

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA

Laylla Duarte de Cerqueira

**Uma Abordagem Baseada em Ontologias
para Integração Semântica de Sistemas na
Camada de Processos**

VITÓRIA

2016

Laylla Duarte de Cerqueira

**Uma Abordagem Baseada em Ontologias
para Integração Semântica de Sistemas na
Camada de Processos**

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Informática da Universidade Federal do
Espírito Santo, como requisito parcial
para obtenção do Grau de Mestre em
Informática.

Orientadora: Monalessa Perini Barcellos
Coorientador: Ricardo de Almeida Falbo

VITÓRIA

2016

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
(Biblioteca Setorial Tecnológica,
Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

C416a Cerqueira, Laylla Duarte de, 1990-
Uma abordagem baseada em ontologias para integração
semântica de sistemas na camada de processos / Laylla Duarte
de Cerqueira. – 2016.
132 f. : il.

Orientador: Monalessa Perini Barcellos.
Coorientador: Ricardo de Almeida Falbo.
Dissertação (Mestrado em Informática) – Universidade
Federal do Espírito Santo, Centro Tecnológico.

1. Ontologia. 2. Integração semântica (sistemas de
computador). 3. Processo de negócio. 4. Semântica.
5. Interoperabilidade semântica. I. Barcellos, Monalessa Perini.
II. Falbo, Ricardo de Almeida. III. Universidade Federal do
Espírito Santo. Centro Tecnológico. IV. Título.

CDU: 004



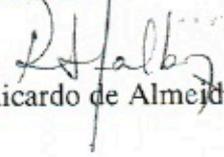
“Uma Abordagem Baseada em Ontologias para Integração Semântica de Sistemas na Camada de Processos”

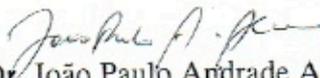
Laylla Duarte de Cerqueira

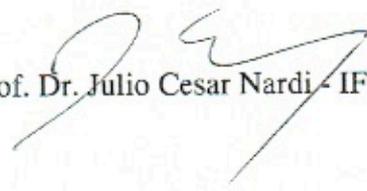
Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Informática da Universidade Federal do Espírito Santo como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Informática.

Aprovada em 28 de setembro de 2016, por:


Prof.^a Dr.^a Monaléssa Perini Barcellos - PPGI/UFES


Prof. Dr. Ricardo de Almeida Falbo - PPGI/UFES


Prof. Dr. João Paulo Andrade Almeida - PPGI/UFES


Prof. Dr. Julio Cesar Nardi - IFES/Colatina

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
Vitória-ES, 28 de setembro de 2016.

Confere com original

Aline Oliveira Amaral

Aline Oliveira Amaral

Secretária

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica

Mestrado/Doutorado - CT/UFES

Sisap 1165000



Dedico esta dissertação à minha família e ao meu noivo, Bernardo, que sempre me apoiaram, incentivaram e vivenciaram cada segundo dessa trajetória ao meu lado.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus por estar comigo mais uma vez nesta jornada e me permitir chegar até aqui.

Agradeço aos meus pais Eliemar e Sonia e às minhas irmãs Louyse e Leticia, pela paciência comigo, amor e por terem me dado todo apoio que se possa esperar de uma família.

Agradeço ao meu noivo Bernardo por compartilhar comigo mais essa luta, com muito amor e enfrentando os momentos difíceis ao meu lado.

Agradeço aos professores do mestrado por contribuir para a minha aquisição de conhecimento.

Agradeço aos meus professores orientadores Dra. Monalessa Perini Barcellos e Dr. Ricardo de Almeida Falbo. O apoio de vocês foi essencial para ajudar-me a desenvolver minhas ideias e melhorar a qualidade dessa dissertação. Sem você Monalessa este trabalho certamente não aconteceria.

Agradeço aos membros da banca de defesa do mestrado, os professores Dr. João Paulo Andrade Almeida e Dr. Julio Cesar Nardi, por cederem seu tempo participando da defesa e contribuindo para a melhoria deste trabalho.

Agradeço a FAPES, que através do processo 66610389/14, proveu suporte financeiro para a realização deste trabalho.

Agradeço aos colegas do NEMO que cooperaram e me ajudaram durante a elaboração dessa dissertação.

Por fim, agradeço a todos que contribuíram de alguma forma com este trabalho.

RESUMO

Processos de negócio definem como as organizações executam suas atividades para entregar resultados de acordo com objetivos estabelecidos. Essas atividades geralmente são apoiadas por diferentes aplicações de uma ou mais organizações. Comumente, essas aplicações são desenvolvidas em diferentes momentos, por equipes diferentes e sem que haja preocupação com integração. Como consequência, as organizações têm que lidar com problemas de integração para permitir a devida comunicação entre aplicações nas camadas de dados, serviços e processos. Nesse contexto, conflitos semânticos devem ser resolvidos para que a integração de aplicações seja realizada adequadamente. Para que os processos de negócio envolvidos na integração sejam devidamente apoiados pela solução de integração, é importante que sejam tratados aspectos semânticos envolvendo a camada de processos. Entre as ferramentas utilizadas para atribuição de semântica, ontologias podem ser usadas como uma interlíngua para mapear conceitos envolvidos em diferentes aplicações e organizações. Considerando-se que a integração semântica é uma atividade complexa, o uso de uma abordagem para guiar a integração de aplicações pode estruturar o processo de integração em diferentes níveis de abstração e prover orientações sobre como realizar as várias atividades de integração. Nesse sentido, em (CALHAU, 2011) foi definida a Abordagem Baseada em Ontologias para Integração Semântica (*Ontology-based Approach for Semantic Integration* - OBA-SI), uma abordagem que utiliza ontologias para realizar a integração semântica de aplicações. Neste trabalho é proposta uma evolução de OBA-SI focando-se na integração na camada de processos. Para tal, foi desenvolvida a Ontologia de Processos de Negócio, que apoia a integração fornecendo os conceitos principais que devem ser observados para comunicação entre diferentes processos. Além disso, etapas de OBA-SI foram refinadas e as relações entre as diversas camadas de integração foram explicitadas. Como resultado, modelos conceituais dos processos e das aplicações a serem integradas são analisados à luz da Ontologia de Processo de Negócio e de ontologias de domínio e tarefa, as quais são usadas para atribuir semântica aos itens compartilhados. Para avaliar a evolução de OBA-SI proposta neste trabalho, ela foi utilizada para integrar aplicações visando apoiar de forma integrada os processos Gerência de Problemas e Gerência de Configuração de Software.

Palavras-chave: Ontologia, Integração, Interoperabilidade, Processo de Negócio, Semântica.

ABSTRACT

Business processes define how organizations perform their activities to deliver results according to established goals. These activities are usually supported by different applications of one or more organizations. These applications are often developed at different time, by different groups and with no concern for integration. As a consequence, organizations have to deal with integration problems to allow for a good communication between applications at data, service and process layers. In this context, semantic conflicts should be addressed to ensure that application integration will be properly performed. In order to properly support the business processes involved in the integration, it is important to address semantic aspects related to the process layer. Among tools used to assign semantics, ontologies can be used as an interlingua to map concepts used by different applications and organizations. Considering that semantic integration is a complex activity, the use of an approach to guide application integration can structure the integration process in different abstraction levels and provide guidelines on how to perform the various integration activities. In this sense, in (CALHAU, 2011) was defined the Ontology-based Approach for Semantic Integration (OBA-SI), an approach that uses ontologies to perform semantic integration of applications. In this work, it is proposed an improvement of OBA-SI, focusing on integration at process layer. For that, it was developed the Business Process Ontology, which supports the integration by providing the main concepts that should be considered to communication among processes. Furthermore, some phases of OBA-SI were refined and relations between the integration layers were made explicit. As a consequence, conceptual models of processes and applications to be integrated are analyzed in the light of the Business Process Ontology and the task and domain ontologies, which are used to assign semantics to shared items. To evaluate the OBA-SI evolution proposed in this work, it was used to integrate applications aiming to support in an integrated manner the Problem Management and Software Configuration Management processes.

Keywords: Ontology, Integration, Interoperability, Business Process, Semantics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 -Tipos de ontologias de acordo com o grau de generalidade (GUARINO, 1998).	21
Figura 2.2 - Um fragmento de UFO-A (cinza claro) e UFO-B (cinza escuro) (Indivíduos)	23
Figura 2.3 - Fragmento de UFO-C.....	24
Figura 2.4 - Processo de Integração de OBA-SI.....	27
Figura 2.5 – Atividades da fase Analisar Integração.....	28
Figura 3.1 - Processo de Seleção das Publicações.....	34
Figura 3.2 – Distribuição de estudos selecionados ao longo dos anos.....	40
Figura 3.3 – Número de estudos por linguagens/formalismos para representar ontologias	43
Figura 3.4 – Número de estudos por estratégia de solução.....	44
Figura 4.1 - Subontologias de OPN.....	53
Figura 4.2– Modelo conceitual da subontologia <i>Business Process Goals and Types</i>	54
Figura 4.3 – Modelo conceitual da subontologia <i>Business Processes and Activities</i>	57
Figura 4.4 – Modelo conceitual da subontologia <i>Business Process Supporting Enterprise Applications</i>	61
Figura 4.5 – Processo de integração na nova versão de OBA-SI.....	64
Figura 4.6 – Atividades da fase <i>Estabelecer Requisitos de Integração</i>	65
Figura 4.7 – Detalhamento da atividade Levantar Requisitos da Integração.....	66
Figura 4.8 – Atividades da fase <i>Analisar Integração</i>	69
Figura 4.9 – Detalhamento da atividade Realizar Análise para Integração de Dados.....	70
Figura 4.10 – Detalhamento da atividade Realizar Análise para Integração Semântica na Camada de Serviços.....	71
Figura 4.11 – Detalhamento da atividade Integrar Processos de Negócio.....	73
Figura 4.12 – Detalhamento da atividade Adequar Estrutura dos Processos de Negócio. .	74
Figura 4.13 – Detalhamento da atividade Realizar Análise para Integração de Processos e Serviços.....	76
Figura 4.14 – Mapeamento entre serviços e atividades da ontologia de tarefa por eles apoiadas.....	76
Figura 4.15 – Mapeamento entre atividades do processo integrado e da ontologia de tarefa.	77
Figura 4.16 – Relações entre serviços e atividades da ontologia de tarefa e do processo integrado.....	78
Figura 4.17 – Relações entre serviços e atividades do processo integrado.....	79

Figura 5.1 - Processo Gerência de Problemas.....	84
Figura 5.2 - Processo Gerência de Configuração de Software.....	84
Figura 5.3 – Modelo Estrutural da Ontologia de Classe de Aplicação.	88
Figura 5.4 – Modelo Comportamental da Ontologia de Classe de Aplicação.	89
Figura 5.5 – Modelo Comportamental referente à atividade Implementar Alteração.....	90
Figura 5.6 – Modelo conceitual estrutural de MantisBT (CERQUEIRA,2014).....	91
Figura 5.7 – Modelo conceitual estrutural de Subversion (CALHAU, 2011).	92
Figura 5.8 – Diagrama de Casos de Uso do MantisBT.....	95
Figura 5.9 – Diagrama de Casos de Uso do SVN.....	96
Figura 5.10 - Modelo de Processo Integrado.....	102
Figura 5.11 – Relações entre serviços e atividades do processo integrado.....	103
Figura 5.12 - Modelo Integrado de Processos e Serviços.....	105
Figura 5.13 – Tela de Demonstração do MantisBT.....	107
Figura 5.14 – Menu de funcionalidades do mediador SVNODE.....	108
Figura 5.15 - Arquitetura da Integração Mediador, Subversion e MantisBT.....	109
Figura 5.16 – Relação entre as camadas de serviço e processo na solução de integração..	111
Figura 5.17 - Tela referente a atividade Comunicar Problema.....	112
Figura 5.18 - Tela referente a atividade Atribuir Problema para Avaliação.....	112
Figura 5.19 - Tela referente a atividade Avaliar Problema.....	113
Figura 5.20 - Tela referente a escolha do problema para o qual será solicitada uma Alteração.....	114
Figura 5.21 - Tela referente a atividade Solicitar Alteração.....	114
Figura 5.22 - Tela referente a atividade Avaliar Solicitação de Alteração.....	115
Figura 5.23 - Tela referente a atividade Realizar Checkout.....	115
Figura 5.24 - Tela referente a atividade Realizar Checkin.....	116
Figura 5.25 – Tela do MantisBT referente a atividade Revisar Problema.....	116
Figura 5.26 – Tela do MantisBT referente a atividade Encerrar Problema.....	117

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 – Questões de Pesquisa do Mapeamento Sistemático.....	31
Tabela 3.2 – Iniciativas de ISAE identificadas no mapeamento sistemático.	35
Tabela 3.3 – Representação de ontologias nas iniciativas de integração investigadas	43
Tabela 3.4 – Abordagens de Integração adotadas nas iniciativas de integração investigadas.	44
Tabela 3.5 – Estratégias de Integração adotadas nas iniciativas de integração investigadas.	45
Tabela 3.6 – Uso de abordagens sistemáticas nas iniciativas de integração investigadas.	45
Tabela 4.1- Verificação da Subontologia <i>Business Process Goals and Types</i>	55
Tabela 4.2 - Validação da Subontologia <i>Business Process Goals and Types</i>	56
Tabela 4.3 - Verificação da subontologia <i>Business Process and Activity</i>	60
Tabela 4.4 - Instanciação da subontologia <i>Business Process and Activity</i>	60
Tabela 4.5 - Verificação da subontologia <i>Business Process Supporting Enterprise Application</i>	63
Tabela 4.6 - Instanciação da subontologia <i>Business Process Supporting Enterprise Application</i> ...	63
Tabela 4.7 – <i>Template</i> para registro do Cenário de Integração.....	67
Tabela 4.8 – Modelo de Estrutura de Processo alinhada à OPN.	74
Tabela 5.1 – Cenário de Integração.....	85
Tabela 5.2 - Mapeamentos Verticais Estruturais de Conceitos.....	93
Tabela 5.3 – Complemento aos Mapeamentos Verticais Estruturais de Conceitos	94
Tabela 5.4 –Funcionalidades/serviços envolvidos na integração.	96
Tabela 5.5 – Definição do Processo Gerência de Problemas	97
Tabela 5.6 – Definição do Processo Gerência de Configuração de Software	99
Tabela 5.7 - Mapeamentos Verticais referentes a Atividades	100
Tabela 5.10 – Mapeamento Horizontal referente a Atividades.....	101
Tabela 5.11 –Funcionalidades/serviços envolvidos na integração.....	104
Tabela 6.1 – Objetivos Específicos do trabalho.....	119

SUMÁRIO

Capítulo 1	Introdução	13
1.1	Contexto	13
1.2	Motivação	15
1.3	Objetivos da Pesquisa	16
1.4	Método de Pesquisa	17
1.5	Organização da Dissertação	18
Capítulo 2	Processos de Negócio e Integração	19
2.1	Processos de Negócio	19
2.2	Ontologias	20
2.2.1	UFO (<i>Unified Foundational Ontology</i>)	22
2.3	Integração e Interoperabilidade	25
2.3.1	OBA-SI	26
2.4	Considerações Finais do Capítulo	29
Capítulo 3	Integração de Processos na Integração Semântica de Aplicações Empresariais: um Mapeamento Sistemático	30
3.1	Visão Geral do Estudo	30
3.2	Protocolo de Pesquisa	31
3.3	Execução do Mapeamento e Síntese dos Dados	33
3.4	Discussões	45
3.5	Considerações Finais do Capítulo	49
Capítulo 4	Evoluindo OBA-SI para Aprimorar a Integração na Camada de Processos	50
4.1	Introdução	50
4.2	Ontologia de Processo de Negócio (OPN)	51
4.2.1	Subontologia Business Process Goals and Types	53
4.2.2	Subontologia Business Process and Activity	56

4.2.3	Subontologia Business Process Supporting Enterprise Application.....	61
4.3	Abordagem Proposta.....	64
4.3.1	Estabelecer Requisitos de Integração.....	64
4.3.2	Analisar Integração	67
4.3.2.6	- Identificar e Analisar Requisitos Adicionais para a Solução Integrada.....	79
4.4	Comparação com Trabalhos Correlatos	79
4.5	Considerações Finais do Capítulo.....	81
Capítulo 5 Aplicação da Abordagem Proposta.....		82
5.1	Introdução	82
5.2	Integração de Ferramentas para Apoiar Gerência de Problemas e Gerência de Configuração de Software.....	83
5.2.1	Estabelecer Requisitos de Integração.....	83
5.2.2	Analisar Integração	85
5.2.2.6	- Identificar e Analisar Requisitos Adicionais para a Solução Integrada.....	106
5.2.3	Projeto e Implementação da Integração	106
5.3	Considerações Finais do Capítulo.....	117
Capítulo 6 Conclusão		118
6.1	Considerações Finais	118
6.2	Contribuições.....	121
6.3	Trabalhos Futuros	121
Referências Bibliográficas.....		123

Capítulo 1

Introdução

Este capítulo apresenta o contexto, a motivação e os objetivos do trabalho, bem como o método de pesquisa adotado e a organização do texto desta dissertação.

1.1 Contexto

Negócios competitivos e um mercado em constante mudança têm exigido que as organizações evoluam constantemente. Para isso, torna-se necessário desenvolver uma compreensão profunda dos processos e sistemas organizacionais (GUIZZARDI; REIS, 2015). As tarefas relacionadas à preparação de uma comida em um restaurante, à produção de uma parte de um carro e à organização de uma conferência, por exemplo, são todas conduzidas a partir de processos de negócio preestabelecidos (KOCK *et al.*, 2009). Um processo é definido como uma coleção de tarefas que transformam um dado conjunto de entradas em um conjunto de saídas desejadas. As entradas e saídas podem ser informações, objetos físicos (p.ex., produtos gerados), ou mesmo estados de coisas (uma nova situação no mundo). As tarefas, por sua vez, podem ser de diferentes tipos, tais como processamento de informações ou tarefas físicas, como a entrega de um produto (BASU; BLANNING, 2003).

Organizações quase sempre utilizam aplicações¹ de software para apoiar a execução de seus processos de negócio. Processos de negócio são tipicamente complexos e envolvem informação, conhecimento e interações entre múltiplas entidades. Eles definem como organizações fazem negócios e como elas criam vantagens competitivas (LI, 2004).

Para atender as necessidades das organizações e apoiar esses processos da melhor forma, aplicações precisam ser integradas. Integração de Aplicações Empresariais² (IAE) é atualmente um dos principais problemas enfrentados pelas organizações (SCHEIBLER *et al.*, 2008). Cada vez mais, aplicações precisam trabalhar em conjunto para apoiar processos de negócio complexos envolvendo áreas de negócio diferentes. IAE na camada de processos, também conhecida como integração de processos de negócio, visa a criação de um motor que controla dados e mensagens trocados entre aplicações, resultando em um tipo de *workflow* para melhor apoiar os processos de negócio (HANSON *et al.*, 2002). Isso é

¹ Neste trabalho os termos ferramenta, aplicação e sistema são utilizados como sinônimos.

² Do inglês *Enterprise Application Integration* (EAI).

muito importante porque, em geral, aplicações empresariais são construídas para apoiar partes de processos de negócio e devem ser integradas para apoiar o processo como um todo ou um conjunto de processos relacionados. Além disso, promover a integração de processos é fundamental para obter melhorias nos processos de negócio de uma organização (BERENTE *et al.*, 2009).

A integração de aplicações na camada de processos pode acontecer de duas formas. Uma envolve identificar dependências locais entre processos de negócio e criar um novo processo de negócio global. O processo de negócio global integra os processos locais e pode também ser utilizado para substituí-los ou servir como mediador entre eles. A vantagem de construir esse modelo de processo global a partir de outros processos é que o processo não é construído do zero e sistemas de apoio aos processos locais, geralmente familiares à organização, podem ser utilizados para construir um sistema integrador capaz de integrar sistemas e processos de forma intuitiva (GROSSMANN *et al.*, 2008). Uma segunda forma é integrar aplicações em um processo global ou local, quando as aplicações não possuem processos já definidos.

Contudo, as aplicações que devem ser integradas são geralmente desenvolvidas por grupos diferentes, que, muitas vezes, não têm nenhuma preocupação com integração. Como resultado, essas aplicações, geralmente, são heterogêneas, autônomas e distribuídas (IZZA, 2009). Heterogeneidade tem sido considerada uma das questões mais desafiantes, sendo a principal fonte de conflitos semânticos, que ocorrem quando aplicações usam significados diferentes para o mesmo item de informação, ou seja, quando itens de informação parecem ter o mesmo significado, mas não têm (WATCHE *et al.*, 2001). Para reduzir esses conflitos de integração, iniciativas de IAE devem tratar aspectos semânticos. Integração semântica, que se baseia em significados, é mais confiável que integração sintática, que é baseada somente no processamento de expressões sintáticas e união de esquemas (MUTHAIYAH; KERSCHBERG, 2008).

No contexto de integração semântica de aplicações empresariais, ontologias podem ser usadas para um entendimento comum sobre o domínio de interesse, servindo como uma interlíngua para prover comunicação entre aplicações (CALHAU; FALBO, 2010) e promover integração em diferentes camadas de aplicação (dados, mensagem/serviço e processo) (NARDI *et al.* 2013).

Apesar de abordagens de integração terem sido propostas, algumas limitações, tais como serem criadas para comunidades específicas ou considerarem um conjunto particular de tecnologias, restringem seu uso. Portanto, é necessário encontrar novas soluções de

interoperabilidade que permitam que organizações conectem seus sistemas de forma a melhor apoiar seus processos de negócio (FIGAY; GHODOUS, 2008).

1.2 Motivação

Organizações usam várias aplicações simultaneamente para realizar seus processos de negócio. Um desafio para as organizações é integrar essas aplicações para melhor apoiar os processos. Soluções de integração de aplicações empresariais podem ajudar nessa tarefa, provendo um *middleware* para apoiar e integrar processos de negócio. Uma solução de IAE funciona como uma interface de conexão entre diferentes aplicações e busca prover em um único pacote um conjunto de funcionalidades que pode prover melhor desempenho e refinamento dos processos de negócio (AL-GHAMDI *et al.*, 2014). Entretanto, integração de aplicações complexas e heterogêneas tem sido fator de custo para organizações. Assim, há uma crescente necessidade de tratar integração de aplicações sistematicamente em ambientes organizacionais heterogêneos (MILANOVIC *et al.*, 2009).

Neste contexto, tratar aspectos semânticos é fundamental para garantir que haja o entendimento correto dos elementos compartilhados pelas aplicações. Para lidar com questões semânticas que surgem em iniciativas de integração, ontologias podem ser usadas para atribuir significado para os elementos compartilhados.

Integração de aplicações pode ocorrer em três camadas (IZZA, 2009): dados, mensagem/serviço e processo. A integração na camada de dados trata do compartilhamento de dados entre as aplicações e manipula os dados diretamente na base de dados das aplicações. Integração na camada de serviços trata da troca de mensagens entre as aplicações. Integração na camada de processos considera organizações como um conjunto de processos relacionados e é responsável por controlar fluxos de mensagens considerando regras de forma a conduzir o fluxo do processo a ser apoiado pela solução de interação. Integração nessa camada constitui a integração mais complexa de ser alcançada e, diferentemente da integração de dados e serviços, a integração de processos frequentemente não é explicitamente definida, sendo alcançada a partir da integração de serviços (BERENT *et al.*, 2009).

Para melhor apoiar os processos de negócio envolvidos em uma iniciativa de integração é preciso tratar a integração na camada de processos. Fazendo isso, processos apoiados pela solução de integração podem ser realizados em um fluxo contínuo que conecta diferentes partes de um processo ou diferentes processos como um todo.

Buscando apoiar a integração semântica de aplicações, em (CALHAU, 2011) foi proposta a Abordagem Baseada em Ontologias para Integração Semântica (*Ontology-Based Approach for Semantic Integration* - OBA-SI). OBA-SI visa sistematizar o trabalho de explicitar e compatibilizar modelos conceituais de aplicações a fim de realizar a integração semântica. O processo de integração definido em OBA-SI é similar ao processo de desenvolvimento de software, contendo fases relacionadas a levantamento de requisitos, análise, projeto, implementação, testes e implantação. O foco de OBA-SI está na análise da integração, onde a semântica é atribuída aos elementos a serem compartilhados. OBA-SI foi utilizada em diversas iniciativas de integração, por exemplo, (CERQUEIRA, 2014), (OLIVEIRA, 2014) e (QUIRINO, 2013), o que permitiu a identificação de algumas necessidades de melhoria.

Embora OBA-SI defina passos para guiar a integração semântica de aplicações, a fase referente ao levantamento de requisitos não é detalhada, pois não descreve como os resultados da atividade podem ser obtidos. Além disso, a fase de análise trata a integração de dados, serviços e processos em atividades genéricas, ou seja, são definidas atividades que podem ser usadas para integração nas três camadas sem descrever as particularidades do que deve ser feito em cada camada. Dessa forma, a conexão entre as diversas camadas não fica explícita, bem como particularidades das atividades quando realizadas no âmbito de uma certa camada. Por fim, uma vez que OBA-SI trata as atividades de análise da integração de forma genérica, não há detalhamento sobre o conhecimento necessário para a integração na camada de processos. Por exemplo, para tratar integração de processos é útil conhecer a conceituação geral relacionada a processos de negócio, que descreve seus elementos e relações principais. Uma Ontologia de Processo de Negócio pode prover essa conceituação.

Considerando a importância da IAE, de tratar aspectos semânticos, de realizar a integração na camada de processo e as oportunidades de melhoria identificadas para OBA-SI, decidiu-se evoluir OBA-SI para tratar integração semântica de aplicações com foco na camada de processos.

1.3 Objetivos da Pesquisa

Este trabalho tem como *objetivo geral* **definir uma abordagem para integração semântica de aplicações com foco na integração na camada de processos**. Esse objetivo geral pode ser detalhado nos seguintes objetivos específicos:

- (i) Analisar o estado da arte de integração semântica de aplicações que tratam a camada de processos;
- (ii) Desenvolver uma ontologia de processo de negócio;
- (iii) Evoluir OBA-SI para tratar aspectos relacionados à integração na camada de processos;
- (iv) Aplicar a nova versão de OBA-SI para realizar a integração de aplicações visando apoiar e integrar diferentes processos de negócio.

1.4 Método de Pesquisa

Este trabalho foi conduzido de acordo com os seguintes passos:

- i) *Revisão da Literatura:* neste passo ocorreu a aquisição de conhecimento sobre os temas relacionados ao trabalho, a saber: integração de aplicações na camada de processos, processos de negócio e ontologias de processo de negócio. Inicialmente, foi realizada uma revisão informal da literatura, na qual a pesquisa por publicações relacionadas foi realizada de forma não sistemática, tendo sido lidos artigos, livros, dissertações, teses e relatórios técnicos considerados relevantes ao trabalho. Nesse momento não houve restrições quanto ao uso de mecanismos de busca nem ao formato das publicações, bastando o material ter reconhecimento científico. Após a revisão informal, foi realizada uma investigação formal da literatura por meio de um mapeamento sistemático da literatura (KITCHENHAM; CHARTERS, 2007), quando foram investigadas e analisadas iniciativas de integração de aplicações com foco na camada de processos para identificar requisitos/possíveis soluções a serem consideradas na construção da solução proposta neste trabalho.
- ii) *Desenvolvimento da proposta:* neste passo foi desenvolvida a Ontologia de Processo de Negócio, que estabelece a conceituação relacionada a processos de negócio relevante no contexto de integração de aplicações. OBA-SI foi, então, evoluída para contemplar integração de ferramentas com foco na camada de processos.
- iii) *Avaliação da proposta:* neste passo foi realizada uma avaliação inicial da abordagem proposta, a qual foi utilizada para realizar a integração de

aplicações de apoio aos processos Gerência de Problema e Gerência de Configuração de Software.

- iv) *Escrita da Dissertação*: os resultados obtidos durante a execução dos passos anteriores foram documentados nesta dissertação.

1.5 Organização da Dissertação

Neste capítulo inicial foram apresentadas as principais ideias desta dissertação, descrevendo o contexto de aplicação, motivações, objetivos e passos realizados durante a pesquisa. Além desta introdução, este texto é composto pelos seguintes:

- ☒ **Capítulo 2 (Processos de Negócio e Integração)**: aborda aspectos teóricos relacionados a Processos de Negócio e Integração de Aplicações relevantes a este trabalho.
- ☒ **Capítulo 3 (Integração de Processos na Integração Semântica de Aplicações Empresariais: um Mapeamento Sistemático)**: apresenta os principais resultados do mapeamento sistemático realizado, no qual foram investigadas iniciativas de integração de aplicações empresariais que tratam a camada de processos.
- ☒ **Capítulo 4 (Evoluindo OBA-SI para tratar Integração na Camada de Processos)**: apresenta a Ontologia de Processo de Negócio desenvolvida e a evolução de OBA-SI para tratar integração de aplicações com foco na camada de processos.
- ☒ **Capítulo 5 (Aplicação da Abordagem Proposta)**: apresenta a prova de conceito da abordagem proposta, que foi realizada conduzindo-se a integração de aplicações que apoiam os processos Gerência de Problema e Gerência de Configuração de Software.
- ☒ **Capítulo 6 (Conclusão)**: apresenta as considerações finais do trabalho, as contribuições e propostas de trabalhos futuros para continuidade e aprimoramento da pesquisa.

Capítulo 2

Processos de Negócio e Integração

Neste capítulo são apresentados os principais fundamentos teóricos relacionados a este trabalho. Na Seção 2.1 são tratados aspectos relacionados a Processos de Negócio. A Seção 2.2 trata Ontologias. A Seção 2.3 aborda Integração e Interoperabilidade. Por fim, a Seção 2.4 apresenta as considerações finais do capítulo.

2.1 Processos de Negócio

A globalização e o desenvolvimento de Tecnologias de Informação e Comunicação tornaram as mudanças cada vez mais frequentes e têm levado organizações a focarem mais seriamente em suas aplicações e processos de negócio. Essa escalabilidade requer que as aplicações das organizações se adaptem a novas restrições e sejam mais sensíveis, de forma mais rápida possível, aos requisitos dos clientes. Atualmente, a análise e projeto de aplicações giram em torno de processos de negócios. Portanto, pode-se dizer que os processos de negócio têm se tornado objeto de importância primária para organizações (OUALI *et al.*, 2016).

Um processo de negócio é definido como um conjunto de uma ou mais atividades associadas para alcançar um objetivo de negócio. Qualquer resultado de um negócio apresentado no mercado é a saída de repetitivas ações e pode ser abstraída em uma definição de processo (WESKE, 2010). Para Dayal *et. al.* (2001), um processo de negócio é uma unidade persistente de trabalho que se inicia por um evento de negócio. O processo é guiado por regras de negócio que disparam atividades e subprocessos, que são atribuídos a recursos ou unidades organizacionais que são capazes e autorizadas para desempenhar papéis específicos no processo. Há uma falta de definição coerente e universalmente aceita sobre o que é um processo de negócio. Entretanto, existem características comuns da definição de processos de negócio que proveem um guia para definição de como os processos devem ser definidos, que são (KAVAKLI; LOUCOPOULOS, 1999):

- Um processo de negócio tem objetivos, ou seja, há interesse em alcançar objetivos de negócio definidos com o propósito de criar valor para os clientes;
- Um processo de negócio gera produtos e possui clientes bem definidos;
- Um processo de negócio envolve várias atividades que coletivamente contribuem para alcançar objetivos de processos de negócio;

- Um processo de negócio atravessa fronteiras funcionais/organizacionais, que dizem respeito à colaboração entre atores organizacionais que estão contribuindo para que os objetivos sejam satisfeitos.

Um processo de negócio pode ser intraorganizacional, ou seja, definido e executado dentro de uma organização, ou inter-organizacional, quando se estende por múltiplas organizações. Nesse caso, o processo de negócio compartilhado pode ser o resultado da fusão entre processos de negócio usados por organizações para um mesmo caso de negócio (SEBU; CIOCÂRLIE, 2016).

Atividades de processos de negócio podem ser executadas manualmente ou com a ajuda de sistemas de informação. Tecnologia da informação em geral e sistemas de informação em particular possuem um papel importante para processos de negócio, uma vez que as atividades e processos de negócio têm sido apoiadas, cada vez mais, por esses sistemas. Há atividades de negócio que podem ser realizadas automaticamente por sistemas de informação sem nenhum envolvimento humano (WESKE, 2010).

Uma organização pode alcançar seus objetivos de negócio de forma eficiente e efetiva somente se as pessoas e outros recursos empresariais, como aplicações, trabalharem em harmonia. Processos de negócio são um conceito importante para facilitar essa colaboração eficiente (WESKE, 2010).

Embora processos de negócio sejam fundamentais para as organizações, não há uma conceituação consistente e universalmente aceita sobre eles. Ontologias podem ser usadas para fornecer essa conceituação.

2.2 Ontologias

Segundo Studer *et al.* (1998), uma ontologia é uma especificação formal, explícita de uma conceituação compartilhada. A conceituação é uma visão abstrata e simplificada do mundo que se deseja representar para algum propósito. Cada base de conhecimento, sistema baseado em conhecimento, ou agente de nível de conhecimento é comprometido com alguma conceitualização, explícita ou implicitamente (STUDER; STAAB, 2004).

As ontologias são modelos específicos, de alto nível de conhecimento, que descrevem coisas, conceitos e fenômenos. Tal como acontece com outros modelos, ontologias não representam o mundo inteiro de interesse. Em vez disso, os projetistas da ontologia selecionam aspectos da realidade relevantes para a sua tarefa (DEVEDZIC, 2002).

Ontologias podem ser classificadas de acordo com o grau de generalidade, como sugerido por Guarino (1998). Essa classificação define quatro tipos de ontologias, como mostra a Figura 2.1:

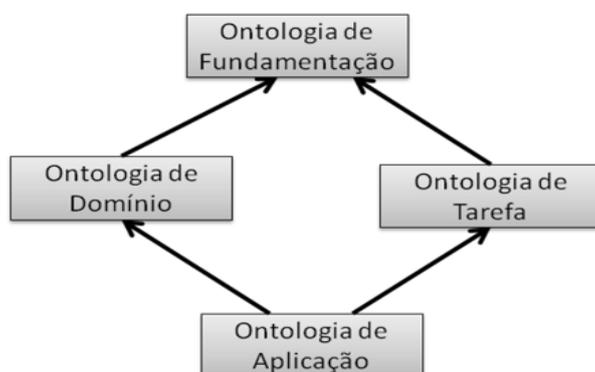


Figura 2.1 -Tipos de ontologias de acordo com o grau de generalidade (GUARINO, 1998).

- ☒ Ontologias de Fundamentação (*Top-level ontologies*): descrevem conceitos bem genéricos como espaço, tempo, matéria, objetos, eventos, ações etc., que são independentes de um domínio ou problema particular.
- ☒ Ontologias de Domínio (*Domain ontologies*): descrevem o vocabulário relacionado a um domínio genérico, como medicina ou automóveis, por exemplo, especializando os termos introduzidos na ontologia de nível superior.
- ☒ Ontologias de Tarefa (*Task ontologies*): descrevem o vocabulário relacionado a uma tarefa ou atividade genérica, como venda, também especializando os conceitos da ontologia de nível superior. Embora adote-se o termo ontologia de tarefa, tipicamente esse tipo de ontologia descreve, na verdade, um processo e não uma tarefa específica. Assim, nesta dissertação quando usado o termo ontologia de tarefa, deve-se entender que trata-se, de fato, de uma ontologia de processo.
- ☒ Ontologias de Aplicação (*Application ontologies*): descrevem conceitos dependendo tanto em um determinado domínio e tarefa, que muitas vezes são especializações de ambas as ontologias relacionadas.

Scherp *et al.* (2011) também classificam ontologias de acordo com sua generalidade, mas diferenciam Ontologias de Fundamentação, Ontologias de Núcleo (*Core Ontologies*) e Ontologias de Domínio. No nível mais alto de generalidade estão as ontologias de fundamentação. Entre esses três tipos de ontologias, as de domínio são as mais específicas. As *Core Ontologies*, por sua vez, não são tão genéricas e nem tão específicas como as anteriores. Elas fornecem uma definição precisa do conhecimento estrutural em uma área

específica que cobre diferentes domínios de aplicação. São construídas baseadas em ontologias de fundamentação e representam um refinamento dessas, adicionando conceitos e relações específicos da área considerada. Para Falbo *et al.* (2013), a variação de generalidade entre as ontologias pode ser vista como uma linha contínua, conforme mostra a Figura 2.2.

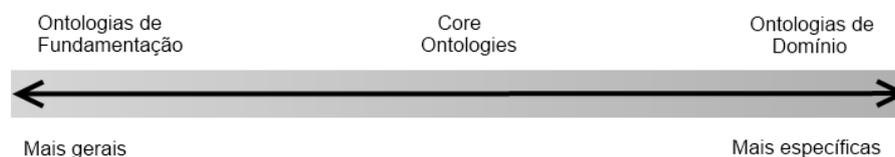


Figura 2.2 - Níveis de generalidade de ontologias (adaptado de (FALBO *et al.*, 2013).

Uma vez que neste trabalho o foco é trabalhar com modelos conceituais das aplicações a serem integradas, as ontologias a serem utilizadas são ditas *ontologias de referência*. Ontologias de referência são construídas com o objetivo de fazer a melhor descrição possível da realidade. É um tipo especial de modelo conceitual, um artefato de engenharia com o requisito adicional de representar um modelo de consenso dentro de uma comunidade (GUIZZARDI, 2007).

Para representar ontologias de tarefa, Martins e Falbo (2008) argumentam que são necessários dois tipos de modelos: um comportamental e outro estrutural. O modelo comportamental de uma ontologia de tarefa visa representar as subtarefas que compõem uma tarefa, os objetos criados, usados, alterados ou consumidos por essas subtarefas, bem como os agentes responsáveis por realizá-las. Diagramas de atividades da UML podem ser usados para este fim. Já o modelo estrutural captura os papéis que entidades do domínio desempenham quando a tarefa é executada e as relações existentes entre eles. Diagramas de classes da UML podem ser usados para representar modelos estruturais. Ontologias de domínio e de tarefa, quando integradas, dão origem a ontologias de classe de aplicação (MARTINS, 2009).

Neste trabalho foi definida uma ontologia de núcleo (Ontologia de Processo de Negócio), a qual foi desenvolvida a partir da ontologia de fundamentação UFO (*Unified Foundational Ontology*) (GUIZZARDI, 2005). A seguir são apresentados alguns fragmentos de UFO relevantes para este trabalho.

2.2.1 UFO (*Unified Foundational Ontology*)

UFO é uma ontologia de fundamentação que provê um sistema de categorias básicas e relações que vem sendo desenvolvida baseada em um número de teorias das áreas

de Ontologia Formal, Lógica Filosófica, Linguística, Filosofia de Linguagem e Psicologia Cognitiva (GUIZZARDI, 2005).

UFO é formada por três partes: UFO-A, uma ontologia de objetos (*endurants*); UFO-B, uma ontologia de eventos (*perdurants*); e, UFO-C, uma ontologia de entidades sociais construída a partir de UFO-A e UFO-B. UFO faz uma distinção formal entre indivíduos e universais. Indivíduos (*Individuals*) são entidades que existem na realidade e possuem uma identidade única, enquanto Universais (*Universals*) são padrões abstratos de características que podem ser encontradas em um número de diferentes indivíduos. A Figura 2.3 apresenta um fragmento de UFO (A e B) que foca na categoria de indivíduos.

