

Conceitos em Sistemas de Informação: UML e a sua adequação ao FRISCO

José Eduardo Moreira Fernandes

Instituto Politécnico de Bragança, Bragança, Portugal

jef@ipb.pt

João Álvaro Carvalho

Universidade do Minho, Guimarães, Portugal

jac@dsi.uminho.pt

Conceitos em Sistemas de Informação: UML e a sua adequação ao FRISCO

Resumo

A área de Sistemas de Informação tem sido invadida de conceitos mal definidos e terminologia mal empregue, juntamente com metodologias e linguagens não solidamente fundamentadas. Tal tem sido motivo de preocupação para a comunidade de sistemas de informação e alvo de estudos no sentido de analisar, sugerir ou propor formas mais correctas e fundamentadas de expressar o conhecimento e de estabelecer a comunicação.

O relatório FRISCO (“Framework of Information System Concepts”) realizado pelo “IFIP WG 8.1 Task Group FRISCO” é um destes estudos, no qual se propõe um esquema de conceitos entendidos como relevantes para a área de sistemas de informação, os quais permitam, juntamente com uma terminologia adequada, uma comunicação mais clara, efectiva e não ambígua na área sistemas de informação. Este estudo pretende analisar até que ponto a linguagem UML (“Unified Modeling Language”) será adequada para a descrição/modelação de sistemas de informação, com base no esquema de conceitos de sistemas de informação proposto pelo FRISCO (“Framework of Information System Concepts”).

Este trabalho enquadra-se nos domínios de ontologias, sistemas de conceitos e linguagens de modelação orientadas a objecto, e constitui um contributo para o esclarecimento de questões relativas a conceitos utilizados na modelação de sistemas de informação.

Palavras chave: UML, FRISCO, modelação, sistema de conceitos, ontologia

1. Introdução

Reconhecendo a importância do FRISCO como um estudo de referência no estabelecimento de um esquema sólido e bem fundamentado de conceitos de Sistemas de Informação e da UML como a linguagem de modelação standard com forte aceitação no mundo académico e na indústria, o motivo deste trabalho prende-se com o facto do esquema de conceitos proposto pelo FRISCO carecer de linguagens de modelação que o ponham em prática, verificando-se a ausência de linguagens de modelação de relevo que directamente o suportem.

No domínio das linguagens de modelação, encontra-se a linguagem UML (“*Unified Modeling Language*”), a qual representa nos dias de hoje a principal linguagem de modelação orientada a objectos comumente aceite. Tendo sido normalizada pelo grupo OMG (“*Object Management Group*”), a linguagem UML pode ser aplicada em vários domínios na modelação de uma diversidade de tipos de sistemas. Com a aceitação da UML, surgiu uma nova geração de ferramentas, técnicas e processos que a suportam.

Pesquisa passada na área de sistemas de informação suscitou uma abordagem ao estudo do desenvolvimento de sistemas que realça a compreensão dos metamodelos subjacentes às linguagens de modelação empregues nos métodos de desenvolvimento de sistemas de informação [Carvalho e Amaral 1994]. Estas linguagens de modelação, usadas para representar modelos de sistemas de informação, possuem uma propriedade comum a todas as linguagens de modelação, que é a de todas elas serem baseadas num esquema de conceitos que reflecte as suas visões particulares do “mundo” concebido. Este esquema de conceitos, na qual a linguagem de modelação é baseada e sobre a qual todas as restrições se baseiam, corresponde ao metamodelo dessa linguagem. Portanto, o metamodelo determina a forma como se vê, se concebe, ou se modela o “mundo”, ou seja, expressa uma determinada visão ontológica [Falkenberg et al.1998]. A UML no seu estado actual, define uma notação e um metamodelo, o qual estabelece os seus conceitos fundamentais, e implicitamente afirma a sua forma de “ver o mundo”.

O esquema de conceitos do FRISCO e a linguagem UML tiveram para o seu desenvolvimento, abordagens distintas. Por um lado, o FRISCO com a preocupação de rigor, coerência, e sólida fundamentação teórica; por outro lado, a UML como uma linguagem que tem vindo a emergir fruto de contributos diversos e que só mais recentemente tem vindo a ser objecto de atenção e cuidado “científico”. Portanto, torna-se imperioso que face à importância e contributo do FRISCO, e à importância e utilização/expansão crescente da UML, se analise a adequação desta linguagem ao esquema de conceitos de sistemas de informação proposto pelo FRISCO. A Figura 1 procura ilustrar o objectivo deste trabalho.

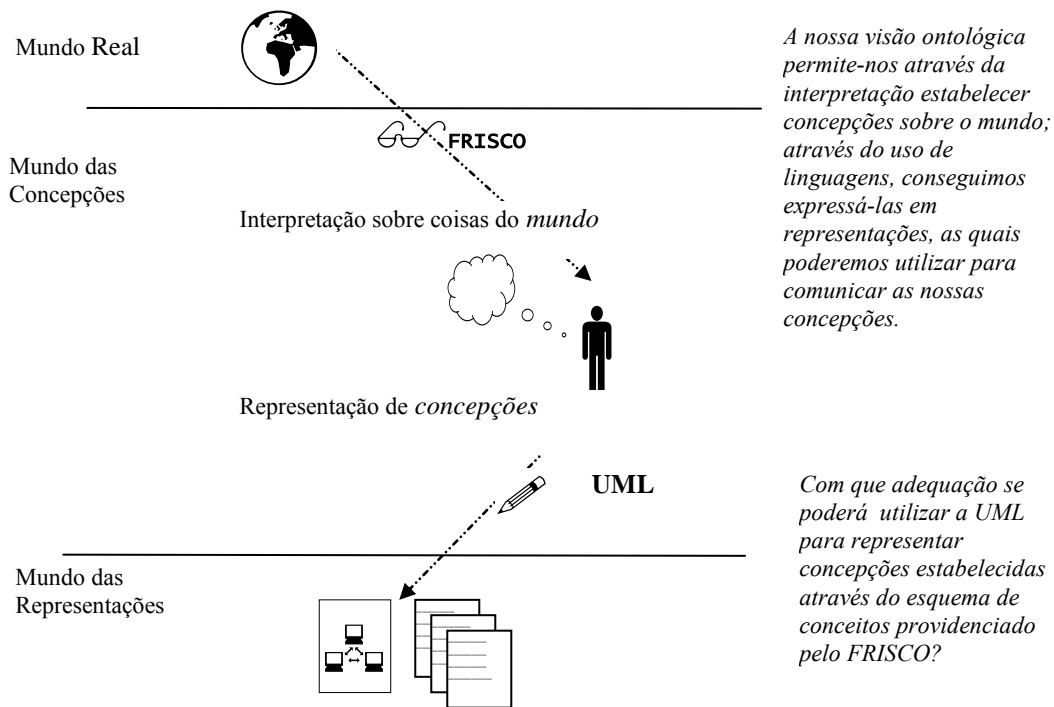


Figura 1 - A adequação da UML como linguagem para representação de conceitos do FRISCO

2. FRISCO

O relatório FRISCO apresenta os resultados do trabalho do grupo “IFIP WG 8.1 Task Group FRISCO”, desenvolvido em consequência de uma preocupação acerca da então situação científica, educacional e industrial. O grupo foi proposto em 1987 e estabelecido em 1988, tendo organizado ao longo dos anos várias conferências sobre este assunto. Em 1998, para fins educacionais e de investigação, é divulgado na web o relatório final que ilustra os resultados do trabalho desenvolvido [Falkenberg et al.1998]. Reconhecendo a sua importância, tem-se procurado identificar imperfeições a fim de serem corrigidas ou melhoradas [Hesse 2000] numa versão revista.

