



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA**  
**DOUTORADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

**ARCHIMEDES ALVES DETONI**

**EARly-OE:**  
**Atividades Iniciais de Engenharia de Ontologias Apoiadas**  
**em Modelos de Arquitetura Organizacional**

**TESE DE DOUTORADO**

**VITÓRIA – ES**

**Outubro/2019**

**ARCHIMEDES ALVES DETONI**

**EARly-OE:  
Atividades Iniciais de Engenharia de Ontologias Apoiadas  
em Modelos de Arquitetura Organizacional**

Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Informática da Universidade Federal do Espírito Santo (PPGI-UFES) como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutor em Ciência da Computação, sob orientação do Prof. Dr. João Paulo Andrade Almeida e coorientação do Prof. Dr. Ricardo de Almeida Falbo.

**VITÓRIA – ES**

**Outubro /2019**

**ARCHIMEDES ALVES DETONI**

**EARly-OE:  
Atividades Iniciais de Engenharia de Ontologias  
Apoiadas em Modelos de Arquitetura Organizacional**

Tese submetida ao Programa de Pós-graduação em Informática da Universidade Federal do Espírito Santo (PPGI-UFES) como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Ciência da Computação.

Aprovada em 25 de outubro de 2019.

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

---

**Prof. Dr. João Paulo Andrade Almeida** (Orientador)  
Universidade Federal do Espírito Santo

---

**Prof. Dr. Ricardo de Almeida Falbo** (Co-Orientador)  
Universidade Federal do Espírito Santo

---

**Profa. Dra. Fernanda Araújo Baião Amorim** (Examinadora Externa)  
Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio)

---

**Prof. Dr. Victorio Albani de Carvalho** (Examinador Externo)  
Instituto Federal de Educ., Ciênc. e Tecn. do Espírito Santo (Ifes)

---

**Profa. Dra. Monalessa Perini Barcellos** (Examinadora Interna)  
Universidade Federal do Espírito Santo

---

**Prof. Dr. Vítor Estêvão Silva Souza** (Examinador Interno)  
Universidade Federal do Espírito Santo

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO**

**Vitória-ES, 25 de Outubro de 2019.**

# Agradecimentos

Neste momento, quero expressar minha Gratidão. O dicionário Michaelis a define como um “*sentimento experimentado por uma pessoa em relação a alguém que lhe concedeu algum favor, um auxílio ou benefício qualquer*”. Prefiro outra definição que, apesar de parecida, acrescenta um ingrediente, sendo gratidão a “*ação de reconhecer ou prestar reconhecimento (a alguém) por uma ação e/ou benefício recebido*”<sup>1</sup>. Pois acredito que os sentimentos geralmente estão submissos a uma escolha, uma decisão, que nos impulsionam a ações concretas, sendo estas a forma mais efetiva de expressar o que sentimos. Ou seja, a decisão de agir com gratidão em geral precede e guia meus sentimentos.

Aproveito para citar o escritor John Stott “*Gratidão é um solo no qual o orgulho não cresce facilmente.*”, pois reconheço que o presente documento é resultado do trabalho duro de várias pessoas e entidades durante os últimos anos. Sendo assim, não quero sentir orgulho pelo produto do trabalho, mas ser grato: pela oportunidade de retomar os estudos regulares, num curso de doutorado, após passados treze anos desde a conclusão do mestrado; por ter recebido de muitos o estímulo para prosseguir até a conclusão; pelo companheirismo dos mais próximos que, de diversas formas, compartilharam comigo as alegrias, sofrimentos e angústias decorrentes desta caminhada iniciada em abril de 2014.

A partir dessa perspectiva, entendo que preciso agradecer...

à minha família pequena, Suzana, Isabela e Beatriz. Vocês são a minha principal inspiração e de onde recebi o suporte, estímulo, tolerância e companheirismo que precisei durante todo o tempo. Amo vocês, profundamente!

aos meus pais, irmãos, familiares e amigos. Obrigado pelo estímulo e amizade sempre presentes!

aos meus orientadores, os professores João Paulo A. Almeida e Ricardo de Almeida Falbo, pela disponibilidade, pelos ensinamentos, pelas oportunidades que me proporcionaram e pelo fortalecimento de laços que pretendo aprofundar sempre.

ao Ifes, em especial aos gestores e colegas professores da área de Informática do Campus Santa Teresa, por terem permitido meu afastamento do Campus para que pudesse me dedicar às atividades do doutorado.

aos meus colegas do Nemo - Ufes (Núcleo de Estudos em Modelagem Conceitual e Ontologias), especialmente aos companheiros de estudos, projetos, elaboração de artigos e experimentos (pelo precioso apoio no piloto do estudo empírico, lembro de agradecer à Cris, Cristine Griffó Beccalli).

às agências de fomento Capes e Fapes que disponibilizaram apoio financeiro durante o andamento desta pesquisa.

---

<sup>1</sup>Definição apresentada no Dicio – Dicionário Online de Português: <https://www.dicio.com.br/>

# Resumo

Organizações públicas e privadas vêm sendo impulsionadas a aprimorar o suporte informatizado às suas atividades, promovendo a integração de seus Sistemas de Informação (SIs) e possibilitando o uso de dados heterogêneos provenientes de variadas fontes, a fim de gerar informações relevantes e confiáveis para subsidiar, principalmente, suas atividades de natureza decisória. Esse desafio é potencializado pela crescente complexidade da arquitetura das próprias organizações, que: internamente precisam orquestrar a interação das suas diversas unidades administrativas, as quais devem atuar de forma integrada e colaborativa em vários processos transversais às áreas funcionais; e externamente precisam cada vez mais operar de forma integrada com outras organizações. Ocorre que, muitas vezes, os SIs organizacionais não dão o suporte adequado aos seus processos de negócio, nem são capazes de interoperar com sistemas externos, pois foram geralmente desenvolvidos de forma gradual e independente, cada um com seu próprio escopo, estrutura de dados e terminologia. Ou seja, possuem lacunas quanto a aspectos de integração, compartilhamento de informações e adoção de uma semântica que seja comum entre os SIs. Em cenários como esse, a literatura atual tem indicado o uso de ontologias como interlândia, a fim de estabelecer um consenso na conceituação adotada em determinado domínio e, assim, possibilitar a interoperabilidade entre SIs e a integração de dados dispersos entre as várias fontes e SIs. Para que a ontologia cumpra essa finalidade, sendo um modelo conceitual capaz de representar adequadamente um domínio, os métodos de Engenharia de Ontologia (EO) usualmente indicam a necessidade de seleção e uso de recursos de conhecimento disponíveis no contexto do domínio a ser representado. Apesar disso, os métodos de EO, devido seu grau de generalidade, prescindem de diretrizes mais prescritivas para as atividades específicas de desenvolvimento de ontologias. Ao se explorar as particularidades de certos tipos de domínio, é possível facilitar o trabalho dos usuários daqueles métodos com instruções mais detalhadas sobre como executar algumas de suas atividades. O presente trabalho enfoca contextos organizacionais baseados em processos estruturados e, com base nas especificidades desse tipo de domínio, propõe a sistematização do uso de modelos de Arquitetura Organizacional (*Enterprise Architecture* - EA) como recursos em atividades de aquisição de conhecimento, por serem artefatos que proporcionam uma visão ampla dos elementos que compõem os domínios organizacionais, em especial os atores, processos, SIs e suas inter-relações. Além disso, modelos de EA vêm sendo cada vez mais usados em ambientes organizacionais para diagnosticar e planejar soluções de interoperabilidade. A investigação dessa possível sinergia entre as disciplinas de EO e EA ocorreu num estudo exploratório, que abordou um problema real de interoperabilidade semântica no domínio de segurança pública, por meio do qual foi desenvolvida a abordagem EARly-OE (*Enterprise Architecture-driven early Ontology Engineering*). EARly-OE prescreve diretrizes para o uso de elementos de modelos de EA em apoio às atividades iniciais de EO, incluindo: a identificação de especialistas de domínio e potenciais usuários da ontologia; a seleção de recursos de conhecimento consolidado no domínio; a definição dos usos pretendidos da ontologia; a identificação do escopo e elicitação dos requisitos funcionais da ontologia; e uma proposta inicial para modularização da ontologia. A abordagem, após ter sido depreendida daquele estudo exploratório no domínio de segurança

pública, foi avaliada em um estudo empírico, tendo sido aplicada num domínio diferente, de orçamento público federal, por um grupo de participantes com variado grau de experiência em desenvolvimento de ontologias.

**Palavras-Chave:** engenharia de ontologias; arquitetura organizacional; modelos de EA; recurso de conhecimento.

# Abstract

Nowadays, public and private organizations are being encouraged to improve the computerized support to their activities. They intend to integrate their Information Systems (ISs) and to use heterogeneous data from different sources in order to produce relevant and reliable information mainly to support their decision activities. This challenge is intensified by the growing complexity of the organizational architectures, which: internally require the orchestration of the interaction between various administrative units, which must act integrated and collaboratively in distinct business processes that cross various functional areas; and externally need to operate seamlessly with other organizations. However, organizational ISs often do not support properly their business processes and are not able to interoperate with external systems. It occurs because those ISs, in many cases, were developed gradually and independently, each with its own scope, data structure, and terminology. Therefore, we can note gaps related to the lack of integration, information sharing and adoption of common semantics between organizational ISs. In such scenarios, the current literature has been indicating the use of ontologies as interlanguage in order to establish a consensual conceptualization to be adopted in a given domain. Thus, enabling interoperability between ISs and the integration of data dispersed over several sources and ISs. For an ontology to fit the purpose of being a conceptual model capable of adequately representing a domain, Ontology Engineering (OE) methods generally indicate the need to select and utilize knowledge resources available in the context of the domain to be modeled. The selected knowledge resources should facilitate the identification of relevant concepts and relationships that must be present in ontology, thereby aiding ontology engineers to understand the problem domain. Focusing on this need, the present work proposes the systematized use of Enterprise Architecture (EA) models as resources in OE knowledge acquisition activities, once they are artifacts that provide a broad view of the elements which compose organizational domains, in particular the actors, processes, ISs and their interrelationships. Besides, EA models have increasingly being used in organizational environments to diagnose and design interoperability solutions. The investigation of this possible synergy between the OE and EA disciplines was started in an exploratory research that addressed a real problem of semantic interoperability into public security domain, whereby EARly-OE approach was developed - *Enterprise Architecture-driven Early Ontology Engineering*. Early-OE prescribes guidelines for using EA models elements as knowledge resources to support initial OE activities in structured process-rich organizational domains, e.g. definition of intended uses, potential users and requirements of an ontology. After being developed in that exploratory research applied to the public security domain, the approach was evaluated in an empirical study addressing a different domain, that of federal public budget and finances, by a group of participants with varied degrees of experience in developing ontologies.

**Keywords:** ontology engineering; enterprise architecture; EA models; knowledge resources.

# Lista de Figuras

|  |     |
|--|-----|
| Figura 1.1. Framework Conceitual da Design Science Research – baseado em (HEVNER et al., 2004) e (HEVNER, 2007). .....   | 22  |
| Figura 1.2. Resumo dos Ciclos de DSR aplicados nesta pesquisa .....  | 26  |
| Figura 2.1. Níveis de Generalidade de Ontologias (adaptado de (FALBO et al., 2013)) .....  | 30  |
| Figura 2.2. Processo de Suporte à Aquisição de Conhecimento usando Recursos não Ontológicos em Atividades de Concepção de Ontologias - adaptado de (FALBO, 2014) ..... | 31  |
| Figura 2.3. As três principais camadas e o aspecto de motivação do framework de ArchiMate - adaptado de (THE OPEN GROUP, 2017) .....                                   | 37  |
| Figura 2.4. Viewpoint sobre o aspecto motivacional para o domínio de segurança pública.....  | 39  |
| Figura 2.5. <i>Viewpoint</i> sobre elementos de negócio para o Processo de Crime Violento .....  | 41  |
| Figura 2.6. <i>Viewpoint</i> sobre relações entre as camadas de aplicação e de negócios para o Processo de Crime Violento .....  | 44  |
| Figura 4.1. Aplicação da Diretriz 1 em fragmento do <i>viewpoint</i> sobre o aspecto motivacional .....  | 56  |
| Figura 4.2. Aplicação da Diretriz 1 em fragmento do <i>viewpoint</i> sobre elementos de negócio .....  | 56  |
| Figura 4.3. Aplicação da Diretriz 2 em fragmento do <i>viewpoint</i> sobre elementos de negócio .....  | 58  |
| Figura 4.4. Aplicação da Diretriz 2 em fragmento do <i>viewpoint</i> contendo elementos de aplicação.....  | 58  |
| Figura 4.5. Aplicação da Diretriz 3 em fragmento do <i>viewpoint</i> sobre o aspecto motivacional .....  | 60  |
| Figura 4.6. Fragmento de <i>viewpoint</i> mostrando relações entre <i>business roles</i> , <i>business actors</i> e <i>business processes</i> .....                    | 64  |
| Figura 4.7. Fragmento de <i>viewpoint</i> mostrando relações entre <i>business processes</i> , <i>business objects</i> e <i>representations</i> .....                  | 65  |
| Figura 4.8. Fragmento de <i>viewpoint</i> destacando os elementos de negócio relacionados ao subprocesso de “Investigação Criminal”.....                               | 66  |
| Figura 4.9. Modularização Orientada por Processos da Ontologia de PCV.....   | 69  |
| Figura G.1. As três principais camadas e o aspecto de motivação do framework de ArchiMate - adaptado de (THE OPEN GROUP, 2017) .....                                   | 135 |
| Figura G.2. Modelo de Motivação de EA sobre o Domínio de Segurança Pública .....   | 138 |
| Figura G.3. Modelo de EA sobre Processo de Crime Violento (PCV) – Camada de Negócio.....   | 140 |
| Figura G.4. Modelo de EA sobre Processo de Crime Violento (PCV) – Camada de Aplicação .....  | 142 |

|   |     |
|---|-----|
| Figura G.5. Modularização Orientada por Processos da PCV-ON .....   | 153 |
| Figura J.6. Exemplo de Proposta de Modularização de Ontologia para Representar o Domínio de Processo de Crime Violento..... | 168 |

# Lista de Tabelas

|   |    |
|---|----|
| Tabela 2.1. Descrição e notação de elementos e relações de ArchiMate para <i>viewpoint</i> sobre aspecto motivacional .....                                     | 38 |
| Tabela 2.2. Descrição e notação de elementos e relações de ArchiMate para <i>viewpoint</i> sobre elementos de negócio.....                                      | 39 |
| Tabela 2.3. Descrição e notação de elementos e relações de ArchiMate para <i>viewpoints</i> sobre interrelações entre as camadas de aplicação e de negócio..... | 42 |
| Tabela 4.1. Resultado da aplicação da Diretriz 1 sobre o modelo de EA para o Processo de Crime Violento .....   | 56 |
| Tabela 4.2. Resultado da aplicação da Diretriz 2 sobre o modelo de EA para o Processo de Crime Violento .....   | 59 |
| Tabela 4.3. Resultado da aplicação da Diretriz 3 sobre o modelo de EA para o Processo de Crime Violento .....   | 61 |
| Tabela 4.4. QCs identificadas a partir do subprocesso de Investigação Criminal .....  | 66 |
| Tabela 5.1. Sumário do Experimento de Avaliação da Abordagem EARly-OE.....  | 76 |
| Tabela 5.2. Conjunto de instruções e documentos enviados para os participantes na Parte 1 do Experimento de Avaliação da Abordagem EARly-OE.....                | 78 |
| Tabela 5.3. Correspondência entre as Seções do Formulário usado na Parte 1 do Experimento e as Diretrizes da Abordagem EARly-OE.....                            | 79 |
| Tabela 5.4. Perguntas da Parte 2 do experimento sobre dificuldade para compreensão do domínio e levantamento das informações requeridas durante a Parte 1 ..... | 81 |
| Tabela 5.5. Perguntas formuladas com base no modelo TAM para avaliar a facilidade de uso e utilidade da abordagem EARly-OE .....                                | 82 |
| Tabela 5.6. Correção e completude das informações registradas pelos grupos em cada seção do formulário na Parte 1 do experimento .....                          | 85 |
| Tabela 5.7. Respostas sobre o grau de dificuldade para compreensão do domínio .....   | 87 |
| Tabela 5.8. Respostas sobre a confiança em relação à qualidade das informações registradas na Parte 1 do experimento .....                                      | 87 |
| Tabela 5.9. Respostas sobre o grau de dificuldade para levantar e registrar as informações requeridas na Parte 1 do experimento .....                           | 88 |

|  |     |
|--|-----|
| Tabela 5.10. Seção que teve mais facilidade para preencher do formulário de especificação da Parte 1 do experimento .....  | 89  |
| Tabela 5.11. Seção que teve mais dificuldade para preencher do formulário de especificação da Parte 1 do experimento .....                                       | 89  |
| Tabela 5.12. Respostas sobre o grau de dificuldade para compreender a abordagem EARly-OE .....   | 90  |
| Tabela 5.13. Respostas sobre o grau de dificuldade para aplicar a abordagem EARly-OE .....   | 91  |
| Tabela 5.14. Respostas sobre o grau de facilidade proporcionado pelo uso de EARly-OE nas atividades da Parte 1 do experimento .....                              | 91  |
| Tabela G.1. Descrição e notação de elementos e relações de ArchiMate para <i>viewpoint</i> sobre aspecto motivacional .....                                      | 136 |
| Tabela G.2. Descrição e notação de elementos e relações de ArchiMate para <i>viewpoint</i> sobre elementos de negócio .....                                      | 138 |
| Tabela G.3. Descrição e notação de elementos e relações de ArchiMate para <i>viewpoints</i> sobre interrelações entre as camadas de aplicação e de negócio ..... | 141 |
| Tabela G.4. QCs identificadas a partir do subprocesso de Investigação Criminal .....   | 151 |
| Tabela J.5. Questões de Competência .....  | 164 |
| Tabela J.6. Correlação entre QCs e Subontologias .....   | 170 |

## Lista de Gráficos

|  |    |
|--|----|
| Gráfico 5.1. Experiência em desenvolvimento de ontologias .....  | 83 |
| Gráfico 5.2. Experiência em EA .....   | 84 |
| Gráfico 5.3. Experiência no domínio de autorização e execução orçamentária.....  | 84 |
| Gráfico 5.4. Tempo médio de execução das atividades na Parte 1 do experimento .....  | 85 |
| Gráfico 5.5. Comparativo da correção das informações na Parte 1 do experimento .....   | 86 |
| Gráfico 5.6. Comparativo da completude das informações na Parte 1 do experimento.....  | 86 |
| Gráfico 5.7. Respostas sobre o grau de dificuldade para compreensão do domínio .....   | 87 |
| Gráfico 5.8. Respostas sobre a confiança em relação à qualidade das informações registradas na Parte 1 do experimento .....            | 88 |
| Gráfico 5.9. Respostas sobre o grau de dificuldade para levantar e registrar as informações requeridas na Parte 1 do experimento ..... | 88 |
| Gráfico 5.10. Seção que teve mais facilidade para preencher do formulário de especificação da Parte 1 do experimento .....             | 89 |
| Gráfico 5.11. Seção que teve mais dificuldade para preencher do formulário de especificação da Parte 1 do experimento .....            | 90 |
| Gráfico 5.12. Respostas sobre o grau de dificuldade para compreender a abordagem EARly-OE.....   | 90 |
| Gráfico 5.13. Respostas sobre o grau de dificuldade para aplicar a abordagem EARly-OE.....   | 91 |
| Gráfico 5.14. Respostas sobre o grau de facilidade proporcionado pelo uso de EARly-OE nas atividades da Parte 1 do experimento .....   | 92 |

# Sumário

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 1     | Introdução.....   | 15 |
| 1.1   | Motivação e Contexto.....   | 15 |
| 1.2   | Hipótese de Pesquisa .....  | 19 |
| 1.3   | Objetivos.....  | 20 |
| 1.4   | Aspectos Metodológicos.....   | 21 |
| 1.5   | Organização da Tese.....  | 27 |
| 2     | Conceitos Gerais: Engenharia de Ontologia e Arquitetura Organizacional .....                              | 28 |
| 2.1   | Ontologias.....   | 28 |
| 2.2   | Engenharia de Ontologias .....  | 30 |
| 2.3   | Processos Estruturados e Arquitetura Organizacional.....  | 33 |
| 2.4   | Representação de Modelos de EA em ArchiMate .....   | 36 |
| 2.4.1 | <i>Viewpoint sobre Aspecto Motivacional.....</i>  | 38 |
| 2.4.2 | <i>Viewpoint sobre Elementos de Negócio.....</i>  | 39 |
| 2.4.3 | <i>Viewpoint sobre Relações entre as Camadas de Aplicação e de Negócio.....</i>                           | 42 |
| 2.5   | Uso de Elementos de EA no Desenvolvimento de Ontologias .....   | 45 |
| 2.6   | Considerações Finais .....  | 49 |
| 3     | A Abordagem EARly-OE - <i>Enterprise Architecture-driven early Ontology Engineering</i> .....             | 51 |
| 3.1   | Visão Geral .....   | 52 |
| 3.2   | Diretrizes de EARly-OE .....  | 54 |
| 3.2.1 | <i>Identificando Especialistas de Domínio e Potenciais Usuários da Ontologia .....</i>                    | 54 |
| 3.2.2 | <i>Selecionando Recursos de Conhecimento.....</i>   | 57 |
| 3.2.3 | <i>Alinhando os Usos Pretendidos da Ontologia.....</i>  | 59 |
| 3.2.4 | <i>Elicitando Requisitos Funcionais da Ontologia .....</i>  | 61 |
| 3.2.5 | <i>Modularização da Ontologia Refletindo Aspectos Processuais do Domínio .....</i>                        | 67 |
| 3.3   | Trabalhos Relacionados.....   | 70 |
| 3.4   | Considerações Finais .....  | 73 |
| 4     | Experimento de Avaliação da Abordagem EARly-OE.....   | 75 |
| 4.1   | Planejamento e Design do Experimento.....   | 75 |
| 4.2   | Dados Coletados .....   | 82 |
| 4.2.1 | <i>Perfil dos Participantes .....</i>   | 83 |
| 4.2.2 | <i>Correção e Completude das Informações Iniciais de Desenvolvimento de Ontologias de Referência.....</i> | 84 |
| 4.2.3 | <i>Facilidade de Uso e Utilidade da Abordagem EARly-OE.....</i>   | 86 |
| 4.3   | Discussão dos Resultados .....  | 92 |
| 4.3.1 | <i>Discussões sobre a Correção e Completude das Informações Produzidas .....</i>                          | 92 |

|  |       |
|--|-------|
| 4.3.2 <i>Discussão sobre Facilidade de Uso e Utilidade de EARly-OE</i> .....                                   | 94    |
| 4.4 Limitações do Experimento .....  | 95    |
| 4.5 Considerações Finais .....   | 97    |
| 5 Considerações Finais e Trabalhos Futuros .....   | 98    |
| 5.1 Contribuições .....  | 98    |
| 5.2 Trabalhos Futuros .....  | 100   |
| Referências Bibliográficas.....  | 102   |
| APÊNDICE A - Plano Preliminar do Experimento.....  | 106   |
| APÊNDICE B - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido .....  | - 109 |
| APÊNDICE C - Questionário sobre Perfil de Participante do Estudo Empírico.....                                 | 111   |
| APÊNDICE D - Instruções aos Participantes (Grupo sem Apoio de Early-OE).....                                   | 114   |
| APÊNDICE E - Instruções aos Participantes (Grupo com Apoio de Early-OE).....                                   | 116   |
| APÊNDICE F - Introdução ao Orçamento Público: Autorização Orçamentária e Execução da Despesa Pública 118       |       |
| APÊNDICE G - Manual de EARly-OE.....   | 133   |
| APÊNDICE H - Guia Rápido de Early-OE.....  | 155   |
| APÊNDICE I - <i>Viewpoints</i> do Processo de Autorização e Execução Orçamentária.....                         | 157   |
| APÊNDICE J - Formulário de Especificação das Informações Iniciais para o Desenvolvimento de uma Ontologia..... | 160   |
| APÊNDICE K - Questionário de Avaliação do Experimento (Grupo sem Apoio de Early-OE).....                       | 173   |
| APÊNDICE L - Questionário de Avaliação do Experimento (Grupo com Apoio de Early-OE).....                       | 174   |

# 1 Introdução

Este capítulo apresenta uma visão geral da tese, definindo aspectos relevantes para os capítulos subsequentes. Em suas seções são apresentados inicialmente a motivação da tese e o contexto em que está inserida. Em seguida, são apresentados a hipótese de pesquisa, os objetivos geral e específicos que nortearam a pesquisa e os aspectos metodológicos orientadores do trabalho. A seção final traz um resumo descritivo da estrutura deste documento.

## 1.1 Motivação e Contexto

As organizações (públicas e privadas) estão inseridas em cenários cada vez mais desafiadores, nos quais são impulsionadas a melhorar o suporte informatizado às suas atividades operacionais, gerenciais e estratégicas. Essa busca das organizações por aprimoramento do suporte informatizado aos seus processos, ocorre, principalmente, porque elas precisam ser capazes de lidar com um volume cada vez maior de dados provenientes de fontes internas e externas, a fim de gerar informações mais relevantes, confiáveis, precisas e atualizadas, subsidiando as inúmeras atividades organizacionais, em especial nos processos decisórios (O'BRIEN & MARAKAS, 2012). Contudo, mesmo em uma única organização, seus dados ainda costumam estar dispersos em diversas bases de dados e sistemas de informação (SIs) que nem sempre interoperam adequadamente. Isso geralmente ocorre quando SIs são desenvolvidos de forma gradual, cada um independente do outro, com enfoque em atender diferentes objetivos e dar suporte a atividades organizacionais específicas. Nesses casos, os diversos SIs da organização tendem a ser descentralizados e não integrados, demandando investimentos que possibilitem sua interoperação e compartilhamento de informações (CHEN *et al.*, 2008; IZZA, 2009; NARDI *et al.*, 2013; PANETTO & WHITMAN, 2016).

Essas falhas de interoperabilidade frequentemente interferem na execução das atividades organizacionais, impactando nos custos, prazos e qualidade dos resultados, além de dificultar as tomadas de decisões que demandam informações provenientes de diferentes fontes de dados e SIs (IZZA, 2009; RAY, 2011). Portanto, percebe-se a necessidade de uma solução tecnológica que possibilite o compartilhamento de informações entre os SIs, a fim de que sejam capazes de interoperar, refletindo adequadamente o fluxo de informações entre as atividades organizacionais suportadas pelos mesmos. Um exemplo dos impactos causados por esse tipo de problema pode ser visto em (CERQUEIRA, 2014), um estudo sobre o setor de segurança pública que aponta falhas sérias de interoperabilidade entre os SIs das agências públicas, defendendo que tais falhas dificultam o planejamento de ações estratégicas de combate à violência por parte dos gestores públicos, por serem a principal causa para a dificuldade em se obter informações de qualidade, abrangentes e consistentes sobre crimes e mortes violentas.

Cerqueira (2014) relata que, de acordo com o Ministério da Saúde, entre 1996 e 2010 ocorreram quase 1,9 milhão de mortes violentas no Brasil, incluindo 710 mil homicídios e 174 mil mortes cujas causas não puderam ser determinadas pelo Estado. Ou seja, incidentes de mortes violentas de causa indeterminada representam 9,6% de todos eventos violentos. Em países desenvolvidos, essa proporção é apenas residual, com menos de 1% de todos os casos violentos. Diante desse cenário, Cerqueira (2014) aponta a deficiência no compartilhamento e disseminação de informações entre as agências da administração pública como a causa da falta de informação consistente e qualificada sobre crimes e mortes violentas no Brasil, o que vem trazendo sérias consequências para o estado e a sociedade. Ele ressalta os problemas relacionados ao compartilhamento de conhecimento atualizado e consistente entre agências envolvidas no setor da segurança pública. Portanto, percebe-se que a interoperabilidade é um elemento-chave para permitir a cooperação e o intercâmbio de informações entre agências públicas.

Esse tipo de problema, relacionado à interoperabilidade entre SIs organizacionais, vem recebendo bastante atenção da comunidade científica, tendo em vista a identificação das suas causas e o desenvolvimento de soluções serem tarefas bastante desafiadoras. Vários autores indicam que soluções para o problema de interoperabilidade nas organizações não demandam somente investimentos na ampliação da capacidade de obtenção, armazenamento e processamento dos dados. Faz-se necessária uma compreensão abrangente sobre os elementos que compõem a estrutura organizacional, os processos de negócio, os SIs que apoiam os processos e as suas interrelações. Além disso, diversos trabalhos apontam a necessidade de se estabelecer um consenso sobre: (i) o real significado dos dados que alimentam os SIs e das informações produzidas por eles; (ii) como esses dados se inter-relacionam e a natureza semântica dessas relações; e (iii) como esses dados podem ser efetivamente usados durante a execução das diversas atividades organizacionais (CHEN *et al.*, 2008; IZZA, 2009; OBRST, 2003; PANETTO & WHITMAN, 2016). Com base neste cenário, o presente trabalho explora a sinergia entre duas áreas de pesquisa que abordam aspectos diferentes sobre o problema de interoperabilidade: *Enterprise Architecture* (EA)<sup>1</sup> e Ontologias.

A disciplina de EA provê ferramentas que, num cenário de constantes mudanças na estrutura, processos e SIs das organizações, podem ser usadas tanto para apoiar a análise e controle da arquitetura organizacional conforme ela está posta no momento atual (modelo *as-is*), quanto para entender e gerenciar a sua evolução (modelo *to-be*). O uso de modelos de EA possibilita a estruturação do conhecimento sobre um domínio organizacional a partir de diversas perspectivas complementares da sua arquitetura, contemplando, p. ex., os processos de negócio, atores, ativos de informação, SIs, objetivos e metas da organização. Dessa forma, o uso de EA tem sido proposto por diversos autores para abordar problemas de interoperabilidade nas organizações, com enfoque em aspectos como: (i) o gerenciamento dos processos de negócio e sua integração; (ii) o suporte adequado dos SIs aos processos;

---

<sup>1</sup> Como não há na bibliografia um consenso sobre a melhor tradução para *Enterprise Architecture*, neste trabalho é usado o termo Arquitetura Organizacional.

(iii) a identificação de possíveis falhas de interoperabilidade entre os SIs e planejamento de solução (BANAEIANJAHROMI & SMOLANDER, 2016; GUIJARRO, 2007; LANKHORST *et al.*, 2013; PANETTO & WHITMAN, 2016).

É importante observar que muitas vezes falhas de interoperabilidade entre SIs ocorrem a despeito de haver um grau razoável de integração entre os processos organizacionais (CHEN *et al.*, 2008; IZZA, 2009; PANETTO *et al.*, 2012). Em alguns casos, as atividades organizacionais até podem estar estruturadas de forma adequada a possibilitar a interconexão entre os processos, com um fluxo de informações que aparentemente atenda às necessidades da organização. Contudo, a partir de uma análise atenta dos modelos de EA, é possível perceber falhas no suporte informatizado para o fluxo de informações entre os processos, em especial entre aquelas atividades que interligam processos (p. ex. casos em que as informações produzidas em um processo precisam ser exportadas por um SI em formato de planilha e encaminhadas para outro setor da organização que filtra/processa as informações daquela planilha e utiliza parte delas como entrada para outro SI, que as importa).

Já os trabalhos que abordam o problema de interoperabilidade através do uso de ontologias têm um enfoque complementar àquele proposto na disciplina de EA. Seu o foco está no desenvolvimento de ontologias e do ferramental tecnológico associado a elas, visando aprimorar a interoperabilidade na organização. Ou seja, são propostos novos artefatos, que devem ser incluídos em uma versão reformulada da arquitetura organizacional, que vão atuar em conjunto com os SIs e fontes de dados previamente existentes. Portanto, ontologias são usadas com o objetivo de tratar do problema de heterogeneidade existente entre as fontes de dados e SIs das organizações, que costuma ocasionar conflitos sintáticos e semânticos associados aos elementos do domínio do problema. Os conflitos sintáticos são aqueles que ocorrem no nível estrutural, ou seja, estão relacionados aos símbolos e à gramática (conjunto de regras para combinar os símbolos). Já os conflitos semânticos ocorrem no nível conceitual, sempre que bases de dados e SIs são construídos a partir de diferentes conceituações (p. ex. usando um mesmo símbolo para representar objetos ou processos conceitualmente diferentes, ou símbolos diferentes para representar conceitos similares) (IZZA, 2009; OBRST, 2003).

As soluções de interoperabilidade baseadas em ontologias abordam o problema no nível semântico, visando assegurar que um símbolo tenha o mesmo significado para todos os SIs e fontes de dados que usam aquele símbolo (representando o mesmo conceito no mundo real). Portanto, o uso de ontologias visa estabelecer um consenso conceitual sobre as entidades de um domínio, evitando falsos acordos nas interações entre SIs e fontes de dados, o que é difícil de alcançar com uma solução de nível sintático. Portanto, as tecnologias para tratar de interoperabilidade semântica geralmente baseiam-se no uso de ontologias como interlíngua (USCHOLD & GRUNINGER, 1996), com o intuito de possibilitar a diferentes SIs interoperar.

Diferentes metodologias e arquiteturas para desenvolvimento e uso de ontologias têm sido empregadas em iniciativas exitosas que trataram desse tipo de problema (CERQUEIRA *et al.*, 2016; HAAV, 2011; NARDI *et al.*, 2013; PERISTERAS *et al.*, 2009). Nessas iniciativas, o uso de ontologias pressupõe que as mesmas capturam uma conceituação subjacente e compartilhada entre os vários SIs, facilitando a interoperabilidade semântica entre os mesmos (IZZA, 2009; MUTHAIYAH & KERSCHBERG, 2008; NARDI *et al.*, 2013; OBRST, 2010; PERISTERAS *et al.*, 2009). Como a intenção é que a ontologia seja uma representação o mais fiel possível do domínio real, no presente trabalho o termo genérico “ontologias” é usado para se referir mais especificamente a ontologias de referência. Ontologias de referência são um tipo especial de modelo conceitual, artefatos de engenharia, com o requisito adicional de representar um modelo de consenso (ou modelo de referência) dentro de uma comunidade, provendo uma descrição clara e precisa dos conceitos e relações dos domínios por elas representados. Seus propósitos chave são a comunicação, aprendizagem e resolução de problemas, apoiando humanos em atividades de negociação de significado e estabelecimento de consenso (FALBO, 2014; GUIZZARDI, 2007).

O desenvolvimento de ontologias, ou a Engenharia de Ontologias (EO), conta com alguns métodos bem estabelecidos, como p. ex. Methontology (FERNÁNDEZ-LÓPEZ *et al.*, 1997), UPON (NICOLA *et al.*, 2005), NeOn (SUÁREZ-FIGUEROA *et al.*, 2012) e SABiO (FALBO, 2014). Esses métodos, por serem concebidos para guiar o desenvolvimento de ontologias em diversos tipos de domínios, focam na definição genérica (“o que fazer”) de um conjunto de atividades de EO independentes de domínio. Em relação a este aspecto, a presente pesquisa assume um posicionamento diferente, pois aproveita a oportunidade de lidar com um tipo particular de domínio, caracterizado por sua organização baseada em processos estruturados. São chamados estruturados, os processos formados por atividades recorrentes e interdependentes, as quais apresentam relações de causalidade ou temporalidade entre si (BUKSHSH, 2015). Esses domínios, chamados aqui de “ricos em processos estruturados”, estão relacionados a contextos em que é possível extrair conhecimento a partir do estudo de modelos que capturam e descrevem os elementos que compõem os processos de negócio e demais entidades organizacionais associadas aos mesmos (p. ex. os atores, SIs, ativos de informação e suas inter-relações). Sendo assim, tem-se tornado cada vez mais frequente o uso de linguagens que dão suporte à modelagem orientada a processos (p. ex. BPMN<sup>1</sup>, ArchiMate<sup>2</sup> etc.) para representar os elementos desse tipo de domínio<sup>3</sup>. Portanto, ao tratar desse tipo de domínio específico, o presente trabalho busca explorar algumas de suas características específicas, (re)aproveitando recursos de conhecimento normalmente utilizados e compreendidos naquele contexto. Sendo assim, torna-se possível definir diretrizes mais prescritivas para as atividades de desenvolvimento de ontologias,

---

<sup>1</sup> *Business Process Modeling Notation* - <http://www.bpmn.org/>

<sup>2</sup> <http://pubs.opengroup.org/architecture/archimate3-doc/toc.html>

<sup>3</sup> As características dos domínios ricos em processos estruturados são detalhadas na Seção 2.3

indicando “como fazer” o uso dos recursos de conhecimento disponíveis naquele domínio, indo além de indicar “o que fazer”.

A relevância da identificação e (re)uso de artefatos, ou recursos, de conhecimento consolidado sobre um domínio é destacada tanto em publicações sobre interoperabilidade (BANAEIJAHROMI & SMOLANDER, 2016; BEYER *et al.*, 2004; CHEN *et al.*, 2008; GUIJARRO, 2007; LANKHORST *et al.*, 2013; PANETTO & WHITMAN, 2016), quanto nos métodos de EO citados anteriormente. Tais artefatos devem proporcionar uma visão mais ampla dos elementos que compõem o domínio do problema, facilitando sua compreensão, especialmente em domínios complexos, como geralmente ocorre com os ambientes organizacionais. Conforme mencionado anteriormente, a disciplina de EA através de modelos que identificam os elementos que compõem a arquitetura organizacional (p. ex. atores, processos e SIs), pode prover artefatos relevantes para esse fim. Portanto, este trabalho aponta como os modelos de EA podem ser usados para apoiar o desenvolvimento de ontologias que representem domínios ricos em processos estruturados, sobretudo nos contextos em que tais modelos possam ser usados ou que, preferencialmente, já estejam disponíveis como ativos de conhecimento sobre o domínio.

