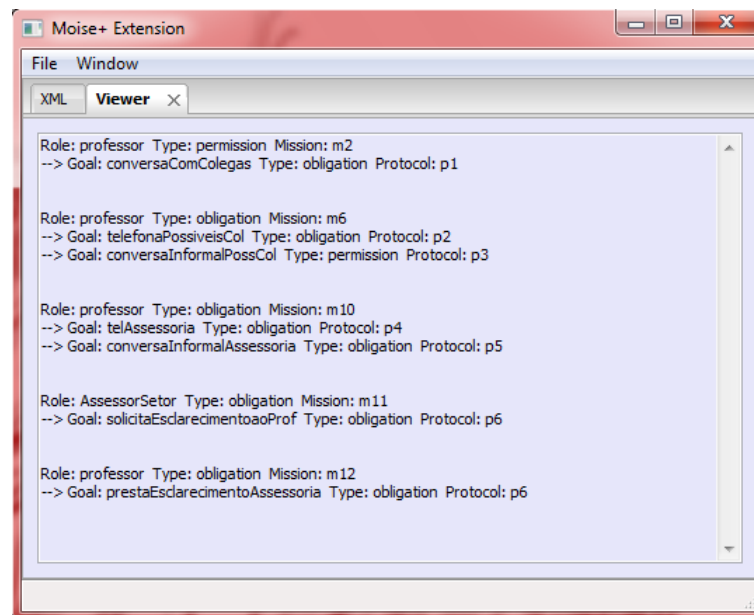
Figura 9. Especificação Funcional

- [8] J. Ferber and O. Gutknecht. A meta-model for the analysis and design of organizations in multi-agent systems. In Y. Demazeau, editor, *Proc. of the Third Intl. Conf. on Multiagent Systems*, pages 128–135, Los Alamitos, 1998. IEEE.
- [9] Foundation for Intelligent Physical Agents. *FIPA 97 Specification Part 2: Agent Communication Language*, October 1997. Version 2.0.
- [10] M. S. Fox, M. Barbuceanu, and M. Gruninger. An organisation ontology for enterprise modeling: Preliminary concepts for linking structure and behaviour. *Computers in Industry*, 29(1–2):123–134, 1996.
- [11] M. R. Genesereth. Knowledge interchange format. In James F. Allen, Richard Fikes, and Erik Sandewall, editors, *Proc. of the 2nd Intl. Conf. on Principles of Knowledge Representation and Reasoning*, pages 599–600, Cambridge, 1991. Morgan Kaufmann.
- [12] M. Hannoun, O. Boissier, J. S. Sichman, and C. Sayettatinho. MOISE: An organizational model for multi-agent systems. In *Proc. of Intl. Joint Conferences, 7th. Ibero-American Conf. on Artificial Intelligence (IBERAMIA'00) and 15th. Braz. Symp. on Artificial Intelligence (SBIA'00)*, volume 1952 of *LNAI*, pages 152–161, Berlin, 2000. Springer.
- [13] A. Hübner, A. C. R. Costa, and G. P. Dimuro. Extending the MOISE+ organizational model with a dialogic dimension. In *Proc. of The 3rd Southern Conf. on Computational Modeling*, Los Alamitos, 2009. IEEE. (to appear).
- [14] A. Hübner, G. P. Dimuro, and V. L. D. Mattos. Modelando processos de gestão em uma universidade privada comunitária utilizando UML. In *Anais do 16º Congresso de Iniciação Científica*, Pelotas, 2007. UCPEL.
- [15] A. Hübner, G. P. Dimuro, V. L. D. Mattos, S. S. Hernandez, and M. M. Lange. Utilizando o MOISE+ para a modelagem da organização de um sistema multiagente para simulação de processos de gestão de cursos de especialização em uma universidade comunitária. In *Anais do 17º Congresso de Iniciação Científica*, Pelotas, 2008. UCPEL.
- [16] J. F. Hübner, J. S. Sichman, and O. Boissier. A model for the structural, functional, and deontic specification of organizations in multiagent systems. In G. Bittencourt and G. Ramalho, editors, *Advances in Artificial Intelligence, Proc. of the 16th Braz. Symp. on Artificial Intelligence*, volume 2507 of *LNCS*, pages 118–128. Springer, 2002.
- [17] J. F. Hübner, J. S. Sichman, and O. Boissier. MOISE+: towards a structural, functional, and de-



role	relation	mission	time constraint	properties
professor	permission	m2		
professor	obligation	m4		
Diretor	obligation	m5		
professor	obligation	m6		
professor	obligation	m10		
AssessorSetor	obligation	m11		
professor	obligation	m12		
AssessorSetor	obligation	m13		
professor	obligation	m14		