O esquema de conceitos proposto pelo FRISCO (especificamente relacionado com a área de "sistemas de informação") é baseado em vários pressupostos que representam a sua visão particular do mundo, a "Weltanschauung", adequada para descrever e explicar os fenómenos e conceitos mais importantes no campo de sistemas de informação. A exposição dos conceitos no relatório FRISCO é feita quer de um modo informal (com a intenção de facilitar a compreensão dos conceitos), quer de modo formal (com a intenção de obter maior rigor e assegurar um documento científico).

Este estudo baseia-se nos conceitos apresentados na exposição informal, uma vez que se considera esta exposição como sendo a mais clara e útil para este estudo. O Quadro 1¹ mostra os conceitos envolvidos e o Quadro 2, a título ilustrativo, apresenta a definição informal de alguns destes conceitos.

Conceitos FRISCO		
Thing	Domain	System denotation
Predicator	Domain component	System component
Predicated thing	Domain environment	System environment
Relationship	Human actor	System viewer
Set membership	Perception	System representer
Elementary thing	Perceiving action	Dynamic system
Composite thing	Perceiver	Static system
Entity	Conception	Active system
Type	Conceiving action	Passive System
Population	Conceiver	Open system
Instance	Conceiving context	Closed System
Transition	Interpreting action	Sub-system
State	Interpreter	Knowledge
Pre-state	Interpreting context	Data
Post-state	Symbol	Message
State-transition structure	Alphabet	Message transfer
Composite transition	Symbolic construct	Sender
Transition occurrence	Language	Receiver
Relative time	Representation	Information
Absolute time	Representing action	Communication
Rule	Representer	Shared knowledge
Actor	Representing context	Organisational system
Action	Label	Norm
Composite action	Reference	Information system
Action occurrence	Semiotic level	Information system denotation
Co-action	Model	Computerised information sub-system (CISS)
Actand	Model denotation	
Input actand	Modelling action	
Output actand	Modeller	
Resource	Intensional model	
Action context	Extensional model	
Goal	Meta-model	
Goal-pursuing actor	System	

Quadro 1 - Conceitos do FRISCO considerados neste estudo

¹ Os conceitos encontra-se listados de cima para baixo e da esquerda para a direita, em conformidade com a ordem com que são apresentados no relatório do FRISCO.

Conceito	Significado
Definition E1: Thing	A thing is any part of a <u>conception</u> of a <u>domain</u> (being itself a "part" or "aspect" of the "world"). The set of all things under consideration is the <u>conception</u> of that <u>domain</u> .
Definition E2: Predicate, Predicated thing	A predicator is a <u>thing</u> , used to characterise or qualify other <u>things</u> , and assumed as being "atomic", "undividable" or "elementary". A predicated thing is a <u>thing</u> being characterised or qualified by at least one <u>predicator</u> .
Definition E3: Relationship	A relationship is a special <u>thing</u> composed of one or several <u>predicated thing(s)</u> , each one associated with one <u>predicator</u> characterising the role of that <u>predicated thing</u> within that relationship.
Definition E4: Set membership, Elementary thing, Composite thing	A set membership is a special binary <u>relationship</u> between a <u>thing</u> (the set), characterised by the special <u>predicator</u> called 'has-element', and another thing, characterised by the special <u>predicator</u> called 'is-element-of'. An elementary thing is a <u>thing</u> , not being a <u>relationship</u> and not being characterised by the special <u>predicator</u> called 'has-element'. A composite thing is a <u>thing</u> , not being an <u>elementary thing</u> .
Definition E5: Entity	An entity is a <u>predicated thing</u> as well as an <u>elementary thing</u> .

Quadro 2 - Definição informal de alguns dos conceitos FRISCO

3. Metamodelo UML (Unified Modeling Language)

O documento de especificação da UML apresenta a semântica da linguagem recorrendo ao metamodelo² da linguagem, o qual, estruturado em pacotes, é descrito de modo semi-formal, “*The metamodel is described in a semi-formal manner using these views: abstract syntax, well-formedness rules, semantics*” [OMG 2001, pág. 2-3]. A notação da linguagem especifica a sintaxe gráfica para a expressão da semântica descrita previamente pelo metamodelo da UML. A Figura 2 apresenta um extracto de alguns dos elementos presentes no metamodelo da UML (sintaxe abstracta), retirado do documento de especificação da linguagem.

² O metamodelo de uma linguagem estabelece os conceitos fundamentais de uma linguagem, ou seja a sua forma de “ver o mundo”.

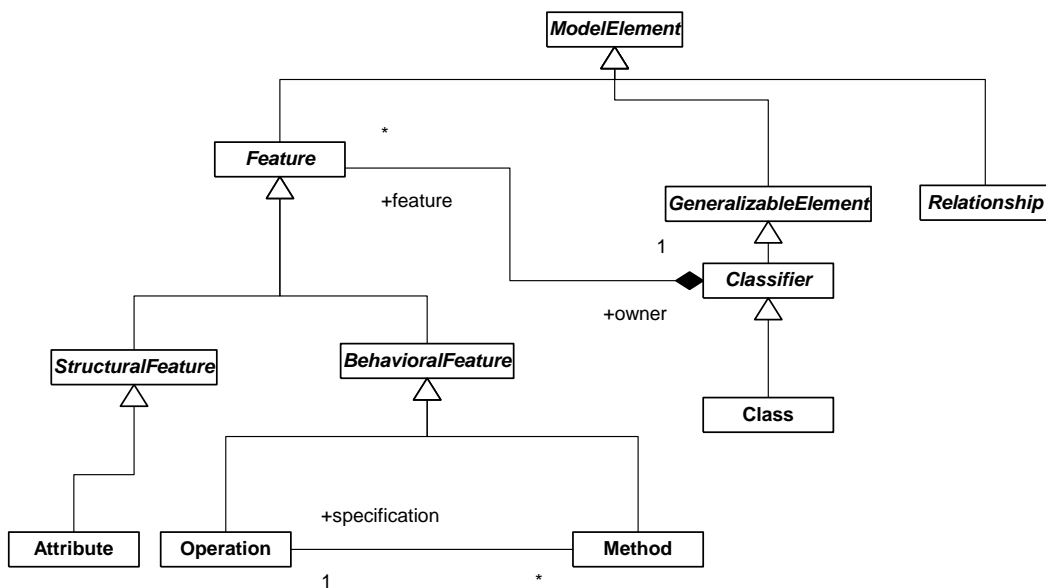


Figura 2 - Extracto de elementos presentes no metamodelo da UML (sintaxe abstracta)