A presente pesquisa enfoca as atividades iniciais de EO, abrangendo a definição dos usos pretendidos da ontologia, seus potenciais usuários e os requisitos que devem ser atendidos por ela, além de uma proposta inicial de modularização da mesma já durante a sua concepção<sup>1</sup>. Suárez-Figueroa *et al.* (2012) apontam que a qualidade das informações obtidas nessas atividades iniciais, as quais denomina atividades de especificação de requisitos da ontologia, são críticas para a eficiente e precisa identificação posterior do conhecimento que a ontologia deve conter, impactando diretamente as etapas seguintes de desenvolvimento.

## 1.2 Hipótese de Pesquisa

Conforme mencionado na seção anterior, considerando que:

- Existem inúmeros casos de organizações públicas e privadas que utilizam modelos de EA para aprimorar a compreensão e gerenciamento dos elementos que compõem a sua arquitetura. Geralmente, o uso de EA visa tratar de problemas relacionados aos SIs que dão suporte aos processos organizacionais. Esses SIs geralmente apresentam problemas de interoperabilidade, por haverem sido projetados e serem gerenciados de forma independente, descentralizada e, por conseguinte, sem a preocupação de interoperarem (BANAEIJAHROMI & SMOLANDER, 2016; CERQUEIRA, 2014; LANKHORST *et al.*, 2013; PANETTO & WHITMAN, 2016; SCHOLL *et al.*, 2012);

---

<sup>1</sup> O termo “concepção” é usado neste documento para designar essas atividades iniciais de EO.

- As soluções para essas falhas de interoperabilidade geralmente precisam tratar da falta de clareza e precisão semântica na descrição dos conceitos, relações e processos organizacionais. Esse problema de heterogeneidade semântica entre as fontes de dados e SIs é apontado como uma das principais causas da baixa qualidade das informações usadas para subsidiar os processos organizacionais (CERQUEIRA *et al.*, 2016; IZZA, 2009; MUTHAIYAH & KERSCHBERG, 2008; OBRST, 2010);
- Pesquisadores vêm apontando abordagens baseadas em ontologias como as mais adequadas para tratar problemas de interoperabilidade semântica (CERQUEIRA *et al.*, 2016; IZZA, 2009; NARDI *et al.*, 2013; PANETTO & WHITMAN, 2016);
- Modelos EA são recursos de conhecimento valiosos para a compreensão de domínios ricos em processos estruturados e, muitas vezes, já são utilizados nos ambientes organizacionais (BANAEIJAHROMI & SMOLANDER, 2016; LANKHORST *et al.*, 2013; PANETTO & MOLINA, 2008);
- Os métodos de EO, devido seu grau de generalidade, prescindem de diretrizes mais prescritivas para atividades específicas, principalmente na etapa inicial de desenvolvimento de ontologias, sendo relevante acrescentar aos usuários daqueles métodos algumas instruções sobre como executar tais atividades em um tipo específico de domínio.

O presente trabalho possui a seguinte hipótese de pesquisa:

*A sistematização do uso de modelos de EA para apoiar as atividades iniciais de desenvolvimento de ontologias de referência em domínios ricos em processos estruturados pode facilitar a execução dessas atividades e levar a resultados mais corretos e completos.*

### 1.3 Objetivos

O objetivo geral desta pesquisa é **desenvolver uma abordagem que sistematize o uso de elementos de modelos de EA como recursos de conhecimento para apoiar os desenvolvedores de ontologias nas atividades iniciais de EO em domínios ricos em processos estruturados, facilitando o processo de aquisição de conhecimento e produzindo resultados mais completos e corretos.** A partir desse objetivo geral são definidos os seguintes objetivos específicos (OS):

**OS1. Definir o conjunto de diretrizes que devem compor a abordagem visando contemplar as atividades de concepção de ontologias de referência previstas nos principais métodos de EO.**

A definição das diretrizes que compõem a abordagem deve simplificar o trabalho dos desenvolvedores de ontologias, mantendo coerência com as atividades iniciais de desenvolvimento de ontologias indicadas por alguns dos principais métodos de EO identificados na literatura.

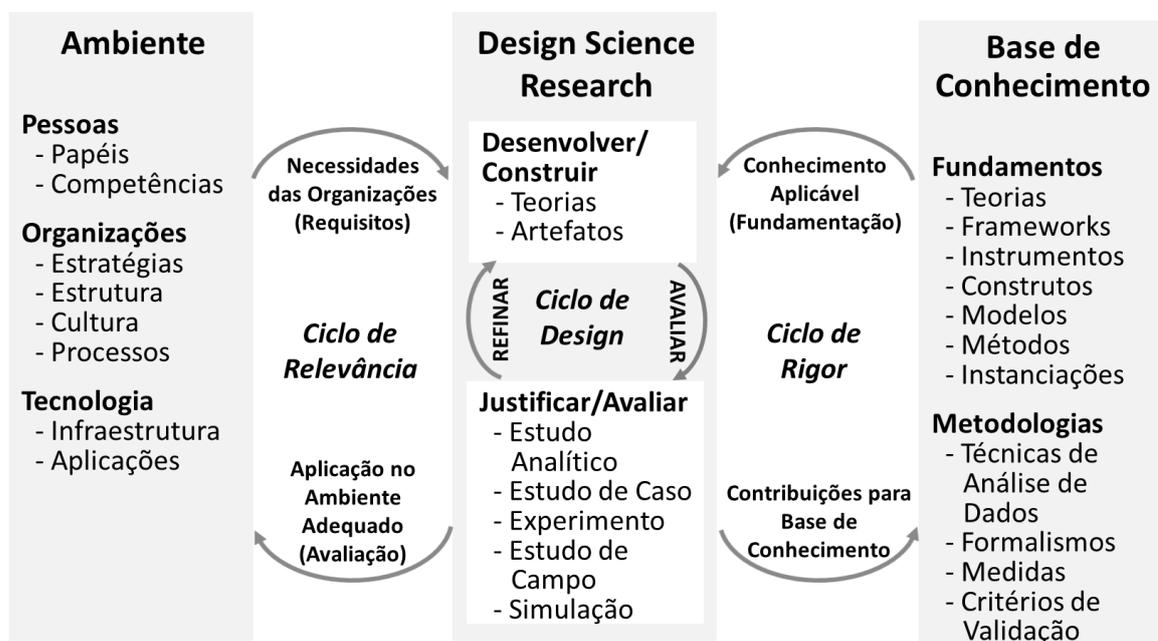
- OS2. Estabelecer quais e como os elementos dos modelos de EA podem ser usados para apoiar cada uma das diretrizes definidas para a abordagem no OS1.** As diretrizes de concepção definidas na abordagem devem descrever quais e como os elementos dos modelos de EA podem ser usados como recursos de conhecimento para auxiliar os desenvolvedores de ontologias a produzir informações mais completas e corretas ao: (i) identificar especialistas de domínio e potenciais usuários da ontologia; (ii) identificar recursos de conhecimento que são usados por uma comunidade específica e que tenham alcançado algum consenso entre os especialistas; (iii) definir os usos pretendidos da ontologia; (iv) elicitar os requisitos funcionais da ontologia; e (v) propor uma forma inicial para modularização da ontologia.
- OS3. Avaliar a abordagem proposta neste trabalho (OS1 e OS2) a partir da sua aplicação em um domínio selecionado.** Tendo em vista que a abordagem foi inicialmente desenvolvida no contexto de um estudo exploratório (o qual será detalhado nas seções seguintes), é proposta a realização de um experimento, para fins de avaliação do mesmo, em que desenvolvedores de ontologias com diferentes níveis de experiência usem a abordagem em um domínio diferente daquele no qual o estudo exploratório estava inserido.

## 1.4 Aspectos Metodológicos

O método adotado para conduzir e avaliar a presente pesquisa baseia-se no método *Design Science Research* (DSR) (BAX, 2014; HEVNER, 2007; HEVNER *et al.*, 2004). De acordo com (BAX, 2014), “*DSR deve ser vista como uma das mais apropriadas metodologias para orientar a condução de pesquisas científicas em tecnologia e gestão da informação e do conhecimento, em uma abordagem que alia a relevância da aplicação prática com o rigor científico*”. Para Hevner *et al.* (2004), o DSR é um método de pesquisa focado na solução de problemas organizacionais a partir do desenvolvimento e avaliação de artefatos de tecnologia da informação (p.ex. métodos ou modelos que podem se referir tanto ao processo de *design*, quanto ao produto projetado), sendo necessário explicitar tanto a relevância dos artefatos para o ambiente em que serão aplicados, quanto o rigor teórico e metodológico usado para embasar o desenvolvimento desses artefatos. Portanto, a escolha do DSR como método desta pesquisa justifica-se pelo fato de seu objetivo principal ser o desenvolvimento e avaliação de um artefato, qual seja, uma abordagem que define diretrizes para as atividades iniciais de EO apoiadas no uso de elementos de modelos de EA como recursos de conhecimento, buscando obter resultados mais completos e corretos nessa etapa do desenvolvimento de ontologias.

A Figura 1.1 apresenta o *framework* conceitual de DSR proposto em (HEVNER *et al.*, 2004), representando as interações necessárias entre o DSR, o ambiente socio-técnico em que ele se desenvolve e a base de conhecimento que o fundamenta. Segundo (HEVNER, 2007), essas interações ocorrem em três ciclos relacionados:

- **Ciclo de Relevância** - interliga o ambiente de aplicação (o contexto) do projeto de pesquisa com as atividades do DSR. As motivações da pesquisa devem originar-se de necessidades organizacionais e/ou de possíveis oportunidades de melhorias das teorias existentes, que servem tanto como requisitos para a pesquisa, quanto como critérios para avaliar a qualidade dos artefatos desenvolvidos. Esses artefatos devem ser aplicados de volta no ambiente para avaliar se satisfazem os requisitos identificados.
- **Ciclo de Rigor** – conecta as atividades do DSR ao uso de uma base de conhecimentos confiável. Refere-se à utilização do conhecimento científico disponível para fundamentar teórica e metodologicamente a construção e avaliação dos artefatos desenvolvidos no projeto de pesquisa, além de servir para demonstrar que as contribuições propostas possuem um caráter inovador.
- **Ciclo de Design** - itera entre as atividades de construção dos artefatos projetados no DSR, sua avaliação e posterior refinamento do artefato. Neste ciclo, as atividades de construção e avaliação devem estar convincentemente baseadas na relevância e no rigor, visando à evolução dos artefatos projetados.



**Figura 1.1. Framework Conceitual da Design Science Research – baseado em (HEVNER et al., 2004) e (HEVNER, 2007).**

A fim de explicitar como o método DSR foi aplicado nesta pesquisa, passa-se a relatar o histórico do trabalho desenvolvido, identificando as evidências de cada um dos elementos mostrados no *framework* conceitual apresentado na Figura 1.1.

A pesquisa foi iniciada no contexto do projeto “Interoperabilidade Semântica de Informações em Segurança Pública” contemplado com financiamento da FAPES (Fundação de Amparo à Pesquisa e

Inovação do Espírito Santo) em edital sobre “Políticas e Práticas para Prevenção, Proteção e Defesa Social”. O projeto abordou um problema real relacionado à baixa qualidade das informações disponíveis para subsidiar as decisões dos gestores nas agências envolvidas em processos de crimes violentos do setor de segurança pública do estado do Espírito Santo (Secretarias de Segurança Pública e de Justiça, Polícia Civil, Ministério Público e Justiça Estadual).

No processo de identificação mais detalhada das causas daquele problema, foram identificadas como as principais: (i) o volume cada vez maior de dados requeridos para subsidiar as atividades das agências, em especial as de natureza decisória; (ii) a dispersão desses dados e informações entre várias fontes internas e externas às agências; e (iii) a heterogeneidade estrutural e semântica desses dados e informações que precisam ser compartilhados entre as agências. Tendo em vista que o cenário apresentava características típicas de um problema de interoperabilidade semântica, o projeto teve por objetivo a elaboração de uma abordagem de governança de informação baseada em ontologias de referência, a fim de permitir a interoperação entre os SIs que suportam os processos operacionais e administrativos realizados pelas agências públicas envolvidas.

Para alcançar aquele objetivo, o projeto previu as seguintes atividades chave: (i) compreender a arquitetura organizacional atual do setor de segurança pública, seus atores, processos de negócio e os SIs usados atualmente pelas agências para lidar com crimes violentos; (ii) identificar as lacunas de interoperabilidade na arquitetura atual e, por conseguinte, as oportunidades de integração de dados advindos dos diferentes SIs, apontando perguntas que as agências de segurança pública não conseguiram responder a partir dos SIs existentes, quando utilizados de forma independente; (iii) desenvolver uma abordagem de governança de informações baseada em ontologias para tratar do problema de interoperabilidade das agências públicas envolvidas no processo de crimes violentos; (iv) desenvolver um projeto piloto de interoperabilidade para parte dos SIs, a fim de demonstrar efetividade da aplicação da abordagem proposta.

Para apoiar o cumprimento das atividades (i) e (ii) do projeto, foi desenvolvido um modelo de EA para representar o contexto atual das agências do setor de segurança pública do estado do Espírito Santo responsáveis por atuar em processos de crimes violentos. Para a atividade (iii), não foi localizada uma ontologia de referência pré-existente que capturasse a conceituação para o domínio tratado. Portanto, fez-se necessário o desenvolvimento de uma ontologia para o domínio de processos relacionados a crimes violentos, a fim de usá-la para melhorar a compreensão dos conceitos subjacentes a cada uma das várias fontes de dados e SIs e possibilitar sua interoperação, com consequente geração de informações mais adequadas às necessidades daquelas agências públicas. Conforme definido pelos métodos de EO, especialmente SABiO (FALBO, 2014) e NeOn (SUÁREZ-FIGUEROA *et al.*, 2012), as atividades iniciais para construção de ontologias incluem, dentre outras ações: identificar especialistas de domínio e potenciais usuários da ontologia; identificar fontes a partir das quais seja possível extrair conhecimento sobre o domínio, chamados por alguns autores de recursos de conhecimento não

ontológicos (RNOs<sup>1</sup>) ou fontes de conhecimento consolidado, p. ex. livros, glossários, leis, regulamentos, manuais de sistemas, esquemas de dados, etc.; definir o escopo da ontologia; e elicitare seus requisitos.

Considerando essas atividades iniciais de EO e investigando os recursos disponíveis para aquisição de conhecimento sobre o domínio, percebeu-se que o modelo de EA, inicialmente usado para compreensão do domínio, além do diagnóstico e planejamento de soluções de interoperabilidade, representava um recurso de conhecimento relevante para o tipo de domínio tratado no projeto, caracterizado por sua organização baseada em processos estruturados. A partir dessa percepção, ainda que não mencionado como exemplo de RNO pelos métodos de EO, optou-se pelo uso do modelo de EA para apoiar o processo de aquisição de conhecimento nas atividades iniciais de desenvolvimento da ontologia.

A partir dessa ideia, foi que o projeto passou a cumprir o papel de estudo de caso exploratório na pesquisa que culminou no presente trabalho, com o objetivo de propor uma forma sistematizada de usar elementos de modelos de EA como recursos de conhecimento para apoiar os desenvolvedores de ontologias nas atividades iniciais de EO em domínios ricos em processos estruturados. Portanto, pode-se considerar como **Ambiente** da pesquisa o contexto daquele próprio projeto, para o qual foi necessário desenvolver uma ontologia para representar o domínio de processos de crimes violentos do setor de segurança pública, sendo o público principal os desenvolvedores do projeto citado envolvidos no desenvolvimento de soluções baseadas em ontologia para integração dos SIs e dados de segurança pública. Em relação ao **Ciclo de Relevância**, a pesquisa visa atender à seguinte **Necessidade da Organização**: simplificar o processo de aquisição de conhecimento nas atividades iniciais de EO, visando auxiliar os desenvolvedores a produzirem informações mais completas e corretas nesta fase, necessárias para subsidiar adequadamente as fases seguintes de desenvolvimento da ontologia.

Uma vez identificados os problemas e necessidades a serem atendidas pela pesquisa, passou-se a buscar na literatura a fundamentação teórica para desenvolver o artefato que as solucionasse, conforme recomendado no **Ciclo de Rigor** do DSR. Neste trabalho, as principais **Bases de Conhecimento** estão relacionadas às áreas de Engenharia de Ontologia (EO) e Arquitetura Organizacional (*Enterprise Architecture* – EA). Sendo assim, a fim de obter uma compreensão mais abrangente sobre problemas causados por inconsistências e divergências semânticas, foram estudados trabalhos sobre abordagens baseadas em ontologias para tratar problemas de interoperabilidade no nível semântico (CERQUEIRA *et al.*, 2016; IZZA, 2009; NARDI *et al.*, 2013; OBRST, 2010; PERISTERAS *et al.*, 2009). Como o trabalho contempla as atividades iniciais de construção de ontologias, foi realizada pesquisa sobre métodos de EO (FALBO, 2014; FERNÁNDEZ-LÓPEZ *et al.*, 1997; NICOLA *et al.*, 2005; SUÁREZ-FIGUEROA *et al.*, 2012). Além disso, como a pesquisa vislumbrava o uso de elementos de modelos de

---

<sup>1</sup> Chamados de NORs (*Non-Ontological Resources*) em (SUÁREZ-FIGUEROA *et al.*, 2012)

EA para auxiliar nas atividades iniciais de EO, facilitando a aquisição de conhecimento sobre o domínio, também foi necessário estudar trabalhos relacionados à disciplina de EA (BANAEIJAHROMI & SMOLANDER, 2016; LANKHORST *et al.*, 2013; PANETTO *et al.*, 2012).

Com relação ao **DSR**, o **Artefato Desenvolvido** foi a abordagem EARly-OE (*Enterprise Architecture-driven early Ontology Engineering*), composta por diretrizes que sistematizam o uso de elementos de modelos de EA nas atividades de concepção de ontologias, juntamente com um manual e um guia rápido de aplicação da mesma. Quanto ao **Ciclo de Design**, para **justificar** o desenvolvimento da abordagem EARly-OE, demonstrando o ineditismo da pesquisa desenvolvida neste trabalho, foi realizada uma revisão da literatura, na qual foram encontrados poucos trabalhos publicados que exploram o uso de elementos de modelagem de EA como recursos de conhecimento para apoiar a concepção de ontologias. Além disso, a revisão da literatura permitiu a identificação de uma lacuna nos trabalhos analisados, relacionada à falta de publicações que tratem da definição de diretrizes prescritivas, as quais guiem o desenvolvedor de forma sistematizada, sobre como explorar o uso de elementos de modelos de EA na execução de atividades de desenvolvimento de ontologias.

Posteriormente, após a abordagem EARly-OE ter sido sistematizada, a fim de **avaliar** a mesma, foi conduzido um estudo empírico para o domínio de orçamento e finanças públicas federal, com participantes de níveis variados de experiência em EO. Com o experimento foi possível avaliar qualitativamente a percepção dos participantes quanto à facilidade de uso e à utilidade da abordagem, assim como a completude e corretude dos resultados obtidos com a aplicação da abordagem. Sendo que, a partir dessa avaliação, foi possível **refinar** a abordagem EARly-OE, assim como seu manual e o guia rápido de aplicação, aperfeiçoando-os a partir da análise dos resultados obtidos.

Uma vez realizado o **Ciclo de Design**, o **Ciclo de Relevância** aponta que a abordagem EARly-OE deve ser aplicada de volta no ambiente a fim de avaliar se a mesma é realmente capaz de satisfazer as necessidades para as quais a abordagem foi originalmente criada. Como contexto do projeto foi usado como estudo de caso exploratório, uma particularidade desta pesquisa, o processo de criação/refinamento da abordagem acabou ocorrendo, em sua maior parte, como parte das atividades do próprio projeto (considerado o **Ambiente** da pesquisa), induzindo sua adequação ao atendimento daquelas necessidades.

Um estudo de caso exploratório visa tornar mais clara a compreensão de uma questão ou situação, fornecendo *insights* e ajudando a reunir informações preliminares para definir problemas e sugerir hipóteses (KOTLER & ARMSTRONG, 2010). De acordo com Schutt (2011) e Yin (2013), este tipo de estudo é apropriado sempre que não há nenhum modelo anterior como base de estudo e quando a literatura disponível fornece subsídio conceitual incipiente a respeito do escopo pesquisado. Em vez de testar uma hipótese previamente formulada, a pesquisa tem como objetivo desenvolver princípios gerais para explicar as observações prévias. A ideia é deixar perguntas emergirem a partir das próprias

situações exploradas no estudo de caso (SCHUTT, 2011), o que requer a exposição do pesquisador a situações contextualizadas.

Retomando o **Ciclo de Rigor**, conforme mencionado anteriormente, as diretrizes que compõem a abordagem EARly-OE foram **baseadas** nas atividades iniciais previstas em métodos de EO bem estabelecidos, assim como, foram geradas **Contribuições para a Base de Conhecimento** a partir da publicação de dois artigos científicos que demonstram alguns aspectos da sinergia entre as disciplinas de EO e EA, apontando como elementos usados na modelagem de EA podem ser usados na concepção de ontologias de referência: “*Where enterprise architecture and early ontology engineering meet: A case study in the public security domain*” (DETONI et al., 2017a); e “*Exploring the Role of Enterprise Architecture Models in the Modularization of an Ontology Network : A Case in the Public Security Domain*” (DETONI et al., 2017b).

Também podem ser consideradas como **Contribuição para a Base de Conhecimento** o Manual e o Guia Rápido de Aplicação da abordagem EARly-OE, que apresentam a sistematização do uso de elementos de modelos de EA para apoiar as atividades iniciais de EO. Dessa forma, EARly-OE potencializa o uso de abordagens baseadas em EA e ontologias, cumprindo papéis complementares para abordar problemas de interoperabilidade semântica em domínios ricos em processos estruturados.

A Figura 1.2 resume como os principais elementos desta pesquisa citados anteriormente compõem cada um dos ciclos definidos em (HEVNER, 2007).

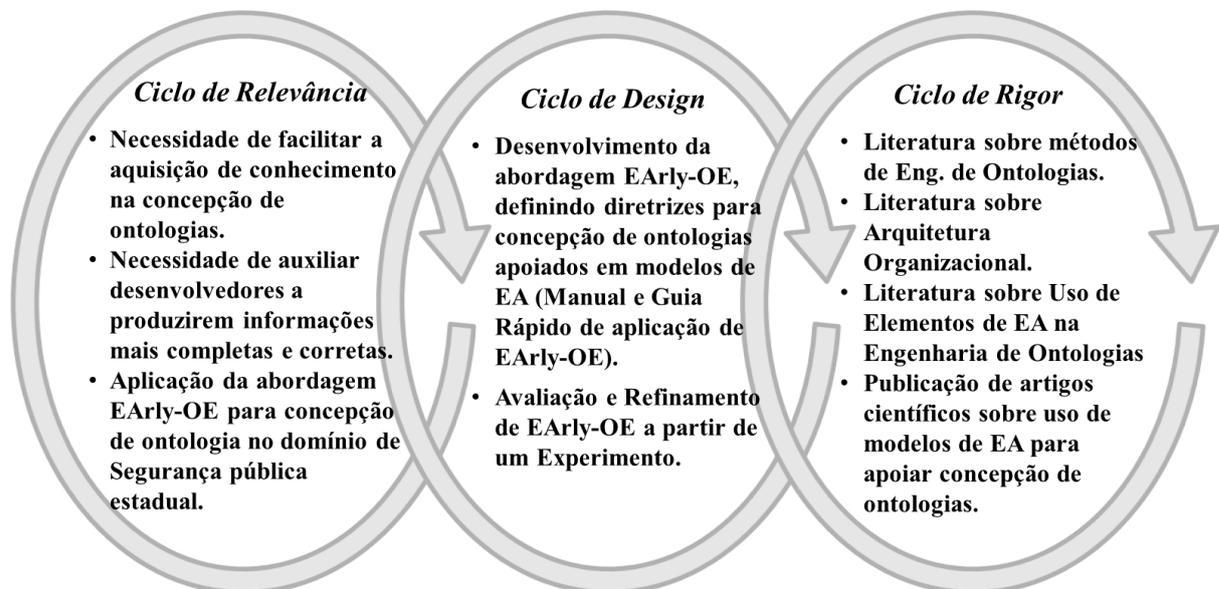


Figura 1.2. Resumo dos Ciclos de DSR aplicados nesta pesquisa

## 1.5 Organização da Tese

Este capítulo apresentou a Introdução deste trabalho, envolvendo seus aspectos gerais, a saber: o contexto e motivação para esta pesquisa, a hipótese e os objetivos da pesquisa e os aspectos metodológicos. Os próximos capítulos estão organizados da seguinte forma:

- **Capítulo 2 - Conceitos Gerais: Engenharia de Ontologia e Arquitetura Organizacional:** apresenta uma revisão dos conceitos necessários para fundamentar as ideias deste trabalho. O conteúdo inclui conceitos básicos sobre ontologias, Engenharia de Ontologia e Arquitetura Organizacional. Além disso, este capítulo apresenta trabalhos da literatura que fazem uso de elementos de EA para apoiar a Engenharia de Ontologias.
- **Capítulo 3 - A Abordagem EARly-OE - *Enterprise Architecture-driven early Ontology Engineering*:** apresenta o conjunto de diretrizes que compõem a abordagem, sobre como realizar as atividades iniciais de desenvolvimento (concepção) de ontologias apoiadas no uso de elementos de modelos de EA para domínios ricos em processos estruturados. Como exemplo de aplicação da abordagem, é utilizado o problema real de interoperabilidade semântica no domínio de segurança pública.
- **Capítulo 4 – Experimento de Avaliação da Abordagem EARly-OE:** apresenta o estudo empírico realizado com a finalidade de avaliar a percepção de usabilidade e utilidade da abordagem, assim como a completude e corretude dos resultados gerados pelos participantes. O experimento avaliou a aplicação de EARly-OE, usando o manual e o guia rápido de aplicação previamente elaborados, para o domínio de autorização e execução do orçamento público federal. Além de abordar um domínio diferente daquele da pesquisa exploratória, o experimento contou com participantes de diferentes níveis de experiência em desenvolvimento de ontologias.
- **Capítulo 5 - Considerações Finais e Trabalhos Futuros:** resume as principais ideias discutidas e os resultados alcançados nesta tese. Também são propostos trabalhos futuros para abordar aspectos não investigados.

## 2 Conceitos Gerais: Engenharia de Ontologia e Arquitetura Organizacional

Neste capítulo são abordados os conceitos necessários para fundamentar a presente pesquisa. Como a base dessa pesquisa são as atividades iniciais de desenvolvimento de ontologias apoiadas no uso de modelos de EA como recursos para aquisição de conhecimento, os seguintes conceitos serão abordados: Seção 2.1 – Ontologias: conceituação básica e formas de classificá-las; Seção 2.2 - Engenharia de Ontologias: atividades iniciais de desenvolvimento de ontologias e processo de aquisição de conhecimento; Seção 2.3 – Processos Estruturados e Arquitetura Organizacional: conceituação básica sobre processos estruturados e *Enterprise Architecture*; Seção 2.4 – Representação de Modelos de EA em ArchiMate: conceitos básicos sobre o *framework* ArchiMate e sua linguagem de representação; Seção 2.5 – Uso de Elementos de EA no Desenvolvimento de Ontologias: revisão da literatura sobre o uso de elementos de EA nas atividades de desenvolvimento de ontologias; e Seção 2.6 – Considerações Finais.

### 2.1 Ontologias

Algumas definições usadas para o termo ontologia em diferentes comunidades são apresentadas em (GUARINO *et al.*, 2009), destacando-se os seguintes aspectos: conceituação, especificação parcial, formal, explícita e compartilhada. A partir daí, pode-se definir ontologia como uma especificação parcial, formal e explícita de uma conceituação compartilhada. O termo *conceituação* refere-se a um conjunto de conceitos e relações relevantes para articular sobre um fenômeno do mundo real. *Parcial* diz respeito ao fato de apenas certos aspectos da realidade, aqueles que são considerados relevantes para um propósito, são alvo de uma ontologia. *Explícita* significa que os conceitos usados e as restrições sobre seu uso são definidos explicitamente. *Formal* refere-se ao rigor da linguagem usada para descrever a ontologia, sendo as linguagens lógicas normalmente consideradas formais. *Compartilhada* reflete o fato de uma ontologia capturar o conhecimento consensual aceito por uma comunidade.

A literatura apresenta diversas formas de classificar ontologias, como por exemplo, de acordo com o nível de generalidade, grau de formalismo ou axiomatização e propósito de uso. Neste trabalho são tratadas as classificações por propósito de uso e por nível de generalidade. De acordo com o propósito de uso, ontologias podem ser classificadas como de referência ou operacionais (FALBO, 2014). Uma **ontologia de referência** é desenvolvida como modelo conceitual que visa fazer uma descrição clara e precisa das entidades do domínio representado, para fins de comunicação, aprendizagem e resolução de problemas. As ontologias de referência são geralmente usadas para auxiliar seres humanos na compreensão semântica mais precisa sobre entidades de um domínio e no

estabelecimento de consenso, servindo como um modelo de referência dentro de uma comunidade (FALBO, 2014; GUIZZARDI, 2007). Já uma **ontologia operacional** (chamada de *lightweight ontology* por Guizzardi (2007)) é uma versão da ontologia de referência implementada em uma linguagem adequada para processamento por máquina. As ontologias operacionais são projetadas com foco na garantia de propriedades computacionais desejáveis, precisando muitas vezes abrir mão de alguma precisão semântica. O foco deste trabalho são as atividades iniciais de desenvolvimento de ontologias de referência, onde são priorizadas a clareza e a precisão na descrição das entidades do domínio.

Outra forma de classificar ontologias baseia-se no seu nível de generalidade, a partir da qual uma ontologia pode ser classificada como de fundamentação, *core* e de domínio (SCHERP et al., 2011). Para Guarino (1998) essa forma de classificação, além do nível de generalidade, também está baseada na dependência da ontologia em relação a uma atividade particular ou ponto de vista. As **ontologias de fundamentação** são as de maior nível de generalidade, são independentes de domínio e abrangem várias áreas de conhecimento, descrevendo os conceitos e relações mais básicos e gerais que existem na realidade (p. ex. objeto, evento, ação, dependência, classificação, relação todo-parte etc.) (GUARINO, 1998; GUIZZARDI, 2005). Exemplos de ontologias de fundamentação são DOLCE (GANGEMI et al., 2002) e UFO – *Unified Foundational Ontology* (GUIZZARDI, 2005).

As **ontologias core** operam em nível de generalidade menor que as ontologias de fundamentação, fornecendo definição para conceitos estruturais em uma determinada área de conhecimento. Elas possivelmente refinam a conceituação fundacional, adicionando conceitos e relações mais detalhados relativos à área de conhecimento tratada (p. ex. Serviços, Organizações, Crimes e Despesas Públicas) (SCHERP et al., 2011). Dessa forma, as ontologias *core* abrangem conceitos aplicados a diversos domínios dessa área, sendo úteis para apoiar o desenvolvimento de ontologias para esses domínios específicos.

As **ontologias de domínio**, por sua vez, descrevem a conceituação relacionada a um domínio específico, possivelmente especializando conceitos e relações das ontologias mais genéricas (p. ex. Locação de Veículos, Universidades, Investigação Policial e Empenho Orçamentário) (GUARINO, 1998). De acordo com Falbo et al. (2013), a classificação de ontologias por diferentes níveis de generalidade não possui uma distribuição discreta, com limites bem definidos entre os tipos descritos, devendo ser percebidas de forma linear, como um *continuum*. A Figura 2.1 ilustra a natureza contínua dessa classificação usando alguns exemplos.

No exemplo da Figura 2.1, UFO-A (uma ontologia de objetos) (GUIZZARDI, 2005) e UFO-B (uma ontologia de eventos) (GUIZZARDI et al., 2013) são ontologias de fundamentação, as quais foram usadas como base para construir UFO-C (uma ontologia de entidades sociais) (GUIZZARDI et al., 2008), sendo esta última ainda considerada uma ontologia de fundamentação, apesar de mais específica que as primeiras. A *Core Organizational Ontology* apresentada em (CARVALHO & ALMEIDA, 2015)

é fundamentada em UFO-C, enquanto uma Ontologia de Instituição de Ensino pode ser criada estendendo a *Core Organizational Ontology*. Continuando, pode ser criada uma ontologia de domínio sobre Universidades, que estende a Ontologia de Instituição de Ensino. Dessa forma, a Ontologia de Instituição de Ensino estaria posicionada entre as classificações *core* e de domínio.

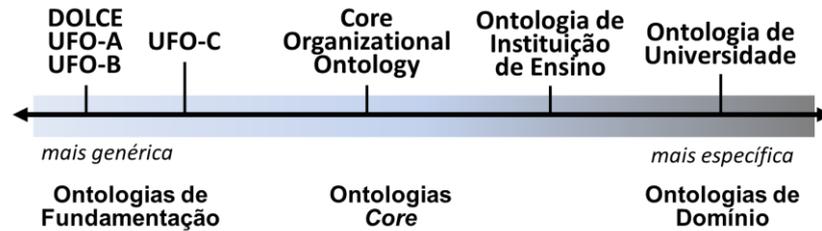


Figura 2.1. Níveis de Generalidade de Ontologias (adaptado de (FALBO et al., 2013))

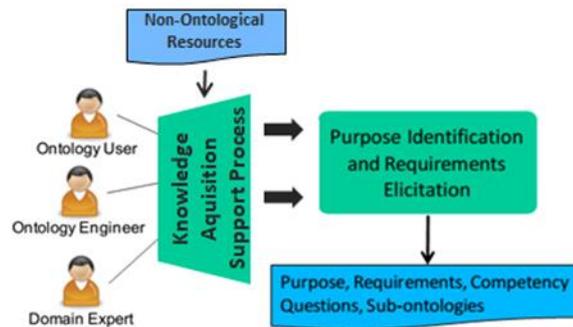
Segundo Guizzardi (2007), uma das formas de se desenvolver uma ontologia adequada é o alinhamento com uma ontologia de fundamentação. Por esse motivo, para a construção de ontologias é importante o uso de uma linguagem de modelagem que seja baseada em uma ontologia de fundamentação. A linguagem OntoUML é um perfil do diagrama de classes da UML 2.0 (*Unified Modeling Language*) que introduz estereótipos no diagrama de classes com base em meta-propriedades ontológicas, as quais permitem a criação de ontologias consistentes e alinhadas com a ontologia de fundamentação UFO (GUIZZARDI, 2005). Portanto, retomando o exemplo da Figura 2.1, entende-se que, ao se usar a linguagem OntoUML para se representar ontologias de ambos os níveis, *core* e domínio, as mesmas estarão alinhadas, tendo em vista seus conceitos e relações estarem descritos com base em um mesmo conjunto de categorias fundamentais.

## 2.2 Engenharia de Ontologias

Tendo em vista a complexidade das atividades envolvidas, a criação de ontologias requer um apoio metodológico para guiar o seu processo de desenvolvimento (FALBO, 2014). Isso tem motivado a proposição de diversos métodos de EO, dentre os quais pode-se destacar: Methontology (FERNÁNDEZ-LÓPEZ *et al.*, 1997), UPON (NICOLA *et al.*, 2005), NeOn (SUÁREZ-FIGUEROA *et al.*, 2012) e SABiO (FALBO, 2014).

O presente trabalho ocupa-se particularmente em apoiar as atividades iniciais contempladas nesses métodos. Estas, tratadas aqui como atividades de concepção de ontologias, contemplam: (i) identificação de especialistas de domínio e potenciais usuários da ontologia; (ii) seleção de recursos de conhecimento consolidado; (iii) definição de usos pretendidos para a ontologia; (iv) identificação do escopo e elicitação de requisitos da ontologia; (v) proposta para modularização inicial da ontologia. A Figura 2.2 resume as atividades de concepção de uma ontologia definidas nas metodologias SABiO

(fase de identificação de propósito e elicitação de requisitos da ontologia) e NeOn (tarefas de especificação de requisitos da ontologia), assim como os atores envolvidos.



**Figura 2.2. Processo de Suporte à Aquisição de Conhecimento usando Recursos não Ontológicos em Atividades de Concepção de Ontologias - adaptado de (FALBO, 2014)**

As atividades (i) e (ii) de concepção de ontologias estão diretamente relacionados ao processo de suporte ao desenvolvimento de ontologias, chamado de aquisição de conhecimento, o qual ocorre em paralelo às atividades do processo de desenvolvimento de ontologia (FALBO, 2014; FERNÁNDEZ-LÓPEZ *et al.*, 1997; SUÁREZ-FIGUEROA *et al.*, 2012). As atividades do processo de aquisição de conhecimento são mais intensas durante a concepção de uma ontologia. A aquisição de conhecimento ocorre comumente através de interações com especialistas de domínio e potenciais usuários das ontologias (p. ex. entrevistas, técnicas de brainstorming), assim como por meio da análise de recursos de conhecimento consolidado disponíveis no domínio (p. ex. manuais, livros, tabelas, thesaurus, padronizações e mesmo outras ontologias). Por esse motivo, Falbo (2014) considera que o processo de aquisição de conhecimento está fortemente ligado ao reúso de recursos.

Os papéis de especialista de domínio e usuário da ontologia, conforme discutido em (FALBO, 2014), podem apoiar os engenheiros de ontologia com uma visão ampla do problema e conhecimento sobre a terminologia utilizada em determinado domínio. O primeiro faz referência a *experts* na área de conhecimento contemplada pela ontologia e fornece conhecimento que deve ser representado na ontologia. Os especialistas de domínio são considerados pelo autor como a principal fonte para a aquisição de conhecimento. Já o papel de usuário da ontologia representa todos que pretendem usar a ontologia para algum propósito.

