



UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE
MESTRADO EM COMPUTAÇÃO

KAREN DA SILVA FIGUEIREDO

**UTILIZANDO A LINGUAGEM MAS-ML NA MODELAGEM DE UM
SISTEMA MULTI-AGENTE PARA VENDA DIRETA**

Niterói/RJ

2009

KAREN DA SILVA FIGUEIREDO

**UTILIZANDO A LINGUAGEM MAS-ML NA MODELAGEM DE UM
SISTEMA MULTI-AGENTE PARA VENDA DIRETA**

Monografia apresentada como requisito parcial para aprovação na disciplina de Introdução a Sistemas Multi-Agentes, ministrada pela professora Viviane Silva no curso de Mestrado em Computação na Universidade Federal Fluminense.

Niterói/RJ

2009

RESUMO

O presente trabalho aborda a modelagem de sistemas multi-agentes através da introdução dos conceitos da linguagem de modelagem MAS-ML, baseada no framework TAO. Desta forma, este trabalho apresenta a realização da modelagem de um sistema multi-agente para o domínio de venda direta utilizando a linguagem MAS-ML e seus diagramas.

Palavras-chave: Agente. Sistema Multi-Agente. Linguagem de Modelagem. MAS-ML. Venda Direta.

ABSTRACT

This work discusses about agent-oriented modeling by introducing the concepts of the modeling language MAS-ML, that incorporates the significant concepts from the TAO framework. Thus, this work presents the modeling of a multi-agent system for the direct sales business using the modeling language MAS-ML and its diagrams.

Keywords: Agent. Multi-Agent System. Modeling Language. MAS-ML. Direct Sales.

LISTA DE FIGURAS E TABELAS

<i>Figura 2.1 Entidades e relacionamentos propostos por TAO</i>	<i>9</i>
<i>Figura 2.2 Meta-modelo MAS-ML (parte I) (Silva et al., 2004)</i>	<i>10</i>
<i>Figura 2.3 Meta-modelo MAS-ML (parte II) (Silva et al., 2004)</i>	<i>10</i>
<i>Figura 3.1 Diagrama de Classes do SMA para Venda Direta</i>	<i>14</i>
<i>Figura 3.2 Diagrama de Organização do SMA para Venda Direta</i>	<i>15</i>
<i>Figura 3.3 Diagrama de Papéis do SMA para Venda Direta</i>	<i>17</i>
<i>Figura 3.4 Exemplo de Diagrama de Sequência do SMA para Venda Direta</i>	<i>19</i>
<i>Figura 3.5 Exemplo de Modelo de Protocolo do SMA para Venda Direta</i>	<i>20</i>
<i>Figura 3.6 Exemplo de Mudança de Papel do SMA para Venda Direta</i>	<i>20</i>
<i>Figura 3.7 Exemplo de Diagrama de Atividades do SMA para Venda Direta</i>	<i>21</i>
<i>Tabela 1: Algumas meta-classes e estereótipos criadas por MAS-ML (De Maria, 2005)</i>	<i>28</i>

LISTA DE SIGLAS

ABEVD – Associação Brasileira de Empresas de Venda Direta

MAS-ML – *Multi-Agent System Modeling Language*

OMG – *Object Management Group*

SMA – Sistemas Multi-Agentes

TAO – *Taming Agents and Objects in Software Engineering*

UML – *Unified Modeling Language*

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS E TABELAS	5
LISTA DE SIGLAS	6
CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO	8
CAPÍTULO 2: A LINGUAGEM MAS-ML	9
CAPÍTULO 3: MODELANDO UM SISTEMA MULTI-AGENTES PARA VENDA DIRETA	12
3.1 SISTEMA DE VENDA DIRETA	12
3.1.1 Breve Histórico	12
3.1.2 Modelo de Negócios	12
3.2 SMA PARA VENDA DIRETA	13
3.2.1 Diagrama de Classes	13
3.2.2 Diagrama de Organizações	15
3.2.3 Diagrama de Papéis	16
3.2.4 Diagrama de Sequência	18
3.2.5 Diagrama de Atividades	21
CAPÍTULO 4: CONSIDERAÇÕES FINAIS	23
REFERÊNCIAS	24
APÊNDICE A: ALGUMAS META-CLASSES E ESTEREÓTIPOS CRIADAS POR MAS-ML	26

CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO

“Um agente é um sistema de computador que está situado em algum ambiente e que é capaz de executar ações autônomas de forma flexível neste ambiente, a fim de satisfazer seus objetivos de projeto.” (Wooldridhe, 1995). Um Sistema Multi-Agente (SMA) é um sistema composto por vários destes agentes. Atualmente, agentes e SMA estão se transformando em uma tecnologia poderosa que pode ser aplicada para um grande e diferenciado número de aplicações.

Como em todo processo de desenvolvimento de software, a utilização de uma linguagem de modelagem é um elemento indispensável para a especificação de um SMA. Nesse contexto, MAS-ML (Silva e Lucena, 2003) é uma linguagem para modelagem de SMA baseada nos conceitos do framework TAO (Silva *et al.*, 2003) e estendida da linguagem UML (UML, 2009).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho é abordar a modelagem de SMA através da apresentação dos conceitos da linguagem de modelagem MAS-ML. Para tanto, objetiva-se a realização de um estudo de caso no domínio de venda direta. A realização de estudos de caso é uma forma eficaz de acrescentar evidência empírica que suporte o entendimento de técnicas e métodos em Engenharia de Software (Basili *et al.*, 1986). Logo, pretende-se realizar a modelagem de um SMA para Venda Direta utilizando a linguagem MAS-ML.

O presente trabalho está organizado a partir deste capítulo da seguinte forma: no capítulo dois são apresentados os conceitos da linguagem MAS-ML, enquanto que no capítulo três é elaborado um estudo de caso de modelagem de um SMA para Venda Direta utilizando a linguagem MAS-ML e, por fim, algumas considerações são tecidas no capítulo quatro.

