

METAMODELO DO *FRAMEWORK* COBIT DE GOVERNANÇA DE TI

João Souza Neto

Arthur Nunes Ferreira Neto

Catholic University of Brasilia, Brasília/DF, Brazil

RESUMO

Este artigo aborda a geração e análise do metamodelo ontológico do *framework* COBIT de Governança de TI. Os metamodelos ontológicos representam, a partir de um nível superior de abstração, os componentes conceituais e a rica estrutura lógica e semântica dos relacionamentos dos *frameworks* de melhores práticas de TI, bem como possibilitam a análise, adaptação, comparação, integração e fusão de *frameworks*. Utilizou-se, na criação do metamodelo, a metodologia MetaFrame, fundamentada na disciplina de metamodelagem conceitual e na metodologia Entidade/Relacionamento estendida, que possui um processo iterativo de construção dos componentes do metamodelo, utilizando técnicas de modelagem e documentação de sistemas de informação, fazendo a verificação dos resultados baseada em critérios de qualidade. No metamodelo do COBIT 4.1 obtido, o tipo entidade central é o Processo de TI, o tipo entidade Domínio de TI representa os quatro domínios que agrupam um ou mais processos de TI do COBIT 4.1 que, por sua vez, estão divididos em uma ou mais Atividades, que são realizadas por um Papel ou mais, que são consultados, informados, prestam contas, ou se responsabilizam por cada Atividade. Como aplicação, o metamodelo do COBIT 4.1 poderá sugerir a adaptação ou implementação de um novo processo dentro do *framework* ou mesmo contribuir para a integração de *frameworks*, quando, após os processos de análise e comparação, encontram-se os pontos de conexão entre os componentes e as estruturas lógicas dos seus relacionamentos.

Palavras-chave: COBIT, Metamodelo, Entidade/Relacionamento, Governança de TI, *framework* de TI.

Manuscript first received/*Recebido em* 01/01/2013 Manuscript accepted/*Aprovado em:* 01/04/2013

Address for correspondence / *Endereço para correspondência*

João Souza Neto, Doctor of Science in Electrical Engineering, University of Brasilia – UNB, Professor at Catholic University of Brasilia, on the Master's degree Program in Information Technology and Knowledge Management, Campus Avançado, SGAN 916 Asa Norte - Modulo B - Sala A121 - CEP:70.790-160 Brasília – DF, Brasil - Telephone: (61) 3448-6534 - E-mail: joaon@ucb.br.

Arthur Nunes Ferreira Neto, Master in Information Technology and Knowledge Management – MGCGI/UCB, Catholic University of Brasilia, Researcher at Catholic University of Brasilia in Metamodels of IT frameworks, Campus Avançado, SGAN 916 Asa Norte - Modulo B - Sala A111 - CEP: 70.790-160 Brasília – DF, Brasil - Telephone: (61) 3338-6534 - E-mail: arthurnetobsb@gmail.com.

1. INTRODUÇÃO

Segundo o *IT Governance Institute* (2005), “a sobrevivência e o sucesso de uma organização diante do novo mercado globalizado, onde os tempos e as distâncias foram suprimidos, estão no efetivo gerenciamento das informações e das tecnologias relacionadas”. Diante deste contexto, em que a TI (Tecnologia da Informação) assume um papel decisivo e estratégico dentro das organizações, surgiram, nas duas últimas décadas, os modelos ou *frameworks* de melhores práticas de TI. Estes *frameworks* são uma resposta do meio empresarial aos desafios da gestão e da governança de TI, funcionando como instrumentos para a promoção do alinhamento entre os processos de TI e os objetivos estratégicos da organização.

Segundo Johannsen e Goeken (2007), os *frameworks* de melhores práticas de TI “descrevem objetivos, processos e aspectos organizacionais do gerenciamento e controle da TI”.

A efetiva implementação de um *framework* de melhores práticas de TI é uma atividade complexa, que exige gestão e planejamento, e que traz, normalmente, mudanças significativas na organização e nos seus processos. Surge, então, o desafio de se entender profundamente a estrutura do *framework* para que se possa fazer um estudo prévio de sua adequação aos processos da organização.

Além disso, observa-se que a adoção de apenas um destes *frameworks* de melhores práticas de TI pode não ser suficiente para uma determinada organização. Apesar dos diferentes focos e das diferenças conceituais e estruturais, os *frameworks* de melhores práticas de TI não são, em princípio, incompatíveis, podendo ser utilizados concomitantemente para promover um aprimoramento da gestão de tecnologia da organização. Portanto, um dos desafios enfrentados, atualmente, na gestão de TI é o de como analisar, adaptar, comparar e integrar os diferentes *frameworks* de melhores práticas de TI.

Entende-se, por conseguinte, que o primeiro passo na direção da solução destes problemas é a compreensão das estruturas lógicas e semânticas geradoras dos *frameworks* de melhores práticas de TI. Isto pode ser alcançado por meio da geração metódica dos metamodelos (modelos dos modelos) ontológicos desses *frameworks*.

A justificativa para isso é que os metamodelos ontológicos representam, a partir de um nível superior de abstração, os componentes conceituais e a rica estrutura lógica e semântica dos relacionamentos dos *frameworks* de melhores práticas de TI, bem como possibilitam a adaptação, comparação e integração entre os diferentes *frameworks* de TI.

Entre as principais abordagens utilizadas até o momento para realizar a análise e a comparação dos *frameworks* de melhores práticas de TI, temos as classificações de alto nível, baseadas em diversos critérios de comparação, e o mapeamento de alto nível e detalhado das funções e processos entre os *frameworks* (ITGI, 2006, 2008).

Entretanto, apenas a aplicação destas duas abordagens não contribui significativamente para a solução do problema da comparação dos *frameworks* de melhores práticas de TI. As classificações de alto nível, baseadas em critérios de comparação, não são detalhadas o suficiente para detectar as correspondências ou incoerências entre diferentes áreas dos *frameworks* de TI.

No outro extremo, o mapeamento detalhado das funções e processos dos *frameworks* de melhores práticas de TI possui um elevado nível de detalhe, mas pouca

informação para a compreensão das estruturas conceituais e lógicas, importantes para o planejamento e efetividade da integração.

Para suprimir essa lacuna, faz-se uso, neste trabalho, da metodologia MetaFrame, que reúne práticas metodológicas, estratégias e orientações para a criação de metamodelos ontológicos desses *frameworks* de melhores práticas de TI (Ferreira Neto, 2010).

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Definições de Metamodelos

A gerência dos elementos de uma organização faz uso crescente de modelos, ferramentas e ambientes de modelagem cada vez mais complexos. Para Karagiannis (2002), o estado-da-arte na área de modelagem de organizações está baseado nos metamodelos.

Pode-se começar uma análise literal do que significa metamodelo pelo prefixo “meta”. No sentido grego, “meta” quer dizer “que está além”, “que engloba”, “que ultrapassa”, “que transcende”.

Segundo o consórcio aberto do OMG (*Object Management Group*), responsável pelas especificações MDA (*Model-Driven Architecture*) (OMG, 2003) e UML (*Unified Modeling Language*) (OMG, 2004), um modelo é uma instância de um metamodelo, o que implica que um metamodelo é um modelo de outro modelo.

Uma importante contribuição para os estudos deste tema foi proporcionada por Atkinson e Kühne (2003a e 2003b), que identificaram duas dimensões de metamodelagem, dando nascimento a duas formas distintas de instanciação dos objetos do metamodelo.