Quanto aos recursos de conhecimento consolidado, Suárez-Figueroa *et al.* (2012) e Falbo (2014) os classificam como recursos ontológicos e recursos não ontológicos (RNO). Segundo Falbo (2014), os recursos ontológicos são as ontologias de domínio, *core* e de fundamentação, assim como os padrões ontológicos (*ontology patterns*) existentes em uma área de conhecimento, que podem ser reutilizados para o desenvolvimento da ontologia. As ontologias de domínio podem ser reusadas total ou parcialmente, utilizando técnicas de *merge* e *mapping* de ontologias. As ontologias *core* podem ser reusadas, principalmente, através de especializações, ou seja, os conceitos e relações de uma ontologia

*core* são especializados a fim de capturar conceituações mais específicas do domínio. As ontologias de fundamentação também podem ser reusadas por meio de especializações (como ocorre no caso das *core*), ou mesmo por analogia. Em reuso por analogia, conceitos e relações de fundamentação não são explicitamente estendidos no domínio, mas usados implicitamente para derivar a estrutura de uma porção da ontologia de domínio. Uma terceira forma é reusar ontologias de fundamentação para analisar fragmentos de ontologias de domínio. O uso da linguagem OntoUML, cuja distinção entre tipos de objetos é fundamentada em UFO, é uma forma de executar tal análise no desenvolvimento de ontologias de domínio.

Sobre os recursos de conhecimento consolidado classificados como RNOs – Recursos não Ontológicos (p. ex. livros, padronizações, manuais, bases de dados, tabelas, esquemas de classificação, thesaurus ou mesmo modelos de referência), em (SUÁREZ-FIGUEROA *et al.*, 2012) são apresentadas algumas técnicas para reusar RNOs, visando extrair conhecimento desses recursos e incorporá-lo à ontologia. Suárez-Figueroa *et al.* (2012) chamam essas técnicas de reengenharia de recursos não ontológicos, as quais têm o objetivo de transformar um RNO em uma ontologia. Após pesquisar, avaliar e selecionar os RNOs apropriados, a reengenharia dos mesmos segue as seguintes atividades: analisar um RNO para identificar seus elementos e criar representações do recurso em diferentes níveis de abstração; criar um modelo conceitual baseado no RNO; e produzir uma nova ontologia usando como base o modelo conceitual anterior.

A atividade de concepção (iii), refere-se à definição de usos pretendido da ontologia. Para cumpri-la, o desenvolvedor precisa considerar as necessidades dos usuários em potencial da ontologia e, se possível interagir com os mesmos e com os especialistas de domínio, buscando responder de forma clara às perguntas: por que a ontologia está sendo desenvolvida? Quais são seus usos pretendidos?

Uma vez definidos os usos pretendidos da ontologia, passa-se para a atividade (iv), elicitación de requisitos. A dificuldade de elicitar requisitos é um dos principais problemas enfrentados por desenvolvedores de ontologias (FERNÁNDEZ-LÓPEZ *et al.*, 1997). Os requisitos especificam a cobertura conceitual da ontologia, i.e. quais conceitos e relações devem estar presentes na ontologia. A elicitación de requisitos identifica quais necessidades (funcionais e não-funcionais) a ontologia deve ser capaz de satisfazer. Frequentemente, essa atividade determina, na forma de Questões de Competência (QCs), quais questões a ontologia deve ser capaz de responder. Segundo Falbo (2014), as QCs devem ser capazes de revelar o que é relevante, ou não, para a ontologia, conseqüentemente definindo o escopo da mesma. Além disso, as QCs também podem ser usadas para avaliar a ontologia criada.

A atividade (v) de concepção da ontologia, trata da decomposição da ontologia em subontologias, uma vez que em muitos casos o trabalho tem como foco domínios complexos e com grande número de conceitos e relações. Nestes casos, criar uma única ontologia monolítica dificulta não somente o processo de desenvolvimento, como também o uso e manutenção da ontologia criada. Uma

estratégia, citada no artigo seminal de Uschold & Gruninger (1996), reforçada nas metodologias propostas por Suárez-Figueroa et al. (2012) e Falbo (2014), é decompor a ontologia em sub-ontologias ou módulos, principalmente para facilitar o seu desenvolvimento (estratégia de dividir para conquistar) e reuso. Uschold & Gruninger (1996) mencionam a organização dos módulos em bibliotecas, indicando a possibilidade de interligar módulos independentes para usá-los em diferentes domínios de conhecimento. Em (SUÁREZ-FIGUEROA *et al.*, 2012), é adotada uma forma mais elaborada de estruturação de ontologias complexas, conceituada como rede de ontologias (*Ontology Network*), que possibilita o desenvolvimento de ontologias modularizadas e consistentemente interligadas, facilitando seu projeto, reuso e evolução. As ontologias estruturadas em rede devem compartilhar conceitos e relações umas com as outras, podendo estar interligadas através de uma variedade de relacionamentos, tal como dependência e alinhamento.

## 2.3 Processos Estruturados e Arquitetura Organizacional

Um processo é um procedimento que consiste em um conjunto de atividades ordenadas e inter-relacionadas a fim de produzir um determinado resultado, seja na forma de produto, serviço ou decisão (BUKSHS, 2015). Neste trabalho o enfoque são os chamados processos de negócio (*business processes*). Davenport (1994) define processo de negócio como um conjunto estruturado e controlado de atividades projetadas para produzir um produto específico para um determinado cliente ou mercado, implicando em uma forte ênfase na forma como o trabalho é feito dentro de uma organização. Um processo de negócio é, portanto, uma ordenação específica de atividades de trabalho ao longo do tempo e espaço, com um começo e um fim, e entradas e saídas claramente definidas: uma estrutura para ação.

No que diz respeito à estruturação de processos, um processo de negócios pode ser em geral categorizado como estruturado e não estruturado. Processos de negócios estruturados são conjuntos de atividades ordenadas que são repetitivas e previsíveis, enquanto as atividades de processos de negócios não estruturados dependem do contexto, sendo geralmente orientados a objetivos e exigindo flexibilidade durante a execução, o que dificulta a sua previsibilidade, como p. ex. processos ad hoc, informais e intensivos em conhecimento (BUKSHS, 2015). Em (AALST, 2011 *apud* DIAMANTINI *et al.*, 2014), um processo não estruturado é chamado de "*spaghetti process*", para distingui-lo dos processos estruturados, denominados "*lasagna processes*".

Os processos de negócio estruturados são aqueles em que a sequência de atividades pode ser prevista e planejada antes da sua execução. São processos cujas atividades apresentam relações de causalidade ou temporalidade entre si, dependendo de alguma forma do controle do fluxo de execução e do fluxo de informação, além de serem associados a papéis sociais que têm a responsabilidade de executá-los. A partir da modelagem dos processos de negócio, os mesmos podem ser analisados, simulados, otimizados, implementados para execução e monitorados. Processos organizacionais que

ocorrem regularmente são exemplos de processos de negócio estruturados, tais como emissão de pedidos, registro de clientes, elaboração de folha de pagamento.

Já os processos não estruturados (ou pouco estruturados) são aqueles tipicamente caracterizados por serem intensivos em conhecimento, que exigem capacidade de julgamento e criatividade para enfrentar questões complexas. Em tais processos, as atividades são geralmente orientadas por decisões contingenciais, sendo conseqüentemente inconstantes (raramente repetidas da mesma forma) e organizadas sem uma sequência clara de atividades, sendo difíceis de planejar previamente. De fato, o fluxo de atividades real é principalmente estabelecido pelas decisões dos atores do processo, que podem seguir um conjunto de diretrizes pré-estabelecidas, mas que dependem do contexto particular de execução de cada atividade, introduzindo, assim, um alto grau de variabilidade no encadeamento das mesmas. Em (BUKSH, 2015) são apontados diferentes termos usados na literatura para se referir a processos não estruturados: **caso**, termo adotado geralmente por paradigmas de suporte flexível ao gerenciamento de processos (não estruturados), p. ex. *Dynamic Case Management*, *Adaptative Case Management* e *Case Handling*, em domínios como a medicina e direito; **processo intensivo em conhecimento**, termo adotado em contextos em que a decisão sobre a execução de ações relacionadas ao processo depende dos dados disponíveis para uso pelos trabalhadores do conhecimento; **processo dinâmico (ou declarativo)**, termo usado quando as informações relacionadas ao processo não são definidas detalhadamente na sua fase de *design (process design-time)*, variando a cada instância de execução do mesmo; e **person-to-person process**, termo usado quando os *stakeholders* assumem o maior destaque na execução do processo, o qual requer intervenção humana para executar ações, tomar decisões e regular o fluxo de atividades. São exemplos de processos não estruturados a gestão de emergências, diagnóstico e tratamento médicos, planejamento estratégico corporativo ou desenvolvimento de pesquisa e inovação (DIAMANTINI *et al.*, 2014).

O presente trabalho chama de domínios ricos em processos estruturados, aqueles domínios caracterizados por serem organizados a partir de um paradigma orientado a processos e cujos processos possam ser classificados como estruturados. Tendo em vista esses domínios muitas vezes estarem inseridos em contextos extensos e complexos, tem-se tornado cada vez mais usual representá-los por meio de uma linguagem que dê suporte à modelagem de processos, tal como BPMN e ArchiMate, com o objetivo de melhor compreender, analisar, simular, otimizar, executar e monitorá-los.

Ao se tratar mais especificamente de processos em contextos organizacionais, a modelagem de processos de negócio é apenas parte de uma disciplina mais abrangente, a Arquitetura Organizacional (em inglês *Enterprise Architecture*). Segundo Lankhorst *et al.* (2013), a disciplina de EA vem se consolidando como um conjunto coerente de princípios, métodos e modelos usados no projeto, implementação e gerenciamento de estruturas organizacionais, processos de negócio, SIs e infraestrutura de uma organização. Dessa forma, modelos de EA capturam a estrutura de uma organização, suas características e funcionalidades, bem como a interação dinâmica entre os seus diversos componentes.

Os modelos de EA proporcionam uma visão (e compreensão) abrangente dos elementos que compõem um contexto organizacional, a partir de diversas perspectivas complementares da sua arquitetura, contemplando, p. ex., os processos de negócio, atores, ativos de informação, SIs, objetivos e metas da organização.

Diversas publicações propõem abordagens que usam EA para estruturar o conhecimento sobre domínios organizacionais (BANAEIJAHROMI & SMOLANDER, 2016; BEYER *et al.*, 2004; CHEN *et al.*, 2008; GUIJARRO, 2007; PANETTO & WHITMAN, 2016). Esses trabalhos, de forma geral, indicam que a EA pode ser usada para apoiar a análise da arquitetura organizacional (modelo *as-is*), visando diagnosticar as possíveis causas de problemas na organização, como, p. ex., problemas de interoperabilidade entre SIs. Assim como, pode auxiliar no gerenciamento da evolução da organização, a partir da proposição de uma nova arquitetura (modelo *to-be*), em que se resolva, ou mitigue, os problemas identificados.

É importante notar que o tamanho e complexidade das organizações, dos seus processos de negócio e dos seus SIs, além das suas constantes evoluções, dificultam o seu entendimento e gestão. De acordo com Santos Jr. (2009), a fim de atender essa necessidade de facilitar a compreensão e gerenciamento da complexidade das organizações e seus SIs, foram desenvolvidos alguns *frameworks* para modelagem e estruturação de arquiteturas organizacionais. Os *frameworks* de EA visam estabelecer uma prática comum para criar, interpretar, analisar e usar descrições de arquiteturas organizacionais (ISO/IEC/IEEE 42010 apud AZEVEDO, 2017), alguns exemplos são: o *framework* de Zachman, DoDAF (*Department of Defense Architecture Framework – United States*), MoDAF (*Ministry of Defence Architecture Framework - United Kingdom*), NAF (*the NATO<sup>1</sup> Architecture Framework*), RM-ODP (*Reference Model of Open Distributed Processing*), ARIS (*Architecture of Integrated Information System*), TOGAF (*The Open Group Architecture Framework*) e ArchiMate. A maioria desses *frameworks* considera uma organização como um sistema cujos elementos incluem: (i) atividades organizacionais estruturadas em processos de negócios e serviços; (ii) SIs que apoiam as atividades organizacionais, (iii) infraestruturas que suporta os SIs; (iv) atores, papéis e unidades organizacionais responsáveis pelas atividades. O uso de um *framework* de EA possibilita a modelagem e documentação dos conceitos inerentes à organização, sistematizando uma forma de estruturar o conhecimento sobre o domínio organizacional e disponibilizando um conjunto de elementos e ferramentas para modelagem da sua arquitetura (LANKHORST *et al.*, 2013 apud SANTOS JR, 2009).

Dessa forma, para possibilitar a representação dos elementos chave de domínios organizacionais, os *frameworks* de EA disponibilizam linguagens de modelagem capazes de capturar a arquitetura atual, assim como as evoluções da organização, auxiliando no gerenciamento dos diversos elementos presentes naquela contexto, dando suporte ao processo de tomada de decisão e melhorando a

---

<sup>1</sup> OTAN – Organização do Tratado do Atlântico Norte

comunicação entre os *stakeholders*<sup>1</sup> (LANKHORST *et al.*, 2013 apud SANTOS JR, 2009). Portanto, modelos de EA criados nessas linguagens auxiliam na análise da arquitetura e proposta de ações para alinhamento entre os SIs, processos, serviços, atores e outros componentes do negócio pertencentes à organização.

## 2.4 Representação de Modelos de EA em ArchiMate

O presente trabalho utiliza modelos de EA desenvolvidos em ArchiMate (THE OPEN GROUP, 2017), que compreende um *framework* e linguagem homônimos de modelagem visual para representar elementos de EA. Dentre os fatores que influenciaram na escolha de ArchiMate estão o fato de ser um *framework* de padrão aberto, inspirado na norma ISO/IEC/IEEE 42010:2011, *Systems and Software Engineering - Architecture Description* e por disponibilizar uma linguagem diagramática com elementos específicos para representar conceitos de EA e suas relações (p. ex. atores, processos de negócio, ativos de informação, SIs, infraestrutura tecnológica etc.), enquanto outros frameworks têm a desvantagem de ser proprietário, p. ex. ARIS, ou de não disponibilizar uma linguagem específica para EA, p. ex. DoDAF, MoDAF, NAF e RM-ODP, que se apoiam em perfis UML de difícil compreensão.

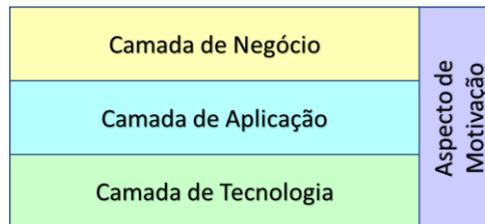
Uma das principais características de ArchiMate é permitir visões da arquitetura organizacional em camadas e orientada a serviços. Ou seja, entidades (e.g., organização, departamento ou sistema) de uma camada podem prover serviços que dão suporte a entidades de outra camada. Além disso, ArchiMate permite a integração dos vários pontos de vista (*viewpoints*) a partir dos quais uma organização pode ser percebida, permitindo a comunicação entre os *stakeholders* e a análise de vários aspectos da arquitetura organizacional (LANKHORST *et al.*, 2013). Cada *viewpoint* define uma perspectiva a partir da qual se deseja observar a arquitetura organizacional, delimitando uma parte da sua descrição, ou seja, define um subconjunto de elementos que se entende adequados a um determinado interesse de observação a respeito da arquitetura (p. ex. um *viewpoint* que permite a análise de quais SIs dão suporte a cada processo de negócio, ou de quais ativos de informação são produzidos por cada processo).

A Figura 2.3 mostra uma visão parcial de ArchiMate, indicando que os principais elementos gráficos providos pelo framework estão dispostos em três camadas arquiteturais sobrepostas, em que os elementos das camadas superiores utilizam serviços providos pelas inferiores: (i) Camada de Negócio (*Business Layer*) - descreve os produtos e serviços produzidos por meio de processos de negócio (*business process*) executados por atores (*business actors*), os quais podem desempenhar diferentes papéis (*business roles*) ao executarem os processos; (ii) Camada de Aplicação (*Application*

---

<sup>1</sup> Parte interessada: Lankhorst *et al.* (2013) define como um indivíduo, equipe ou organização com interesses em, ou preocupações relativas a, um sistema. A maioria dos *stakeholders* de um sistema provavelmente não está preocupado com sua arquitetura, mas em como este pode impactar seus interesses.

*Layer*) - descreve as aplicações de software que dão suporte à camada de negócio; (iii) Camada de Tecnologia (*Technology Layer*) - descreve a infraestrutura tecnológica (p. ex. hardware e software para processamento, armazenamento e serviços de comunicação) necessária para executar as aplicações de software. Além dessas camadas, é mostrado o aspecto de Motivação, ortogonal às camadas, o qual captura e justifica porque a organização deseja fazer algo, quais objetivos pretende atingir e como ela planeja atingi-los. Os elementos de motivação indicam a razão subjacente aos elementos que compõem as camadas arquiteturais.



**Figura 2.3. As três principais camadas e o aspecto de motivação do framework de ArchiMate - adaptado de (THE OPEN GROUP, 2017)**

As descrições dos elementos de modelagem de EA usados nesta texto, assim como suas notações gráficas, estão baseadas no documento de especificação de ArchiMate (THE OPEN GROUP, 2017). Nesta tese é contemplado um fragmento de ArchiMate, o qual é usado para exemplificar como os modelos de EA são usados na abordagem EARly-OE. Vale salientar que a opção por esse fragmento serve, inclusive, como forma de recomendar a utilização de alguns *viewpoints* específicos para aplicação da abordagem, assim como recomendar uma interpretação dos elementos e relações usados nos modelos, buscando melhorar sua precisão semântica. São propostos três tipos de *viewpoints* dos modelos de EA: (i) um *viewpoint* que aborda o aspecto motivacional, indicando as partes interessadas (*stakeholders*) no domínio tratado, os principais temas que motivam (*drivers*) tais *stakeholders* a definir seus objetivos (*goals*) e implementar as mudanças necessárias para atingi-los; (ii) um *viewpoint* composto por elementos das camadas de negócio, apresentando os processos de negócio (*business processes*) que existem naquele domínio, assim como os atores (*business actors*) e papéis (*business roles*) de negócio, suas atribuições para executar atividades em um ou vários processos e o fluxo de ativos de informação (*business objects*) entre os processos; (iii) um *viewpoint* mostrando as interrelações entre os elementos da camada de aplicação e da camada de negócio, ou seja, indicando como os SIs (componentes de aplicação - *application components* e objetos de dados - *data objects*) dão suporte informatizado (servem ou são usados) aos processos de negócio.

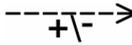
Nas seções seguintes são apresentados exemplos para cada um dos três tipos de *viewpoints*. Esses exemplos foram extraídos do modelo de EA desenvolvido no contexto do projeto que serviu de estudo de caso exploratório desta pesquisa, no qual foi necessário o desenvolvimento de uma ontologia para tratar do problema de interoperabilidade identificado em processos de crimes violentos no setor de segurança pública da esfera estadual. São apresentadas tabelas, antes de cada exemplo de *viewpoint*,

propondo interpretações harmonizadas para os elementos e relações de ArchiMate de forma alinhada às suas respectivas definições pelo *The Open Group* (2017). Dessa forma, as descrições de cada tabela visam favorecer a compreensão dos *viewpoints* usados como exemplos, além de propiciar maior precisão semântica na interpretação de um modelo de EA. Esses exemplos de *viewpoints* são utilizados no Capítulo 3, que apresenta a abordagem EARly-OE, para demonstrar como os elementos de um modelo de EA são empregados na abordagem.

### 2.4.1 Viewpoint sobre Aspecto Motivacional

O primeiro exemplo trata do *viewpoint* sobre o aspecto motivacional, indicando os *stakeholders* e os principais *drivers* e *goals* no contexto das agências que atuam no setor de segurança pública. Na Tabela 2.1 estão listadas as descrições dos elementos e relações usados neste *viewpoint*.

**Tabela 2.1. Descrição e notação de elementos e relações de ArchiMate para *viewpoint* sobre aspecto motivacional**

| Descrição  | Notação   |
|--|---|
| <b>Stakeholder</b> – representa o papel que um indivíduo, equipe ou organização desempenha, de acordo com seu interesse no resultado da arquitetura. Por exemplo, o “CEO”, o “Conselho Gestor” ou os “Clientes” de uma organização.  |   |
| <b>Driver</b> – representa uma condição externa ou interna que motiva uma organização a definir seus objetivos ( <i>goals</i> ) e implementar as mudanças necessárias para atingi-los. Por exemplo, “Faturamento”, “Satisfação do Cliente” ou “Concorrência Internacional”.  |  |
| <b>Assessment</b> – representa o resultado de uma análise do estado atual da organização com respeito a algum <i>Driver</i> , podendo revelar pontos fortes, fracos, oportunidades ou ameaças para alguma área de interesse. Por exemplo, “Prazo de entrega de produtos com alto índice de reclamação dos clientes”, ou “Redução de imposto de importação para produtos concorrentes”.                         |  |
| <b>Goal</b> – representa uma declaração de intenção, direção ou estado final desejado para uma organização e seus <i>stakeholders</i> . Por exemplo, “Aprimorar a logística de entrega”, ou “Reduzir margem de lucro de produtos”.   |  |
| <b>Composition</b> – relação indicando que uma entidade consiste (é composta) de um ou mais outros conceitos, sendo que a entidade-parte não pode existir sem a entidade-todo. Por exemplo, uma “Nota Fiscal” é composta por diversos “Itens da Nota”.   |  |
| <b>Influence</b> – relação usada para descrever que uma entidade influencia no alcance ou implementação de um elemento de motivação. Por exemplo, um <i>goal</i> que contribui positivamente no alcance de outro <i>goal</i> (p. ex. “Contratar novos funcionários” influencia positivamente para “Reduzir a carga de trabalho dos atuais funcionários”, mas influencia negativamente em “Reduzir os custos”). |  |
| <b>Association</b> – relação indeterminada entre entidades, ou que não seja representada por outra especificada em ArchiMate. Por exemplo, a relação que associa um <i>driver</i> a um <i>stakeholder</i> (p. ex. a “Lucratividade da empresa” tem como parte interessada os “Investidores”).  |  |

O exemplo do *viewpoint* abordando elementos do aspecto motivacional do modelo de EA é apresentado na Figura 2.4, retratando o cenário do domínio de segurança pública. Pode-se observar que os *drivers* “Qualidade das Informações sobre Segurança Pública”, “Quantidade de Ocorrências de

Crimes Violentos”, “Percepção de Segurança pela População” e “Custo Econômico da Violência” são temas que motivam os *stakeholders* “Governo do Estado”, “Agências de Segurança Pública” e “População” a adotarem ações relacionadas àqueles temas. Os *assessments* (p. ex. “Baixa qualidade nas informações criminais prejudica as decisões estratégicas do governo no combate à violência”) expressam resultados de análises a respeito dos *drivers*, sendo que os *assessment* podem ter relações de influência (*influence*) uns sobre os outros. A partir dos *assessments* são gerados *goals* (p. ex. “Melhorar a qualidade das informações sobre segurança pública”), que expressam a intenção dos *stakeholders* realizarem ações a fim de atingir os *goals* definidos. Assim como ocorre entre os *assessments*, os *goals* também podem influenciar uns aos outros.

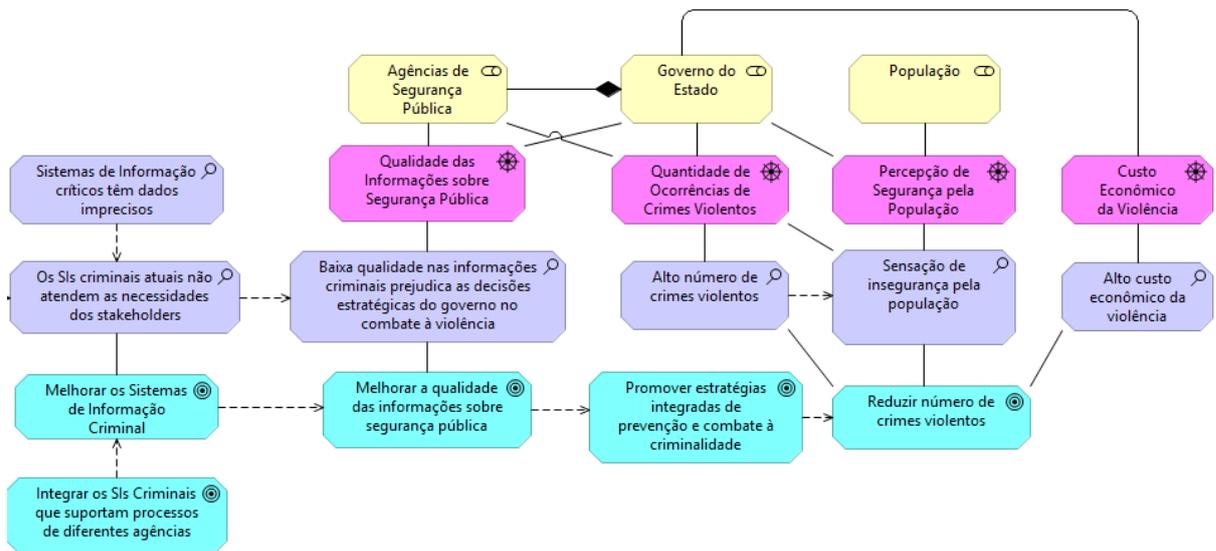


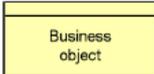
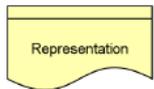
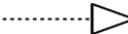
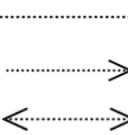
Figura 2.4. Viewpoint sobre o aspecto motivacional para o domínio de segurança pública

### 2.4.2 Viewpoint sobre Elementos de Negócio

O segundo exemplo trata do *viewpoint* sobre os elementos de negócio, apresentando os processos de negócio (*business processes*) que compõem o “Processo de Crime Violento”, assim como os atores de negócio (*business actors*), papéis de negócio (*business roles*) e objetos de negócio (*business objects*) relacionados aos processos. A Tabela 2.2 apresenta as descrições dos elementos e relações usados nesse *viewpoint*.

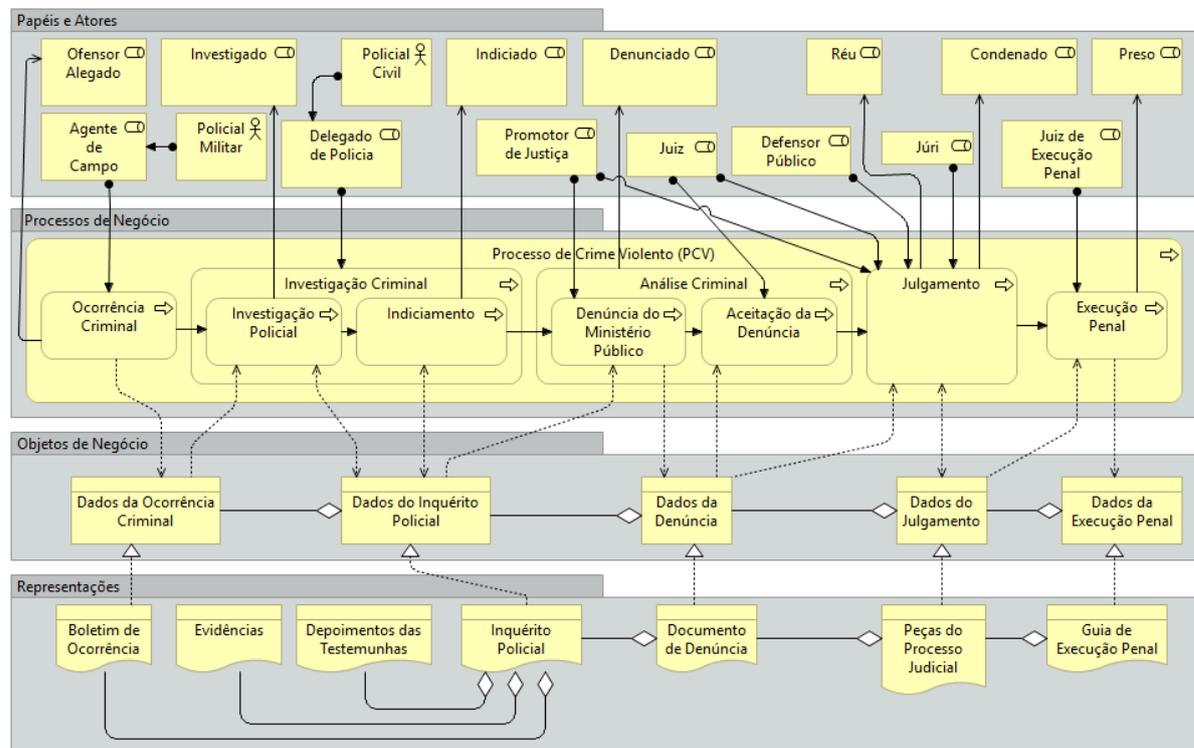
Tabela 2.2. Descrição e notação de elementos e relações de ArchiMate para *viewpoint* sobre elementos de negócio

| Descrição   | Notação |
|---|---------|
| <b>Business actor</b> – entidade da organização capaz de executar um comportamento. De acordo com o comportamento apresentado por um ator de negócio, o mesmo pode estar relacionado a um ou mais papéis de negócio ( <i>business role</i> ). Por exemplo, “Cliente”, “Funcionário” e “Fornecedor”. |         |

|   |   |
|---|---|
| <p><b>Business role</b> – representa a responsabilidade de executar um comportamento específico, para a qual um ator de negócio (<i>business actor</i>) pode estar designado, ou a parte que cabe a um ator desempenhar em uma determinada ação ou evento. Por exemplo, “Vendedor” pode ser um papel desempenhado por um “Funcionário”.</p>   |    |
| <p><b>Business process</b> – representa uma sequência de comportamentos de negócio que alcança um resultado específico, tal como um conjunto definido de produtos ou serviços da organização. Por exemplo, os processos de negócio (<i>business process</i>) “Venda” e de “Admissão”.</p>   |    |
| <p><b>Business object</b> – representa um conceito relevante a ser manipulado (criado, lido ou alterado) por processos de negócio dentro de um determinado domínio organizacional, tal como um ativo de informação. Podendo ser realizado por <i>representations</i> e/ou <i>data objects</i>. Por exemplo, um objeto de negócio (<i>business object</i>) “Nota Fiscal” pode ser criado por um processo de negócio “Venda” e registrada numa “Base de Dados de Vendas”.</p>                       |    |
| <p><b>Representation</b> – uma forma perceptível da informação contida em um objeto de negócio. Um único objeto de negócio pode ter diferentes representações (<i>representations</i>), assim como uma única representação pode realizar um ou mais objetos de negócio. Uma representação em formato digital de um objeto de negócio pode ser modelada como um objeto de dado (<i>data object</i>). Por exemplo, um “Boleto Bancário” é uma forma de representar uma “Documento de Cobrança”.</p> |    |
| <p><b>Composition</b> – relação indicando que uma entidade consiste (é composta) de um ou mais outros conceitos, sendo que a entidade-parte não pode existir sem a entidade-todo. Por exemplo, uma “Nota Fiscal” é composta por diversos “Itens da Nota”.</p>   |    |
| <p><b>Aggregation</b> – relação indicando que uma entidade agrupa outros conceitos, sendo que a entidade-parte pode existir sem a entidade-todo. Por exemplo, um “Time” agrupa diversos “Jogadores”.</p>  |  |
| <p><b>Assignment</b> – relação que pode expressar a alocação de responsabilidade, o desempenho de comportamento ou execução de uma ação. Por exemplo, a execução de um <i>business process</i> é atribuída a um <i>business role</i> (p. ex. um “Vendedor” é responsável por executar uma “Venda”); ou o desempenho de um <i>business role</i> é atribuído a um <i>business actor</i> (p. ex. o papel de “Diretor de Vendas” é desempenhado por um “Funcionário”).</p>                            |  |
| <p><b>Realization</b> – relação indicando que uma entidade mais tangível desempenha um papel relevante na criação, obtenção, manutenção ou funcionamento de uma entidade mais abstrata. Por exemplo, uma <i>representation</i> é uma forma de realizar a informação contida em um <i>business object</i> (p. ex. uma “Nota Fiscal Eletrônica” é uma forma de realizar a entidade “Nota Fiscal”).</p>  |  |
| <p><b>Serving</b> – modela relações em que as funcionalidades de uma entidade são usadas para servir a outra entidade (chamada de <i>used by</i> antes da versão 3.0 de ArchiMate). Por exemplo, um <i>business process</i> serve a, ou é usado por, um <i>business role</i> (p. ex. uma “Venda” é efetivada para um determinado “Cliente”).</p>  |  |
| <p><b>Access</b> – relação indicando que uma entidade "faz algo" (p. ex. cria, lê, modifica, disponibiliza) com um outro elemento. A seta, se presente, indica a direção do fluxo de informações. Por exemplo, um <i>business process</i> acessa as informações de um <i>business object</i> para ler, ou alterá-lo (p. ex. um processo de “Faturamento” cria um “Boleto de Cobrança”, enquanto um processo de “Cobrança” pode ler ou alterar os dados de um “Boleto de Cobrança”).</p>           |  |
| <p><b>Triggering</b> – relação que descreve uma relação de precedência temporal ou causal entre entidades em um processo. Por exemplo, o processo de “Envio de Cobrança” é precedido pela “Criação de Cobrança”.</p>  |  |
| <p><b>Specialization</b> – relação indicando que uma entidade é um tipo particular de outra mais genérica. Por exemplo, o processo de “Venda On-line” é uma especialização de “Venda”.</p>  |  |

**Association** – relação que modela uma relação indeterminada entre entidades, ou que não seja representada por outra especificada em ArchiMate. Por exemplo, a relação que associa um *driver* a um *stakeholder* (p. ex. a “Lucratividade da empresa” tem como parte interessada os “Investidores”)

O *viewpoint* tratado neste exemplo é mostrado na Figura 2.5, representando os processos de negócio seguidos pelas agências públicas para lidar com crimes violentos. Nele estão representados os subprocessos que formam o “Processo de Crime Violento” (PCV), a saber: “Ocorrência Criminal”, “Investigação Criminal” (formado pelos subprocessos “Investigação Policial” e “Indiciamento”), “Análise Criminal” (composto pela “Denúncia do Ministério Público” e “Aceitação da Denúncia”), “Julgamento” e “Execução Penal”), bem como são mostrados os *business objects* acessados por cada processo, os atores e papéis envolvidos na execução ou afetados pelos processos.



**Figura 2.5. Viewpoint sobre elementos de negócio para o Processo de Crime Violento**

O “Processo de Crime Violento”, elemento principal do modelo, é um *business process* complexo, composto por outros *business processes*. Esses subprocessos do PCV são realizados por agentes de diversas agências públicas, como explicado a seguir. No subprocesso “Ocorrência Criminal”, um “Policial Militar” recebe uma solicitação e executa os procedimentos necessários para atendê-la. Em seguida, um “Agente de Campo” registra os “Dados da Ocorrência Criminal”, contendo informações sobre o incidente policial (p. ex. possível localização, horário, vítima), por meio do “Boletim de Ocorrência”. Sendo que as informações do “Boletim de Ocorrência” são uma parte do “Inquérito Policial”. Em seguida, a fim de determinar a autoria do suposto crime, um “Policial Civil”, estabelece

um processo de “Investigação Criminal”, sendo composto por dois subprocessos: (i) o de “Investigação Policial” para coletar “Evidências” (p. ex. informações da cena do crime, necropsia e exame balístico) e “Depoimentos de Testemunhas” que são anexados ao “Inquérito Policial”; (ii) o de “Indiciamento”, o qual é baseado no “Inquérito Policial”, nos casos em que os detalhes apresentados nos “Dados do Inquérito Policial” forem suficientes para apontar os “Indiciados” pelo crime.

Posteriormente, o “Promotor de Justiça” analisa o “Inquérito Policial” e define se inaugura o processo de “Análise Criminal”, sendo iniciado com a “Denúncia do Ministério Público”, em que se registra um “Documento de Denúncia”, ou seja, uma acusação formal que torna o “Indiciado” um “Denunciado”. Em seguida, no subprocesso de “Aceitação da Denúncia”, o “Juiz” analisa o “Documento de Denúncia” e pode aceitá-lo, instaurando, assim, um processo de “Julgamento” na esfera judicial. Durante o “Julgamento”, o “Júri” analisa as alegações da acusação (conduzida pelo “Promotor de Justiça”) contra o “Réu” e da sua defesa (conduzida por um “Defensor Público” ou “Advogado” particular), assim como os depoimentos das testemunhas e vítima(s), e então anuncia seu veredito.

No caso do veredito de culpado, o “Juiz” pronuncia a condenação impondo uma penalidade ao agora “Condenado”. Depois disso, o processo de “Execução Penal” é iniciado e a parte culpada (i.e., o “Preso”) precisa cumprir a pena que lhe foi imposta.

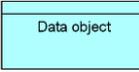
Vale notar que os *business objects* “Descrição da Ocorrência Criminal”, “Dados do Inquérito Policial”, “Dados da Denúncia”, “Dados do Julgamento” e “Dados da Execução Penal” representam as informações acessadas (e alteradas) pelos *business processes* e armazenadas nos objetos físicos relacionados (*representations*).