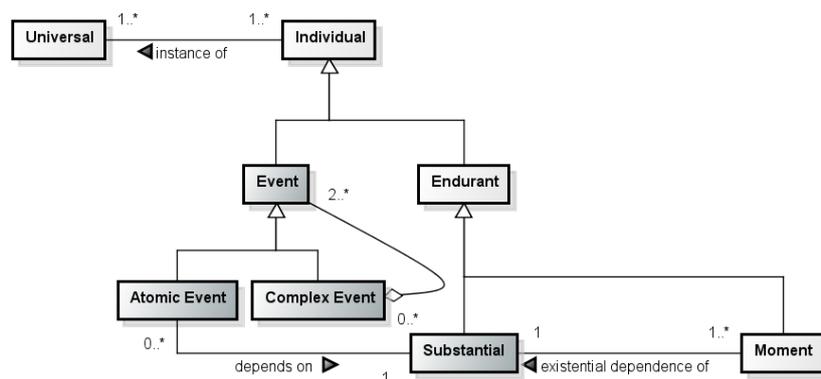


Figura 2.3 - Um fragmento de UFO-A (cinza claro) e UFO-B (cinza escuro) (Indivíduos).

Indivíduos (*Endurants*) são indivíduos que estão inteiramente presentes ou ausentes em um instante do tempo (por exemplo, uma pessoa). A categoria de indivíduos concretos pode ser dividida em Substanciais (*Substantials*) e Momentos (*Moments*). Substanciais são indivíduos existencialmente independentes (por exemplo, uma pessoa, um carro). Momentos, por sua vez, são indivíduos inerentes a outros indivíduos, sendo deles dependentes (por exemplo, a dor de cabeça de uma pessoa, a cor de uma maçã).

Eventos (*Events*), são indivíduos compostos por partes temporais. Eles acontecem no tempo, no sentido de se estenderem no tempo acumulando partes temporais. Uma conversa, uma partida de futebol, a execução de uma sinfonia e um processo de negócio são exemplos de eventos. Um Evento Atômico (*Atomic Event*) não pode ser dividido em partes. Por outro lado, um Evento Complexo (*Complex Event*) é a agregação de dois ou mais eventos distintos.

A Figura 2.4 apresenta um fragmento de UFO-C incluindo conceitos relevantes para este trabalho.

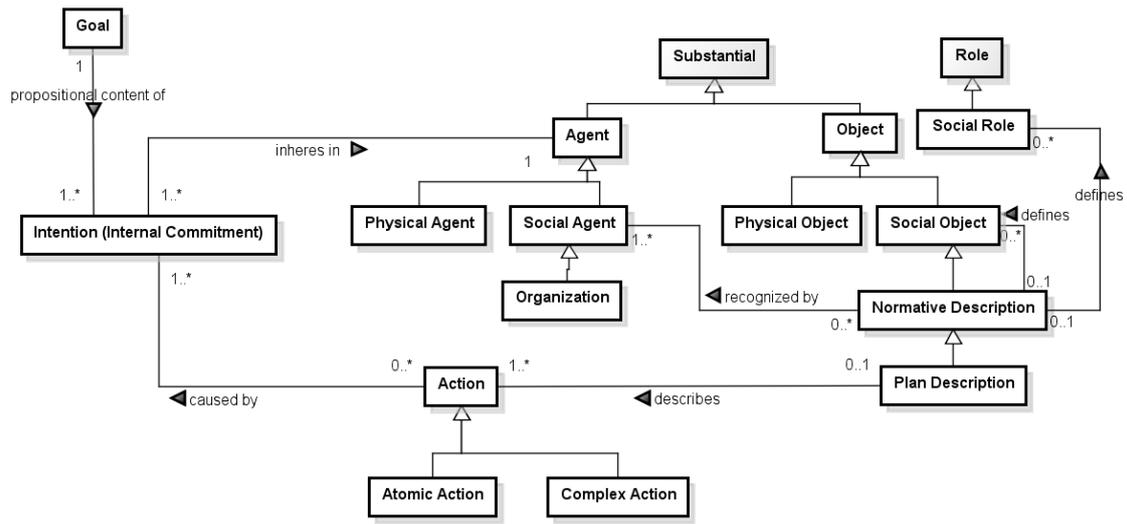


Figura 2.4 - Fragmento de UFO-C.

Uma distinção fundamental em UFO-C se dá entre entidades Agentes (*Agents*) e não agentes, sendo estas chamadas *Objetos (Objects)*.

Agente (*Agent*) é um indivíduo substancial que pode apresentar tipos especiais de modos chamados momentos intencionais, entre eles Intenção (*Intention*). Um Objetivo (*Goal*) é o conteúdo proposicional de uma intenção e é uma representação abstrata de uma classe de situações referentes à aquela intenção. Um Agente pode ser Agente Físico (*Physical Agent*), como, uma pessoa, por exemplo, ou Agente Social (*Social Agent*), como, por exemplo, uma sociedade. Uma Organização (*Organization*) é um tipo de agente social (GUIZZARDI, 2007).

Um Objeto (*Object*) também pode ser físico ou social. Exemplos de Objetos Físicos (*Physical Object*) incluem um livro, uma árvore, um carro. Exemplos de Objetos Sociais (*Social Object*) incluem dinheiro, linguagem e descrições normativas. Uma Descrição Normativa (*Normative Description*) define uma ou mais regras/normas reconhecidas por pelo menos um agente social e descreve papéis sociais (por exemplo, presidente, chefe) e objetos sociais (GUIZZARDI; FALBO; GUIZZARDI, 2008), sendo reconhecidas por pelo menos um agente social.

Uma vez que intenções caracterizam situações almejadas por um agente, há um comprometimento interno deste em alcançá-las. Por essa razão, intenções levam agentes a executarem ações. Ações (*Action*) são eventos intencionais, ou seja, eventos com o propósito específico de satisfazer o conteúdo proposicional de alguma intenção. Ações podem ser atômicas (*Atomic Action*) ou complexas (*Complex Action*), sendo estas últimas descritas por uma Descrição do Plano (*Plan Description*), um tipo específico de descrição normativa.

2.3 Integração e Interoperabilidade

Para serem competitivas e responderem a mudanças no mercado, organizações precisam ser flexíveis e dinâmicas, o que requer o uso de sistemas de informação que possam trabalhar juntos, apoiando os processos de negócio (VERNADAT, 2007).

Geralmente, uma única aplicação não é capaz de apoiar processos de negócio como um todo ou processos de negócio relacionados. Muito frequentemente, uma variedade de aplicações é necessária (por exemplo, aplicações de apoio aos processos relacionados a venda, compra, fabricação e contabilidade). Como consequência, é preciso integrar essas aplicações.

Mesmo aplicações construídas seguindo um mesmo padrão de desenvolvimento, apresentam lacunas quando são integradas e estas devem ser preenchidas por aplicações customizadas ou por novas aplicações (SCHEER; NÜTTGENS, 2000). Atualmente, as organizações, especialmente as grandes com produtos e serviços complexos, estão percebendo que seus objetivos são alcançados de acordo com o que suas aplicações podem atingir para melhorar suas atividades de negócio (JESTON; NELIS, 2014). Assim, integrar aplicações pode significar vantagem competitiva, uma vez que pode melhorar o desempenho dos processos de negócio.

No contexto de integração de aplicações, devido à sua forte relação, dois termos costumam ser usados indistintamente: integração e interoperabilidade. *Integração* pode ser definida como o ato de incorporar componentes em um conjunto completo, conferindo a ele algumas propriedades esperadas. Os componentes são combinados de modo a formar um novo sistema, constituindo um todo e criando sinergia (IZZA, 2009). *Interoperabilidade*, por sua vez, pode ser entendida como a habilidade de aplicações ou componentes de aplicação trocar dados e serviços (WEGNER, 1996). Ela permite que duas ou mais entidades de negócio (de uma mesma organização ou não) sejam capazes de trocar ou compartilhar informação, onde quer que estejam e a qualquer momento, e de usar funcionalidades uma da outra em um ambiente distribuído e heterogêneo. A interoperabilidade preserva os componentes de sistema como são (VERNADAT, 2007). Neste trabalho, o termo integração é adotado em um sentido mais amplo, cobrindo integração e interoperabilidade.

Diversas soluções para integração de sistemas têm sido providas focando em aplicações heterogêneas, autônomas e distribuídas (HAD). Para se integrar sistemas autônomos, são necessárias soluções que lidem com comportamentos assíncronos, tais

como *middlewares* assíncronos. Na integração de sistemas distribuídos, a maior dificuldade diz respeito ao controle de transações, com soluções sendo dadas principalmente pela computação distribuída. Com relação à heterogeneidade, este é considerado o maior problema na hora de se integrar sistemas empresariais. Para solucionar essa questão devem ser providos meios para resolver conflitos sintáticos e semânticos (IZZA, 2009).

Os níveis nos quais pode ocorrer a integração de aplicações vão desde os mais baixos e operacionais, como hardware e plataforma, até os níveis mais altos de integração, relacionados a aspectos linguísticos, como os níveis sintático, semântico e pragmático (CALHAU, 2011). Os níveis mais baixos estão relacionados com aspectos tecnológicos, enquanto níveis mais altos estão relacionados com aspectos estruturais, semânticos e comportamentais da integração (IZZA, 2009).

No nível semântico, durante o processo de integração, é importante que seja explicitado de forma clara o significado dos componentes envolvidos. Sendo assim, ontologias podem ser usadas como modelos de referência.

A integração de aplicações pode ser realizada em diferentes camadas. Integração na camada de dados lida com a troca de dados entre diferentes repositórios. Nesse ponto, uma aplicação manipula os dados de outra aplicação diretamente no banco de dados, através de sua interface nativa, ignorando a lógica da aplicação. A integração na camada de mensagens ou serviços ocorre quando duas ou mais aplicações trocam mensagens entre si. Por fim, a última camada, a camada de processo, trata uma organização como uma série de processos relacionados e as aplicações responsáveis pela execução desses processos não podem ser vistas como ilhas de informações. Dessa forma, a integração nessa camada é responsável por tratar o fluxo de mensagens, regras de execução e definir o processo de execução global (IZZA, 2009).

Na literatura têm sido propostas algumas abordagens para apoiar a integração de sistemas. Neste trabalho tem particular relevância OBA-SI, uma abordagem proposta em (CALHAU, 2011) que usa ontologias para realizar a integração semântica de aplicações e foi evoluída neste trabalho. A seguir uma visão geral de OBA-SI, como proposta em (CALHAU, 2011) é apresentada.

2.3.1 OBA-SI

A Abordagem baseada em Ontologias para Integração Semântica de Sistemas (*Ontology-Based Approach for Semantic Integration - OBA-SI*) (CALHAU, 2011) considera o processo de integração como um tipo de processo de desenvolvimento de software,

composto das seguintes fases: levantamento de requisitos, análise, projeto, implementação, testes e implantação. OBA-SI se concentra na fase de análise da integração, na qual a semântica deve ser definida. De acordo com OBA-SI, aspectos semânticos devem ser definidos no início do processo de integração, para isso devem ser usados modelos conceituais das aplicações envolvidas e ontologias relacionadas ao domínio da integração. Dessa forma, OBA-SI procura ser independente de tecnologia e de uma solução específica de integração (CALHAU, 2011). A Figura 2.5 apresenta as fases do processo de integração proposto por essa abordagem.

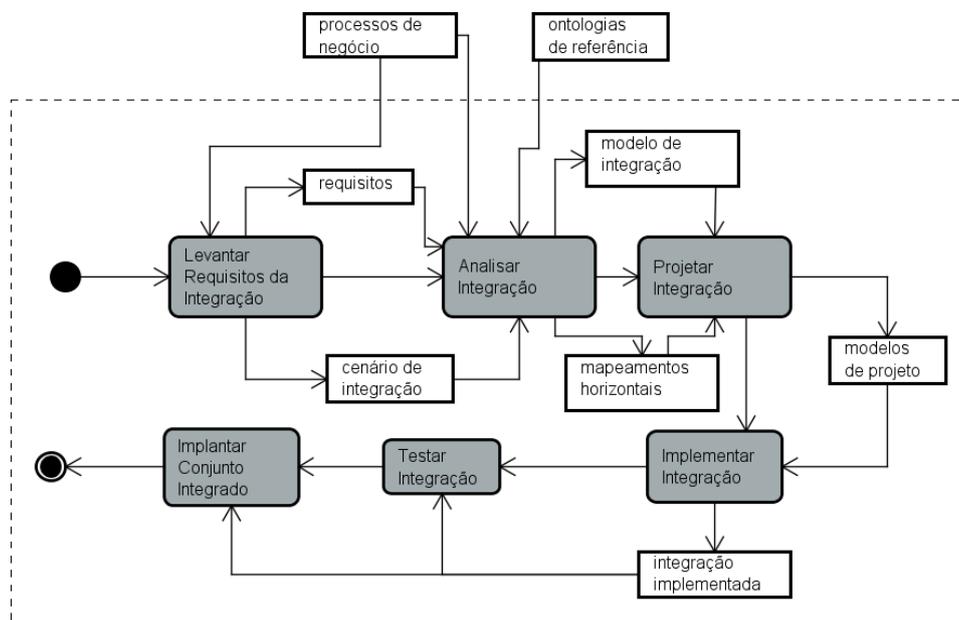


Figura 2.5 - Processo de Integração de OBA-SI.

O processo de Integração se inicia com a etapa de *Levantamento de Requisitos da Integração*, quando os requisitos e objetivos da integração devem ser identificados. Essa atividade tem como resultado final o cenário de integração que inclui as aplicações a serem integradas, as atividades do processo de negócio que serão apoiadas e os domínios/tarefas envolvidos na integração (CALHAU, 2011).

A partir do cenário de integração, inicia-se a fase *Analisar Integração*, na qual são estabelecidas as equivalências semânticas entre as aplicações e o processo (CALHAU, 2011). O principal produto dessa etapa é o modelo de integração, utilizado para atribuir semântica aos modelos conceituais das aplicações e do processo por meio de mapeamentos semânticos, à luz de ontologias de referência. A Figura 2.6 apresenta as atividades dessa fase.

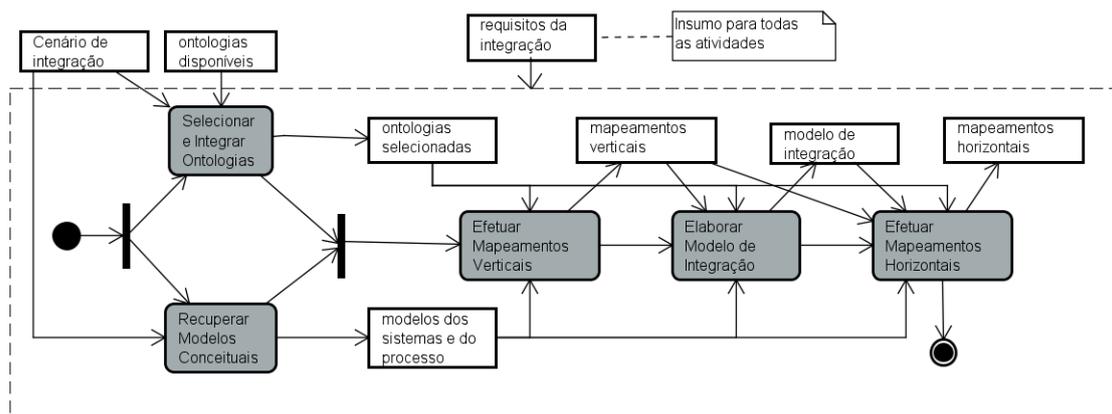


Figura 2.6 – Atividades da fase Analisar Integração.

A análise da integração se inicia com a obtenção dos modelos conceituais estruturais e comportamentais dos sistemas listados no cenário de integração. Seleciona-se uma ontologia de referência sobre o domínio do cenário de integração que, caso não esteja disponível, deve ser desenvolvida. Posteriormente, ocorre a definição dos mapeamentos verticais entre os elementos dos modelos dos sistemas e elementos da ontologia selecionada, tendo como objetivo atribuir semântica aos modelos conceituais. Inicialmente, mapeiam-se os conceitos, e em seguida, devem-se definir os mapeamentos entre as relações. Uma vez estabelecidos os mapeamentos, o modelo de integração é construído baseado na ontologia e nos modelos das ferramentas, de maneira que cada elemento dos modelos conceituais dos sistemas que estejam sem mapeamento vertical recebam um significado. Em seguida, cada elemento dos modelos conceituais dos sistemas deve ser mapeado para um elemento correspondente do modelo de integração. Todos elementos dos modelos conceituais dos sistemas devem ser mapeados. Geram-se, assim, os mapeamentos horizontais de conceitos e relações (CALHAU; FALBO, 2010).

Por fim, ocorrem as fases de *projeto e implementação da integração*. Há diversas maneiras de se obter uma solução de projeto e implementação de integração, e por isso, OBA-SI não se compromete com nenhuma solução específica de integração, porém propõe algumas diretrizes para que a semântica estabelecida na fase de análise se mantenha. As ferramentas podem ser integradas sem que as mesmas sejam alteradas. Nesse contexto, é proposta a utilização de mediadores responsáveis por interligar as ferramentas, de forma a ter uma visão global dos sistemas a serem integrados. O mediador deve ter uma visão geral dos sistemas a serem integrados e para isso, o modelo de integração da fase de análise é essencial (CALHAU, 2011).

OBA-SI trata apenas de maneira superficial a fase referente ao levantamento de requisitos da integração. Além disso, a fase Analisar Integração em OBA-SI é definida por meio de atividades genéricas, que podem ser aplicadas nas três camadas de integração (dados, serviços e processo). Como resultado, a conexão entre as diversas camadas não fica explícita em OBA-SI, bem como particularidades das atividades quando realizadas no âmbito de uma certa camada. Por fim, OBA-SI considera o uso de ontologias de domínio e de tarefa para realizar a integração semântica. Essas ontologias descrevem o domínio tratado na integração e são usadas para atribuir semântica aos elementos compartilhados pelas aplicações na integração. Porém, para tratar integração de processos é necessária não apenas a conceituação dos domínios aos quais os processos se referem ou das referidas tarefas, mas é preciso conhecer, também, a conceituação geral relacionada a processos de negócio, que descreve seus elementos e relações principais. Dessa forma, pode-se analisar os processos envolvidos na integração à luz dessa conceituação, identificar os elementos envolvidos na integração e o que esses elementos representam no âmbito dos processos. Uma Ontologia de Processo de Negócio pode prover essa conceituação.

2.4 Considerações Finais do Capítulo

Para tratar de assuntos considerados importantes ao entendimento deste trabalho, este capítulo apresentou o conteúdo relacionado a processos de negócio, ontologias e integração de aplicações. OBA-SI, a abordagem baseada em ontologias para integração semântica de aplicações evoluída neste trabalho foi brevemente apresentada.

No próximo capítulo são apresentados os principais resultados de um mapeamento sistemático no qual foram investigadas iniciativas de integração semântica tratando a camada de processos, a fim de se obter uma visão do estado da arte relacionado ao tópico de pesquisa deste trabalho.

Capítulo 3

Integração de Processos na Integração Semântica de Aplicações Empresariais: um Mapeamento Sistemático

Neste capítulo são apresentados os principais resultados de um mapeamento sistemático que investigou aspectos relacionados a LAE, particularmente, o uso de ontologias para resolver questões semânticas na camada de processos. O capítulo encontra-se assim organizado: a Seção 3.1 apresenta o método adotado no estudo; a Seção 3.2 apresenta o protocolo de pesquisa utilizado; a Seção 3.3 descreve a execução do estudo e faz uma síntese dos dados obtidos; a Seção 3.4 prevê algumas discussões sobre os dados obtidos; e a Seção 3.5 apresenta considerações finais do capítulo.

3.1 Visão Geral do Estudo

Em (NARDI *et al.*, 2013) foi realizada uma investigação da literatura sobre integração semântica de aplicações empresariais (ISAE) e o uso de ontologias nesse contexto. Neste trabalho, o estudo conduzido por Nardi *et al.* (2013) foi atualizado. Em seguida, foram selecionadas as publicações envolvendo iniciativas de integração semântica de aplicações empresariais que tratam a camada de processos, para serem analisadas em mais detalhes e proverem um panorama sobre esse tópico de pesquisa, considerando evidências sobre ele na literatura.

O estudo foi realizado como um mapeamento sistemático que, segundo (KITCHENHAM *et al.*, 2011), realiza um amplo estudo em um tópico de tema específico e visa identificar evidências disponíveis sobre esse tema. Buscando-se realizar um estudo imparcial, rigoroso e repetível, seguiu-se o processo sistemático definido em (KITCHENHAM; CHARTERS, 2007) o qual envolve três atividades:

- i. *Desenvolver o Protocolo:* nesta atividade o pesquisador realiza a prospecção sobre o tema de interesse do estudo, definindo o contexto e o objeto de análise. Em seguida, o protocolo que será o guia para execução do estudo é definido, testado e avaliado. O protocolo deve conter todas as informações necessárias para executar a pesquisa, tais como questões de pesquisa, fontes, critérios para seleção das publicações e procedimentos para extração de dados.

- ii. *Conduzir a Pesquisa*: nesta atividade o pesquisador executa o protocolo definido e, assim, seleciona, armazena e realiza análises quantitativas e qualitativas dos dados coletados.
- iii. *Relatar Resultados*: nesta atividade o pesquisador empacota os resultados gerados ao longo da execução do estudo e os publica em alguma conferência, revista, relatório técnico, biblioteca de trabalhos científicos ou outro veículo.

3.2 Protocolo de Pesquisa

O **objetivo** do mapeamento sistemático foi investigar iniciativas de ISAE que tratam a camada de processos. Por *tratar a camada de processo* entende-se que se está interessado em iniciativas de IAE nas quais a troca de dados e serviços é feita de forma que integre partes de um processo ou diferentes processos em um fluxo de processo (*workflow*).

Para obter informações necessárias para permitir o alcance do objetivo estabelecido, foram definidas as 8 **questões de pesquisa** (QPs) apresentadas na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 – Questões de Pesquisa do Mapeamento Sistemático.

Id	Questão	Rationale
QP1	Quando e em que tipo de veículo os estudos têm sido publicados?	Prover um panorama sobre quando e onde os trabalhos foram publicados, permitindo analisar a maturidade do tópico de pesquisa. Verificar se há períodos de maior ou menor quantidade de publicações.
QP2	Que tipos de pesquisa têm sido feitos?	Identificar os tipos de pesquisa considerando a classificação proposta por (WIERINGA <i>et al.</i> , 2006).
QP3	Quais domínios de aplicação têm sido tratados nas iniciativas de ISAE?	Investigar que domínios têm sido tratados em iniciativas de ISAE que tratam a camada de processos, permitindo analisar se há variedade de domínios ou predominância de alguns.
QP4	Ontologias têm sido adotadas em iniciativas de ISAE? Se sim, qual o propósito de seu uso?	Investigar se ontologias têm sido usadas em iniciativas de ISAE que tratam a camada de processos e qual o propósito de usá-las
QP5	Que tipos de ontologias (considerando o nível de generalidade) têm sido usados?	Identificar os tipos de ontologias que têm sido usados em iniciativas de ISAE que tratam a camada de processos e verificar se há predominância de algum tipo.
QP6	Que linguagens/formalismos têm sido usados para representar as ontologias?	Identificar como ontologias têm sido representadas em iniciativas de ISAE que tratam a camada de processos e verificar se há predominância de algum tipo.
QP7	Como a integração na camada de processos tem sido realizada?	Investigar as estratégias técnicas e abordagens de integração que têm sido usadas em iniciativas de ISAE que tratam a camada de processos.
QP8	Abordagens sistemáticas têm sido usadas para conduzir iniciativas de ISAE que tratam a camada de processos?	Verificar se iniciativas de ISAE que tratam a camada de processos têm seguido abordagens sistemáticas para guiar a integração na camada de processos.

Uma vez que os resultados do estudo feito por Nardi *et al.* (2013) incluíam publicações até 2012 e informavam as camadas de integração tratadas em cada publicação, decidiu-se usar a mesma **expressão de busca** usada por Nardi *et al.* (2013) e, depois, selecionar dentre todas as publicações retornadas (incluindo as retornadas no estudo realizado por Nardi *et al.* (2013)) apenas aquelas que tratam a camada de processos. A expressão de busca tem dois grupos de termos que foram ligados por uma conjunção usando o operador “AND”. O primeiro grupo inclui termos que tem o objetivo de capturar estudos relacionados a integração/interoperabilidade de aplicações empresariais. O segundo tem o objetivo de capturar estudos que lidam com os aspectos semânticos. Dentro de cada grupo, o operador “OR” foi usado para permitir sinônimos. A expressão de busca usada é ("*application integration*" OR "*application interoperability*" OR "*enterprise system integration*" OR "*enterprise system interoperability*" OR "*integration of information system*" OR "*interoperability of information system*" OR "*integration of application*" OR "*interoperability of application*" OR "*interoperability of enterprise application*" OR "*interoperability of enterprise system*" OR "*integration of enterprise application*" OR "*integration of enterprise system*" OR "*interoperability of business application*" OR "*interoperability of business system*" OR "*integration of business application*" OR "*integration of business system*" OR "*integration of heterogeneous system*" OR "*integration of heterogeneous application*" OR "*interoperability of heterogeneous system*" OR "*interoperability of heterogeneous application*" OR "*interoperability of information system*" OR "*integrated application*" OR "*interoperable application*" OR "*integrated enterprise system*" OR "*interoperable enterprise system*" OR "*information system integration*" OR "*information system interoperability*" OR "*enterprise system integration*" OR "*enterprise system interoperability*" OR "*business system integration*" OR "*business system interoperability*") AND (*semantic* OR *semantics* OR *semantically*).

As **fontes** utilizadas no estudo foram sete bibliotecas digitais, a saber: Scopus (www.scopus.com), Engineering Village (www.engineeringvillage.com), ACM (dl.acm.org), IEEE Xplore (ieeexplore.ieee.org), Springer (link.springer.com), ScienceDirect (www.sciencedirect.com) e Web of Science (www.webofknowledge.com).

Os **objetos de análise** do estudo foram artigos publicados em eventos científicos ou periódicos.

O **procedimento para seleção das publicações** compreendeu 4 etapas:

1ª etapa (E1) - Seleção e catalogação preliminar das publicações: A seleção preliminar das publicações consistiu em aplicar a expressão de busca usando o mecanismo de busca das bibliotecas digitais selecionadas (limitou-se o escopo de pesquisa nos campos de metadados para “título”, “resumo” e “palavras chave”).

2ª etapa (E2) □ *Remoção de duplicatas*: estudos indexados por mais de uma biblioteca digital foram identificados e as duplicações removidas.

3ª etapa (E3) - *Seleção das publicações relevantes - 1º filtro*: Os resumos (*abstracts*) das publicações selecionadas foram analisados considerando os seguintes critérios de inclusão (CI) e de exclusão (CE):

CI1: A publicação propõe uma iniciativa de IAE que considera aspectos semânticos.

CE1: A publicação não foi escrita em inglês.

CE2: A publicação não possui resumo (*abstract*).

CE3: A publicação é uma cópia ou versão antiga de uma publicação já selecionada.

CE4: A publicação não é um estudo primário.

CE5: A publicação foi publicada apenas com o resumo (*abstract*).

4ª etapa (E4) - *Seleção das publicações relevantes - 2º filtro*: O texto completo das publicações selecionadas no 1º filtro foi lido e analisado considerando os critérios de inclusão e exclusão citados. Publicações cujo texto completo não estava disponível também foram excluídas (CE6). Como resultado desse passo, atualizou-se o estudo relatado em (NARDI *et al.* 2013).

5ª etapa (E5) - *Seleção das publicações relevantes - 3º filtro*: Para limitar-se a publicações tratando iniciativas de ISAE que tratam a camada de processos, aplicou-se um critério de inclusão adicional: (CI2) A publicação apresenta uma iniciativa de ISAE tratando a camada de processo. Assim, foi possível restringir o escopo para considerar apenas as publicações de maior interesse para este trabalho.

3.3 Execução do Mapeamento e Síntese dos Dados

O mapeamento sistemático considerou artigos publicados até dezembro de 2015. 170 publicações foram obtidas em E1. Após as duplicações serem removidas (E2), restaram 85 publicações. Dessas, em E3, foram selecionadas 34 publicações, as quais foram reduzidas para 19 publicações em E4. Durante E5, aplicando-se CI2 para as publicações selecionadas em E4, foram selecionadas 8 publicações. Aplicando-se CI2 para as publicações selecionadas em Nardi *et al.* (2013), 32 foram selecionadas. A Figura 3.1 ilustra o processo realizado para a seleção das publicações, que resultou em 40 publicações selecionadas.

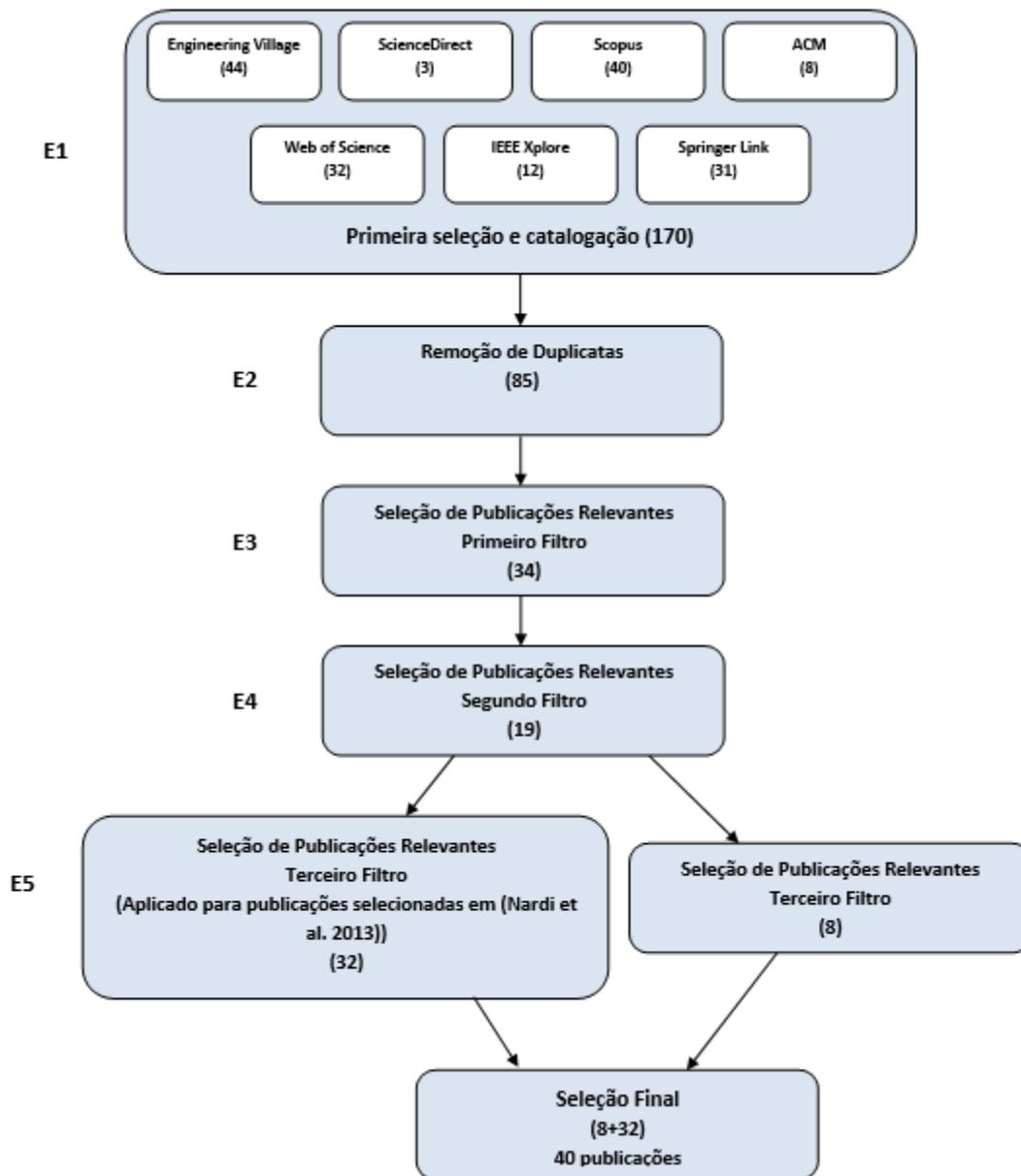


Figura 3.1 - Processo de Seleção das Publicações.

Na Tabela 3.2 são apresentadas as iniciativas encontradas e as respectivas publicações.

Tabela 3.2 – Iniciativas de ISAE identificadas no mapeamento sistemático.Nº	Referência	Descrição
1	(Meisen <i>et al.</i> 2013)	Propõe um <i>framework</i> que permite a interconexão de ferramentas de simulação de engenharia de produção. As transformações semânticas necessárias para a integração são tratadas com ontologias. Nesse trabalho o <i>framework</i> une diversas aplicações para apoiar um único processo.
2	(SOYLU <i>et al.</i> 2012)	Apresenta uma arquitetura de interoperabilidade de <i>widget</i> para automatizar o processo em um ambiente <i>widget-based</i> . Os <i>widgets</i> divulgam suas funcionalidades através de interfaces públicas padronizadas (APIs de JavaScript), que são chamadas de interfaces funcionais de <i>widget</i> . A arquitetura é composta de duas camadas primárias: uma que possui um sistema em tempo de execução e outra com um sistema servidor.
3	(EL AZAMI <i>et al.</i> 2012)	Propõe uma arquitetura de mediação para integrar bancos de dados múltiplos, heterogêneos e distribuídos. A arquitetura é organizada em três níveis: banco de dados, mediador e interface com o usuário. A mediação é baseada em dois componentes centrais: mediador e adaptador. O mediador, entre outras funcionalidades, é responsável por definir, gerenciar e monitorar diferentes processos.
4	(SCHILBERG <i>et al.</i> 2013)	Um integrador de dados usa dados de entrada e saída de simulações para a interconexão de aplicações de apoio à simulação de processos. Os resultados das aplicações assim como entradas manuais adicionais são integrados via um processo Extração-Transformação-Carregamento-Transformação (<i>ETLT - Extract-Transform-Load-Transform</i>). Os dados de entrada para uma aplicação são extraídos com um processo chamado Enriquecimento-Extração-Transformação-Carregamento (<i>Enrich-Extract-Transform-Load - EETL</i>).
5	(ASUNCION <i>et al.</i> 2012)	Propõe um <i>framework</i> COSMO (<i>CONceptual Services MOdeling</i>) para modelagem, raciocínio e análise de serviços para resolver cenários de problema de mediação de desafio (<i>Mediation Problem Scenarios of the Challenge</i>). A abordagem de integração é também baseada nos princípios de desenvolvimento orientado a modelos e a objetivos. Segundo COSMO, a integração de processos é feita a partir da definição de um <i>workflow</i> descrevendo o comportamento do mediador e uma ferramenta de simulação.
6	(MEISEN <i>et al.</i> 2012)	Propõe um <i>framework</i> que ajuda interconectar ferramentas diferentes, considerando diferentes formatos de arquivos, semânticas diferentes e inconsistência de dados. A integração de processos é realizada por um gerente de processos que funciona como uma unidade central de controle para integração, extração e conversão de processos.
7	(CHEN; SHEN, 2012)	Propõe um mediador M2M (<i>Machine-to-Machine</i>) para apoiar a integração de aplicações ágeis. Faz uso de mapeamentos semânticos baseados em ontologias para resolver a unificação semântica e adota serviços <i>web</i> e técnicas ETL para sustentar a

		abordagem interativa de padrões múltiplos, com o objetivo de fazer aplicações integradas com a ferramenta M2M de forma rápida.
8	(RAVIKUMAR <i>et al.</i> 2013)	Propõe um banco de dados orientado a CIM(<i>Common Information Model</i>), CIMODB, projetado através de mapeamentos objeto-relacional (ORM) e explora a integração de aplicações de sistemas de alimentação <i>upstream</i> com o banco de dados proposto.

Tabela 3.2 - Iniciativas de integração identificadas no mapeamento sistemático (continuação).

Nº	Referência	Descrição
9	(ALAZEIB <i>et al.</i> 2007)	Provê uma abordagem para automatizar o esforço da integração manual de aplicações pelo uso de arquitetura orientada a serviços semanticamente habilitados. A partir de mapeamentos dos dados, serviços e processos com uma ontologia chamada <i>ENterprise Integration Ontology</i> (ENIO) é feita a seleção de serviços, que são inseridos em um modelo de processos abstrato e, em seguida, são usados para criar um processo executável.
10	(BARAT <i>et al.</i> 2006)	Apresenta uma abordagem pragmática para analisar o modelo de processo de uma aplicação existente com respeito ao modelo de processo da aplicação desejada para identificar e mitigar os conflitos de premissas embutidas nos dois processos. Propõe um modelo formal, baseado em autômatos de estados finitos, para analisar processos de negócio e apresenta um critério seguro para sua reusabilidade em diferentes contextos de integração.
11	(CALHAU; FALBO, 2010)	Define uma Abordagem baseada em Ontologias para Integração Semântica (<i>Ontology-Based Approach for Semantic Integration - OBA-SI</i>), que usa ontologias como modelos conceituais de referência para definir mapeamentos entre elementos compartilhados na integração de aplicações.
12	(CONTRERAS; SHEREMETOV, 2008)	Define um <i>framework</i> para integração de aplicações utilizando agentes e SOA (<i>Service Oriented Architecture</i>). O framework combina serviços <i>web</i> e tecnologias de agentes inteligentes orquestrados por um sistema de gerência de processo de negócio.
13	(GUGLIOTTA <i>et al.</i> 2007)	Propõem uma Arquitetura de Integração Genérica focada principalmente em aspectos de integração de serviços semânticos <i>web</i> , que mostra como serviços semânticos de web podem ser usados em iniciativas de IAE para integrar serviços governamentais envolvendo diferentes provedores de serviços.
14	(FIGAY; GHODOUS, 2009)	Define uma abordagem para construir <i>frameworks</i> interoperáveis baseados em federação de padrões de <i>eBusiness</i> legados de um dado ecossistema. A abordagem consiste em prover um conjunto de princípios e melhores práticas para produzir um <i>framework</i> federado.
15	(FIGAY; GHODOUS, 2010)	Apresenta questões formalizadas e princípios que devem ser considerados para produzir <i>frameworks</i> para interoperabilidade de aplicações empresariais, baseando-se no uso de engenharia orientada a modelos e plataformas de execução orientadas a serviços.
16	(FIGAY; GHODOUS, 2008)	Apresenta um <i>framework</i> de federação composto por aplicações empresariais já existentes, conhecimento e <i>frameworks</i> de interoperabilidade de aplicações. O framework é definido de acordo com a visão ATHENA, resolvendo interoperabilidade em empresas, tecnologias de conhecimento e informação e estabelecendo ligações no nível semântico através de ontologias para informação, serviço e processos.
17	(FRIDSMA <i>et al.</i> , 2008).	Propõe um modelo e uma abordagem de entendimento compartilhado de semântica de pesquisa clínica. Tendo como base um modelo de dados (diagrama de classes UML) e um modelo de atividades (diagrama de atividades ou de estados UML), são selecionados os modelos dos sistemas envolvidos e é feita a harmonização entre eles.
18	(HECKEL; ENGELS, 2002)	É proposto um <i>framework</i> conceitual para um método de resolver problemas de integração de aplicações na fase de levantamento de requisitos, observando os modelos das aplicações.

Tabela 3.2 - Iniciativas de integração identificadas no mapeamento sistemático (continuação).