CAPÍTULO 2: A LINGUAGEM MAS-ML

A linguagem MAS-ML foi criada especialmente para a modelagem de SMA. MAS-ML é uma extensão da UML e utiliza os conceitos apresentados no framework conceitual TAO. O framework conceitual TAO define as abstrações usualmente manifestadas em SMA, bem como suas propriedades, seus relacionamentos e a forma como as entidades executam e interagem entre si (De Maria, 2005). A partir da MAS-ML é possível ir além da modelagem de objetos, modelando entidades definidas no TAO, tais como: agentes, ambientes, organizações e papéis. A Figura 2.1 ilustra todas as entidades que podem ser modeladas em MAS-ML e todos os relacionamentos definidos entre estas entidades.

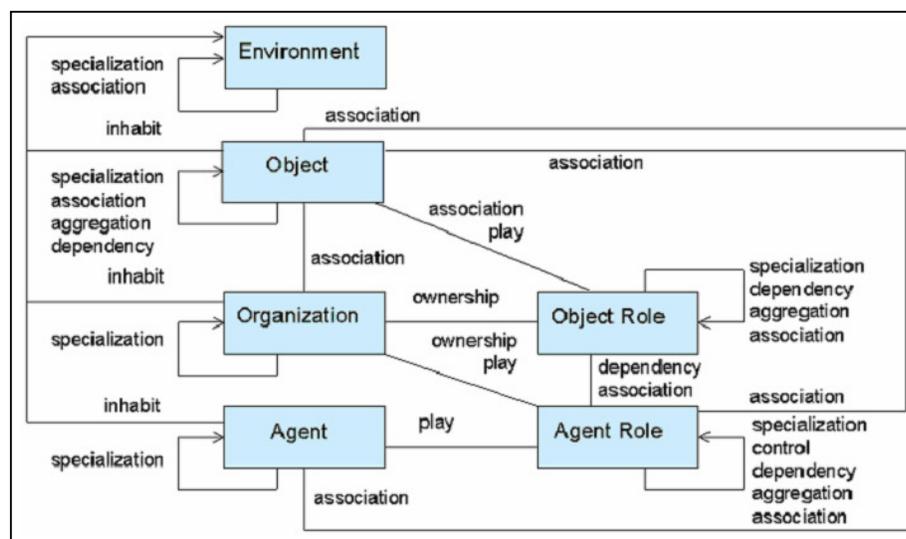


Figura 2.1 Entidades e relacionamentos propostos por TAO

Para oferecer uma extensão UML na qual agentes, organizações, ambientes, papéis e demais conceitos apresentados no TAO pudessem ser representados, novas meta-classes e estereótipos foram criados constituindo o meta-modelo da MAS-ML (Figura 2.2). O meta-modelo da MAS-ML é construído sobre a superestrutura da UML 2.1, e todas as modificações feitas foram apenas adicionais, estando em conformidade com os frameworks de modelagem da OMG (OMG, 2009).

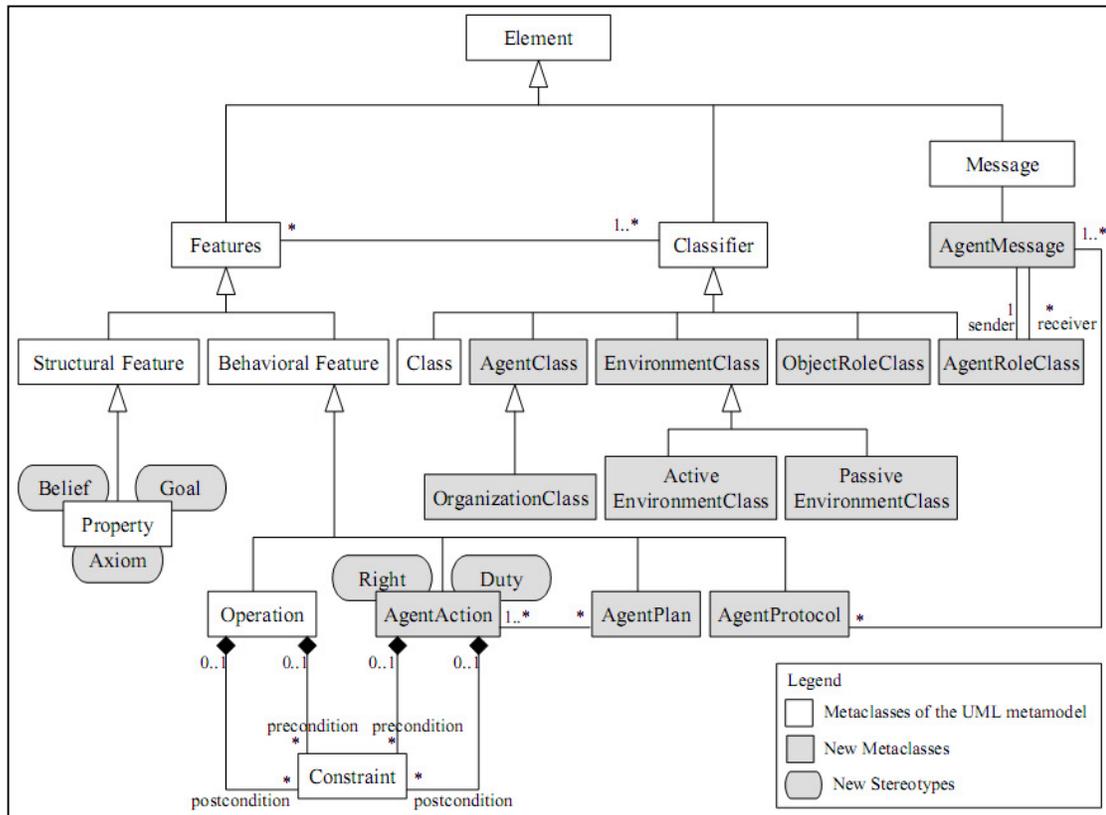


Figura 2.2 Meta-modelo MAS-ML (parte I) (Silva et al., 2004)

Além disso, foram criadas meta-classes para representar os novos tipos de relacionamentos definidos na MAS-ML (Figura 2.3). No Apêndice A, encontra-se uma tabela com uma breve descrição das meta-classes e estereótipos do meta-modelo da MAS-ML.