### 2.4.3 Viewpoint sobre Relações entre as Camadas de Aplicação e de Negócio

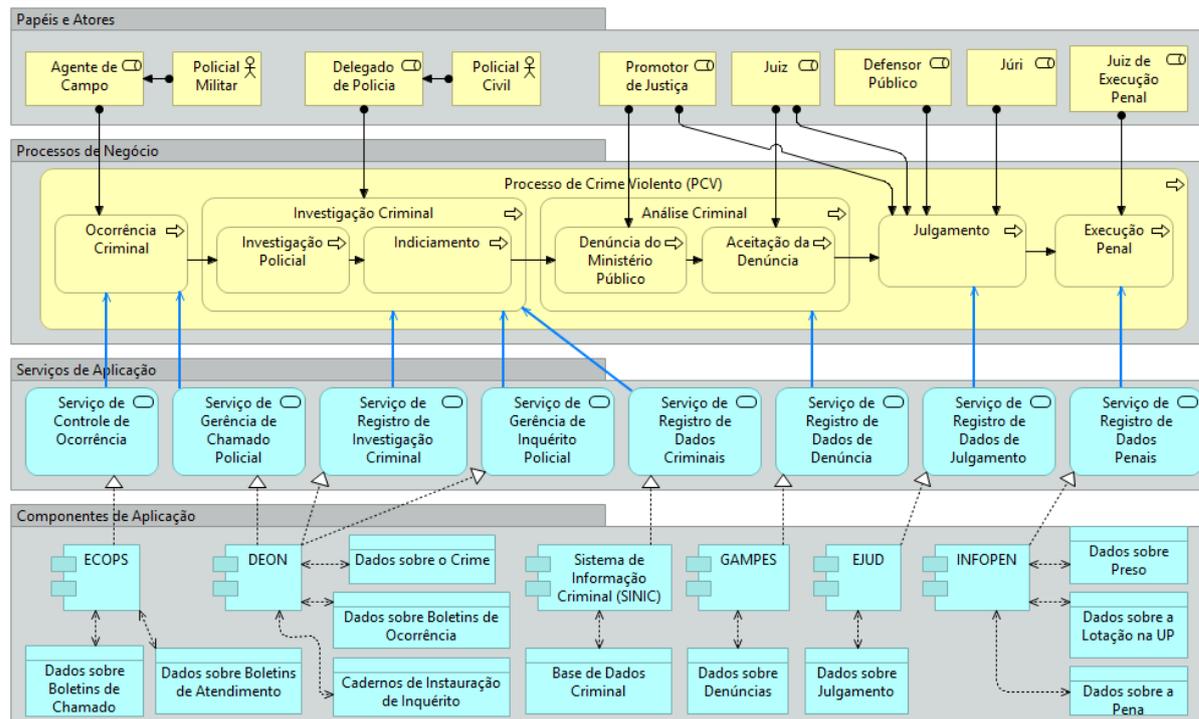
O terceiro exemplo aborda o *viewpoint* sobre as relações entre os elementos da camada aplicação e de negócio, ou seja, indica as interrelações entre os *business processes* e os SIs que lhes dão suporte informatizado. As descrições dos elementos e relações usados neste *viewpoint* são apresentadas na Tabela 2.3.

**Tabela 2.3. Descrição e notação de elementos e relações de ArchiMate para viewpoints sobre interrelações entre as camadas de aplicação e de negócio**

| Descrição   | Notação   |
|---|---|
| <i>Application service</i> – expõe a funcionalidade de um componente de aplicação ( <i>application component</i> ) para o ambiente. Assim, um serviço de aplicação ( <i>applicatioon service</i> ) representa as funcionalidades de um componente de aplicação que são disponibilizadas para dar suporte a processos de negócio. Por exemplo, o “Serviço de Cadastro de Clientes” e o “Serviço de Emissão de Nota Fiscal” dão suporte ao processo de “Venda”. |  |

|   |  |
|---|--|
| <p><b>Application component</b> – representa uma aplicação completa, ou mesmo partes individuais de uma aplicação. Um componente de aplicação (<i>application component</i>) encapsula o comportamento e os dados de uma aplicação, expondo seus serviços (<i>application services</i>). Por exemplo, um “Sistema de Gestão de Vendas” realiza o “Serviço de Cadastro de Clientes” e o “Serviço de Emissão de Nota Fiscal”.</p> |   |
| <p><b>Data object</b> – representa dados estruturados para processamento automatizado, geralmente acessados por <i>application components</i>. Um objeto de dado (<i>data object</i>) pode ser visto como uma representação no formato digital de um objeto de negócio. Por exemplo, uma “Base de dados de clientes” acessada pelo componente de aplicação “Sistema de Gestão de Vendas”.</p>                                   |   |
| <p><b>Serving</b> – modela relações em que as funcionalidades de uma entidade são usadas para servir a outra entidade (chamada de <i>used by</i> antes da versão 3.0 de ArchiMate). Por exemplo, um <i>application service</i> serve para apoiar um <i>business process</i> (p. ex. um “Serviço de Pagamento de Internet Banking” usado para apoiar o processo de “Pagamento de Faturas”).</p>                                  |   |
| <p><b>Realization</b> – relação indicando que uma entidade mais tangível desempenha um papel relevante na criação, obtenção, manutenção ou funcionamento de uma entidade mais abstrata. Por exemplo, as funcionalidades de um <i>application service</i> são realizadas por um <i>application component</i>.</p>  |   |
| <p><b>Access</b> – relação indicando que uma entidade "faz algo" (p. ex. cria, lê, modifica, disponibiliza) com um outro elemento. A seta, se presente, indica a direção do fluxo de informações. Por exemplo, um <i>application component</i> acessa as informações de um <i>data object</i> para ler, ou alterá-lo (p. ex. um SI de “Venda” acessa os dados de uma “Base de Dados de Clientes”).</p>                          |  |

A Figura 2.6 mostra o terceiro *viewpoint* relevante para a abordagem EARly-OE, retratando as inter-relações entre os elementos da camada de negócio e os da camada de aplicação. Nesse *viewpoint* é possível identificar os SIs que apoiam as atividades desenvolvidas pelas diferentes agências públicas relacionadas ao PCV. Nele pode ser observada a existência de seis SIs (representados por *application components*) na camada de aplicação, denominados: “ECOPS”, “DEON”, “Sistema de Informação Criminal (SINIC)”, “GAMPES”, “EJUD” e “INFOPEN”. Esses SIs suportam os processos da camada de negócios por meio de serviços de aplicação (*application services*) (p.ex. “Serviço de Controle de Ocorrência”, “Serviço de Registro de Investigação Criminal”, “Serviço de Registro de Dados Penais”). Esses mesmos serviços de aplicação gerenciam as informações utilizadas pela camada de negócios por meio dos objetos de dados (*data objects*) (p. ex., “Dados sobre Boletins de Atendimento”, “Dados sobre Boletins de Ocorrência”, “Base de Dados Criminal”).



**Figura 2.6. Viewpoint sobre relações entre as camadas de aplicação e de negócios para o Processo de Crime Violento**

Explicando de forma mais detalhada, um “Policial Militar”, desempenhando o papel de “Agente de Campo”, ao receber uma solicitação de atendimento, executa os procedimentos necessários do subprocesso “Ocorrência Criminal”, com apoio do serviço de aplicação “Serviço de Controle de Ocorrência” disponibilizado pelo componente de aplicação “ECOPS”, através do qual são registrados os dados correspondentes nos objetos de dados “Dados sobre Boletins de Chamado” e “Dados sobre Boletins de Atendimento”. Um outro serviço de aplicação, “Serviço de Gerência de Chamado Policial”, agora oferecido pela aplicação “DEON”, é usado durante o mesmo subprocesso para fazer os devidos registros, e/ou consultas, no objeto de dados “Dados sobre Boletins de Ocorrência”. Vale notar que este último objeto de dados deve conter aquelas informações apontadas para o objeto de negócio “Dados da Ocorrência Criminal” representado na Figura 2.5. Seguindo a análise do modelo, verifica-se que a aplicação “DEON” dispõe de dois outros serviços para apoiar o subprocesso de “Investigação Criminal”, sob responsabilidade de um “Delegado de Polícia”. Tratam-se dos seguintes serviços: “Serviço de Registro de Investigação Criminal” e “Serviço de Gerência de Inquérito Policial”. Para prover tais serviços, é necessário que o “DEON” acesse os objetos de dados “Dados sobre o Crime” e “Cadernos de Instauração de Inquérito”. As explicações das relações entre os demais elementos da camada de aplicação que apoiam a execução dos processos da camada de negócio podem ser inferidas seguindo-se o mesmo padrão de análise feito acima.

## 2.5 Uso de Elementos de EA no Desenvolvimento de Ontologias

Com o intuito de melhorar o entendimento do corpo de conhecimento que aborda o uso de conceitos de arquitetura organizacional para apoiar atividades de engenharia de ontologias, foi realizada uma revisão da literatura apoiada nas diretrizes de revisão sistemática da literatura propostas em (KITCHENHAM & CHARTERS, 2007). Dessa forma, a revisão da literatura foi planejada para atender ao seguinte objetivo: Analisar publicações científicas que abordem o uso de elementos da disciplina de arquitetura organizacional em atividades de engenharia de ontologia.

As bases utilizadas para a revisão da literatura foram a Scopus<sup>1</sup> e a Engineering Village<sup>2</sup>, a fim de pesquisar trabalhos que abordassem questões relacionadas ao uso de elementos de modelos de EA (ou BPM) para o desenvolvimento de ontologias ou à definição de atividades do processo de EO apoiadas pelo uso de modelos de EA (ou BPM). Dessa forma, a seleção dos trabalhos durante a revisão foi norteadada por alguns critérios que precisavam ser cumpridos pela publicação: (i) abordar o uso de modelos de EA no processo de desenvolvimento de ontologias; e (ii) ser um artigo científico ou capítulo de livro publicado em conferência ou periódico, no período de 1998 a 2019, escrito em inglês.

A condução da revisão foi iniciada com a formulação da *string* de busca, que utilizou como artigos de controle duas publicações do próprio pesquisador: “*Where enterprise architecture and early ontology engineering meet: A case study in the public security domain*”, publicado no *CEUR Workshop Proceedings*<sup>3</sup> (DETONI et al., 2017a) e “*Exploring the Role of Enterprise Architecture Models in the Modularization of an Ontology Network : A Case in the Public Security Domain*”, publicado nos anais do *IEEE 21st International Enterprise Distributed Object Computing Workshop – EDOCW*<sup>4</sup> (DETONI et al., 2017b). A *string* de busca refinada foi a seguinte:

("ontology engineering" OR "ontology development" OR "ontology design" OR "ontology modeling" OR "ontology modularization" OR "ontology purpose" OR "ontology requirements" OR "ontology construction") AND ("enterprise architecture" OR "enterprise modeling" OR "enterprise engineering" OR "business architecture" OR "business process modeling" OR "information technology architecture" OR "IT architecture")

A aplicação da *string* de busca sobre as bases de pesquisa retornou inicialmente um total de 89 trabalhos que, ao passarem pelo processo de exclusão das repetições entre as bases, foram reduzidos para um quantitativo de 37 trabalhos selecionados. A partir dessa seleção, foi realizada a primeira etapa de análise, considerando apenas o título e o resumo de cada artigo, através da aplicação dos critérios indicados. Nessa triagem, foram excluídas as publicações que não cumpriam o critério (i), abordar o uso

<sup>1</sup> <http://www.scopus.com/>

<sup>2</sup> <http://www.engineeringvillage.com/>

<sup>3</sup> <http://ceur-ws.org/Vol-2050/>

<sup>4</sup> <https://ieeexplore.ieee.org/xpl/conhome/8086097/proceeding>

de modelos de EA no processo de desenvolvimento de ontologias, permanecendo 15 trabalhos para análise nas etapas seguintes da revisão. Como 02 daqueles trabalhos são artigos que foram publicados como resultado da presente pesquisa, as análises que se seguiram contaram com 13 publicações.

Dessa forma, a análise das publicações forneceu uma melhor compreensão da área de pesquisa e apontou alguns trabalhos que tratam do uso de modelos de EA para apoiar o desenvolvimento de ontologias, possibilitando uma análise dos mesmos e comparações com a pesquisa apresentada nesta tese. Os trabalhos que se revelaram mais relevantes para a presente pesquisa foram:

- “*Formal ontology for participative simulation*”, publicado no IFIP 2000 (GOOSSENAERTS *et al.*, 2001);
- “*On the symbiosis between enterprise modelling and ontology engineering*”, publicado no ER 2013 (GAILLY *et al.*, 2013);
- “*Ontology-driven enterprise modelling in practice: experiences from industrial cases*”, publicado no CAiSE 2015 (SANDKUHL *et al.*, 2015);
- “*PROMPTUM toolset: Tool support for integrated ontologies and process models*”, publicado no BPM 2016 (COŞKUNÇAY *et al.*, 2016);
- “*Building domain ontology from semi-formal modelling language: Business process model and notation (BPMN)*”, publicado no IEEE, ICon EEI 2018 (YANUARIFIANI *et al.*, 2018).

Goossenaerts *et al.*(2001) propõem o desenvolvimento de uma ontologia para o projeto PSIM (*Participative Simulation environment for Integral Manufacturing enterprise renewal*). O projeto PSIM define um ambiente que favorece a participação e o compartilhamento de conhecimento, visando melhorar a comunicação entre os diferentes atores envolvidos na modelagem organizacional e o compartilhamento de informações entre as ferramentas que dão suporte à análise da arquitetura da organização. A abordagem para desenvolvimento daquela ontologia é chamada pelos autores de “*draft ontology configuration schema*” (rascunho de esquema de configuração de ontologias). A abordagem é baseada na técnica de desenvolvimento de ontologias proposta por Uschold & Gruninger (1996), com enfoque na aquisição de conhecimento e definição de questões de competência, a partir da análise de artefatos disponíveis em diversas áreas da organização, como por exemplo, arquitetura organizacional, ergonomia, manuais de procedimentos e projetos de TI. Contudo, a abordagem trata da aquisição de conhecimento em linhas gerais, sem prescrever como as informações devem ser levantadas, nem a partir de quais artefatos. Por fim, indicam as necessidades de maior detalhamento da abordagem e de submetê-la a testes de profundidade e escopo.

Em (GAILLY *et al.*, 2013), os autores indicam a existência de uma relação simbiótica entre ontologias e modelos organizacionais, na qual, geralmente, as ontologias são usadas como base de conhecimento para a criação de modelos corporativos, ou seja, para dar suporte semântico à modelagem corporativa, permitindo o alinhamento dos modelos e resolver problemas de interoperabilidade. Por

outro lado, os autores defendem que os modelos organizacionais podem enriquecer as ontologias usadas pela organização com conceitos que surgem a partir de necessidades práticas. Para isso, o trabalho propõe um meta-método para facilitar o uso de ontologias para apoiar o desenvolvimento de modelos de EA, ao mesmo tempo que a permite aos desenvolvedores dar seu *feedback* para a melhoria das ontologias usadas. Esse feedback está sujeito à aprovação da comunidade, podendo ser incorporado às ontologias, a fim de evoluí-las para melhor atender às necessidades da organização. Dessa forma, o meta-método apresentado pretende contribuir para ambos os campos, de modelagem corporativa e engenharia de ontologias: (i) fornece ao modelador suporte enquanto ele projeta o modelo da organização, oferecendo elementos de modelagem adequados com base nos conceitos e relações disponíveis em uma ontologia específica da organização; (ii) suporta a avaliação da criação do modelo organizacional baseado em critérios bem estabelecidos; e (iii) utiliza o *feedback* originado do esforço de modelagem organizacional para contribuir com a melhoria e evolução da ontologia específica da organização. Diferentemente da abordagem EARly-OE, o meta-método proposto em (GAILLY *et al.*, 2013), não prescreve o uso de elementos de EA para a evolução da ontologia, indicando apenas que os modeladores organizacionais, ao utilizarem uma ontologia para dar suporte à modelagem de EA, podem sugerir adequações naquela ontologia. Essas sugestões, após um processo de validação por outros stakeholders da organização, são incorporadas na ontologia por especialistas em EO.

O artigo apresentado em (SANDKUHL *et al.*, 2015) fornece recomendações para construção de ontologias, as quais foram extraídas a partir de experiências obtidas em diversos casos de desenvolvimento de ontologias industriais. Segundo os autores, as recomendações abrangem os seguintes aspectos práticos de desenvolvimento: (i) seleção do método de desenvolvimento a partir da análise do grau de cobertura dos métodos para o ciclo de vida da ontologia e do nível de detalhamento das diretrizes disponibilizadas pelos métodos; (ii) perspectivas sobre estratégia para identificação de conceitos durante o processo de desenvolvimento (abordagem *top-down*, *bottom-up* ou *middle-out*); (iii) participação do usuário na construção de ontologias; e (iv) mudanças organizacionais promovidas pelo desenvolvimento e uso de ontologias como ativo de conhecimento na arquitetura organizacional. Para cada aspecto abordado, o trabalho apresenta uma breve análise comparando alguns métodos e técnicas na prática do desenvolvimento de ontologias. Contudo, as orientações assumem uma visão geral do processo de desenvolvimento, não se ocupando de detalhar diretrizes prescritivas sobre como aplicar cada uma delas.

O artigo sobre o PROMPTUM (COŞKUNÇAY *et al.*, 2016) apresenta um conjunto de ferramentas que suporta não apenas a construção de modelos de processos de negócios e ontologias de domínio, mas também a construção de modelos de processos de negócios usando ontologias existentes e desenvolvimento de ontologias usando coleções de modelos de processos de negócios. São ferramentas que dão suporte ao método PROMPTUM que, assim como seu conjunto de ferramentas, integra práticas de modelagem de processos de negócios e desenvolvimento de ontologias. A ideia dos autores é que o

método deve orientar os analistas no desenvolvimento integrado de modelos de processos e ontologias, assim como as ferramentas devem permitir o desenvolvimento consistente e interrelacionado de ontologias e modelos de processos, de forma que sejam compatíveis. O método consiste em cinco processos, cuja ordem de execução depende do modelo de ciclo de desenvolvimento escolhido (não são necessariamente executados sequencialmente): (i) definição de escopo; (ii) gerenciamento de partes interessadas; (iii) análise preliminar; (iv) exploração; e (v) verificação e validação. Para cada processo do método, são definidas tarefas e disponibilizados *templates* de documentos para registro das informações produzidas durante a execução das mesmas. Apesar do método orientar o desenvolvedor sobre como executar as tarefas, não indica as possíveis fontes que podem servir de recursos de conhecimento ao executá-las. Além disso, são definidas tarefas exclusivas para desenvolvimento de processos de negócio e outras para ontologias, sem que isso seja evidenciado na apresentação do método. O artigo propõe a associação direta entre elementos que compõem os modelos de processos de negócio e conceitos das ontologias, assumindo que eles representam o mesmo objeto do mundo real, além de indicar que deve ser usado o mesmo rótulo para o elemento do modelo de processo e o conceito da ontologia. Contudo, não é realizada uma discussão com o intuito de justificar as atividades propostas.

No estudo apresentado em (YANUARIFIANI *et al.*, 2018), é proposto um método para construção de ontologias de domínio a partir do uso de modelos de processos de negócio representados na linguagem BPMN. A ideia do estudo é que os conceitos e relações que compõem uma ontologia de domínio sejam definidos a partir de termos encontrados nos modelos de negócio no formato BPMN. Os autores argumentam que a modelagem BPMN é feita a partir de diagramas simples com pequenas séries de componentes gráficos, o que facilita a compreensão do processo por parte dos especialistas de domínio e desenvolvedores da ontologia. Para obter informações semânticas da notação BPMN, o método propõe que seja realizada uma análise semântica dos modelos em BPMN, armazenando a conceituação na ontologia por meio de classes, propriedades e relações. Sendo que os autores observam que a complexidade desta atividade depende da estrutura de linguagem natural usada nas anotações nos modelos em BPMN. Dessa forma, percebe-se que a maior parte das orientações do método tem enfoque na interpretação dos textos usados para anotar os elementos que compõem os modelos em BPMN, possivelmente devido à falta de precisão semântica dos conceitos representados por aqueles elementos.

A partir da revisão da literatura, foi possível identificar possíveis lacunas na área de pesquisa, sendo uma delas o pequeno número de publicações explorando o desenvolvimento de ontologias apoiado no uso de modelos de EA como recursos de conhecimento. Em especial, trabalhos que definem diretrizes prescritivas guiando o desenvolvedor de forma sistematizada, sobre como explorar o uso de elementos específicos de modelos de EA na execução de atividades de desenvolvimento de ontologias.

## 2.6 Considerações Finais

A partir do exposto neste capítulo, buscou-se explicitar que as atividades de concepção de ontologias contempladas na abordagem EARly-OE, apresentada nesta tese, guardam coerência com as orientações definidas por métodos de EO bem estabelecidos na literatura. Contudo, aqueles métodos, pretendendo servir ao desenvolvimento de ontologias para diversos tipos de domínio, definem atividades de caráter geral, não detalhando como as mesmas podem ser executadas. Neste ponto, o diferencial deste trabalho, conforme mencionado no texto introdutório, está na definição de diretrizes mais prescritivas, a fim de fornecer suporte mais adequado aos desenvolvedores de ontologias, detalhando como cada uma daquelas atividades de concepção deve ser realizada, a partir do (re)uso de recursos de conhecimento existentes (ou normalmente utilizados) em um tipo de domínio específico.

Foi explicado, também, que os métodos de EO geralmente apontam a necessidade de se utilizar recursos de conhecimento não ontológicos em atividades de aquisição de conhecimento para apoiar a criação de ontologias. Nesse sentido, como o presente trabalho visa favorecer a compreensão de domínios organizados a partir de processos estruturados, explora-se o uso de recursos de conhecimento provenientes da disciplina de EA. Essa ideia originou-se durante o estudo exploratório, conforme discutido no capítulo introdutório, quando foram pesquisadas publicações que tratam do problema de interoperabilidade a partir de abordagens que fazem uso de modelos de EA para estruturação do conhecimento sobre um domínio organizacional. Dessa forma, entende-se que tais modelos têm sido usados em domínios ricos em processos estruturados e seu reuso é conveniente, já que os mesmos tendem a ser o resultado consolidado de esforços significativos de estruturação, modelagem e validação do conhecimento organizacional.

Portanto, nesta pesquisa defende-se que modelos de EA podem ser usados como fontes de conhecimento consolidado sobre os elementos que compõem a estrutura organizacional, os quais foram pouco explorados nos trabalhos sobre EO. A revisão da literatura, também indicou que poucas publicações exploram o uso de elementos de modelagem de EA como recursos de conhecimento para apoiar atividades de EO, além de ter permitido a identificação de uma lacuna nos trabalhos analisados, relacionada à falta de publicações que tratem da definição de diretrizes prescritivas sobre como o desenvolvedor de ontologias pode explorar o uso de elementos de modelos de EA na execução de atividades de desenvolvimento de ontologias. Além disso, como as linguagens para descrição dos modelos de EA são geralmente diagramáticas, ou seja, são modelos gráficos, entende-se que os mesmos podem ser considerados RNOs valiosos para facilitar a extração de conhecimento para apoiar a concepção de ontologias de referência e a comunicação com especialistas de domínio.

Enfim, neste capítulo foi apresentada a base conceitual necessária para fundamentar a presente pesquisa, incluindo a conceituação básica sobre ontologia, suas classificações e linguagem de representação, além de abordar aspectos referentes a Engenharia de Ontologias e Arquitetura

Organizacional. Nesse contexto, o trabalho visa contribuir com a área de EO, desenvolvendo uma abordagem com diretrizes mais prescritivas e específicas para as atividades de concepção de ontologias de referência apoiadas no uso de elementos de modelos de EA em domínios sociais ricos em processos estruturados.

### **3 A Abordagem EARly-OE - *Enterprise Architecture-driven early Ontology Engineering***

Conforme mencionado no capítulo introdutório, a presente pesquisa foi elaborada a partir de um estudo de caso exploratório, no âmbito de um projeto que aborda um problema real de interoperabilidade semântica entre SIs no setor de segurança pública. Durante o estudo exploratório, a partir da análise de trabalhos sobre o tema interoperabilidade, percebeu-se a relevância da disciplina de EA na estruturação do conhecimento sobre o domínio de segurança pública, na identificação das possíveis falhas de integração e no planejamento de uma solução de interoperabilidade. Posteriormente, nas atividades iniciais de desenvolvimento da ontologia de referência, a qual seria utilizada para estabelecer a base semântica necessária para a solução de interoperabilidade, foi observado que o modelo de EA também estava sendo bastante útil no processo de aquisição de conhecimento. A partir dessas percepções, iniciou-se a o desenvolvimento de uma abordagem visando sistematizar o uso de modelos de EA em atividades de concepção de ontologias de referência para domínios ricos em processos estruturados.

Portanto, este trabalho está posicionado na interseção entre duas áreas de pesquisa relevantes, EO e EA, explorando a sinergia entre as mesmas, o que ainda foi pouco explorado pela comunidade científica. Na literatura disponível, é insuficiente o subsídio conceitual sobre formas sistematizadas de utilizar o conhecimento revelado pelos modelos de EA para apoiar atividades de EO.

Assumindo que os modelos de EA vêm sendo cada vez mais usados em domínios sociais ricos em processos estruturados (p. ex. e-Gov, finanças, engenharia de software, manufatura), este capítulo apresenta inicialmente um breve relato sobre as principais percepções obtidas durante o desdobramento do estudo que explorou o uso de EA para apoiar a concepção de ontologias. Em seguida, é apresentada a abordagem EARly-OE, composta de um conjunto de diretrizes que definem como realizar atividades do início do processo de desenvolvimento (concepção) de uma ontologia apoiadas no uso de elementos de modelos de EA. Dessa forma, as diretrizes da abordagem EARly-OE propõem uma forma de sistematizar o uso de modelos de EA como recursos de conhecimento não ontológicos em atividades iniciais de EO.

As demais seções deste capítulo, estão organizadas da seguinte forma: seção 3.1 – visão geral de alguns aspectos da sinergia entre as disciplinas de EO e EA que são explorados pela abordagem EARly-OE; seção 3.2 – definição das diretrizes de EARly-OE para concepção de ontologias apoiadas em elementos de modelos de EA, usando o estudo de caso do domínio de segurança pública para exemplificar a aplicação de cada diretriz; seção 3.3 – discussão sobre trabalhos relacionados; e seção 3.4 - algumas considerações finais sobre este capítulo.

### 3.1 Visão Geral

Estratégias de interoperabilidade baseadas em ontologias têm sido empregadas com êxito em vários cenários, recebendo significativa atenção no âmbito das organizações de grande porte privadas e públicas, conforme registrado em várias publicações (CERQUEIRA *et al.*, 2016; IZZA, 2009; NARDI *et al.*, 2013; PERISTERAS *et al.*, 2009). Por outro lado, dada a complexidade das iniciativas envolvendo organizações de grande porte, uma visão geral dos vários processos e SIs é muitas vezes necessária, e os esforços de integração, portanto, podem se beneficiar com as práticas da disciplina de EA. Entre os vários benefícios de EA, existe um potencial para melhorar o compartilhamento de informações através de interoperabilidade (BANAEIJAHROMI & SMOLANDER, 2016).

Os aspectos mencionados motivaram a pesquisa dos potenciais benefícios do uso de modelos de EA como recursos de conhecimento, visando sistematizar sua utilização no apoio às atividades de concepção de ontologias. Essa pesquisa ocorreu no contexto de um projeto no setor de segurança pública do estado do Espírito Santo, que aborda particularmente a interoperabilidade entre SIs que apoiam processos relativos a crimes violentos. Para isso, foi conduzido um estudo exploratório em que se buscou explorar o uso de modelos de EA para obter o conhecimento necessário ao desenvolvimento de uma ontologia que se pretende usar em um projeto de interoperabilidade semântica. Como não havia uma forma previamente estabelecida sobre o uso de modelos de EA em atividades de desenvolvimento de ontologias, seguindo o proposto por Schutt (2011), o estudo exploratório serviu ao objetivo de desenvolver princípios gerais para explicar as observações realizadas no decorrer do projeto. A partir daquele contexto, conforme consta no relato apresentado na seção sobre aspectos metodológicos (seção 1.4), as situações do próprio estudo de caso foram sendo exploradas e faziam emergir perguntas sobre a possibilidade de: sistematizar o uso de modelos de EA em atividades de concepção de ontologias, através da definição de um conjunto de diretrizes; aplicar as diretrizes definidas não somente ao caso do projeto, mas a outros domínios com características semelhantes.

Como a literatura científica indicava que o uso de modelos de EA poderia apoiar uma compreensão abrangente a respeito do domínio do problema, o estudo exploratório começou pelo desenvolvimento de um modelo de EA *as-is* para analisar e compreender o Processo de Crime Violento (PCV) e os conceitos relacionados ao mesmo. Essa estratégia ajudou na identificação dos subprocessos do PCV (“Ocorrência Criminal”, “Investigação Policial”, “Indiciamento”, “Denúncia do Ministério Público”, “Aceitação da Denúncia”, “Julgamento” e “Execução Penal”), da infraestrutura de SIs que suporta esses processos e do fluxo de informações através dos mesmos. Além disso, o modelo possibilitou efetuar um diagnóstico das possíveis causas para os problemas de interoperabilidade existentes.

A partir da criação e análise dos artefatos de EA, passou-se para o desenvolvimento da ontologia. Segundo Suárez-Figueroa *et al.* (2012), no processo de criação de uma ontologia é essencial

identificar inicialmente algumas informações sobre o domínio que será representado. Na maioria dos métodos de EO, essa identificação ocorre por meio de um conjunto de atividades iniciais que usualmente compreendem: (i) a identificação dos especialistas do domínio, potenciais usuários da ontologia e recursos de conhecimento de onde podem ser adquirida os conceitos inerentes ao domínio; (ii) o propósito e escopo da ontologia, que definem por que a ontologia será desenvolvida e qual parte do domínio pretende abranger; (iii) elicitação de requisitos, que identifica os requisitos que devem ser satisfeitos pela ontologia de referência e sua implementação (ontologia operacional), quando for o caso. Frequentemente, essas atividades determinam, entre outras coisas, o que é relevante para a ontologia sob a forma de Questões de Competência (QCs), como ocorre em alguns métodos reconhecidos na literatura, p. ex. Methontology (FERNÁNDEZ-LÓPEZ *et al.*, 1997), UPON (NICOLA *et al.*, 2005), NeOn (SUÁREZ-FIGUEROA *et al.*, 2012) e SABiO (FALBO, 2014).

Como esta pesquisa enfoca domínios com características específicas, contextos organizacionais com processos estruturados, existe a oportunidade de definir diretrizes mais prescritivas, indicando como executar determinadas atividades iniciais apontadas usualmente pelos métodos de EO, na intenção de especificar uma abordagem complementar àqueles métodos. Essa iniciativa é particularmente importante por tratar das atividades de concepção de ontologias, as quais são reconhecidamente desafiadoras e complexas sob ao menos dois aspectos (FALBO, 2014; SUÁREZ-FIGUEROA *et al.*, 2012): (i) por dependerem de intensa colaboração entre os engenheiros de ontologias, especialistas de domínio e potenciais usuários das ontologias, visto que a terminologia especializada torna a comunicação difícil; (ii) por contemplarem a seleção e reuso dos RNOs mais adequados, a partir dos inúmeros recursos de conhecimento usados por uma determinada comunidade, os quais precisam já ter alcançado algum grau de consenso entre os especialistas.

Em (FALBO, 2014; FERNÁNDEZ-LÓPEZ *et al.*, 1997; SUÁREZ-FIGUEROA *et al.*, 2012), pode ser observado que os RNOs considerados para o processo de aquisição de conhecimento incluem p. ex. livros, padronizações, manuais, glossários, vocabulários/dicionários e thesaurus, conforme estejam disponíveis no contexto em que a ontologia está sendo desenvolvida. Além disso, vários métodos de OE lidam com modelos e esquemas de informações ou dados como RNOs a serem reutilizados. Observou-se, entretanto, que nenhuma das abordagens investigadas havia explorado explicitamente como RNOs os “modelos relacionados a processos”, que é o caso dos modelos de EA. A literatura tem indicado que esses modelos são recursos geralmente mantidos em repositórios de conhecimento organizacionais e que refletem o resultado de esforços significativos de modelagem e validação (BANAEIANJAHROMI & SMOLANDER, 2016; LANKHORST *et al.*, 2013).

Portanto, durante a evolução do estudo exploratório foram estabelecidas diretrizes que empregam o modelo de EA como RNO em atividades de EO. Cabe ressaltar que, mesmo percebendo que tais modelos podem desempenhar outros papéis na aquisição de conhecimento, visto que esses modelos caracterizam o contexto organizacional, suas motivações e objetivos, as diretrizes aqui

propostas têm como escopo o suporte às atividades de concepção de ontologias de referência. Além disso, tais modelos são tipicamente apresentados em uma linguagem de notação gráfica, como é o caso de ArchiMate, favorecendo a comunicação entre especialistas de domínio e engenheiros de ontologia sobre o domínio a ser modelado.

Na próxima seção, para exemplificar como os elementos de modelos de EA devem ser usados na aplicação das diretrizes de EARly-OE, serão retomados os *viewpoints* do modelo de EA que representa o Processo de Crime Violento do domínio de segurança pública, previamente mostrados na seção 2.4: Figura 2.4. *Viewpoint* sobre o aspecto motivacional para o domínio de segurança pública; Figura 2.5. *Viewpoint* sobre elementos de negócio para o Processo de Crime Violento; e Figura 2.6. *Viewpoint* sobre relações entre as camadas de aplicação e de negócios para o Processo de Crime Violento.

## 3.2 Diretrizes de EARly-OE

A abordagem EARly-OE estabelece estratégias para o uso de modelos de EA como RNOs, utilizando-os para aquisição de conhecimento em atividades iniciais de EO. Como mencionado anteriormente, EARly-OE aproveita a oportunidade de lidar especificamente com domínios ricos em processos estruturados, definindo diretrizes mais prescritivas (como fazer) para as atividades de concepção de ontologias. As seções seguintes apresentam as diretrizes de EARly-OE:

- Seção 3.2.1 - Identificação de especialistas de domínio e potenciais usuários da ontologia baseada em elementos dos *viewpoints* sobre o aspecto motivacional e elementos de negócio (Diretriz 1);
- Seção 3.2.2 - Seleção de recursos de conhecimento consolidado no domínio a partir da análise dos *viewpoints* sobre elementos de negócio (Diretriz 2);
- Seção 3.2.3 - Definição dos usos pretendidos da ontologia, explorando os elementos dos *viewpoints* sobre o aspecto motivacional (Diretriz 3);
- Seção 3.2.4 - Identificação do escopo e elicitação de requisitos funcionais da ontologia, guiadas pela análise dos *viewpoints* sobre elementos de negócio (Diretriz 4);
- Seção 3.2.5 - Modularização da ontologia, objetivando refletir a organização dos processos nos *viewpoints* sobre elementos de negócio (Diretriz 5).

### 3.2.1 Identificando Especialistas de Domínio e Potenciais Usuários da Ontologia

O processo de EO é permeado por atividades de aquisição de conhecimento, principalmente nas etapas iniciais (FALBO, 2014; SUÁREZ-FIGUEROA *et al.*, 2012). A aquisição de conhecimento comumente requer a identificação de especialistas de domínio e potenciais usuários das ontologias para

que sejam promovidas interações com os mesmos (p. ex., entrevistas, técnicas de brainstorming), bem como a seleção de recursos de conhecimento consolidado disponíveis no domínio (p. ex., manuais, livros, tabelas, thesaurus, padrões e até mesmo outras ontologias), a fim de que sejam adequadamente analisados para extração de conceitos. Por esse motivo, Falbo (2014) considera que as atividades relacionadas à aquisição de conhecimento estão fortemente ligadas ao reuso de recursos.

Especialistas de domínio e potenciais usuários da ontologia podem apoiar os engenheiros de ontologias com uma visão ampla do problema e conhecimento sobre a terminologia utilizada em determinado domínio. O primeiro faz referência a *experts* na área de conhecimento contemplada pela ontologia, o qual fornece conhecimento que deve ser representado na ontologia, enquanto o segundo representa todos que pretendem usar a ontologia para um determinado propósito (FALBO, 2014).

**Diretriz 1:** A identificação de especialistas de domínio e potenciais usuários da ontologia deve ser guiada pela análise dos seguintes elementos dos modelos de EA: os *stakeholders* no *viewpoint* de motivação; e os *business actors* e *business roles* no *viewpoint* de processos de negócios.

*Business actors* e *business roles* representam entidades responsáveis por executar processos organizacionais, enquanto *stakeholders* representam entidades interessadas no contexto organizacional. Dessa forma, deve-se considerar se tais entidades que compõem o modelo de EA efetivamente representam indivíduos que possam ser considerados potenciais especialistas de domínio e/ou usuários da ontologia. Portanto, é necessário analisar se cada uma daquelas entidades é responsável direta por conduzir algum dos processos (ou seja, não se trata de uma entidade passiva, que é simplesmente afetada pelos processos), possuindo expertise para tratar de conceitos específicos do domínio, ou ainda se representa possíveis usuários diretos da ontologia que será desenvolvida.

Os exemplos de *viewpoints* sobre o Processo de Crime Violento apresentados na seção 2.4 são retomados aqui, a fim de explicar como o modelo de EA é usado na Diretriz 1. No fragmento do *viewpoint* sobre o aspecto motivacional mostrado na Figura 3.1, encontram-se destacados os *stakeholders* que se enquadram nos perfis de especialistas de domínio ou potenciais usuários da ontologia. A partir da análise desses elementos, percebe-se que o “Governo do Estado” é uma entidade mais abrangente, composta pelas agências. Sendo assim, é possível inferir que as pessoas que atuam nas “Agências de Segurança Pública”, p. ex. os responsáveis pela gestão dos processos e dos SIs organizacionais, podem ser considerados, respectivamente, especialistas de domínio e potenciais usuários da ontologia. Por outro lado, a “População” não teria, a princípio, expertise para tratar de conceitos mais específicos do domínio, nem seriam usuários diretos da ontologia a ser desenvolvida.