Nº	Referência	Descrição
19	(IZZA <i>et al.</i> , 2008)	Apresenta uma abordagem chamada Integração Orientada a Serviços e Ontologias (Odsoi - <i>Ontology-Driven Service-Oriented Integration</i>), que é baseada na combinação de arquiteturas orientadas a serviços e ontologias e também em muitos princípios como unificação, urbanização, dinamicidade e abertura.
20	(JANKOVIC <i>et al.</i> , 2008)	Apresenta uma abordagem em IV&I (<i>Inventory Visibility and Interoperability</i>) para desenvolvimento de aplicações de negócio que é baseada em processos de negócio e requisitos de usuário representados em um modelo empresarial.
21	(KULKARNI; REDDY, 2006)	É proposto um <i>framework</i> arquitetural orientado a modelos que permite um sistema ser especificado em termos de unidades combináveis, ao longo de variações de dimensões requisitadas, em que os requisitos de integração sejam modelados explicitamente.
22	(KUMAR <i>et al.</i> , 2005)	Propõe extensão de OWL-S e aborda a modelagem de informações de serviços por meio dessa extensão. Um dos pontos dessa extensão é o uso de informações de contexto. Usa uma ontologia de papéis para retirar a ambiguidade da semântica de parâmetros de entrada e saída na integração de aplicações.
23	(KÜSTER; KÖNIG-RIES, 2006)	Apresenta uma iniciativa de como integrar de forma flexível descoberta de serviços semânticos avançados, composição e tecnologia de invocação de serviços em processos BPEL criados manualmente.
24	(LEE; KIM, 2007)	Apresenta uma arquitetura de desenvolvimento de produto distribuído (<i>Product Development Architecture - PDAC</i>) para colaboração de engenharia que provê um novo paradigma para projetar e fabricar serviços para comunicação de forma efetiva e interações para realizar engenharia de integração de aplicações.
25	(LEE; SHIRANI, 2002)	Apresenta uma metodologia genérica que permite cooperação de unidades de negócio, dentro de uma organização ou entre organizações, de forma que possam expressar seus próprios processos de negócio em um formato de contexto de trabalho padronizado.
26	(LEGNER <i>et al.</i> , 2007)	Propõe um método para modelagem de processos entre organizações e deriva serviços de negócio em três etapas: modelagem de um modelo de processos geral, alinhamento dos processos das organizações com o modelo público e desenvolvimento de serviços de processos. Provê a entrada conceitual na fase de projetar serviços B2B e também representar o modelo independente computacional.
27	(LI <i>et al.</i> , 2009)	Apresenta SSOA-E (<i>Semantic Service Oriented Architecture for Education Information System Integration</i>), uma arquitetura orientada a serviços semânticos para integração de sistemas de informação educacionais. É uma arquitetura baseada em SOA clássico, que usa OWL (<i>Ontology Web Language</i>) como descrição semântica de dados educacionais e OWL-S (<i>Ontology Web Language for Services</i>) como descrição semântica de serviços educacionais.

Tabela 3.2 - Iniciativas de integração identificadas no mapeamento sistemático (continuação).

Nº	Referência	Descrição
28	(ZHANG <i>et al.</i> , 2007)	Propõe um novo modelo VLE (<i>Virtual Logistics Enterprise</i>) baseado em SOA na base de análise e comparação de outros modelos existentes, estabelece o mecanismo de operação de submodelos no modelo em detalhes e define a função de cada submodelo. O modelo integra processos de negócio de logística e serviços de negócio e trata dados, serviços e processos de negócio separadamente.
29	(MADHUSUDAN, 2004)	Apresenta uma arquitetura baseada em um mediador inteligente para permitir IAE. Fontes de informações e serviços internos de organizações são feitos disponíveis via um <i>framework</i> de serviços <i>web</i> . Um <i>framework</i> de Planejamento e Execução de Serviços Integrados (<i>Integrated Service Planning and Execution - ISP & E</i>) intercala composição de serviços e execução no mediador para atender requisições de serviços. Processos que intercalam coleta de informação e tarefas de transações são gerados usando <i>domain-independent Hierarchical Task Network (HTN)</i> .
30	(MARTINEK <i>et al.</i> , 2007)	Propõe integração semântica de aplicações com foco na camada de serviços. Estende a descrição de serviços WSDL com semântica. As descrições de serviços aplicadas também se referem a transformações e são encapsuladas em serviços <i>web</i> diretamente invocáveis.
31	(MARTINEK <i>et al.</i> , 2008)	Apresenta uma abordagem para a implementação de serviços semanticamente enriquecidos, na qual é proposta uma plataforma baseada em arquitetura orientada a serviços, sendo composta por registrador de serviços, projetista de processo e motor de tempo de execução.
32	(MINGUEZ <i>et al.</i> , 2011)	Utilizando um modelo de proveniência de dados, descreve os diferentes tipos dependências de serviços em processos de IAE. Apresenta um repositório de serviços <i>provenance-aware</i> com capacidade de subscrição de proveniência e sua adoção para diferentes casos de uso no domínio.
33	(WANG, 2008)	Propõe um modelo <i>framework</i> semântico para resolver os problemas de descrição semântica, mapeamento semântico, análise semântica e controle de comunicação na integração de sistemas heterogêneos.
34	(ROUACHED <i>et al.</i> , 2009)	Propõe uma formalização de processos de negócio WSBPEL(ou BPEL), que adiciona semântica de comunicação para especificações de interação de serviços <i>web</i> . Utiliza uma lógica formal para modelar seus comportamentos dinâmicos e também permitir análise formal e inferência de propriedades relevantes dos sistemas sendo integrados.
35	(SHANGGUAN <i>et al.</i> , 2008)	Apresenta uma metodologia de modelagem na qual são essenciais dois passos: combinação de eTOM (<i>Enhanced Telecom Operations Map</i>) e ITIL(<i>It Infrastructure Library</i>) para analisar processos de negócio compostos e, assim, definir esses processos baseados em ontologias de serviços web semânticos.

Tabela 3.2 - Iniciativas de integração identificadas no mapeamento sistemático (continuação).

Nº	Referência	Descrição
36	(AGARWAL <i>et al.</i> , 2005)	Apresenta um trabalho de integração a partir de composição de serviços <i>Web</i> fim a fim, que vai de especificação a desenvolvimento, combinando sinergicamente os pontos fortes de outras abordagens.
37	(WU <i>et al.</i> , 2004)	Apresenta um modelo <i>workflow</i> estendido para apoiar integração de aplicações <i>e-Service</i> e heterogêneas.
38	(XU, 2003)	Propõe abordagem de integração utilizando Web Semântica e modelo de serviços compostos, conhecido como <i>Semantic Grid Service Provisioning</i> .
39	(YEUNG, 2011)	Apresenta uma abordagem de modelagem visual e formal para composição de serviços web baseado em coreografia e verificação de conformidade.
40	(ZHANG <i>et al.</i> , 2009)	Propõe um <i>framework</i> de Arquitetura Orientada a Serviços com semântica para IAE, e utiliza Ontologia de Modelagem de Serviços Web (WSMO) como modelo de serviços semânticos.

QP1 Quando e em que tipo de veículo os estudos têm sido publicados?

A Figura 3.2 apresenta a distribuição de estudos por ano. É possível notar um aumento em 2007 e um pico em 2008. Após 2008, o número de estudos diminuiu até 2010 e ficou relativamente estável até 2013. Nenhum estudo tratando ISAE abrangendo a camada de processos publicado em 2014 ou 2015 foi encontrado.

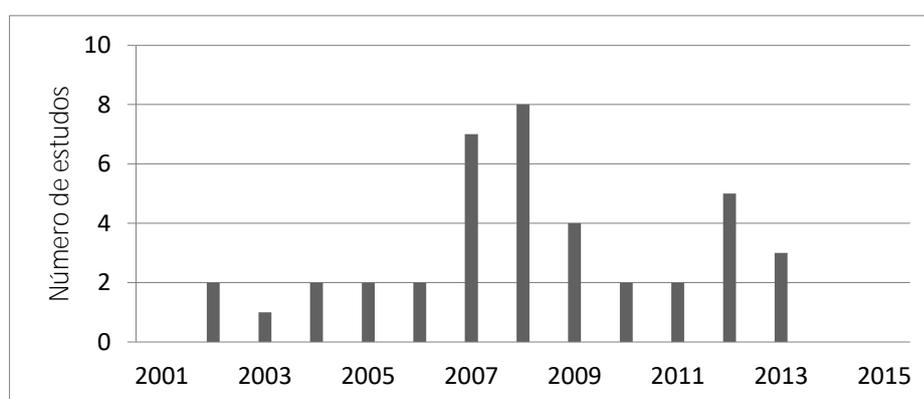


Figura 3.2 – Distribuição de estudos selecionados ao longo dos anos.

Com relação aos veículos de publicação, 22 estudos (55%) foram publicados em eventos científicos e 18 (45%) em periódicos.

QP2 Que tipos de pesquisa têm sido feitos?

Conforme a classificação proposta por Wieringa *et al.* (2005), todos os estudos analisados são Propostas de Solução. 4 (10%) estudos (33, 24, 8, 7) são também Pesquisa de Avaliação, uma vez que foram aplicados em um ambiente de produção, e 36 (90%)

estudos são Pesquisa de Validação, que usam uma prova de conceito, experimento, protótipo ou similar para avaliar a proposta.

QP3 Quais domínios de aplicação têm sido tratados nas iniciativas de ISAE?

Considerando os domínios de aplicação nos quais iniciativas de ISAE foram aplicadas, 13 (25%) estudos apenas fazem referência a cenários genéricos (*Business-to-business*). Os outros 27 (67.5%) estudos apresentam as propostas de solução no contexto de domínios de aplicação específicos. Nesses estudos, 15 categorias diferentes de domínios de aplicação foram identificadas: 4 estudos são relacionados a Negócios Eletrônicos, 3 a Manufatura, 2 a Telecomunicações, 3 a Produção Virtual e 5 a Gerência do Ciclo de Vida de Produto. As 10 categorias restantes foram encontradas em um estudo cada, sendo: Aeroespacial, Hospitalar, Clima, Óleo, Marketing, Linhas Aéreas, Logística, Educação, Engenharia de Software e Farmacêutico. A Tabela 3.2 apresenta o domínio de aplicação das publicações analisadas.

Tabela 3.2 – Domínios de aplicação das iniciativas de integração investigadas.

Domínio de Aplicação	Estudos
Cenários Genéricos	2, 5, 9, 18, 19, 20, 23, 26, 30, 31, 35, 39,40
Negócios Eletrônicos	13, 25, 34, 38
Manufatura	32, 33, 36
Telecomunicações	7, 22
Produção Virtual	1, 4, 6
Gerência do Ciclo de Vida de Produto	14, 15, 21, 24, 29
Aeroespacial	16
Hospitalar	3
Clima	37
Óleo	12
Marketing	8
Linhas Aéreas	10
Logística	28
Educação	27
Engenharia de Software	11
Farmacêutico	17

QP4 Ontologias têm sido adotadas em iniciativas de ISAE? Se sim, qual o propósito de seu uso?

28 estudos (70%) usam ontologias como modelos de referência para atribuir semântica em iniciativas de ISAE: 10 (25%) usam ontologias para atribuir semântica a dados, 13 (32.5%) a dados e serviços, e 5 (12.5%) a dados, serviços e processos. Em um

estudo os autores comentam que ontologias são usadas, mas seu uso não é explicado. 11 estudos (27.5%) não usam ontologias. Desses 11, um utiliza linguagem de descrição formal para tratar aspectos semânticos e os 10 restantes (25%) usam outras abordagens (*business application features*, por exemplo). A Tabela 3.3 apresenta esses resultados identificando-se as respectivas publicações.

Tabela 3.3 – Uso de ontologias nas iniciativas de integração investigadas.

Usam Ontologias		
<i>Atribuição de Semântica a Dados</i>	<i>Atribuição de Semântica a Dados e Serviços</i>	<i>Atribuição de Semântica a Dados, Serviços e Processos</i>
1, 2, 3, 4, 5, 7, 15, 16, 20, 24	6, 12, 13, 19, 22, 27, 30, 31, 33, 36, 37, 38, 40	9, 11, 29, 32, 35
Não Usam Ontologias		
<i>Usam Linguagem de Descrição Formal</i>	<i>Usam outras abordagens</i>	
10	8, 17, 18, 21, 23, 25, 26, 28, 34, 39	

QP5 Que tipos de ontologias (considerando o nível de generalidade delas) têm sido usados?

A Tabela 3.4 apresenta a porcentagem de estudos por tipos de ontologias. “Ontologia não especificada” se refere a estudos que usam ontologias, mas não especificam seu tipo e não é possível identifica-lo no artigo.

Tabela 3.4. Porcentagem de estudos que usam ontologias por tipos de ontologia.

Tipos de ontologias	Estudos que usam(%)	Estudos
<i>Ontologia de Domínio</i>	45%	1, 2, 3, 5, 6, 7, 11, 12, 16, 22, 29, 37, 38
<i>Ontologias de Fundamentação e de Domínio</i>	24%	4, 9, 13, 15, 32, 35, 36
<i>Ontologias de Domínio e de Aplicação</i>	21%	20, 24, 27, 30, 31, 40
<i>Ontologias de Fundamentação, de Domínio e de Aplicação</i>	3%	19
<i>Ontologia Não especificada</i>	7%	14, 33

QP6 Quais linguagens/formalismos têm sido usadas para representar as ontologias?

Os estudos adotam diversos formalismos e técnicas para representar ontologias, variando de linguagens de Web Semântica a técnicas de representação de dados mais simples. A Figura 3.3 apresenta linguagens/formalismos adotados nos estudos selecionados. “Linguagem Própria” representa linguagens ou formalismos que foram propostos no contexto dos estudos correspondentes. “Nenhum” se refere a estudos que apenas propõem o uso de ontologias, mas não assumem nenhum compromisso com alguma linguagem/formalismo específico. A Tabela 3.3 apresenta os resultados identificando-se as respectivas publicações.

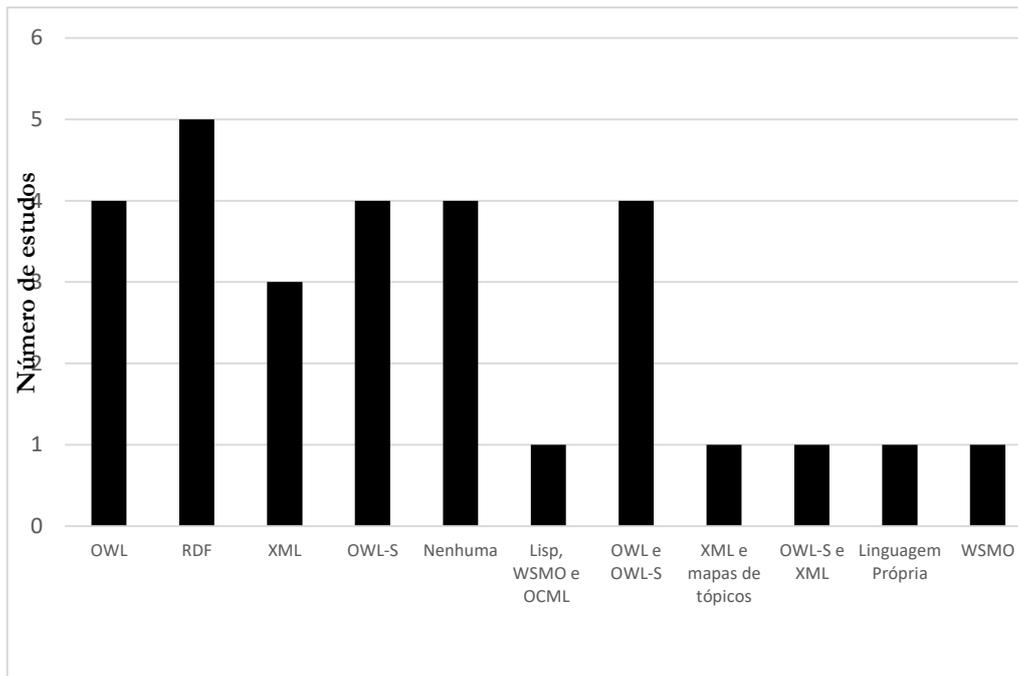


Figura 3.3 – Número de estudos por linguagens/formalismos para representar ontologias.

Tabela 3.3 – Representação de ontologias nas iniciativas de integração investigadas.

Representação	Estudos
OWL	1, 6, 15, 16
WSMO	40
RDF	2, 7, 20, 32, 38
Linguagem Própria	37,
Nenhuma	4, 11, 14, 33,
OWL-S	9, 12, 22, 35,
OWL e OWL-S	19, 27, 31, 36
XML e mapas de tópicos	24
OWL-S e XML	29
Lisp, WSMO e OCML	13
XML	3, 5, 30

QP7 Como a integração de processos tem sido realizada em iniciativas de ISAE?

As abordagens de integração encontradas nos estudos analisados podem ser categorizadas em abordagens *design time* e *run time*. A primeira categoria diz respeito à integração de processos no nível conceitual, ou seja, modelos conceituais são utilizados para representar/comunicar o *design* da integração. A segunda categoria refere-se à integração durante a execução do processo, por meio de um engenho de processo, por exemplo. As duas abordagens podem ser combinadas em uma abordagem *design e run time*, quando a integração é tratada tanto no nível conceitual (modelos de integração são construídos) quanto durante a execução do processo. 6 estudos usam abordagens *design*

time, 10 usam abordagens *run time*, e 24 combinam as duas em uma abordagem *design e run time*. A Tabela 3.4 apresenta os resultados identificando-se as respectivas publicações.

Tabela 3.4 – Abordagens de Integração adotadas nas iniciativas de integração investigadas.

Abordagem de Integração de Processos	Estudos
<i>Design Time</i>	10, 11, 18, 21, 26, 35
<i>Run Time</i>	1, 4, 7, 8, 23, 29, 30, 32, 33, 38
<i>Design e Run Time</i>	2, 3, 5, 6, 9, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 22, 24, 25, 27, 28, 31, 34, 36, 37, 39, 40

Além da abordagem de integração adotada, investigou-se, também, as estratégias técnicas usadas para implementar essas abordagens. A Figura 3.4 apresenta as tecnologias usadas. A Tabela 3.5 indica as publicações que adotam as tecnologias.

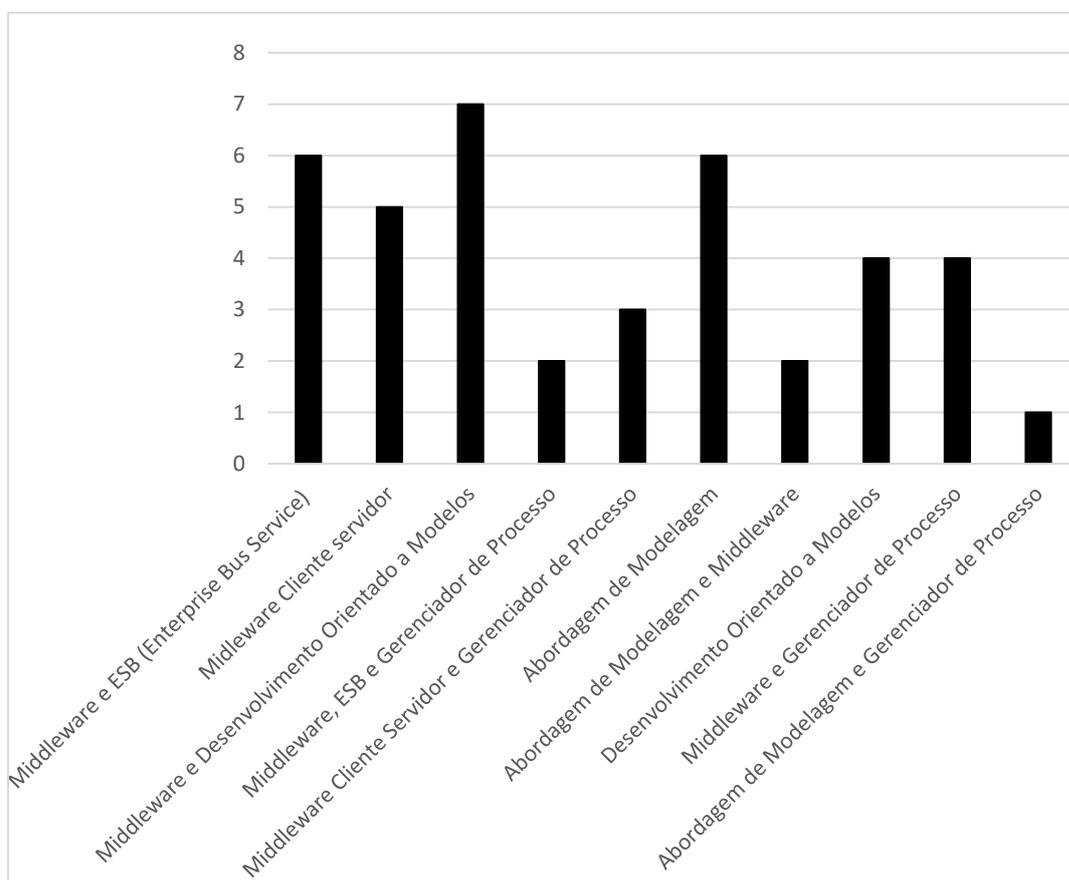


Figura 3.4 – Número de estudos por estratégia de solução.

Tabela 3.5 – Estratégias de Integração adotadas nas iniciativas de integração investigadas.

Estratégia de Integração de Processos	Estudos
Middleware e ESB (<i>Enterprise Bus Service</i>)	1, 19, 30, 33, 40, 32
Middleware Cliente servidor	2, 3, 13, 24, 31
Middleware e Desenvolvimento Orientado a Modelos	5, 8, 9, 16, 18, 20, 29
Middleware, ESB e Gerenciador de Processo	6, 22
Middleware Cliente Servidor e Gerenciador de Processo	7, 12, 24, 27
Abordagem de Modelagem	10, 11, 17, 26, 35, 39
Abordagem de Modelagem e Middleware	14, 25
Desenvolvimento Orientado a Modelos	15, 36,37,38
Middleware e Gerenciador de Processo	21, 23, 28, 34
Abordagem de Modelagem e Gerenciador de Processo	4

QP8 *Abordagens sistemáticas de integração têm sido usadas para conduzir iniciativas de ISAE que tratam a camada de processos?*

A maior parte dos estudos (76%) foi conduzida sem seguir uma abordagem sistemática. Apenas 24% dos estudos utilizaram abordagens que guiam a integração através de passos a serem seguidos. A Tabela 3.6 apresenta os resultados identificando-se as respectivas publicações.

Existem iniciativas que usam abordagens propostas em trabalhos anteriores, como (JANKOVIC *et al.*, 2008), que utiliza uma abordagem proposta no *Athena Interoperability Framework* (BERRE *et al.*, 2007) para apoiar interoperabilidade. Há também iniciativas que propõem a abordagem sistemática utilizada, como (LI *et al.*, 2009), que define e usa uma abordagem orientada a modelos que inclui três etapas: modelagem de processos inter-organizacionais, alinhamento entre processos privados e públicos e desenvolvimento de serviços de negócio.

Tabela 3.6 – Uso de abordagens sistemáticas nas iniciativas de integração investigadas.

Uso de Abordagem Sistemática	Estudos
<i>Sim</i>	5, 6, 10, 11, 13, 18, 19, 20, 24, 26, 36
<i>Não</i>	1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 12, 14, 15, 16, 17, 21, 22, 23, 25, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 37, 38, 39,40

3.4 Discussões

Observando-se os veículos de publicação nos quais os estudos têm sido publicados (QP1) e os tipos de pesquisa que têm sido feitos (QP2), pode-se perceber que o tópico investigado tem sido discutido e explorado com um grau relativo de maturidade. Normalmente, periódicos requerem trabalhos com maior maturidade e a distribuição homogênea dos estudos entre eventos científicos (55%) e periódicos (45%) pode ser compreendida como um sinal disso. Por outro lado, o fato de apenas 4 (10%) estudos

apresentarem uma avaliação em um cenário real (Pesquisa de Avaliação) é um indicativo de que iniciativas de ISAE que tratam a camada de processos ainda não transpassaram a barreira de migração para a prática.

Em relação aos domínios de aplicação em que as iniciativas de ISAE têm ocorrido (QP3), observa-se que são diversos. Isso revela que integração semântica na camada de processos é um problema que acontece em muitos domínios.

Quanto às abordagens sistemáticas para realizar a integração semântica (QP8), pode-se observar que poucos trabalhos seguem abordagens sistemáticas para realizarem iniciativas de integração na camada de processos. Levando-se em consideração os estudos em que foram aplicadas abordagens sistemáticas, todos consideram modelos de processos em algum nível, mas somente duas abordagens (CALHAU; FALBO, 2010) e (SHANGGUAN *et al.*, 2008) utilizam ontologias para realizar a integração na camada de processos. 7 das 11 abordagens identificadas começam realizando engenharia reversa das aplicações que serão integradas e, depois disso, os requisitos de integração são levantados. Nesses casos, as aplicações da integração são escolhidas previamente e os requisitos são identificados considerando essas aplicações. As outras 4 abordagens iniciam com o levantamento de requisitos e, a partir daí, selecionam-se as aplicações e recuperam-se os modelos e funcionalidades envolvidos na integração. Nesses casos, requisitos são usados como base para selecionar as aplicações a serem integradas e suas partes a serem consideradas na integração.

Combinando o que foi encontrado a partir de QP3 e QP8, pode-se concluir que há uma necessidade de aumentar esforços para desenvolver abordagens sistemáticas gerais para guiar integração de aplicações empresariais na camada de processos. Uma abordagem sistemática pode ajudar a estruturar o processo de integração nos diferentes níveis de abstração e definir orientações sobre como realizar as diversas atividades de integração. Isso é essencial para estabelecer uma abordagem de engenharia para integração de aplicações empresariais.

Quanto ao uso de ontologias (QP4 e QP5), aspectos semânticos são tratados com o uso delas em maior parte dos estudos. Isso pode ser entendido como uma evidência da importância de ontologias como instrumento para realizar integração semântica. Há uma predominância de ontologias de domínio e todos os estudos que usam esse tipo de ontologia a aplicam para atribuir semântica a elementos das aplicações (dados, serviços e processos). Apesar de ontologias serem predominantes para tratar semântica, outros tipos de modelos também são utilizados, como *business application features* (KULKARNI;

SREEDHAR, 2006), representação visual de serviços (YEUNG, 2011) e representação de processos de negócio (ROUACHED *et al.*, 2009). Portanto, modelos de referência são essenciais para tratar ISAE cobrindo a camada de processos, ajudando a garantir a comunicação correta entre as aplicações.

Embora a maioria dos estudos adotem ontologias, apenas 5 (17.2%) as utilizam para atribuir semântica a aspectos de processos. Em (CALHAU; FALBO, 2010), ontologias de domínio são usadas para atribuir semântica a informações controladas por processos, como entradas e saídas, mas não para o processo diretamente. Em (ALAZEIB *et al.*, 2007), ontologias tratam conceitos básicos de processos e conceitos dos domínios específicos das aplicações são usados para criar um modelo de processo que serve como uma referência para representar os processos de negócio envolvidos na integração. Em (MADHUSUDAN, 2004), uma ontologia de domínio é utilizada para descrever serviços e dados envolvidos nos processos de negócio. Em (MINGUEZ *et al.*, 2011), por sua vez, uma ontologia de domínio provê a conceituação usada como base para a modelagem de processos. Finalmente, em (SHANGGUAN *et al.*, 2008) ontologias de domínio são usadas para descrever serviços e funcionalidades relacionadas aos fluxos dos processos. Desses cinco estudos, apenas dois apresentam ontologias de domínio tratando os processos envolvidos na integração. Esses resultados mostram que mesmo na ISAE tratando a camada de processos, o uso de ontologias tem sido focado na camada de dados e serviços. Isso, de certa forma, corrobora a afirmação de Berente *et al.* (2009) que diz que a integração de processos frequentemente não está explicitamente definida e ocorre como uma consequência da integração de dados e serviços. Ontologias de tarefa podem ser úteis para integração de processos, uma vez que podem ser utilizadas para descrever processos genéricos e, então, serem aplicadas para atribuir semântica a atividades dos processos, entradas e saídas. Entretanto, nenhum dos estudos investigados faz uso de ontologias de tarefa.

Em relação a linguagens/formalismos usados para representar ontologias (QP6), o foco tem sido no uso de linguagens interpretáveis por computador, em particular aquelas de *Web Semântica*. 16 estudos (40%) usam RDF, OWL ou/e OWL-S. Entretanto, há também estudos tratando integração independente de tecnologias. Também se nota o uso de linguagens web, como OWL-S e WSMO, para representar ontologias de serviços. Essas linguagens são usadas em 9 estudos (22.5%). Isso ressalta a forte relação entre integração na camada de processos e na cada de mensagens/serviços.

Em relação à integração na camada de processos (QP7), há predominância de abordagens que combinam atividades realizadas em tempo de projeto e execução (*design e run time*), indicando uma preocupação com integração não somente no nível de implementação, mas também no nível conceitual. De fato, aspectos semânticos devem ser tratados desde fases iniciais da iniciativa de integração. Eles podem ser atribuídos na fase inicial (análise) e mantidos nas fases seguintes (projeto e implementação) (CALHAU; FALBO, 2010).

Diferentes estratégias técnicas têm sido usadas para realizar integração. Estratégias baseadas em serviços usam tecnologias como *Enterprise Service Bus (ESB)* e *middleware* para prover ferramentas de comunicação para troca de serviços. Estratégias baseadas em gerenciadores de processo usam um componente específico (motor de processo, por exemplo) para orquestrar a troca de serviços em um *workflow* para apoiar a execução de processos. Estratégias baseadas em modelagem, por sua vez, envolvem o uso de modelos para representar a integração no nível conceitual. Todos os 34 estudos que utilizam abordagem *design e run time* adotam estratégias baseadas em serviços. Desses 34 estudos, 14 (41%) também usam um gerenciador de processos como componente responsável pelo controle da troca de serviços no fluxo do processo. Esses resultados revelam a forte relação entre integração de processos e integração de serviços. Na verdade, integração de processos é normalmente obtida a partir de conexões entre serviços. Além disso, estratégias orientadas a serviços são facilitadoras de integração de processos, uma vez que serviços podem ser conectados de forma a apoiar execução de processos.

Estratégias baseadas em modelagem são usadas em 17 (50%) estudos. Todos os seis estudos que aplicam abordagem *design time* usam modelos para realizar a integração conceitual. 11 (45.8%) dos 24 estudos, que usam abordagem *design e run time*, adotam Desenvolvimento Orientado a Modelos (*Model Driven Development - MDD*), sendo 4 associados com gerenciador de processos e com estratégias baseadas em serviços. Apesar de haver uma forte relação entre integração de processos e serviços, o último ocorre em um nível de abstração mais alto. Modelos conceituais são uma abordagem adequada para lidar com isso. Entretanto, é também necessário tratar a integração de processos em níveis mais baixos. MDD é uma estratégia promissora para avançar do nível conceitual para o nível de implementação, diminuindo o nível de abstração através de transformação de modelos.

3.5 Considerações Finais do Capítulo

Este capítulo apresentou um mapeamento sistemático que investigou iniciativas de integração semântica de aplicações empresariais que tratam a camada de processos. Os resultados desse mapeamento proveem um panorama das pesquisas relacionadas ao tópico investigado. Resumindo, iniciativas de ISAE que tratam a camada de processos têm usado ontologias (predominantemente ontologias de domínio) para atribuir semântica principalmente a dados e serviços. Soluções orientadas a serviços (como ESB e *middleware*) têm sido aplicadas para prover comunicação entre aplicações, sendo associadas com gerenciadores de processo (p.e., motor de processo) que organizam os serviços para apoiar a execução do processo. Modelos têm sido usados para apoiar a integração no nível conceitual e também para criar soluções de integração baseadas em transformação de modelos (MDD).

Os resultados desse mapeamento apontam algumas lacunas no contexto de ISAE que trata a camada de processos: *(i)* falta de abordagens sistemáticas para guiar a integração na camada de processos; *(ii)* ontologias de tarefa não têm sido usadas para apoiar integração de processos; e *(iii)* ausência de uma conceituação geral sobre processos de negócio.

Considerando essas lacunas, neste trabalho é proposta uma evolução de OBA-SI como uma abordagem sistemática para apoiar integração de aplicações com foco na camada de processos. A abordagem considera o uso de ontologias de domínio e de tarefa, bem como de uma Ontologia de Processo de Negócio. O próximo capítulo a Ontologia de Processo de Negócio desenvolvida e a abordagem proposta neste trabalho.

Capítulo 4

Evoluindo OBA-SI para Aprimorar a Integração na Camada de Processos

Este capítulo apresenta a proposta deste trabalho. A Seção 4.1 apresenta a introdução do capítulo; a Seção 4.2 apresenta a Ontologia de Processo de Negócio, que provê a conceituação geral referente a processos de negócio; a Seção 4.3 apresenta a evolução de OBA-SI proposta neste trabalho; a Seção 4.4 compara a proposta deste trabalho com trabalhos correlatos; e a Seção 4.5 apresenta as considerações finais do capítulo.

4.1 Introdução

Como discutido anteriormente, existe uma lacuna no âmbito de integração semântica de aplicações no que diz respeito a abordagens que guiam a integração de aplicações tratando a camada de processos. No contexto de integração semântica de aplicações, muitas das propostas encontradas na literatura usam ontologias como instrumento para atribuição de semântica aos elementos compartilhados na integração.

Entre essas propostas está OBA-SI (CALHAU, 2011) que, conforme apresentado no Capítulo 2, usa ontologias na integração semântica de aplicações e propõe um processo de integração análogo ao processo de desenvolvimento de software, sendo composto pelas fases Estabelecer Requisitos da Integração, Analisar Integração, Projetar Integração, Implementar Integração, Testar Integração e Implantar Integração. O foco de OBA-SI está na análise da integração, onde a semântica é atribuída aos elementos a serem compartilhados.

Como já discutido no Capítulo 2, OBA-SI trata apenas de maneira superficial a fase referente ao levantamento de requisitos da integração e a fase Analisar Integração em OBA-SI é definida por meio de atividades genéricas, sem apresentar diferenças e conexões para realizar a integração nas diferentes camadas. OBA-SI considera o uso de ontologias de tarefa e domínio para realizar a integração semântica. No entanto, para tratar integração de processos é necessária não apenas a conceituação dos domínios aos quais os processos se referem ou das referidas tarefas, mas é preciso conhecer, também, a conceituação geral relacionada a processos de negócio, que descreve seus elementos e relações principais. Dessa forma, pode-se analisar os processos envolvidos na integração à luz dessa conceituação, identificar os elementos envolvidos na integração e o que esses elementos

representam no âmbito dos processos. Uma Ontologia de Processo de Negócio pode prover essa conceituação.

Considerando as lacunas identificadas no mapeamento sistemático apresentado no Capítulo 3 e as oportunidades de melhoria em OBA-SI listadas no parágrafo anterior, neste trabalho propõe-se uma evolução de OBA-SI para aprimorar a integração semântica de aplicações na camada de processos. As principais contribuições da nova versão de OBA-SI aqui proposta são: (i) refinamento da fase de levantamento de requisitos da integração; (ii) separação das atividades relativas à análise de integração de acordo com a camada à qual se referem; (iii) detalhamento das atividades relacionadas à integração na camada de processos; (iv) tratamento do relacionamento entre a integração na camada de serviços e na camada de processos; e (v) uso de uma Ontologia de Processo de Negócio para auxiliar na integração de processos.

Na próxima seção a Ontologia de Processo de Negócio desenvolvida neste trabalho é apresentada. Na seção subsequente, é descrita a nova versão de OBA-SI.

4.2 Ontologia de Processo de Negócio (OPN)

A Ontologia de Processo de Negócio (OPN) foi construída seguindo o método SABiO (*Systematic Approach for Building Ontologies*) (FALBO, 2014), cujas principais atividades são:

- a) **Identificação do Propósito e Especificação de Requisitos:** consiste na identificação do propósito da ontologia e de sua utilização esperada. Inclui a definição de questões de competência que indicam as questões que a ontologia deve ser capaz de responder.
- b) **Captura da Ontologia:** consiste na captura da conceituação do domínio, com base no propósito da ontologia. Nesta atividade, conceitos, relações, propriedades e axiomas relevantes devem ser identificados e organizados. Modelos usando uma linguagem gráfica e um dicionário de termos devem ser utilizados para facilitar a comunicação com especialistas do domínio.
- c) **Formalização da Ontologia:** consiste na representação da conceituação capturada pela ontologia em uma linguagem formal.
- d) **Integração com Ontologias Existentes:** consiste na integração da ontologia em questão com outras já existentes, de modo a reutilizar conceituações previamente estabelecidas, quando necessário.

e) **Avaliação da Ontologia:** consiste na verificação da competência da ontologia, ou seja, da satisfação aos requisitos estabelecidos em sua especificação, e em sua validação, avaliando-se se a ontologia é capaz de descrever situações de mundo real.

f) **Documentação:** consiste na documentação da ontologia.

Conforme discutido no Capítulo 2, idealmente, ontologias de domínio devem ser construídas com base em ontologias de fundamentação. Nesse sentido, OPN foi desenvolvida a partir da Ontologia de Fundamentação Unificada (*Unified Foundational Ontology – UFO*) (GUIZZARDI, 2005) (GUIZZARDI, FALBO, GUIZZARDI, 2008). Para tratar aspectos específicos do domínio, foi utilizada literatura relacionada a processos de negócio, principalmente o Corpo de Conhecimento Comum de Gerência de Processos de Negócio (*Business Process Management Common Book of Knowledge - BPM CBoK*) (CBOK, 2013).

OPN tem como objetivo representar a conceituação relativa a processos de negócio que seja relevante no contexto de iniciativas de integração de sistemas que tratem a camada de processos. OPN foca na definição dos processos de negócio e não em sua execução.

Para abranger o escopo necessário ao alcance desse objetivo, OPN foi dividida em três subontologias, a saber: Objetivos e Tipos de Processo de Negócio (*Business Process Goals and Types*), que trata dos objetivos da organização, dos tipos de processos de negócio e da relação entre eles; Processos e Atividades de Negócio (*Business Processes and Activities*), que trata da definição dos processos de negócio e suas atividades, e Aplicações Empresariais de Apoio a Processo de Negócio (*Business Process Supporting Enterprise Applications*), que trata das aplicações empresariais que proveem serviços para apoiar processos e atividades de negócio.

Considerando que processos de negócio estão fortemente relacionados a organizações, OPN reutiliza conceitos de E-OPL (*Enterprise Ontology Pattern Language*) (FALBO *et al.*, 2014), uma ontologia de organizações que é organizada na forma de uma linguagem de padrões ontológicos (FALBO *et al.*, 2013). A Figura 4.1 ilustra as subontologias de OPN, as relações entre elas e entre OPN e E-OPL. Nos modelos de OPN, optou-se por utilizar termos em inglês, para manter consistência com a língua usada em E-OPL e UFO.

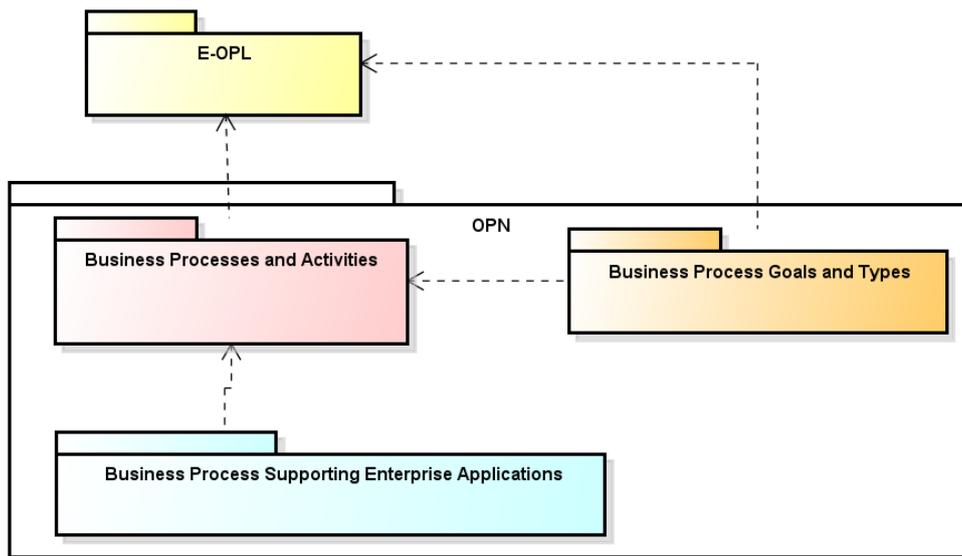


Figura 4.1 - Subontologias de OPN.