Uma dimensão é referente à definição da linguagem e faz uso da instanciação lingüística, usada, por exemplo, na arquitetura MDA, fundação da linguagem UML.

A outra dimensão é sobre a definição do domínio ou tipo do objeto e usa a instanciação ontológica, usada na criação do metamodelo do COBIT, objeto deste trabalho. Ambas as formas ocorrem simultaneamente e servem para localizar precisamente um elemento do modelo no espaço lingüístico-ontológico.

A figura 1 usa a arquitetura OMG-MDA de quatro camadas de abstração (M_0 a M_3), também seguidas pelos padrões das linguagens de modelagem UML 2.0 e MOF 2.0. Temos a visualização de um metamodelo lingüístico com quatro camadas horizontais, que começam por M_0 , denotando o nível mais baixo, e M_3 , o nível mais alto de abstração.

Ao mesmo tempo, temos a visualização do metamodelo ontológico, representado pelas diferentes áreas separadas por uma linha tracejada na divisão vertical no nível M_1 . Ao explicitar as duas metadimensões, a figura 1 também ilustra o relacionamento entre os elementos do modelo e do mundo real.

O cachorro e a lâmpada (conceito mental) do nível M_0 são os elementos do mundo real que serão modelados. Note que a Lassie real é “representada” pelo objeto Lassie e não por uma ‘instância de’ Collie.

O nível de abstração M_1 contém o primeiro nível de abstração de um objeto do mundo real, junto com o tipo de qual objeto é uma instância ontológica. O objeto Lassie (O_0) é uma instância ontológica do tipo Collie (O_1).

A partir de M_1 , cada nível é um modelo expressado na linguagem definida no nível superior. Em M_2 temos que o objeto Lassie é uma instância linguística do tipo Objeto que, em M_3 , é uma instância linguística do tipo Classe.

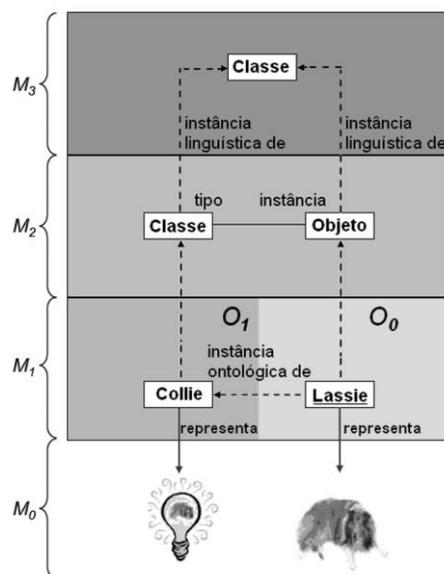


Figura 1: Metamodelo Linguístico (Traduzido de Atkinson e Kühne, 2003b)

Os metamodelos ontológicos usam o relacionamento “instância de” para relacionar os conceitos com seus tipos ou seus metatipos. Na figura 2, estendemos os níveis ontológicos rotacionando para a direita a figura 1 e acrescentando o nível O_2 . Desta forma, os metaníveis ontológicos são arranjados horizontalmente. Para Atkinson e Kühne (2003b), os dois pontos de vista são igualmente válidos e úteis.

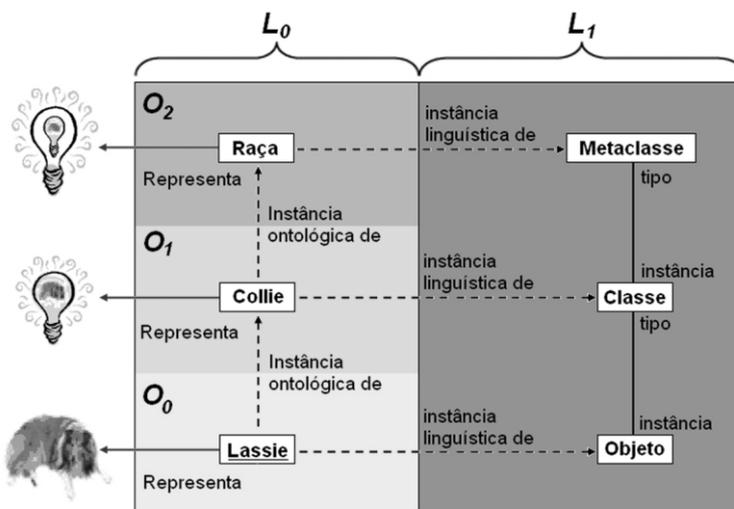


Figura 2: Metamodelo Ontológico (Traduzido de Atkinson e Kühne, 2003b)

De acordo com Atkinson e Kühne (2003b), apesar da validade e utilidade dos metamodelos ontológicos de tipos, para os construtores de ferramentas e membros de consórcios de padronização, como a OMG, o termo metamodelo se refere tipicamente apenas ao metamodelo do tipo lingüístico.

Entretanto, da perspectiva de um usuário de uma linguagem, a hierarquia de tipos formada pelos níveis ontológicos é muito mais relevante. Em outras palavras, os metamodelos ontológicos são metamodelos para os usuários focados no conteúdo e os metamodelos lingüísticos são um padrão de metamodelos focados na forma.

A pesquisadora Strahringer (1996) estudou como as hierarquias de níveis dos modelos são construídas e cunhou o termo “princípio da metaização”, para designar uma operação que é repetidamente aplicada de um nível para o outro, ou seja, o mecanismo primário de abstração para estruturar os objetos nos níveis de hierarquia.

A análise de Kühne (2006) é semelhante à de Strahringer (1996), porém fazendo uso de uma diferente distribuição dos elementos para os níveis e uma diferente terminologia. A metodologia MetaFrame (Ferreira Neto, 2010) utiliza o princípio da metaização para verificar e informar aos usuários como foram construídos os componentes do metamodelo do COBIT.

O princípio de metaização mais usado nos sistemas de informação é a metamodelagem lingüística. Por exemplo, a sintaxe das linguagens de modelagem está no nível M_2 , como a da conhecida metodologia E/R (Entidade/Relacionamento) de Chen (1976), usada para representar parte dos objetos do mundo real (M_0) no nível de um modelo E/R (M_1), onde só podem ser usados os componentes da linguagem (tipos entidade, tipos relacionamento, atributos etc.).

A partir deste princípio, um nível M_2 estrutura a representação dos objetos do nível M_0 no nível M_1 . Na metamodelagem ontológica, são definidos metatipos no nível M_x , que descrevem os conceitos existentes no nível M_{x-1} .

2.2 Princípios e Orientações para os Metamodelos.

Schütte (1998) é um dos autores que contribuem com este trabalho de pesquisa através das orientações de modelagem contidas na GoM (*Guidelines of Modelling*). O GoM é um *framework* para o desenvolvimento e avaliação de modelos conceituais composto de seis princípios gerais, descritos a seguir.

1. Princípio da adequação da construção: deve existir um consenso entre os especialistas e usuários de que o tipo de construção do um modelo deve ser adequado ao problema e ao seu propósito.

2. Princípio da adequação da linguagem: a linguagem utilizada para criar o metamodelo cumpre o seu propósito. Este princípio se refere à completude e consistência entre o modelo e o metamodelo. Isto significa que o modelo não deve possuir nenhum símbolo ou item que não tenha sido especificado no metamodelo.