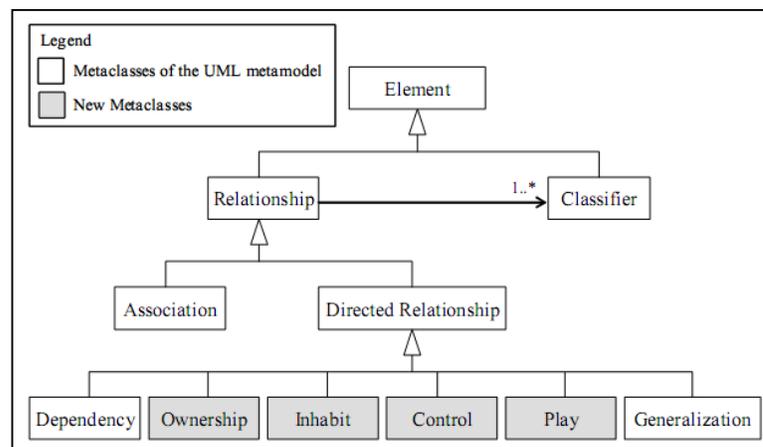


Figura 2.3 Meta-modelo MAS-ML (parte II) (Silva et al., 2004)

A fim de modelar os aspectos estruturais e os aspectos dinâmicos das entidades em SMA definidas no TAO, MAS-ML propõe cinco diagramas: três diagramas estruturais e dois diagramas dinâmicos.

Os três diagramas estruturais definidos por MAS-ML são o diagrama de classes de UML estendido, o diagrama de organizações e o diagrama de papéis. Estes diagramas modelam todas as classes das entidades, suas propriedades e seus relacionamentos.

Os dois diagramas dinâmicos definidos por MAS-ML são o diagrama de seqüência e o diagrama de atividades, ambos estendidos de UML. Por meio de diagramas dinâmicos é possível modelar o comportamento das instâncias das entidades com enfoque na execução interna das mesmas e nas interações entre elas.

No próximo capítulo, os diagramas de MAS-ML serão melhor abordados através do estudo de caso proposto.

CAPÍTULO 3: MODELANDO UM SISTEMA MULTI-AGENTES PARA VENDA DIRETA

3.1 SISTEMA DE VENDA DIRETA

3.1.1 Breve Histórico

Os primeiros registros que se possui sobre a venda direta no mundo moderno são datados do final do século XVIII, quando a Enciclopédia Britânica passou a ser uma das primeiras empresas a realizar este sistema de comercialização. As primeiras empresas a utilizarem esse sistema de vendas no Brasil foram: AVON (1959), Natura (1969), Stanley Home (1969) e Tupperware (1970). Hoje em dia, o setor de vendas diretas é um dos que mais cresce a cada ano no país, estando regulamentado pela ABEVD (Associação Brasileira de Empresas de Venda Direta) (ABEVD, 2009).

3.1.2 Modelo de Negócios

A venda direta é um sistema diferenciado de comercialização de bens de consumo e de serviços, baseado na interação entre vendedores (no caso, revendedores) e compradores sem a necessidade de um estabelecimento comercial fixo (Avon, 2009).

Desse modo, a empresa disponibiliza material promocional sobre os produtos a serem comercializados para os seus revendedores, e cabe a eles vender de forma autônoma estes produtos para os clientes. O sistema de venda direta representa para as empresas um canal de distribuição com grande potencial de expansão geográfica, capaz de agregar valor aos seus produtos e/ou serviços por meio de relações pessoais. Para o consumidor, a venda direta representa um atendimento personalizado que não existe no varejo tradicional (Wikiducção, 2009).

3.2 SMA PARA VENDA DIRETA

Considerando-se a elaboração de um sistema multi-agentes para o domínio de venda direta, percebe-se que um sistema de venda direta usualmente possui as seguintes características: uma empresa de venda direta é dividida em setores de acordo com aspectos geográficos ou qualquer outra característica que defina a necessidade da criação de grupos menores especializados. Tais setores são administrados por gerentes e possuem revendedores associados.

Os gerentes, revendedores e clientes da empresa fazem pedidos dos produtos comercializados, a saber: os clientes fazem pedidos de compra dos produtos desejados para os revendedores; os revendedores fazem pedidos de venda para o gerente do setor solicitando os produtos requisitados pelos clientes para entregá-los posteriormente; e o gerente do setor realiza o pedido de vendas do setor, contendo todos os pedidos de vendas dos revendedores associados ao seu setor para a empresa.

Os setores trabalham com período de vendas. Em todo final de período, os gerentes de setores enviam seus pedidos de vendas para que os produtos sejam entregues. Assim, os revendedores devem informar seu pedido de vendas para o gerente do setor até determinado prazo estipulado por ele. Caso o prazo limite tenha sido atingido, o revendedor só poderá enviar seu pedido no próximo período, o que ocasionará no atraso da entrega da mercadoria para o cliente.

3.2.1 Diagrama de Classes

O diagrama de classes da MAS-ML é uma extensão do diagrama de classes da UML, sendo possível modelar não somente o conceito de classes, mas também agentes, organizações, ambientes e relacionamentos entre estas entidades (Silva *et al.*, 2008). Através do diagrama de classes é permitido descrever os agentes que podem habitar determinado ambiente, as organizações e sub-organizações desse ambiente e seus recursos. Assim, foi elaborado o diagrama de classes do SMA para venda direta (Figura 3.1).