A seguir, para cada subontologia são apresentadas as questões de competência que delimitam seu escopo, o modelo conceitual, a descrição do modelo conceitual, os axiomas que formalizam restrições não capturadas pelos modelos e resultados da avaliação da subontologia. Nos modelos, os conceitos são representados nas cores de sua ontologia/subontologia de origem, seguindo-se as cores usadas na Figura 4.1. Conceitos representados sem cores são oriundos de UFO.

4.2.1 Subontologia Business Process Goals and Types

Esta subontologia trata aspectos relacionados a objetivos da organização, tipos de processos de negócio e relações entre eles. As questões de competência que esta subontologia visa responder são:

QC1. Quais objetivos de negócio um processo de negócio visa alcançar?

QC2. Quais são os tipos de processos de negócio?

A Figura 4.2 apresenta o modelo conceitual da subontologia *Business Process Goals and Types*. Em seguida os conceitos são descritos.

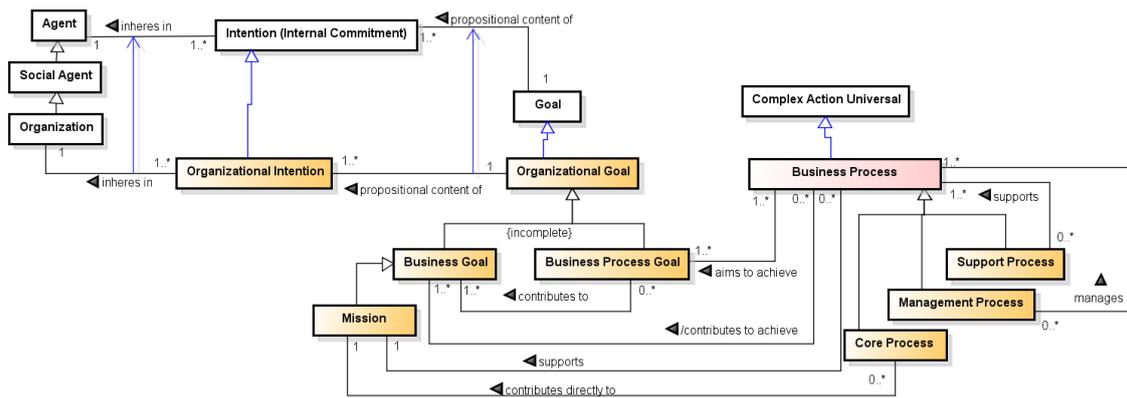


Figura 4.2– Modelo conceitual da subontologia *Business Process Goals and Types*.

Segundo a conceituação de UFO, uma Organização (*Organization*) é um agente social capaz de realizar ações com alguma Intenção (*Intention*), a qual é expressa por Objetivos (*Goal*). Sendo assim, uma Intenção Organizacional (*Organizational Intention*) refere-se à intenção de uma organização que a leva a realizar ações e cujo conteúdo proposicional é um Objetivo Organizacional (*Organizational Goal*). Um Objetivo Organizacional pode ser, entre outros, um Objetivo de Negócio (*Business Goal*) ou um Objetivo de Processo de Negócio (*Business Process Goal*). O primeiro diz respeito a objetivos relacionados ao negócio da organização. O segundo, por sua vez, refere-se a objetivos que levam à realização de Processos de Negócio (*Business Process*), os quais são tipos de ações complexas (*Complex Action Universal*) em UFO. Nesse sentido, um Objetivo de Processo de Negócio (*Business Process Goal*) é um objetivo que um ou mais Processos de Negócio (*Business Process*) visam alcançar. A Missão (*Mission*) de uma organização é um tipo de Objetivo de Negócio (*Business Goal*) que descreve o propósito mais amplo da organização. Processos de Negócio (*Business Processes*) apoiam a Missão (*Mission*) da Organização e contribuem para o alcance aos seus Objetivos de Negócio (*Business Goal*).

Um Processo de Negócio pode ser um Processo Primário (*Core Process*), que contribui diretamente para a Missão da Organização, um Processo Gerencial (*Management Process*), que administra outros processos de negócio, ou um Processo de Apoio (*Support Process*), que apoia outros processos de negócio.

Além dos conceitos apresentados, algumas restrições que não puderam ser capturadas pelo modelo da subontologia foram definidas na forma de axiomas. A seguir os axiomas definidos na subontologia *Business Process Goals and Types* são apresentados.

A1. Se um processo de negócio bp apoia uma missão m , então existe um objetivo de processo de negócio bpg que o processo de negócio bp visa alcançar que contribui com a missão m .

$$(\square bp \square \text{Business Process}, m \square \text{Mission})$$

$$(\text{supports}(bp, m) \square \square \text{bpg} \square \text{Business Process Goal}) \text{ aimsToAchieve}(bp, \text{bpg}) \square$$

$$\text{contributesToAchieve}(bpg, m))$$

A2. Se um processo de negócio bp visa alcançar um objetivo de processo de negócio bpg que contribui para um objetivo de negócio bg , então o processo de negócio bp contribui para o alcance desse objetivo de negócio bg .

$$(\square bp \square \text{Business Process}, bpg \square \text{Business Process Goal}, bg \square \text{Business Goal})$$

$$(\text{aimsToAchieve}(bp, \text{bpg}) \square \text{contributesTo}(bpg, bg) \square \square \text{contributesTo}(bp, bg))$$

A avaliação da ontologia busca analisar se as questões de competência para ela identificadas são respondidas pela conceituação representada e se a conceituação é capaz de representar situações do mundo real. Uma vez que a Ontologia de Processo de Negócio proposta não foi implementada, sua avaliação foi realizada manualmente. Para realizar a verificação da competência da ontologia, para cada problema de competência especificada, foi criada uma entrada em uma tabela e foram identificados os conceitos, relações e axiomas necessários para respondê-la. Para realizar a validação, foi realizada a instanciação da ontologia para avaliar sua capacidade de representar situações concretas do mundo real. Na Tabela 4.1 é apresentada a verificação da subontologia *Business Process Goals and Types* e na Tabela 4.2 sua validação.

Tabela 4.1- Verificação da Subontologia *Business Process Goals and Types*.

Questão de Competência	Conceito A	Relação	Conceito B	Axiomas
QC1	<i>Organizational Intention</i>	<i>inherits in</i>	<i>Organization</i>	A1, A2
	<i>Organizational Goal</i>	<i>is propositional content of</i>	<i>Organizational Intention</i>	
	<i>Business Process</i>	<i>aims to achieve</i>	<i>Business Process Goal</i>	
	<i>Business Process Goal</i>	<i>contributes to</i>	<i>Business Goal</i>	
QC2	<i>Business Process</i>	<i>contributes to achieve</i>	<i>Business Goal</i>	-
	<i>Core Process</i>	<i>is subtype of</i>	<i>Business Process</i>	
	<i>Management Process</i>	<i>is subtype of</i>	<i>Business Process</i>	
	<i>Support Process</i>	<i>is subtype of</i>	<i>Business Process</i>	
	<i>Core Process</i>	<i>contributes directly to</i>	<i>Mission</i>	
	<i>Management Process</i>	<i>manages</i>	<i>Business Process</i>	
<i>Support Process</i>	<i>supports</i>	<i>Business Process</i>		

Tabela 4.2 - Validação da Subontologia *Business Process Goals and Types*.

Conceito	Exemplo (instância)
<i>Organization</i>	Companhia Aérea X
<i>Organization Intention</i>	A intenção de ser competitiva na venda de passagens aéreas nacionais e internacionais
<i>Organization Goal</i>	Aumentar a venda anual de passagens em 10%
<i>Business Goal</i>	Aumentar a venda anual de passagens em 10%
<i>Business Process Goal</i>	Realizar a venda de passagens aéreas nacionais e internacionais
<i>Mission</i>	Aproximar pessoas com segurança e inteligência
<i>Business Process</i>	Venda de Passagens Aéreas
<i>Core Process</i>	Venda de Passagens Aéreas
<i>Support Process</i>	Comunicação de Informações aos Passageiros
<i>Management Process</i>	Monitoramento de Vendas de Passagens Aéreas

4.2.2 Subontologia Business Processes and Activities

Esta subontologia trata aspectos relacionados aos processos de negócio, sua decomposição em subprocessos, atividades e subatividades, papéis envolvidos, insumos requeridos, resultados produzidos e sua relação com objetivos dos processos de negócio.

As questões de competência que esta subontologia visa responder são:

- QC1. A quais funções de negócio um processo de negócio está relacionado?
- QC2. Como um processo/atividade de negócio é decomposto(a)?
- QC3. Quais os resultados produzidos por um processo/atividade de negócio?
- QC4. Dentre os resultados produzidos por um processo/atividade de negócio, qual é o principal?
- QC5. Quais as entradas para um processo/atividade de negócio?
- QC6. Que papéis são responsáveis pela execução de um processo/atividade de negócio?
- QC7. Quais são os papéis envolvidos em um processo/atividade de negócio?
- QC8. Que resultados de um processo de negócio podem ser utilizados para verificar o alcance a objetivos desse processo de negócio?

A Figura 4.3 apresenta o modelo conceitual da subontologia *Business Processes and Activities*. Em seguida seus conceitos são descritos.

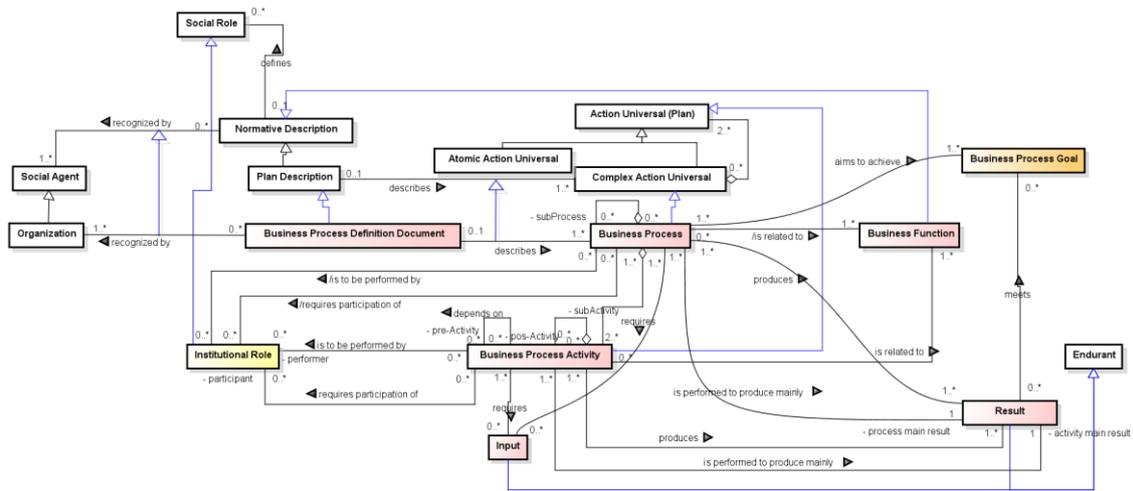


Figura 4.3 – Modelo conceitual da subontologia *Business Processes and Activities*.

Um Processo de Negócio (*Business Process*) é um tipo de ação complexa em UFO (*Complex Action Universal*) a ser realizado para alcançar um ou mais Objetivos de Processo de Negócio (*Business Process Goal*) e descrito em um Documento de Definição de Processo de Negócio (*Business Process Definition Document*). Um Processo de Negócio pode ser decomposto em subprocessos (*subprocess*) ou Atividades de Negócio (*Business Process Activity*), as quais podem, ainda, se decompor em outras, ditas suas subatividades (*subactivity*). Atividades de Negócio são relacionadas a Funções de Negócio (*Business Function*). Assim, os Processos de Negócios estão relacionados às mesmas funções de negócio às quais suas atividades de negócio se relacionam.

Uma Atividade de Negócio pode requerer Insumos (*Input*), que são *Endurants* em UFO (por exemplo, documento e software). O mesmo vale para Processos de Negócio.

Processos de Negócio e Atividades de Negócio produzem Resultados (*Result*), que são *Endurants* em UFO, podendo ser de diferentes tipos, tais como um objeto ou, até mesmo, uma situação. Resultados produzidos em um processo de negócio podem ser utilizados para verificar o alcance a Objetivos de Processo de Negócio. Dentre os resultados produzidos por um processo de negócio ou por uma atividade de negócio, há um resultado caracterizado como principal (*process main result* e *activity main result*). Por exemplo, um processo de desenvolvimento de desenvolvimento de software produz vários resultados, tais como: Documento de Requisitos, Projeto de Arquitetura, Relatórios de Testes e Produto de Software. Dos resultados produzidos por esse processo, o principal é o Produto de Software.

Uma Atividade de Negócio pode ser realizada por um ou mais Papéis Institucionais (*Institutional Role*), que desempenham a função de executor (*performer*), e pode requerer a

participação de outros papéis institucionais, que atuam como participantes (*participant*). Os papéis institucionais envolvidos em uma atividade de negócio são também envolvidos nos processos de negócio compostos pela atividade.

Para tornar explícitas as restrições que o modelo não é capaz de capturar, foram definidos os seguintes axiomas:

A1. Se um subprocesso sp é parte de um processo de negócio bp e está relacionado a uma função de negócio bf , então o processo de negócio bp também está relacionado à função de negócio bf .

$$(\square sp \square subProcess, bp \square Business Process, bf \square Business Function) \\ (partOf(sp, bp) \square isRelatedTo(sp, bf) \square isRelatedTo(bp, bf))$$

A2. Se uma subatividade sa é parte de uma atividade de processo de negócio bpa e está relacionada a uma função de negócio bf , então a atividade de processo de negócio bpa também está relacionada à função de negócio bf .

$$(\square sa \square subActivity, bpa \square Business Process Activity, bf \square Business Function) \\ (partOf(sa, bpa) \square isRelatedTo(sa, bf) \square isRelatedTo(bpa, bf))$$

A3. Se uma atividade de processo de negócio bpa é parte de um processo de negócio bp e está relacionada a uma função de negócio bf , então o processo de negócio bp também está relacionado à função de negócio bf .

$$(\square bp \square Business Process, bpa \square Business Process Activity, bf \square Business Function) \\ (partOf(bpa, bp) \square isRelatedTo(bpa, bf) \square isRelatedTo(bp, bf))$$

A4. Se uma subatividade sa é parte de uma atividade de processo de negócio bpa que é parte de um processo de negócio bp , então a subatividade sa também é parte do processo de negócio bp .

$$(\square sa \square subActivity, bpa \square Business Process Activity, bp \square Business Process) \\ (partOf(sa, bpa) \square partOf(bpa, bp) \square partOf(sa, bp))$$

A5. Se um subprocesso sp é parte de um processo de negócio bp e é executado por um papel institucional ir , então o processo de negócio bp é executado pelo papel institucional ir .

$$(\square sp \square subProcess, bp \square Business Process, ir \square Institutional Role) \\ (partOf(sp, bp) \square isToBePerformedBy(sp, ir) \square isToBePerformedBy(bp, ir))$$

A6. Se uma subatividade sa é parte de uma atividade de processo de negócio bpa e é executada por um papel institucional ir então a atividade de processo de negócio bpa também está é executada pelo papel institucional ir .

$$(\square sa \sqsubseteq subActivity, bpa \sqsubseteq Business\ Process\ Activity, ir \sqsubseteq Institutional\ Role) \\ (partOf(sa, bpa) \sqsubseteq isToBePerformedBy(sa, ir) \sqsubseteq isToBePerformedBy(bpa, ir))$$

A7. Se uma atividade de processo de negócio bpa é parte de um processo de negócio bp e é executada por um papel institucional ir , então o processo de negócio bp também é executado pelo papel institucional ir .

$$(\square bp \sqsubseteq Business\ Process, bpa \sqsubseteq Business\ Process\ Activity, ir \sqsubseteq Institutional\ Role) \\ (partOf(bpa, bp) \sqsubseteq isToBePerformedBy(bpa, ir) \sqsubseteq isToBePerformedBy(bp, ir))$$

A8. Se um subprocesso sp é parte de um processo de negócio bp e requer a participação de um papel institucional ir , então o processo de negócio bp requer a participação do papel institucional ir .

$$(\square sp \sqsubseteq subProcess, bp \sqsubseteq Business\ Process, ir \sqsubseteq Institutional\ Role) \\ (partOf(sp, bp) \sqsubseteq requiresParticipationOf(sp, ir) \sqsubseteq requiresParticipationOf(bp, ir))$$

A9. Se uma subatividade sa é parte de uma atividade de processo de negócio bpa e requer a participação de um papel institucional ir então a atividade de processo de negócio bpa também requer a participação do papel institucional ir .

$$(\square sa \sqsubseteq subActivity, bpa \sqsubseteq Business\ Process\ Activity, ir \sqsubseteq Institutional\ Role) \\ (partOf(sa, bpa) \sqsubseteq requiresParticipationOf(sa, ir) \sqsubseteq requiresParticipationOf(bpa, ir))$$

A10. Se uma atividade de processo de negócio bpa é parte de um processo de negócio bp e requer a participação de um papel institucional ir , então o processo de negócio bp também requer a participação do papel institucional ir .

$$(\square bp \sqsubseteq Business\ Process, bpa \sqsubseteq Business\ Process\ Activity, ir \sqsubseteq Institutional\ Role) \\ (partOf(bpa, bp) \sqsubseteq requiresParticipationOf(bpa, ir) \sqsubseteq requiresParticipationOf(bp, ir))$$

A11. Se um processo de negócio bp produz um resultado r , então existe um objetivo de processo de negócio OPN que o processo de negócio bp visa alcançar e o resultado r atinge o objetivo de processo de negócio OPN .

$$(\square r \sqsubseteq Result, bp \sqsubseteq Business\ Process) \\ \square \exists OPN \sqsubseteq Business\ Process\ Goal \ aimsToAchieve(bp, OPN) \sqsubseteq meets(r, OPN)$$

Na Tabela 4.3 é apresentada a verificação da subontologia *Business Processes and Activities* e na Tabela 4.4 sua validação.

Tabela 4.3 - Verificação da subontologia *Business Processes and Activities*.

Questão de Competência	Conceito A	Relação	Conceito B	Axiomas
QC1	<i>Business Process Activity</i>	<i>is related to</i>	<i>Business Function</i>	A1, A2, A3
	<i>Business Process Activity</i>	<i>is part of</i>	<i>Business Process</i>	
	<i>Business Process</i>	<i>is related to</i>	<i>Business Function</i>	
QC2	<i>subProcess</i>	<i>is part of</i>	<i>Business Process</i>	A4
	<i>Business Process Activity</i>	<i>is part of</i>	<i>Business Process</i>	
	<i>subActivity</i>	<i>is part of</i>	<i>Business Process Activity</i>	
QC3	<i>Business Process Activity</i>	<i>Produces</i>	<i>Result</i>	-
	<i>Business Process</i>	<i>Produces</i>	<i>Result</i>	
QC4	<i>Business Process</i>	<i>is performed to produce mainly</i>	<i>process main result (Result)</i>	-
	<i>Business Process Activity</i>	<i>is performed to produce mainly</i>	<i>process main result (Result)</i>	
QC5	<i>Business Process Activity</i>	<i>Requires</i>	<i>Input</i>	-
	<i>Business Process</i>	<i>Requires</i>	<i>Input</i>	
QC6	<i>Business Process Activity</i>	<i>is to be performed by</i>	<i>performer (Institutional Role)</i>	A5, A6, A7
	<i>Business Process Activity</i>	<i>is part of</i>	<i>Business Process</i>	
	<i>Business Process</i>	<i>is to be performed by</i>	<i>Institutional Role</i>	
QC7	<i>Business Process Activity</i>	<i>requires participation of</i>	<i>participant (Institutional Role)</i>	A8, A9, A10
	<i>Business Process Activity</i>	<i>is part of</i>	<i>Business Process</i>	
	<i>Business Process Activity</i>	<i>requires participation of</i>	<i>Institutional Role</i>	
QC8	<i>Business Process</i>	<i>aims to achieve</i>	<i>Business Process Goal</i>	A11
	<i>Business Process</i>	<i>Produces</i>	<i>Result</i>	
	<i>Result</i>	<i>Meets</i>	<i>Business Process Goal</i>	

Tabela 4.4 - Instanciação da subontologia *Business Processes and Activities*.

Conceito	Exemplo (instância)
<i>Business Process</i>	Venda de Passagens Aéreas
<i>Business Process Goal</i>	Realizar a venda de passagens aéreas nacionais e internacionais
<i>Business Process Definition Document</i>	Manual de Vendas da Companhia Aérea X
<i>Business Function</i>	Vendas
<i>Business Process Activities</i>	Selecionar Voo; Selecionar Assento; Realizar Pagamento.
	“Selecionar Voo”
<i>Performer (Institutional Role)</i>	Cliente
<i>Participant (Institutional Role)</i>	-
<i>Input</i>	Destino, Data, Quantidade de passageiros
<i>Result</i>	Voos disponíveis; Voo selecionado
<i>Activity main result</i>	Voo selecionado
	“Selecionar Assento”
<i>Performer (Institutional Role)</i>	Cliente
<i>Participant (Institutional Role)</i>	-
<i>Input</i>	Voo selecionado
<i>Result/ Activity main result</i>	Voo com assento reservado

Tabela 4.4 – Continuação da Instanciação da Subontologia *Business Processes and Activities*.

Conceito	Exemplo (instância)
	“3DUUDDDDWUUDGDGHCRCQZHYIPagamento”
<i>Performer (Institutional Role)</i>	Cliente
<i>Participant (Institutional Role)</i>	Agente de viagens
<i>Input</i>	Voo com assento reservado
<i>Result/ Activity main result</i>	Voo pago
	“3DUUDDDDWUUDGDGHCRCQZHYIPassagens Aéreas”
<i>Performer (Institutional Role)</i>	Cliente
<i>Participant (Institutional Role)</i>	Agente de viagens
<i>Input</i>	Destino, Data, Quantidade de passageiros
<i>Result/ Process main result</i>	Voo selecionado, com assento reservado e pago

4.2.3 Subontologia Business Process Supporting Enterprise Applications

Esta subontologia trata das aplicações de software que apoiam a realização de processos e atividades de negócio. Ela visa responder as seguintes questões de competência:

- QC1. Que aplicações empresariais apoiam um processo/atividade de negócio?
- QC2. Quais serviços de software são providos por uma aplicação empresarial para apoiar um processo/atividade de negócio?

A Figura 4.4 apresenta o modelo conceitual da subontologia *Business Process Supporting Enterprise Applications*. Em seguida seus conceitos são descritos.

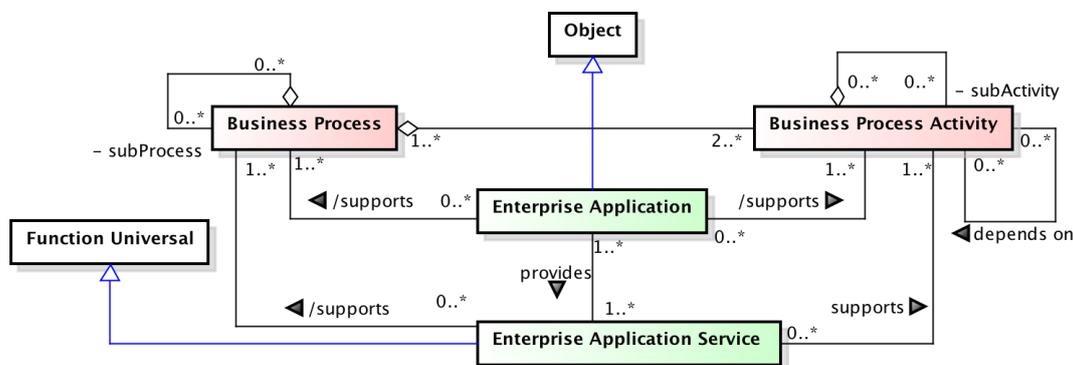


Figura 4.4 – Modelo conceitual da subontologia *Business Process Supporting Enterprise Applications*.

Uma aplicação empresarial (*Enterprise Application*) é uma aplicação computacional (um software, por exemplo) que provê funcionalidades, ditas Serviços de Aplicações Empresariais (*Enterprise Application Service*) que apoiam a realização de Atividades de Processos de Negócio (*Business Process Activity*) e, conseqüentemente, de Processos de Negócio (*Business Process*).

A seguir são apresentados os axiomas definidos na subontologia *Business Process Supporting Enterprise Application*.

A1. Se um serviço de aplicação empresarial *eas* apoia uma atividade de processo de negócio *bpa* que é parte de um processo de negócio *bp*, então o serviço de aplicação empresarial *eas* apoia o processo de negócio *bp*.

$$(\Box eas \Box Enterprise\ Application\ Service, bp \Box Business\ Process, bpa \Box Business\ Process\ Activity) \\ (supports(eas, bpa) \Box partOf(bpa, bp) \Box supports(eas, bp))$$

A2. Se uma aplicação empresarial *ea* apoia uma atividade de processo de negócio *bpa* que é parte de um processo de negócio *bp*, então a aplicação empresarial *ea* apoia o processo de negócio *bp*.

$$(\Box ea \Box Enterprise\ Application, bp \Box Business\ Process, bpa \Box Business\ Process\ Activity) \\ (supports(ea, bpa) \Box partOf(bpa, bp) \Box supports(ea, bp))$$

A3. Se um serviço de aplicação empresarial *eas* apoia um processo de negócio *bp*, então existe uma aplicação empresarial *ea* que provê o serviço de aplicação empresarial *eas* e apoia o processo de negócio *bp*.

$$(\Box eas \Box Enterprise\ Application\ Service, bp \Box Business\ Process) \\ (\exists ea \Box Enterprise\ Application) provides(ea, eas) \Box supports(ea, bp))$$

A4. Se um serviço de aplicação empresarial *eas* apoia uma atividade de processo de negócio *bpa*, então existe uma aplicação empresarial *ea* que provê o serviço de aplicação empresarial *eas* e que apoia a atividade de processo de negócio *bpa*.

$$(\Box eas \Box Enterprise\ Application\ Service, bpa \Box Business\ Process\ Activity) \\ (supports(eas, bpa) \Box (\Box ea \Box Enterprise\ Application) (provides(ea, eas) \Box supports(ea, bpa)))$$

A5. Se um subprocesso *sp* é parte de um processo de negócio *bp* e é apoiado por uma aplicação empresarial *ea*, então a aplicação empresarial *ea* também apoia o processo de negócio *bp*.

$$(\Box sp \Box subProcess, ea \Box Enterprise\ Application, bp \Box Business\ Process) \\ (partOf(sp, bp) \Box supports(ea, sp) \Box supports(ea, bp))$$

A6. Se um subprocesso *sp* é parte de um processo de negócio *bp* e é apoiado por um serviço de aplicação empresarial *eas*, então o serviço de aplicação empresarial *eas* também apoia o processo de negócio *bp*.

(\square $sp \square$ *subProcess*, $ea \square$ *Enterprise Application Service*, $bp \square$ *Business Process*)
 ($partOf(sp, bp) \square$ $supports(ea, sp) \square$ $supports(ea, bp)$)

A7. Se uma subatividade *sa* é parte de uma atividade de processo de negócio *bpa* e é apoiada por uma aplicação empresarial *ea*, então a aplicação empresarial *ea* também apoia a atividade de processo de negócio *bpa*.

(\square $sa \square$ *subActivity*, $ea \square$ *Enterprise Application*, $bpa \square$ *Business Process Activity*)
 ($partOf(sa, bpa) \square$ $supports(ea, sa) \square$ $supports(ea, bpa)$)

A8. Se uma subatividade *sa* é parte de uma atividade de processo de negócio *bpa* e é apoiada por um serviço de aplicação empresarial *ea*, então o serviço de aplicação empresarial *ea* também apoia a atividade de processo de negócio *bpa*.

(\square $as \square$ *subActivity*, $ea \square$ *Enterprise Application Service*, $bpa \square$ *Business Process Activity*)
 ($partOf(sa, bpa) \square$ $supports(ea, sa) \square$ $supports(ea, bpa)$)

Na Tabela 4.5 é apresentada a verificação da subontologia *Business Process Supporting Enterprise Application*. A validação é apresentada na Tabela 4.6.

Tabela 4.5 - Verificação da subontologia *Business Process Supporting Enterprise Application*.

Questão de Competência	Conceito A	Relação	Conceito B	Axiomas
QC1	<i>Enterprise Application Service</i>	<i>supports</i>	<i>Business Process Activity</i>	A2, A3, A4, A5, A7
	<i>Enterprise Application</i>	<i>provides</i>	<i>Enterprise Application Service</i>	
	<i>Business Process Activity</i>	<i>is part of</i>	<i>Business Process</i>	
	<i>subProcess</i>	<i>is part of</i>	<i>Business Process</i>	
	<i>subActivity</i>	<i>is part of</i>	<i>Business Process Activity</i>	
QC2	<i>Enterprise Application</i>	<i>provides</i>	<i>Enterprise Application Service</i>	A1, A6, A8
	<i>Enterprise Application Service</i>	<i>supports</i>	<i>Business Process Activity</i>	
	<i>Enterprise Application Service</i>	<i>supports</i>	<i>Business Process</i>	
	<i>Business Process Activity</i>	<i>is part of</i>	<i>Business Process</i>	
	<i>subProcess</i>	<i>is part of</i>	<i>Business Process</i>	
	<i>subActivity</i>	<i>is part of</i>	<i>Business Process Activity</i>	

Tabela 4.6 - Instanciação da subontologia *Business Process Supporting Enterprise Application*.

Conceito	Exemplo (instância)
<i>Business Process</i>	Venda de Passagens Aéreas
<i>Business Process Activities</i>	Selecionar Voo; Selecionar Assento; Realizar Pagamento.
<i>Enterprise Application</i>	Sistema de Venda de Passagens Online
<i>Enterprise Application Service</i>	Serviço Seleção de Voos; Serviço Marcação de Assentos; Serviço Efetuar Pagamento.

4.3 Abordagem Proposta

A evolução de OBA-SI proposta neste trabalho mantém as mesmas fases presentes no processo de integração definido em (CALHAU, 2011) e propõe alterações nas duas primeiras fases: *Estabelecer Requisitos de Integração* e *Analisar Integração*. A Figura 4.5 apresenta uma visão geral do processo de integração proposto neste trabalho. Após a figura, as duas primeiras fases são descritas. As demais fases são mantidas como definidas em (CALHAU, 2011) e, dessa forma, não são exploradas aqui.

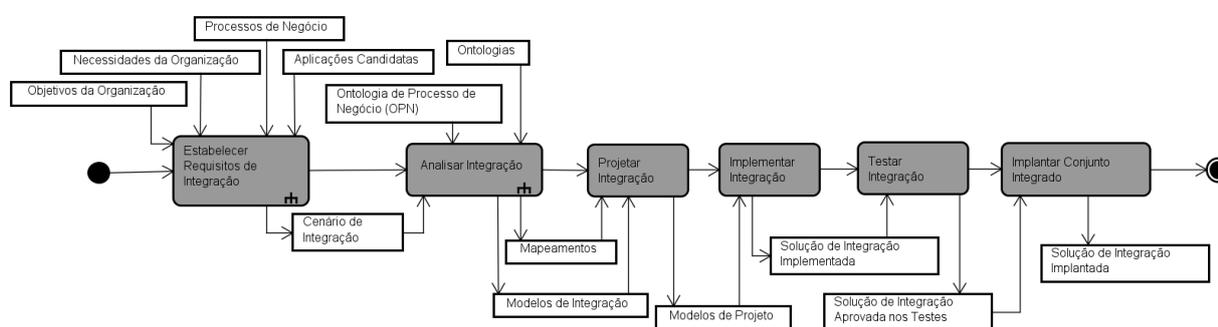


Figura 4.5 – Processo de integração na nova versão de OBA-SI.

4.3.1 Estabelecer Requisitos de Integração

Em (CALHAU, 2011), a fase referente ao levantamento de requisitos da integração é tratada superficialmente, limitando-se a informar que o cenário de integração deve ser estabelecido. Na proposta deste trabalho, essa fase foi detalhada para deixar explícitas as atividades que devem ser realizadas, insumos necessários e resultados a serem produzidos.

Para estabelecer os requisitos da integração, propõe-se uma abordagem orientada a objetivos, na qual, a partir dos objetivos que se deseja alcançar com a integração, são identificados os processos de negócio envolvidos, requisitos funcionais e não funcionais que devem ser atendidos pela solução de integração, e as aplicações a serem integradas. A Figura 4.6 mostra as atividades da fase *Estabelecer Requisitos de Integração*, que são descritas em seguida.

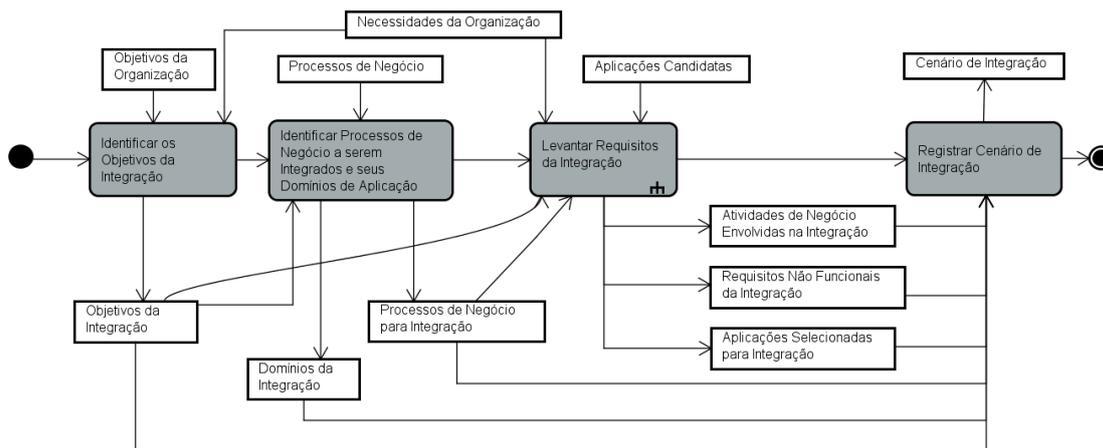


Figura 4.6 – Atividades da fase *Estabelecer Requisitos de Integração*.

O estabelecimento dos requisitos da integração tem início com a atividade ***Identificar os Objetivos da Integração***, na qual os objetivos que motivam a realização da integração de aplicações são estabelecidos. Essa atividade defende a ideia de que a integração deve ser realizada com base em objetivos para que a solução de integração produzida seja realmente útil à organização. Para identificação dos objetivos deve-se observar necessidades e objetivos da organização.

A partir dos objetivos da integração, deve-se ***Identificar Processos de Negócio a serem Integrados e seus Domínios de Aplicação***. Conforme mostra a conceituação da Ontologia de Processo de Negócio, processos de negócio contribuem para o alcance de objetivos. Neste sentido, os processos de negócio que contribuem para o alcance dos objetivos da integração e que devem estar envolvidos na integração devem ser identificados, bem como seus domínios de aplicação.

Uma vez identificados os processos de negócio envolvidos na integração e seus domínios de aplicação, é necessário ***Levantar Requisitos da Integração***. Nessa atividade são identificadas as atividades dos processos de negócio que estarão envolvidas na integração, os requisitos não funcionais a serem considerados e as aplicações que serão integradas. A Figura 4.7 apresenta o detalhamento dessa atividade.

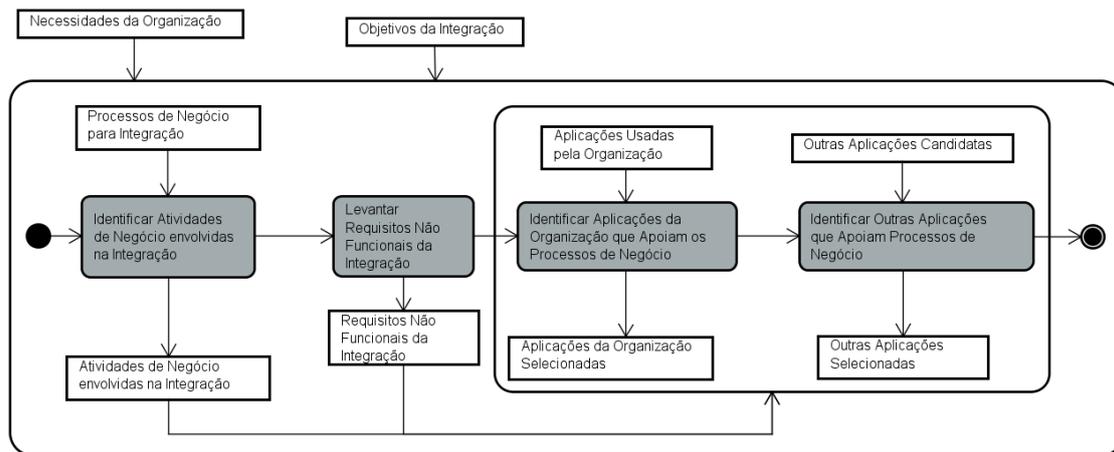


Figura 4.7 – Detalhamento da atividade Levantar Requisitos da Integração.

Conforme mostra a Figura 4.7, o levantamento dos requisitos tem início com a atividade *Identificar Atividades de Negócio envolvidas na Integração*. Nessa atividade, os processos de negócio devem ser analisados juntamente com os objetivos da integração e necessidades da organização e devem-se identificar quais atividades de negócio devem estar envolvidas na integração. A identificação das atividades fornece os requisitos funcionais da integração, uma vez que as atividades de negócio indicam funcionalidades que devem ser providas pela solução de integração a ser produzida. Cabe destacar que a realização dessa atividade requer conhecimento acerca dos processos de negócio e seus domínios de aplicação, para que seja possível identificar adequadamente quais atividades devem ser consideradas para que os objetivos da integração possam ser alcançados.

Além das funcionalidades que a solução de integração deve prover, deve-se *Levantar Requisitos Não-Funcionais*. Seguindo-se os princípios da Engenharia de Requisitos, devem ser identificadas restrições sobre os serviços ou funções (SOMMERVILLE, 2007) do sistema que se deseja obter com a integração, as quais limitam as opções para criar uma solução e também interferem na escolha de aplicações que serão integradas. Assim, devem ser identificadas as restrições que a solução de integração deve respeitar.

Uma vez identificados os requisitos funcionais (atividades de negócio envolvidas na integração) e não funcionais, devem-se selecionar as aplicações que serão integradas. Primeiramente, devem-se *Identificar Aplicações da Organização que apoiam os Processos de Negócio*, ou seja, dentre as aplicações que a organização utiliza, devem ser identificadas aquelas que apoiam os processos e atividades de negócio envolvidos na integração e que atendem aos requisitos não funcionais estabelecidos. Sugere-se que seja dada prioridade a aplicações já usadas pela organização (desde que elas atendam aos requisitos estabelecidos), uma vez que

elas podem apresentar vantagens, tais como familiaridade dos membros da organização com essas aplicações. Em seguida, caso as aplicações usadas pela organização não sejam suficientes para atender os requisitos da integração, devem-se *Identificar outras Aplicações que apoiam os Processos de Negócio*. Por se tratar de aplicações novas para a organização, sugere-se buscar aplicações que possuam código aberto, que apresentam facilidades para adaptação, de modo a permitir a comunicação com outras aplicações. Além disso, aplicações que possuem APIs ou disponibilizam serviços web tendem a facilitar a integração na fase de implementação.

Concluído o levantamento de requisitos, segue-se para a última atividade da fase Estabelecer Requisitos da Integração (vide Figura 4.6), que é **Registrar Cenário de Integração**. Nessa atividade o cenário de integração definido a partir da realização das atividades anteriores deve ser registrado. Assim como definido em (CALHAU, 2011), sugere-se o uso de uma tabela para registro dos elementos que compõem o cenário de integração, que são: objetivos da integração, processos de negócio e atividades de negócio envolvidas na integração, domínios de aplicação envolvidos e aplicações que a serem integradas. A Tabela 4.7 ilustra um *template* para registro dessas informações.