4. FRISCO e UML: Considerações Gerais

O estudo da adequação da UML ao FRISCO não se revela tarefa fácil devido à diferença de origens e abordagens entre a UML e o FRISCO:

- A UML tem as suas origens na unificação de práticas correntes de desenvolvimento de sistemas de software orientados a objectos, com conceitos e técnicas para a especificação de artefactos e modelos de sistemas de software. Através de mecanismos de extensão presentes na especificação da UML, poder-se-ão modelar quaisquer outros sistemas que não de software.
- O FRISCO teve motivações completamente diferentes; foi a observação da prática corrente da comunicação sobre conceitos de Sistemas de Informação que levou ao estudo das origens de sistemas de informação e à definição com rigor de um esquema de conceitos que clarificasse os conceitos relevantes na área de sistemas de informação.

FRISCO, UML e Visões Ontológicas

A UML incorpora conceitos e princípios importantes da orientação aos objectos. Esta adesão ao paradigma de orientação a objectos contribui para o fundamental da visão ontológica da UML, ou seja, a sua forma de ver o “mundo”. Esta visão particular do “mundo” está reflectida, como

em todas as linguagens, numa concepção de estrutura de conceitos. Esta concepção de estrutura de conceitos (e de todas as restrições sobre ela) é representada pelo metamodelo da linguagem.

O FRISCO não assume qualquer aproximação ao paradigma da orientação a objectos; a visão ontológica assenta num conjunto de pressupostos estabelecidos pelo próprio FRISCO. Uma análise a estes pressupostos revela que a visão ontológica por estes definida, considera um mundo em que actores efectuem acções sobre “actands”, sendo as acções possibilitadas pela comunicação de representações de informação através de mensagens; são considerados modelos, sistemas, organizações, e como parte destas, os sistemas de informação. A diferença dos fundamentos base das visões ontológicas do FRISCO e da UML contribui para a dificuldade no estabelecimento de uma correspondência de representação adequada entre conceitos do FRISCO e elemento do metamodelo da UML.

FRISCO, UML e Sistemas de Informação

Será que objecto “sistema de informação” considerado pelo FRISCO coincide com o objecto “sistema de software” que a UML em essência se destina a representar?

Carvalho [Carvalho 1999] considera quatro tipos de objectos (ver Quadro 3) que podem ser chamados de “sistema de informação”:

Sistema de Informação	
<i>SI1</i>	<i>Organização (sistema autónomo) cujo negócio (objectivo) é informar os seus clientes.</i>
<i>SI2</i>	<i>Um subsistema que assegure a comunicação entre os subsistemas de gestão e operacional num sistema autónomo.</i>
<i>SI3</i>	<i>Qualquer combinação de objectos activos que lidam apenas com objectos simbólicos e cujos agentes são computadores ou dispositivos baseados em computadores – um sistema baseado em computador.</i>
<i>SI4</i>	<i>Qualquer combinação de objectos activos (processadores) que lidam apenas com objectos simbólicos. Quando aplicado a uma organização, esta vista corresponde a todas as actividades organizacionais com excepção daquelas que lidam com matéria e energia.</i>

Quadro 3 - Objectos que podem ser considerados “sistemas de informação” (retirado de [Carvalho 1999])

O FRISCO define um “sistema de informação” como sendo:

Um sistema de informação é um subsistema de um sistema organizacional que compreende a concepção de como estão compostos os aspectos orientados à informação³ e comunicação de uma organização, e de como estes operam, descrevendo portanto os arranjos e as acções (implícitas ou explícitas) orientadas à comunicação e fornecedoras de

³ Nota-se aqui que o FRISCO define “informação” como o incremento de conhecimento, sendo o conhecimento definido como “a relatively stable and sufficiently consistent set of conceptions possessed by single human actors”.

informação dentro dessa organização.

Para o FRISCO, um sistema de informação é um subsistema de um sistema organizacional, o que numa primeira análise, não irá facilmente ao encontro do objecto SI1 que Carvalho identificou como sendo sistema de informação. Põem-se de parte SI3 por apenas incluir como agentes dispositivos computacionais. Considerando a definição SI4 e a definição SI2 (SI2 que considera um sistema de informação como um subsistema de apoio aos subsistemas operacional e de gestão), o melhor enquadramento do sistema de informação do FRISCO é relativamente ao objecto SI4 (o qual pode ser identificado como qualquer coisa, dentro do sistema organizacional que lida com informação; não se limita, como um SI2, a um subsistema que assegura a comunicação entre os subsistemas operacional e de gestão).

Uma pesquisa do termo “sistema de informação” no documento de especificação da UML [OMG 2001], revela que não existem quaisquer referências a sistemas de informação, o que é indicador da não consideração de aspectos fundamentais relacionados com a noção de sistema de informação. Pode-se constatar no documento de especificação afirmações que indicam que a UML tem essencialmente como objecto de modelação um sistema de software e que o uso da UML para modelação de outros sistemas que não os de software, poderá por conveniência obrigar a usar os mecanismos de extensão da UML para definir terminologia e, implicitamente, a expressão de conceitos relevantes para os sistemas em questão. Tal constitui uma evidência que a UML, apesar de concebida para ser genérica e de poder ser utilizada (eventualmente recorrendo aos seus mecanismos de extensão) para modelar outros tipos de sistemas, foi pensada essencialmente para modelar sistemas de software.

Considerando as definições de sistemas de informação propostas [Carvalho 1999], o sistema de software referenciado na UML corresponde ao sistema de informação SI3, podendo-se eventualmente ter como pequena diferença, o facto da UML considerar relevante, para a especificação da funcionalidade do sistema de software, o papel desempenhado por entidades externas ao sistema (as quais modeladas como actores, poderão ser não apenas dispositivos computacionais, mas também seres humanos).

FRISCO, UML e os Quatro Mundos

Opdahl e Henderson-Sellers [Opdahl e Henderson-Sellers 2001] recorrem no seu trabalho⁴ ao suporte fornecido pela distinção entre quatro mundos (*objecto, uso, desenvolvimento e sistema*)

⁴ Análise da “*OPEN Modelling Language (OML)*” em termos do modelo de sistemas de informação “*Bunge-Wand-Weber (BWW)*”.

do desenvolvimento de Sistemas de Informação⁵; convém para este estudo ter presente essa distinção. Numa linguagem de modelação, como a UML, poder-se-ão (eventualmente) encontrar elementos de modelação destinados a uma utilização mais apropriada num destes mundos (ou eventualmente em mais do que um). Considerando os quatro mundos do desenvolvimento de sistemas de informação (a Figura 3 ilustra uma visualização destes mundos), coloque-se então a questão: para quais destes quatro mundos se preocupam principalmente o FRISCO e a UML em fornecer conceitos?