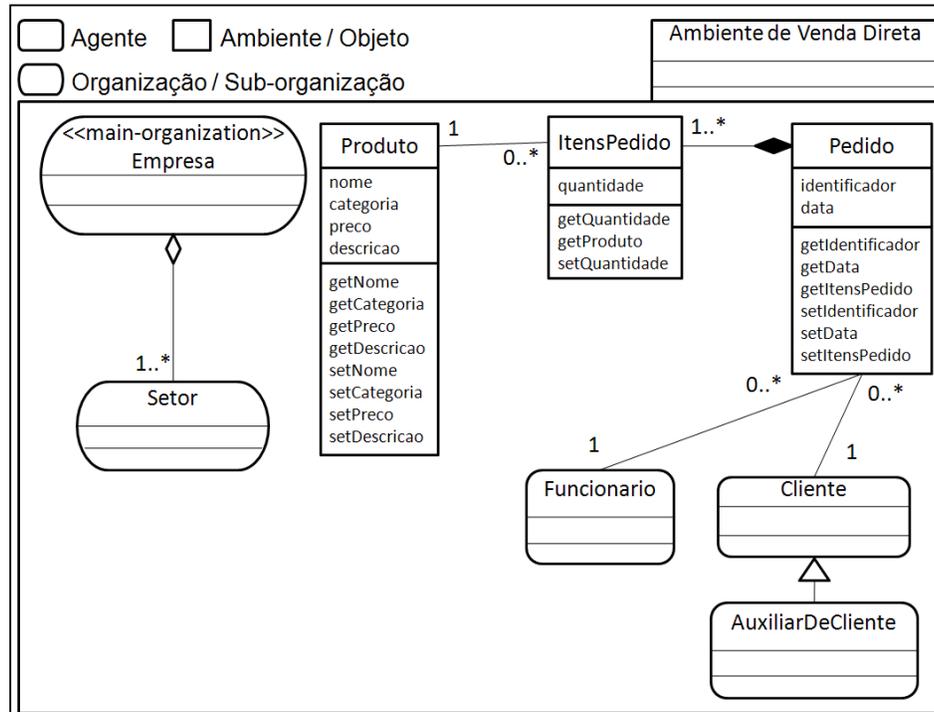


Figura 3.1 Diagrama de Classes do SMA para Venda Direta

Como pode se observar na Figura 3.1, Ambiente de Venda Direta é uma instância da meta-classe de MAS-ML *EnvironmentClass*, a classe está representada por um retângulo por apresentar características semelhantes a de um objeto. Caso este ambiente fosse autônomo e possuísse algum objetivo, ele seria representado por um retângulo de cantos arredondados como a representação de um agente. Em UML, uma classe possui três compartimentos (uma para o nome da classe, uma para os atributos e outra para os métodos), no entanto, em MAS-ML as instâncias de *EnvironmentClass* possuem um quarto compartimento para as entidades que podem habitar (do inglês, *inhabit*) esse ambiente, estabelecendo esse novo tipo de relacionamento.

Empresa e Setor são instâncias da meta-classe de MAS-ML *OrganizationClass* e são representadas por um retângulo de laterais arredondadas. Empresa é a organização principal do Ambiente de Venda Direta, por isso recebe o estereótipo `<<main-organization>>`. E, ainda, Empresa é composta de sub-organizações do tipo Setor.

Os agentes presentes no Ambiente de Venda Direta são Funcionário, Cliente e AuxiliarDeCliente, todos instâncias da meta-classe *AgentClass* de MAS-ML e representados no diagrama por um retângulo de cantos arredondados. Estes

agentes desempenham diferentes papéis que serão apresentados nas próximas sessões.

Produto, ItensPedido e Pedido são instâncias da meta-classe *Class* de UML, e possuem as mesmas características apresentadas em UML. Elas representam os recursos do Ambiente de Venda Direta, sendo Pedido composto por ItensPedido que está relacionado a um Produto.

Os relacionamentos de associação simples, agregação, composição e generalização apresentados no diagrama da Figura 3.1 são de UML e possuem os mesmos significados e representações.

3.2.2 Diagrama de Organizações

O diagrama de organizações de MAS-ML modela o sistema de organizações detalhadamente, mostrando como as organizações estão relacionadas às outras entidades do sistema (Silva *et al.*, 2008). Por meio do diagrama de organizações é possível descrever os papéis de uma organização e os agentes e objetos que os desempenham. A Figura 3.2 apresenta o diagrama de organização do SMA para Venda Direta:

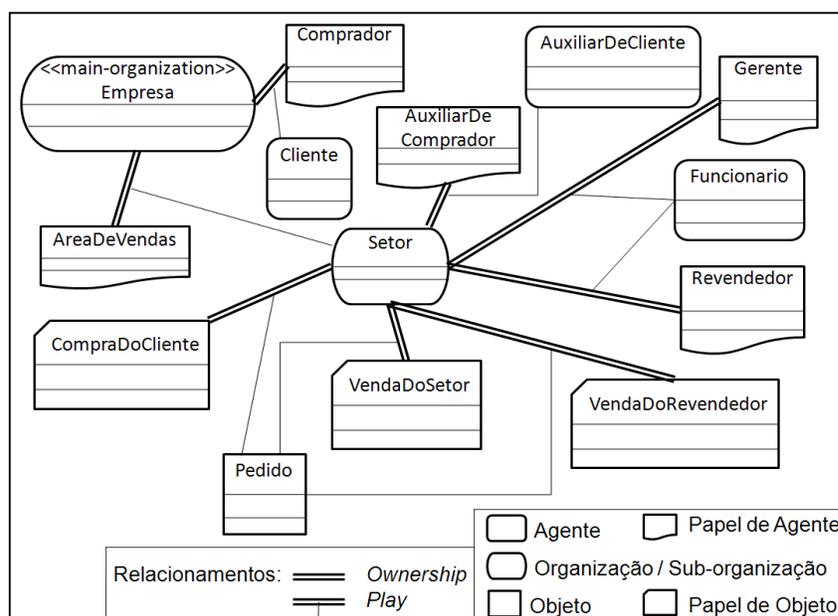


Figura 3.2 Diagrama de Organização do SMA para Venda Direta

MAS-ML define dois novos tipos de relacionamentos que fazem parte de um diagrama de organizações: *Ownership* e *Play*. O relacionamento *Ownership* é usado para representar quais são os papéis que uma organização possui. Já o relacionamento *Play* é utilizado para mostrar qual agente ou objeto desempenha determinado papel dentro da organização, sendo que agentes desempenham papéis de agente e objetos desempenham papéis de objeto. Papel de agente e papel de objeto referem-se respectivamente as meta-classes de MAS-ML *AgentRoleClass* e *ObjectRoleClass*.