Tabela 4.7 – *Template* para registro do Cenário de Integração.

Cenário de Integração	
Objetivos da Integração	<Objetivos da integração>
Processos de Negócio	<Processos de negócio envolvidos na integração>
Atividades de Negócio	<Atividades de negócio envolvidas na integração>
Domínios	<Domínios de aplicação envolvidos na integração>
Aplicações	<Aplicações selecionadas para a integração>

4.3.2 Analisar Integração

Conforme discutido no Capítulo 2, em (CALHAU, 2011) a fase de análise da integração é definida por meio de atividades genéricas que podem ser aplicadas nas três camadas de integração (dados, serviços e processos). Na proposta deste trabalho, foram definidas especializações das atividades genéricas para cada camada e foram representados os relacionamentos entre as camadas. Dessa forma, o usuário da abordagem pode realizar as atividades relacionadas às camadas de integração que deseja tratar no cenário de integração em mãos. Assim, pode-se utilizar a abordagem para realizar a integração apenas na camada de dados, na camada de serviços e dados, ou nas camadas de processos, serviços e dados. A escolha de quais camadas devem ser consideradas na solução de integração deve observar as dependências existentes entre elas. A partir dos resultados obtidos no

mapeamento sistemático apresentado no capítulo anterior, observou-se que, para realizar a integração na camada de serviços, é necessário que se faça a integração na camada de dados, pois os serviços usam os dados como entradas ou saídas para fornecer suas funcionalidades. Analogamente, para realizar a integração na camada de processos, é necessário considerar a integração na camada de serviços, uma vez que a integração de processos está fortemente relacionada à integração de serviços, sendo os serviços usados para alcançar a integração dos processos. Vale destacar que atividades relacionadas à integração nas diversas camadas podem ser realizadas em paralelo, desde que sejam respeitadas as relações entre as camadas.

Como originalmente proposto em (CALHAU, 2011), na fase de análise, ontologias de domínio e de tarefa são utilizadas para realizar a integração semântica das aplicações, de forma a garantir que haja compatibilidade entre processos, serviços e dados compartilhados entre as aplicações. As ontologias de domínio são utilizadas como modelos de referência para a integração na camada de dados e as ontologias de tarefa são modelos de referência para integração nas camadas de serviços e processos.

Na abordagem proposta neste trabalho, além do uso das ontologias de domínio e de tarefa, propõe-se o uso dessa Ontologia de Processo de Negócio no âmbito das atividades relacionadas à integração na camada de processos. A Ontologia de Processo de Negócio fornece a conceituação relativa a processos de negócio e é utilizada como base para estruturar os processos de negócio envolvidos na integração, de maneira que eles sejam definidos segundo uma mesma estrutura e forneçam as informações necessárias à integração (atividades de negócio, insumos, produtos etc.).

A Figura 4.8 apresenta as atividades da fase Analisar Integração. A partir da Figura 4.8, usa-se a cor cinza para representar atividades que devem ser realizadas independentemente das camadas que serão tratadas na solução de integração. Atividades em azul referem-se à integração na camada de dados. Atividades em verde referem-se à integração na camada de serviços e atividades em amarelo referem-se à integração na camada de processos. Após a figura as atividades são descritas.

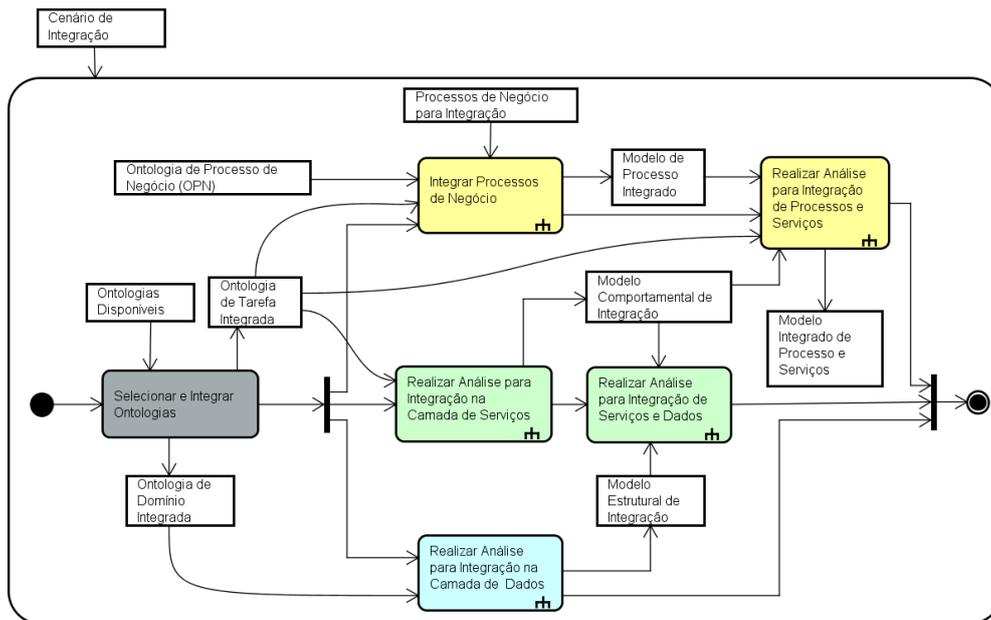


Figura 4.8 – Atividades da fase *Analisar Integração*.

4.3.2.1 Selecionar e Integrar Ontologias

A primeira atividade da análise da integração foi mantida como definida em (CALHAU, 2011). Portanto, nesta atividade devem ser selecionadas as ontologias de referência que serão utilizadas na integração semântica das aplicações. Essas ontologias devem descrever os domínios e processos estabelecidos no cenário de integração. Caso a integração seja realizada apenas na camada de dados, apenas ontologias de domínio são necessárias. Para tratar as camadas de serviço e processo também são necessárias ontologias de tarefa.

A seleção das ontologias inclui, além da seleção propriamente dita, a identificação dos fragmentos das ontologias que são relevantes à integração. É possível que mais de uma ontologia de domínio ou de tarefa seja necessária. Nesse caso, é preciso integrá-las de forma que resultem em uma única ontologia de domínio e uma única ontologia de tarefa a serem usadas na integração (daí as saídas desta atividade serem uma Ontologia de Domínio Integrada e uma Ontologia de Tarefa Integrada). Além disso, para manter a consistência na conceituação utilizada, ontologia de domínio e de tarefa devem ser consistentes entre si. Em outras palavras, o modelo estrutural da ontologia de tarefa deve coincidir com o modelo conceitual da ontologia de domínio. Sendo assim, o principal produto desta atividade é uma ontologia de aplicação, contemplando as tarefas e os domínios envolvidos na iniciativa de integração. Caso não haja ontologias disponíveis para o cenário de integração em mãos, elas devem ser desenvolvidas. Nesse caso, orienta-se que seja usada

uma abordagem de Engenharia de Ontologias, como, por exemplo, o método SABiO (FALBO, 2014).

Uma vez que as ontologias a serem usadas na integração semântica estejam disponíveis, pode-se realizar as atividades relacionadas à análise da integração em cada camada. Conforme mostra a Figura 4.8, o resultado da análise da integração de uma camada é usado como entrada para a análise de integração na camada superior.

4.3.2.2 Realizar Análise para Integração na Camada de Dados

A Figura 4.9 mostra o detalhamento desta atividade. É possível notar que as atividades necessárias para realizar a análise são as mesmas atividades definidas originalmente em (CALHAU, 2011). Por essa razão, elas não são descritas aqui. Embora as atividades sejam as mesmas definidas em (CALHAU, 2011), na proposta deste trabalho torna-se explícito que as atividades e seus resultados dizem respeito apenas à integração na camada de dados.

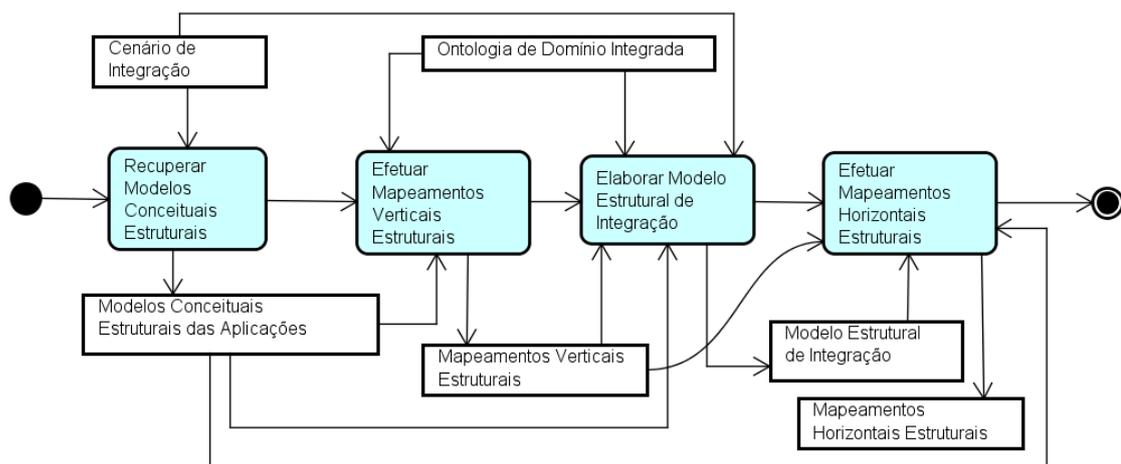


Figura 4.9 – Detalhamento da atividade Realizar Análise para Integração de Dados.

A análise da integração na camada de dados tem como principal resultado o Modelo Estrutural de Integração, que representa modelo conceitual dos dados envolvidos na integração, podendo incluir, além conceitos referentes a dados providos pelas aplicações a ser integradas, novos conceitos referentes a dados que deverão ser providos pela solução de integração a fim de atender o cenário de integração considerado (i.e., o Modelo Estrutural de Integração pode incluir elementos (classes, atributos ou relações) que não estão presentes nas aplicações, mas são necessários na solução de integração).

O Modelo Estrutural de Integração descreve, além do modelo conceitual de integração de dados, os mapeamentos semânticos entre conceitos e relações da ontologia

de domínio e elementos estruturais das aplicações (mapeamentos verticais estruturais) e entre elementos estruturais das aplicações e do modelo de integração (mapeamentos horizontais estruturais).

Conforme mostrado na Figura 4.8, o Modelo Estrutural de Integração produzido na análise da integração na camada de dados é usado como insumo para a integração na camada de serviços, que é descrita a seguir.

4.3.2.3 Realizar Análise para Integração na Camada de Serviços

Análogo à análise da integração de dados, a análise da integração na camada de serviços mantém as atividades definidas em (CALHAU, 2011), evidenciando-se que foram especializadas para tratar apenas aspectos comportamentais da integração, os quais são descritos por meio de funcionalidades/serviços. A Figura 4.10 apresenta o detalhamento desta atividade.

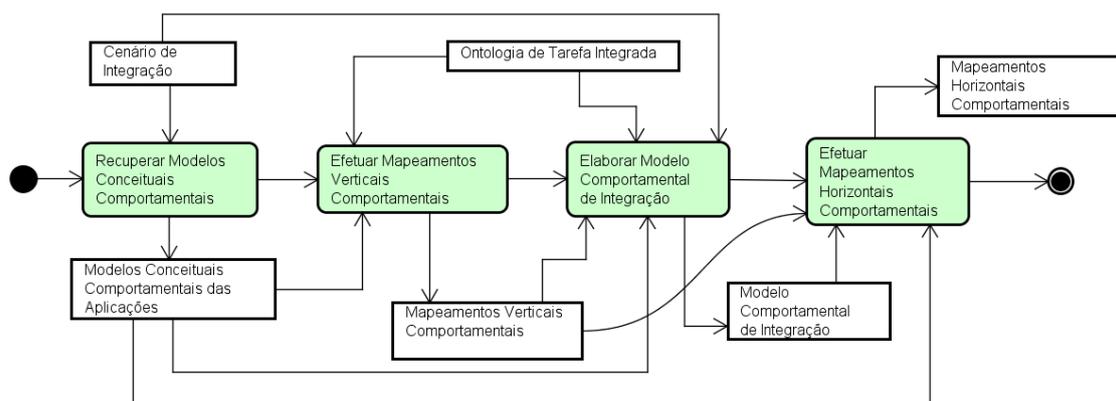


Figura 4.10 – Detalhamento da atividade Realizar Análise para Integração Semântica na Camada de Serviços.

Neste trabalho, sugere-se o uso de diagramas de atividades para representar os modelos comportamentais quando as aplicações a serem integradas seguirem um esquema de *workflow*. Nesse caso, as funcionalidades/serviços podem ser representados em um fluxo contínuo que descreve o comportamento da aplicação. Caso contrário, não é possível capturar a noção de fluxo entre as funcionalidades/serviços, uma vez que ela não é claramente definida. Assim, nesses casos, diagramas de casos de uso são mais indicados para representar os modelos comportamentais contendo as funcionalidades/serviços relevantes para a integração.

Em (CALHAU, 2011) sugere-se que os mapeamentos semânticos entre os modelos comportamentais das aplicações e a ontologia de tarefa sejam feitos de maneira análoga aos mapeamentos semânticos estruturais, ou seja, uma funcionalidade/serviço de uma

aplicação é considerada semanticamente equivalente a uma atividade da ontologia de tarefa. Por exemplo, a funcionalidade “Reservar Voo” de uma aplicação para venda de passagens aéreas é semanticamente equivalente à atividade “Reservar Voo” em uma ontologia de tarefa que descreva o processo de venda de passagens aéreas. No entanto, essa abordagem não se mostra adequada em situações nas quais as funcionalidades/serviços não são semanticamente equivalentes a uma atividade da ontologia de tarefa, mas são capazes de apoiá-la. Por exemplo, a funcionalidade “Encerrar Projeto”, que registra a conclusão de um projeto e armazena dados sobre prazos, custos e esforço despendidos no projeto e é provida por uma aplicação de apoio à gerência de projetos, pode apoiar a atividade “Coletar Dados” de uma ontologia de tarefa que descreva o processo de medição de software, mas não é semanticamente equivalente a ela. Assim, conforme definido em (FONSECA, 2015), neste trabalho sugere-se que os mapeamentos verticais entre a ontologia de tarefa e funcionalidades/serviços das aplicações sejam entendidos como relações de *apoio* ao invés de correspondência semântica.

Para realizar a análise na camada de serviços, o Modelo Estrutural de Integração deve ser considerado, uma vez que ele provê uma visão conceitual dos dados envolvidos na integração. Dessa forma, o Modelo Estrutural de Integração fornece informações relacionadas aos dados manipulados pelas funcionalidades/serviços (por exemplo, os parâmetros das funcionalidades/serviços devem ser mapeados com o Modelo Estrutural de Integração para garantir que os dados necessários estarão disponíveis na solução de integração).

O principal resultado da análise de integração é o Modelo Comportamental de Integração. Esse modelo representa todos os serviços/funcionalidades envolvidos na integração, podendo incluir, além dos serviços/funcionalidades providos pelas aplicações a serem integradas, novos serviços/funcionalidades que deverão ser providos pela solução de integração a fim de atender o cenário de integração considerado.

Vale destacar que o Modelo Comportamental de Integração descreve, além do modelo de integração de funcionalidades/serviços, os mapeamentos de apoio entre elementos da ontologia de tarefa e funcionalidades/serviços (mapeamentos verticais comportamentais) e entre elementos comportamentais das aplicações e do modelo comportamental de integração (mapeamentos horizontais comportamentais).

Conforme mostrado na Figura 4.8, o Modelo Comportamental de Integração produzido na análise da integração na camada de serviços é usado como insumo para

realizar a integração na camada de processos, que envolve duas atividades, descritas a seguir.

4.3.2.4 Integrar Processos de Negócio

Na proposta deste trabalho, a integração na camada de processos é realizada em duas atividades e tem início com a integração dos processos, a fim de se obter um único processo resultante da integração dos processos de negócio envolvidos na integração. Como definido em (CALHAU, 2011), a integração dos processos envolve a recuperação dos modelos conceituais dos processos e uso de ontologia de tarefa para realização de mapeamentos verticais, desenvolvimento do modelo de integração e realização de mapeamentos horizontais. Neste trabalho, propõe-se que os modelos dos processos de negócio envolvidos na integração sejam não só recuperados, mas que a definição dos processos seja alinhada à Ontologia de Processo de Negócio, para que os processos sejam descritos segundo uma estrutura comum e forneçam em sua definição as informações necessárias à integração. A Figura 4.11 mostra o detalhamento dessa atividade.

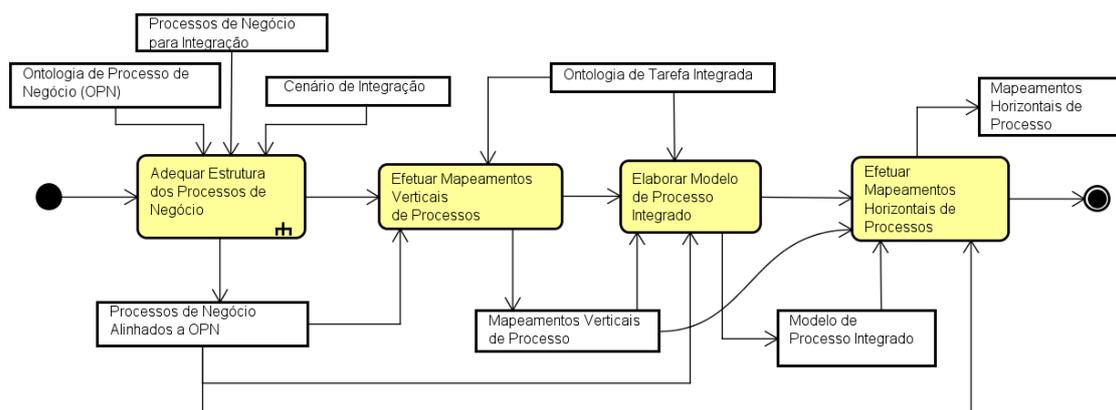


Figura 4.11 – Detalhamento da atividade Integrar Processos de Negócio.

A integração dos processos tem início em *Adequar Estrutura dos Processos de Negócio*, que consiste em adequar a definição dos processos de negócio envolvidos na integração à estrutura definida pela conceituação provida pela Ontologia de Processo de Negócio, a fim de que os processos sejam adequadamente definidos e forneçam as informações fundamentais à sua integração. A Figura 4.12 representa esta atividade em detalhes.

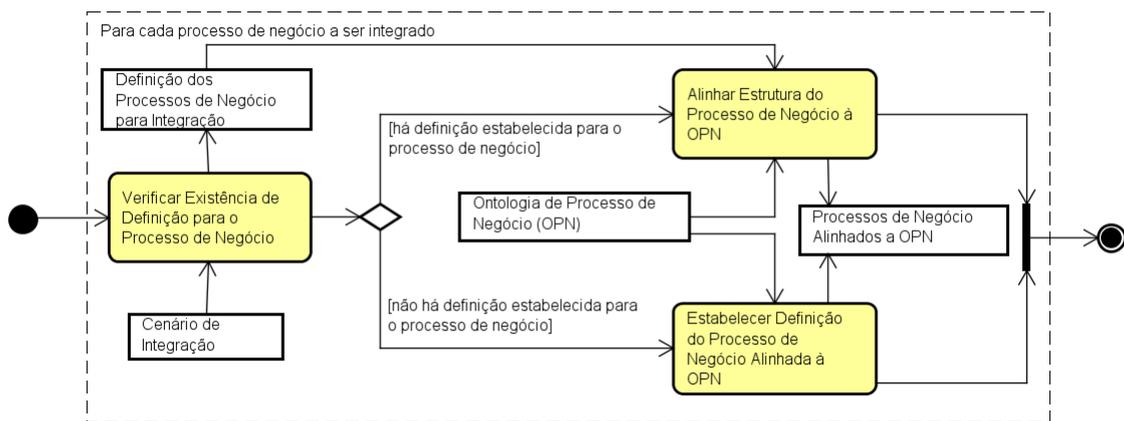


Figura 4.12 – Detalhamento da atividade Adequar Estrutura dos Processos de Negócio.

Os processos de negócio envolvidos na integração podem estar definidos na organização ou não. Sendo assim, para adequar a estrutura dos processos à Ontologia de Processo de Negócio, primeiramente, para cada processo envolvido na integração, é preciso *Verificar a Existência de Definição para o Processo de Negócio*. Caso o processo de negócio esteja definido, é preciso *Alinhar a Estrutura do Processo de Negócio à Ontologia de Processo de Negócio*. Caso não haja definição para o processo, deve-se *Estabelecer Definição do Processo de Negócio Alinhada à Ontologia de Processo de Negócio*.

Para adequar ou estabelecer a definição de um processo alinhada à Ontologia de Processo de Negócio, sugere-se o uso do *template* apresentado na Tabela 4.8, que inclui os elementos essenciais à definição de um processo de negócio. É possível notar que apenas alguns conceitos da Ontologia de Processo de Negócio são diretamente usados, uma vez que a estrutura de processos de negócio é tratada na subontologia *Business Process and Activity*. Além disso, alguns elementos presentes na Tabela 4.8 são derivados da conceituação da ontologia, embora não estejam diretamente presentes nela. Esse é o caso dos elementos *pré-atividades* e *pós-atividades*, que são derivados do autorrelacionamento *depends on* existente no conceito *Business Activity*.

Tabela 4.8 – Modelo de Estrutura de Processo alinhada à OPN.

Atividade <número da atividade> - <Nome da Atividade>	
Descrição	<Descrição resumida da atividade>
Pré-atividades	<Atividades que devem ser realizadas antes da atividade sendo descrita>
Executores	<Papéis responsáveis por realizar a atividade>
Participantes	<Papéis que participam da atividade >
Insumos	<Insumos necessários para a realização da atividade>
Resultados	<Resultados produzidos na atividade>
Subatividades	<Subatividades da atividade>
Pós-atividades	<Atividades que devem ser realizadas imediatamente após a atividade sendo descrita>

Durante o alinhamento da definição dos processos de negócio, pode ser identificada uma oportunidade de reengenharia dos processos. Ou seja, uma vez que a definição dos processos envolvidos na integração será revista para alinhá-los à Ontologia de Processo de Negócio, pode-se aproveitar o momento para melhorar a definição dos processos. Por exemplo, caso os processos envolvidos na integração estejam definidos em diferentes níveis de detalhamento, pode-se optar por tornar o nível de detalhamento dos processos homogêneo. Cabe notar que, mesmo não se optando por uma reengenharia de processo propriamente dita, o alinhamento da definição dos processos à Ontologia de Processo de Negócio pode, por si só, levar à melhoria da definição dos processos. Por exemplo, caso a definição do processo não contenha os elementos mínimos necessários para sua adequada execução, seu alinhamento à estrutura provida pela conceituação da Ontologia de Processo de Negócio propiciará melhoria em sua definição, uma vez que levará à identificação de informações antes não explicitadas na definição do processo.

Além da definição textual dos processos de negócio, para auxiliar na compreensão dos processos, sugere-se representar os processos graficamente, por exemplo, utilizando-se diagrama de atividades UML ou BPMN (*Business Process Model and Notation*).

Uma vez que os processos de negócio estejam adequadamente definidos e representados, assim como definido em (CALHAU, 2011), deve-se utilizar a ontologia de tarefa para atribuir semântica aos processos envolvidos na integração. Assim, como mostra a Figura 4.11, deve-se *Realizar Mapeamentos Verticais de Processo*, mapeando-se atividades dos processos com atividades da ontologia de tarefa, *Elaborar Modelo de Processo Integrado*, criando-se um modelo que represente a visão integrada dos processos de negócio, e *Realizar Mapeamentos Horizontais de Processo*, identificando-se elementos do modelo integrado que não estão presentes na ontologia de tarefa e devem ser considerados na solução de integração.

4.3.2.5 Realizar Análise para Integração de Processos e Serviços

Para realizar a integração na camada de processos, é preciso, além de integrar os processos de negócio envolvidos, integrar os serviços ao modelo de processo integrado. Assim, nesta atividade é estabelecida a relação entre as camadas de processos e serviços. A Figura 4.13 mostra o detalhamento desta atividade.

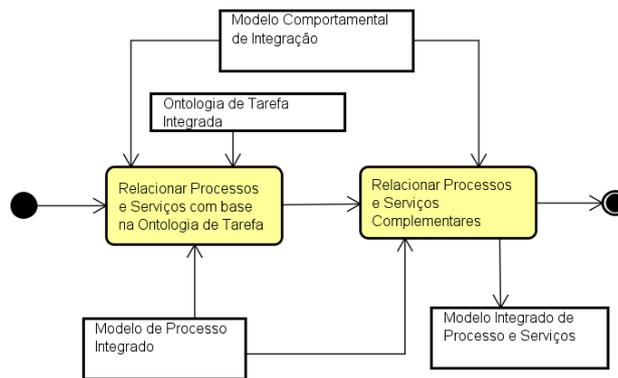


Figura 4.13 – Detalhamento da atividade Realizar Análise para Integração de Processos e Serviços.

O primeiro passo é *Relacionar Processos e Serviços com base na Ontologia de Tarefa*, que consiste em utilizar a ontologia de tarefa como “ponte” para relacionar os serviços envolvidos na integração com as atividades do processo integrado. Em outras palavras, deseja-se integrar os modelos de integração comportamental e de processo.

Como descrito anteriormente, o Modelo Comportamental de Integração representa os serviços/funcionalidades que deverão ser providos pela solução de integração e seus mapeamentos de apoio, com a ontologia de tarefa. Esses mapeamentos indicam quais serviços/funcionalidades apoiam quais atividades da ontologia de tarefa. A Figura 4.14 ilustra um cenário hipotético onde duas aplicações devem ser integradas. A Aplicação 1 provê os serviços S1 e S2, sendo que S2 é um serviço capaz de apoiar a atividade A1 da ontologia de tarefa considerada na integração. A Aplicação 2, por sua vez, provê os serviços S3 e S4, sendo que S4 é um serviço capaz de apoiar a atividade A2 da ontologia de tarefa.

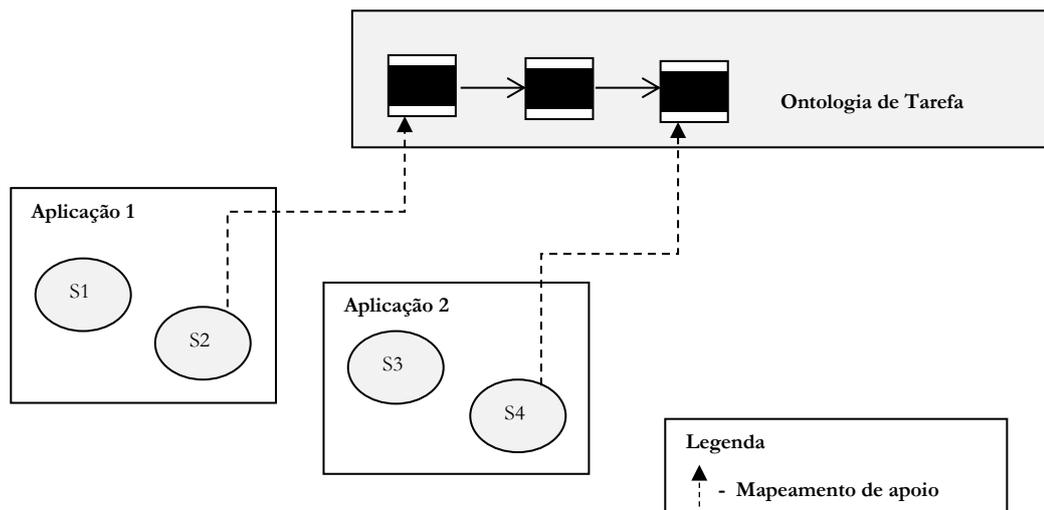


Figura 4.14 – Mapeamento entre serviços e atividades da ontologia de tarefa por eles apoiadas.

O Modelo de Processo Integrado, por sua vez, representa a visão integrada dos processos envolvidos na integração e sua relação com a ontologia de tarefa considerada. A Figura 4.15 ilustra um cenário hipotético onde o processo integrado é mapeado com atividades da ontologia de tarefa considerada. Nesta etapa os mapeamentos representam relações semânticas entre atividades do processo de negócio e da ontologia de tarefas. Na figura, as atividades A1' e A2' do processo integrado são mapeadas para as atividades A1 e A2 da ontologia de tarefa.

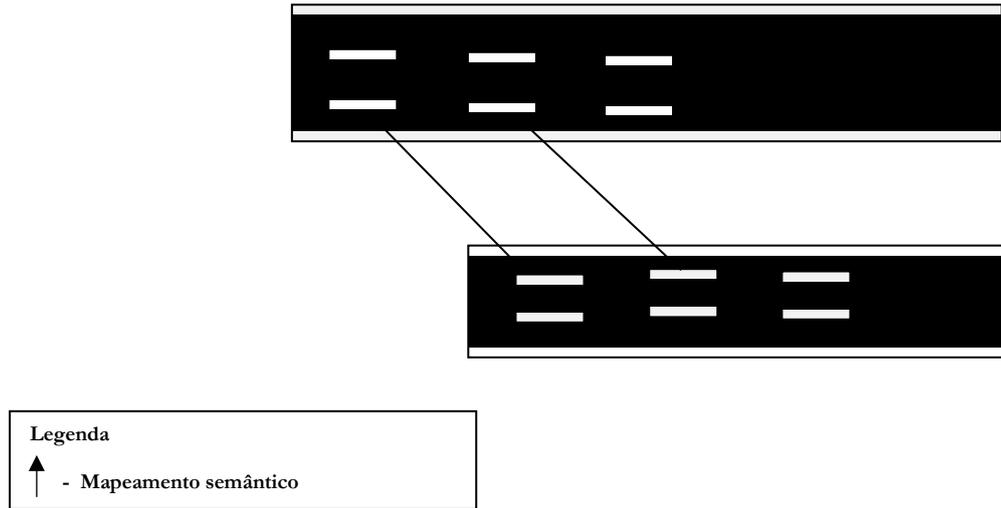


Figura 4.15 – Mapeamento entre atividades do processo integrado e da ontologia de tarefa.

Assim, a partir dos mapeamentos dos serviços e das atividades do processo com a ontologia de tarefa é possível identificar a relação entre os serviços e as atividades do processo integrado. No cenário hipotético considerado, uma vez que S2 apoia A1 e A1' é semanticamente equivalente a A1, pode-se concluir que S2 apoia A1'. Analogamente, uma vez que S4 apoia A2 e A2' é semanticamente equivalente a A2, pode-se concluir que S4 apoia A2'. A Figura 4.16 ilustra essa situação.

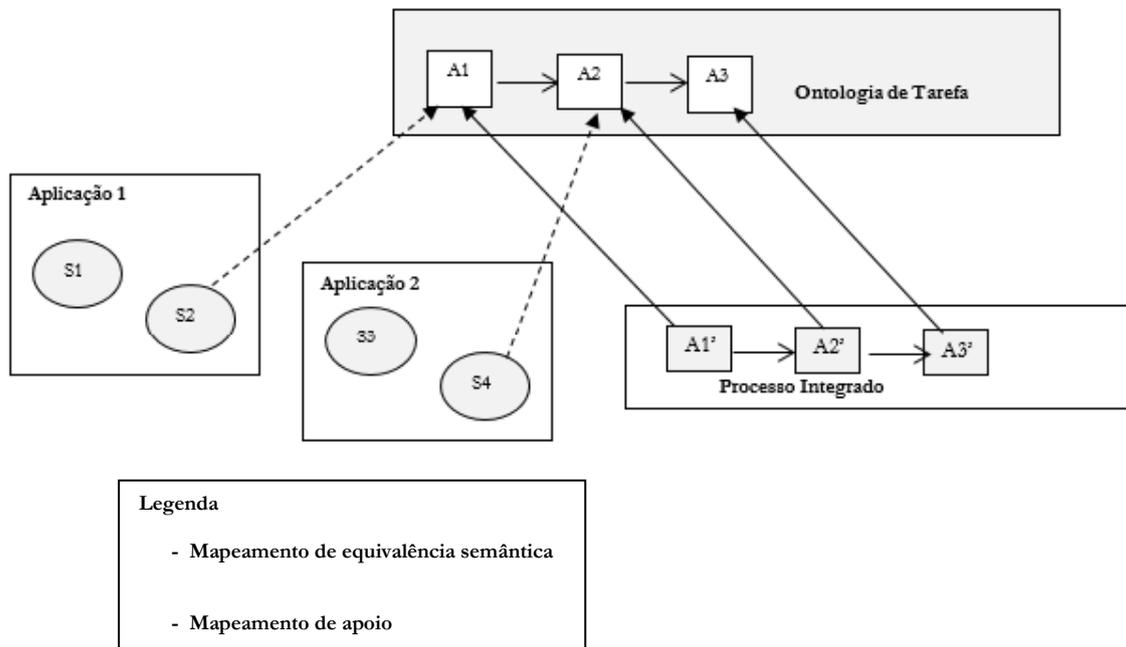
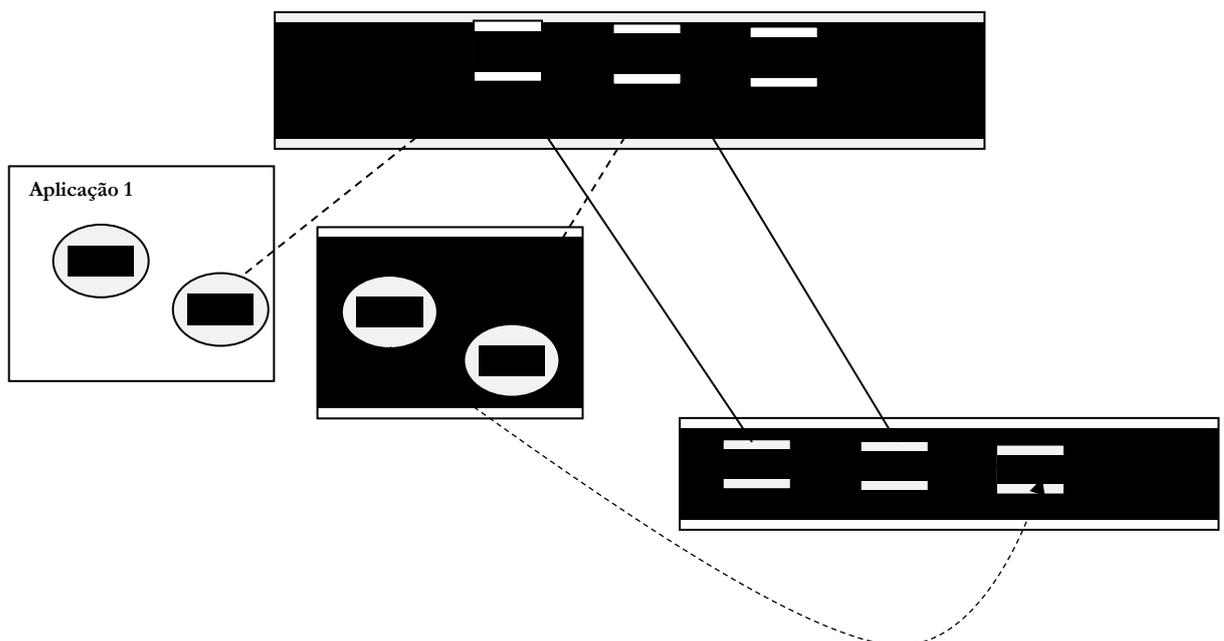




Figura 4.16 – Relações entre serviços e atividades da ontologia de tarefa e do processo integrado.

Em uma iniciativa de integração é possível que sejam necessários serviços que não têm mapeamento com a ontologia de tarefa. Por exemplo, o cenário de integração pode incluir atividades de negócio que não possuem relação com atividades da ontologia de tarefa, sendo necessários serviços para apoiá-las. Assim, também é preciso *Relacionar Processos e Serviços Complementares*, a fim de se estabelecer as relações entre serviços que não possuem relação com a ontologia de tarefa e atividades do processo integrado. A Figura 4.17 ilustra um cenário hipotético onde o serviço S3, provido pela Aplicação 2 apoia a Atividade A3' do processo integrado, não havendo relação do serviço ou da atividade com a ontologia de tarefa.



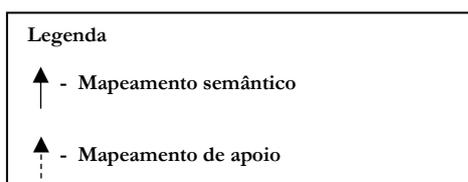


Figura 4.17 – Relações entre serviços e atividades do processo integrado.

Como resultado da atividade Realizar Análise para Integração de Processos e Serviços deve ser produzido um Modelo Integrado de Processo e Serviços, o qual deve representar as relações entre os serviços e o processo integrado. É esse modelo que vai mostrar como os serviços serão combinados de forma a apoiar o processo. Esse modelo pode ser elaborado usando ArchiMate (Open Group, 2016), que provê uma linguagem de modelagem para arquiteturas empresariais. Essa linguagem se mostra adequada para produzir o Modelo Integrado de Processo e Serviços, pois permite que sejam representadas as diferentes camadas, seus elementos e as relações entre eles.

4.3.2.6 - Identificar e Analisar Requisitos Adicionais para a Solução Integrada

Uma vez concluída a análise para integração de processos e serviços, é possível identificar atividades do processo que não são apoiadas por nenhuma das aplicações integradas. Caso se deseje ampliar a cobertura de apoio ao processo integrado, novas funcionalidades/serviços podem ser desenvolvidos, os quais deverão ser incorporados à solução integrada. Tais serviços devem ter seus requisitos identificados e analisados. Para tal abordagens convencionais de levantamento e análise de requisitos podem ser empregadas, contudo tomando por base as aplicações já existentes e que estão sendo integradas.

4.4 Comparação com Trabalhos Correlatos

Como discutido no Capítulo 3, há na literatura iniciativas de integração semântica de aplicações que tratam a camada de processos. Nesta seção são feitas algumas discussões sobre alguns aspectos da abordagem proposta neste trabalho e os estudos analisados no mapeamento sistemático realizado.

Com relação à abordagem sistemática para realizar a integração semântica na camada de processos, em OBA-SI os processos selecionados são alinhados com a Ontologia de Processo de Negócio e integrados tomando-se como referência uma ontologia de tarefa. Além disso, OBA-SI trata separadamente as atividades relacionadas à

integração em cada camada e as relações entre as camadas, sendo possível tratar em uma iniciativa de integração apenas as camadas de interesse. Nas abordagens encontradas no mapeamento sistemático, apenas a proposta de ALAZEIB *et al.* (2007) e Mínguez *et al.* (2011) tratam as camadas de dados, serviços e processos separadamente. Porém, diferentemente de OBA-SI, a proposta de ALAZEIB *et al.* (2007) não usa ontologias como base para a integração e a de Mínguez *et al.* (2011) não detalha como essa integração deve ser realizada. Em (LEGNER *et al.*, 2007), a integração dos processos se dá a partir da modelagem dos requisitos da integração em um modelo global, tendo como base um metamodelo de processo de negócio, que é utilizado para alinhar os processos envolvidos na integração. Em (JANKOVIC *et al.*, 2008) propõe-se o uso representações gráficas envolvendo os processos e suas relações com papéis e aplicações dentro da organização para facilitar o levantamento de requisitos e seleção de processos e atividades a serem integradas. A integração na camada de processos é feita com a ferramenta MO²GO.

Quanto aos tipos de ontologia utilizados para apoiar a integração na camada de processos, conforme discutido no Capítulo 3, nenhuma das abordagens encontradas no mapeamento sistemático utiliza ontologias de tarefa. Porém, em (ALAZEIB *et al.*, 2007), embora não haja uso de uma ontologia de tarefa propriamente dita, é utilizado um metamodelo de processos, que permite facilitar a integração dos processos. Já em (MINGUEZ *et al.*, 2011) ontologias de domínio que têm entre seus conceitos atividades dos processos envolvidos na integração são utilizadas como base para integração na camada de dados, serviços e processos. Os conceitos relacionados às atividades dos processos nas ontologias de domínio usadas desempenham papel similar às atividades descritas em ontologias de tarefas. Porém, diferentemente das ontologias de tarefa, nessas ontologias não é possível identificar os fluxos das atividades.