Figura 10. Especificação Deontica



Role: professor Type: permission Mission: m2	--> Goal: conversaComColegas Type: obligation Protocol: p1
Role: professor Type: obligation Mission: m6	--> Goal: telefonaPossiveisCol Type: obligation Protocol: p2
	--> Goal: conversaInformalPossCol Type: permission Protocol: p3
Role: professor Type: obligation Mission: m10	--> Goal: telAssessoria Type: obligation Protocol: p4
	--> Goal: conversaInformalAssessoria Type: obligation Protocol: p5
Role: AssessorSetor Type: obligation Mission: m11	--> Goal: solicitaEsclarecimentoaoProf Type: obligation Protocol: p6
Role: professor Type: obligation Mission: m12	--> Goal: prestaEsclarecimentoAssessoria Type: obligation Protocol: p6

Figura 11. Extensão da Especificação Deontica

- ontic model for MAS organization. In *Proc. of the First Intl. Joint Conf. on Autonomous Agents and Multiagent Systems*, pages 501–502, New York, 2002. ACM.
- [18] J. F. Hübner, J. S. Sichman, and O. Boissier. Developing organised multi-agent systems using the MOISE+ model: programming issues at the system and agent levels. *International Journal of Agent-Oriented Software Engineering*, 1(3/4):370–395, 2007.
- [19] A. Preece. Knowledge query and manipulation language: A review. Technical report, University of Aberdeen, Aberdeen, 1997.
- [20] J. S. Sichman. Raciocínio social e organizacional em sistemas multiagentes: avanços e perspectivas, 2003. (Tese de Livre Docência, USP).
- [21] M. Wooldridge. *Reasoning about Rational Agents*. Intelligent Robots and Autonomous Agents. The MIT Press, Cambridge, 2000.
- [22] M. Wooldridge. *An Introduction to MultiAgent Systems*. Wiley, Chichester, 2002.
- [23] M. Wooldridge, N. R. Jennings, and D. Kinny. The gaia methodology for agent-oriented analysis and design. *Autonomous Agents and Multi-Agent Systems*, 3(3):285–312, 2000.

```

<dialogical-specification>
  <protocol-definitions>
    <protocol id="p1" >
      <seq>
        <msg id="1" send="professor" receiver="professor" proxy="corpoDocente">
          <content type="cfp" says="O que acham de criarmos um curso de especialização?" force="false" />
        </msg>
        <msg id="2" send="professor" receiver="professor" proxy="corpoDocente">
          <content type="agree" says="Me responsabilizo pela coordenação" force="false" />
        </msg>
        <msg id="3" send="professor" receiver="professor">
          <content type="request" says="Pode ajudar na pesquisa sobre agentes?" force="false" />
          <return reply-with="agentes" />
        </msg>
      </seq>
    </protocol>
    <protocol id="p2">
      <seq>
        <msg id="1" send="professor" receiver="colaborador">
          <content type="query-ref" says="Alô, quem esta falando?" force="true" />
          <return reply-with="alô" />
        </msg>
        <msg id="2" send="professor" receiver="colaborador">
          <content type="cpf" says="Poderia colaborar para criação de um curso de especialização?" force="true" />
          <return reply-with="colaborar" />
        </msg>
      </seq>
    </protocol>
    <protocol id="p3">
      <seq>
        <msg id="1" send="professor" receiver="colaborador">
          <content type="query-ref" says="Olá, tudo bem?" force="true" />
          <return reply-with="olá" />
        </msg>
        <msg id="2" send="professor" receiver="colaborador">
          <content type="cpf" says="Poderia colaborar para criação de um curso de especialização?" force="true" />
          <return reply-with="colaborar" />
        </msg>
      </seq>
    </protocol>
    <protocol id="p4">
      <seq>
        <msg id="1" send="professor" receiver="AssessorSetor">
          <content type="query-ref" says="Alô, quem esta falando?" force="true" />
          <return reply-with="alo" />
        </msg>
        <msg id="2" send="professor" receiver="AssessorSetor">
          <content type="cpf" says="Como devemos proceder na criação de um curso de especialização?" force="true" />
          <return reply-with="proceder" />
        </msg>
      </seq>
    </protocol>
    <protocol id="p5">
      <seq>
        <msg id="1" send="professor" receiver="AssessorSetor">
          <content type="query-ref" says="Ola, tudo bem?" force="true" />
          <return reply-with="ola" />
        </msg>
        <msg id="2" send="professor" receiver="AssessorSetor">
          <content type="cpf" says="Como devemos proceder na criação de um curso de especialização?" force="true" />
          <return reply-with="proceder" />
        </msg>
      </seq>
    </protocol>
    <protocol id="p6">
      <seq>
        <msg id="1" send="AssessorSetor" receiver="professor">
          <content type="query-if" says="Esses valores estão corretos?" force="true" />
          <return reply-with="esclarecimento" />
        </msg>
        <msg id="2" send="professor" receiver="AssessorSetor">
          <content type="confirm" says="Sim, já foram revisados." force="true" />
          <return in-reply-to="esclarecimento" />
        </msg>
        <msg id="1" send="AssessorSetor" receiver="professor">
          <content type="agree" says="Pode prosseguir" force="true" />
        </msg>
      </seq>
    </protocol>
  </protocol-definitions>
</dialogical-specification>

```

Figura 12. Protocolos da Dimensão Dialógica