Como citado anteriormente, a organização Empresa é composta de sub-organizações Setor. Cada instância da sub-organização Setor irá desempenhar o papel de *AreaDeVendas* dentro da organização Empresa.

O agente Cliente desempenha também um papel na Empresa, neste caso, o papel de *Comprador*. Ao realizar este papel o cliente faz o pedido de compra do(s) produto(s) que deseja. Os funcionários da empresa estão ligados a um setor. Cada *Funcionario* pode desempenhar o papel de *Revendedor* ou de *Gerente* dentro do Setor a que pertence. Quando o cliente deseja fazer um pedido de compras ele desconhece que o revendedor com quem está interagindo está ligado a um setor específico, logo foi criado o agente *AuxiliarDeCliente* que desempenha o papel de *AuxiliarDeComprador* dentro do Setor para que ele possa intermediar o pedido de compras com o revendedor.

O Pedido de um Setor também pode desempenhar papéis de acordo com a sua função: quando o pedido é realizado pelo cliente desempenha o papel de *CompraDoCliente*, quando é realizado pelo revendedor desempenha o papel de *VendaDoRevendedor* e quando é realizado pelo gerente desempenha o papel de *VendaDoSetor*.

3.2.3 Diagrama de Papéis

O diagrama de papéis da MAS-ML é utilizado para modelar os aspectos estruturais dos papéis de agente e dos papéis de objetos e os relacionamentos entre

eles (Silva *et al.*, 2008). O diagrama de papéis do SMA para Venda Direta está descrito na Figura 3.3.

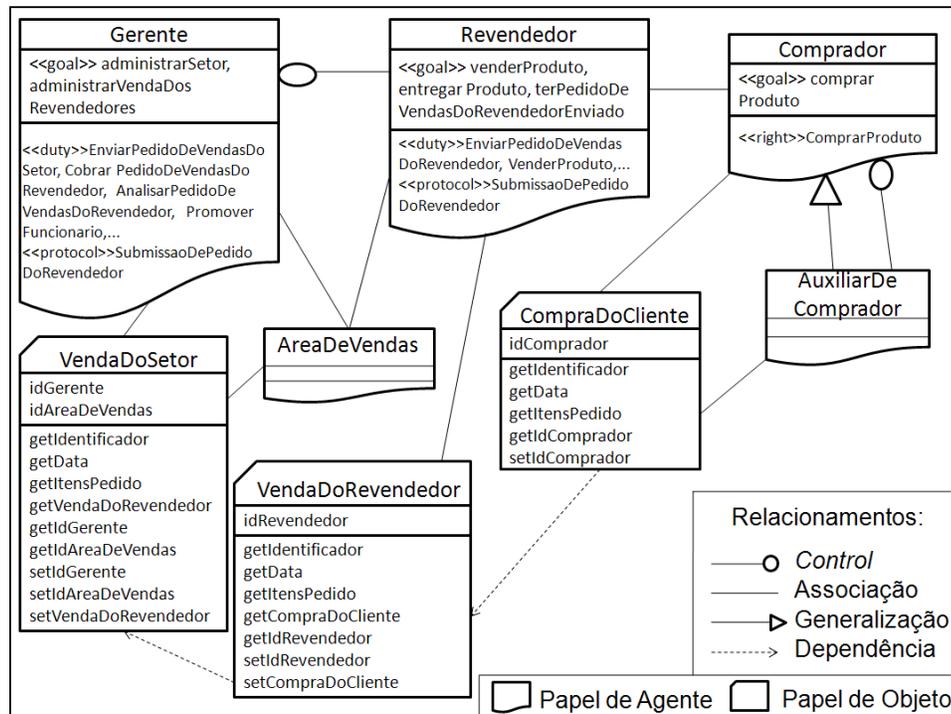


Figura 3.3 Diagrama de Papéis do SMA para Venda Direta

Os papéis de agentes em MAS-ML podem possuir objetivos (<<goal>>), crenças (<<belief>>), direitos (<<right>>), deveres (<<duty>>) e protocolos de interação (<<protocol>>), enquanto os papéis de objetos podem conter atributos e métodos.

MAS-ML define um novo tipo de relacionamento que faz parte do diagrama de papéis, o relacionamento *Control*. O relacionamento *Control* é usado entre classes de papéis de agente para descrever que um papel de agente exerce controle sobre outro papel de agente. Os demais tipos de relacionamentos apresentados no diagrama de papéis são os relacionamentos de associação, dependência e generalização da UML.

Os papéis de Gerente, Revendedor e VendasDoSetor estão associados ao papel de AreaDeVendas. O papel de Gerente exerce controle sobre o papel de Revendedor e está associado ao papel de VendasDoSetor. É de responsabilidade do gerente do setor administrar as atividades dos revendedores do seu setor, bem como seus pedidos de vendas. Também é de responsabilidade do gerente a

elaboração de pedidos de venda do setor, baseado nos pedidos de venda dos revendedores juntamente com as informações do setor.

O papel de Revendedor, além de ser controlado pelo papel de Gerente, está associado aos papéis de Comprador e VendaDoRevendedor. É de responsabilidade do revendedor vender os produtos da empresa para os clientes interessados (compradores) e submeter o seu pedido de vendas para o gerente do setor no prazo estipulado por ele, baseado nos pedidos de compras dos clientes.

O papel de Comprador, além de estar associado ao papel de Revendedor, também está associado ao papel de CompraDoCliente e exerce controle sobre o papel de AuxiliarDeComprador. Cabe ao comprador obter informações sobre os produtos que deseja comprar da empresa com o revendedor, e fazer um pedido de compras para este revendedor. O auxiliar de comprador é responsável por intermediar o pedido de compras do cliente, fazendo com que este esteja ligado às informações de setor do revendedor ao qual foi submetido o pedido.

O papel de VendaDoSetor depende do papel de VendaDoRevendedor que por sua vez depende do papel de CompraDoCliente, ao passo que são necessárias informações do papel dependente para que o papel a qual este depende está ligado esteja completo.