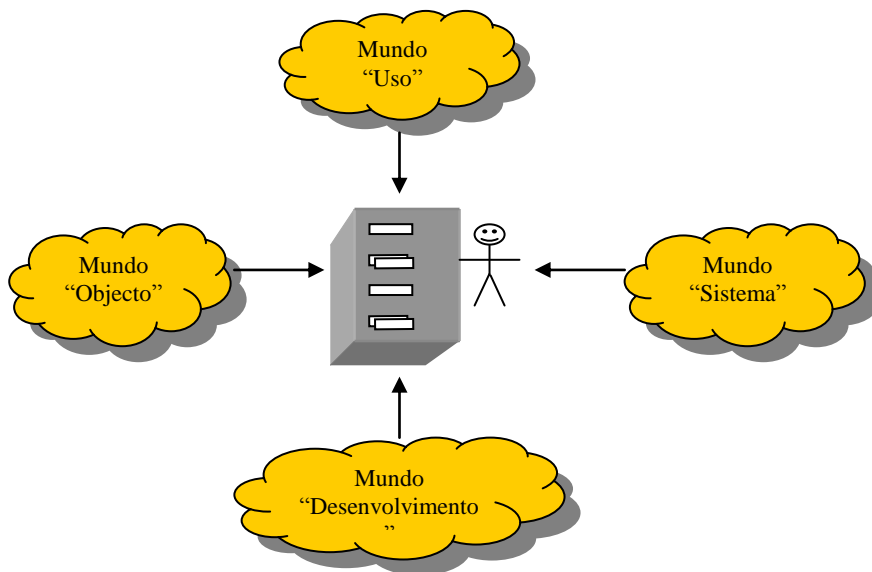


Figura 3 - Visualização dos quatro mundos

A resposta poderá não ser simples, devido a interpretações e considerações de carácter subjectivo e pessoal; no entanto, com mais ou menos adequação, pode-se dizer que o FRISCO conterà elementos destinados ao mundo *objecto* e ao mundo *uso*. A UML contém essencialmente elementos destinados ao mundo *objecto* e ao mundo do *sistema* (também é possível argumentar-se por outros mundos, mas no entanto, e dadas as considerações anteriores, consideram-se estes os que melhor vão de encontro com os objectivos principais e natureza da UML). O Quadro 4 sintetiza estas considerações.

Mundo	Caracterização do Mundo	FRISCO	UML
<i>Objecto</i>	<i>O mundo objecto é "Universo do Discurso" do sistema proposto, sobre o qual o SI final pode conter e manter informação.</i>	X	X
<i>Uso</i>	<i>O mundo do uso compreende a organização que usará e incorporará o SI, e.g., seus objectivos e estrutura, os indivíduos, suas crenças, hábitos de trabalho, intenções, etc.</i>	X	

⁵ Relativamente a estes mundos ("parcialmente sobrepostos"), [Opdahl e Henderson-Sellers 2001] faz referência a [Jarke et al. 1992] e [Mylopoulos 1992].

<i>Desenvolvimento</i>	<i>O mundo do desenvolvimento compreende as pessoas envolvidas no desenvolvimento de SI, seus métodos, ferramentas e planos de trabalho, os artefactos que usam e produzem, incluindo modelos, etc.</i>		
<i>Sistema</i>	<i>O mundo do sistema compreende representações intermédias de vários aspectos do artefacto software a ser construído a vários níveis de abstracção, culminando no SI final.</i>		X

Quadro 4 - Enquadramento dos elementos do FRISCO e UML nos quatro mundos

5. Abordagem

Quer a UML e o FRISCO tenham ou não o mesmo objecto de sistema de informação sob consideração, conforme dito atrás, e/ou elementos essencialmente destinados para os mesmos mundos, para a análise da adequação deve-se ter em conta os quatro tipos de discrepâncias ontológicas (*sobrecarga, redundância, excesso e défice de construções*) tidas em conta em [Opdahl e Henderson-Sellers 2001]⁶ que podem prejudicar a clareza ontológica das construções de uma linguagem relativamente a uma ontologia/esquema de conceitos. Enquanto que a sobrecarga e défice de construções são consideradas como fraquezas da linguagem de modelação, o caso de redundância e de excesso não o são.

Este estudo teve predominantemente em foco uma *correspondência de representação* do FRISCO para a linguagem UML, procurando principalmente encontrar na linguagem construções (respeitantes aos conceitos providenciados pelo FRISCO) que existem ou que estão em falta. A abordagem de correspondência de representação foi de carácter sequencial, procurando seguir a mesma ordem em que encontram dispostos os conceitos no relatório do FRISCO (embora por vezes, pontualmente e por conveniência, não se mantenha essa ordem).

É importante notar que na procura de um elemento na UML, esta foi feita no metamodelo da UML, e não na totalidade do documento de especificação da UML em si; os elementos que definem a linguagem UML são os que estão de alguma forma presentes no seu metamodelo. No entanto, a escrita apresentada no documento de especificação [OMG 2001] pode revelar conceitos ou terminologia que os autores do documento utilizaram ou acharam necessários utilizar para expressar a UML, mas que na verdade, só farão apenas parte da linguagem UML se de algum modo estiverem de facto presentes no metamodelo. Não obstante, ao não se encontrar (ou a não se achar viável) um elemento UML adequado para representação de um

⁶ Relativamente a estas discrepâncias ontológicas, [Opdahl e Henderson-Sellers 2001] referencia [Wand e Weber 1993].

conceito no FRISCO, teve-se a atenção de procurar no documento algum conceito⁷ que, embora não pertencendo ao metamodelo da UML, se ache útil referir neste estudo.

6. Análise da Adequação

A análise sistemática dos conceitos do FRISCO e correspondentes elementos UML adequados à sua representação constitui o núcleo do trabalho envolvido neste estudo [Fernandes 2003], do qual extraem os resultados que permitem concluir sobre a adequação da UML para representar os conceitos presentes no FRISCO.

Devido à dimensão da análise efectuada, esta não é aqui apresentada na sua plenitude; em vez, reúne-se em jeito de síntese (ver Quadro 5) as conclusões da análise efectuada relativas à adequação dos elementos da UML aos conceitos do FRISCO.