Em relação à abordagem de integração, OBA-SI adota uma abordagem em tempo de projeto (*design time*) e uma estratégia de modelagem, considerando modelos UML para representação dos modelos conceituais das aplicações e dos processos. Outros trabalhos que também usam modelagem como estratégia para integração incluem: (BARAT; KULKARNI; JANAKIRAM, 2006), no qual a modelagem é feita usando BPEL4WS como uma linguagem alto nível para especificar os processos de negócio, que são traduzidos para processos de autômatos; (FRIDSMA *et al.*, 2008), no qual o modelo de referência da abordagem de integração é uma coleção de diagramas UML que descrevem semântica declarativa e procedural do domínio de pesquisa clínica; (LEGNER *et al.*, 2007), que usa diagramas de classe UML simplificados para descrever os objetos e relacionamentos;

(SHANGGUAN; GAO; ZHU, 2008), no qual a modelagem se dá através dos *frameworks* de processos eTOM e ITIL; e (YEUNG, 2011), que usa a linguagem CSP (*Communicating Sequential Processes*) para descrever um processo em termos das interações que ele pode ter com seu ambiente, que podem ser entendidas como outro processo ou um conjunto de processos.

4.5 Considerações Finais do Capítulo

Durante a investigação da literatura feita no contexto deste trabalho e descrita no Capítulo 3, foram identificadas algumas lacunas no âmbito da integração semântica de aplicações na camada de processos, a saber: (i) falta de abordagens sistemáticas para guiar a integração na camada de processos; (ii) ontologias de tarefa não têm sido usadas para apoiar integração de processos; (iii) ausência de uma conceituação geral sobre processos de negócio. Buscando-se tratar essas lacunas, este capítulo apresentou uma evolução da abordagem proposta em (CALHAU, 2011) para apoiar iniciativas de integração na camada de processos.

A abordagem aqui proposta cobre a lacuna (i), uma vez que as atividades necessárias para realizar a integração na camada de processos são descritas. A definição das atividades foi realizada detalhando-se atividades inicialmente propostas em (CALHAU, 2011) e incluindo-se atividades específicas para tratar a integração na camada de processos. Além disso, a fase de análise da abordagem proposta em (CALHAU, 2011) foi revista de forma a especificar as atividades relacionadas a cada camada de integração e seus relacionamentos.

A lacuna (ii) é tratada neste trabalho a partir do uso de ontologias de tarefa como modelo de referência para integração de processos e serviços, indicando os passos detalhados que devem ser realizados para que a integração ocorra nessas camadas e também a provê suporte para relacionar os resultados da camada de serviços e processo.

Por fim, em relação à lacuna (iii), foi proposta a Ontologia de Processo de Negócio, que apresenta os principais conceitos de processos de negócios e sua relação com objetivos e aplicações empresariais.

Para avaliar a viabilidade de uso da abordagem proposta neste trabalho ela foi utilizada em uma iniciativa de integração de aplicações, que é descrita no próximo capítulo.

Capítulo 5

Aplicação da Abordagem Proposta

Neste capítulo é apresentada a iniciativa de integração realizada como prova de conceito da abordagem proposta. A Seção 5.1 apresenta a introdução do capítulo. A Seção 5.2 apresenta os resultados produzidos ao se realizar cada atividade da abordagem proposta. A Seção 5.3 apresenta as considerações finais do capítulo.

5.1 Introdução

No Capítulo 4 foi apresentada a evolução de OBA-SI (CALHAU, 2011) proposta neste trabalho. Como avaliação da abordagem proposta, foi realizada uma prova de conceito na qual a evolução de OBA-SI foi usada para conduzir a integração de aplicações visando apoiar de forma integrada os processos de Gerência de Problema e Gerência de Configuração de Software. Segundo Oates (2006), uma prova de conceito mostra que uma proposta é exequível, porém não permite concluir se ela funciona em um contexto real. Neste sentido, a prova de conceito conduzida neste trabalho deve ser considerada uma avaliação inicial da proposta.

O gerenciamento de problemas tem sido cada vez mais reconhecido como um processo crítico para as organizações, uma vez que trata da identificação de situações indesejadas e do tratamento destas por meio de soluções adequadas (GONÇALVES, 2008). Em organizações de software, para uma melhor gerência dos problemas relacionados ao desenvolvimento de software, é preciso, também, gerenciar as alterações realizadas em artefatos do desenvolvimento de software e as diferentes versões desses artefatos resultantes da implementação das soluções para os problemas. Assim, é importante que os processos de Gerência de Problemas e Gerência de Configuração de Software sejam realizados de maneira integrada.

Levando-se isso em consideração e, também, o fato de que a autora deste trabalho conduziu anteriormente uma iniciativa de integração de aplicações que apoiam os processos de Gerência de Problemas e Gerência de Configuração de Software (CERQUEIRA, 2014), decidiu-se por realizar a prova de conceito integrando-se esses processos. Vale destacar que a iniciativa de integração realizada anteriormente considerou apenas a integração na camada de dados e não realizada tomando-se os processos como base.

Buscando-se diminuir a influência da autora sobre os processos a serem usados na prova de conceito, foram utilizados processos definidos por duas organizações reais. O processo Gerência de Configuração de Software considerado na prova de conceito foi definido pela Instituição Implementadora do MR-MPS (SOFTEX, 2015) TecVitoria³ que presta consultoria para organizações de software, incluindo a definição de processos para essas organizações. O processo Gerência de Problemas, por sua vez, foi definido pelo *Office of Systems Integration*⁴ (OSI), uma organização internacional que fornece serviços relacionados a projetos de tecnologia de informação, entre eles a definição de processos a serem realizados no âmbito desses projetos.

A iniciativa de integração conduzida neste trabalho, embora não tenha sido desenvolvida para uma organização específica, pode ser utilizada por organizações que realizem os processos considerados.

5.2 Integração de Ferramentas para Apoiar os Processos de Gerência de Problemas e Gerência de Configuração de Software

Nesta seção são apresentados os resultados produzidos a partir da execução das atividades da abordagem proposta neste trabalho para integrar aplicações de apoio aos processos de Gerência de Problemas e Gerência de Configuração de Software.

5.2.1 Estabelecer Requisitos de Integração

Conforme definido na versão de OBA-SI proposta neste trabalho, o estabelecimento dos requisitos tem início com a atividade ***Identificar Objetivos da Integração***. Para essa atividade, considerou-se como entrada o objetivo organizacional *Melhorar a resolução de problemas relacionados ao desenvolvimento de software*. A partir desse objetivo estabeleceu-se como objetivo da integração *Melhorar o gerenciamento e o rastreamento de problemas de software, soluções desses problemas e alterações resultantes dessas soluções*.

Em seguida, na atividade ***Identificar os Processos de Negócio a serem Integrados e seus Domínios de Aplicação***, foram identificados como processos relacionados ao objetivo da integração e a serem envolvidos na integração os processos de

³ <http://www.tecvitoria.com.br/>

⁴ <http://osi.ca.gov/>

Gerência de Problemas e Gerência de Configuração de Software. O primeiro processo é responsável pela identificação e solução de problemas. O segundo trata do controle de alterações e versões em artefatos relacionados ao desenvolvimento de software. Sendo assim, a integração desses dois processos propiciará um melhor controle das alterações e versões em artefatos alterados durante a resolução de problemas. Os domínios envolvidos na integração são a gerência de problemas (considerando problemas relacionados ao desenvolvimento de software) e a gerência de configuração de software.

Para **Levantar os Requisitos da Integração**, inicialmente realizou-se a atividade *Identificar Atividades de Negócio envolvidas na Integração*. As figuras 5.1 e 5.2 apresentam a visão geral dos processos de Gerência de Problemas e Gerência de Configuração de Software (suas definições detalhadas são apresentadas mais adiante).

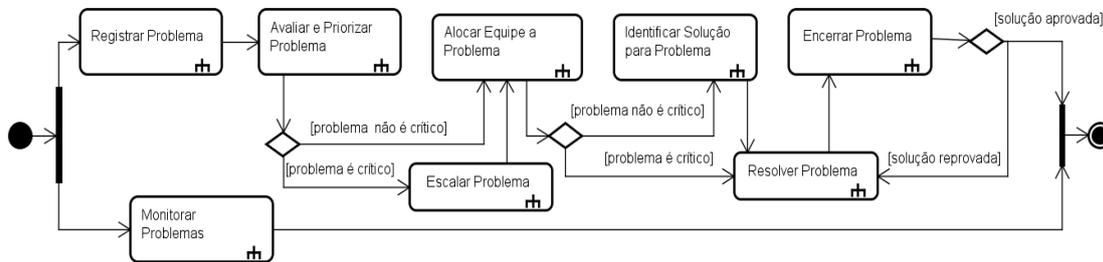


Figura 5.1 - Processo Gerência de Problemas.

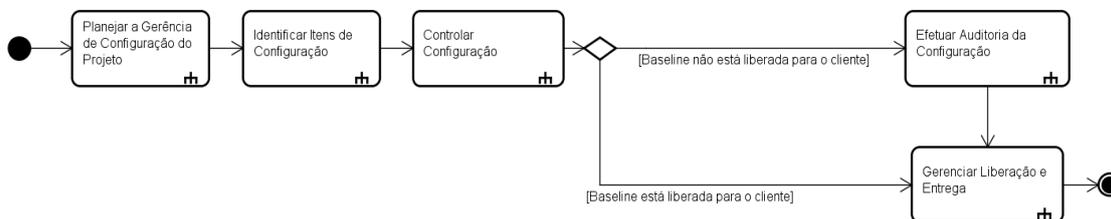


Figura 5.2 - Processo Gerência de Configuração de Software.

Analisando-se os processos de negócio, identificou-se que, com exceção das atividades Escalar Problema e Monitorar Problemas, todas as demais atividades do processo de Gerência de Problemas deveriam estar envolvidas na integração. Para o processo Gerência de Configuração de Software, identificou-se que apenas as atividades Realizar *Checkout*, Implementar Alteração e Realizar *Checkin*, que são subatividades de Controlar Configuração, deveriam ser envolvidas na integração, uma vez que é nessa atividade que são realizadas as alterações necessárias para a resolução de problemas.

Em seguida, na atividade *Levantar Requisitos Não Funcionais da Integração*, foram identificados dois requisitos não funcionais buscando-se facilitar a implementação da solução de integração a ser proposta: (RNF1) Utilizar aplicações de código aberto; e (RNF2) Utilizar aplicações já conhecidas pela equipe de desenvolvimento.

Considerando-se as atividades de negócio e os requisitos não funcionais, na atividade *Identificar Aplicações da Organização que Apoiam os Processos de Negócio* foram selecionadas para integração as aplicações *Subversion* (SVN)⁵ e *Mantis Bug Tracker* (MantisBT)⁶. O SVN é uma aplicação que permite o controle de artefatos em um repositório e foi selecionado para que, durante a resolução de problemas, sejam registrados no repositório os arquivos referentes às alterações realizadas. O MantisBT é uma aplicação que permite o controle de problemas (*issue tracking*) e foi selecionado porque, além de possuir código aberto para desenvolvedores, possibilita a customização de estados de um problema e uso de plug-ins que oferecem suporte para comunicação com outras aplicações.

Para concluir a fase de estabelecimento dos requisitos da integração, foi realizada a atividade **Registrar o Cenário de Integração**, cujo resultado é apresentado na Tabela 5.1.

Tabela 5.1 – Cenário de Integração.

Cenário de Integração	
Objetivos da Integração	Melhorar o gerenciamento e o rastreamento de problemas de software, soluções e alterações resultantes dessas soluções.
Processos de Negócio	Processo de Gerência de Problemas e Processo de Gerência de Configuração de Software
Atividades de Negócio	<i>Processo de Gerência de Problemas: Registrar Problema, Avaliar e Priorizar Problema, Alocar Equipe a Problema, Identificar Solução para Problema, Resolver Problema e Encerrar Problema.</i> <i>Processo de Gerência de Configuração de Software: Realizar Checkout, Implementar Modificação e Realizar Checkin.</i>
Domínios	Gerência de Problemas e Gerência de Configuração de Software
Aplicações	MantisBT e SVN.

5.2.2 Analisar Integração

Uma vez estabelecido o cenário de integração, passou-se para a fase de análise da integração. A seguir são apresentados os principais resultados produzidos em cada atividade dessa fase.

5.2.2.1 Selecionar e Integrar Ontologias

Nesta atividade foi selecionada a ontologia de classe de aplicação (i.e., ontologia de domínio e de tarefa integradas) referente à Gerência de Problemas e à Gerência de Configuração de Software a serem utilizadas para atribuir semântica a dados, serviços e processos. Foi selecionada uma ontologia integrada incluindo conceitos da Ontologia de

⁵ <https://subversion.apache.org/>

⁶ <https://www.mantisbt.org/>

Gerência de Problemas registrada em (CERQUEIRA, 2014) e da Ontologia de Gerência de Configuração de Software definida em (CALHAU, 2011).

Uma vez que se deseja atribuir semântica a dados, serviços e processos, devem ser selecionadas ontologias de domínio e de tarefa. Conforme discutido no Capítulo 4, deve haver consistência entre a ontologia de domínio e de tarefa utilizadas para atribuir semântica em uma iniciativa de integração de aplicações. Nesse sentido, o modelo conceitual da ontologia de domínio deve coincidir com o modelo estrutural da ontologia de tarefa. A ontologia de classe de aplicação selecionada apresenta os modelos comportamental e estrutural integrados. A seguir, a ontologia selecionada é brevemente apresentada.

Ontologia de Aplicação Integrada

As figuras 5.3, 5.4 e 5.5 mostram, respectivamente, o modelo estrutural da ontologia de classe de aplicação utilizada, seu modelo comportamental e o detalhamento de uma das atividades (Implementar Alteração) presentes no modelo comportamental

Um *Problema* é produzido no contexto de um *Projeto*. Uma pessoa desempenhando o papel de relator do problema (*Comunicador*) realiza uma *Comunicação de Problema* dando origem a um problema no estado “comunicado” (*Problema Comunicado*). Uma vez comunicado um problema, um *Gerente* deve atribuir um *Avaliador* para analisar a pertinência do problema (*Atribuição de Problema para Avaliação*). O problema passa, então, para o estado “atribuído para avaliação” (*Problema Atribuído para Avaliação*). Quando o avaliador realiza a *Avaliação de Problema*, o estado do problema é alterado para “Problema Avaliado”. Se o problema for considerado pertinente, o gerente realiza uma *Solicitação de Alteração* dando origem a uma *Alteração*. Uma *Alteração* é uma especificação de um problema a ser resolvido ou de uma melhoria a ser feita no produto no contexto de um *Projeto*. *Desenvolvedor* é o papel responsável por implementar uma *Alteração* requisitada. Após uma solicitação ter sido feita, o avaliador verifica se a alteração é pertinente realizando uma *Avaliação de Solicitação*. Caso a solicitação seja aprovada, o avaliador designa um *Desenvolvedor* para resolvê-la, levando o problema para o estado “atribuído para resolução” (*Problema Atribuído para Resolução*). Para tal, o *Desenvolvedor* realiza a retirada (*Realizar Checkout*) de um conjunto de *Versões*, ditas *Versões Submetidas a Alteração*, de acordo com uma *Alteração*.

Nessa retirada, é criada uma cópia de cada *Versão Submetida a Alteração* que pertence ao *Repositório* de um *Projeto*. Um conjunto de *Versões* compõe uma *Ramificação* que pertence a um *Repositório*, que está relacionado a um *Projeto*. Além disso, *Versões* estão

relacionadas a um *Item de Configuração*, que é um *Item* sobre o qual se deseja ter o controle. Nesse momento, as versões passam a desempenhar o papel de *Versões Retiradas*, é criada uma *Cópia* da versão submetida à alteração para cada versão e a alteração passa a ser uma *Alteração Iniciada*. O *relator Checkout* representa o registro dessa ação, relacionando o responsável, as versões retiradas e a alteração que foi iniciada. Depois, o desenvolvedor realiza a ação de modificar as versões retiradas (*Modificar Versão*) quando as versões são alteradas para *Versões Modificadas* e um conjunto de modificações é criado, registrando os desenvolvedores que realizaram as modificações e as versões modificadas. Em seguida, o desenvolvedor é responsável por registrar as novas versões criadas (*Realizar Checkin*). Nessa ação, são registrados o Desenvolvedor responsável pelo *checkin*, as modificações que foram registradas (*Modificação Registrada*), o conjunto de Versões geradas, que foram adicionadas ao repositório do projeto, e a alteração correspondente, a qual passa a ser uma *Alteração Implementada* e leva o problema para o estado “tratado” (*Problema Resolvido*). Nesse momento, o gerente deve designar um *Revisor* para avaliar se o problema foi resolvido satisfatoriamente ou não (*Atribuição de Problema para Revisão*), alterando o estado do problema para “atribuído para revisão” (*Problema Atribuído para Revisão*). Quando o revisor realiza a revisão da resolução do problema (*Revisão de Resolução de Problema*), o estado do mesmo é alterado para “revisado” (*Problema Revisado*). Se o resultado da revisão considerar o problema resolvido, o gerente pode, então, fazer o *Encerramento do Problema*, quando o problema é finalizado e seu estado é alterado para “encerrado” (*Problema Encerrado*).

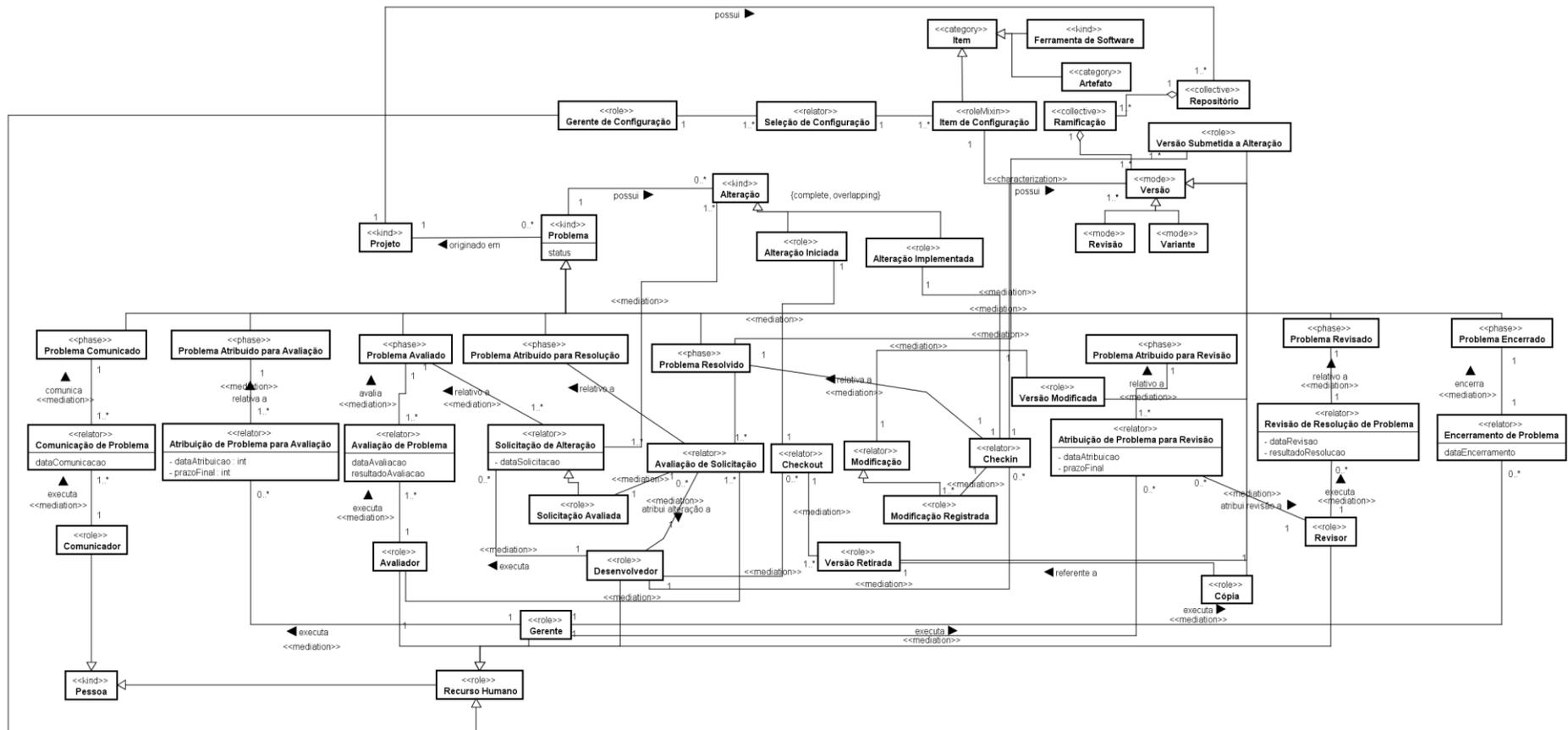


Figura 5.3 – Modelo Estrutural da Ontologia de Classe de Aplicação.

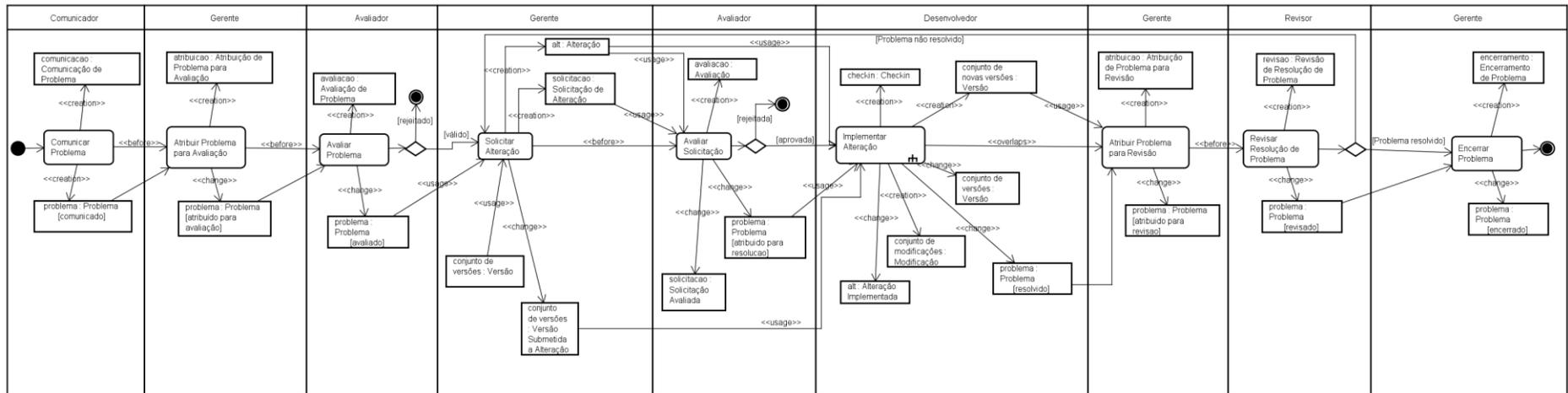


Figura 5.4 – Modelo Comportamental da Ontologia de Classe de Aplicação.

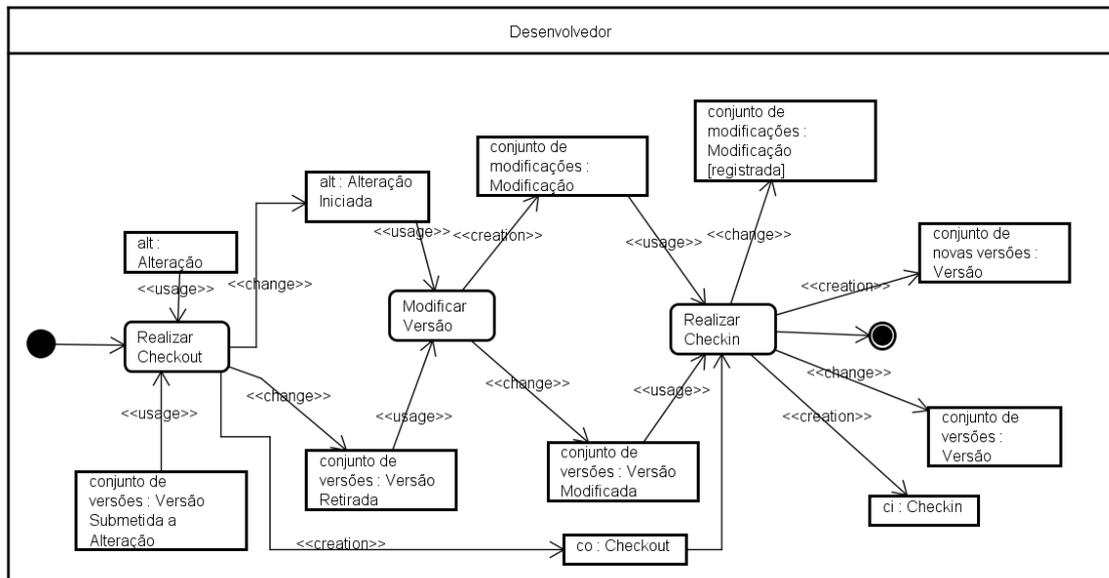


Figura 5.5 – Modelo Comportamental referente à atividade Implementar Alteração.

5.2.2.2 Realizar Análise para Integração na Camada de Dados

Conforme definido em OBA-SI, para realizar a análise da integração na camada de dados é preciso *Recuperar os Modelos Conceituais Estruturais, Efetuar Mapeamentos Verticais Estruturais, Elaborar o Modelo Estrutural de Integração e Efetuar Mapeamentos Horizontais Estruturais*. Em um trabalho anterior, a autora desta dissertação conduziu uma iniciativa de integração envolvendo MantisBT e SVN e tratando integração apenas na camada de dados. Considerando que o foco deste trabalho está na integração na camada de processo, aqui limitou-se a apresentar os principais resultados produzidos nas atividades relacionadas à integração na camada de dados. Detalhes sobre a integração na camada de dados podem ser obtidos em (CERQUEIRA, 2014).

O modelo estrutural do MantisBT relevante à integração é apresentado na Figura 5.6.

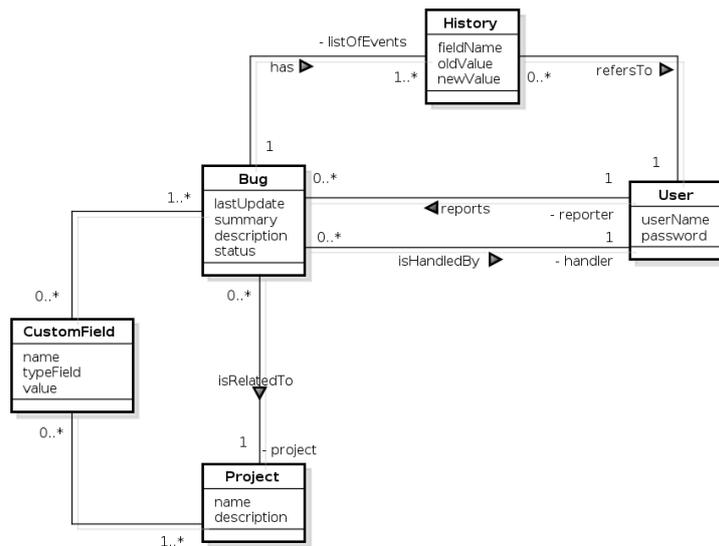


Figura 5.6 – Modelo conceitual estrutural de MantisBT (CERQUEIRA,2014).

O conceito principal do MantisBT é **Bug**. Apesar de o termo **Bug** tipicamente se referir a defeito, em MantisBT, tal conceito é usado de maneira mais abrangente, representando problemas que podem ser acerca de documentos de requisitos, do desenvolvimento de métodos e classes, ou acerca da elaboração e execução de casos de testes. Um **Bug** está relacionado a um projeto (**Project**) e tem um ou mais registros de histórico (**History**), os quais armazenam os eventos que ocorreram relacionados àquele *bug*. Cada registro de histórico (**History**) se refere a um usuário (**User**). Alguns projetos precisam registrar mais informações que outros sobre *bugs* e, por isso, existe a classe **CustomField**, que permite criar campos customizados para prover maiores informações sobre os *bugs*.

A Figura 5.7 apresenta o modelo estrutural de SVN, considerando o cenário de integração definido.

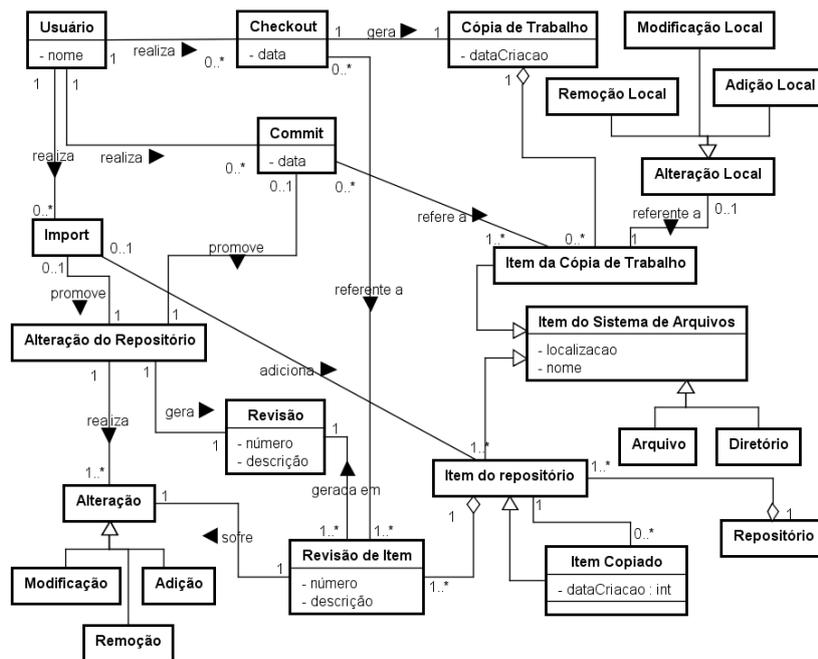


Figura 5.7 – Modelo conceitual estrutural de Subversion (CALHAU, 2011).

Um dos conceitos principais é o conceito de **Item do Sistema de Arquivos** (Item do S.A.), uma vez que o SVN é focado nele. Tal conceito representa arquivos e diretórios que compõem o sistema de arquivos, podendo estar dentro do repositório (**Item do Repositório**), onde suas versões e alterações são controladas, ou dentro de uma cópia de trabalho (**Item da Cópia de Trabalho** – Item da C.T.), representando localmente um item do repositório, ou fora deles (**Item Não Versionado** – Item N.V.). Um item do repositório pode ser uma cópia de outro (**Item Copiado**) ou não. Eles são compostos de uma ou mais **Revisões de Item**, que representam os estados deles. A revisão de um item é gerada em uma **Revisão** do repositório (um *snapshot* dele) em função de uma determinada **Ação** (adição, remoção ou modificação) realizada no item do repositório em uma **Alteração do Repositório**. As alterações nos itens do repositório ocorrem por meio de cópias locais (**Item da Cópia de trabalho**). Essas cópias locais são itens do sistema de arquivos gerados por meio de um **Checkout** realizado pelo usuário. O *checkout* gera uma cópia de trabalho que é um diretório onde as cópias locais são armazenadas. **Alterações Locais** são realizadas em itens da cópia de trabalho. Tais alterações podem ser uma **Modificação Local**, **Adição Local** ou uma **Remoção Local**. Depois de efetuadas localmente, as alterações são registradas por meio de um **Commit** realizado por um usuário. Itens não versionados do sistema de arquivo podem ser adicionados por meio de um **Import**.

Uma vez recuperados os modelos conceituais estruturais relevantes à integração, foram realizados os mapeamentos verticais estruturais, tomando-se como base a ontologia de domínio. Foram realizados mapeamentos entre conceitos e entre relacionamentos. A Tabela 5.2 apresenta os mapeamentos verticais estruturais de conceitos. Os mapeamentos entre relacionamentos podem ser encontrados em (CERQUEIRA, 2014).

Tabela 5.2 - Mapeamentos Verticais Estruturais de Conceitos.

Ontologia	MantisBT	Subversion
Problema	Bug	-
Problema Comunicado	Bug, se Bug.status = "New"	-
Comunicador	User, se Bug.reporter=User	-
Pessoa	-	Usuário
Desenvolvedor	-	-
Checkout	-	Checkout
Problema Resolvido	Bug, se Bug.status = "Resolved"	-
Checkin	-	Commit
Problema Encerrado	Bug, se Bug.status = "Closed"	-
Alteração	-	Alteração
Projeto	Project	-
Alteração Implementada	-	Alteração do Repositório
Modificação	-	Modificação Local
Modificação Registrada	-	Modificação
Cópia	-	Item da Cópia de Trabalho
Item	-	Item do Sistema de Arquivos
Item de Configuração	-	Diretório
Repositório	-	Repositório
Versão	-	Revisão de Item

É importante ressaltar que o MantisBT não é capaz de apoiar todas as atividades da o processo Gerência de Problemas, como descrito pela ontologia. Porém, ainda que o MantisBT não tenha vários conceitos explicitamente declarados, eles podem ser representados, pois o MantisBT provê a capacidade para gerentes e administradores definirem campos personalizados como meio de estender o MantisBT para lidar com informação que é específica para um grupo ou projeto. Assim, foram definidos um novo conjunto de status, um novo fluxo de mudança dos mesmos e também novos campos a serem registrados durante as mudanças, a fim de atender à maior parte da ontologia de referência.

Neste trabalho os valores admissíveis para o atributo *status* da classe *Bug* foram

customizados para o seguinte conjunto, de modo a contemplar as mesmas fases de um problema na ontologia de referência: {**Comunicado, Atribuído para Avaliação, Avaliado, Atribuído para Resolução, Resolvido, Atribuído para Revisão, Revisado, Encerrado**}. Tomando por base essa customização, a classe **History** pode ser usada para representar os diversos *relators* definidos na ontologia. A Tabela 5.3 complementa os mapeamentos verticais dos conceitos de MantisBT, agora customizado, com os conceitos da ontologia integrada.

Tabela 5.3 – Complemento aos Mapeamentos Verticais Estruturais de Conceitos.

Ontologia	MantisBT
Problema Atribuído para Avaliação	Bug, se Bug.status=Atribuído para Avaliação
Atribuição de Problema para Avaliação	History, se History.fieldName=Status, History.oldValue=Comunicado e History.newValue=Atribuído para Avaliação
Avaliador	User, quando Bug.handler = User e existe Bug.History tal que History.fieldName = Status, History.oldValue = Comunicado e History.newValue = Atribuído para Avaliação
Problema Avaliado	Bug, se Bug.status=Avaliado
Avaliação de Problema	History, se History.fieldName=Status, History.oldValue=Atribuído para Avaliação e History.newValue=Avaliado
Problema Atribuído para Resolução	Bug, se Bug.status=Atribuído para Resolução
Atribuição de Problema para Resolução	History, se History.fieldName=Status, (History.oldValue=Avaliado ou History.oldValue=Revisado) e History.newValue= Atribuído para Resolução History, e o último Bug.History.fieldName=deadline
Desenvolvedor	User, quando Bug.handler = User e existe Bug.History tal que History.fieldName = Status, History.oldValue = Avaliado e History.newValue = Atribuído para Resolução
Problema Resolvido	Bug, se Bug.status=Resolvido
Problema Atribuído para Revisão	Bug, se Bug.status=Atribuído para Revisão
Atribuição de Problema para Revisão	History, se History.fieldName=Status, History.oldValue=Resolvido e History.newValue=Atribuído para Revisão
Revisor	User, quando Bug.handler = User e existe Bug.History tal que History.fieldName = Status, History.oldValue = Resolvido e History.newValue = Atribuído para Revisão
Problema Revisado	Bug, se Bug.status=Revisado
Revisão de Resolução de Problema	History, se History.fieldName=Status, History.oldValue=Atribuído para Revisão e History.newValue=Revisado
Problema Encerrado	History, se History.fieldName=Status, History.oldValue=Revisado e History.newValue=Encerrado

A partir dos modelos conceituais e dos mapeamentos, foi elaborado o Modelo Estrutural de Integração. Uma vez que todos os conceitos das aplicações foram mapeados

para a ontologia de integração, o modelo de integração ficou igual ao modelo da ontologia de domínio integrada e não foram necessários mapeamentos horizontais.

5.2.2.3 Realizar Análise para Integração na Camada de Serviços

Similar à análise da integração na camada de dados, para realizar a análise da integração na camada de serviços foram realizadas as seguintes atividades: *Recuperar os Modelos Conceituais Comportamentais*, na qual as aplicações envolvidas na integração foram analisadas e foram identificados os serviços/funcionalidades relevantes à integração ; *Efetuar Mapeamentos Verticais Comportamentais*, que consistiu em relacionar os serviços/funcionalidades identificados com as atividades da ontologia de tarefa; *Elaborar Modelo Comportamental de Integração*, resultando na representação dos serviços/funcionalidades necessários à solução de integração; e *Efetuar Mapeamentos Horizontais Comportamentais*, quando verificou-se a existência de serviços/funcionalidades presentes no modelo comportamental de integração e sem correspondência com a ontologia de tarefa.

Para realizar a atividade *Recuperar os Modelos Conceituais Comportamentais*, os serviços/funcionalidades do MantisBT e do SVN relevantes à integração foram identificadas e representadas em diagramas de casos de uso. A Figura 5.8 apresenta o diagrama de casos de uso do MantisBT e a Figura 5.9 apresenta o diagrama de casos de uso do SVN.

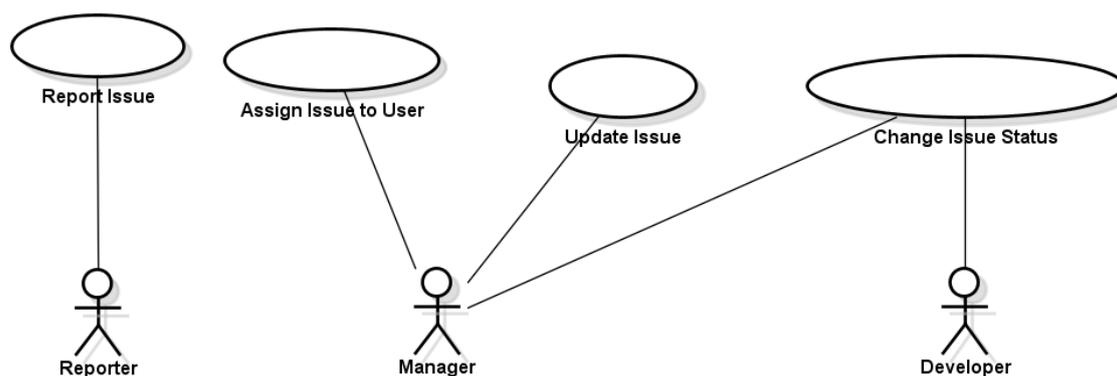


Figura 5.8 – Diagrama de Casos de Uso do MantisBT.

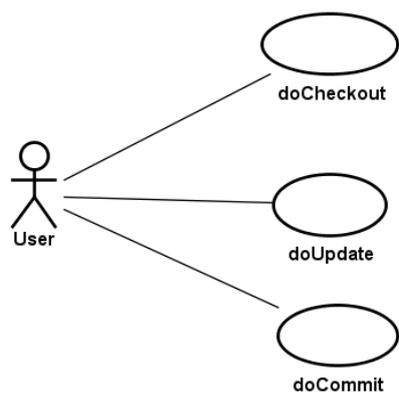


Figura 5.9 – Diagrama de Casos de Uso do SVN.