3.2.4 Diagrama de Sequência

O diagrama de sequência de MAS-ML estende o diagrama de sequência da UML, modelando não só a interação entre objetos, como também entre agentes, organizações, e ambientes (Silva *et al.*, 2008). Com o diagrama de sequência de MAS-ML pode-se ainda descrever a troca de mensagens entre estas entidades, modelar protocolos e representar a execução de planos e ações. A Figura 3.4 apresenta um exemplo de diagrama de sequência do SMA para Venda Direta no qual o agente Cliente está comprando um produto.

Toda entidade presente em um diagrama de sequência de MAS-ML deve possuir uma identificação. No caso dos agentes do exemplo acima, eles estão identificados por :NomeDoAgente/NomeDoPapel/NomeDaOrganização. Como todos os agentes do exemplo habitam o mesmo ambiente, o nome do ambiente foi omitido

do identificador. Caso fossem instâncias de agentes, o nome das instâncias deveriam estar presentes no identificador antes do “.”.

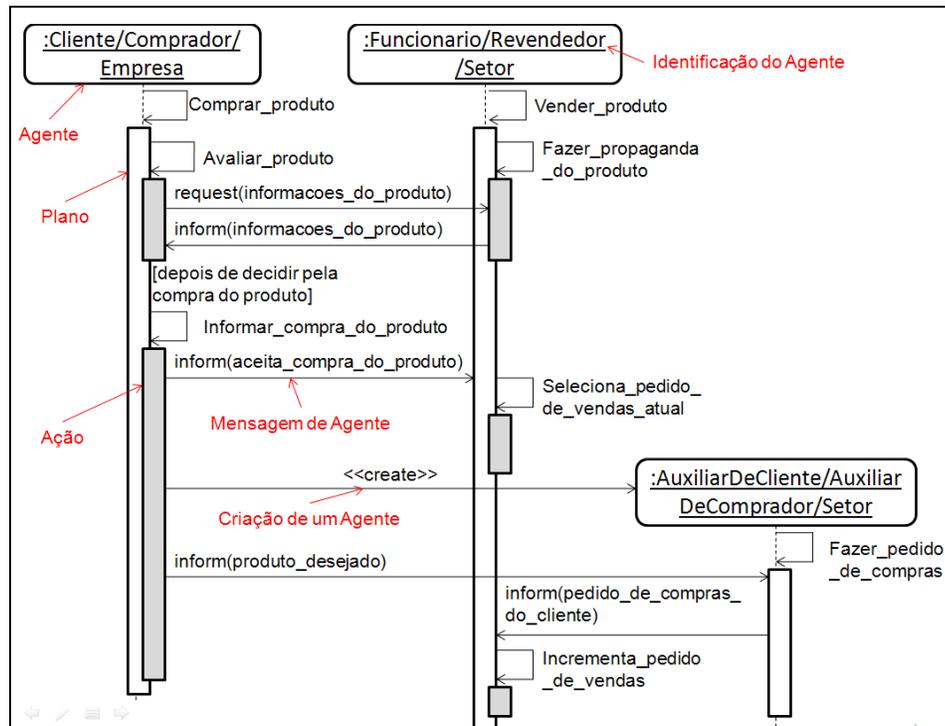


Figura 3.4 Exemplo de Diagrama de Sequência do SMA para Venda Direta

Agentes executam planos e ações para atingir seus objetivos, diferente dos objetos que executam métodos. Durante a execução de um plano ou ação, agentes podem interagir trocando mensagens e acessar recursos. No diagrama da Figura 3.4, pode-se notar o agente Cliente trocando mensagens com o agente Funcionario a respeito de um produto. Após decidir pela compra do produto, o agente Cliente cria um novo agente AuxiliarDeCliente para auxiliá-lo na compra do produto, tal fato pode ser observado pelo estereótipo de mensagem `<<create>>`.

O diagrama de sequência de MAS-ML também pode ser utilizado para modelar protocolos de interação como apresentado na Figura 3.5.

As mensagens trocadas entre agentes são diferentes das mensagens trocadas entre objetos, já que agente não possuem métodos. As trocas de mensagens de agentes podem ser descritas através de um modelo de um protocolo de interação como no exemplo da Figura 3.5. Neste exemplo podemos observar os papéis de agente Gerente e Revendedor trocando mensagens sobre a entrega do

pedido de vendas do revendedor. Papéis de agente somente são utilizados nos diagramas de sequência para a modelagem de protocolos.

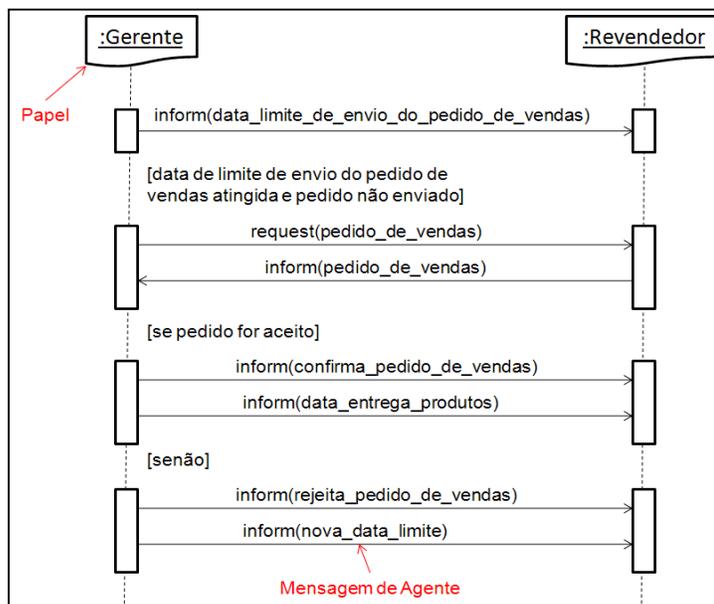


Figura 3.5 Exemplo de Modelo de Protocolo do SMA para Venda Direta

Como agentes podem mudar de papéis durante sua execução, é importante representar tais mudanças no diagrama de sequência (Silva *et al.*, 2008). Para isto foram criados novos estereótipos para mensagens de comprometimento, cancelamento, mudança, ativação e desativação de papéis. A Figura 3.6 mostra um exemplo do agente Joao que desempenhava o papel de revendedor mudando de papel para gerente após receber uma promoção em seu setor, neste caso, o estereótipo utilizado foi `<<role_change>>`.