Conceito do FRISCO	Análise de Adequação da UML relativa ao Conceito do FRISCO
Thing	O conceito de “Coisa” (“Thing”) do FRISCO pode ser representado adequadamente por “ <i>ModelElement</i> ” da UML.
Predicator Predicated thing	Não se pode fazer adequadamente associar elementos da UML aos conceitos de “predicator” e de “predicated thing” presentes no FRISCO.
Relationship	Em rigor, um “relacionamento” (“Relationship”) não pode ser correctamente representado por um elemento (ou vários) da UML, podendo-se apenas dizer que na UML existe um elemento, ligação (“ <i>Link</i> ”), que poderá parcialmente representar o conceito de “Relationship” do FRISCO.
Set membership Elementary Thing Composite Thing	Poder-se-á fazer corresponder o conceito “set membership” ao conceito agregação ou composição, os quais sendo variantes de uma associação, têm o objectivo de denotar um relacionamento todo/parte; a agregação permite que as suas partes possam pertencer a mais do que um todo, enquanto que numa composição as partes apenas podem pertencer a um todo. Assim, a UML distingue coisas compostas de coisas elementares através da existência ou não existência de relacionamentos de agregação de composição.
Entity	A UML não tem no seu metamodelo um elemento denominado por “entidade”, apesar de utilizar este termo com frequência ao longo do seu documento. Uma análise ao metamodelo da UML revela que o elemento “ <i>Instance</i> ” é aquele que mais se aproxima em correspondência à definição de entidade (“Entity”) no FRISCO.
Type Population, Instance	A correspondência assumida de “Type” para “ <i>Classifier</i> ” sofre de imperfeição, sendo contudo, aquela que melhor se pode fazer. Fazendo notar a observação anterior (relativa a “ <i>Link</i> ” como instância de “ <i>Association</i> ”), assume-se a correspondência de instância (“Instance”) do FRISCO para “ <i>Instance</i> ” da UML. Uma pesquisa revela que a UML não define o termo população correspondente ao conceito “Population” (também não o define no metamodelo) para se referir à colecção de instâncias de um determinado tipo.
Transition	Assume-se a correspondência entre transição (“Transition”) do FRISCO e a transição do (“ <i>Transition</i> ”) da UML.
State Pre-State Pos-State	O elemento “ <i>SimpleState</i> ” é aquele que por definição de se aproximará à definição de “estado” (“State”) do FRISCO. Na UML, uma transição dá-se de um estado designado por estado fonte (“ <i>source</i> ”), para um designado por estado alvo ou destino (“ <i>target</i> ”).

⁷ Por vezes ao longo dessa procura, usa-se neste documento a palavra “termo” como o mesmo significado.

State transition structure	Pode-se fazer corresponder “state transition estrutura” do FRISCO para “ <i>Composite State</i> ” da UML. De igual forma, atendendo à definição de “Composite transition” do FRISCO, também se considera a correspondência com <i>Composite State</i> da UML.
Composite Transition	
Transition occurrence	Não se assume a existência na UML de um conceito correspondente ao conceito de “Transition occurrence” presente no FRISCO.
Relative time	
Absolute time	A UML não define explicitamente conceitos que se possam fazer corresponder a estes de “tempo relativo” (“Relative time”) e “tempo absoluto” (“Absolute time”) do FRISCO (no entanto, os diagramas temporais envolvem implicitamente na sua execução o tempo relativo).
Rule	Pode-se fazer corresponder para regra (“rule”) do FRISCO, o conceito de constrangimento (“ <i>Constraint</i> ”), fazendo no entanto notar a imperfeição e limitações desta correspondência.
Actor	Com as devidas diferenças, pode-se associar o conceito de “actor” do FRISCO ao elemento “actor” da UML. Os actores na UML representam quer utilizadores humanos, quer outros sistemas sendo sempre consideradas como entidades externas.
Action	
Co-Action	Por coerência, faz-se corresponder “acção” (“Action”) no FRISCO ao elemento “caso de uso” (“ <i>UseCase</i> ”) da UML; uma co-acção terá de ser vista como a participação conjunta de mais do que um actor na interação com um caso de uso.
Actand	
Input actand	
Output actand	
Resource	Também por coerência com a posição assumida relativamente a “actor” e “acção”, e considerando a forma de o FRISCO ver o mundo como um mundo onde “actores que desenvolvem acções sobre “actands”, opta-se por não fazer corresponder nenhum elemento do metamodelo da UML a “actand” do FRISCO. Consequentemente, não se consideram os conceitos de “Input actand”, “Output actand” e “Resource” do FRISCO relativamente à sua representação pela UML.
Composite action	
Action occurrence	Considerando o caso de uso como a melhor correspondência (apesar de limitada) para a acção, não haverá um elemento da UML adequado a este “Composite action” do FRISCO. Uma acção composta terá, por coerência ser vista como sendo composta por uma sequência/composição de casos de uso. O conceito de “ocorrência de acção” (“Action occurrence”) corresponderá ao elemento do metamodelo “ <i>UseCaseInstance</i> ”.
Action context	No seu metamodelo, a UML não contempla nenhum elemento ao que se possa fazer corresponder à noção de “Action context”.
Goal	
Goal-pursuing actor	No metamodelo da UML, não se encontra nenhum elemento que explicitamente se faça a corresponder ao conceito “objectivo” (“goal”) do FRISCO. Na prática, em UML, quando um actor inicia um caso de uso (sendo este uma peça coerente de funcionalidade que traduz algo de valor para um utilizador), presume-se que o actor sabe o tipo de resultado ao empreender uma acção de invocação de um caso de uso; então, subjacente à utilização de uma funcionalidade representada por um caso de uso, um actor tem um objectivo, cumprindo o próprio caso de uso um propósito, ou seja um objectivo. Assim poder-se-á advogar a correspondência “Goal-pursuing actor” para um actor que inicia um caso de uso e que “Goal” será o objectivo implícito a um caso de uso. Contudo, não existe para o “goal” uma representação explícita através de elemento de metamodelo da UML (a este propósito, recorda-se o metamodelo proposto em [Eriksson e Penker 2000] para a modelação de negócios, o qual define explicitamente um elemento para a representação de um “goal” associado a um processo de negócio). Enquanto que no FRISCO se distingue os conceitos de “actor” e “goal-pursuing actor”, tal não acontece explicitamente no metamodelo da UML.