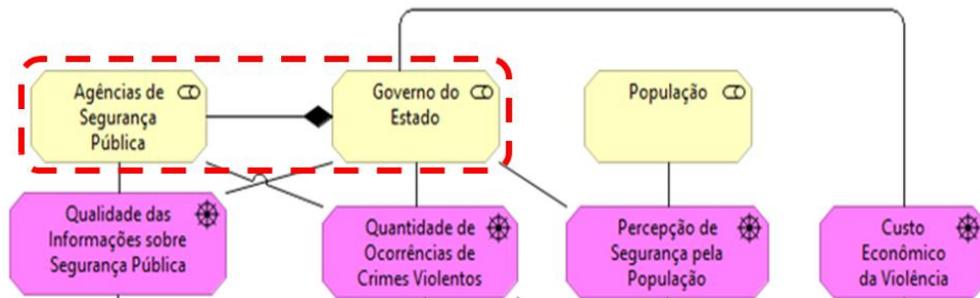


Figura 3.1. Aplicação da Diretriz 1 em fragmento do *viewpoint* sobre o aspecto motivacional

Já no fragmento do *viewpoint* sobre elementos de negócio mostrado na Figura 3.2, estão destacados como possíveis especialistas de domínio: os *business actors* “Policial Militar” e “Policial Civil”; e os *business roles* “Agente de Campo”, “Delegado de Polícia”, “Promotor de Justiça”, “Juiz”, “Defensor Público” e “Juiz de Execução Penal”. Como os demais *business roles* não são responsáveis por conduzir os processos, sendo simplesmente afetados pelos mesmos, a princípio não estariam entre os potenciais especialistas de domínio.

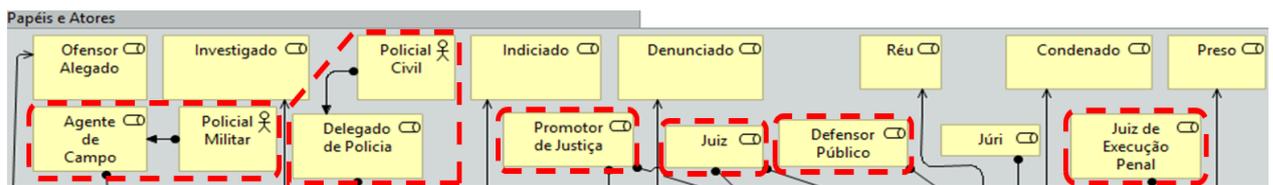


Figura 3.2. Aplicação da Diretriz 1 em fragmento do *viewpoint* sobre elementos de negócio

Os resultados da aplicação da Diretriz 1 sobre os *viewpoints* de motivação e de elementos de negócio do modelo de EA para o Processo de Crime Violento estão consolidados na Tabela 3.1

Tabela 3.1. Resultado da aplicação da Diretriz 1 sobre o modelo de EA para o Processo de Crime Violento

| Identificação                    | Elementos do modelo de EA  |
|----------------------------------|--|
| Especialistas de domínio         | Responsáveis pela gestão dos processos organizacionais das agências do setor de segurança pública do governo estadual          |
|                                  | Policiais Militares e Agentes de Campo responsáveis pelo atendimento e registro das ocorrências criminais                      |
|                                  | Policiais Civis e Delegados de Polícia responsáveis por conduzir uma investigação criminal                                     |
|                                  | Promotores de Justiça responsáveis por atuar em uma denúncia do Ministério Público   |
|                                  | Juízes responsáveis por analisar uma denúncia e conduzir um julgamento   |
| Potenciais usuários da ontologia | Juízes responsáveis por acompanhar os processos de execução penal  |
|                                  | Responsáveis pela gestão dos SIs organizacionais que dão suporte às agências do setor de segurança pública do governo estadual |

### 3.2.2 Selecionando Recursos de Conhecimento

Conforme mencionado no início da seção anterior, a aquisição de conhecimento sobre o domínio é uma importante atividade na concepção de uma ontologia. Os métodos de EO indicam que esse conhecimento pode ser geralmente obtido através da interação com especialistas de domínio (podem ser identificados a partir da Diretriz 1) e extraído a partir de fontes de conhecimento consolidado. Quanto aos recursos de conhecimento consolidado, Suárez-Figueroa *et al.* (2012) e Falbo (2014) classificam-nos como recursos ontológicos e recursos não ontológicos (RNOs).

Segundo (FALBO, 2014), os recursos ontológicos são as ontologias de domínio, *core* e de fundamentação, assim como os padrões ontológicos (*ontology patterns*) existentes em uma área de conhecimento, que podem ser reutilizados para o desenvolvimento da ontologia. Enquanto os RNOs abrangem os livros, padrões, manuais, bases de dados, tabelas, esquemas de classificação, thesauri, modelos de referência, dentre outros recursos que contenham conhecimento consolidado sobre a área de conhecimento a ser representada pela ontologia. Alinhada ao recomendado por Falbo (2014) e Suárez-Figueroa *et al.* (2012), a abordagem EARly-OE faz uso de modelos de EA como RNOs para apoiar a concepção de ontologias, assim como define diretrizes para sistematizar o uso de elementos daqueles modelos nas atividades de concepção.

A Diretriz 2 de EARly-OE usa o modelo de EA para a identificação de possíveis recursos de conhecimento a partir da análise de elementos específicos dos *viewpoints* sobre elementos de negócio e sobre as relações entre as camadas de aplicação e de negócio de EA disponíveis no domínio.

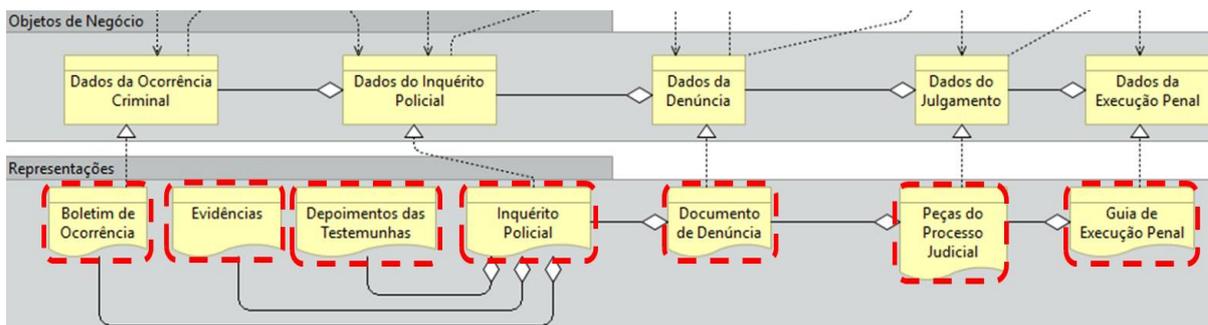
**Diretriz 2:** A identificação e seleção de recursos de conhecimento adicionais devem contemplar a análise dos seguintes elementos: *business objects* e *representations* do *viewpoint* sobre elementos de negócio; e *application components* e *data objects* do *viewpoint* sobre as relações entre as camadas de aplicação e de negócio.

*Representations* (p. ex. documentos, mensagens, modelos, formulários, tabelas) capturam formas, ou estruturas, perceptíveis de portar informações relativas aos *business objects*. *Data objects* representam dados estruturados e armazenados digitalmente para processamento computacional (p. ex. base de dados, planilhas e documentos estruturados), que geralmente são acessados por meio de *application components*, a partir dos quais pode-se extrair conceitos e regras de negócio relevantes para o domínio. Portanto, todos esses elementos podem corresponder a tipos de recursos a partir dos quais pode ser extraído conhecimento em atividades de EO.

Vale observar que pode existir no modelo de EA algum *business object* considerado complexo, ou seja, um ativo de informação mais abstrato, o qual carece de melhor detalhamento sobre as informações que estão nele encapsuladas. Neste caso, é necessário investigar quais informações estão

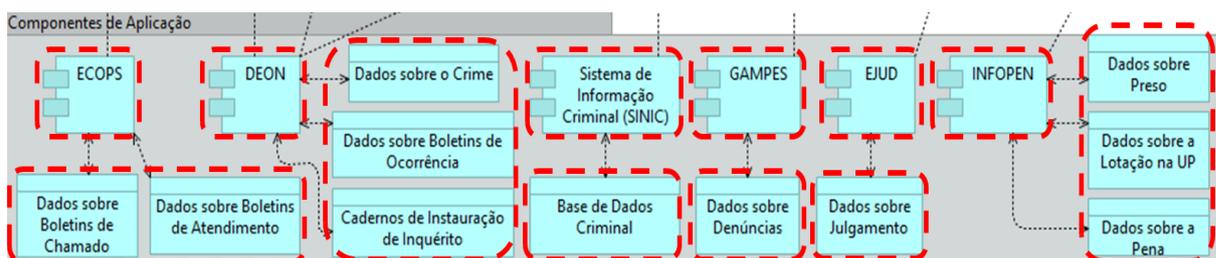
contidas naquele *business object*, a fim de evidenciar ativos mais específicos que possam ser selecionados como recursos de conhecimento relevantes para o domínio. Seguindo a mesma linha de argumentação, essa observação pode ser aplicada para *representations* e *data objects*. Por exemplo, a partir do detalhamento dos “Dados da Ocorrência Criminal”, um *business object* no modelo de EA sobre o Processo de Crime Violento, podem ser evidenciados ativos de informação mais específicos que estão encapsulados naquele mais geral, p. ex. os dados do Boletim de Chamado, do Boletim de Atendimento e da descrição do crime, cuja análise seja relevante para aquisição de conhecimento sobre aquele domínio.

Retomando o exemplo de modelo de EA apresentado na seção 2.4, os potenciais recursos de conhecimento do domínio identificados a partir da análise dos *business objects* e *representations* no *viewpoint* sobre elementos de negócio estão destacados na Figura 3.3, a saber: “Boletim de Ocorrência”, “Evidências”, “Depoimentos das Testemunhas”, “Inquérito Policial”, “Documento de Denúncia”, “Peças do Processo Judicial” e “Guia de Execução Penal”. Uma vez que neste exemplo todos os *business objects* possuem seus respectivos *representations*, os quais capturam suas informações, a princípio é suficiente selecionar esses últimos como recursos de conhecimento.



**Figura 3.3.** Aplicação da Diretriz 2 em fragmento do *viewpoint* sobre elementos de negócio

De maneira análoga, a Figura 3.4 destaca os elementos que podem ajudar na identificação de RNOs a partir da análise do *viewpoint* das relações entre as camadas de aplicação e de negócios: (i) os *application components* - “ECOPS”, “DEON”, “Sistema de Informação Criminal (SINIC)”, “GAMPES”, “EJUD” e “INFOPEN”; e (ii) os *data objects* - “Dados sobre Boletins de Chamado”, “Dados sobre Boletins de Atendimento”, “Dados sobre o Crime”, “Dados sobre Boletins de Ocorrência”, “Cadernos de Instauração de Inquérito”, “Base de Dados Criminal”, “Dados sobre Denúncias”, “Dados sobre Julgamento”, “Dados sobre Preso”, “Dados sobre a Lotação na UP” e “Dados sobre a Pena”.



**Figura 3.4.** Aplicação da Diretriz 2 em fragmento do *viewpoint* contendo elementos de aplicação

A Tabela 3.2 apresenta os resultados consolidados da aplicação da Diretriz 2 sobre os *viewpoints* que evidenciam os elementos das camadas de negócio e de aplicação do modelo de EA para o Processo de Crime Violento.

**Tabela 3.2. Resultado da aplicação da Diretriz 2 sobre o modelo de EA para o Processo de Crime Violento**

| Identificação                           | Elementos do modelo de EA  |
|---|--|
| Recursos de Conhecimento Não Ontológico | <p><i>Representations:</i><br/>           “Boletim de Ocorrência”, “Evidências”, “Depoimentos das Testemunhas”, “Inquérito Policial”, “Documento de Denúncia”, “Peças do Processo Judicial” e “Guia de Execução Penal”</p> <p><i>Application components:</i><br/>           “ECOPS”, “DEON”, “Sistema de Informação Criminal (SINIC)”, “GAMPES”, “EJUD” e “INFOPEN”</p> <p><i>Data objects:</i><br/>           “Dados sobre Boletins de Chamado”, “Dados sobre Boletins de Atendimento”, “Dados sobre o Crime”, “Dados sobre Boletins de Ocorrência”, “Cadernos de Instauração de Inquérito”, “Base de Dados Criminal”, “Dados sobre Denúncias”, “Dados sobre Julgamento”, “Dados sobre Preso”, “Dados sobre a Lotação na UP” e “Dados sobre a Pena”</p> |

### 3.2.3 Alinhando os Usos Pretendidos da Ontologia

A terceira diretriz de EARly-OE busca alinhar a justificativa de desenvolvimento da ontologia aos aspectos motivacionais expressos no modelo de EA, ancorando a definição dos usos pretendidos da ontologia aos *drivers*, *assessments* e *goals*.

**Diretriz 3:** A definição dos usos pretendidos da ontologia deve abranger e estar alinhada aos *drivers*, *assessments* e *goals* que compõem os *viewpoints* sobre o aspecto motivacional.

Em geral, *stakeholders* são motivados por condições internas ou externas ao negócio, chamadas *drivers*. Nas organizações, é comum serem realizados *assessments* sobre esses *drivers*, os quais podem revelar fraquezas e ameaças que afetam esses *drivers*. Assim, os *stakeholders* são frequentemente motivados a definir *goals* para a organização e a implementar as mudanças necessárias para atingi-los.

No que se refere aos *viewpoints* sobre o aspecto motivacional da disciplina de EA, usados em EARly-OE para apoiar a definição dos usos pretendidos, vale apontar que os mesmos podem apresentar elementos de natureza: (i) mais específica (tipicamente representados por *goals* de caráter mais específico ou operacional, que refinam *goals* mais abstratos), que podem ser usados para subsidiar diretamente a definição dos usos pretendidos da ontologia; ou (ii) mais abstrata e abrangente (tipicamente representados por *drivers*, *assessments* e *goals* de caráter mais genérico), que precisarão

ser derivados em elementos mais específicos a fim de apoiar a definição dos usos pretendidos da ontologia.

Uma vez que a ontologia a ser desenvolvida pode ser considerada um artefato prospectivo para participar da EA, a definição de seus usos pretendidos deve explicitar como a ontologia poderá contribuir efetivamente para que a organização alcance os *goals*. Em outras palavras, a definição dos usos pretendidos da ontologia deve estar ancorada em *goals* de caráter mais específico identificados nos *viewpoints* sobre o aspecto motivacional. Além disso, caso seja possível durante a aplicação dessa diretriz, o engenheiro de ontologias pode interagir com os usuários em potencial da ontologia e especialistas de domínio (identificados previamente pela aplicação da Diretriz 1) buscando responder de forma mais clara e precisa à pergunta: Para quais finalidades a ontologia está sendo desenvolvida?

No fragmento do *viewpoint* sobre aspecto motivacional apresentado na Figura 3.5, extraído do modelo de EA usado como exemplo na seção 2.4, percebe-se que estão, direta ou indiretamente, associados ao *driver* “Qualidade das Informações sobre Segurança Pública” os *assessments* que apontam a existência de problemas relacionados à qualidade da informação e deficiências nos SIs usados pelas “Agências de Segurança Pública”. Por exemplo, associado àquele *driver*, há o problema descrito no *assessment* “Baixa qualidade nas informações criminais prejudica as decisões estratégicas do governo no combate à violência”, o qual se revela como uma fragilidade para o domínio de segurança pública. Para enfrentar esse ponto fraco, os *stakeholders* indicam alguns *goals*, como por exemplo “Integrar os SIs Criminais que suportam processos de diferentes agências”, “Melhorar os Sistemas de Informação Criminal” e “Melhorar a qualidade das informações sobre segurança pública”. Sendo que esses *goals* servem para direcionar as ações que precisam ser adotadas pelas “Agências de Segurança Pública” a fim de que tais objetivos sejam alcançados.

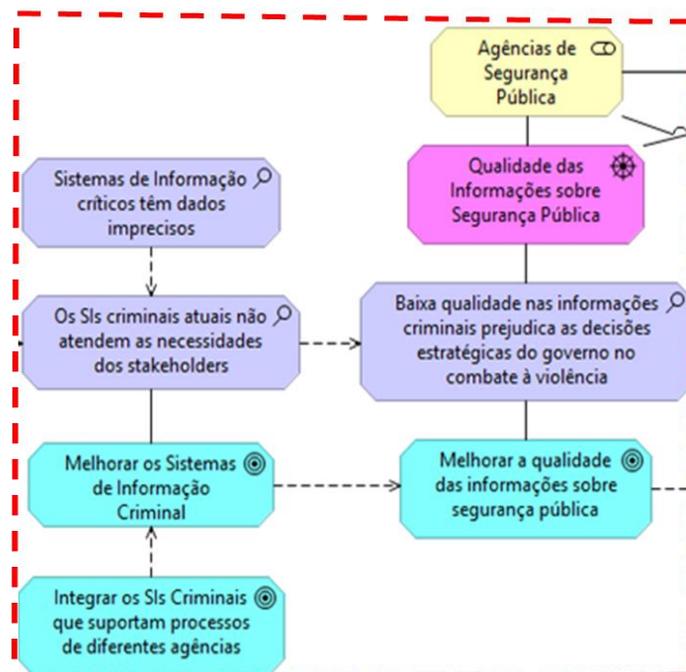


Figura 3.5. Aplicação da Diretriz 3 em fragmento do *viewpoint* sobre o aspecto motivacional

Portanto, para que os usos pretendidos da ontologia indiquem como ela poderá contribuir para a consecução dos *goals*, os mesmos devem contemplar os objetivos de melhorar os SIs criminais e a qualidade das informações produzidas pelos mesmos, assim como integrar aqueles SIs. Sendo assim, alguns usos pretendidos podem ser: (i) “Ser utilizada como base conceitual para avaliar a qualidade das informações manipuladas pelas agências que atuam no setor de segurança pública estadual”; (ii) “Servir como modelo de referência para avaliar a qualidade dos SIs que dão suporte ao processo de crime violento quanto aos seus aspectos semânticos”; (iii) “Servir como modelo de referência para permitir a integração semântica entre os diferentes SIs que dão suporte às agências que atuam no setor de segurança pública estadual”.

Os resultados da aplicação da Diretriz 3 sobre o *viewpoint* de motivação do modelo de EA para o Processo de Crime Violento estão consolidados na Tabela 3.3

**Tabela 3.3. Resultado da aplicação da Diretriz 3 sobre o modelo de EA para o Processo de Crime Violento**

| Identificação        | Definição dos Usos Pretendidos da Ontologia Alinhados aos Objetivos Organizacionais  |
|----------------------|--|
| Uso Pretendido (i)   | Ser utilizada como base conceitual para avaliar a qualidade das informações manipuladas pelas agências que atuam no setor de segurança pública estadual                    |
| Uso Pretendido (ii)  | Servir como modelo de referência para avaliar a qualidade dos SIs que dão suporte ao processo de crime violento quanto aos seus aspectos semânticos                        |
| Uso Pretendido (iii) | Servir como modelo de referência para permitir a integração semântica entre os diferentes SIs que dão suporte às agências que atuam no setor de segurança pública estadual |

### 3.2.4 Elicitando Requisitos Funcionais da Ontologia

Uma vez definidos os usos pretendidos da ontologia e tomando tais definições como premissas, passa-se para a elicitação de requisitos. A dificuldade de levantar requisitos é um dos principais problemas enfrentados no desenvolvimento de ontologias (FERNÁNDEZ-LÓPEZ *et al.*, 1997). A elicitação de requisitos funcionais procura definir qual a abrangência conceitual da ontologia, ou seja, seu escopo. Seguindo as recomendações da maioria dos métodos de EO disponíveis na literatura, o uso de questões de competência (QCs) tem-se mostrado uma das formas mais adequadas para descrever os requisitos funcionais de uma ontologia, definindo quais questões a ontologia deve ser capaz de responder. Segundo Falbo (2014), as QCs devem ser capazes de revelar o que é relevante, ou não, para a ontologia, conseqüentemente definindo o escopo da mesma. Ou seja, as QCs servem para guiar quais conceitos e relações devem fazer parte da ontologia, pois os mesmos (ou suas instâncias em uma base de conhecimento) serão utilizados para subsidiar as

respostas àquelas questões. Outro ponto sobre a importância das QCs é que também podem ser usadas para avaliar a ontologia criada.

Considerando alguns elementos de negócio nos modelos de EA, pode-se identificar QCs diretamente relacionadas aos processos, conforme as (sub)diretrizes apontadas a seguir:

**Diretriz 4:** A identificação de QCs deve ser guiada a partir da análise das relações entre elementos da camada de negócio dos modelos de EA.

- **Diretriz 4.1:** Para cada tipo de agente (*business roles* e *business actors*) responsável pela execução de um processo, pode-se elaborar uma QC que visa elucidar qual entidade tem a responsabilidade de executar aquele processo, seguindo a estrutura:
  - “Qual <<*business role / actor*>> é responsável pela realização de um determinado <<*business process*>>?”
- **Diretriz 4.2:** Para cada tipo de agente (*business roles* e *business actors*) impactado por um processo, pode-se definir uma QC que visa elucidar qual entidade é afetada pela ocorrência daquele processo, adotando-se a seguinte forma:
  - “Qual <<*business role / actor*>> é afetado pela ocorrência de um determinado <<*business process*>>?”
- **Diretriz 4.3:** Para os processos de negócio que criam ativos de informação, podem ser indicadas QCs, dado que, nestes casos, a execução de determinado(s) *business process(es)* promove a criação de *business objects* que representam ativos de informação, os quais são materializados por meio de *representations*. Essas QCs seguem a estrutura:
  - “Quais <<*business objects / representations*>> são criados por um determinado <<*business process*>>?”
- **Diretriz 4.4:** Para os processos de negócio que usam ou alteram ativos de informação, podem ser elaboradas QCs, dado que, nestes casos, a execução de determinado *business process* requer o uso ou alteração de *business objects* que representam ativos de informação. Essas QCs seguem a estrutura:
  - “Quais <<*business objects*>> são usados (ou alterados) por um determinado <<*business process*>>?”

Vale notar que as diretrizes anteriores definem QCs a partir das relações diretas entre elementos de negócio, contudo, outras questões relevantes podem ser obtidas a partir de outras formas de análise dos *viewpoints* sobre elementos de negócio:

- **Diretriz 4.5:** Para as sequências de processos de negócio encadeados por meio de relações de precedência temporal ou causal, podem ser definidas QCs que explorem essa precedência entre os *business processes*. As estruturas possíveis desse tipo de QC podem ser:

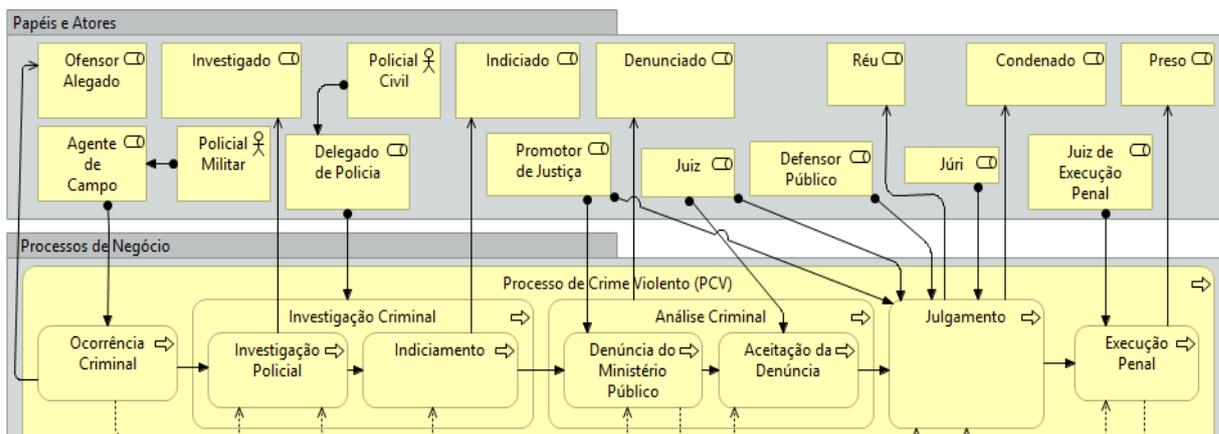
- “Quais <<*business processes*>> precedem a execução de um determinado <<*business process*>>?”; ou
- “Quais <<*business processes*>> sucedem a execução de um determinado <<*business process*>>?”
- **Diretriz 4.6:** Para abordar encadeamentos mais complexos de *business processes* e as relações desses processos com *business roles* ou *business actors*, pode-se elaborar QCs mais abrangentes, que transpassam vários *business processes* executados por diferentes agentes. Tratam-se de QCs que podem ser formuladas a partir da combinação daquelas QCs propostas pelas diretrizes anteriormente definidas. Por exemplo, a QC pode perguntar sobre quais são os agentes (*business roles* ou *business actors*) envolvidos em dois ou mais *business processes* (Diretriz 4.1 e Diretriz 4.2), envolvendo, também, como se dá a precedência entre esses *business processes* (Diretriz 4.5). Também pode ser necessário analisar como ocorre o compartilhamento de informações (*business objects*) através dos *business processes* envolvidos (Diretriz 4.3 e Diretriz 4.4). Tais QCs podem adotar o seguinte formato:
  - “Quais <<*business processes*>> executados por um determinado <<*business role / actor*>> precederam a execução de um <<*business process*>> em que foram afetados determinados <<*business role / actor*>>?”

Vale notar que para cada diretriz definida nesta seção é indicado um formato (ou estrutura) para formular as QCs. Tal formato é relevante para identificar e conceber as QCs mantendo sua coerência com o proposto por cada diretriz. Contudo, uma vez esboçadas, é interessante reescrevê-las, visando torná-las mais próximas da linguagem natural, refletindo mais adequadamente o que se deseja responder no domínio em questão, o que tende a facilitar a validação com especialistas de domínio.

Para exemplificar a aplicação das diretrizes definidas nesta seção, são elaboradas QCs a partir da análise dos *viewpoints* mostrados na Figura 2.5 e Figura 2.6 da seção 2.4, os quais tratam da camada de negócio referente ao modelo de EA sobre o Processo de Crime Violento.

- Aplicação da Diretriz 4.1 – analisando os *business roles* e *business actors* mostrados no fragmento do *viewpoint* sobre elementos de negócio da Figura 3.6, são obtidas entidades ativas (p. ex., “Agente de Campo”, “Delegado de Polícia”, “Promotor de Justiça”, “Juiz”) responsáveis por executar alguns *business processes* (p. ex. “Ocorrência Criminal”, “Investigação Policial”, “Denúncia do Ministério Público”, “Julgamento”). Esses elementos permitem a formulação de QCs, tais como:
  - “Qual ‘Delegado de Polícia’ é responsável por conduzir uma determinada ‘Investigação Policial’?”; ou
  - “Qual ‘Promotor de Justiça’ é responsável por elaborar uma determinada ‘Denúncia do Ministério Público’?”

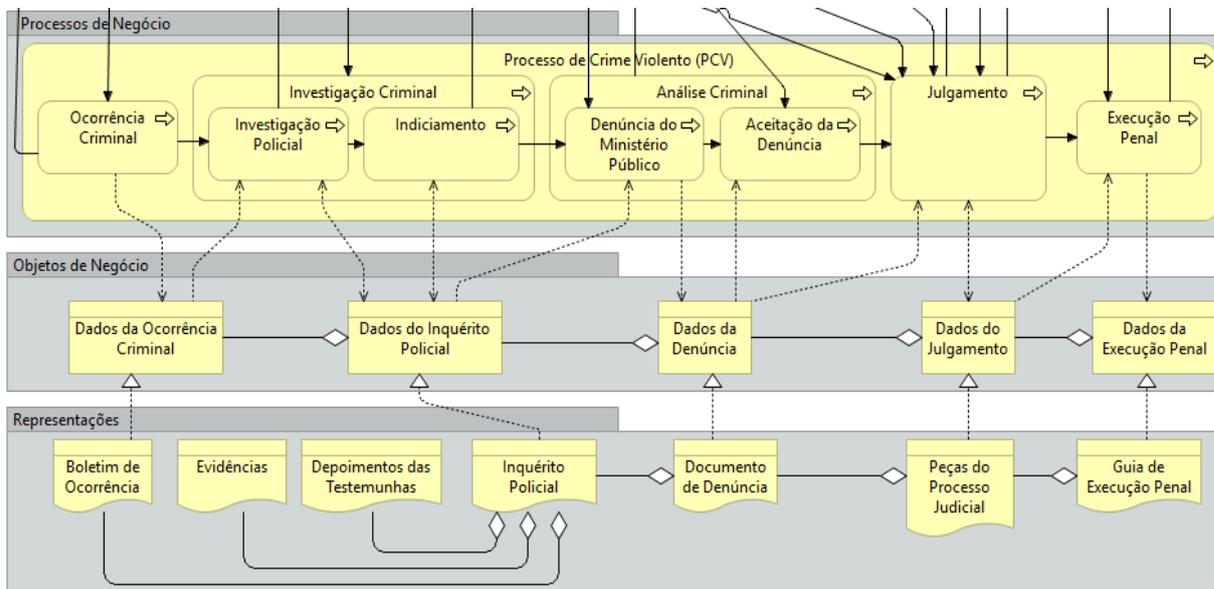
- Aplicação da Diretriz 4.2 - analisando os *business roles* e *business actors* mostrados no fragmento do *viewpoint* sobre elementos de negócio da Figura 3.6, também pode-se identificar entidades afetadas (p. ex. “Investigado”, “Indiciado”, “Denunciado”, “Réu”) pela execução de alguns *business processes* (p. ex. “Investigação Policial”, “Indiciamento”, “Denúncia do Ministério Público”, “Julgamento”). Esses elementos permitem formular QCs, tais como:
  - “Quem foi ‘Indiciado’ em um determinado ‘Indiciamento’?”; ou
  - “Quem foi ‘Réu’ em um determinado ‘Julgamento’?”



**Figura 3.6.** Fragmento de *viewpoint* mostrando relações entre *business roles*, *business actors* e *business processes*

- Aplicação da Diretriz 4.3 e da Diretriz 4.4 - analisando os *business objects / representations* mostrados no fragmento do *viewpoint* sobre elementos de negócio da Figura 3.7 (p. ex. “Dados da Ocorrência Criminal” / “Boletim de Ocorrência”, “Dados do Inquérito Policial” / “Inquérito Policial”, “Dados da Denúncia” / “Documento de Denúncia”, “Dados da Execução Penal” / “Guia de Execução Penal”) que são criados, lidos ou alterados por *business processes* (p. ex. “Ocorrência Criminal”, “Investigação Policial”, “Análise Criminal”, “Execução Penal”), podem ser formuladas QCs tais como:
  - “Qual ‘Boletim de Ocorrência’ foi criado em uma determinada ‘Ocorrência Criminal’?”; ou
  - “Quais ‘Dados do Inquérito Policial’ foram usados em determinada ‘Análise Criminal’?”; ou
  - “Quais ‘Dados do Inquérito Policial’ foram alterados durante uma determinada ‘Investigação Policial’?”
- Aplicação da Diretriz 4.5 - analisando o encadeamento entre os *business processes* e suas relações de precedência (Figura 3.7), podem ser formuladas QCs tais como:
  - “Quais etapas do ‘Processo de Crime Violento’ precederam uma ‘Execução Penal’?”

- “Quais ‘Execuções Penais’ foram consequência de uma ‘Denúncia do Ministério Público?’”
- “Quais etapas do ‘Processo de Crime Violento’ foram executadas para que um ‘Indiciado’ fosse levado a ‘Julgamento?’”



**Figura 3.7.** Fragmento de *viewpoint* mostrando relações entre *business processes*, *business objects* e *representations*

- Aplicação da Diretriz 4.6 – analisando na Figura 3.6 as sequências mais abrangentes de *business processes* e as respectivas relações desses processos de negócio com as entidades (*business roles* e *business actors*) responsáveis por executá-los ou que são afetadas pelas suas ocorrências, podem ser formuladas QCs que cruzam vários processos, tais como:
  - “Quais ‘Investigações Policiais’ conduzidos por um determinado ‘Delegado de Polícia’ (Polícia Civil) resultaram no efetivo ‘Julgamento’ (Tribunal de Justiça) dos indivíduos ‘Investigados’ naqueles processos?”

Conforme proposto na descrição da Diretriz 4.6, para responder essa última QC, primeiro é necessário identificar quais são os *business roles* envolvidos em um *business process* de “Investigação Policial” e em um *business process* de “Julgamento” (Diretriz 4.1), e também como se dá o encadeamento de processos entre esses *business processes* (Diretriz 4.5). Em seguida, é necessário analisar como ocorre o compartilhamento de informações (*business objects*) através dos *business processes* (Diretriz 4.3 e Diretriz 4.4 combinadas com a Diretriz 4.5). Nesse exemplo, a informação a respeito de um possível “Investigado” é portada pelo *business object* “Dados do Inquérito Policial”, que é criado em uma “Investigação Policial”. Essa informação é agregada (relação *Aggregation*) aos *business objects* “Dados de Denúncia” e, posteriormente, a “Dados do Julgamento”, após ter sido acessada pelo *business process* “Julgamento”. Portanto, se o “Julgamento” e a “Investigação Policial”

compartilham a mesma informação sobre um suspeito, isso reforça as evidências de que o “Investigado” e o “Condenado” em um processo criminal específico são o mesmo indivíduo, provendo, assim, um suporte semântico mais efetivo para decidir se uma “Investigação Policial” levou a um efetivo “Julgamento” dos “Investigados”.

A Figura 3.8 apresenta um fragmento do *viewpoint* sobre elementos de negócio do modelo Processo de Crime Violento, destacando os elementos relacionados ao subprocesso de “Investigação Criminal” (engloba a “Investigação Policial” e o “Indiciamento”).

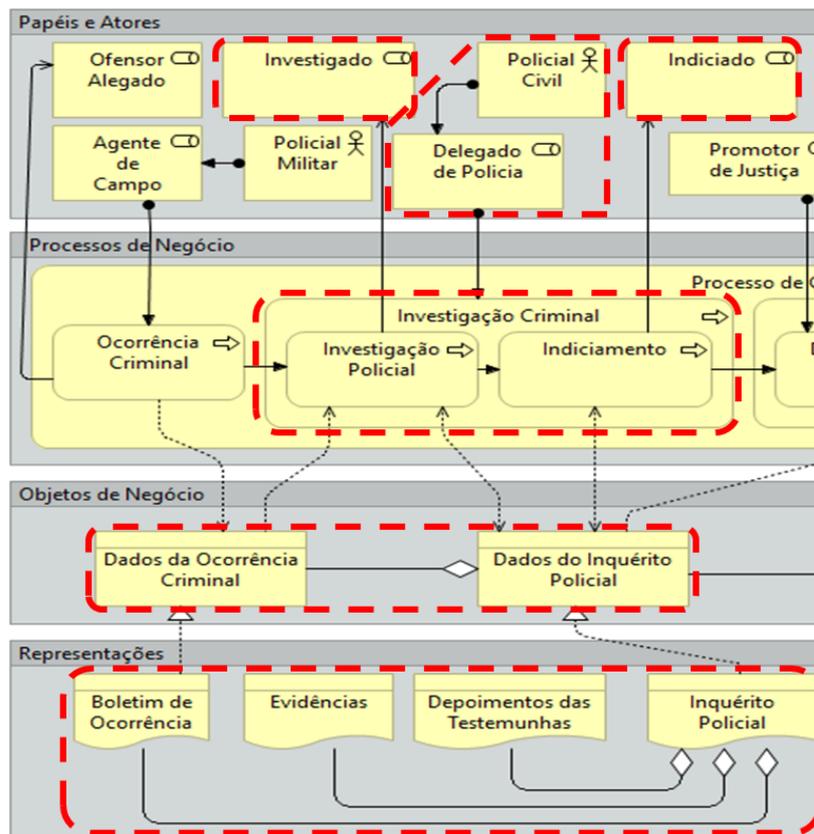


Figura 3.8. Fragmento de *viewpoint* destacando os elementos de negócio relacionados ao subprocesso de “Investigação Criminal”

Tomando como base os elementos destacados naquela figura, a Tabela 3.4 apresenta alguns exemplos de QCs obtidas a partir da aplicação das diretrizes 4.1 a 4.6.

Tabela 3.4. QCs identificadas a partir do subprocesso de Investigação Criminal

| Diretriz | ID   | Descrição  |
|----------|------|--|
| 4.1      | QC01 | Qual “Delegado de Polícia” foi responsável por conduzir uma determinada “Investigação Policial” (ou “Indiciamento”)? |
| 4.2      | QC02 | Quem foi “Investigado” em uma determinada “Investigação Policial”?   |
|          | QC03 | Quem foi “Indiciado” em um determinado “Indiciamento”?   |
| 4.3      | QC04 | Quais “Dados do Inquérito Policial” foram criados em determinada “Investigação Policial”?                            |

|     |      |  |
|-----|------|--|
| 4.4 | QC05 | Quais “Dados do Inquérito Policial” foram alterados em determinada “Investigação Policial”?  |
|     | QC06 | Quais “Boletins de Ocorrência” foram usados em determinada “Investigação Policial”?  |
|     | QC07 | Quais “Dados do Inquérito Policial” foram usados/alterados em determinada “Indiciamento”?  |
| 4.5 | QC08 | Uma “Investigação Policial” deve ser precedida por quais etapas do PCV?  |
|     | QC09 | Quais etapas do PCV podem ocorrer após a conclusão de uma “Investigação Policial”?   |
|     | QC10 | Um “Indiciamento” deve ser precedida por quais etapas do PCV?  |
|     | QC11 | Quais etapas do PCV podem ocorrer após a conclusão de uma “Indiciamento”?  |
|     | QC12 | Quais “Ocorrências Criminais” subsidiaram a instauração de uma “Investigação Policial”?  |
|     | QC13 | Quais “Indiciamentos” foram consequência de uma determinada “Investigação Policial”?   |
| 4.6 | QC14 | Quais “Denúncias do Ministério Público” foram consequência de um determinado “Indiciamento”?   |
|     | QC15 | Quais “Investigações Policiais” conduzidos por um determinado “Delegado” resultaram no “Indiciamento” dos indivíduos “Investigados” naqueles processos?” |
|     | QC16 | Um determinado “Indiciado” já foi “Investigado” em quais processos de “Investigação Policial”?   |

Vale ressaltar que as diretrizes de EARly-OE para a elaboração de QCs são apoiadas apenas em conhecimento extraído de modelos de EA. Sendo assim, as mesmas devem ser consideradas complementares àquelas sugeridas pelos métodos de EO, os quais são mais abrangentes e consideram a análise de outros recursos de conhecimento disponíveis no domínio do problema. Portanto, nesta seção foi apresentada, como exemplo de aplicação das diretrizes, apenas uma parte das QCs para a ontologia de domínio que represente o subprocesso de “Investigação Criminal”.