3. Princípio da eficiência econômica: este princípio formula restrições econômicas à tarefa de modelagem. Os custos de desenvolvimento de um modelo não devem ultrapassar os ganhos com a sua utilização.

4. Princípio da clareza: este princípio trata da compreensibilidade e expressividade do modelo. Dentro os objetivos de clareza, estão as decomposições hierárquicas, a formatação (arranjo dos elementos) do modelo e a filtragem de informações. Critérios e objetivos da qualidade da formatação gráfica de um modelo foram definidos por Tamassia (1988).

5. Princípio da concepção sistemática: este princípio trata da consistência da construção entre os modelos e também é importante para a integração dos modelos.

6. Princípio da comparabilidade: este princípio trata da comparação semântica entre dois modelos de acordo com a sua correspondência ou similaridade. Este é um dos mais importantes princípios em um ambiente de metamodelagem. Metamodelos são frequentemente usados para comparar e integrar modelos.

Goeken (2009) propõe o uso dos princípios definidos por Schütte (1998) para também avaliar os metamodelos. O autor acrescenta três novas orientações específicas para avaliar a qualidade dos metamodelos:

Orientação 1: um metamodelo revela seu princípio de metaização. É importante para o usuário do metamodelo saber quais as regras que foram usadas para construir os níveis do metamodelo.

Orientação 2: um metamodelo deve possuir um claro mapeamento entre o universo de discurso e as palavras e símbolos que o nomeiam e descrevem. Não devem existir dúvidas entre os usuários sobre o significado dos conceitos do metamodelo.

Orientação 3: um metamodelo deve possuir ricas conexões semânticas. Os relacionamentos entre os componentes do metamodelo devem ser relevantes e descritos de forma expressiva.

Os metamodelos criados a partir da metodologia MetaFrame são verificados quanto aos princípios e orientações descritos.

2.3 Aplicações dos Metamodelos

Os metamodelos ontológicos podem ser aplicados, de forma geral, para realizar a análise, adaptação, comparação e integração de *frameworks* de melhores práticas de TI.

Uma vez que os componentes do metamodelo sejam extraídos, os *frameworks* podem ser examinados e analisados para o conhecimento das características da sua estrutura. Esta análise contribui para a avaliação do *framework* e no auxílio da sua implantação e adaptação dentro da organização.

Outras possibilidades de aplicação dos metamodelos de *frameworks* de melhores práticas de TI são a comparação e integração com diferentes *frameworks*. Utilizando-se a mesma metodologia de construção ou, segundo Strahinger (1996), o mesmo princípio de metaização, a representação dos metamodelos permite a comparação entre os *frameworks* em um nível abstrato ou alto. Este processo de comparação é um importante passo para a integração dos *frameworks*. A integração de metamodelos pode guiar a integração dos *frameworks* em um nível concreto ou baixo.

2.4 Metodologia E/R Estendida

A metodologia Entidade Relacionamento (E/R), proposta por Chen (1976), foi desenvolvida para a criação de modelos conceituais ou semânticos. Os metamodelos construídos com a metodologia MetaFrame, utilizada neste trabalho, seguem os conceitos e a notação de uma extensão da metodologia E/R, formalizada por Engels *et al* (1992), com o objetivo de melhorar a expressividade do metamodelo.

A figura 3 apresenta os principais componentes e a sua notação, segundo os autores acima citados.

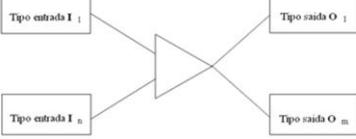
Objeto	Representação gráfica
Tipo Entidade: são classes de objetos (concretos ou abstratos) com as mesmas propriedades, que possuem significado próprio e que podem ser distintamente identificados.	
Atributo: Descrevem as propriedades ou características de um tipo entidade. Recebem um valor de determinado tipo de dado.	
Tipo relacionamento: São os fatos, os acontecimentos que ligam dois ou mais objetos do tipo entidade. O tipo relacionamento é a forma usual de agregação de vários tipos entidade.	
Cardinalidades: São restrições de integridade. Cada tipo entidade participante de um tipo relacionamento pode ser restringido pelos números de cardinalidade mínimo e máximo (min, max). Um tipo entidade pode participar de pelo menos 'min' e no máximo 'max' relacionamentos com outro tipo entidade. Usa-se o "*" no lugar de números para denotar um número indeterminado de associações.	
Tipo Construtor: Classificação dos tipos entidades. A partir de um ou mais tipos entidade de entrada podem ser obtidos um ou mais tipos entidade de saída. São usados para representar a generalização, especialização e particionamento de tipos entidades.	

Figura 3: Componentes e notação da metodologia E/R estendida. Fonte: Adaptado de Engels *et al* (1992).

Dependendo da quantidade e complexidade dos objetos (tipos 'entidade', tipos 'relacionamento', atributos, tipos 'construtor'), é importante o uso de uma estratégia de modelagem para auxiliar na organização e desenvolvimento do trabalho de encontrar e definir os componentes do metamodelo.

Uma estratégia de modelagem para a metodologia E/R estendida é uma sequência de passos que se repetem, produzindo pequenas transformações do modelo inicial no modelo final. A escolha da estratégia para a construção do modelo é influenciada pela fonte principal de informações do processo de modelagem.

Existem na literatura quatro tipos de estratégias básicas de modelagem (*Top-Down*, *Bottom-Up*, *Inside-Out* ou *Middle-Out* e *Mixed*), porém nenhuma delas é consenso entre os autores como a melhor técnica.

Utilizam-se os trabalhos de Heuser (1998) e Atzeni *et al* (1999) para descrever estas estratégias. Na estratégia *top-down*, é criado um modelo inicial onde os conceitos mais abstratos ("de cima") são representados primeiro. Depois, gradativamente são criados modelos intermediários através do refinamento dos conceitos em conceitos mais específicos.

A estratégia *Bottom-Up* (de baixo para cima) é o inverso da estratégia *Top-Down* (de cima para baixo), consistindo em partir dos conceitos mais elementares e detalhados para construir conceitos mais abstratos e complexos.

A estratégia *Inside-Out* (de dentro para fora) ou *Middle-Out* (do meio para fora) consiste em se partir de conceitos considerados mais importantes ou centrais (de

dentro), e ir gradativamente adicionando conceitos periféricos a eles relacionados (ir para fora).

A estratégia *Mixed* (Mista) é uma mistura das outras estratégias.

Nenhuma das estratégias de modelagem apresentadas é universalmente aceita. Os autores prescrevem o uso de determinada estratégia ou uma mistura delas a partir de uma fonte de informações específica. Apresentam-se, na figura 4, algumas fontes de informações e a indicação do uso das estratégias.

Fonte de Informação	Top-Down	Bottom-Up	Inside-Out	Mixed
Conhecimento de pessoas (entrevistas).	✓		✓	
Descrições de dados de sistemas automatizados (engenharia reversa).		✓		
Documentos (relatórios, formulários etc.) de sistemas não automatizados.	✓	✓		✓
Dados não estruturados de documentos, livros etc.	✓		✓	
Dados semi-estruturados de manuais, guias etc.	✓	✓	✓	✓
Sem descrições de dados.	✓		✓	

Figura 4: Estratégias de modelagem por fonte de informação. Fonte: Os autores.

A complexidade do modelo vai depender dos tipos de fontes de informações e da quantidade de tipos entidade a serem representados. Portanto, em modelos mais complexos com mais de 20 tipos entidades, normalmente são utilizadas várias estratégias concomitantemente. Nestes casos, um modelo de alto nível é dividido de modo que cada partição possa ser modelada separadamente.