Domain Domain component Domain environment	Para os conceitos “domain”, “domain component” e “domain environment” do FRISCO não se encontram elementos adequados no metamodelo da. No entanto, define no seu glossário de termos, o termo “domain”, e, faz uso genérico do termo “environment” no documento de especificação com mesmo significado que o conceito de ambiente do FRISCO. Relativamente ao termo “domain component” do FRISCO, não se encontra qualquer termo/conceito na UML ao qual se possa associar.
Human actor	A UML não apresenta um termo que distinga um actor humano (“Human actor”) considerado no FRISCO de um actor não humano.
Perception Perceiving action Perceiver Conception Conceiving action Conceiver Conceiving context Interpreting action Interpreter Interpreting context	Todos estes termos existem no FRISCO em resultado da sua consideração da importância de distinguir o real, a percepção, a concepção e a representação. A UML não tem qualquer preocupação com conceitos a este nível.
Symbol Alphabet Symbolic construct Language	Pode-se verificar que não existe qualquer consideração relativamente à explicitação de conceitos similares a símbolo (“Symbol”) e alfabeto (“Alphabet”) do FRISCO; no entanto, pode-se fazer corresponder a noção de construção simbólica (“Symbolic construct”) do FRISCO à noção de “construct” utilizada no documento da UML. O conceito linguagem (“Language”) do FRISCO, é certamente em significado, o mesmo, quer no FRISCO quer no documenta UML. Em suma, no metamodelo não se encontram elementos que possam representar estes conceitos de (“Symbol”, “Alphabet”, “Symbolic construct”, “Language”) do FRISCO.
Representation Representer Action Representer Representer Context Label Reference	Poderemos fazer corresponder a “Representation” do FRISCO, o elemento do metamodelo UML “PresentationElement”. Os conceitos associados aos termos “Representer”, “Representer Action”, “Representer Context” do FRISCO não são contemplados na UML. A UML usa conceito de nome (“name”), propriedade de todos os elementos, como forma de referir a uma concepção, permitindo portanto, que se possa associar o elemento de metamodelo “Name” como possível representação “Label” do FRISCO. Não define no metamodelo elementos que permitam associar ao conceito “reference” do FRISCO, embora utilize e defina “reference” no seu glossário de termos,
Semiotic Level	O conceito de “Semiotic Level” do FRISCO, está a um nível teórico no qual a UML não tece considerações.
Model denotation System Denotation Information System Denotation	No FRISCO (em virtude de separar o que se concebe do que se representa), “Model denotation”, “System Denotation”, e “Information System Denotation”, referem a representações das concepções “Model”, “System” e “Information System” respectivamente. A UML em geral não se preocupa com este rigor teórico. Assim, quando é utilizado um destes termos, como por exemplo “Model”, este tanto serve para referir a sua concepção como a sua representação.
Modelling action Modeller System viewer System representer	No metamodelo não existem elementos que possam representar quaisquer destes conceitos do FRISCO (Modelling action, Modeller, System viewer, System representer). Embora não os defina no seu glossário, a UML utiliza no seu documento os termos “modeller” e “modelling”: o termo “modeller” para designar aquele que desenvolve actividade de modelação; “modelling” para designar esta actividade de modelação.

Model	Para o conceito “Model” do FRISCO, a UML fornece o elemento “ <i>Model</i> ” do seu metamodelo. Para a concepção “metamodelo” (“Metamodel”) do FRISCO, a UML permite representá-la através de um estereótipo «metamodel» do elemento “ <i>Model</i> ”. Os termos “intensional model” e “extensional model” do FRISCO não se revêem em quaisquer dos elementos presentes no metamodelo.
Metamodel	
Intensional model	
Extensional model	
System	Existe o conceito de subsistema (“ <i>Subsystem</i> ”), o qual permite não só representar o “sistema” (“ <i>System</i> ”) do FRISCO (designado em UML por “ <i>top-level subsystem</i> ”), como também um subsistema do próprio sistema, ou seja, o equivalente a “Sub-system” do FRISCO. “System component” do FRISCO não encontra elemento na UML que o possa adequadamente representar. O metamodelo não define explicitamente elemento que represente o ambiente de um sistema (“ <i>System environment</i> ” do FRISCO). Contudo, o documento de especificação utiliza o termo “ambiente do sistema” (“environment of the system” ou “system’s environment”) para se referir ao que envolve o sistema.
Sub-system	
System component	
System environment	
	Deve-se observar que em virtude de o objecto “sistema de informação” da UML ser SI3, os conceitos “System” e “Information System” sobrepõem-se na UML, tendo no contexto desta, o mesmo significado.
Dynamic system	“Dynamic system”, “Static system”, “Active system”, “Passive System”, “Open system”, “Closed System” são mais alguns exemplos de conceitos que não são considerados na UML.
Static system,	
Active system,	
Passive System,	
Open system,	
Closed System	
Knowledge	Quer no metamodelo, quer no documento de especificação da UML, não se encontram correspondências para os conceitos “Knowledge” e “Information” do FRISCO; não no metamodelo mas apenas no documento, encontra-se o termo “informação”, o qual é utilizado com o significado equivalente ao conceito “dados” (“Data”) definido pelo FRISCO. Sobre o conceito “Shared knowledge” do FRISCO, a UML não estabelece quaisquer termos ou considerações.
Information	
Data	
Shared knowledge	
Message	“Message”, “Message transfer”, “Sender” e “Receiver” do FRISCO: a UML não tem presente no metamodelo um elemento claramente adequado a este conceito de “mensagem” no FRISCO (a não ser que se considere a colecção de argumentos). Pode-se ver “Message transfer” representado no metamodelo da UML pelo elemento “ <i>Stimulus</i> ”. “Emissor” (“Sender”) e “Receptor” (Receiver”) do FRISCO encontram correspondência no metamodelo da UML, respectivamente, aos papéis de “Emissor” (“ <i>sender</i> ”) e Receptor (“ <i>receiver</i> ”) que as instâncias podem desempenhar num estímulo.
Message transfer	
Sender	
Receiver	
Communication	Considera-se então que o conceito “comunicação” (“communication”) do FRISCO não encontra no metamodelo um elemento para o representar. Contudo, o termo “comunicação” é genericamente utilizado no documento de especificação da UML com o mesmo significado de “comunicação do FRISCO, salvaguardando contudo que na UML não é necessário que a comunicação envolva a presença de pelo menos dois actores humanos (o que para o FRISCO se torna necessário).
Organisational system	Não estando no âmbito da especificação da UML, estes conceitos de “Organisational system” e “Norm” do FRISCO, não são definidos na UML.
Norm	
Information system	Não se encontram na UML termos ou conceitos que claramente satisfaçam ou vão ao encontro das definições de “Information system” e de “Computerised Information sub-system (CISS)” do FRISCO. Na realidade, o conceito de “sistema de informação” e de “subsistema de informação computadorizado” estão diluídos no mesmo conceito de “sistema físico” utilizado no documento da UML, mas não especificado no seu metamodelo.
Computerised information sub-system (CISS)	

Quadro 5 - Síntese da análise de adequação da UML ao FRISCO

A síntese exposta Quadro 5 pode ser ilustrada, para efeitos de melhor percepção dos resultados, por um diagrama