### 3.2.5 Modularização da Ontologia Refletindo Aspectos Processuais do Domínio

EARly-OE propõe que ontologias de grande porte, como as desenvolvidas para representar domínios complexos e com muitos conceitos, sejam concebidas de forma modular, preconizando seu desenvolvimento incremental, com subontologias (ou módulos) integradas, visando, inclusive, potencializar o reuso das mesmas. Essa estratégia está em linha com os trabalhos de Suárez-Figueroa *et al.* (2012) e de Uschold & Gruninger (1996), os quais defendem que para representar domínios complexos e com grande número de conceitos e relações, uma solução baseada em uma única ontologia monolítica tornaria a ontologia difícil de manipular, usar e manter. Nesse tipo de cenário, é mais apropriado desenvolver ontologias modulares e interligadas consistentemente, as quais tendem a ser mais simples de projetar e reutilizar. Em (D’AQUIN & GANGEMI, 2011), são apresentadas características desejáveis em ontologias consideradas “belas”, dentre as quais se destacam: ter uma boa cobertura de domínio e ter ou pertencer a uma estrutura modular.

Baseada nessas argumentações, EARly-OE explora o uso de modelos de EA também com a finalidade de guiar, desde a concepção da ontologia de referência, a sua modularização em subontologias de domínio mais específicas, assim como revelar possíveis relações entre as subontologias.

**Diretriz 5:** A organização dos processos de negócio utilizada no modelo de EA para o domínio do problema deve guiar a modularização inicial da ontologia que representa aquele domínio.

A estratégia de modularização de ontologias proposta em EARly-OE é orientada pela configuração dos processos de negócio no modelo de EA. Essa estratégia visa seguir o encadeamento real dos processos organizacionais, refletindo aspectos de acoplamento e coesão existentes na estruturação dos mesmos. Na verdade, EARly-OE propõe o reuso dos princípios de modularização que foram empregados na elaboração do próprio modelo de processos, o qual foi previamente arquitetado para o domínio tratado. Portanto, cabe observar que, para atender adequadamente aos critérios de coesão, acoplamento e completude, a modularização da ontologia baseada na estratégia proposta por EARly-OE depende rigorosamente do modelo de processos apresentar essas qualidades.

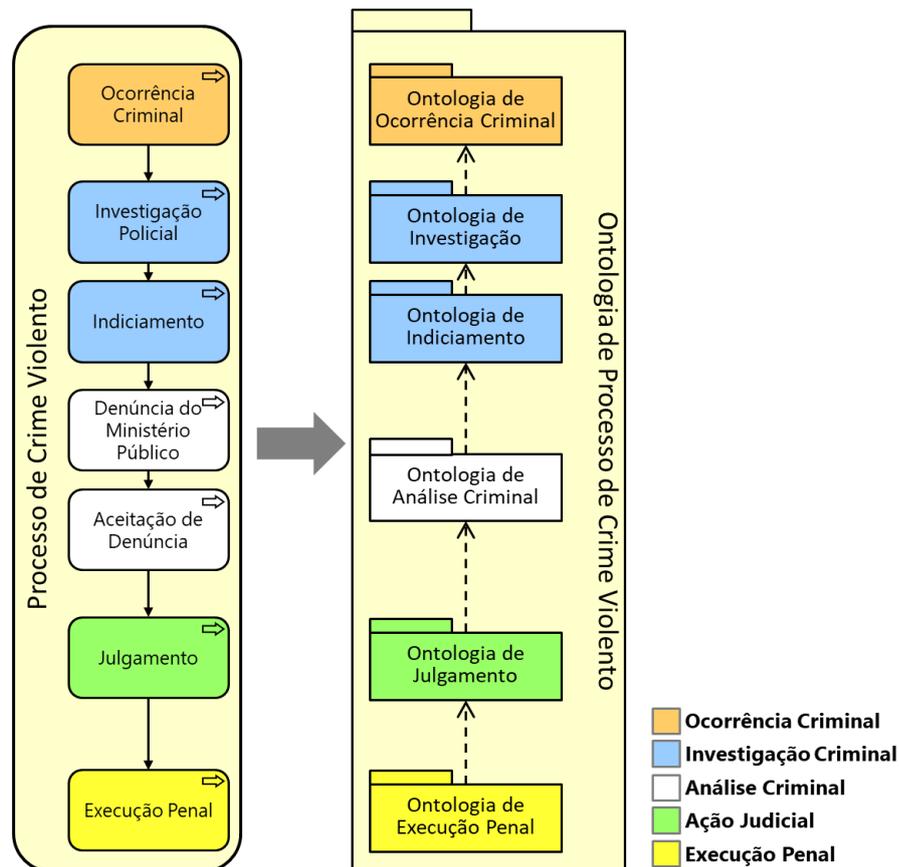
Dessa forma, EARly-OE propõe que a configuração dos *business processes*, sua ordem e interrelações, apresentada na camada de negócios do modelo de EA, seja refletida na modularização da ontologia de referência, a qual deverá guiar a posterior distribuição dos conceitos e relações entre as subontologias de domínio, assim como a maneira que essas subontologias devem estar interligadas:

- **Diretriz 5.1:** Os processos de negócio possuem correlação direta com os módulos da ontologia. Essa diretriz baseia-se no fato dos *business processes* representarem conceitos centrais nos domínios ricos em processos estruturados, para os quais convergem a maior parte das relações com os demais elementos que compõem o modelo de EA. Um *business process* tende a ser percebido no mundo real como um conceito que naturalmente agrupa ao seu redor outros conceitos que estão fortemente relacionados a ele no domínio modelado, tais como *business actors*, *business roles*, *business objects* e *data objects* (esses últimos relacionados indiretamente por intermédio dos *application componentes* que dão suporte às atividades do processo). A correspondência entre *business processes* e módulos da ontologia geralmente é biunívoca. Contudo, isso depende do nível de granularidade utilizado no desenvolvimento do modelo de EA, pois os *business processes* podem ser usados para representar conceitos com graus diferentes de detalhamento, desde atividades mais específicas, até um conjunto estruturado de atividades. Dessa forma, pode haver casos em que seja mais apropriado que um processo, por possuir uma conceituação mais complexa e abrangente, dê origem a mais de um módulo da ontologia. Ou mesmo, casos em que dois ou mais processos possam ser agrupados para originar um único módulo.

- **Diretriz 5.2:** As subontologias de domínio estão ligadas por relações de dependência, que refletem as relações de precedência entre os processos de negócio.

Assim como mencionado para a Diretriz 4, vale observar que as diretrizes acima devem ser consideradas como complementares àquelas sugeridas pelos métodos de EO, pois aqui é definida uma estratégia para uma modularização inicial da ontologia, a qual deve ser revista e refinada à medida que o conhecimento sobre o domínio é aprofundado, quando se torna possível adotar outras estratégias de modularização da ontologia, tal como extração (SUÁREZ-FIGUEROA *et al.*, 2012) ou camadas (OBRST, 2010).

Retomando o fragmento do *viewpoint* sobre elementos de negócio mostrado na Figura 3.7, ao analisar a arquitetura dos *business processes* do PCV é possível discernir uma forma de divisão para o domínio representado a fim de guiar a modularização da ontologia de domínio. A Figura 3.9 ilustra uma forma de modularização usando a estratégia “orientado por processos” definida na Diretriz 5.



**Figura 3.9. Modularização Orientada por Processos da Ontologia de PCV**

Cada cor representa um conjunto de subprocessos do PCV que dão origem aos módulos, ou subontologias. Conforme indicado na Diretriz 5.1, a maior parte dos subprocessos deu origem a uma subontologia correspondente, havendo um caso específico em que dois subprocessos, “Denúncia do Ministério Público” e “Aceitação de Denúncia” (subprocessos que compõem a “Análise Criminal”), foram agrupados na subontologia “Ontologia de Análise Criminal”, indicando a viabilidade de reunir

tais conceitos em um único módulo garantindo sua coesão. Outro aspecto relevante mostrado na Figura 3.9 diz respeito às relações de dependência interligando as subontologias, que refletem as relações de precedência temporal e causal entre os processos de negócio, conforme definido na Diretriz 5.2.

### 3.3 Trabalhos Relacionados

Apesar de não terem sido encontrados estudos que explicitamente propõem o uso de modelos EA como recursos de conhecimento para apoiar o desenvolvimento de ontologias, nesta seção são apresentados outros trabalhos que possuem iniciativas que guardam certa proximidade em relação às diretrizes da abordagem EARly-OE.

Conforme mencionado anteriormente, vários métodos de EO incluem o uso de QCs para identificar requisitos. Fernandes *et al.* (2011), apresenta uma breve descrição sobre o tipo de suporte que alguns desses métodos fornecem à definição de QCs. Aquele trabalho aponta que a maioria dos métodos pressupõe a existência desse conjunto de questões (não enfocando em especificar como formulá-las) e concentra seus esforços em definir os próximos estágios do desenvolvimento de ontologias. Apesar de indicarem a importância de elicitar requisitos, os métodos existentes exploram pouco a definição de técnicas prescritivas para esta finalidade (FERNANDES *et al.*, 2011). Para preencher esta lacuna, a abordagem EARly-OE, através da Diretriz 4, propõe a sistematização do uso de elementos de modelos de EA na definição de QCs para a modelagem de ontologias.

Entre os trabalhos pesquisados, a abordagem desenvolvida em (FERNANDES *et al.*, 2011) é a que mais se aproxima de EARly-OE, principalmente em relação às diretrizes para definição dos usos pretendidos (Diretriz 3) e para identificação do escopo e de QCs da ontologia (Diretriz 4). Aqueles autores propuseram uma abordagem de EO com três objetivos principais: (i) definir o escopo da ontologia; (ii) decidir a aplicabilidade da ontologia; e (iii) especificar quais questões a ontologia deve ser capaz de responder. Para alcançar esses objetivos foi aplicada Tropos (BRESCIANI *et al.*, 2004 apud FERNANDES *et al.*, 2011) como uma metodologia de modelagem de objetivos. A primeira atividade daquela abordagem é desenvolver os requisitos iniciais, o que permite a compreensão da configuração organizacional. A saída dessa atividade é um modelo organizacional, que inclui atores relevantes, seus objetivos e interdependências. Esse modelo provê um contexto para a definição do escopo da ontologia, auxiliando a identificar os usos pretendidos da mesma naquele contexto. Na atividade de definição dos demais requisitos de Tropos, o sistema é modelado como um ator que é dependente dos outros atores na organização. Essas dependências definem os requisitos funcionais e não-funcionais do sistema. Tais requisitos detalham que tipo de suporte o sistema baseado em ontologia deve prover. Similar à abordagem EARly-OE, aquele trabalho concentrou seus esforços em definir atividades para o estágio inicial de desenvolvimento de ontologias. A diferença principal é que EARly-OE, além de abranger a análise de objetivos a partir de elementos dos *viewpoints* sobre o aspecto motivacional (o *framework*

ArchiMate incorporou esses elementos desde a versão 2, quando foi introduzida a “*Motivation Extension*”), também define diretrizes que contemplam a análise de elementos de negócio e de aplicação dos modelos de EA. Demonstrou-se que, usando modelos de EA, é possível analisar outros elementos organizacionais que impactam a especificação de ontologias para aquele contexto, além dos elementos de modelagem de objetivos existentes em TROPOS.

Outros trabalhos que propõem o uso de modelos de EA em atividades de elicitação de requisitos, são analisados na revisão sistemática relatada em (BITENCOURT *et al.*, 2016), porém todas se referindo a requisitos para o desenvolvimento de software. A revisão enfocou na extração de requisitos de modelos de processos de negócios representados na notação BPMN (*Business Process Management Notation*). Nesse contexto, um estudo considerado relevante é proposto em (DEMIRÖRS *et al.*, 2003 apud BITENCOURT *et al.*, 2016). Aquele trabalho propôs o uso de modelos de objetivos e de processos de negócio para definição de requisitos para sistemas intensivos em software. A abordagem daqueles autores consiste das seguintes atividades: (i) análise e modelagem dos atuais processos de negócio; (ii) modelagem dos processos de negócio; e (iii) geração dos requisitos para o SI escolhido. Apesar daquele trabalho não tratar do desenvolvimento de ontologias, existem similaridades com as diretrizes de EARly-OE. Primeiro, utiliza modelos de processos de negócio para compreender o fluxo de informações, entradas, saídas e entidades responsáveis do domínio. Aquele trabalho também propõe diretrizes que usam modelos BPM para aquisição de conhecimento sobre o domínio, similar ao que é proposto em EARly-OE, uma vez que esta, para elicitar requisitos, lida com a semântica dos elementos de modelos de EA e suas relações. Em contraste, aqueles autores explicam que requisitos funcionais de um determinado SI são elicitados a partir da análise dos processos de negócio, mas sem a preocupação de mostrar como esses requisitos podem ser explicitamente identificados. Sendo esse um diferencial de EARly-OE, que define como fazer a identificação de requisitos a partir de diretrizes detalhadas sobre como usar elementos de modelos de EA para elaboração de QCs.

Sobre modularização de ontologias, apesar de muitos trabalhos na literatura apontarem sua importância, em particular os métodos de EO (FALBO, 2014; SUÁREZ-FIGUEROA *et al.*, 2012), ainda há carência de trabalhos que proponham diretrizes prescritivas para esse fim, sendo essa uma área de pesquisa muito ativa. D’Aquin *et al.* (2007) apontaram claramente que ainda são incipientes os trabalhos sobre modularização de ontologias e que a modularização não é tão bem compreendida no contexto das ontologias como o é na engenharia de software. Por isso, aqueles autores exploraram e avaliaram diferentes abordagens de modularização, revelando uma variedade de critérios para avaliar os módulos resultantes (p. ex. tamanho, redundância e distância conceitual). Eles também concluíram que a adequação dos critérios de modularização é altamente dependente da aplicação. Como EARly-OE enfoca domínios organizados a partir de processos estruturados, entende-se que o uso de modelos de EA para guiar a modularização de ontologias seja uma estratégia adequada para aqueles domínios, uma vez que os processos de negócio representam conceitos centrais naquele contexto.

Ainda sobre técnicas de modularização ontológica, o trabalho relatado em (APARICIO, 2015) defende que a modularização ontológica envolve um passo de extração de sub-ontologias. As abordagens de modularização analisadas por esse autor abrangem o particionamento em rede e outras formas de modularização as quais denomina transversais. Na partição em rede, a ontologia é tratada como uma rede de nós conectados e as abordagens se concentram na decomposição da ontologia criando *clusters*. Na abordagem transversal, os módulos são extraídos iniciando a partir de um ou vários conceitos da ontologia, com a inclusão gradual dos conceitos e relações que estão ligados àqueles elementos iniciais. Deve-se notar que tanto em (D'AQUIN *et al.*, 2007), quanto em (APARICIO, 2015) são investigadas abordagens que assumem a existência de uma ontologia original e completa, a partir da qual todos os módulos são criados. Em contraste, EARly-OE propõe a identificação de módulos numa fase inicial do desenvolvimento da ontologia, antes da definição dos conceitos e relações que irão compô-la.

O tema modularização de ontologias também é explorado por Khan & Keet (2015), em trabalho que realizou um *survey* apresentando uma análise de vários estudos sobre técnicas para subdividir a ontologia em módulos. Por exemplo, os autores indicam que (ABBÈS *et al.*, 2012; SCHLICHT & STUCKENSCHMIDT, 2006 apud KHAN & KEET, 2015) apresentam resultados sobre a caracterização de ontologias modulares baseadas em critérios estruturais (p. ex., tamanho, redundância de representação, coesão e acoplamento), levando a padrões baseados em extração de conceitos para ontologias, a partir de recursos do conhecimento. Por outro lado, em (KONEV *et al.*, 2009; LOEBE, 2006 apud KHAN & KEET, 2015) são apresentadas noções semânticas baseadas em lógica para modularização, que têm foco principal na inseparabilidade do módulo, ou seja, o módulo e a ontologia de origem são considerados inseparáveis se eles fornecem as mesmas respostas para qualquer consulta. Além disso, Parent & Spaccapietra (2009) propôs alguns objetivos de modularidade, por exemplo, manutenção e escalabilidade para *reasoning*, com a motivação de que a forma como a modularização é abordada depende de tais objetivos. Há também uma lista de estratégias que são propostas para a criação de módulos, por exemplo, estratégias orientadas a semântica e orientadas a estruturadas. Em um estudo sobre os objetivos fundacionais da modularidade, Borgo (2011) classifica módulos de ontologias em diferentes tipos, mencionando vários tipos de módulos diferentes, como p. ex., isolando/desenvolvendo ramos de uma taxonomia, coletando categorias de acordo com um domínio e isolando padrões.

Diferente daqueles trabalhos que propuseram vários critérios que poderiam ser adotados para a modularização de ontologias, EARly-OE está especificamente preocupado com o uso de modelos de EA para orientar decisões em atividades de modularização de ontologia em domínios ricos em processos estruturados, concentrando-se numa proposta de modularização na fase de concepção da ontologia e que pode ser usada de forma complementar àquelas sugeridas em outros trabalhos. Pois entende-se que a modularização deve ser refinada à medida que o conhecimento sobre o domínio é aprofundado, quando se torna possível usar outras estratégias para aprimorar a modularização da ontologia.

### 3.4 Considerações Finais

Neste capítulo foi apresentada a abordagem EARly-OE, a qual define diretrizes que sistematizam o uso de elementos de modelos de EA como recurso de conhecimento em atividades de concepção de ontologias, tratando especialmente do processo de suporte à aquisição de conhecimento. As diretrizes de EARly-OE são apoiadas no uso de modelos de EA como RNO adequados em domínios sociais ricos em processos. Esses modelos de EA proveem não apenas um mecanismo para estruturar semanticamente o conhecimento sobre o domínio tratado, mas também fornece recursos para analisar e compreender os elementos organizacionais a partir de diferentes pontos de vista (*viewpoints*).

As diretrizes de EARly-OE utilizam modelos de EA como os ativos de conhecimento (diagramas sobre processos, infraestrutura de tecnologia da informação e aspectos motivacionais da organização), que muitas vezes já existem em repositórios institucionais. Tais modelos são utilizados como entrada para atividades iniciais de EO a fim de: (i) auxiliar engenheiros de ontologias a compreender o domínio do problema como um todo; (ii) possibilitar a comunicação com especialistas de domínio mais simples e clara; e (iii) prover diretrizes para identificar outros recursos de conhecimento, os usos pretendidos e escopo da ontologia e elicitar seus requisitos. Nos casos em que a disciplina de EA ainda não seja uma prática comum na organização, a criação de modelos de EA pode ser uma atividade benéfica para aprimorar a arquitetura da própria organização, por proporcionar o desenvolvimento de ativos de conhecimento estruturado na (e sobre) a organização, que podem ser usados tanto para identificar problemas de interoperabilidade entre SIs, quanto para subsidiar os engenheiros de ontologia com conhecimento para desenvolvimento de uma ontologia que resolva os problemas detectados.

Portanto, a aplicação das diretrizes de EARly-OE é impactada pela qualidade do modelo de EA que estiver sendo utilizado como recurso de conhecimento naquele contexto. Ou seja, a facilidade de uso da abordagem, assim como a correção e a completude das informações produzidas nas atividades de concepção de uma ontologia, a partir das diretrizes de EARly-OE, dependem da correção e completude do modelo de EA desenvolvido para representar a arquitetura daquele domínio.

Além disso, deve-se observar que as diretrizes de EARly-OE contemplam apenas parcialmente as atividades de concepção de ontologias, em especial com relação à elaboração de QCs. Dessa forma, tais diretrizes devem ser usadas para complementar os métodos de EO, de tal forma que as estratégias do próprio método sobre elaboração de QCs sejam adicionadas aos requisitos da ontologia.

Outro aspecto considerado relevante trata da proposta de modularização da ontologia durante a sua concepção. Como esta pesquisa tem como cenário de aplicação os domínios organizacionais, cujas estruturas devem ser capazes de se adaptarem às mudanças sociais, espera-se que uma ontologia criada para representar esse tipo de domínio seja estruturada de forma a ser capaz de lidar com essa complexidade e, também, seja capaz de evoluir. Assim sendo, o capítulo também apresentou diretrizes para guiar a modularização de uma ontologia, contemplando questões como: Quais módulos devem

compor uma ontologia a fim de cobrir todo o domínio pretendido? Como estruturar os módulos da ontologia de forma a manter o alinhamento conceitual? Como definir o foco (subdividir o escopo) de cada uma das subontologias? Como interligar as subontologia, buscando manter a coerência conceitual entre elas?

A Diretriz 5 de EARly-OE enfoca esse aspecto particular da reciprocidade entre modelos de EA e o desenvolvimento de ontologias: a relação entre a organização dos processos em modelos de EA e a modularização de ontologias. Com base no estudo realizado, foi formulada a hipótese de que a decomposição conceitual usada em modelos orientados por processos pode ser usada para suportar uma estratégia equivalente de modularização de ontologias que representem domínios ricos em processos estruturados. Este princípio de modularização “orientado por processos” se manifesta em uma sequência de relações de dependência histórica interligando as subontologias, que refletem as relações de precedência temporal e causal entre os processos de negócio dos modelos de EA.

A estratégia de modularização de EARly-OE suporta não apenas a identificação do escopo de cada subontologia individualmente, mas também explicita as relações entre elas. Por exemplo, podemos “rastrear” uma “Condenação” que ocorreu a partir de uma “Investigação” através de uma cadeia de “Indiciamento”, “Denúncia” e “Julgamento”. Essa cadeia de relações é chave para que a ontologia seja capaz de responder questões que perpassam vários processos de negócio executados por diferentes agentes, tendo em vista que essas questões não podem ser respondidas se uma única subontologia for considerada de forma isolada. Além disso, entende-se que a estratégia de modularização de EARly-OE pode ser combinada com outras estratégias de modularização, como por exemplo um estratégia que inclua camadas, como a SEON (*Software Engineering Ontology Network*) apresentada em (RUY et al., 2016), contemplando ontologias de domínio especializando ontologias de fundamentação e *core*. São necessários mais estudos para investigar a interação entre as diferentes estratégias de modularização, bem como a combinação com outras estratégias identificadas na literatura.

Após ter sido apresentada a abordagem EARly-OE, o próximo capítulo aborda o experimento realizado para avaliação qualitativa da mesma, contemplando aspectos sobre a completude e corretude das informações produzidas a partir da aplicação das diretrizes, assim como a percepção dos participantes quanto à facilidade de uso e à utilidade da abordagem.

## 4 Experimento de Avaliação da Abordagem EARly-OE

A abordagem EARly-OE, apresentada no capítulo anterior, prescreve diretrizes para as atividades iniciais de desenvolvimento de ontologias a partir do uso de elementos de modelos de EA. Este capítulo apresenta o estudo empírico que foi aplicado com o objetivo de avaliar qualitativamente a abordagem EARly-OE quanto à completude e correção das informações obtidas a partir da aplicação de suas diretrizes em um domínio diferente daquele em que se deu o estudo de caso exploratório, a saber o domínio de autorização e execução do orçamento público federal. O estudo também avaliou a percepção de usabilidade e utilidade da abordagem pelos participantes do experimento. Dessa forma, através dos resultados obtidos no contexto do estudo foi possível observar que a sistematização do uso de modelos de EA proposto pela abordagem EARly-OE auxiliou na produção de resultados melhores durante as atividades iniciais de EO, quando comparados aos produzidos num contexto em que a abordagem não foi utilizada. Esta melhoria pôde ser particularmente percebida na elicitação de requisitos funcionais da ontologia, com a identificação de um conjunto mais correto e completo de QCs. Além disso, os usuários expressaram uma percepção de que o uso de EARly-OE facilita a execução daquelas atividades pelos desenvolvedores de ontologias.

### 4.1 Planejamento e Design do Experimento

Segundo Wohlin *et al.* (2012), um experimento deve ser formulado como um processo de verificação de uma hipótese, requerendo um planejamento cauteloso para que ofereça resultados a partir dos quais seja possível elaborar conclusões sobre a teoria que se pretende avaliar. Inspirado no método proposto em (WOHLIN *et al.*, 2012) para planejamento, coleta de dados, análise e relato de experimento, foi conduzido o “*Estudo empírico para avaliação da abordagem EARly-OE*”. Portanto, o experimento relatado neste capítulo foi elaborado com o objetivo de testar a hipótese da pesquisa, “*A sistematização do uso de modelos de EA para apoiar as atividades iniciais de desenvolvimento de ontologias de referência em domínios ricos em processos estruturados pode facilitar a execução dessas atividades e levar a resultados mais corretos e completos*”, conforme enunciada na seção 1.2.

O domínio selecionado para aplicação do experimento foi o de autorização e execução do orçamento público federal, tendo em vista abordar uma conceituação técnica pouco conhecida pela maioria das pessoas. Essa escolha teve o intuito de equilibrar o nível de conhecimento prévio dos participantes a respeito do domínio. O experimento foi planejado para pessoas com nível acadêmico de graduação ou pós-graduação e que tivessem experiência prévia em desenvolvimento de ontologias. Os convites para participação no experimento foram enviados especialmente para pessoas que concluíram

algum dos cursos ou treinamentos sobre Engenharia de Ontologias ministrados pelos professores associados ao Nemo - Ufes<sup>1</sup> (Núcleo de Estudos em Modelagem Conceitual e Ontologias da Ufes), entendendo-se, assim, que os mesmos possuíam os conhecimentos necessários para executar as atividades propostas. Com base no objetivo e no escopo descritos, o experimento foi organizado em duas partes, visando tratar duas questões de pesquisa:

- **Parte 1** - O uso da abordagem EARly-OE, se comparado a um contexto em que a mesma não seja utilizada, leva à obtenção de informações mais corretas e completas na execução das atividades iniciais de desenvolvimento de ontologias de referência?
- **Parte 2** - Qual a percepção dos desenvolvedores de ontologias quanto à facilidade de uso da abordagem EARly-OE e a sua utilidade na execução das atividades iniciais de desenvolvimento de ontologias de referência?

Os critérios usados na Parte 1 foram os de corretude e completude das respostas registradas pelos participantes para cada pergunta proposta nesta parte do experimento, sendo realizada uma análise comparativa das informações produzidas por um grupo de participantes que teve o apoio da abordagem EARly-OE, com aquelas produzidas por outro grupo que não teve tal apoio. Quanto à Parte 2, o critério de avaliação usado foi o de percepção de facilidade de uso e de utilidade da abordagem sob o ponto de vista dos participantes que tiveram o apoio de EARly-OE na execução das atividades do experimento.

A avaliação qualitativa da abordagem EARly-OE realizada através do experimento foi inicialmente idealizada e formalizada através do “Plano Preliminar do Experimento” (disponível no APÊNDICE A). O plano apresenta um resumo do estudo empírico, seu objetivo, os aspectos que foram alvos de medição e coleta de dados, assim como as questões que guiariam a análise dos dados coletados. A Tabela 4.1 apresenta uma síntese do planejamento do experimento, incluindo seu objeto de estudo, objetivos geral e específicos, contexto, perfil dos participantes e critérios de avaliação.

**Tabela 4.1. Sumário do Experimento de Avaliação da Abordagem EARly-OE**

|                         | <b>Parte 1</b>   | <b>Parte 2</b>  |
|-------------------------|--|---|
| <b>Objeto de estudo</b> | Informações produzidas pelos participantes nas atividades iniciais de desenvolvimento de uma ontologia para o domínio de autorização e execução orçamentária federal.  | Respostas dos participantes ao questionário de avaliação das suas percepções de facilidade de uso e de utilidade da abordagem EARly-OE. |
| <b>Objetivo geral</b>   | Avaliar qualitativamente a relevância do uso da abordagem EARly-OE quanto à qualidade das informações produzidas e redução do esforço necessário em atividades de concepção de ontologias para domínios ricos em processos estruturados. |   |

<sup>1</sup> <https://nemo.inf.ufes.br/>

|                                 |  |   |
|---------------------------------|--|---|
| <b>Objetivos específicos</b>    | Analisar a correção e completude das informações produzidas pelos participantes em atividades de concepção de ontologias, comparando os resultados de um grupo de teve apoio de EARly-OE, com o de outro grupo que não o teve.   | Analisar a percepção dos participantes quanto à facilidade de uso e utilidade da abordagem EARly-OE na execução de atividades de concepção de ontologias.   |
| <b>Hipótese</b>                 | A sistematização do uso de modelos de EA para apoiar as atividades concepção de ontologias, proposta por EARly-OE, pode facilitar a execução dessas atividades e levar a resultados mais corretos e completos.   |   |
| <b>Perfil dos participantes</b> | Estudantes e profissionais com formação em nível acadêmico de graduação ou pós-graduação na área de informática e com conhecimento prévio em desenvolvimento de ontologias, especialmente que concluíram algum curso ou treinamento em Engenharia de Ontologias.   |   |
| <b>Contexto</b>                 | A participação no experimento ocorre de forma remota. A comunicação entre o pesquisador e os participantes é realizada via e-mail (convite para participação, esclarecimentos das eventuais dúvidas e envio dos documentos necessários para execução do experimento) e por meio de formulários para preenchimento on-line. |   |
| <b>Perspectiva</b>              | O pesquisador faz a análise da correção e completude das informações produzidas pelos participantes, a fim de comparar os resultados do grupo de usou EARly-OE, em relação aos do grupo que não teve o apoio da abordagem.   | Os desenvolvedores/engenheiros de ontologias avaliam a abordagem, registrando suas opiniões sobre a facilidade de uso e utilidade de EARly-OE na execução de atividades de concepção de ontologias. |
| <b>Crítérios de avaliação</b>   | Correção e Completude  | Percepção de facilidade de uso e utilidade  |

A fim de consolidar planejamento, foi realizado um piloto do experimento, o qual teve a participação de uma pesquisadora com experiência na condução de estudos empíricos. As colaborações realizadas durante a execução do piloto, proporcionaram várias adequações no experimento, incluindo ajustes nos documentos enviados para os participantes e dimensionamento do tempo necessário para execução das atividades propostas, além de ter proporcionado ao pesquisador responsável algumas orientações sobre a condução do experimento.

A condução do experimento foi planejada para ocorrer de forma remota, utilizando preenchimento de formulários on-line pelos participantes e comunicação via e-mail para esclarecimentos das eventuais dúvidas dos e envio de instruções e documentos de apoio. A opção por essa forma de condução do experimento foi motivada por dois fatores principais: (i) o tempo total necessário para finalizar o experimento foi estimado em 03 horas, o que tornaria muito cansativa sua execução em um único momento presencial; e (ii) o intuito de mitigar o risco de desistência dos participantes. Portanto, haveria liberdade para que cada participante definisse os horários e locais mais adequados para executar as atividades, respeitando suas particularidades. Tendo sido estipulado um prazo de 14 dias para que o participante finalizasse a execução das atividades do experimento.

Como o contato com os participantes se daria exclusivamente através de mensagens textuais, um aspecto chave para o adequado andamento do estudo empírico residia na clareza e precisão dos

documentos que seriam disponibilizados aos participantes. A primeira interação prevista é o envio de e-mail convidando pessoas que, em tese, atendam ao perfil delineado para participação no experimento. A mensagem do convite apresenta o propósito do experimento, o perfil requerido do participante, uma descrição sucinta das atividades a serem executadas e o tempo estimado para executá-las. Ao final, o convite indica os *links* dos formulários contendo o “Termo de Consentimento Livre e Esclarecido” (disponível no APÊNDICE B) e o “Questionário sobre Perfil de Participante do Estudo Empírico” (disponível no APÊNDICE C), os quais devem ser preenchidos on-line até uma data limite estipulada na mensagem, caso a pessoa aceite participar do experimento.

Após decorrido o prazo de aceitação do convite, o pesquisador procede a análise das informações fornecidas no formulário de levantamento de perfil dos participantes, a fim de distribuí-los em dois grupos. Para manter os grupos equilibrados, deve ser usado como critério de formação dos grupos o grau de experiência dos participantes em engenharia de ontologias. Essa divisão dos participantes é necessária para atender o objetivo específico da Parte 1 do experimento, durante a qual um grupo executa as atividades sem o apoio de EARly-OE (grupo GsE), enquanto o outro grupo recebe apoio da abordagem EARly-OE para execução das mesmas atividades (grupo GaE). De acordo com o agrupamento realizado, deve ser enviado um conjunto de instruções e documentos para cada grupo de participantes executar as atividades da Parte 1 do experimento, conforme mostrado na Tabela 4.2.

**Tabela 4.2. Conjunto de instruções e documentos enviados para os participantes na Parte 1 do Experimento de Avaliação da Abordagem EARly-OE**

| <b>Grupo GsE</b>   | <b>Grupo GaE</b>   |
|--|--|
| “ <b>Instruções ao Participante</b> ” - versão do documento específica para o grupo que não tem o apoio de EARly-OE (disponível no APÊNDICE D).  | “ <b>Instruções ao Participante</b> ” - versão do documento específica para o grupo que recebe apoio de EARly-OE (disponível no APÊNDICE E).   |
| “ <b>Introdução ao Orçamento Público - Autorização Orçamentária e Execução da Despesa</b> ” – documento contendo os conceitos básicos sobre o domínio tratado no experimento (disponível no APÊNDICE F). |  |
|  | <p>“<b>EARly-OE – Manual</b>” - documento que apresenta as diretrizes da abordagem para apoiar o participante no levantamento das informações necessárias para execução desta parte do experimento (disponível no APÊNDICE G).</p> <p>“<b>EARly-OE: Guia Rápido</b>” – documento com uma síntese da abordagem, visando facilitar seu uso (disponível no APÊNDICE H).</p> <p>“<b>Modelo EA sobre Autorização Orçamentária e Execução da Despesa</b>” – documento contendo os <i>viewpoints</i> do modelo de EA para o Processo de Autorização e Execução Orçamentária, necessário para os participantes desse grupo aplicarem as diretrizes de EARly-OE (disponível no APÊNDICE I).</p> |

“**Formulário de Especificação das Informações Iniciais para o Desenvolvimento de uma Ontologia**” - formulário em que o participante deve registrar as informações levantadas nas atividades iniciais de desenvolvimento de uma ontologia para o domínio tratado (disponível no APÊNDICE J).

OBS: O formulário é composto das mesmas seções para participantes de ambos os grupos, requerendo deles o registro de informações similares. As únicas exceções estão no texto introdutório e na necessidade dos participantes do Grupo GaE precisarem registrar o tempo investido no estudo do manual da abordagem EARly-OE, uma atividade não realizada pelo Grupo GsE.

Instruções comuns aos participantes de ambos os grupos na Parte 1:

- Extrair o conhecimento necessário para executar esta parte do experimento apenas do texto disponibilizado, não procurando outras fontes de informação, a fim de que todos participantes estivessem em condições similares em relação a este aspecto.
- Desenvolver individualmente as atividades do experimento, sem interagir com outras pessoas, principalmente se for algum outro participante deste experimento. O participante não deve procurar o apoio de qualquer outra pessoa, tanto para a compreensão dos documentos disponibilizados, quanto para o levantamento e registro das informações solicitadas nos formulários.
- Medir e registrar no formulário de especificação das informações a quantidade de tempo despendida para executar cada uma das atividades desta parte do experimento.

Os dados coletados na Parte 1 do experimento são registrados pelos participantes no “Formulário de Especificação das Informações Iniciais para o Desenvolvimento de uma Ontologia” (disponível no APÊNDICE J). A parte inicial do formulário contém um campo para identificação do participante e outros para registro do tempo usado para executar cada uma das atividades que compõem a Parte 1 do experimento: estudo do documento sobre o domínio, levantamento e registro das informações requeridas no formulário e, no caso do grupo GaE, estudo da documentação para uso da abordagem EARly-OE. As seções do formulário foram projetadas de forma que cada uma delas corresponda a uma diretriz de EARly-OE. Dessa forma, independentemente se o participante faz parte do grupo que tem o apoio da abordagem (GaE), ou não (GsE), ambos devem registrar informações relacionadas às mesmas atividades de concepção de ontologias, conforme o resumo das seções do formulário apresentado na Tabela 4.3.