2.5 O COBIT

O COBIT (*Control Objectives for Information and related Technology*) é um guia para a gestão de TI, organizado com vistas a possibilitar o acompanhamento do desempenho da área de Tecnologia da Informação, assegurando que os recursos de TI estejam efetivamente alinhados às estratégias de negócio da organização.

A melhor forma de se definir o que é o COBIT é compreender a sua missão. Segundo o próprio ITGI, a missão do COBIT, em uma tradução livre, é “pesquisar, desenvolver, publicar e promover um *framework* de controle para governança de Tecnologia da Informação, atual e internacionalmente aceito, para adoção pelas organizações, e utilizado no dia a dia de gerentes de negócio, profissionais de TI e auditores” (ITGI, 2007).

Provavelmente, é o *framework* mais utilizado como referência para governança de TI (SIMONSSON e JOHNSON, 2006a), mitigação de riscos e entrega de valor pela TI (RIDLEY *et al*, 2004; DEBRACENY, 2006), cujos fundamentos são públicos e se encontram à disposição para uso.

O modelo conceitual do COBIT é representado em um cubo, cujas faces se interrelacionam, conforme apresentado na Figura 5.

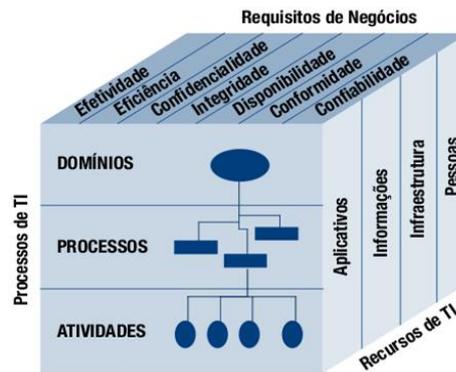


Figura 5 - O cubo do COBIT. Fonte: ITGI, 2007.

Para melhor compreender o modelo, a dimensão Processos de TI está organizada em uma estrutura com quatro Domínios: Planejamento e Organização – foca na estratégia e nas táticas para que a TI contribua, de fato, com os objetivos de negócio da organização; Aquisição e Implementação – seu enfoque é na execução da estratégia de TI.

Aqui, as soluções de TI são identificadas, desenvolvidas, adquiridas, implementadas e integradas com os processos de negócio; Entrega e Suporte – foca em questões relacionadas à entrega de serviços, aí compreendendo operações rotineiras, segurança, continuidade e treinamento; e Monitoramento e Avaliação – seu objetivo é avaliar, regularmente os processos de TI sob o ponto de vista da qualidade e do cumprimento dos requerimentos de controle.

Esses quatro domínios contemplam 34 processos e esses processos compreendem 210 atividades.

Na outra face do cubo, há os Requerimentos de Negócio.

De acordo com o modelo proposto pelo COBIT, para satisfazer os objetivos de negócio, as informações precisam estar em conformidade com alguns critérios, tais como: eficácia, eficiência, confidencialidade, integridade, disponibilidade, conformidade e confiabilidade.

Finalmente, a terceira dimensão vincula às dimensões anteriores os aspectos relacionados aos Recursos de TI, que são: Aplicações, Informação, Infraestrutura e Pessoas.

As áreas foco para a governança de TI, segundo o COBIT, são apresentadas no pentágono representado na Figura 6 (ITGI, 2007).



Figura 6 - Áreas foco da governança de TI. Fonte: (ITGI, 2007)

No pentágono pode-se identificar o alinhamento estratégico que visa garantir a harmonia entre os objetivos estratégicos da organização e os objetivos da TI; a entrega de valor, que está vinculada à entrega de produtos ou serviços com qualidade, prazo e custo apropriados e que permitam atingir os objetivos previamente acordados; o gerenciamento de riscos, que se refere ao tratamento de incertezas e à preservação de valor; o gerenciamento de recursos, que visa assegurar a existência de capacidade de dar suporte às atividades demandadas pelo negócio, otimizando custos e demais recursos disponíveis; e, por fim, o monitoramento do desempenho das atividades de TI, com o propósito de garantir o gerenciamento de todo o ambiente.

Para atender as necessidades gerenciais de controle e medição de TI, o COBIT fornece, para os 34 processos de TI, diretrizes contendo ferramentas de avaliação e medição do ambiente de TI da organização. O que inclui modelo de maturidade, fatores críticos de sucesso, indicadores chave de metas e indicadores chave de desempenho para cada processo (GREMBERGEN, 2004).

3. MÉTODO DE PESQUISA

Neste capítulo é descrito o método de pesquisa usado na busca por respostas para o problema da análise, adaptação, comparação e integração dos *frameworks* de melhores práticas de TI.

A pesquisa, segundo Gil (2002), é um “processo formal e sistemático de desenvolvimento do método científico. O objetivo fundamental da pesquisa é descobrir respostas para problemas mediante o emprego de procedimentos científicos”. Completa Moresi (2004, p.30) que “a pesquisa é um procedimento reflexivo e crítico de busca de respostas para problemas ainda não solucionados”.

Classifica-se a pesquisa de acordo com a metodologia que será empregada. Utilizou-se a classificação de Vergara (2000) para quem as pesquisas podem ser classificadas quanto aos seus fins ou objetivos e aos seus meios de investigação ou procedimentos técnicos.

Quanto aos seus fins ou objetivos, esta pesquisa é classificada como metodológica e aplicada. A pesquisa metodológica é o estudo que se refere à elaboração de instrumentos de captação ou de manipulação da realidade. Está, portanto, associada a caminhos, formas, maneiras, procedimentos para atingir determinado fim.

A pesquisa é aplicada quando motivada pela necessidade de resolver problemas concretos, mais imediatos, ou não. Tem, portanto, finalidade prática, ao contrário da pesquisa pura, motivada basicamente pela curiosidade intelectual do pesquisador e situada, sobretudo, no nível da especulação.

Quanto aos seus meios de investigação ou procedimentos técnicos, esta pesquisa é classificada como bibliográfica. A pesquisa bibliográfica é o estudo sistematizado desenvolvido com base em material publicado em livros, artigos, periódicos, redes eletrônicas, isto é, material acessível ao público em geral. Fornece instrumental analítico para qualquer outro tipo de pesquisa, mas também pode esgotar-se em si mesma.

O material publicado pode ser fonte primária ou secundária. O quadro 1 resume as classificações deste trabalho de pesquisa.

Quadro 1: Classificação da presente pesquisa segundo Vergara (2000).

Categorias	Tipos	Justificativa
Fins ou Objetivos	Metodológica	Desenvolvimento da metodologia de construção de metamodelos de <i>frameworks</i> de melhores práticas de TI (MetaFrame).
	Aplicada	Diversas aplicações práticas da metodologia e resultados da pesquisa nas organizações e uso profissional: criação de metamodelos, análise, adaptação, comparação e integração dos <i>frameworks</i> de melhores práticas de TI.
Meios de investigação ou Procedimentos técnicos	Bibliográfica	Investigação das melhores metodologias, estratégias e orientações para criação da metodologia da pesquisa. Uso dos guias oficiais dos <i>frameworks</i> para levantamento e análise de dados.

4. METODOLOGIA

Para a criação do metamodelo do COBIT, fez-se a coleta, depuração, organização, análise e representação dos dados. Foram usados como fontes de informação apenas os guias oficiais do ITGI (os três guias oficiais do COBIT 4.1 podem ser baixados do site: <http://www.isaca.org/Knowledge-Center/COBIT>).