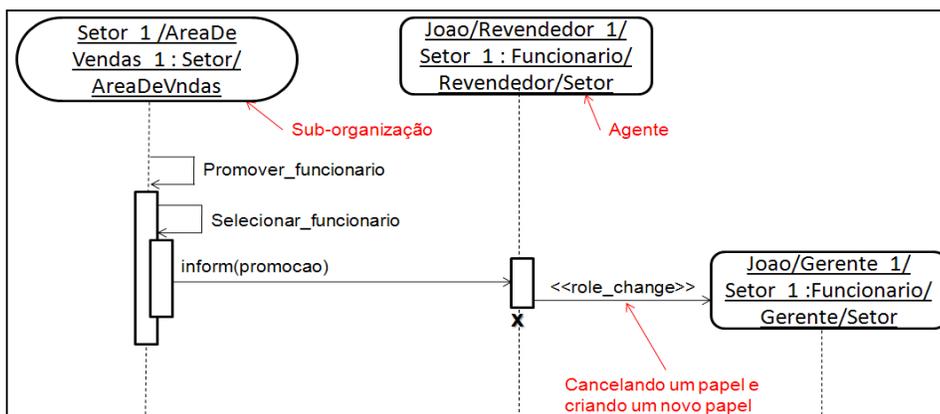


Figura 3.6 Exemplo de Mudança de Papel do SMA para Venda Direta

3.2.5 Diagrama de Atividades

“Diagramas de atividades enfatizam a sequência e condições para a execução de ações” (Silva *et al.*, 2005). Assim, o diagrama de atividades de MAS-ML estende o diagrama de atividades de UML para modelar planos e ações dos agentes e organizações. Um exemplo de diagrama de atividades do SMA para Venda Direta é descrito na Figura 3.7.

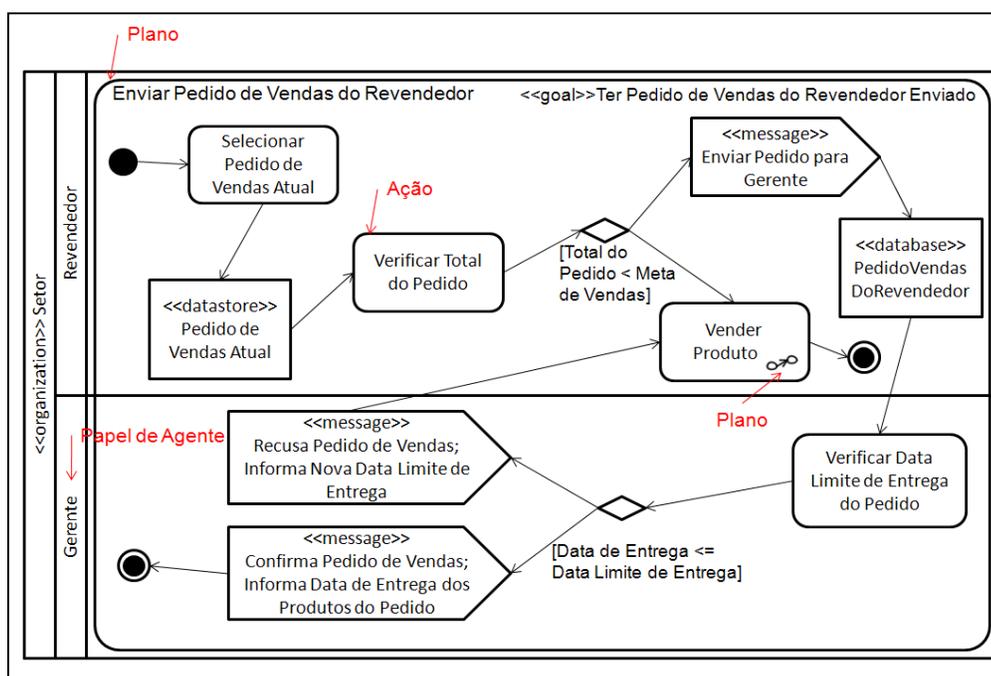


Figura 3.7 Exemplo de Diagrama de Atividades do SMA para Venda Direta

No exemplo acima, pode-se observar um diagrama de atividades para modelar o plano “Enviar Pedido de Vendas do Revendedor”, no qual o agente desempenhando o papel de revendedor que tenta alcançar o seu objetivo “Ter Pedido de Vendas do Revendedor Enviado”, representado no diagrama pelo estereótipo *<<goal>>*. Uma ação no diagrama de atividades também pode representar um plano dentro do plano do diagrama, como é o caso de “Vender Produto” no exemplo acima.

Cada raia de natação do diagrama possui as ações e mensagens referentes a cada papel de agente dentro de uma organização. Assim, no diagrama de atividades também é possível representar as mudanças de papéis de agente, para isso são

utilizados os estereótipos definidos por MAS-ML dentro da ação que representa a mudança de papel.

Os demais conceitos representados no diagrama da Figura 3.7 são de UML e possuem os mesmos significados.

CAPÍTULO 4: CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente trabalho, a linguagem MAS-ML desenvolvida para modelagem de SMA foi introduzida, e após de um breve estudo de caso no domínio de venda direta foi possível explorar alguns conceitos e mecanismos dessa linguagem.

A realização de uma modelagem de um SMA para Venda Direta permitiu vivenciar a experiência de descrever um sistema voltado para agentes e concretizar o conhecimento adquirido na área.

Ainda que MAS-ML seja uma linguagem poderosa para a modelagem de SMA, no desenvolvimento deste trabalho percebeu-se a necessidade de uma ferramenta capaz de representar graficamente seus modelos e conceitos. Sem uma ferramenta própria para isto a elaboração dos diagramas de MAS-ML foi dificultosa.