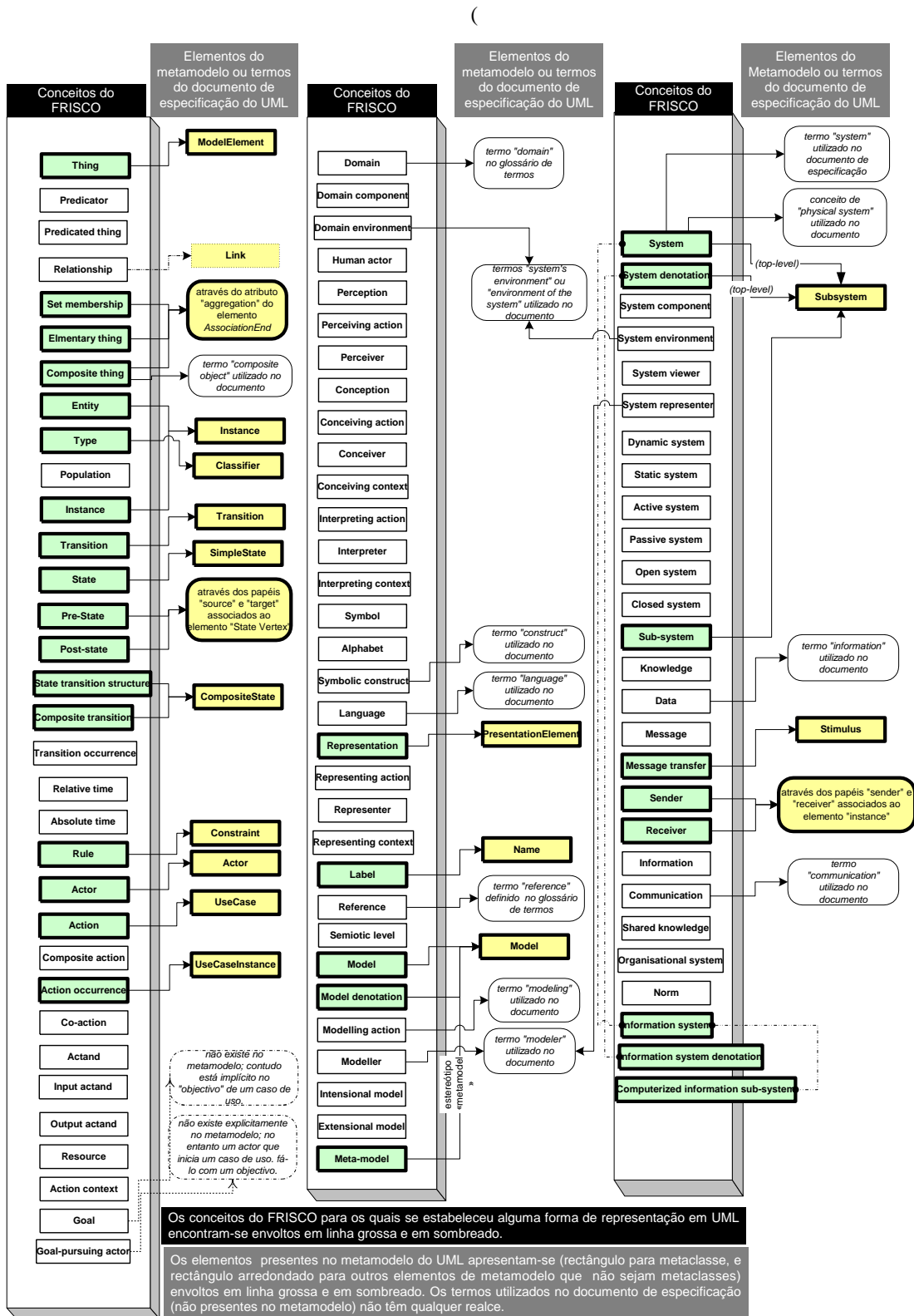


Figura 4) que apresenta e relaciona os conceitos envolvidos.

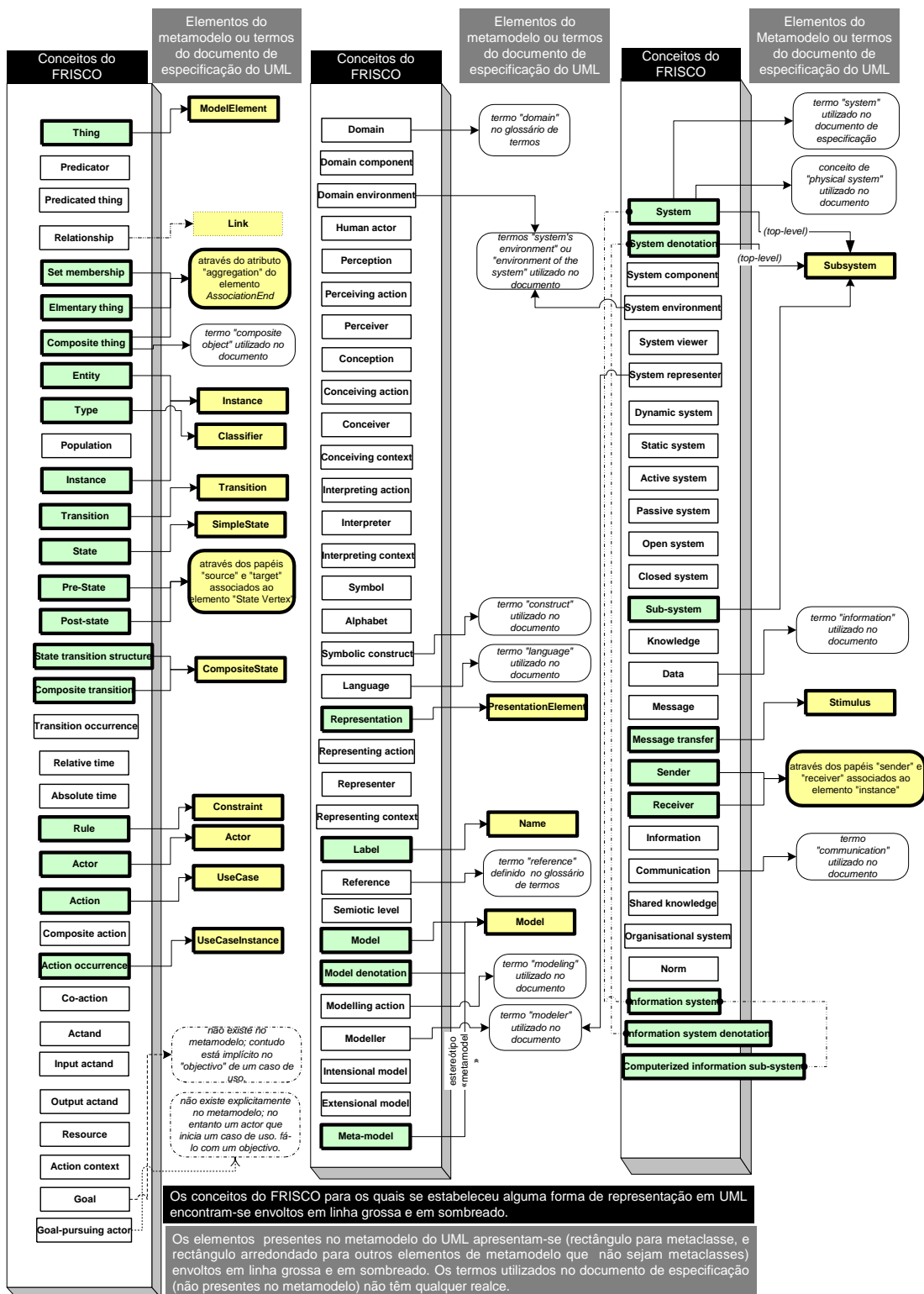


Figura 4 - Adequação dos elementos da UML ao FRISCO

7. Comentários aos Resultados Obtidos

A análise da adequação efectuada revela que:

- (1) Grande parte dos conceitos presentes no FRISCO não dizem propriamente respeito a conceitos de modelação. Existem muito conceitos do FRISCO para os quais não se encontram elementos adequados à sua representação; também se observa que vários conceitos do FRISCO são representados na UML pelo mesmo elemento.
- (2) São utilizados conceitos (termos) no documento de especificação que, embora não estejam presentes como elementos no metamodelo da linguagem, poderiam corresponder a conceitos do FRISCO. A representação dos conceitos do FRISCO é feita em UML por *metaclasses* (na sua maioria), por *estereótipos* de metaclasses, por *atributos* de metaclasses, ou por *papéis* (“roles”) que os elementos podem desempenhar numa associação.
- (3) É notória a não adequação da UML aos conceitos de “Knowledge”, “Data” e “Information” definidos pelo FRISCO. Enquanto que o FRISCO define “System”, “Information System”, “Computerized information sub-system”, na UML não se consegue de forma clara separar estes conceitos.
- (4) Verifica-se que, considerando o agrupamento dos conceitos efectuada aquando da definição destes no relatório FRISCO, 14 em 21 (66,7%) dos conceitos fundamentais do FRISCO encontraram elementos UML adequados para os representar, 3 em 12 (25%) dos conceitos de Actor, Acção e conceitos relacionados encontraram elementos na UML, e 14 em 59 (23,7%) acharam elementos UML adequados para os representar. Na totalidade, 31 em 92 (33,7%) dos conceitos do FRISCO encontraram representação através de elementos presentes no metamodelo da UML.

A análise efectuada permite reconhecer que a dificuldade de se encontrar adequação dos conceitos presentes no metamodelo da UML (sem recorrer aos seus mecanismos de extensão) ao FRISCO poderá dever-se a questões (entre outras) levantadas no ponto 4, as quais resultam das diferentes origens e objectivos do FRISCO e da UML. Levanta-se a hipótese de, recorrendo aos mecanismos de extensão, criar um perfil que adequa a UML à representação dos conceitos FRISCO, à semelhança ao feito em [Eriksson e Penker 2000] para a modelação de negócios e ao que é feito na própria especificação da UML para domínios específicos.

8. Conclusão

Reconhecendo a importância do FRISCO como um estudo de referência no estabelecimento de um esquema de conceitos de Sistemas de Informação, e da UML como a linguagem de modelação standard com forte aceitação no mundo académico e na indústria, o motivo deste trabalho prendeu-se com o facto do esquema de conceitos proposto pelo FRISCO carecer de linguagens de modelação que o ponham em prática. Este estudo pretendeu analisar até que ponto a linguagem UML (através dos elementos presentes no seu metamodelo e sem recorrer a mecanismos de extensão) é adequada para a descrição/modelação de sistemas de informação com base no esquema de conceitos de sistemas de informação proposto pelo FRISCO. A análise foi desenvolvida procurando a melhor correspondência de representação entre os conceitos do FRISCO e os elementos fornecidos no metamodelo da linguagem UML.

Os resultados levam a concluir que a linguagem UML, na sua forma original (sem recorrer aos seus mecanismos de extensão) não fornece elementos suficientemente adequados para representação do esquema de conceitos FRISCO. No entanto, coloca-se a possibilidade de se recorrer aos mecanismos de extensão da linguagem UML (a exemplo do que já é feito para outros domínios e esquemas de conceitos) para adequadamente se poder representar o esquema de conceitos de sistemas de informação proposto pelo FRISCO.

Como continuidade deste trabalho aponta-se a possibilidade de: (1) recorrendo aos mecanismos de extensão da linguagem UML, criar um perfil UML que se adequa à representação do esquema de conceitos do FRISCO; (2) com objectivos semelhantes ao deste estudo, desenvolver um trabalho para analisar a adequação da linguagem UML à representação de outros esquemas de conceitos; (3) reflectir sobre que alterações se poderiam fazer na especificação da linguagem UML, para que esta melhor representasse um esquema de conceitos solidamente fundamentados; (4) averiguar que esquemas de conceitos e subjacentes visões ontológicas estão presentes no actual ensino de sistemas de informação e propor um esquema de conceitos que permitisse uma uniformização dos conceitos no ensino de sistemas de informação.

9. Referências

Carvalho, J. e L. Amaral, *Using an Explicit System of Concepts for Information Systems Modelling: COMOD*, Zupancic, J. e S. Wryzca (eds.), Proceedings of the 4th International

Conference Information Systems Development- ISD'94: Methods & Tools, Theory & Practice, Bled, Eslovénia, 20-22 Setembro 1994, 93-103.

Carvalho, J., *Information System? Which One Do You Mean?*, in Falkenberg, E., K. Lyytinen e A. Verrijn-Stuart (Eds.), *Information Systems Concepts: An Integrated Discipline Emerging*, Kluwer Academic Publishers, 2000, 259-280 (Proceedings of "ISCO 4 - Information Systems Concepts: An Integrated Discipline Emerging", Leiden, Holanda, 20 a 22 de Setembro de 1999).

Eriksson, H e M. Penker. *Business Modeling with UML*, John Wiley & Sons, 2000

Falkenberg, E. W. Hesse P. Lindgreen B.E. Nilssen J.L.H. Oei C. Rolland R.K. Stamper F.J.M.V. Assche A.A. Verrijn-Stuart e K. Voss, *FRISCO: A Framework of Information Systems Concepts – The FRISCO Report*, IFIP WG 8.1 Task Group FRISCO, Versão Web: <ftp://ftp.leidenuniv.nl/pub/rul/fri-full.zip>, 1998.

Fernandes, J., *Conceitos em Sistemas de Informação: UML e a sua adequação ao FRISCO*, Tese de Mestrado em Sistemas de Informação, Universidade do Minho, 2003.

Hesse, W., *Towards a Theory of Information Systems: The FRISCO Approach*, 10th EJC, Finland, 2000.

Jarke, M. J. Mylopoulos J.Schmidt e Y. Vassiliou “DAIDA: An Environment for Evolving Information Systems”, *ACM Transactions on Information Systems (TOIS)* 10(1), (1992), 11-50.

Kobryn, C. “UML 2001: A Standardization Odyssey”, *Communications of the ACM*, 42, 10, 1999

Mylopoulos, J., *Knowledge Representation in Information Systems*, Tutorial Notes, CAiSE*92, The Fourth International Conference on Advanced Information Systems Engineering, Manchester/UK, 1992.

OMG, *Unified Modeling Language Specification versão 1.4*, The Object Management Group, 2001.

Opdahl, A. e Henderson-Sellers B., “Grounding the OML metamodel in ontology”, *Journal of Systems and Software* 57 (2) (2001), 119-143.

Wand, Y. e R. Weber, “On the Ontological Expressiveness of Information Systems Analysis and Design Grammars”, *Journal of Information Systems*, 3, (1993), 217-237.