O processo de coleta dos dados nos documentos oficiais é semelhante à técnica de levantamento de dados da análise de sistemas para a modelagem de sistemas de informação. Foi usada a metodologia Entidade/Relacionamento estendida de Engels *et al* (1992) e as estratégias de modelagem conceitual para a organização, análise e representação dos dados nos seguintes tipos: ‘tipo entidade’, ‘tipo relacionamento’, atributo e ‘tipo construtor’.

A finalidade deste levantamento foi elaborar a metamodelagem conceitual do *framework*.

Todos os procedimentos descritos acima estão incluídos na metodologia MetaFrame, que descreve um processo detalhado de criação e de verificação da qualidade dos metamodelos de melhores práticas de TI.

O objetivo da metodologia MetaFrame é garantir a qualidade do metamodelo e criar produtos úteis, como o dicionários de dados do metamodelo, para serem utilizados nas aplicações dos metamodelos, como a comparação e integração dos *frameworks*.

4.1 A Metodologia MetaFrame

A metodologia apresentada neste artigo, denominada MetaFrame, possui um processo iterativo de construção dos componentes do metamodelo, utilizando técnicas de modelagem e documentação de sistemas de informação, fazendo a verificação dos resultados baseada em critérios de qualidade.

A documentação do metamodelo, gerada pela metodologia MetaFrame, é importante para a análise, adaptação, comparação e integração dos *frameworks* de

melhores práticas de TI, pois contém o dicionário de dados com as definições dos componentes representados.

A Fase 1 da metodologia MetaFrame compreende a preparação do trabalho. Nesta fase, são definidos os objetivos, selecionados os profissionais e seus papéis, são realizados os treinamentos e distribuídos os materiais de apoio aos participantes.

A Fase 2 é a fase de execução, onde são realizados a coleta dos dados e o processo iterativo de construção e documentação do metamodelo por meio de técnicas de modelagem.

A Fase 3 verifica a qualidade do metamodelo segundo os princípios e orientações apresentados no tópico 2.2 e também a correção e atualização da documentação gerada pela metodologia.

Um resumo da metodologia é apresentado na figura 7.

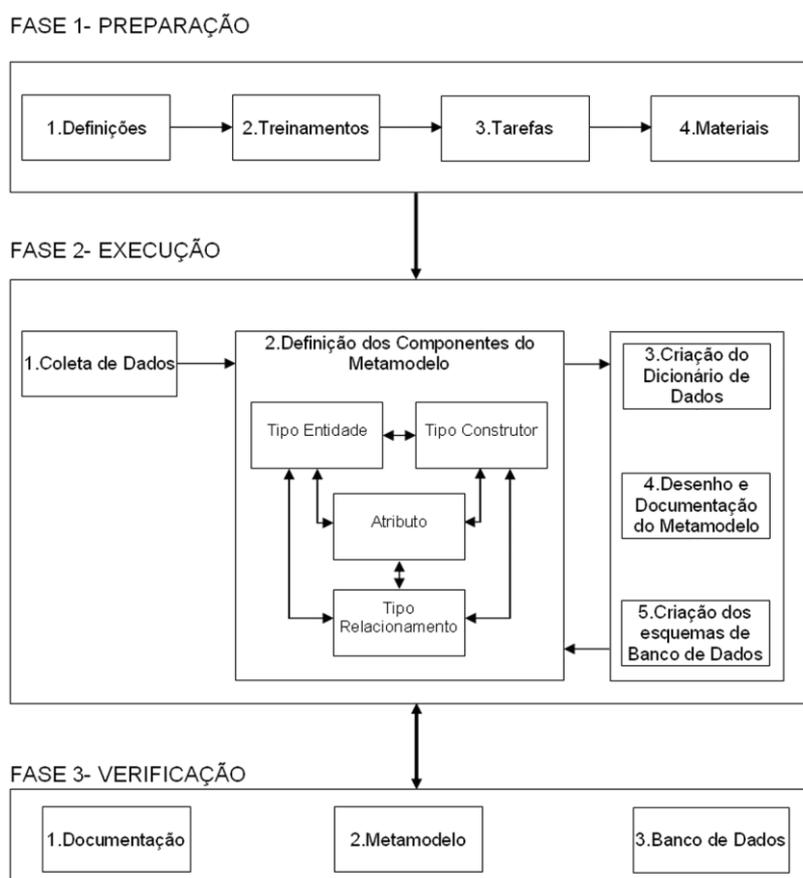


Figura 7: Metodologia MetaFrame de criação de metamodelos de *frameworks* de TI.

Finalizada a fase de verificação da metodologia MetaFrame, os resultados ou produtos estarão prontos para serem divulgados dentro da organização ou publicados externamente. O metamodelo e o resumo explicativo deverão ser divulgados juntos para que os usuários não tenham dúvidas quanto aos componentes representados.

Após a divulgação do metamodelo, a equipe ou setor responsável pelo desenvolvimento poderá receber questionamentos dos usuários, assim como sugestões para o melhoramento e para a aplicação do metamodelo.

Sugere-se que a equipe que desenvolveu o metamodelo se reúna para analisar as questões e sugestões dos usuários e tomar as ações necessárias. Importante também é

que a equipe se reúna para discutir o aprendizado da criação do metamodelo, seguindo a metodologia MetaFrame.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. Criação do Metamodelo do COBIT 4.1

Seguindo a metodologia MetaFrame, serão apresentados os passos para a construção do metamodelo ontológico do COBIT 4.1.

O início do trabalho de criação do metamodelo do corresponde à Fase 1 (Preparação) da metodologia MetaFrame, que consistiu nas seguintes etapas: leitura dos guias oficiais da ISACA - Manual do COBIT 4.1, *COBIT Control Practices* e *IT Assurance Guide: Using COBIT*; criação do metamodelo ontológico; criação do dicionário de dados do metamodelo; criação dos esquemas de bancos de dados do metamodelo; análise e customização do modelo.

O trabalho de criação do metamodelo do COBIT 4.1, propriamente dito, corresponde à Fase 2 (Execução) da metodologia MetaFrame, onde foram realizadas as seguintes etapas: coleta de dados, definição dos componentes do metamodelo, criação do dicionário de dados, criação do metamodelo e criação dos esquemas de Banco de Dados.

Na Fase 3 da metodologia MetaFrame (Verificação), os produtos gerados são examinados quanto a sua correção e qualidade. Foram realizadas as seguintes etapas: documentação, metamodelo e Banco de Dados.

O diagrama do metamodelo do COBIT 4.1 é apresentado na figura 8.