**Tabela 4.3. Correspondência entre as Seções do Formulário usado na Parte 1 do Experimento e as Diretrizes da Abordagem EARly-OE**

| <b>Seção do Formulário</b>  | <b>Diretriz de EARly-OE</b>  |
|---|--|
| <b>1. Introdução</b> - Apresenta orientações gerais ao participante sobre a execução das atividades da Parte 1 do experimento e uma breve descrição sobre as demais seções do formulário. |  |
| <b>2. Identificação de Especialistas de Domínio e Potenciais Usuários da Ontologia</b>  | <b>Diretriz 1:</b> A identificação de especialistas de domínio e potenciais usuários da ontologia deve ser guiada pela análise dos seguintes elementos dos modelos de EA: os <i>stakeholders</i> no <i>viewpoint</i> de motivação; e os <i>business actors</i> e <i>business roles</i> no <i>viewpoint</i> de elementos de negócios. |

|  |  |
|--|--|
| <b>3. Identificação de Potenciais Recursos de Conhecimento Consolidado sobre o Domínio</b> | <b>Diretriz 2:</b> A identificação e seleção de recursos de conhecimento adicionais devem contemplar a análise dos seguintes elementos: <i>business objects</i> e <i>representations</i> do <i>viewpoint</i> sobre elementos de negócio; e <i>application components</i> e <i>data objects</i> do <i>viewpoint</i> sobre as relações entre as camadas de aplicação e de negócio. |
| <b>4. Definição dos Usos Pretendidos da Ontologia</b>                                      | <b>Diretriz 3:</b> A definição dos usos pretendidos da ontologia deve abranger e estar alinhada aos <i>drivers</i> , <i>assessments</i> e <i>goals</i> que compõem os <i>viewpoints</i> sobre o aspecto motivacional.  |
| <b>5. Elicitação de Requisitos Funcionais da Ontologia usando Questões de Competência</b>  | <b>Diretriz 4:</b> A identificação de QCs deve ser guiada a partir da análise das relações entre elementos de negócio dos modelos de processos de EA.  |
| <b>6. Particionamento da Ontologia em Módulos</b>  | <b>Diretriz 5:</b> A organização dos processos de negócio utilizada nos modelos de EA para o domínio do problema deve guiar a modularização da ontologia que representa aquele domínio.  |

A fim de analisar a correção e completude das informações registradas pelos participantes de cada grupo nas seções do formulário, deve ser gerada uma chave de respostas prévia pelo pesquisador responsável. Esta chave de respostas pode ser aprimorada, acrescentando a ela novas informações registradas pelos participantes no formulário, as quais o pesquisador responsável avalie como corretas e que ainda não estejam previstas na chave de respostas. Utilizando esta chave de respostas consolidada, são usados os seguintes cálculos para medir a correção e a completude das informações registradas por um participante  $P_x$  em uma seção  $S_y$  :

$$\text{Correção}(P_x, S_y) = \frac{\text{Qtd. de } \mathbf{Informações Certas Registradas por } P_x \text{ em } S_y}{\text{Qtd. } \mathbf{Total de Informações Registradas por } P_x \text{ em } S_y}$$

$$\text{Completude}(P_x, S_y) = \frac{\text{Qtd. de } \mathbf{Informações Certas Registradas por } P_x \text{ em } S_y}{\text{Qtd. de } \mathbf{Informações da Chave de Respostas Consolidada em } S_y}$$

O seguinte exemplo pode ser considerado a fim de esclarecer como devem ser realizadas as medições: O participante  $P_1$  registra 20 informações na Seção 5 do formulário, sendo que 15 delas estão certas. Se a chave de respostas consolidada para esta seção possui 60 informações, as medidas de correção e completude obtidas por este participante na Seção 5 são as seguintes:

$$\text{Correção}(P_1, S_5) = \frac{15}{20} = 75\%$$

$$\text{Completude}(P_1, S_5) = \frac{15}{60} = 25\%$$

Para concluir a comparação dos resultados obtidos pelo grupo que teve apoio de EARly-OE (GaE), em relação ao grupo que não o teve (GsE), atendendo ao objetivo específico da Parte 1 do experimento, para cada seção  $S_y$  do formulário devem ser calculadas as médias da correção e completude obtidas pelos participantes de cada grupo  $G_z$  :

$$\text{Correção}(G_z, S_y) = \frac{\sum_{x=1}^n \text{Correção}(P_x, S_y)}{n}, n = |G_z| \text{ e } P_x \in G_z$$

$$Compleitude(G_z, S_y) = \frac{\sum_{x=1}^n Compleitude(P_x, S_y)}{n}, n = |G_z| \text{ e } P_x \in G_z$$

Após finalizada a Parte 1, tendo sido enviados pelos participantes os formulários com as informações relativas às atividades de concepção da ontologia para o domínio de autorização e execução do orçamento federal, passa-se à execução da Parte 2 do experimento. Esta parte tem o objetivo de avaliar a percepção de facilidade de uso e de utilidade da abordagem sob o ponto de vista dos participantes que tiveram o apoio de EARLY-OE na execução das atividades da Parte 1. Sobre este aspecto foram projetadas duas versões do formulário on-line “Questionário de Avaliação do Experimento”, uma para cada grupo. A versão para o grupo GsE (disponível no APÊNDICE K) se limita a questões sobre a percepção desses participantes quanto ao grau de dificuldade enfrentada para compreensão do domínio e levantamento das informações requeridas no formulário de especificação, conforme mostrado na Tabela 4.4.

**Tabela 4.4. Perguntas da Parte 2 do experimento sobre dificuldade para compreensão do domínio e levantamento das informações requeridas durante a Parte 1**

|   |
|---|
| 1. Como você avalia o grau de dificuldade encontrado para compreensão do domínio tratado no experimento? (resposta graduada em uma escala de cinco pontos, entre “Muito Difícil” e “Muito Fácil”)   |
| 1.1. Comente sua resposta à questão 1, indicando quais aspectos/conceitos do domínio avalia ter encontrado maior dificuldade, ou facilidade, de compreensão:  |
| 2. Você está confiante em relação à qualidade das informações que registrou no “Formulário de Especificação das Informações Iniciais para o Desenvolvimento de uma Ontologia”? (resposta graduada em uma escala de cinco pontos, entre “Nada Confiante” e “Muito Confiante”)  |
| 3. De forma geral, como avalia o grau de dificuldade que você encontrou para levantar e registrar as informações requeridas no “Formulário de Especificação das Informações Iniciais para o Desenvolvimento de uma Ontologia”? (resposta graduada em uma escala de cinco pontos, entre “Muito Difícil” e “Muito Fácil”) |
| 4. Qual seção do “Formulário de Especificação das Informações Iniciais para o Desenvolvimento de uma Ontologia” você teve mais facilidade para preencher?   |
| 4.1. Comente sua resposta à questão 4, indicando qual o motivo da facilidade de preenchimento daquela seção:  |
| 5. Qual seção do “Formulário de Especificação das Informações Iniciais para o Desenvolvimento de uma Ontologia” você teve mais dificuldade para preencher?  |
| 5.1. Comente sua resposta à questão 5, indicando qual o motivo da dificuldade de preenchimento daquela seção:   |

A outra versão do formulário on-line “Questionário de Avaliação do Experimento”, respondido exclusivamente pelo grupo GaE (disponível no APÊNDICE L), além das questões anteriores, incluiu outras relacionadas à percepção dos participantes quanto à facilidade de uso e a utilidade da abordagem EARLY-OE, baseado no modelo TAM (*Technology Acceptance Model*) (DAVIS, 1989; VENKATESH *et al.*, 2003). O modelo TAM é uma teoria usada para estudar a adoção de tecnologias de informação por usuários, sendo aplicada para explicar ou prever a aceitação de tecnologias computacionais por

grupos de usuários. O modelo TAM assume que o comportamento de aceitação de uma tecnologia é determinado por vários fatores, sendo os dois principais: a Facilidade de Uso Percebida (PEOU – *Perceived Ease of Use*) e a Utilidade Percebida (PU – *Perceived Usefulness*). O PEOU expressa a percepção (“probabilidade subjetiva”) quanto ao grau de facilidade (pouco esforço) esperado pelo usuário para usar uma tecnologia. Enquanto a PU expressa a expectativa percebida pelo usuário quanto ao aumento de seu desempenho no contexto organizacional (facilitando suas atividades e demandando menos recursos/tempo) ao usar uma tecnologia específica (VENKATESH *et al.*, 2003). A Tabela 4.5 apresenta as perguntas formuladas seguindo o modelo TAM, especificamente para os participantes do grupo GaE, a fim de avaliar qualitativamente suas percepções da facilidade de uso e da utilidade da abordagem EARly-OE.

**Tabela 4.5. Perguntas formuladas com base no modelo TAM para avaliar a facilidade de uso e utilidade da abordagem EARly-OE**

| <b>Fatores Modelo TAM</b>             | <b>Perguntas do Questionário de Avaliação (Parte 2 do Experimento)</b>  |
|---------------------------------------|---|
| <b>Percepção da Facilidade de uso</b> | 6. De forma geral, como você avalia o grau de dificuldade de compreensão das diretrizes da abordagem EARly-OE? (resposta graduada em uma escala de cinco pontos, entre “Muito Difícil” e “Muito Fácil”)   |
|                                       | 6.1. Comente sua resposta, indicando qual das diretrizes de EARly-OE você teve mais dificuldade para compreender e qual teve mais facilidade:   |
|                                       | 7. De forma geral, como você avalia o grau de dificuldade de aplicação das diretrizes da abordagem EARly-OE? (resposta graduada em uma escala de cinco pontos, entre “Muito Difícil” e “Muito Fácil”)   |
|                                       | 7.1. Comente sua resposta, indicando qual das diretrizes de EARly-OE você teve mais dificuldade para <b>aplicar</b> e qual teve mais facilidade:  |
| <b>Percepção da Utilidade</b>         | 8. De forma geral, em que grau você avalia que os diagramas de EA facilitaram a compreensão do domínio tratado e o preenchimento do “Formulário de Especificação das Informações Iniciais para o Desenvolvimento de uma Ontologia”? (resposta graduada em uma escala de cinco pontos, entre “Dificultou Muito” e “Facilitou Muito”) |
|                                       | 8.1. Comente sua resposta, indicando em qual seção do formulário você avalia que os diagramas de EA mais lhe auxiliaram:  |

## 4.2 Dados Coletados

Inicialmente, foram encaminhados convites para 31 pessoas, das quais 21 aceitaram participar preenchendo o formulário do “Termo de Consentimento Livre e Esclarecido”, havendo essa mesma quantidade de pessoas preenchido o formulário on-line contendo o “Questionário sobre Perfil de Participante do Estudo Empírico”. Seguindo o plano de condução do experimento, após finalizado o prazo de aceitação do convite, foram analisados os perfis dos participantes e divididos os dois grupos, seguindo o critério de equilíbrio entre os grupos quanto ao nível de experiência em EO. O grupo GsE

(deveria executar as atividades sem o apoio de EARly-OE) foi formado com 09 participantes (43% do total) e o grupo GaE (receberia apoio da abordagem EARly-OE para executar as atividades) com 12 participantes (57% do total).

Com base no agrupamento, os documentos e instruções específicos de cada grupo foram enviados por e-mail para que os participantes executassem a Parte 1 do experimento. Contudo, transcorrido o prazo de 14 dias, mesmo após encaminhamento de mensagens lembrando aos participantes, apenas 11 deles retornaram para o pesquisador responsável o “Formulário de Especificação das Informações Iniciais para o Desenvolvimento de uma Ontologia” devidamente preenchido (52% daqueles que haviam respondido positivamente ao convite). Portanto, a partir daqui são considerados neste estudo, os 11 participantes que efetivamente finalizaram a Parte 1, sendo que 06 desses participantes faziam parte do grupo GsE (55%) e os outros 05 eram do grupo GaE (45%).

### 4.2.1 Perfil dos Participantes

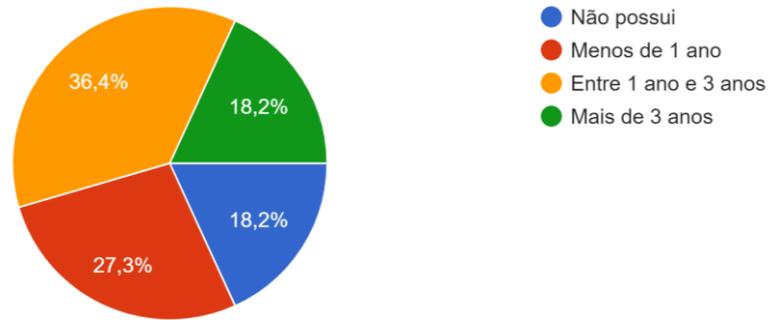
As respostas ao questionário de levantamento de perfil apontaram que todos os 11 participantes possuem formação na área de Ciência da Computação, sendo que o maior grau de formação acadêmica de: 04 participantes é o doutorado completo (36,4%); 02 participantes é o doutorado incompleto (18,1%); 01 participante é o mestrado completo (9,1%); e 04 participantes é o mestrado incompleto (36,4%).

Em relação à experiência em desenvolvimento de ontologias, 06 participantes indicaram possuir mais de 3 anos de experiência (54,5%) e 05 indicaram ter entre 1 e 3 anos de experiência (45,5%), não havendo participante com menos de 1 ano de experiência, conforme mostrado no Gráfico 4.1.



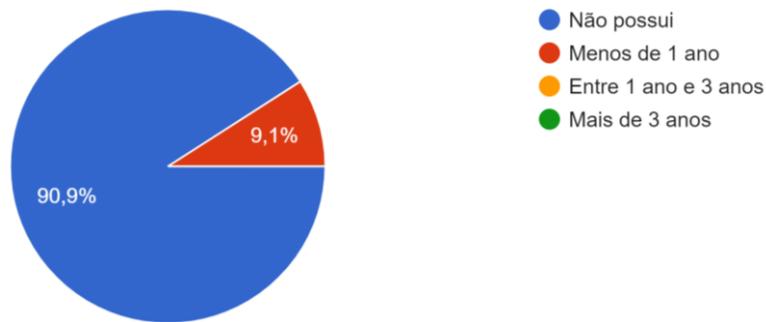
**Gráfico 4.1. Experiência em desenvolvimento de ontologias**

No tocante ao tempo de experiência em EA, o Gráfico 4.2 mostra que 02 participantes indicaram possuir mais de 3 anos de experiência (18,2%), 04 indicaram ter entre 1 e 3 anos de experiência (36,4%), 03 indicaram ter entre menos de 1 ano de experiência (27,3%) e 01 participante indicou não possuir experiência (18,2%).



**Gráfico 4.2. Experiência em EA**

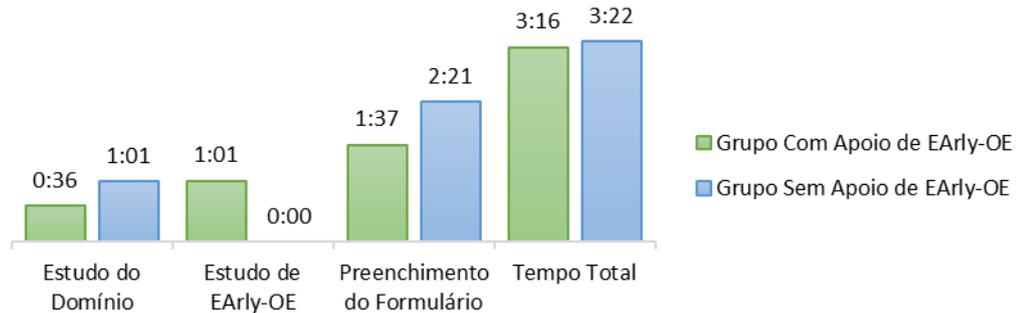
Sobre ter experiência prévia a respeito do domínio de autorização e execução orçamentária, 10 participantes indicaram não possuir experiência (90,9%) e 01 indicou ter menos de 1 ano de experiência (9,1%), conforme mostra o Gráfico 4.3. Porém, entendeu-se que a experiência prévia desse único participante sobre o domínio poderia ser relevada, pois teria ocorrido durante a disciplina de Metodologia de Pesquisa em seu curso de graduação.



**Gráfico 4.3. Experiência no domínio de autorização e execução orçamentária**

#### **4.2.2 Correção e Completude das Informações Iniciais de Desenvolvimento de Ontologias de Referência**

Um primeiro conjunto de dados relevantes coletados na Parte 1 do experimento diz respeito ao esforço investido pelo participante, o qual foi medido através do tempo usado na execução das atividades propostas nesta parte. O Gráfico 4.4 apresenta a média de tempo que os participantes de cada grupo usaram para: estudar o documento sobre o domínio (grupo GaE usou 36 minutos e grupo GsE usou 01:01 horas); estudar a documentação instruindo o uso da abordagem EARly-OE (exclusiva do grupo GaE, que usou 01:01 horas); e realizar o levantamento e registro das informações requeridas no formulário (grupo GaE usou 1:37 horas e grupo GsE usou 2:21 horas). Esses tempos médios totalizam 3:16 horas usadas pelo grupo GaE e 3:22 horas usadas pelo grupo GsE.



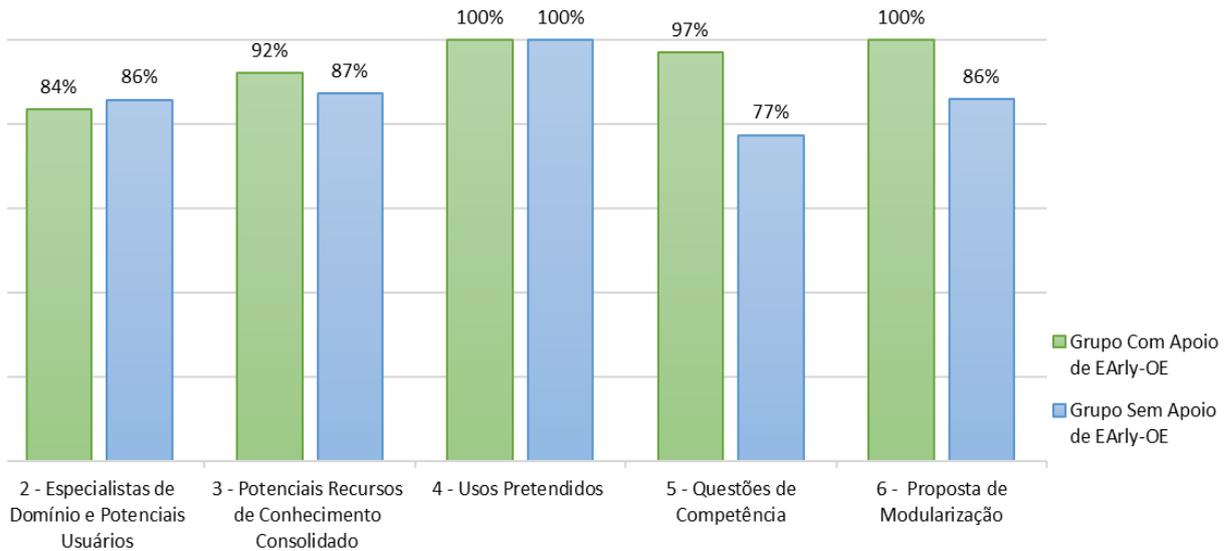
**Gráfico 4.4. Tempo médio de execução das atividades na Parte 1 do experimento**

Conforme previsto no planejamento do experimento, a análise da correção e completude das informações produzidas pelos participantes usou como base uma chave de respostas composta das informações previstas pelo pesquisador responsável, estendida com outras informações corretas registradas pelos participantes para cada seção do “Formulário de Especificação das Informações Iniciais para o Desenvolvimento de uma Ontologia”. As informações que compõem essa chave de respostas consolidada estão disponíveis em cada seção do formulário apresentado no APÊNDICE J. A partir das informações constantes na chave de respostas, foram calculadas a correção e completude para as informações registradas por cada participante nas seções do formulário e, a partir delas, a média por grupo. Na Tabela 4.6 são apresentados os resultados desses cálculos para cada seção do formulário, indicando o quantitativo de informações da chave de respostas e a média percentual de correção e completude das informações registradas pelos participantes de cada grupo.

**Tabela 4.6. Correção e completude das informações registradas pelos grupos em cada seção do formulário na Parte 1 do experimento**

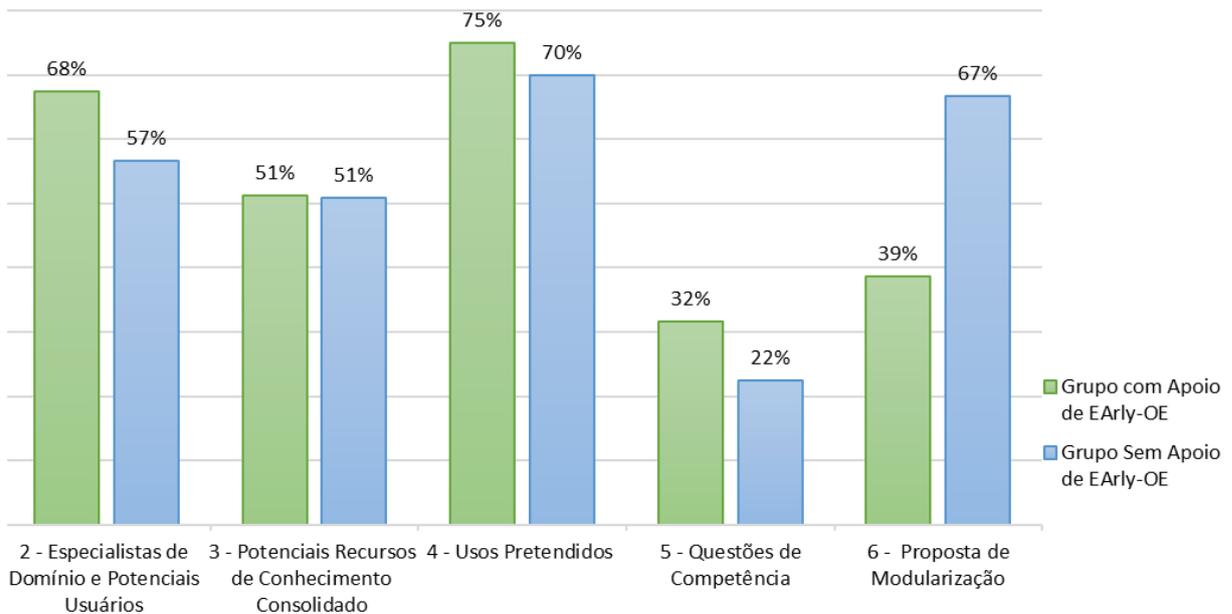
| Seção do Formulário   | Quantidade<br>Informações<br>Consolidadas | Média por Grupo |      |            |     |
|---|---|-----------------|------|------------|-----|
|   |   | Correção        |      | Completude |     |
|   |   | GaE             | GsE  | GaE        | GsE |
| 2. Identificação de Especialistas de Domínio e Potenciais Usuários da Ontologia     | 10  | 84%             | 86%  | 68%        | 57% |
| 3. Identificação de Potenciais Recursos de Conhecimento Consolidado sobre o Domínio | 20  | 92%             | 87%  | 51%        | 51% |
| 4. Definição dos Usos Pretendidos da Ontologia                                      | 5   | 100%            | 100% | 75%        | 70% |
| 5. Elicitação de Requisitos Funcionais da Ontologia usando Questões de Competência  | 61  | 97%             | 77%  | 32%        | 22% |
| 6. Particionamento da Ontologia em Módulos  | 11  | 100%            | 86%  | 39%        | 67% |

O Gráfico 4.5 mostra, para cada seção do formulário da Parte 1 do experimento, um comparativo da correção das informações registradas pelos membros de cada grupo.



**Gráfico 4.5. Comparativo da correção das informações na Parte 1 do experimento**

Um comparativo semelhante é apresentado no Gráfico 4.6 a respeito da completude das informações registradas naquele formulário.



**Gráfico 4.6. Comparativo da completude das informações na Parte 1 do experimento**

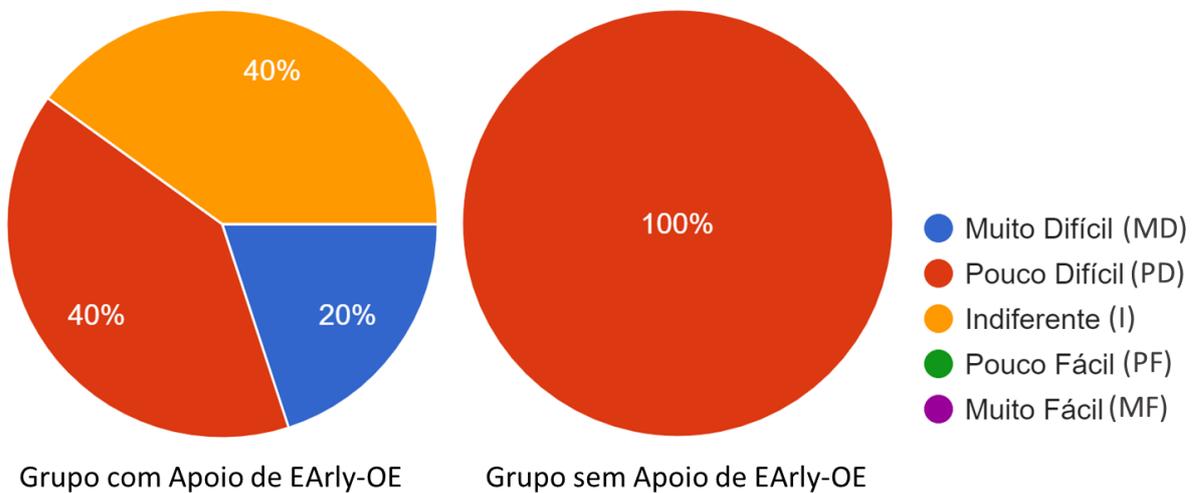
### 4.2.3 Facilidade de Uso e Utilidade da Abordagem EARly-OE

Na Parte 2 do experimento foram coletados dados sobre as percepções dos dois grupos, através de duas versões do formulário on-line “Questionário de Avaliação do Experimento”. Os participantes de ambos os grupos, GaE (05 participantes) e GsE (06 participantes), responderam às perguntas referentes às suas percepções quanto ao grau de dificuldade enfrentada para compreender o domínio e levantar as informações requeridas no formulário de especificação da Parte 1 do experimento.

A Tabela 4.7 mostra a quantidade absoluta da distribuição das respostas sobre o grau de dificuldade encontrado para compreensão do domínio tratado no experimento, separando os participantes por grupo. Essa mesma distribuição na forma percentual é apresentada no Gráfico 4.7.

**Tabela 4.7. Respostas sobre o grau de dificuldade para compreensão do domínio**

| Tema da Pergunta do Questionário                              | Quantidade Participantes por Grupo |    |   |    |    |     |    |   |    |    |
|---|------------------------------------|----|---|----|----|-----|----|---|----|----|
|   | GaE                                |    |   |    |    | GsE |    |   |    |    |
|   | MD                                 | PD | I | PF | MF | MD  | PD | I | PF | MF |
| 1. Grau de dificuldade encontrado para compreensão do domínio | 1                                  | 2  | 2 | -  | -  | -   | 6  | - | -  | -  |

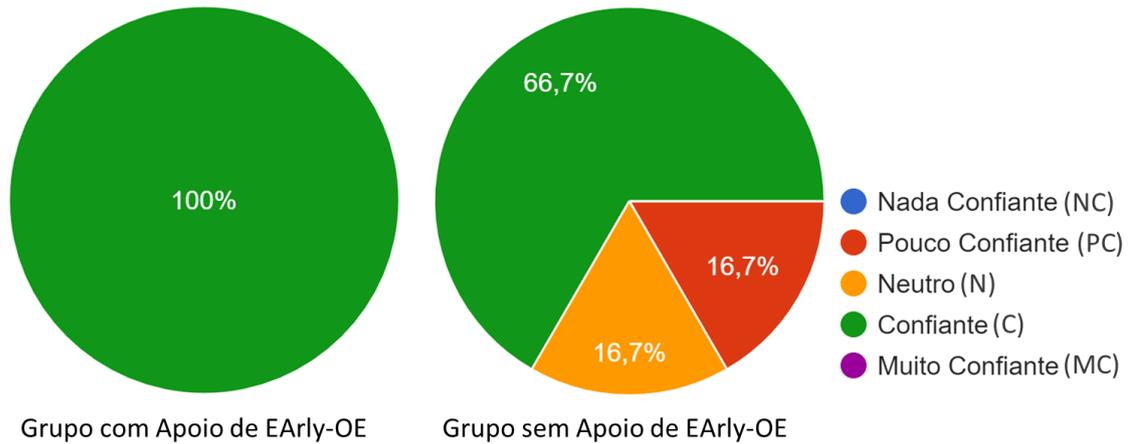


**Gráfico 4.7. Respostas sobre o grau de dificuldade para compreensão do domínio**

A confiança dos participantes de cada grupo em relação à qualidade das informações que registraram no formulário de especificação, Parte 1 do experimento, está quantificada na Tabela 4.8. A distribuição percentual da confiança é mostrada no Gráfico 4.8.

**Tabela 4.8. Respostas sobre a confiança em relação à qualidade das informações registradas na Parte 1 do experimento**

| Tema da Pergunta do Questionário  | Quantidade Participantes por Grupo |    |   |   |    |     |    |   |   |    |
|---|------------------------------------|----|---|---|----|-----|----|---|---|----|
|   | GaE                                |    |   |   |    | GsE |    |   |   |    |
|   | NC                                 | PC | N | C | MC | NC  | PC | N | C | MC |
| 2. Confiança em relação à qualidade das informações registradas na Parte 1 do experimento | -                                  | -  | - | 5 | -  | -   | 1  | 1 | 4 | -  |

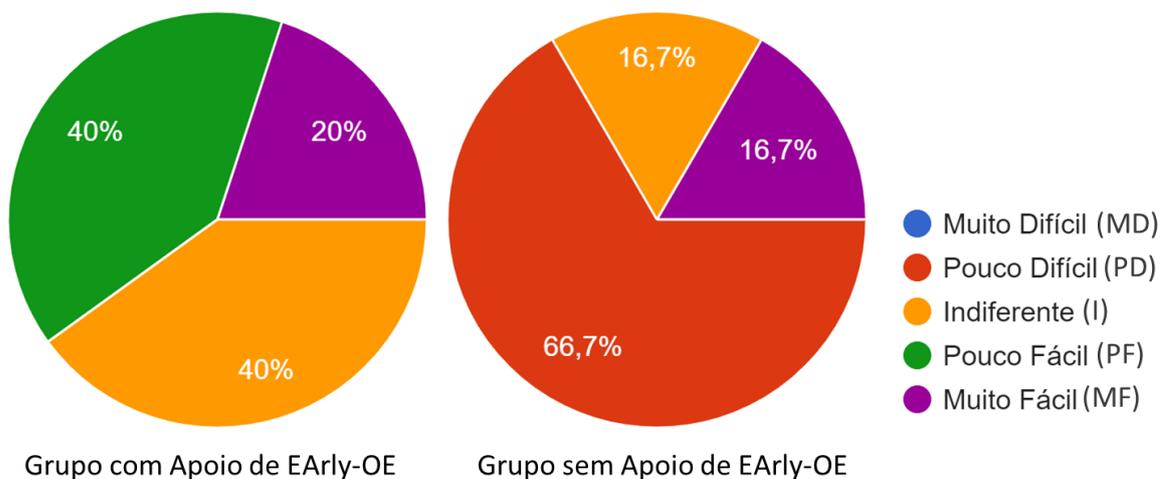


**Gráfico 4.8. Respostas sobre a confiança em relação à qualidade das informações registradas na Parte 1 do experimento**

A terceira pergunta do questionário trata do grau de dificuldade encontrado pelo participante para executar o levantamento e registro das informações requeridas no formulário de especificação da Parte 1 do experimento. Enquanto a Tabela 4.9 mostra a distribuição das respostas em quantidades absolutas por grupo, o Gráfico 4.9 apresenta essa mesma distribuição no formato percentual.

**Tabela 4.9. Respostas sobre o grau de dificuldade para levantar e registrar as informações requeridas na Parte 1 do experimento**

| Tema da Pergunta do Questionário  | Quantidade Participantes por Grupo |    |   |    |    |     |    |   |    |    |
|---|------------------------------------|----|---|----|----|-----|----|---|----|----|
|   | GaE                                |    |   |    |    | GsE |    |   |    |    |
|   | MD                                 | PD | I | PF | MF | MD  | PD | I | PF | MF |
| 3. Grau de dificuldade encontrado para levantar e registrar as informações requeridas na Parte 1 do experimento | -                                  | -  | 2 | 2  | 1  | -   | 4  | 1 | -  | 1  |

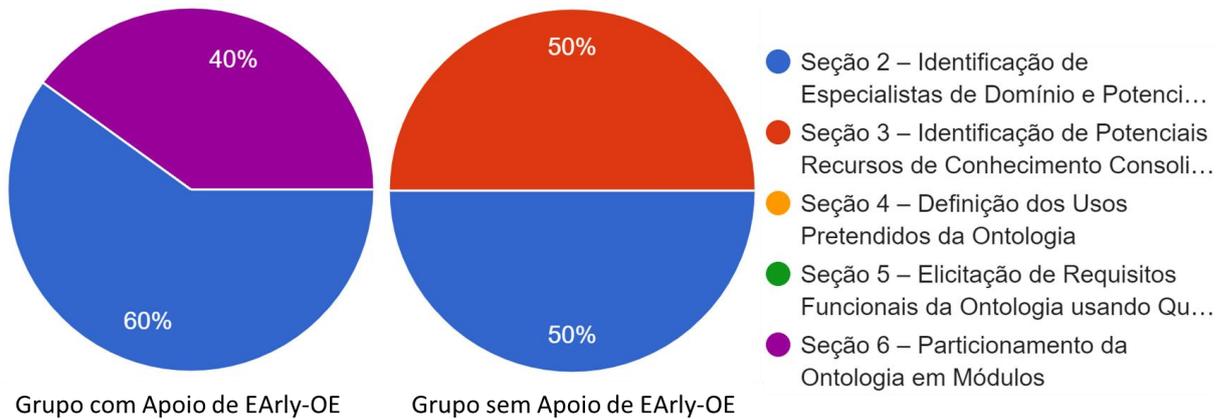


**Gráfico 4.9. Respostas sobre o grau de dificuldade para levantar e registrar as informações requeridas na Parte 1 do experimento**

Na quarta pergunta, o participante indicou a seção que encontrou mais facilidade para preencher no formulário de especificação da Parte 1 do experimento. A Tabela 4.10 mostra em quantidades absolutas a distribuição das respostas por grupo, enquanto o Gráfico 4.10 apresenta essa mesma distribuição no formato percentual.

**Tabela 4.10. Seção que teve mais facilidade para preencher do formulário de especificação da Parte 1 do experimento**

| Tema da Pergunta do Questionário  | Quantidade Participantes por Grupo |   |   |   |   |     |   |   |   |   |
|---|------------------------------------|---|---|---|---|-----|---|---|---|---|
|   | GaE                                |   |   |   |   | GsE |   |   |   |   |
|   | 2                                  | 3 | 4 | 5 | 6 | 2   | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 4. Seção que teve mais facilidade para preencher do formulário de especificação da Parte 1 do experimento | 3                                  | - | - | - | 2 | 3   | 3 | - | - | - |

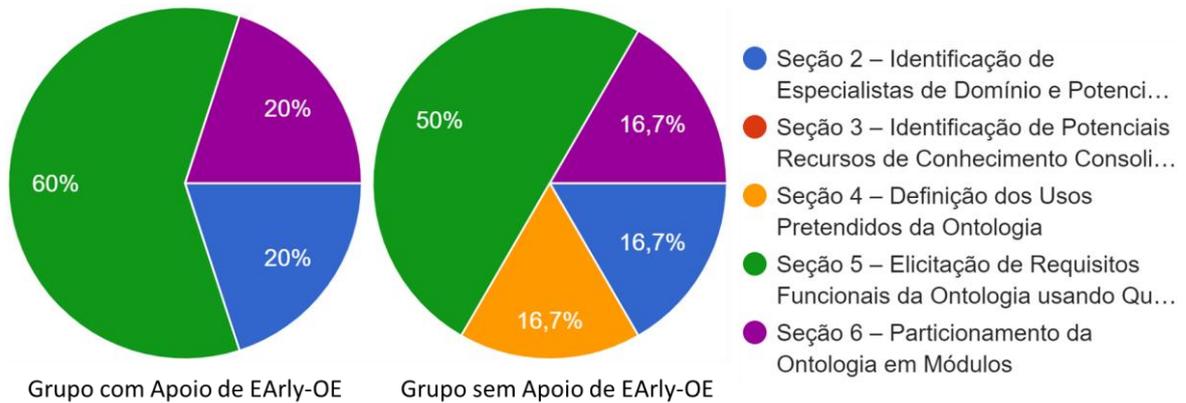


**Gráfico 4.10. Seção que teve mais facilidade para preencher do formulário de especificação da Parte 1 do experimento**

O tema da quinta pergunta do questionário foi a seção que o participante encontrou maior dificuldade para preencher no formulário de especificação da Parte 1 do experimento. A Tabela 4.11 mostra em quantidades absolutas a distribuição das respostas por grupo, enquanto o Gráfico 4.11 apresenta essa mesma distribuição no formato percentual.

**Tabela 4.11. Seção que teve mais dificuldade para preencher do formulário de especificação da Parte 1 do experimento**

| Tema da Pergunta do Questionário   | Quantidade Participantes por Grupo |   |   |   |   |     |   |   |   |   |
|--|------------------------------------|---|---|---|---|-----|---|---|---|---|
|  | GaE                                |   |   |   |   | GsE |   |   |   |   |
|  | 2                                  | 3 | 4 | 5 | 6 | 2   | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 5. Seção que teve mais dificuldade para preencher do formulário de especificação da Parte 1 do experimento | 1                                  | - | - | 3 | 1 | 1   | - | 1 | 3 | 1 |



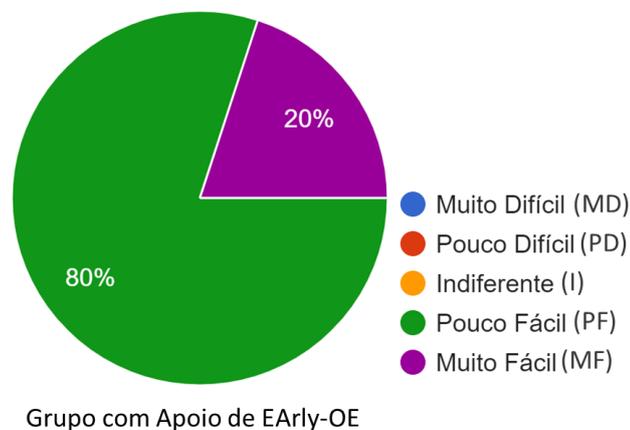
**Gráfico 4.11. Seção que teve mais dificuldade para preencher do formulário de especificação da Parte 1 do experimento**

As próximas perguntas do “Questionário de Avaliação do Experimento” foram respondidas somente pelos participantes do grupo GaE, pois foram elaboradas com o objetivo de possibilitar a análise da percepção dos participantes, enquanto desenvolvedores de ontologias, sobre a facilidade de uso e utilidade da abordagem EARly-OE.