Os resultados das atividades relacionadas à integração na camada de processos são sumarizados na

Tabela 5.4. Cabe ressaltar que, embora não explorado aqui, como discutido no Capítulo 4, o Modelo Estrutural de Integração é usado no contexto da análise de integração de serviços para auxiliar na identificação e atribuição de semântica aos dados manipulados pelas funcionalidades/serviços.

Tabela 5.4 –Funcionalidades/serviços envolvidos na integração.

Atividades Apoiadas da Ontologia de Tarefa	Funcionalidades/ Serviços	Descrição do Serviço/Funcionalidade	Aplicação
Comunicar Problema	Report Issue	Permite registrar problemas.	MantisBT
Atribuir Problema para Avaliação	Assign Issue to User	Permite informar a pessoa responsável por fazer a avaliação do problema.	MantisBT
Avaliar Problema	Change Issue Status	Permite alterar o estado de um problema para avaliado.	MantisBT
Implementar Alteração/Realizar Checkout	doCheckout	Permite fazer uma cópia dos arquivos a serem alterados.	Subversion
Implementar Alteração/ Modificar Versão	doUpdate	Consiste em atualizar cópia de arquivos locais que estão sob a gerência do Subversion.	Subversion
Implementar Alteração/Realizar Checkin	doCommit	Consiste em registrar as alterações feitas em um item da cópia de trabalho no repositório.	Subversion
Atribuir Problema para Revisão	Assign Issue to User	Permite informar a pessoa responsável por fazer a revisão do problema.	MantisBT
Revisar Resolução de Problema	Change Issue Status	Permite alterar o estado do problema para revisado.	MantisBT
Encerrar Problema	Change Issue Status	Permite alterar o estado do problema para encerrado.	MantisBT

5.2.2.4 Integrar Processos de Negócio

Para tratar a integração na camada de processos, o primeiro passo é realizar a integração dos processos e, para isso, é preciso *Adequar a Estrutura dos Processos de Negócios*. Conforme mencionado no início deste capítulo, para a iniciativa de integração conduzida neste trabalho, optou-se por utilizar processos de negócio definidos por duas organizações reais. Assim, utilizou-se o processo de Gerência de Problema definido pela OSI e o processo de Gerência de Configuração de Software definido pela TecVitória. Como foram selecionados processos de organizações diferentes, o grau de detalhamento em algumas atividades é maior em um processo do que em outro.

Embora durante a adequação da estrutura dos processos de negócio seja possível realizar a reengenharia dos processos buscando sua melhoria, neste trabalho optou-se por apenas adequar a definição dos processos à Ontologia de Processo de Negócio, sem realizar alterações mais significativas na definição dos processos. A seguir, os processos são descritos usando o *template* proposto na abordagem. A Tabela 5.5 apresenta a descrição das atividades do processo de Gerência de Problemas e a Tabela 5.6 apresenta a descrição das atividades do processo de Gerência de Configuração de Software.

Tabela 5.5 – Definição do Processo Gerência de Problemas.

Atividade 1	Registrar Problema
Descrição	Consiste na identificação e registro de problema.
Pré-atividade	-
Executores	Membros da Equipe do Projeto e Usuários.
Participantes	-
Insumos	Projeto ao qual o problema se refere.
Resultados	Problema registrado.
Subatividades	Identificar Problema; Documentar Problema.
Pós-atividade	Avaliar e Priorizar Problema.
Atividade 2	Avaliar e Priorizar Problema
Descrição	Consiste na avaliação do problema, a fim de identificar se ele é pertinente, e na priorização de problemas considerando critérios estabelecidos.
Pré-atividade	Registrar Problema.
Executores	Gerente de Problema e Gerente do Projeto.
Participantes	Membros da Equipe do Projeto.
Insumos	Problema registrado.
Resultados	Problema avaliado e priorizado.
Subatividades	- Verificar se o problema já existe; - Avaliar se o problema é pertinente; - Avaliar impactos do problema; - Avaliar se o problema é crítico; - Priorizar problema em relação aos demais problemas registrados.

Pós-atividade	Alocar Equipe a Problema ou Escalar Problema (caso se trate de problema crítico).
Atividade 3	Alocar Equipe a Problema
Descrição	Consiste na alocação dos recursos humanos responsáveis para resolução do problema.
Pré-atividade	Avaliar e Priorizar Problema ou Escalar Problema (caso se trate de problema crítica)
Executores	Gerente de Problema
Participantes	Gerente do Projeto
Insumos	Problema avaliada e priorizada, Plano de Ação para Solução Crítica (caso se trate de problema crítica)
Resultados	Problema com recursos humanos alocados
Subatividades	- Identificar perfil dos recursos humanos necessários; - Verificar disponibilidade de recursos humanos; - Alocar recursos humanos a problema.
Pós-atividade	Identificar Solução para Problema ou Resolver Problema (caso se trate de problema crítica)
Atividade 4	Identificar Solução para Problema
Descrição	A equipe alocada para resolver o problema identifica possíveis soluções, analisa seus impactos e seleciona a solução a ser adotada.
Pré-atividade	Alocar Equipe a Problema.
Executores	Membros da Equipe do Projeto.
Participantes	Gerente de Problema e Gerente do Projeto.
Insumos	Problema com recursos humanos alocados.
Resultados	Soluções identificadas e seus impactos, Solução selecionada.
Subatividades	- Identificar soluções para problema; - Analisar impactos e viabilidade das soluções; - Selecionar solução.
Pós-atividade	Resolver Problema.
Atividade 5	Resolver Problema
Descrição	A equipe alocada para resolver o problema implementa a solução selecionada.
Pré-atividade	Identificar Solução para Problema ou Alocar Equipe a Problema (caso se trate de problema crítico).
Executores	Membros da Equipe do Projeto.
Participantes	Gerente de Problema, Gerente do Projeto.
Insumos	Problema com recursos humanos alocados, Solução selecionada (caso não se trate de problema crítico), Plano de Ação para Solução Crítica (caso se trate de problema crítico).
Resultados	Problema resolvido e Solução implementada.
Subatividades	- Implementar solução; - Testar solução implementada.
Pós-atividade	Encerrar Problema.
Atividade 7	Encerrar Problema
Descrição	A solução implementada é avaliada e, se aprovada, é disponibilizada e o problema é concluída. Caso a solução implementada não seja aprovada, deve-se retornar à atividade Resolver Problema para que os ajustes necessários sejam realizados.
Pré-atividade	Resolver Problema.
Executores	Equipe de Qualidade, Comitê Executivo.
Participantes	-
Insumos	Problema resolvido, Solução implementada.
Resultados	Solução Aprovada ou Reprovada, Problema Encerrado (se solução aprovada)

	e ajustes necessários (se solução reprovada).
Subatividades	- Avaliar solução implementada; - Comunicar resultados da avaliação.
Pós-atividade	Resolver Problema (caso a solução seja reprovada e sejam necessários ajustes).

Tabela 5.6 – Definição do Processo Gerência de Configuração de Software.

Atividade 3	Controlar Configuração
Descrição	Visa controlar a evolução dos itens de configuração (ICs), por meio do: (i) controle de solicitações de modificação, analisando o seu impacto e notificando os afetados, de modo a evitar retrabalho e efeitos colaterais indesejáveis, e (ii) controle das versões produzidas como resultados das modificações.
Pré-atividade	Identificar Itens de Configuração.
Executores	Gerente de Configuração, Comitê de Controle da Configuração, Desenvolvedores.
Participantes	-
Insumos	ICs a serem modificados (ou a serem inicialmente registrados no sistema) Novas versões de ICs (a serem registradas no sistema).
Resultados	Base de dados de solicitações, Solicitação de Modificação (analisada), Novas versões de ICs registradas no sistema, <i>Baselines</i> (com descrição associada)
Subatividades	<ul style="list-style-type: none"> - Criar <i>baseline</i>. - Efetuar solicitação de modificação. - Priorizar solicitação de modificação. - Analisar impacto da modificação. - Obter acordo com <i>stakeholders</i>. - Avaliar solicitação de modificação. - Atribuir solicitações aos responsáveis pela mudança. - Acompanhar as modificações até a sua conclusão - Realizar <i>checkout</i> de itens a serem alterados - Implementar a modificação. - Realizar <i>checkin</i> dos itens alterados. - Verificar a modificação. - Atualizar <i>baseline</i>. - Armazenar e disponibilizar as informações para <i>stakeholders</i>.
Pós-atividade	- Efetuar auditoria da configuração Gerenciar liberação e entrega

Considerando-se os processos alinhados à Ontologia de Processo de Negócio e a ontologia de tarefa, o próximo passo realizado foi ***Efetuar Mapeamentos Verticais de Processos***. Para isso, atividades dos processos de negócio envolvidas na integração são mapeadas para atividades da ontologia de tarefa. Papéis, insumos e produtos também são mapeados. A Tabela 5.7 apresenta os mapeamentos verticais referentes a atividades. **Erro! Fonte de referência não encontrada.** e a **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresentam os mapeamentos em relação aos papéis envolvidos nas atividades da integração e aos insumos/resultados dessas atividades respectivamente. O mapeamento de papéis, insumos e produtos permite identificar dados envolvidos na execução do processo. Ao se identificar como as atividades estão relacionadas com a ontologia de tarefa

integrada, é possível identificar conflitos e relações entre conceitos das aplicações. Além disso, a existência de atividades na ontologia de tarefa sem correspondência nos processos pode ser entendida como sinal de que os processos definidos apresentam lacunas, as quais podem ser consideradas como fonte para melhoria da definição dos processos.

Tabela 5.7 - Mapeamentos Verticais referentes a Atividades.

Ontologia de Tarefa Integrada	Processo de Gerência de Problemas	Processo de Gerência de Configuração de Software
Comunicar Problema	Registrar Problema	Efetuar solicitação de modificação
Atribuir Problema para Avaliação	-	-
Avaliar Problema	Avaliar e Priorizar Problema	Avaliar solicitação de modificação
Implementar Alteração/Realizar <i>Checkout</i>	-	Realizar <i>checkout</i> de itens a serem alterados
Implementar Alteração /Modificar Versão	Resolver Problema/ Implementar solução	Implementar a modificação
Implementar Alteração/Realizar <i>Checkin</i>	-	Realizar <i>checkin</i> dos itens alterados.
Atribuir Problema para Revisão	-	-
Revisar Resolução de Problema	Resolver Problema (Subatividade Testar solução implementada)	Verificar a modificação
	Encerrar Problema/Avaliar solução implementada;	
Encerrar Problema	Encerrar Problema	Atualizar <i>baseline</i>

Após a realização dos mapeamentos verticais, foi realizada a atividade ***Elaborar Modelo de Processo Integrado***. Para isso, tomou-se como base o modelo da ontologia de tarefa e, em seguida, foram incluídas as atividades dos processos sem mapeamento com a ontologia. O Modelo de Processo Integrado é similar ao modelo comportamental da ontologia de tarefa, diferindo por incluir a atividade Identificar Solução para o Problema, que está presente no processo de Gerência de Problemas e não possui equivalência com a ontologia de tarefa. A Figura 5.10 apresenta o Modelo de Processo Integrado. Uma vez que as atividades que compõem a atividade Resolução de Problema de Software são as mesmas definidas na ontologia, o diagrama com o detalhamento dessa atividade é o mesmo apresentado na Figura 5.5.

Em seguida, realizou-se a atividade ***Efetuar Mapeamentos Horizontais de Processos***, na qual atividades descritas pela ontologia e presentes no modelo de integração são mapeadas. Assim, são realizados os mapeamentos que não foram considerados na

realização dos mapeamentos verticais. Conforme mencionado no parágrafo anterior, no Modelo de Processo Integrado foi incluída apenas a atividade Identificar Solução para Problema e a **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta seu mapeamento horizontal.

Tabela 5.8 – Mapeamento Horizontal referente a Atividades.

Modelo Integrado			Processo de Gerência de Problemas			Processo de Gerência de Configuração de Software
Identificar Problema	Solução para		Identificar Problema	Solução para		-

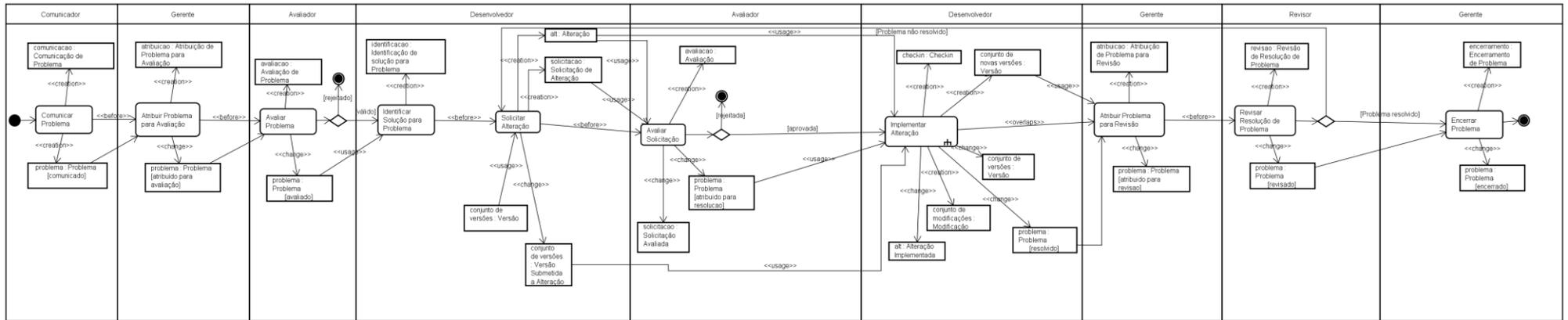


Figura 5.10 - Modelo de Processo Integrado.

5.2.2.5 Realizar Análise para Integração de Serviços e Processos

Nesta atividade é preciso **Relacionar Processos e Serviços com base na Ontologia de Tarefa**, quando a ontologia de tarefa é usada como modelo de referência para relacionar funcionalidades/serviços e atividades do processo integrado, e **Relacionar Processos e Serviços Complementares**, quando funcionalidades/serviços sem relação com a ontologia de tarefa, mas necessários à integração são relacionados às respectivas atividades do processo integrado por eles apoiadas. A Figura 5.11 ilustra as relações existentes entre funcionalidades/serviços, ontologia de tarefa e processo integrado. Essas relações são obtidas a partir do Modelo Comportamental Integrado e do Modelo de Processo Integrado. A partir da figura percebe-se que a funcionalidade *Change Issue Status* apoia a atividade Avaliar Problema no processo integrado, uma vez que ambas são mapeadas para a atividade de mesmo nome na ontologia de tarefa. A funcionalidade *Update Issue*, por sua vez, não tem mapeamento com a ontologia de tarefa, mas apoia a atividade *Identificar Solução para Resolução*.

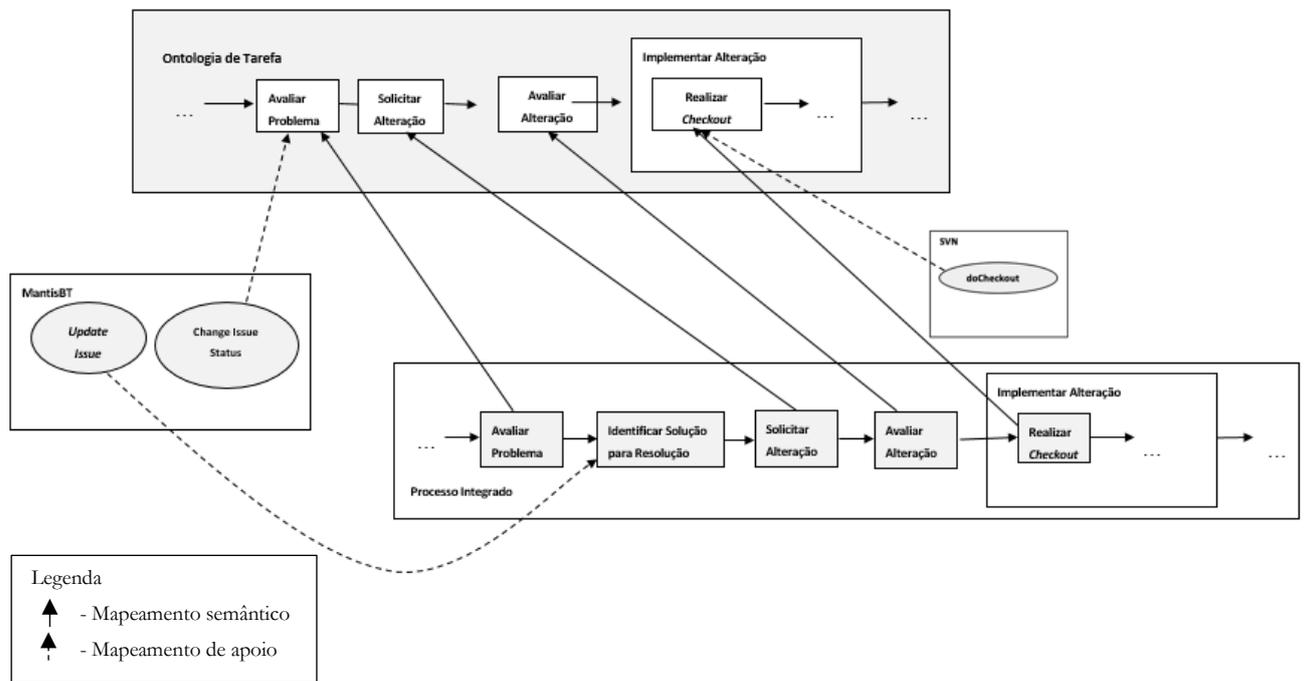


Figura 5.11 – Relações entre serviços e atividades do processo integrado.

Vale destacar que durante a iniciativa de integração a funcionalidade *Update Issue* foi identificada como necessária à integração apenas depois que os mapeamentos de processo foram realizados, quando se evidenciou a existência de uma atividade do processo de negócio sem mapeamento com a ontologia de tarefa e a necessidade de se identificar uma funcionalidade para apoiá-la. Assim, passou-se a ter um mapeamento horizontal

comportamental que não havia sido identificado no contexto da atividade ***Realizar Análise para Integração na Camada de Serviços***, uma vez que o Modelo Comportamental de Integração passa a incluir essa funcionalidade/serviço, provida pelo MantisBT e sem mapeamento com a ontologia de tarefa. O complemento às funcionalidades/serviços envolvidos na integração que foram apresentados na Tabela 5.4, é apresentado a seguir, na Tabela 5.11.

Tabela 5.9 –Funcionalidades/serviços envolvidos na integração.

Atividade da Ontologia de Tarefa	Funcionalidades/Serviços	Descrição do Serviço/Funcionalidade	Aplicação
Identificar Solução para Problema	<i>Update Issue</i>	Permite registrar a descrição da solução identificada.	MantisBT

Considerando-se as relações entre serviços/funcionalidades e as atividades do processo integrado, foi definido o Modelo de Integração de Serviços e Processo, utilizando-se a ferramenta ArchiMate, como sugerido no capítulo anterior. O modelo é apresentado na Figura 5.12.

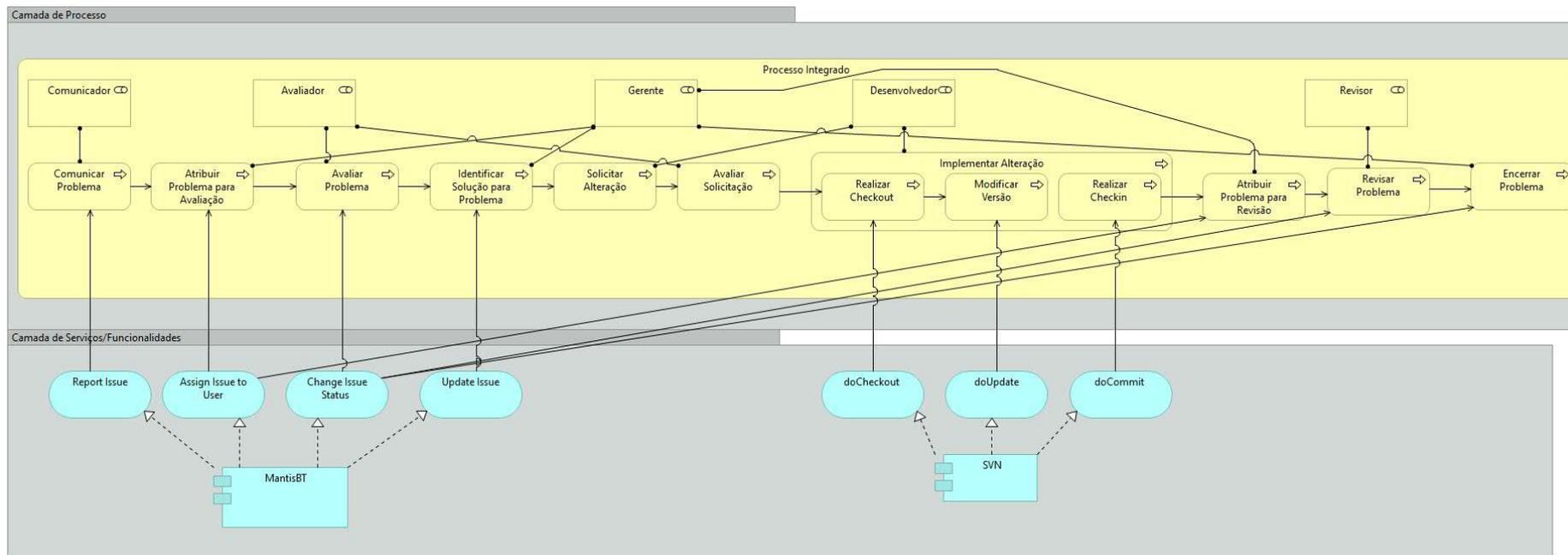


Figura 5.12 - Modelo Integrado de Processos e Serviços.

5.2.2.6 - Identificar e Analisar Requisitos Adicionais para a Solução Integrada

Uma vez concluída a análise para integração de processos e serviços, é possível identificar atividades do processo que não são apoiadas por nenhuma das aplicações integradas. Como mostra a Figura 5.12, nem todas as atividades do processo integrado são apoiadas pelas ferramentas Mantis e SVN e, portanto, à primeira vista há necessidade de se incorporar à solução integrada a ser desenvolvida duas novas funcionalidades/serviços para apoiar as atividades Solicitar Alteração e Avaliar Solicitação.

5.2.3 Projeto e Implementação da Integração

Uma vez concluída a fase de análise da integração, foram realizadas as atividades diretamente relacionadas à construção da solução de integração. OBA-SI não se compromete com nenhuma tecnologia específica, mas sugere o uso de mediadores para realizar a comunicação entre as aplicações.

A solução de integração deve prover todas as funcionalidades/serviços necessários para que o processo integrado possa ser adequadamente apoiado. Conforme ilustra o Modelo Integrado de Processo e Serviços (Figura 5.12), algumas dessas funcionalidades são providas pelas aplicações sendo integradas (MantisBT e SVN). Porém, como discutido na atividade anterior, algumas atividades do processo integrado não têm funcionalidades de apoio providas pelo MantisBT ou pelo SVN. Assim, novas funcionalidades são necessárias para apoiar as atividades Solicitar Alteração e Avaliar Solicitação. Essas funcionalidades devem ser implementadas como parte da solução de integração.

Observando-se o Modelo Integrado de Processo e Serviços (Figura 5.12), é possível notar que as quatro primeiras atividades do processo integrado (Comunicar Problema, Atribuir Problema para Avaliação, Avaliar Problema e Identificar Solução para Problema) e as três últimas (Atribuir Problema para Revisão, Revisar Problema e Encerrar Problema) são apoiadas diretamente por funcionalidades providas pela interface de site do MantisBT. Portanto, não há necessidade que um mediador faça a mediação dessas funcionalidades para que as atividades possam ser realizadas. Nota-se que as atividades diretamente apoiadas por funcionalidades do MantisBT são aquelas oriundas do processo de Gerência de Problemas.

Para apoiar as demais atividades, que se referem a atividades do processo Gerência de Configuração de Software que foram integradas ao processo integrado, são utilizadas funcionalidades/serviços do SVN, sendo necessário que um mediador realize a comunicação entre MantisBT e SVN.

O MantisBT oferece uma interface para utilização de suas funções e permite customização de suas funções e atributos das mesmas. A Figura 5.13 mostra a interface de demonstração do MantisBT. Como o MantisBT é um sistema web para controle de problemas, optou-se por desenvolver o mediador em um ambiente também web.

The screenshot displays the MantisBT web interface. At the top left is the Mantis Bug Tracker logo. The navigation bar includes links for 'Anônimo', 'Entrar', and 'criar uma nova conta'. The current date and time are '2016-11-15 06:55 EST'. The project name is 'mantisbt'. Below the navigation bar are tabs for 'Minha Visão', 'Ver Casos', 'Registro de Mudanças', 'Planejamento', 'Wiki', and 'Repositories'. The main content area is divided into three columns:

- Não Atribuídos (1 - 6 / 2058):** A list of 6 unassigned tickets, including 'review ES translation for "hide status" localization' and 'CSP violations on page Manage Plugins html'.
- Modificados Recentemente (1 - 6 / 13250):** A list of 6 recently modified tickets, including 'Passwords using MD5 authentication' and 'Mettre a jour la résolution et l'état en même temps upgrade'.
- Resolvidos (1 - 6 / 22):** A list of 6 resolved tickets, including 'Upgrade the ticket upgrade' and 'Undefined offset warning in summary page reports'.
- Linha do tempo:** A vertical timeline showing activity from 2016-11-08 to 2016-11-15, with entries like 'cproensa comentou a incidencia 0021872' and 'atrol fechou a incidencia0021832'.

Figura 5.13 – Tela de Demonstração do MantisBT.

Para realizar a resolução de problemas, ou seja, criar as alterações necessárias para resolver um problema, realizar *checkout* dos itens a serem alterados, implementar as alterações e realizar *checkin* dos itens modificados, são utilizadas as funcionalidades do mediador SVN. As funcionalidades são disponibilizadas a partir de um menu, por meio das opções *Repositório*, que apoia o controle do repositório de artefatos do projeto, *Item de Configuração*, que apoia a criação de itens que são gerenciados e alterados dentro do repositório, *Alteração*, que apoia o controle das alterações desde a criação até a finalização, e *Problema*, que apoia a consulta de problemas e permite a criação de alterações a partir de problemas que já foram atribuídos para resolução. A Figura 5.14 apresenta esse menu.



Figura 5.14 – Menu de funcionalidades do mediador SVNODE.

Para o desenvolvimento desse mediador, foram analisados as aplicações e os meios a partir dos quais a integração podia ser realizada. O SVN é um sistema que foi desenvolvido para ser usado em linha de comando. Por ser uma interface não muito intuitiva, ferramentas foram desenvolvidas para prover interfaces mais fáceis de utilização para usuários, ou seja, as funcionalidades providas pelo SVN são apresentadas a partir de interfaces que evitam que o usuário do sistema tenha que fazer acesso pela linha de comando e tenha conhecimento sobre os comandos do Subversion.

Subversion já possui uma biblioteca de funcionalidades, SVNKit, para que haja acesso ao controle de repositório realizado pelo Subversion, enquanto o MantisBT não. Dessa forma, foi desenvolvido um *Plugin*, chamado Observador, que faz acesso ao banco de dados do MantisBT, como parte do mediador. Esse *plugin* se comporta como um observador de eventos do MantisBT.

Além disso, optou-se por dividir o mediador em duas partes: uma parte que faz a comunicação com o MantisBT, através do Observador, e outra que provê funcionalidades que encapsulam o SVN, a saber: Controlar Repositório, Controlar Alteração, Controlar Problema, Controlar Item de Configuração, Efetuar *Checkout* e Efetuar *Checkin*. É importante ressaltar que as funcionalidades Controlar Repositório e Controlar Item de Configuração foram incluídas nessa fase de projeto porque estes realizam o controle de artefatos e suas versões no repositório do projeto, que são entradas e saídas das funcionalidades Efetuar *Checkout* e Efetuar *Checkin*. A funcionalidade Controlar Problema foi implementada para prover uma interface para acompanhamento dos estados dos problemas sem que seja necessário abrir a interface do MantisBT. Essas funcionalidades interagem com serviços da API do SVN. Como essa ferramenta foi desenvolvida no

mesmo ambiente que o mediador do MantisBT, ela possui acesso às funcionalidades do mediador e permite ligação entre as atividades do processo integrado, resultando no fluxo de execução do processo.

Pelo mediador, é possível controlar e obter as atualizações feitas nos problemas no MantisBT. É importante ressaltar que os problemas, tanto no MantisBT quanto no mediador, possuem equivalência, pois a integração foi implementada com as duas vias de comunicação, nos sentidos mediador → MantisBT e MantisBT → mediador. Vale a pena ressaltar que a maior parte da comunicação ocorre no sentido MantisBT → mediador, pois a maior parte do processo alvo desta iniciativa de integração é realizada no MantisBT. Para permitir essa comunicação foi necessário que o mediador oferecesse alguns serviços para serem utilizados pelo Observador no MantisBT. Diferentemente da mediação MantisBT → mediador, a integração com a aplicação Subversion só ocorre em um sentido.

A Figura 5.15 ilustra uma visão geral da arquitetura da solução de integração desenvolvida.

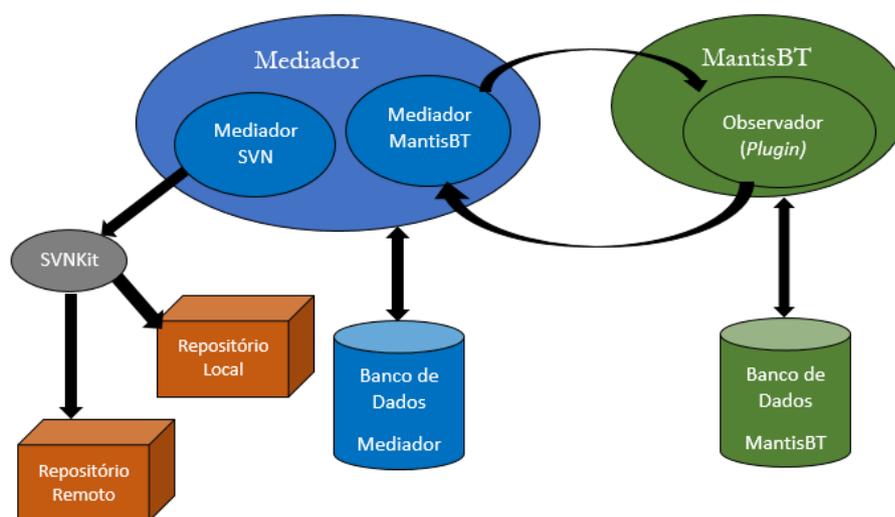


Figura 5.15 - Arquitetura da Integração Mediador, Subversion e MantisBT.

Para implementar o mediador foram utilizados a linguagem de programação Java, o banco de dados relacional PostgreSQL e os *frameworks* Hibernate (mapeamento objeto-relacional), Zkoss (interface com o usuário) e Spring (injeção de dependência). Para implementar a comunicação entre o mediador e MantisBT, foi utilizada a API *mantisconnect-client*.

Para implementar o Observador foram utilizados a linguagem *Hypertext Preprocessor*

(PHP), linguagem na qual a ferramenta MantisBT foi desenvolvida, e o banco de dados relacional MySQL.

A Figura 5.16 mostra uma visão geral da relação entre as funcionalidades, seus provedores na solução de integração e atividades do processo integrado apoiadas. O modelo apresentado na figura é similar ao Modelo Integrado de Processos e Serviços, mas apresenta a arquitetura final das camadas de serviço e processo, com inclusão do mediador. A comunicação entre o mediador Mantis e o mediador SVN se dá através da implementação do padrão *Observer* em Java, a partir do qual sempre que ocorre uma atualização nos dados de um problema gerenciado pelo mediador Mantis, o mediador SVN é notificado dessa atualização.

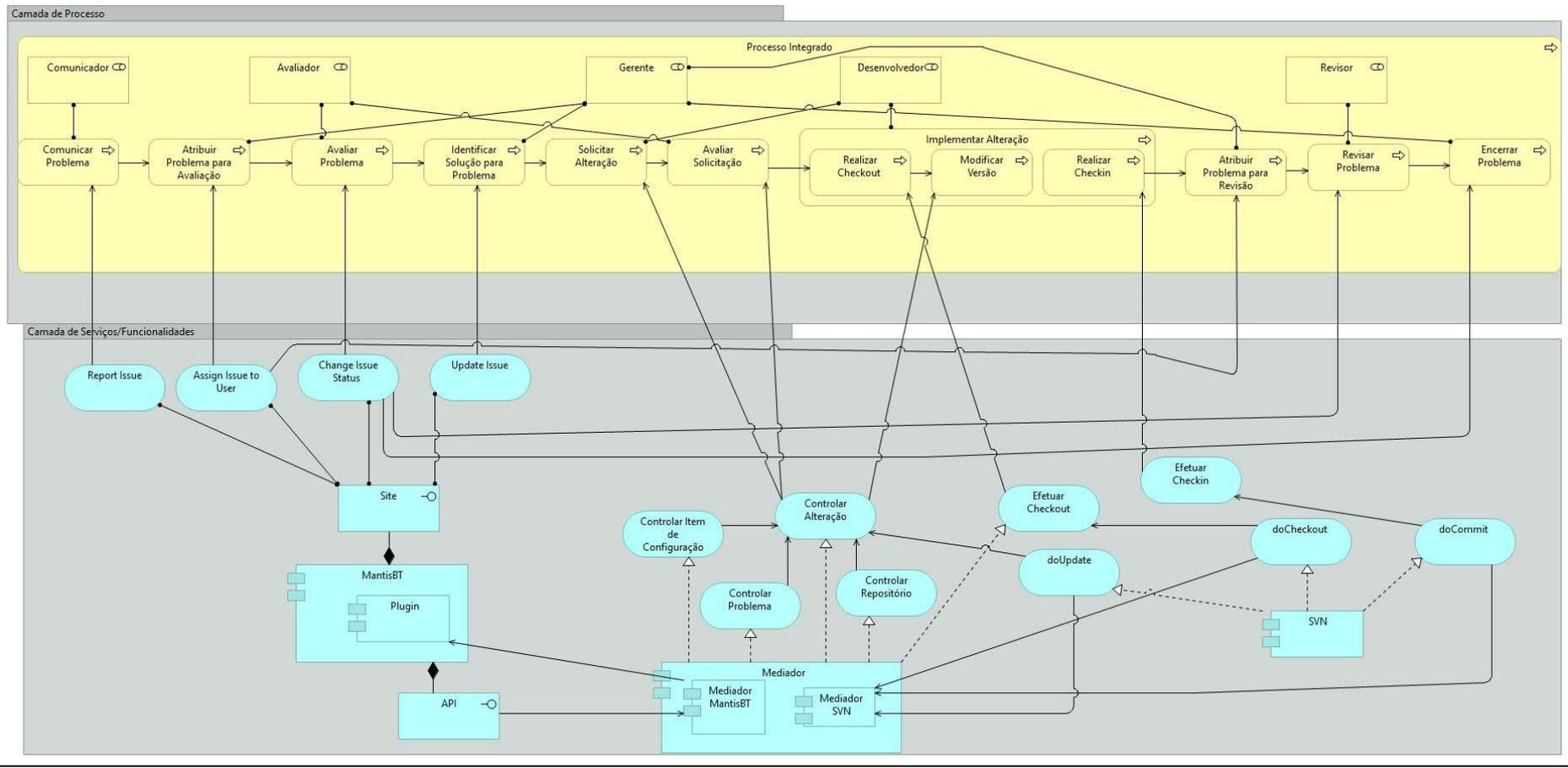


Figura 5.16 – Relação entre as camadas de serviço e processo na solução de integração.

5.2.2.6 Telas da Solução de Integração Implementada

A seguir, são apresentadas algumas telas com exemplos de utilização da solução de integração. As funcionalidades relacionadas ao controle de problemas, desde a comunicação de um problema até seu encerramento, com exceção da funcionalidade de resolução, que é provida a partir do Mediador SVN, são disponibilizadas pelo MantisBT.

A Figura 5.17 apresenta a tela que apoia a realização da primeira atividade do processo, Comunicar Problema. Nessa atividade, realizada através da interface oferecida pelo MantisBT, são registrados todos detalhes referente ao problema identificado e ele é atribuído a um responsável.

The screenshot shows the MantisBT interface for reporting a problem. The header includes the Mantis logo, the user 'laylladuarde (Laylla - administrador)', the date '2016-11-30 14:30 UTC', and the project 'ODE7'. A navigation bar contains links like 'Principal', 'Minha Visão', 'Ver Casos', 'Relatar Caso', 'Registro de Mudanças', 'Planejamento', 'Resumo', 'Gerenciar', 'Minha Conta', and 'Sair'. The main form is titled 'Digite os Detalhes do Relatório' and contains several sections: 'Categoria' (dropdown), 'Frequência' (dropdown), 'Gravidade' (dropdown), 'Prioridade' (dropdown), 'Selecionar Perfil' (checkbox), 'Plataforma', 'SO', and 'Versão SO' (input fields), 'Atribuir a' (dropdown), 'Resumo' (text area), and 'Descrição' (text area). The 'Resumo' field contains the text 'Descrição incorreta no documento de requisitos.' and the 'Descrição' field contains 'Documento de Requisitos apresenta informação que não está de acordo com os desejos do cliente.'

Figura 5.17 - Tela referente à atividade Comunicar Problema.

Após o registro do problema, na atividade Atribuir Problema para Avaliação, o responsável ao qual o problema foi atribuído anteriormente indica um avaliador para o problema. A Figura 5.18 apresenta a tela do MantisBT relativa a essa atividade.

The screenshot shows the MantisBT interface for assigning an evaluator. The header is similar to Figure 5.17, but the user is 'Gerente (André - administrador)'. The main form is titled 'Atribuir Problema para Avaliação' and contains: 'Atribuído a' (dropdown with 'avaliador' selected), 'Adicionar Anotação' (text area with the text 'Favor conferir se é real esse erro.'), and 'Visibilidade' (checkbox for 'privado'). A button at the bottom is labeled 'Atribuir Problema para Avaliação'.

Figura 5.18 - Tela referente à atividade Atribuir Problema para Avaliação.

Em seguida, na atividade Avaliar Problema, o avaliador realiza a avaliação do

problema e decidir se deve ou não ser tratado. A Figura 5.19 apresenta a interface que apoia essa atividade.

The screenshot shows the Mantis Bug Tracker interface. At the top left is the Mantis logo. The header includes the user 'Acessando como: avaliador (Avaliador - administrador)', the date '2016-11-30 14:55 UTC', and the project 'Projeto: ODE7'. A navigation bar contains links: 'Principal | Minha Visão | Ver Casos | Relatar Caso | Registro de Mudanças | Planejamento | Resumo | Gerenciar | Minha Conta | Sair'. There are also fields for 'Caso #' and 'Ir para', and a 'Recentemente Visitado' section. The main content area is titled 'Avaliado' and contains a form with the following sections: 'Atribuído a' (Gerente), 'Adicionar Anotação' (containing the text 'O problema está corretamente identificado e deve ser tratado.'). At the bottom, there is a 'Visibilidade' section with a 'privado' checkbox and an 'Avaliar Problema' button.

Figura 5.19 - Tela referente à atividade Avaliar Problema.

Uma vez identificado como problema a ser tratado, deve-se Identificar Solução para Problema. Para realizar essa atividade, no MantisBT deve ser feita uma atualização dos dados do problema registrado, identificando-se a solução a ser adotada. A Figura 5.20 mostra a tela onde informações sobre a solução do problema são registradas.

The screenshot shows the Mantis Bug Tracker interface for recording a solution. It features three main text input areas: 'Passos para Reproduzir', 'Informações Adicionais' (containing the text 'Uma das soluções é alterar o arquivo de requisitos na presença do cliente.'). At the bottom, there is a 'privado' checkbox and an 'Atualizar Informação' button.