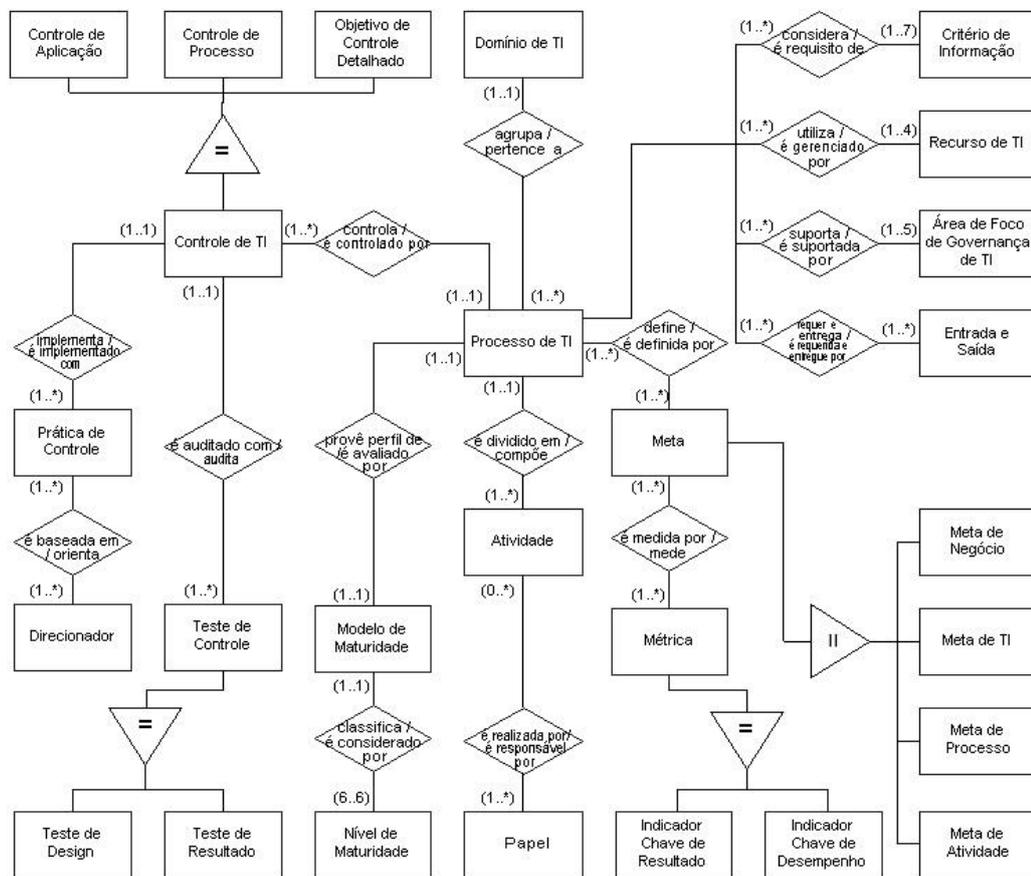


Figura 8: Metamodelo do COBIT 4.1. Fonte: os autores

5.2. Resumo explicativo do Metamodelo do COBIT

O metamodelo ontológico do presente trabalho representa as estruturas conceituais formadoras do *framework* COBIT 4.1. Estes conceitos estão representados na forma de tipos entidade (retângulos), tipos relacionamento (losangos), cardinalidades (números entre parênteses), atributos (elipses), tipos construtor (triângulos) e linhas ligando as entidades aos relacionamentos.

O resumo explicativo, previsto pela metodologia MetaFrame na fase 2, etapa 4, passo 2, pretende interpretar o metamodelo de forma clara para o usuário. As definições aqui apresentadas foram selecionadas dos guias oficiais do COBIT 4.1.

No metamodelo do COBIT 4.1, o tipo entidade central é o Processo de TI. O COBIT 4.1 possui 34 processos de TI que pertencem a determinados domínios de TI. O tipo entidade Domínio de TI representa os quatro domínios que agrupam um ou mais processos de TI do COBIT 4.1.

Os processos do COBIT 4.1 estão divididos em uma ou mais Atividades. Cada uma das atividades do COBIT 4.1 é realizada por um Papel ou mais, que são consultadas, informadas, prestam contas, ou se responsabilizam por cada Atividade.

Cada Processo de TI do COBIT 4.1 considera de um até sete elementos do tipo entidade Critério de Informação como requisitos de negócio para informação. Cada Processo de TI do COBIT 4.1 também utiliza de um até quatro elementos do tipo entidade Recurso de TI (aplicações, pessoas, informação e infraestrutura).

Um Processo de TI também suporta de um a cinco elementos do tipo entidade Área de Foco de Governança de TI. Cada Processo de TI do COBIT 4.1 requer e entrega um ou mais elementos do tipo entidade Entrada e Saída, que contém resultados (documentos, ações etc.) de processos do COBIT 4.1 ou de processos externos.

Cada Processo de TI do COBIT 4.1 é avaliado por um específico Modelo de Maturidade.

O tipo entidade Modelo de Maturidade provê um perfil de maturidade para cada processo baseado em uma classificação de exatamente seis elementos do tipo entidade Nível de Maturidade.

Um Processo de TI define um ou mais elementos do tipo entidade Meta.

Um tipo entidade Meta do COBIT 4.1 representa os tipos entidade Meta de Negócio, Meta de TI, Meta de Processo ou Meta de Atividade. Uma Meta é medida por um ou mais elementos do tipo entidade Métrica. Uma Métrica no COBIT 4.1 representa os tipos entidade Indicador chave de Resultado ou Indicador Chave de Desempenho.

Um Processo de TI do COBIT 4.1 é controlado por um ou mais elementos do tipo entidade Controle de TI. O tipo entidade Controle de TI representa os tipos entidade Controle de Aplicação, Controle de Processo ou Objetivo de Controle Detalhado e controlam um Processo de TI específico.

Um Controle de TI é implementado com um ou mais elementos do tipo entidade Prática de Controle. A Prática de Controle implementa apenas um determinado Controle de TI. Uma Prática de Controle é baseada em um ou mais elementos do tipo entidade Direcionador (risco ou valor).

Um Controle de TI é auditado por um ou mais elementos do tipo entidade Teste de Controle, que por sua vez audita um Controle de TI específico. O tipo entidade Teste de Controle representa os tipos entidade Teste de Design e Teste de Resultado.

5.3. Questões relevantes do metamodelo do COBIT 4.1

Algumas questões surgiram durante o processo de criação do metamodelo e foram tratadas pelos participantes nos encontros de discussão e revisão da etapa de coleta de dados e durante a análise e definição dos componentes.

O metamodelo do COBIT 4.1 utiliza quatro tipos construtor que possuem a finalidade de otimizar a representação dos tipos entidade e tipos relacionamento envolvidos. Eles foram formados através da especialização de um tipo entidade de entrada em dois ou mais tipos entidade de saída. Esta estrutura permitiu a utilização de apenas um tipo relacionamento com o tipo entidade de entrada tornando o metamodelo mais compreensível. Outra vantagem da utilização dos tipos construtor é a decomposição de um conceito mais geral em conceitos mais detalhados, importantes para a compreensão do metamodelo.

Um exemplo da utilização do tipo construtor foi a criação do tipo entidade Controle de TI e sua especialização nos tipos entidades de saída Controle de Aplicação, Controle de processo e Objetivo de Controle. Os três tipos entidade de saída são exemplos de controles para os processos de TI do COBIT 4.1. Elas aparecem em conjunto no COBIT *Control Practices* e no IT *Assurance Guide Using COBIT*, relacionados com as práticas de controle e testes de auditoria, respectivamente.

Outra questão da construção do metamodelo do COBIT 4.1 foi a criação do tipo entidade Meta de Negócio. Este tipo de meta não está presente dentro dos formulários dos processos de TI no guia Manual do COBIT 4.1, como estão as metas de atividade, processo e TI.

Como a metodologia MetaFrame envolve a leitura completa de todos os guias oficiais para o levantamento de dados dos componentes do metamodelo, foram encontradas referências significativas para o tipo entidade Meta de Negócio externamente aos formulários de processos de TI.