Em virtude da restrição de tamanho e tempo de desenvolvimento do trabalho, MAS-ML foi apresentada de forma apenas introdutória e alguns de seus conceitos foram abordados apenas superficialmente. Porém vale ressaltar que MAS-ML é uma linguagem rica para a modelagem de SMA, tendo em vista que a mesma utiliza os elementos presentes no framework conceitual TAO.

REFERÊNCIAS

ABEVD - Associação Brasileira de Empresas de Venda Direta, http://www.abevd.org.br/htdocs/index.php?secao=venda_direta, 2009.

AVON, <http://www.br.avon.com/PRSuite/info/aboutDirectSales.jsp>, 2009.

BASILI, V. R., SELBY, R. W., HUTCHENS, D. H. *Experimentation in Software Engineering*. IEEE Transactions on Software Engineering, 12 (7), pp. 733-743, 1986.

DE MARIA, B. A. *Usando a abordagem MDA no desenvolvimento de sistemas multi-agentes*. Dissertação de Mestrado – PUC-Rio, 2005.

OMG – Object Management Group, <http://www.omg.org/>, 2009.

UML – Unified Modeling Language Specification, version 2.1, <http://www.omg.org/uml/>, 2009.

SILVA, V., LUCENA, C. *From a Conceptual Framework for Agents and Objects to a Multi-Agent System Modeling Language*. Technical Report CS2003-03, School of Computer Science, University of Waterloo, Canada, 2003.

SILVA, V., GARCIA, A., BRANDÃO, A., CHAVEZ, C., LUCENA, C., ALENCAR, P. *Taming Agents and Objects in Software Engineering*. Software Engineering for Large-Scale Multi-Agent System, LNCS 2603, Springer-Verlag, pp. 1-26, 2003.

SILVA, V. T., CHOREN, R., LUCENA, C. *A UML Based Approach for Modeling and Implementing Multi-Agent Systems*. In: International Conference on Autonomous Agents and Multi-Agents Systems, 2004, New York. Proceeding of the third International Conference on Autonomous Agents and Multi-Agents Systems, 2004.

SILVA, V. T., CHOREN, R., LUCENA, C. J. P. *Using the UML 2.0 Activity Diagram to Model Agent Plans and Actions*. In: Fourth International Conference on Autonomous Agents and Multi-Agents Systems, 2005, Utrecht. Proceeding of the fourth International Conference on Autonomous Agents and Multi-Agents Systems, 2005.

SILVA, V. T. , CHOREN, R. , LUCENA, C. J. P. *MAS-ML: A Multi-Agent System Modelling Language*. International Journal of Agent-Oriented Software Engineering, v. 2, p. 382-421, 2008.

WIKIDUCAÇÃO, http://wiki.educartis.com/wiki/index.php?title=Venda_direta, 2009.

WOOLDRIDGE, M., JENNINGS, N. R. *Intelligent Agents: Theory and Practice*. The Knowledge Engineering Review, vol. 10, n° 2, p. 115-152, 1995.

**APÊNDICE A: ALGUMAS META-CLASSES E ESTEREÓTIPOS
CRIADAS POR MAS-ML**

TAO		MAS-ML
Entidade/ Relacionamento	Descrição	Meta-Classe/ Estereótipo
<i>Agent</i>	Elemento autônomo, adaptativo e interativo que tem um estado mental. Seu estado é expresso através de componentes mentais como crenças, metas, planos e ações.	<i>AgentClass</i>
<i>Environment</i>	Elemento habitado por agentes, objetos e organizações. Pode ser heterogêneo, dinâmico, aberto e distribuído. Apresenta estado, comportamento e relacionamentos. O estado de um ambiente armazena a relação de recursos, serviços e permissões de acesso.	<i>EnvironmentClass</i>
<i>Organization</i>	Elemento que agrupa agentes, que desempenham papéis e têm metas em comum. É uma extensão de agente, pois suas propriedades e seus relacionamentos são descritos do mesmo modo que em agentes	<i>OrganizationClass</i>
<i>Object Role</i> <i>Agent Role</i>	Elemento definido no contexto de uma organização. É um elemento que guia e restringe o comportamento de um agente, objeto ou sub-organização em uma organização, pode estar relacionado a um objeto (object role) ou agente (agent role)	<i>ObjectRoleClass</i> <i>AgentRoleClass</i>
<i>Inhabit</i>	Relacionamento que especifica que um elemento que habita em um ambiente é criado e destruído no habitat e deve sair e entrar no habitat, respeitando as permissões do mesmo	<i>Inhabit</i>
<i>Ownership</i>	Relacionamento onde um elemento (membro) pertence a outro elemento (proprietário) e um membro deve obedecer um conjunto de regras definidas pelo proprietário	<i>Ownership</i>
<i>Play</i>	Relacionamento que especifica que objetos, agentes ou sub-organizações que desempenham um papel têm propriedades e relacionamentos definidos pelo papel	<i>Play</i>
<i>Control</i>	Relacionamento que define que um elemento que é controlado deve obedecer seu controlador	<i>Control</i>
<i>Action</i>	Ação desempenhada por um agente ou organização	<i>AgentAction</i>
<i>Plan</i>	Plano desempenhado por um agente ou organização, está associado a uma meta e é representado por um conjunto de ações	<i>AgentPlan</i>
<i>Protocol</i>	Descreve os protocolos que um agente deve obedecer quando está desempenhando um papel e interagindo com outras entidades do sistema	<i>AgentProtocol</i>
<i>Message</i>	Para complementar a definição de protocolo, é enviada ou recebida por um agente	<i>AgentMessage</i>
<i>Goal</i>	Estado futuro ou desejo que um agente deve alcançar ou satisfazer	<i>Goal</i>
<i>Belief</i>	Conhecimento de um agente sobre o ambiente, metas, ele próprio e outras entidades	<i>Belief</i>

Tabela 1: Algumas meta-classes e estereótipos criadas por MAS-ML (De Maria, 2005)