Figura 5.20 - Tela referente à atividade Solução para Problema.

Uma vez que tenha sido identificada solução para o problema deve-se Solicitar Alteração, atividade apoiada pelo mediador, que oferece a tela ilustrada na Figura 5.21 para criação de solicitação de alteração e acompanhamento desta considerando informações do problema registrado no MantisBT.

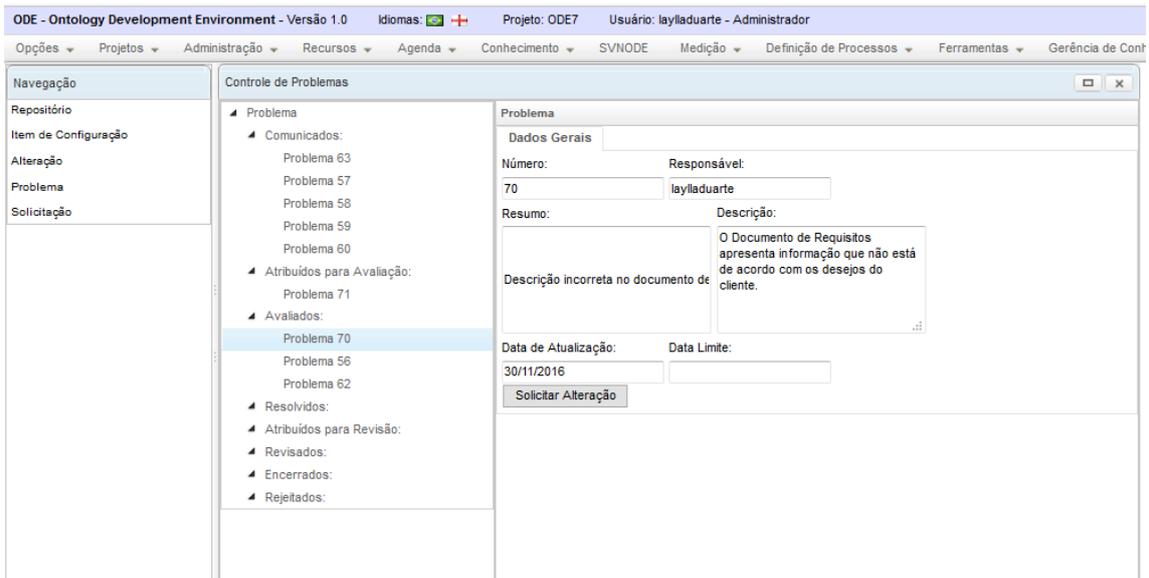


Figura 5.21 - Tela referente à escolha do problema para o qual será solicitada uma alteração.

Conforme mostra a Figura 5.22, na atividade Solicitar alteração devem ser identificados o responsável pela alteração, a descrição da solicitação, o tipo da mesma assim como deve ser identificado a versão do artefato relacionado a alteração desejada. A ramificação do repositório deve ser selecionada para que o mediador identifique quais os artefatos relacionados à alteração.

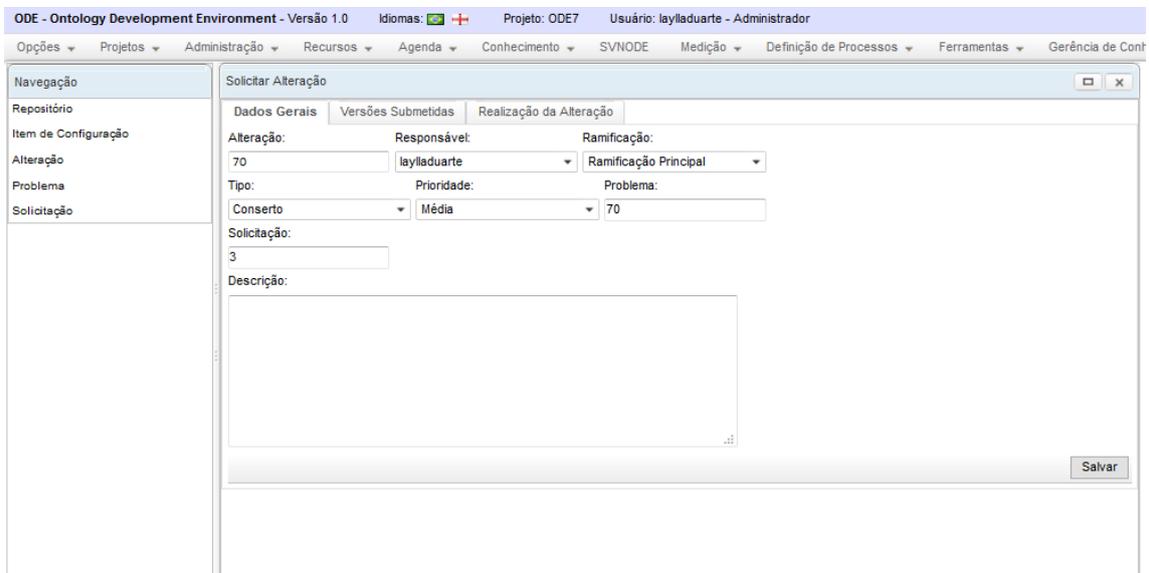


Figura 5.22 - Tela referente à atividade Solicitar Alteração.

Uma vez que feita a solicitação de alteração, passa-se a atividade Avaliar Solicitação, que é apoiada pela tela apresentada na Figura 5.23. Nessa atividade o avaliador registra o parecer sobre a alteração proposta.

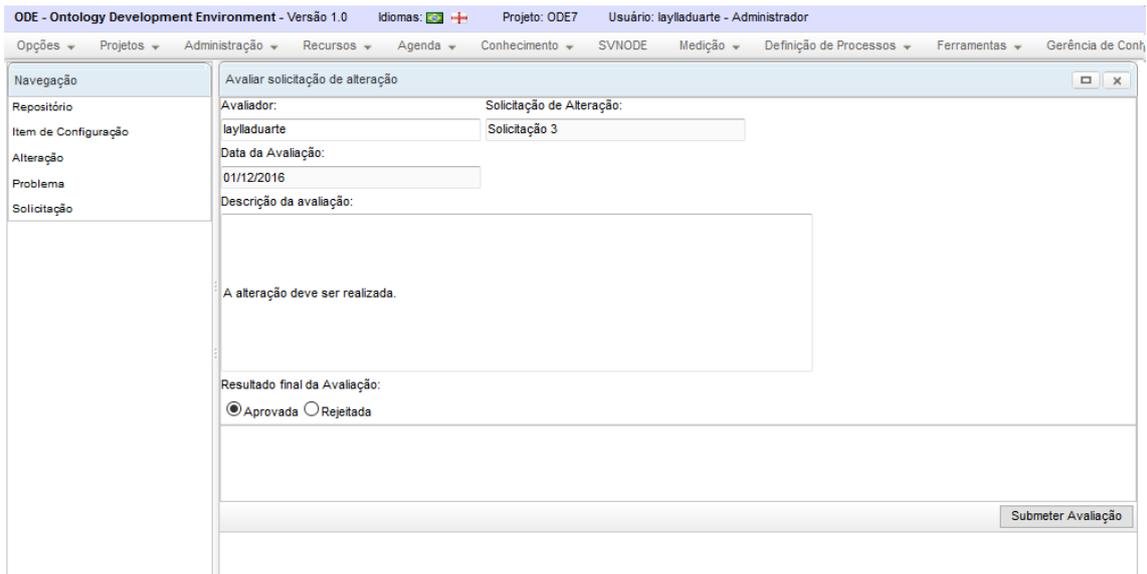


Figura 5.23 - Tela referente à atividade Avaliar Solicitação de Alteração.

Em seguida, é realizada a atividade Realizar *Checkout*, que é apoiada pela tela apresentada na Figura 5.24, na qual deve ser indicado o local para o qual o artefato que sofrerá a alteração deve ser copiado.

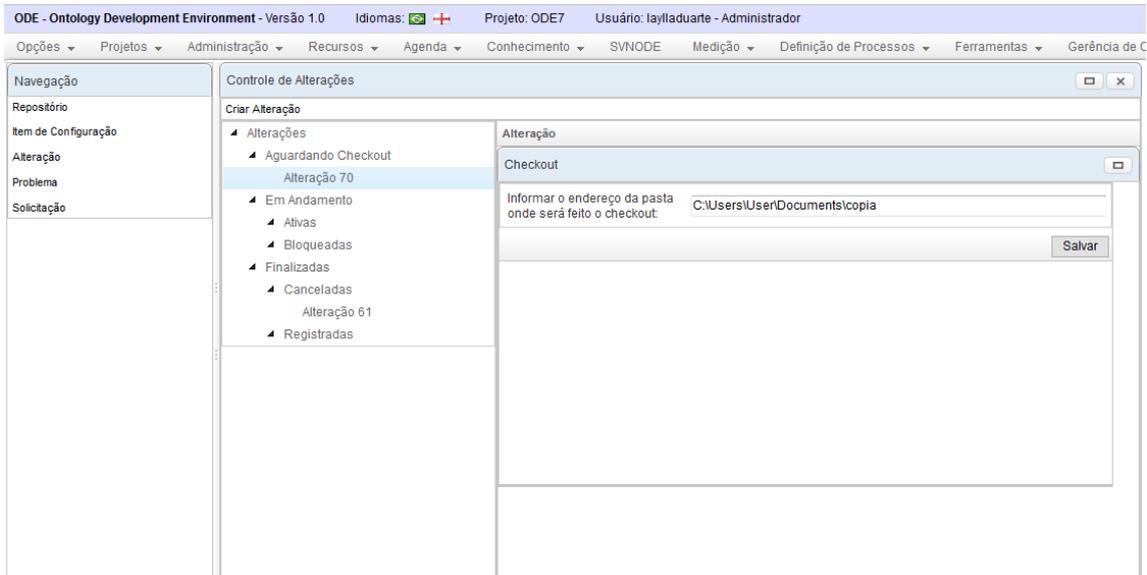


Figura 5.24 - Tela referente à atividade Realizar *Checkout*.

A próxima atividade do processo é Modificar Versão. Essa atividade é apoiada pela solução de integração apenas no que diz respeito ao acompanhamento da alteração, pois a alteração propriamente dita não é feita na solução integrada desenvolvida. Uma vez realizadas as alterações, deve-se Realizar *Checkin* dos itens alterados. A Figura 5.25

apresenta a tela do mediador na qual o responsável pela alteração pode anexar os itens a serem incluídos no repositório do projeto.

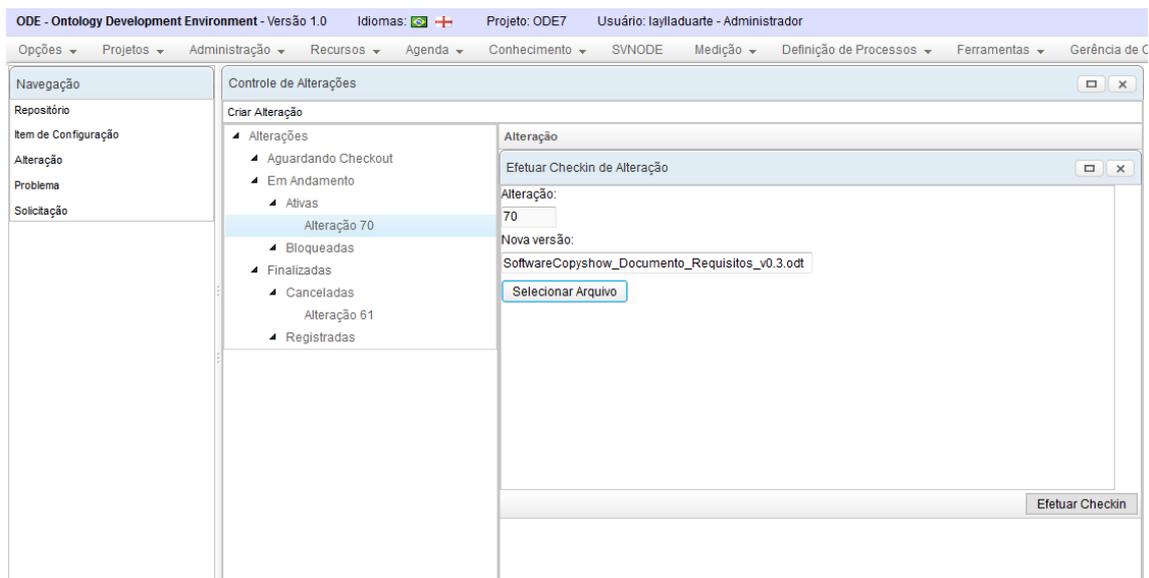


Figura 5.25 - Tela referente à atividade Realizar *Checkin*.

Depois que o checkin foi feito, o estado do problema é atualizado para resolvido no mediador e no MantisBT. As atividades Revisar Problema e Encerrar Problema são realizadas no MantisBT, conforme mostram a Figura 5.26 e a Figura 5.27.



Figura 5.26 – Tela referente à atividade Revisar Problema.

Encerrado	
Atribuído a	laylladuarte
Adicionar Anotação	<div style="border: 1px solid gray; height: 100px;"></div>
Visibilidade	<input type="checkbox"/> privado
<input type="button" value="Encerrar Problema"/>	

Figura 5.27 – Tela referente à atividade Encerrar Problema.

5.3 Considerações Finais do Capítulo

Este capítulo apresentou a aplicação da evolução de OBA-SI proposta neste trabalho para integrar aplicações de apoio aos processos Gerência de Problema e Gerência de Configuração de Software. O uso da nova versão de OBA-SI em uma iniciativa de integração mostrou que a abordagem é viável. No entanto, é preciso considerar que a abordagem foi utilizada por seu proponente, o que implica em viés em sua utilização. Além disso, a iniciativa de integração não foi realizada em um caso real em uma organização. Assim, para uma melhor avaliação da abordagem, a nova versão de OBA-SI deve ser utilizada para conduzir iniciativas de integração de aplicações em casos reais e por outras pessoas.

A Ontologia de Processo de Negócio foi útil para identificar as atividades de cada processo e facilitar o alinhamento entre os processos. A ideia inicial é que a Ontologia de Processo de Negócio proposta neste trabalho oferecesse apoio tanto para integração na camada de processos como na camada de serviços, mas como não foi trabalhada a utilização da ontologia para a camada de serviços, foi apresentado o apoio apenas para alinhamento dos processos. A ontologia serve como base para identificar conceitos semelhantes ou equivalentes entre diferentes aplicações e processos.

Capítulo 6

Conclusão

Neste capítulo são feitas as considerações finais deste trabalho (Seção 6.1), sendo apresentadas suas principais contribuições (Seção 6.2) e perspectivas de trabalhos futuros para continuidade e aprimoramento da pesquisa (Seção 6.3).

6.1 Considerações Finais

Organizações realizam diversos processos de negócio que devem interagir entre si visando atingir objetivos de negócio (KIM *et al.*, 2006). Tais processos tipicamente são apoiados por aplicações. Assim, não só os processos, mas também as aplicações que os apoiam, devem ser integrados para potencializar o alcance aos objetivos de negócio. Nesse contexto, é importante que a integração se dê no nível semântico, ou seja, que processos e sistemas sejam integrados levando em consideração a semântica dos dados manipulados, dos serviços computacionais de apoio e dos processos sendo realizados.

Ontologias têm sido reconhecidas como um instrumento útil para lidar com significados e heterogeneidades semânticas (CALHAU; FALBO, 2010). Muitos autores consideram que ontologias representam o “coração do futuro da integração de integração” (IZZA, 2009).

No contexto deste trabalho, o estado da arte de iniciativas de integração semântica de aplicações tratando a camada de processos foi investigado através de um mapeamento sistemático (CERQUEIRA *et al.*, 2016). Com isso, algumas lacunas foram identificadas, entre elas: (i) falta de abordagens sistemáticas para guiar a integração na camada de processos; (ii) ontologias de tarefa não têm sido usadas para apoiar integração de processos; e (iii) ausência de uma conceituação geral sobre processos de negócio.

Considerando-se essas lacunas, este trabalho teve como objetivo definir uma abordagem para integração semântica de aplicações com foco na integração de processos. Para isso, OBA-SI, originalmente proposta em (CALHAU, 2011), foi evoluída. As principais contribuições da evolução realizada em OBA-SI são: (i) refinamento da fase de levantamento de requisitos da integração; (ii) separação das atividades relativas à análise de integração de acordo com a camada à qual se referem; (iii) detalhamento das atividades relacionadas à integração na camada de processos; (iv) tratamento do relacionamento entre

a integração na camada de serviços e na camada de processos; e (v) uso de uma Ontologia de Processo de Negócio no âmbito da integração de processos.

O objetivo geral deste trabalho foi detalhado em três objetivos específicos, tendo sido todos alcançados. A Tabela 6.1 apresenta os objetivos específicos do trabalho e o principal produto que serve como evidência do alcance de cada objetivo.

Tabela 6.1 – Objetivos Específicos do trabalho.

Objetivos	Produto
Analisar o estado da arte de integração de aplicações que tratam a camada de processos.	Mapeamento Sistemático da Literatura (vide Capítulo 3)
Desenvolver uma ontologia de processo de negócio.	Ontologia de Processo de Negócio (vide Capítulo 5)
Evoluir OBA-SI para tratar aspectos relacionados à integração na camada de processos.	Nova versão de OBA-SI (vide Capítulo 4)
Aplicar a nova versão de OBA-SI para realizar a integração de aplicações visando apoiar e integrar diferentes processos de negócio.	Aplicação da nova versão de OBA-SI (vide Capítulo 5)

Ao se analisar a abordagem proposta neste trabalho com os achados do mapeamento sistemático da literatura é possível perceber algumas diferenças importantes:

- ☒ OBA-SI utiliza ontologia de tarefa como meio de prover a integração na camada de processos e serviços. Nenhum dos estudos encontrados utiliza ontologia de tarefa para prover integração semântica na camada de processos.
- ☒ Em OBA-SI é provida uma conceituação acerca de processos de negócio através da Ontologia de Processo de Negócio.
- ☒ OBA-SI trata separadamente as atividades relacionadas à integração em cada camada e as relações entre as camadas, sendo possível tratar em uma iniciativa de integração apenas as camadas de interesse. Apenas as abordagens propostas em (ALAZEIB *et al.*, 2007) e (MINGUEZ *et al.*, 2011) tratam a integração separadamente em cada camada. Porém, ontologias não são usadas na primeira proposta citada e na segunda não há descrição de como deve ser feita a integração e como as camadas se relacionam.

Como limitações deste trabalho destaca-se a avaliação conduzida, que, como comentado no capítulo anterior, foi realizada pela proponente da abordagem proposta e

não ocorreu em um ambiente real. Dessa forma, para melhor avaliar a abordagem novas avaliações devem ser conduzidas.

6.2 Contribuições

As principais contribuições desta dissertação são:

- (i) Evolução de OBA-SI, que apresenta o detalhamento das atividades que devem ser realizadas em que são identificadas as atividades que estão relacionadas a camada de dados, serviços e processos e como é a dependência entre elas.
- (ii) Ontologia de Processo de Negócio, que apresenta os conceitos relacionados a processos de negócio, incluindo suas relações com objetivos organizacionais e aplicações empresariais;
- (iii) Mapeamento Sistemático da Literatura, que descreve o panorama de iniciativas de integração semântica de aplicações tratando a camada de processos. O mapeamento sistemático e seus principais resultados foram registrados na seguinte publicação: *CERQUEIRA, L. D.; BARCELLOS, M. P.; NARDI, J. C.; FALBO, R. A. Process Integration in Semantic Enterprise Application Integration: a Systematic Mapping. In Ontobras. Curitiba, 2016.*

6.3 Trabalhos Futuros

Considerando a pesquisa aqui apresentada, há algumas perspectivas de trabalhos futuros. Destacam-se:

No âmbito da abordagem proposta (OBA-SI):

- (i) Detalhar as atividades relacionadas à integração semântica na camada de serviços, as quais foram tratadas apenas superficialmente neste trabalho. Nesse contexto pode-se explorar a atribuição de semântica aos serviços/funcionalidades e aos dados por eles manipulados, explorando-se, também, a relação entre a integração de serviços e dados.
- (ii) Definir uma forma de auxiliar os usuários da abordagem nos mapeamentos semânticos entre elementos dos processos e das ontologias. Por exemplo, podem ser identificados tipos diferentes de mapeamentos (composição, especialização, etc.) ao invés de apenas se considerar a equivalência semântica e podem ser

apresentadas algumas orientações sobre o que fazer em cada tipo de mapeamento semântico. O trabalho de Ruy (2016) pode servir como referência.

- (iii)* Investigar formas de se utilizar a Ontologia de Processo de Negócio não apenas para estruturar a definição dos processos de negócio, mas também para auxiliar na integração dos processos.
- (iv)* Definir uma forma de auxiliar os usuários da abordagem na integração de ontologias necessária na primeira atividade da fase de análise da integração.

No âmbito da Ontologia de Processo de Negócio:

- (i)* Estender a Ontologia de Processo de Negócio para tratar a execução de processos de negócio. Na versão proposta neste trabalho apenas a definição de processos de negócio é considerada.
- (ii)* Explorar na Ontologia de Processo de Negócio a relação entre resultados produzidos por processos de negócio e objetivos, a fim de apoiar a verificação do alcance aos objetivos.
- (iii)* Explorar as relações entre entradas/resultados de atividades e processos de negócio (por exemplo, em alguns casos, o resultado de uma atividade pode ser exatamente um resultado do processo, em outros o resultado do processo pode ser a composição de vários resultados das suas atividades).

No âmbito da avaliação da abordagem proposta:

- (i)* Avaliar o uso da abordagem em um caso real.
- (ii)* Avaliar a utilização da abordagem por outras pessoas.

Referências Bibliográficas

AGARWAL, Vikas et al. A service creation environment based on end to end composition of Web services. In: Proceedings of the 14th international conference on World Wide Web. ACM, 2005. p. 128-137.

ALAZEIB, A. et al. Towards semantically-assisted design of collaborative business processes in IAE scenarios. In: 2007 5th IEEE International Conference on Industrial Informatics. IEEE, 2007. p. 779-784.

AL-GHAMDI, A. Al-Malaise; SALEEM, F. Enterprise application integration as a middleware: Modification in data & process layer. In: Science and Information Conference (SAI), 2014. IEEE, 2014.

ASUNCION, Camlon H.; VAN SINDEREN, Marten; QUARTEL, Dick. The COSMO solution to the SWS challenge mediation problem scenarios: an evaluation. In: Semantic Web Services. Springer Berlin Heidelberg, 2012. p. 279-294.

BARAT, Souvik; KULKARNI, Vinay; JANAKIRAM, D. A safety criterion for reusing a business process in the desired integrated. In: 2006 IEEE International Conference on Services Computing (SCC'06). IEEE, 2006. p. 381-389.

BASU, Amit; BLANNING, Robert W. Synthesis and decomposition of processes in organizations. Information Systems Research, v. 14, n. 4, p. 337-355, 2003.

BERENTE, N.; VANDENBOSCH, B.; AUBERT, B. Information flows and business process integration. Business Process Management Journal, v. 15, n. 1, p. 119-141, 2009.

BRIGUENTE, A. C. O.; FALBO, R. A.; GUIZZARDI, G. Using a Foundational Ontology for Reengineering a Software Process Ontology. In: Proceedings of the XXVI Brazilian Symposium on Data Base.2011.

CALHAU, R. Uma Abordagem Baseada em Ontologias para Integração Semântica de Sistemas, Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Informática, Departamento de Informática, Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil, 2011.

CALHAU, Rodrigo Fernandes; DE ALMEIDA FALBO, Ricardo. An ontology-based approach for semantic integration. In: Enterprise Distributed Object Computing Conference (EDOC), 2010 14th IEEE International. IEEE, 2010. p. 111-120.

CBOK, BPM. Guia para gerenciamento de processos de negócio corpo comum de conhecimento, versão 3.0. 2013.

CERQUEIRA, L. D.; BARCELLOS, M. P.; FALBO, R. A.; NARDI, J. C. Process Integration in Semantic Enterprise Application Integration: a Systematic Mapping. In: Ontobras. Curitiba, 2016.

CERQUEIRA, L. D. Integração semântica de aplicações de apoio à gerência de configuração de software, Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal do Espírito Santo, UFES, 2014.

CHEN, Menghan; SHEN, Beijun. Towards Agile Application Integration with M2M Platforms. KSII Transactions on Internet & Information Systems, v. 6, n. 1, 2012.

CONTRERAS, Miguel; SHEREMETOV, Leonid. Industrial application integration using the unification approach to agent-enabled semantic SOA. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, v. 24, n. 5, p. 680-695, 2008.

DAYAL, Umeshwar; HSU, Meichun; LADIN, Rivka. Business Process Coordination: State of the Art, Trends, and Open Issues. In: VLDB. 2001. p. 3-13.

DEVEDZIC, V. Understanding Ontological Engineering, Communications of the ACM, Vol. 45, No. 4, April 2002.

EL AZAMI, Ikram; MALKI, Mohammed Ouçamah Cherkaoui; TAHON, Christian. Integrating hospital information systems in healthcare institutions: a mediation architecture. Journal of medical systems, v. 36, n. 5, p. 3123-3134, 2012.

FALBO, Ricardo de Almeida. SABiO: Systematic Approach for Building Ontologies. In: ONTO.COM/ODISE@ FOIS. 2014.

FALBO, R. A. ; BARCELLOS, M. P. ; NARDI, J. ; GUIZZARDI, G. . Organizing Ontology Design Patterns as Ontology Pattern Languages. In: 10th Extended Semantic

Web Conference - ESWC 2013, 2013, Montpellier - France. Proceedings of the 10th Extended Semantic Web Conference, 2013. p. 61-75.

FALBO, R. D. A.; RUY, F. B.; GUIZZARDI, G.; BARCELLOS, M. P.; ALMEIDA, J. P. A. "Towards an enterprise ontology pattern language," in 29th Annual ACM Symposium on Applied Computing – Enterprise Engineering Track, 2014, pp. 323-330.

FIGAY, Nicolas; GHODOUS, Parisa. Collaborative product development: EADS pilot based on ATHENA. In: Enterprise Interoperability III. Springer London, 2008. p. 423-435.

FIGAY, Nicolas; GHODOUS, Parisa. FLOSS as Enterprise Application Interoperability Enabler. In: Signal-Image Technology & Internet-Based Systems (SITIS), 2009 Fifth International Conference on. IEEE, 2010. p. 435-442.

FIGAY, Nicolas; GHODOUS, Parisa. Innovative interoperability framework for enterprise applications within virtual enterprises. In: Proceedings of the International Conference on Management of Emergent Digital EcoSystems. ACM, 2009. p. 49.

FRIDSMA, Douglas B. et al. The BRIDG project: a technical report. Journal of the American Medical Informatics Association, v. 15, n. 2, p. 130-137, 2008.

FONSECA, Vinícius Soares. Uma Abordagem Baseada em Ontologias para Integração Semântica de Ferramentas de Apoio à Medição de Software, Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Informática, Departamento de Informática, Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil, 2015.

GONÇALVES, F. Abordagem para Análise e Resolução de Causas de Problemas aplicando Multicritério, Dissertação de Mestrado, Universidade de Fortaleza, Fortaleza – CE, 2008.

GROSSMANN, Georg; SCHREFL, Michael; STUMPTNER, Markus. Modelling inter-process dependencies with high-level business process modelling languages. In: Proceedings of the fifth Asia-Pacific conference on Conceptual Modelling-Volume 79. Australian Computer Society, Inc., 2008. p. 89-102.

GUIZZARDI, Giancarlo; FALBO, Ricardo de Almeida; GUIZZARDI, Renata SS. Grounding Software Domain Ontologies in the Unified Foundational Ontology (UFO): The case of the ODE Software Process Ontology. In: CIBSE. 2008. p. 127-140.

GUIZZARDI, Giancarlo. On ontology, ontologies, conceptualizations, modeling languages, and (meta) models. *Frontiers in artificial intelligence and applications*, v. 155, p. 18, 2007.

GUIZZARDI, Giancarlo. Ontological foundations for structural conceptual models. CITT, Centre for Telematics and Information Technology, 2005.

GUIZZARDI, Renata; REIS, Ariane Nunes. A Method to Align Goals and Business Processes. In: *International Conference on Conceptual Modeling*. Springer International Publishing, 2015. p. 79-93.

GUGLIOTTA, Alessio et al. Deploying semantic web services-based applications in the e-Government domain. In: *Journal on data semantics X*. Springer Berlin Heidelberg, 2007. p. 96-132.

HANSON, J. E.; NANDI, P.; KUMARAN, S. Conversation support for business process integration. In: *Enterprise Distributed Object Computing Conference, 2002. EDOC'02. Proceedings. Sixth International*. IEEE, 2002. p. 65-74.

HASSELBRING, Wilhelm. Information system integration. *Communications of the ACM*, v. 43, n. 6, p. 32-38, 2000.

HECKEL, Reiko; ENGELS, Gregor. Towards a Formal Framework for Inter-Enterprise Application Integration. *Electronic Notes in Theoretical Computer Science*, v. 51, p. 139-151, 2002.

IZZA, S. Integration of industrial information systems from syntactic to semantic integration approaches. *Enterprise Information Systems*, Vol. 3, No. 1, Fevereiro 2009. 1-57.

IZZA, Saïd; VINCENT, Lucien; BURLAT, Patrick. Exploiting semantic web services in achieving flexible application integration in the microelectronics field. *Computers in industry*, v. 59, n. 7, p. 722-740, 2008.

JANKOVIC, Marija et al. Enterprise Modeling Based Application Development for Interoperability Problem Solving. In: Enterprise Interoperability III. Springer London, 2008. p. 547-558.

JESTON, John; NELIS, Johan. Business process management. Routledge, 2014.

KAVAKLI, Vagelio; LOUCOPOULOS, Pericles. Goal-driven business process analysis application in electricity deregulation. *Information Systems*, v. 24, n. 3, p. 187-207, 1999.

KIM, Hyun et al. A framework for sharing product information across enterprises. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, v. 27, n. 5-6, p. 610-618, 2006.

Kitchenham, B., Charters, S. Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering. TR EBSE-2007-01, School of Computer Science and Mathematics, Keele University, 2007.

KOCK, N.; VERVILLE, J.; DANESH-PAJOU, A. ;DELUCA, D. Communication flow orientation in business process modeling and its effect on redesign success: Results from a field study. *Decision Support Systems*, v. 46, n. 2, p. 562-575, 2009.

KULKARNI, Vinay; REDDY, Sreedhar. A model-driven architectural framework for integration-capable enterprise application product lines. In: *European Conference on Model Driven Architecture-Foundations and Applications*. Springer Berlin Heidelberg, 2006. p. 1-12.

KUMAR, Arun; SRIVASTAVA, Biplav; MITTAL, Sumit. Information modeling for end to end composition of semantic web services. In: *International Semantic Web Conference*. 2005. p. 476-490.

KÜSTER, Ulrich; KÖNIG-RIES, Birgitta. Dynamic Binding for BPEL Processes—A Lightweight Approach to Integrate Semantics into Web Services. In: *International Conference on Service-Oriented Computing*. Springer Berlin Heidelberg, 2006. p. 116-127.

LEE, Jae Yeol; KIM, Kwangsoo. A distributed product development architecture for engineering collaborations across ubiquitous virtual enterprises. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, v. 33, n. 1-2, p. 59-70, 2007.

- LEE, Seung C.; SHIRANI, Ashraf I. Work ownership structure approach: A methodology for system integration. *International journal of information and management sciences*, v. 13, n. 1, p. 11-33, 2002.
- LEGNER, C.; VOGEL, T.; LÖHE, J.; MAYERL, C. Transforming inter-organizational business processes into service-oriented architectures method and application in the automotive industry. In: *Communication in Distributed Systems (KiVS), 2007 ITG-GI Conference*. VDE, 2007. p. 1-12.
- LI, Xu. *Business Process Integration*. Diss. Universitätsbibliothek der Universität Stuttgart, 2004.
- LINTHICUM, D.S. *B2B Application Integration*, Boston, MA, Addison-Wesley, 2001.
- MADHUSUDAN, Therani. An intelligent mediator-based framework for enterprise application integration. *Journal of Computing and Information Science in Engineering*, v. 4, n. 4, p. 294-304, 2004.
- MARTINEK, Peter; TOTHFALUSSY, Balazs; SZIKORA, Bela. Implementation of semantic services in enterprise application integration. *WSEAS Transactions on Computers*, v. 7, n. 10, p. 1658-1668, 2008.
- MARTINEK, Peter; TOTHFALUSSY, Balazs; SZIKORA, Bela. Semantically described services in the Enterprise Application Integration. In: *2007 30th International Spring Seminar on Electronics Technology (ISSE)*. IEEE, 2007. p. 335-338.
- MCCARTHY, D. *Web Services as a tool for Enterprise Application Integration*, School of Computer Research Paper (TTSM), Dublin Institute of Technology, 2004.
- MEISEN, T.; MEISEN, P.; SCHILBERG, D.; JESCHKE, S. Application integration of simulation tools considering domain specific knowledge. *Automation, Communication and Cybernetics in Science and Engineering 2011/2012*. Springer Berlin Heidelberg, 2013. 1067-1089.
- MEISEN, Tobias et al. Adaptive information integration: Bridging the semantic gap between numerical simulations. In: *International Conference on Enterprise Information Systems*. Springer Berlin Heidelberg, 2012. p. 51-65.

MILANOVIC, Nikola et al. Model-based interoperability of heterogeneous information systems: an industrial case study. In: European Conference on Model Driven Architecture-Foundations and Applications. Springer Berlin Heidelberg, 2009. p. 325-336.

MINGUEZ, Jorge; NIEDERMANN, Florian; MITSCHANG, Bernhard. A Provenance-aware service repository for EAI process modeling tools. In: Information Reuse and Integration (IRI), 2011 IEEE International Conference on. IEEE, 2011. p. 42-47.

MUTHAIYAH, Saravanan; KERSCHBERG, Larry. A hybrid ontology mediation approach for the semantic web. International Journal of E-Business Research, v. 4, n. 4, p. 79, 2008.

NARDI, J. C., FALBO, R. A., ALMEIDA, J. P. A Panorama of the Semantic IAE Initiatives and the Adoption of Ontologies by these Initiatives. In: International IFIP Working Conference on Enterprise Interoperability. Springer Berlin Heidelberg, 2013. p. 198-211.

OATES, B.J., 2006, **Researching Information Systems and Computing**, SAGE Publications.

OLIVEIRA, Filipe Cardoso de. Integração semântica de aplicações de apoio ao controle de questões e alocação de recursos, Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal do Espírito Santo, UFES, 2014.

OUALI, Sonya; MHIRI, Mohamed; BOUZGUENDA, Lotfi. A Multidimensional Knowledge Model for Business Process Modeling. Procedia Computer Science, v. 96, p. 654-663, 2016.

PANETTO, Hervé; MOLINA, Arturo. Enterprise integration and interoperability in manufacturing systems: Trends and issues. Computers in industry, v. 59, n. 7, p. 641-646, 2008.

QUIRINO, Glaice Kelly da Silva. Integração de ferramentas no contexto da gerência de projetos, Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal do Espírito Santo, UFES, 2013.

RAVIKUMAR, Gelli; KHAPARDE, Shrikrishna A.; PRADEEP, Yemula. CIM oriented database for topology processing and integration of power system applications. In: 2013 IEEE Power & Energy Society General Meeting. IEEE, 2013. p. 1-5.

ROUACHED, Mohsen; FDHILA, Walid; GODART, Claude. A semantical framework to engineering WSBPEL processes. *Information Systems and E-Business Management*, v. 7, n. 2, p. 223-250, 2009.

SCHEER, August-Wilhelm; NÜTTGENS, Markus. ARIS architecture and reference models for business process management. In: *Business Process Management*. Springer Berlin Heidelberg, 2000. p. 376-389.

SCHEIBLER, Thorsten; MIETZNER, Ralph; LEYMANN, Frank. EAI as a Service-Combining the Power of Executable EAI Patterns and SaaS. In: *Enterprise Distributed Object Computing Conference, 2008. EDOC'08. 12th International IEEE. IEEE, 2008*. p. 107-116.

SCHERP, A.; SAATHOFF, C.; FRANZ, T. STAAB, S. Designing core ontologies. *Applied Ontology*, vol. 6, n. 3, p. 177-221, 2011.

SCHILBERG, Daniel et al. Enterprise Application Integration for Virtual Production. In: *Automation, Communication and Cybernetics in Science and Engineering 2011/2012*. Springer Berlin Heidelberg, 2013. p. 1141-1151.

SEBU, Maria Laura; CIOCÂRLIE, Horia. Similarity of business process models in a modular design. In: *2016 IEEE 11th International Symposium on Applied Computational Intelligence and Informatics (SACI)*. IEEE, 2016. p. 31-36.

SHANGGUAN, Zhenning; GAO, Zhipeng; ZHU, Kai. Ontology-based process modeling using eTOM and ITIL. In: *Research and practical issues of enterprise information systems ii*. Springer US, 2008. p. 1001-1010.

SOFTEX. MPS.BR – Melhoria de Processo do Software Brasileiro: Guia Geral do MPS.BR de Software. Disponível em: http://www.softex.br/wp-content/uploads/2013/07/MPS.BR_Guia_Geral_Software_2012.pdf. Acesso em 19 set. 2016.

SOYLU, Ahmet et al. Mashups by orchestration and widget-based personal environments: Key challenges, solution strategies, and an application. *Program*, v. 46, n. 4, p. 383-428, 2012.

STUDER, R.; BENJAMINS ,R.; FENSEL, D.. Knowledge engineering: Principles and methods. *Data & Knowledge Engineering*, 25(1–2):161–198, 1998.

STUDER, Rudi; STAAB, Steffen (Ed.). **Handbook on ontologies**. Springer, 2004.

Open Group. The ArchiMate® Enterprise Architecture Modeling Language. <<http://www.opengroup.org/subjectareas/enterprise/archimate>>. Acesso em: 20 ago 2016

VERNADAT, F.B. Interoperable enterprise systems: Principles, concepts, and methods. *Annual Reviews in Control* 31, 2007.

VERNADAT, François B. Enterprise integration and interoperability. In: Springer Handbook of Automation. Springer Berlin Heidelberg, 2009. p. 1529-1538.

XU, Huinan. Web services oriented architecture for electronic commerce. In: Engineering Management Conference, 2003. IEMC'03. Managing Technologically Driven Organizations: The Human Side of Innovation and Change. IEEE, 2003. p. 479-483.

YEUNG, Wing Lok. A formal and visual modeling approach to choreography based web services composition and conformance verification. *Expert Systems with Applications*, v. 38, n. 10, p. 12772-12785, 2011.

WACHE H., VÖGELE, T., VISSER, U., VISSER, H., SCHUSTER, G., NEUMANN, H., HÜBNER, S. Ontology-based Integration of Information - A Survey of Existing Approaches. In: Proc of Workshop: Ontologies and Information Sharing, (IJCAI), 108-117. 2001.

WANG, Qifeng. Semantic framework model-based intelligent information system integration mode for Manufacturing Enterprises. In: Intelligent Information Technology Application, 2008. IITA'08. Second International Symposium on. IEEE, 2008. p. 223-227.

WESKE, M.: Business Process Management: Concepts, Methods, Technology. Springer, Heidelberg, 2010.

WU, Zhaohui; DENG, Shuiguang; LI, Ying. Introducing EAI and service components into process management. In: Services Computing, 2004.(SCC 2004). Proceedings. 2004 IEEE International Conference on. IEEE, 2004. p. 271-276.

ZHANG, Liang et al. Virtual Logistics Enterprise System Integration Model Based on SOA. In: Semantics, Knowledge and Grid, Third International Conference on. IEEE, 2007. p. 606-607.

ZHANG, Liyi; ZHOU, Si; ZHU, Mingzhu. A semantic service oriented architecture for enterprise application integration. In: Second International Symposium on Electronic Commerce and Security. 2009. p. 102-106.