No apêndice I do Manual do COBIT 4.1 estão presentes tabelas contendo as 17 metas de negócio sugeridas pelo ISACA, relacionadas com os processos de TI.

O COBIT 4.1 apresenta um gráfico RACI para cada processo de TI contendo as funções de TI e o tipo de responsabilidade (R-Responsável, A-deve prestar contas (do inglês *Accountable*), C-deve ser Consultado, I- deve ser Informado) para cada atividade do processo.

O metamodelo representa o tipo relacionamento “é realizado por” entre o tipo entidade Atividade e o tipo entidade Papel. Considerou-se a responsabilidade de cada papel como um atributo do relacionamento, pois depende dos elementos dos dois tipos entidade ao mesmo tempo.

A responsabilidade é dependente dos tipos entidade Atividade e Papel conforme pode ser visto na figura 9.

O atributo responsabilidade, assim como os outros atributos dos tipos entidade do metamodelo, aparece no desenho metamodelo completo, impresso em página com dimensão suficiente para comportar todos os componentes. Porém, nos casos em que o atributo seja muito relevante para a compreensão do metamodelo pelos usuários, pode-se incluir um determinado atributo no desenho do metamodelo.

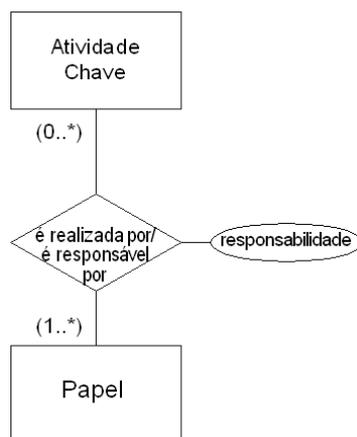


Figura 9: Representação do atributo do relacionamento

Uma questão que provocou debates entre os participantes foi a da criação do tipo entidade Entrada e Saída.

O COBIT 4.1 apresenta para cada processo de TI uma tabela com as entradas para o processo, inclusive entradas externas, e outra para os resultados ou saídas do processo.

Tanto as entradas como as saídas dos processos podem estar na forma de ações, documentos etc. No lugar da criação de dois tipos entidade, uma para entrada e outra para a saída, decidiu-se pela criação de um tipo entidade único, pois os elementos do tipo entidade são do mesmo tipo.

Para que o metamodelo expresse os dois tipos de relacionamento do tipo entidade Entrada e Saída com o tipo entidade Processo de TI, foram usados dois verbos no nome do tipo relacionamento, um expressando o relacionamento com as entradas do processo e o outro verbo expressando o relacionamento com as saídas do processo.

Deste modo, fica claro para o usuário do metamodelo o escopo do relacionamento entre os dois tipos entidade. Lendo o metamodelo da esquerda para a direita, o relacionamento é descrito como “requer e entrega”, ou seja, um Processo de TI requer uma ou mais entradas e também entrega uma ou mais saídas do tipo entidade Entrada e Saída.

Outra importante questão debatida entre os participantes foi a representação do modelo de maturidade no COBIT 4.1.

O COBIT 4.1 possui um modelo de maturidade para cada processo de TI. Este modelo foi baseado nos níveis de maturidade do CMM (*Capability Maturity Model*) da SEI (*Software Engineering Institute*), porém possuem objetivos diferentes. O modelo de maturidade do COBIT 4.1 não tem como objetivo avaliar precisamente o nível de maturidade do processo.

O modelo de maturidade do COBIT 4.1 favorece a criação de um perfil de maturidade para o processo de TI, avaliando o estágio de evolução do processo com cada um dos seis níveis de maturidade do modelo.

5.4. Validação do Metamodelo do COBIT 4.1

O quadro 2 mostra a validação do metamodelo do COBIT 4.1 a partir dos princípios definidos por Schütte (1998) para avaliação de metamodelos, acrescidos das

orientações de Goeken (2009). Verifica-se neste quadro que o metamodelo gerado atende plenamente todos os requisitos de qualidade propostos por estes dois autores.

Quadro 2: Validação do Metamodelo do COBIT 4.1.

Princípios(P) / Orientações(O)	Cumprimento
P1 – Adequação da construção	O uso de metamodelos ontológicos para representar os conceitos e estruturas essenciais do COBIT 4.1 foi adequado.
P2 – Adequação da linguagem	O propósito do metamodelo está adequado com a linguagem utilizada, pois o metamodelo do COBIT 4.1 não inclui outro símbolo ou item diferente, dos que já estão presentes no modelo, através da linguagem selecionada, isto é, há consistência entre o modelo e o metamodelo.
P3 – Eficiência econômica	O metamodelo ontológico do COBIT 4.1 atende este princípio por não precisar de nenhuma extensão ou alteração na linguagem utilizada e assim não exigir da organização um custo adicional de desenvolvimento.
P4 - Clareza	Este princípio é atendido por meio da utilização das orientações e princípios utilizados na criação do metamodelo, por exemplo, os critérios e objetivos de qualidade da formatação gráfica.
P5 – Concepção sistemática	Este princípio trata da consistência de construção entre os metamodelos. Este princípio é atendido pela criação sistemática dos metamodelos de frameworks de melhores práticas de TI através do uso da metodologia MetaFrame.
P6 - Comparabilidade	Este princípio trata da comparação semântica entre dois modelos de acordo com a sua correspondência ou similaridade. Este princípio é atendido, pois os metamodelos criados através da metodologia MetaFrame são comparáveis por apresentarem, em sua documentação, um dicionário de dados do metamodelo, permitindo uma comparação mais efetiva dos conceitos expostos.
O1 – Revelação do princípio de metaização	Esta orientação é atendida revelando que o metamodelo do COBIT 4.1 é do tipo ontológico e que os componentes da linguagem da metodologia E/R estendida (retângulos - tipo entidade, losangos - tipo relacionamento etc.), utilizados para representar o metamodelo, são nomeados com os conceitos essenciais ou primários do modelo, ou de outra forma, são nomeados com os conceitos que classificam o modelo.
O2 – Mapeamento claro	O metamodelo do COBIT 4.1 atende a este princípio, pois a metodologia MetaFrame prevê a criação de um resumo explicativo do metamodelo para que os usuários entendam claramente os conceitos utilizados, que apesar de serem conhecidos dos usuários do modelo, podem não ser conhecidos por outros profissionais da área de gestão de TI.

O3 – Possuir ricas conexões semânticas	Esta orientação é seguida pelo metamodelo do COBIT 4.1, criado segundo a metodologia MetaFrame, pois são usados apenas os relacionamentos mais significativos que expressam os conceitos importantes contidos ou criados a partir do modelo. Para cada relacionamento existem duas expressões que nomeiam a relação dependendo do sentido em que são lidos os tipos entidade. Os nomes dos relacionamentos são extraídos dos guias oficiais, com raras exceções.
--	--

6. CONCLUSÃO E FUTURAS PESQUISAS

O objetivo deste artigo foi o de apresentar o metamodelo do COBIT 4.1. O metamodelo foi utilizado para analisar a estrutura geral do *framework*.

Em comparação com outras abordagens do tema, tais como a de Goeken (2009), é importante ressaltar que o metamodelo do COBIT 4.1 aqui apresentado foi desenvolvido a partir de uma metodologia, a metodologia MetaFrame, e não a partir de uma simples modelagem conceitual desprovida de procedimentos padrões que impedem a repetição da modelagem por outrem.

Além disso, é digno de nota o fato da metodologia MetaFrame ter como um dos seus procedimentos a observância rigorosa das documentações oficiais do modelo em estudo. Percebe-se, em outras abordagens, diferenças de conceituação entre o que preconizam os documentos oficiais do modelo e o que é descrito pelo autor.

Em futuras pesquisas, os metamodelos poderão também, oferecer um suporte metodológico para a adaptação ou customização dos *frameworks* aos processos e estruturas de uma organização. Por exemplo, o metamodelo do COBIT poderá sugerir a adaptação ou implementação de um novo processo dentro do *framework* por exibir os tipos entidade e tipos relacionamento associados, ou seja, o metamodelo, por apresentar a rica estrutura conceitual e seus relacionamentos, se transforma em um guia para que alterações sejam feitas no framework, respeitando-se as suas características essenciais.

Temos ainda a comparação dos *frameworks* de melhores práticas TI através dos metamodelos, que pode ser bastante útil para analisar eventuais complementações de funcionalidades. Isto pode ser feito a partir dos documentos gerados pela metodologia MetaFrame, em particular, o dicionário de dados do metamodelo com todos os componentes e suas descrições, tipos, relacionamentos etc.

O dicionário do metamodelo gerado pela metodologia MetaFrame é pré-requisito para comparação das estruturas de dois ou mais *frameworks* e para o tratamento da questão dos conceitos sinônimos e homônimos.

Os metamodelos dos *frameworks* de melhores práticas de TI também podem contribuir para a integração dos *frameworks*.

O termo integração é aqui usado quando se quer manter as características de cada *framework*, mas, ao mesmo tempo, deseja-se criar uma área comum entre eles. Após os processos de análise e comparação, encontram-se os pontos de conexão entre os componentes e as estruturas lógicas dos seus relacionamentos.

Pode-se, então, construir um novo metamodelo apresentando uma área de integração, contendo os componentes dos *frameworks* que podem ser integrados. Tipos entidades como Processos, Atividades, Recursos, Produtos etc. estão presentes em boa

parte dos *frameworks* de melhores práticas de TI, com significados e atributos semelhantes. Outros componentes, apesar de possuírem diferentes nomes, possuem o mesmo significado e podem também ser integrados.

Os metamodelos também poderão contribuir para a fusão de diferentes *frameworks* de TI. O termo fusão se refere à criação de um novo *framework* a partir de outros já existentes. Este processo ocorre quando se quer que um *framework* complemente outro, o que pode ocorrer através da incorporação do *framework* mais específico na estrutura do *framework* mais abrangente.

O processo de fusão também depende da análise e comparação dos *frameworks*. Após esta etapa, o novo *framework* poderá surgir a partir da incorporação ou adaptação de conceitos existentes ou através da criação de novos conceitos coerentes com os *frameworks* de origem.

REFERÊNCIAS

- Atkinson, C., and Kühne, T. (2003a), Model-Driven Development: A Metamodeling Foundation, IEEE Software, vol. 20, no. 5, pp. 36-41.
- Atkinson, C., and Kühne, T. (2003b), Calling a Spade a Spade in the MDA Infrastructure, International Workshop Metamodeling for MDA, York.
- Atzeni, P., Ceri, S., Paraboschi, S., Torlone, R. (1999), Database Systems Concepts, Languages and Architectures. McGraw-Hill.
- Chen, Peter, P.S. (1976), The Entity-Relationship Model: Towards a Unified View of Data, ACM Transaction on Database Systems, vol. 1, n°1, pp. 9-36.
- Debreceny, R. Re-engineering IT Internal Controls: Applying Capability Maturity Models to the Evaluations of IT Controls. Proceeding of the 39nd International Conference on Systems Engineering Research, Hawaii, 2006.
- Engels, G., Gogolla, M., Hohenstein, U., Hulsmann, K. (1992), Conceptual Modelling of Database Applications Using an Extended ER Model. North Holland, Amsterdam, pp. 157-204.
- Ferreira Neto, A. N. F., Metamodelos Ontológicos de Frameworks de Melhores Práticas de TI (2010). Disponível em: http://www.bdtd.ucb.br/tede/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=1282. Acesso em: 8mar 2011.
- Gil, Antônio C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4^a Ed. São Paulo: Editora Atlas, 2002.
- Goeken M., Alter S. (2009), Towards Conceptual Metamodeling of IT Governance Frameworks Approach - Use - Benefits, hicss, 42nd Hawaii International Conference on System Sciences, pp.1-10.
- Grembergen, W. Strategies for information technology governance. Idea Group Inc., 2004.
- Heuser, C. A. (1998), Projeto de Banco de Dados, 6^a edição. ISBN: 979-85-7780-382-8. [Editora Bookman](#).

IT Governance Institute. COBIT 4.1 (2005). Disponível em: <http://www.isaca.org/Knowledge-Center/COBIT/Pages/Downloads.aspx>. Acesso em: 1 Fev 2011.

IT Governance Institute: COBIT Mapping: Overview of International IT Guidance (2006), 2nd Edition, ISBN 1-933284-31-5.

IT Governance Institute: COBIT® 4.1. Framework Control Objectives Management Guidelines Maturity Models (2007).

IT Governance Institute COBIT® Mapping: Mapping of ITIL V3 With COBIT® 4.1 (2008), ISBN 1-933284-31-5.

Johannsen, W., Goeken, M. (2007). Referenzmodelle für IT Governance. verlag GmbH, Heidelberg.

Karagiannis, D., and Kühn, H. (2002), Metamodeling Platforms. In A. Min Tjoa, & G. Quirchmayer (Eds.), Lecture Notes in Computer Science: Vol. 2455. Proceedings of the Third International Conference EC-Web, Springer, pp. 451-464.

Kühne, T. (2006), Matters of (Meta-) Modelling, In Journal on Software and Systems Modeling, Volume 5, Number 4, pp. 369-385.

Moresi, E. A. D. Metodologia de Pesquisa. Brasília-DF: Universidade Católica de Brasília-UCB, mar. 2004.

OMG (2003). MDA Guide Version 1.0.1 Version 1.0.1, OMG document omg/03-06-01.

OMG (2004).UML-Unified Modeling Language Infrastructure Specification, Version 2.0, Version 2.0, OMG document ptc/03-09-15.

Ridley, G.; Yo Ung, J. e Carroll, P. COBIT and Its Utilization: A Framework from the Literature. Proceedings of the 37th International Conference on System Sciences, Hawaii 2004.

Schütte, R., Rotthowe, T. (1998). The Guidelines of Modeling- an approach to enhance the quality in information models. In Ling, Ram, Lee (Eds.) Conceptual Modeling – ER 98. Singapore, 16.-19.11.98, pp. 240-254.

Simonsson, M. e Johnson, P. Defining IT Governance – A consolidation of Literature. Department of Industrial Information and Control Systems. Royal Institute of Technology (KTR), 2006. Disponível em <<http://www.ics.kth.se/Publikationer/Working%20Papers/EARP-WP-2005-MS-04.pdf>>. Acesso em 05/02/09.

Strahringer, S. (1996).Metamodellierungals Instrument des Methodenvergleichs, Shaker Verlag, Aachen.

Tamassia, D.; DI Battisti, G.; Batini, C.(1988): Automatic graph drawing and readability of Diagrams. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, 18 1, S. 61-79.

Vergara, Silvia Constant, (2000) Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração. 3ª ed. São Paulo: Atlas.