A percepção dos participantes que usaram EARly-OE quanto ao grau de dificuldade enfrentado para compreender a abordagem está mostrada em quantidades absolutas na Tabela 4.12 e sua distribuição percentual no Gráfico 4.11.

**Tabela 4.12. Respostas sobre o grau de dificuldade para compreender a abordagem EARly-OE**

| Tema da Pergunta do Questionário  | Quantidade Participantes do Grupo GaE |    |   |    |    |
|---|---------------------------------------|----|---|----|----|
|   | MD                                    | PD | I | PF | MF |
| 6. Grau de dificuldade para compreender as diretrizes da abordagem EARly-OE | -                                     | -  | - | 4  | 1  |

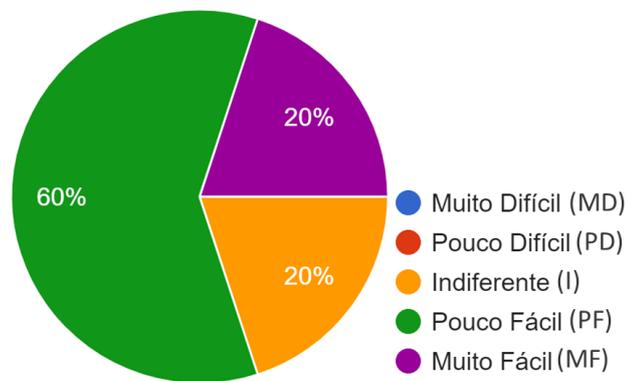


**Gráfico 4.12. Respostas sobre o grau de dificuldade para compreender a abordagem EARly-OE**

A pergunta seguinte trata da percepção dos participantes em relação ao grau de dificuldade para aplicação das diretrizes da abordagem EARly-OE em um caso concreto. A Tabela 4.13 mostra a distribuição das respostas em quantidades absolutas, enquanto o Gráfico 4.13 apresenta a distribuição em forma percentual.

**Tabela 4.13. Respostas sobre o grau de dificuldade para aplicar a abordagem EARly-OE**

| Tema da Pergunta do Questionário  | Quantidade Participantes do Grupo GaE |    |   |    |    |
|---|---------------------------------------|----|---|----|----|
|   | MD                                    | PD | I | PF | MF |
| 7. Grau de dificuldade para aplicar as diretrizes da abordagem EARly-OE | -                                     | -  | 1 | 3  | 1  |



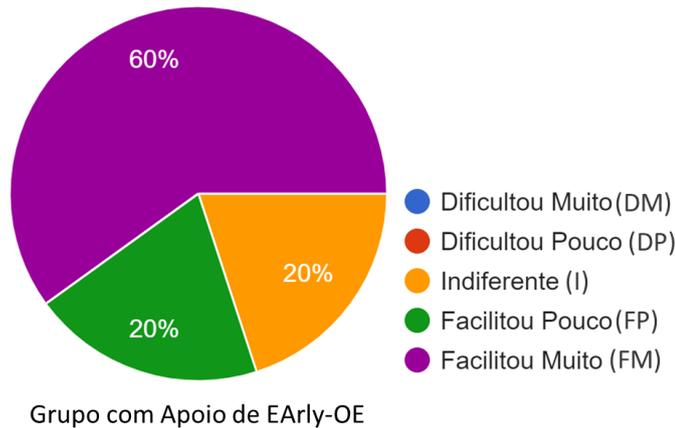
Grupo com Apoio de EARly-OE

**Gráfico 4.13. Respostas sobre o grau de dificuldade para aplicar a abordagem EARly-OE**

A oitava pergunta captura a percepção dos participantes em relação ao grau de facilidade proporcionado pelo uso da abordagem EARly-OE na execução das atividades propostas na Parte 1 do experimento. A distribuição das respostas em quantidades absolutas é mostrada na Tabela 4.14, enquanto a distribuição em forma percentual é apresentada no Gráfico 4.14.

**Tabela 4.14. Respostas sobre o grau de facilidade proporcionado pelo uso de EARly-OE nas atividades da Parte 1 do experimento**

| Tema da Pergunta do Questionário  | Qtd. Participantes do Grupo GaE |    |   |    |    |
|---|---------------------------------|----|---|----|----|
|   | DM                              | DP | I | FP | FM |
| 8. Grau de facilidade que o uso da abordagem EARly-OE proporcionou na execução das atividades da Parte 1 do experimento | -                               | -  | 1 | 1  | 3  |



**Gráfico 4.14. Respostas sobre o grau de facilidade proporcionado pelo uso de EARly-OE nas atividades da Parte 1 do experimento**

## 4.3 Discussão dos Resultados

Nesta seção, os dados coletados no experimento são analisados com o intuito de avaliar qualitativamente o uso da abordagem EARly-OE em um caso concreto. Num primeiro momento, são usados os critérios de correção e completude para discutir a respeito das informações produzidas pelos participantes nas atividades da Parte 1 do experimento, comparando os resultados do grupo que teve apoio de EARly-OE (GaE) em relação aos do grupo que não o teve (GsE). Em seguida, passa-se a analisar os dados levantados no questionário da Parte 2 do experimento, que tem como foco avaliar a percepção dos participantes quanto à facilidade de uso e utilidade da abordagem EARly-OE.

### 4.3.1 Discussões sobre a Correção e Completude das Informações Produzidas

Iniciando pela análise do Gráfico 4.5, é possível perceber no comparativo, uma diferença significativa da correção das informações registradas pelos grupos na seção “5 - Elicitação de Requisitos Funcionais da Ontologia usando Questões de Competência” (97% de correção para o grupo GaE e 77% para o grupo GsE), assim como ocorre na seção “6 - Particionamento da Ontologia em Módulos” (correção de 100% para o grupo GaE e 86% para o grupo GsE). Contudo, as demais seções do formulário de especificação possuem percentuais bem próximos de correção para ambos os grupos (diferença máxima de 5 pontos percentuais), como é o caso das seções: “2 - Identificação de Especialistas de Domínio e Potenciais Usuários da Ontologia”; “3 - Identificação de Potenciais Recursos de Conhecimento Consolidado sobre o Domínio” e “4 - Definição dos Usos Pretendidos da Ontologia”. Portanto, é possível perceber indícios de que, em relação ao critério de correção das informações produzidas de concepção de ontologias, a maior contribuição da abordagem EARly-OE está nas atividades de elicitação de requisitos funcionais e de proposta inicial de modularização da ontologia.

Em relação à completude das informações produzidas pelos grupos nas atividades da Parte 1 do experimento, o comparativo do Gráfico 4.6 indica melhores resultados do grupo GaE para as atividades das seções: “2 - Identificação de Especialistas de Domínio e Potenciais Usuários da Ontologia”; “4 - Definição dos Usos Pretendidos da Ontologia” e “5 - Elicitação de Requisitos Funcionais da Ontologia usando Questões de Competência”. Cabendo destaque para os resultados desta última, pois os baixos percentuais alcançados por ambos os grupos podem ser justificados pela dificuldade inerente à atividade de elicitación de requisitos, conforme apontam publicações da área de EO (FERNÁNDEZ-LÓPEZ *et al.*, 1997). Além disso, os próprios participantes indicaram no questionário da Parte 2 do experimento (o Gráfico 4.11 será melhor analisado posteriormente) que esta foi a atividade para a qual enfrentaram maior dificuldade. Portanto, pode-se argumentar que esses dados ratificam a contribuição de EARly-OE no resultado do grupo GaE para a atividade de elicitación de requisitos funcionais da ontologia.

Contudo, no mesmo Gráfico 4.6, sobre a completude das informações registradas na seção “6 - Particionamento da Ontologia em Módulos”, observa-se que o grupo GsE alcançou um melhor resultado (67%), comparado ao grupo GaE (39%). Diante dessa incompatibilidade em relação aos resultados das demais seções, passou-se a investigar seu possível motivo. Uma causa provável pode estar na forma com que foi realizada a avaliação da completude dos diagramas de modularização propostos, pois não foram considerados, por exemplo, aspectos relacionados à granularidade da modularização proposta. Um exemplo dessa falha poderia ser um diagrama que possuísse apenas três subontologias de menor granularidade “Subontologia de Autorização Orçamentária”, “Subontologia de Contratação de Bens e Serviços” e “Subontologia de Execução Orçamentária”, o qual seria avaliado como 100% correto, mas apenas 27,3% (3/11) completo. Caso existisse outro diagrama com os mesmos módulos anteriores, mas que subdividisse a “Subontologia de Execução Orçamentária” em três partes, “Subontologia de Empenho”, “Subontologia de Liquidação” e “Subontologia de Pagamento”, este segundo diagrama seria avaliado como 100% correto e 54,5% (6/11) completo. Ou seja, embora o segundo diagrama possuísse a mesma abrangência de conceitos do diagrama anterior, apenas aumentando a granularidade de um dos módulos, como o número de módulos aumentou para 06, este segundo teria o dobro de completude se comparado ao primeiro diagrama. O que indica uma falha na avaliação da completude dos diagramas de modularização.

Um segundo aspecto, relacionado ao design do formulário de especificação, foi considerado uma possível causa da inconsistência dos resultados da completude das informações registradas na seção “6 - Particionamento da Ontologia em Módulos”. Nesta seção do formulário de especificação, encontra-se disponibilizado um diagrama para exemplificar ao participante como deveria ser estruturado o diagrama de modularização construído por ele. Contudo, este exemplo possivelmente induziu subjetivamente os participantes a adotarem uma forma de modularização da ontologia baseada nos processos existentes no domínio, mesmo o grupo que não teve o apoio de EARly-OE. Portanto, a comparação das informações dessa parte do experimento está comprometida, uma vez que ambos os

grupos foram influenciados pelo princípio de modularização baseado nos processos. Dessa forma, para tratar essa falha seria necessário repetir o experimento com o formulário de especificação corrigido.

### 4.3.2 Discussão sobre Facilidade de Uso e Utilidade de EARly-OE

As discussões sobre as percepções dos participantes quanto à facilidade de uso e utilidade da abordagem EARly-OE baseiam-se nas suas respostas ao “Questionário de Avaliação do Experimento” usado na Parte 2 do experimento.

A questão inicial trata da complexidade do domínio abordado na perspectiva dos participantes. Um dos participantes do grupo GaE relatou que *“As principais dificuldades de compreensão dizem respeito a termos técnicos específicos do domínio que, além de serem novos para mim, em alguns casos tinham múltiplos nomes para um mesmo termo o que dificultou a interpretação, entendimento e relacionamento entre os termos em uma primeira leitura”*. O Gráfico 4.7 indicam que a maioria indicaram ser um domínio de compreensão difícil ou muito difícil (60% do grupo GaE e 100% do grupo GsE), porém, com 40% do grupo GaE indicando neutralidade quanto ao tema (não classificando o domínio como difícil, nem fácil, de compreender). Portanto, é possível que o grupo GaE, por ser orientado através da abordagem EARly-OE a extrair conhecimento do modelo de EA, tenha encontrado mais facilidade para compreender o domínio usando esse recurso.

Em seguida, a partir da análise do Gráfico 4.8 e do Gráfico 4.9, percebe-se que todo o grupo GaE demonstrou confiança quanto à qualidade das informações que registrou no formulário de especificação da Parte 1 do experimento, sendo que 60% desse mesmo grupo indicou ter sido fácil ou muito fácil levantar aquelas informações. Em contraposição, no grupo GsE, um terço dos participantes demonstrou baixo grau de confiança sobre a qualidade das informações que registrou e 66,7% deles apontou ter enfrentado dificuldade para levantar essas informações. Dessa forma, tais dados reforçam a hipótese de que uso da abordagem EARly-OE pode facilitar a execução das atividades de concepção de ontologias.

As respostas dos participantes quanto à seção que encontraram maior dificuldade para preencher no formulário de especificação da Parte 1 do experimento, confirmam que o levantamento de requisitos é uma das atividades mais difíceis no desenvolvimento de ontologias, conforme afirmam alguns autores da área (FERNÁNDEZ-LÓPEZ *et al.*, 1997). O Gráfico 4.11 mostra que 60% do grupo GaE e 50% do grupo GsE apontaram a elicitación dos requisitos funcionais foi a atividade mais difícil de ser executada. Por sua vez, conforme analisado na seção anterior, os gráficos comparativos de correção (Gráfico 4.5) e completude (Gráfico 4.6) das informações do formulário de especificação, indicam que as QCs registradas pelo grupo GaE foram mais corretas e completas que as registradas pelo grupo GsE. Um dos participantes fez a seguinte observação: *“... Apesar de ter apontado a seção 5 como a mais difícil de preencher, as diretrizes apresentadas facilitam muito a tarefa de definição de QCs que é uma das mais*

*centrais e difíceis na definição de requisitos de ontologias*”. Portanto, ao relacionar essas informações, percebe-se que o uso da abordagem EARly-OE pode melhorar significativamente a qualidade das informações produzidas em uma das principais e mais difíceis atividades de desenvolvimento de ontologias, que é a elicitacão de requisitos.

Em relação às perguntas sobre a facilidade de compreensão das diretrizes da abordagem EARly-OE (o Gráfico 4.12 mostra que 100% indicou ser fácil ou muito fácil) e sua aplicação em um caso concreto (o Gráfico 4.13 mostra que 80% indicou ser fácil ou muito fácil), as respostas apontam que os usuários têm uma tendência significativa de perceber EARly-OE como uma tecnologia fácil de ser usada. Entende-se que esse resultado também indica a adequação do material, o manual e o guia rápido de EARly-OE, que foi desenvolvido especificamente para dar apoio aos usuários da abordagem.

Os participantes do grupo GaE, ao avaliarem o quanto a abordagem EARly-OE facilitou a execução das atividades propostas na Parte 1 do experimento (o Gráfico 4.14 mostra que 80% apontou que facilitou), ratificam a tendência dos usuários terem uma percepção positiva a respeito da utilidade de EARly-OE na concepção de ontologias.

Outro aspecto que vale ser notado em relação à utilidade do método EARly-OE, está na média do tempo total usado para executar as atividades da Parte 1 do experimento. O grupo GaE teve um desempenho ligeiramente melhor, 3:16 horas, em relação ao grupo GsE, que precisou de 3:22 horas, mesmo aquele grupo tendo uma atividade a mais para cumprir, o estudo da documentação referente à abordagem EARly-OE, o qual consumiu em média 1:01 horas daquele grupo. Sendo possível inferir que, tendo investido uma vez no aprendizado de EARly-OE, em futuros projetos de engenharia de ontologias, o uso da abordagem poderá melhorar o desempenho do desenvolvedor nas atividades iniciais de EO.

## **4.4 Limitações do Experimento**

O número de participante, tamanho da amostra, foi um fator limitante para o experimento, pois foram apenas 05 participantes que executaram as atividades com o apoio da abordagem EARly-OE e 06 que as executaram sem esse apoio, o que provoca redução da abrangência e da confiabilidade das conclusões das análises. Um exemplo dessa redução foi a intenção inicial de realizar uma análise sobre a diferença de impacto provocado pelo uso de EARly-OE por participantes com diferentes níveis de experiência em EO. A hipótese nesse caso seria que o uso da abordagem traria mais benefícios para os participantes com menos experiência na produção de informações mais corretas e completas na Parte 1 do experimento. Porém, não houve participantes com essa característica que permitisse realizar essa análise.

Apesar do esforço de planejamento e design do experimento, incluindo a aplicação de um piloto com a participação de uma pesquisadora experiente em estudos empíricos, puderam ser notadas algumas

falhas na condução do experimento. Um exemplo foi a percepção tardia de que uma parte considerável das pessoas que aceitaram o convite para participar do experimento (aceitaram o termo de consentimento e responderam o questionário de levantamento de perfil), por fim não participaram efetivamente, pois não devolveram o formulário de especificação com as informações da Parte 1 do experimento.

O tempo necessário para execução das atividades se mostrou um outro aspecto limitante do experimento, planejado para durar aproximadamente 03 horas. A fim de mitigar esse fator, optou-se por planejar o experimento para ser conduzido de forma remota e, dessa forma, permitir ao participante utilizar os momentos que lhe fossem mais adequados. Mesmo assim, percebe-se que possivelmente esse fator possa ter sido a causa de dois aspectos: o baixo número de participantes no experimento; e o registro de uma quantidade reduzida de informações em algumas seções do formulário de especificação na Parte 1 do experimento, especialmente nas duas últimas seções (elicitação de requisitos e modularização). Uma alternativa para evitar esse problema poderia ser divisão das atividades em experimentos com escopos menores.

Outra falha relacionada ao design, ocorreu na elaboração da seção “6 - Particionamento da Ontologia em Módulos” do formulário de especificação. Pois foi disponibilizado um diagrama para exemplificar como deveria ser estruturado o diagrama de modularização, o qual possivelmente induziu subjetivamente os participantes a adotarem o critério de modularização da ontologia baseada em processos. Sendo assim, possivelmente causou um enviesamento e a necessidade de desconsiderar aquelas informações. Além disso, o formulário de um dos participantes precisou ser desconsiderado, porque ele não se atentou para o fato de que o uso da abordagem EARly-OE precisava ser apoiado no modelo de EA que havia sido encaminhado para ele.

Para compreensão do domínio de autorização e execução orçamentária, foi disponibilizado aos participantes de ambos os grupos, GaE e GsE, um documento preparado pelo pesquisador responsável e revisado por dois outros pesquisadores. No entanto, apesar do cuidado na preparação e revisão, visando elaborar um material instrucional o mais resumido possível, alguns participantes indicaram no questionário de avaliação do experimento que tiveram dificuldades para ler aquele documento, por entenderem estar muito longo e tratar de uma conceituação de difícil compreensão. Talvez, uma alternativa para evitar essa limitação seja o uso de recursos de multimídia (por exemplo, vídeos) para melhorar o processo instrucional dos participantes.

Alguns vieses podem ter sido introduzidos durante a análise e discussão dos dados. Foi utilizado o apoio de outro pesquisador (o orientador), por meio de revisão textual e reuniões periódicas para elaboração da análise e discussão dos dados, a fim de minimizar possíveis vieses.

Por fim, vale observar que o experimento não teve como objetivo investigar a relação entre a qualidade dos modelos de EA e a qualidade do resultado das atividades iniciais de concepção de ontologias. Portanto, entende-se que esse seja um assunto natural para investigação futura, por exemplo,

com o objetivo de avaliar quais os impactos da correção e completude de um modelo de EA sobre as informações produzidas na aplicação das diretrizes de EARly-OE ao usar tal modelo como recurso de conhecimento.

## 4.5 Considerações Finais

Este capítulo apresentou um estudo de caso empírico para avaliação da abordagem EARly-OE planejado em duas partes. Na Parte 1 foram utilizados os critérios de correção e completude para avaliar as informações produzidas nas atividades de concepção de ontologias, comparando as informações registradas por um grupo que foi apoiado pelas diretrizes da abordagem, com as produzidas por outro grupo que não teve tal apoio. Na Parte 2 foram utilizados os critérios de percepção da facilidade de uso (PEOU – *Perceived Ease of Use*) e percepção de utilidade (PU – *Perceived Usefulness*) inspirado no modelo TAM (*Technology Acceptance Model*).

Os resultados obtidos no contexto do estudo, apesar do número baixo de participantes, em geral apontaram para a confirmação da hipótese de que a abordagem EARly-OE, ao sistematizar o uso de modelos de EA apoiando as atividades concepção de ontologias, promove facilidade na execução daquelas atividades e geração de resultados mais corretos e completos. Em especial, podem ser destacados dois resultados: (i) a diretriz de EARly-OE que apoia uma das principais e mais difíceis atividades de desenvolvimento de ontologias, a elicitação de requisitos funcionais, pode possibilitar maior correção e completude na definição de QCs para a ontologia; (ii) a forma como a abordagem EARly-OE foi projetada, assim como seu material de apoio (manual e guia rápido) receberam avaliação positiva dos participantes do experimento quanto à facilidade de uso e utilidade.

No entanto, os resultados do experimento também demonstraram a necessidade de ajustes no design do experimento com relação aos documentos de apoio disponibilizados aos participantes, p. ex. adequar a seção da proposta de modularização do formulário de especificação usado pelos participantes para registro na Parte 1 do experimento, a fim de evitar o enviesamento das informações produzidas. Outro aspecto está relacionado à redução da quantidade de atividades propostas e, conseqüentemente, do tempo necessário para que o participante as execute. A esse respeito, alguns dos participantes registraram observações no questionário de avaliação a respeito da extensão do experimento. Também foi percebida a necessidade maior número de participantes no experimento, a fim de ampliar o tamanho da amostragem, permitindo maior confiabilidade das conclusões das análises.

O próximo capítulo apresenta as considerações finais deste trabalho, apresentando uma visão geral sobre a tese e comentando as principais contribuições da pesquisa. Por fim, o capítulo descreve perspectivas futuras sobre melhorias das propostas desta tese e desenvolvimento de novas iniciativas de pesquisa a partir das contribuições deste trabalho.

## 5 Considerações Finais e Trabalhos Futuros

A pesquisa apresentada neste trabalho foi iniciada no contexto de um projeto que se propôs a desenvolver uma solução de governança de informações baseada em ontologias para tratar do problema de interoperabilidade entre as agências públicas estaduais envolvidas no processo de crimes violentos. Entre as ações iniciais do projeto, entendeu-se que o desenvolvimento de um modelo de EA, representando os elementos da arquitetura organizacionais daquele domínio, seria relevante para apoiar o diagnóstico e planejamento de soluções de interoperabilidade naquele contexto. Posteriormente, houve a necessidade de desenvolvimento de uma ontologia para fornecer o suporte conceitual adequado à solução de governança. Foi a partir daí, durante a execução das atividades iniciais de desenvolvimento da ontologia, que se percebeu a possibilidade de explorar o uso do modelo de EA desenvolvido, como um recurso de conhecimento, a fim de apoiar a concepção da ontologia para o domínio tratado no projeto.

Ao abordar essa sinergia entre as disciplinas de EA e EO, o presente trabalho investigou formas de sistematizar o uso dos modelos de EA para apoiar o processo de aquisição de conhecimento nas etapas iniciais de EO. A pesquisa procurou delimitar o tipo de domínio focado na pesquisa e desenvolver uma abordagem que fosse complementar a métodos de EO bem estabelecidos na literatura. Dessa forma, a presente tese propõe a abordagem EARly-OE, composta de diretrizes que sistematizam o uso de elementos de modelos de EA em atividades de concepção de ontologias de referência para domínios ricos em processos estruturados.

As próximas seções deste capítulo apresentam as contribuições alcançadas durante a pesquisa e propõe trabalhos de investigações futuras para abordar aspectos não contemplados no escopo desta tese.

### 5.1 Contribuições

As atividades iniciais de desenvolvimento de ontologias são atividades consideradas difíceis pelos desenvolvedores de ontologias e críticas para as etapas seguintes de EO. Apesar da importância dessas atividades, os métodos existentes, devido ao seu grau de generalidade, não proveem diretrizes detalhadas sobre como executá-las. Portanto, este trabalho preenche uma lacuna na literatura de EO, propondo uma abordagem que define diretrizes detalhadas para a execução das atividades de concepção de ontologias, a fim de fornecer suporte mais adequado aos seus desenvolvedores, detalhando como cada uma daquelas atividades deve ser realizada, a partir do reuso de um recurso de conhecimento normalmente utilizado em um tipo de domínio específico, em especial a atividade de levantamento de requisitos por meio da definição de QCs. Deve-se observar, contudo, que as diretrizes de EARly-OE contemplam apenas parcialmente as atividades de concepção de ontologias. Sendo assim, a abordagem deve ser usada de forma complementar a métodos de EO de propósito mais geral.

Esta tese discute o reuso de modelos de EA em atividades de concepção de ontologias, como fontes de conhecimento consolidado em domínios ricos em processos estruturados, os quais foram pouco explorados nos trabalhos sobre EO. Defende-se, portanto, que aqueles modelos sejam utilizados por engenheiros de ontologias como entrada para aplicar as diretrizes de EARly-OE, além de auxiliar na compreensão do domínio do problema como um todo e na comunicação mais simples e clara com especialistas de domínio. Mesmo nos casos em que a disciplina de EA ainda não seja uma prática comum na organização, entende-se que a criação de modelos de EA pode ser uma atividade benéfica para proporcionar o desenvolvimento de ativo de conhecimento estruturado sobre a organização, auxiliando na identificação de possíveis problemas de interoperabilidade, mesmo antes de subsidiar os engenheiros de ontologia com conhecimento para desenvolvimento de uma ontologia sobre aquele domínio.

O estudo empírico realizado para avaliação de EARly-OE produziu resultados que, em geral, confirmam a hipótese da pesquisa, apontando que a aplicação das diretrizes da abordagem facilita a execução das atividades de concepção de ontologias e auxilia na geração de resultados mais corretos e completos nesta fase do desenvolvimento. Em especial destacam-se dois resultados: (i) a diretriz de EARly-OE que apoia a elicitación de requisitos funcionais, uma das principais e mais difíceis atividades de desenvolvimento de ontologias, proporciona maior correção e completude na definição de QCs para a ontologia; (ii) a forma como a abordagem EARly-OE foi projetada, assim como seu material de apoio (manual e guia rápido) é avaliada positivamente à facilidade de uso e utilidade. Uma das conclusões mais evidentes, que puderam ser obtidas a partir da análise dos resultados do experimento, diz respeito à contribuição de EARly-OE na elicitación de requisitos funcionais da ontologia, através da definição de diretrizes que sistematizam a elaboração de QCs a partir de elementos do modelo de EA.

Portanto, considerando o objetivo da pesquisa apresentada nesta tese, a principal contribuição do presente trabalho é a abordagem EARly-OE. Ela foi desenvolvida com o propósito de facilitar o trabalho do engenheiro de ontologias no processo de aquisição de conhecimento e auxiliá-lo a produzir resultados mais completos e corretos nas atividades iniciais de EO em domínios ricos em processos estruturados. A abordagem explora a sinergia entre as disciplinas de EA e de EO, sistematizando o reuso do conhecimento existente em modelos de arquitetura organizacional para apoiar o desenvolvimento de ontologias.

Para cumprir este propósito, o objetivo específico OS1 (*Definir o conjunto de diretrizes que devem compor a abordagem visando contemplar as atividades de concepção de ontologias de referência previstas nos principais métodos de EO*) foi atendido por meio da definição do conjunto de diretrizes que compõem a abordagem EARly-OE, o qual mantém coerência com as atividades iniciais de desenvolvimento de ontologias indicadas por alguns dos principais métodos de EO identificados na literatura. Os resultados do experimento sinalizam que, na perspectiva dos desenvolvedores de ontologias, as diretrizes de EARly-OE são de fácil compreensão e uso, além de facilitarem o trabalho de desenvolvimento.

O objetivo específico OS2 (*Estabelecer quais e como os elementos dos modelos de EA podem ser usados para apoiar cada uma das diretrizes definidas para a abordagem no OSI*) foi atendido através da especificação das diretrizes de EARly-OE, descrevendo como os elementos dos modelos de EA devem ser usados pelos desenvolvedores de ontologias para produzir as informações necessárias em cada uma das atividades iniciais de EO: (i) identificar especialistas de domínio e potenciais usuários da ontologia; (ii) identificar recursos de conhecimento usados por uma comunidade específica; (iii) definir os usos pretendidos da ontologia; (iv) elicitar os requisitos funcionais da ontologia; e (v) propor uma forma inicial para modularização da ontologia.. Essas contribuições foram publicadas em dois artigos, (DETONI et al., 2017a) e (DETONI et al., 2017b).

O estudo empírico para avaliação de EARly-OE, cumpriu o OS3 (*Avaliar a abordagem proposta neste trabalho a partir da sua aplicação em um domínio selecionado*), sendo dividido em duas partes: a Parte 1 utilizou os critérios de correção e completude para comparar as informações produzidas por dois grupos de participantes do experimento, um grupo que teve o apoio das diretrizes da abordagem e outro grupo que não teve apoio; a Parte 2 avaliou a percepção dos desenvolvedores de ontologias em relação à facilidade de uso e utilidade da abordagem, baseado no modelo *Technology Acceptance Model*.

## 5.2 Trabalhos Futuros

A partir dos resultados apresentados nesta pesquisa, é possível identificar algumas oportunidades de futuros trabalhos seguindo essa mesma trilha de pesquisa:

- O papel das ontologias de referência para melhorar a EA – investigar como uma ontologia desenvolvida para um domínio rico em processos estruturados, ao ser introduzida como um novo artefato na arquitetura organizacional, pode ser usada para aprimorar essa arquitetura, a partir do fornecimento de uma semântica precisa aos conceitos do domínio, contribuindo assim para alcançar os objetivos organizacionais. Ou seja, como uma ontologia, que represente com precisão os conceitos e relações existentes num domínio, pode contribuir para: (i) a compreensão da arquitetura organizacional e seus elementos, apoiando o estabelecimento de consenso conceitual e a gestão do conhecimento, tendo em vista a complexidade desses domínios, geralmente utilizando terminologias técnicas específicas em cada uma de suas áreas e processos; (ii) o desenvolvimento de modelos EA bem fundamentados, ou a avaliação/aprimoramento dos modelos já existentes.
- A influência da qualidade do modelo de EA sobre a aplicação das diretrizes de EARly-OE - uma vez que as diretrizes da abordagem se baseiam na análise de elementos que compõem os *viewpoints* de um modelo de EA, investigar como a qualidade daquele modelo pode influenciar na correção e completude das informações produzidas na aplicação de cada diretriz de EARly-OE. Seguindo este mesmo raciocínio, vale investigar se, caso o

desenvolvedor da ontologia encontre dificuldade para compreensão dos *viewpoints* do modelo de EA, isso influenciaria negativamente sua percepção sobre a usabilidade de EARly-OE.

- O uso de modelos de EA para apoiar outras atividades no desenvolvimento de ontologias não contempladas em EARly-OE – seguindo o mesmo raciocínio das diretrizes de EARly-OE, investigar como um modelo de EA, possivelmente incluindo outros *viewpoints*, pode ser usado para apoiar atividades de outras fases do desenvolvimento de ontologias (p. ex. na formalização dos conceitos e relações, na validação...). Percebeu-se outros benefícios do uso de modelos de EA como RNO em estágios mais avançados do processo de desenvolvimento de ontologias, que não fazem parte do escopo deste trabalho, e que podem ser explorados em trabalhos futuros. Alguns exemplos: (i) apoiar a identificação de requisitos não funcionais da ontologia, tal como as propriedades computacionais desejáveis a fim de implementar uma ontologia operacional; (ii) analisando os elementos da camada de aplicação do modelo de EA (p. ex., *application services*, *application components* e *data objects*) e da camada de tecnologia (p. ex., *technology nodes*, *artifacts*, *services* e *softwares*), é possível identificar outros RNOs úteis, que podem ser usados para apoiar a identificação de conceitos e relações para a ontologia, assim como para fornecer dados para instanciação e avaliação das ontologias produzidas.
- O uso de EARly-OE de forma complementar a métodos EO - discutir como as diretrizes da abordagem apresentada neste trabalho podem complementar as atividades previstas em métodos de EO reconhecidos na literatura.
- O desenvolvimento de uma ontologia para o domínio de autorização e execução do orçamento público federal a partir das informações produzidas no experimento realizado no contexto dessa tese – uma pesquisa sobre a conceituação do domínio e dos processos envolvidos no domínio de autorização e execução do orçamento público federal foi realizada anteriormente, resultando no desenvolvimento de uma ontologia de referência para aquele domínio (FONSECA et al., 2016). Contudo, apesar de tratar-se de um domínio rico em processos estruturado, aquele trabalho não aplicou as diretrizes de EARly-OE. Como no presente trabalho foi realizado o experimento sobre o mesmo domínio, conforme apresentado no Capítulo 4, seria interessante avaliar quais aprimoramentos seriam gerados naquela ontologia a partir das informações produzidas no experimento.

## Referências Bibliográficas

- APARICIO, Jose Martin L. *Ontology view: a new sub-ontology extraction method*. Dissertação (Mestrado em Computação) – PPGC/UFRGS. Porto Alegre, p.169, 2015.
- AZEVEDO, Carlos L. B. *Incorporating Enterprise Strategic Plans into Enterprise Architecture*. Dissertação (Doutorado em Telemática e Tecnologia da Informação) – Centre for Telematics and Information Technology/University of Twente. Enschede, the Netherlands, p.158, 2017.
- BANAEIJAHROMI, N., SMOLANDER, K. *What do we know about the role of enterprise architecture in enterprise integration? A systematic mapping study*. Journal of Enterprise Information Management, v. 29, n. 1, p. 140-164, 2016.
- BAX, Marcello P. *Design Science: Filosofia da pesquisa em ciência da informação e tecnologia*. In: Anais do XV ENANCIB - Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação, Belo Horizonte, p. 3883-3903, 2014.
- BITENCOURT, Arystelene S., PAIVA, D., CAGNIN, Maria I. *Requirements Elicitation from Business Process Model in BPMN: A Systematic Review*. In: Proceedings of the XII Brazilian Symposium on Information Systems, Brazilian Computer Society, v. 1, p. 27, 2016.
- BORGIO, Stefano. *Goals of Modularity: A Voice from the Foundational Viewpoint*. In: Fifth International Workshop on Modular Ontologies - WoMO, Ljubljana, Slovenia, p. 1-6, 2011.
- BRESCIANI, Paolo et al. *Tropos: An agent-oriented software development methodology*. Autonomous Agents and Multi-Agent Systems, v. 8, n. 3, p. 203-236, 2004.
- CARVALHO, V. A., ALMEIDA, J. P. A. *A semantic foundation for organizational structures: a multi-level approach*. In: Proceedings of 19th International Enterprise Distributed Object Computing Conference (EDOC 2015), IEEE, p. 50-59, 2015.
- CERQUEIRA, D. *Mapa dos homicídios ocultos no Brasil*. Texto para Discussão, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), 2014. Disponível em: [http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td\\_1848.pdf](http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td_1848.pdf). Acessado em 28/09/2017.
- CHEN, D., DOUMEINGTS, G., VERNADAT, F. *Architectures for enterprise integration and interoperability: Past, present and future*. Computers in industry, v. 59, n. 7, p. 647-659, 2008.
- COŞKUNÇAY, A. et al. *PROMPTUM Toolset: Tool Support for Integrated Ontologies and Process Models*. In: BPM 2016 – Business Process Management Workshops 2016, Cham: Springer, 2016.
- D'AQUIN, Mathieu et al. *Ontology modularization for knowledge selection: Experiments and evaluations*. In: Database and Expert Systems Applications, Springer Berlin Heidelberg, p. 874-883, 2007.
- D'AQUIN, M., GANGEMI, A. *Is there beauty in ontologies?* Applied Ontology, vol. 6, n.3, p.165–175, 2011.
- DEMIRÖRS, O., GENÇEL, Ç., TARHAN, A. *Utilizing Business Process Models for Requirements Elicitation*. In: Proceedings of the 29th Conference on EUROMICRO, IEEE Computer Society, p. 409-412, 2003.
- DETONI, A. A., MIRANDA, G. M., RENAULT, L. D. C., ALMEIDA J. P. A., FALBO, Ricardo A., GUIZZARDI, G., BAIÃO, F. A., GUIZZARDI, R. *Where Enterprise Architecture and Early Ontology Engineering Meet: A Case Study in the Public Security Domain*. In: Proc. of International Workshop on Formal Ontologies meet Industry 2017 (FOMI), Joint Ontology Workshops (JOWO), Bozen-Bolzano, Italy, 2017a.
- DETONI, A. A., MIRANDA, G. M., RENAULT, L. D., FALBO, R. A., ALMEIDA, J. P. A., GUIZZARDI, G., & BARCELLOS, M. P. *Exploring the Role of Enterprise Architecture Models in the Modularization of an Ontology Network: A Case in the Public Security Domain*. In: Proc. of 9<sup>th</sup> International Workshop on Vocabularies, Ontologies and Rules for the Enterprise (VORTE 2017), EDOC Conference, Québec, Canada, 2017b.

- FALBO, R. A., BARCELLOS, M. P., NARDI, J. C., GUIZZARDI, G. *Organizing Ontology Design Patterns as Ontology Pattern Languages*. In: Proceedings of the 10th Extended Semantic Web Conference (ESWC'2013). Montpellier, France, 2013.
- FALBO, R. A., *SABiO: Systematic Approach for Building Ontologies*. In: ONTO. COM/ODISE@ FOIS. 2014.
- FERNANDES, Paulo C. B., GUIZZARDI, R. S. S., GUIZZARDI, G. *Using goal modeling to capture competency questions in ontology-based systems*. Journal of Information and Data Management, v. 2, n. 3, p. 527, 2011.
- FERNÁNDEZ-LÓPEZ, M., GÓMEZ-PÉREZ, A., JURISTO, N. *Methontology: from ontological art towards ontological engineering*. AAAI Technical Report SS-97-06, p. 33-40, 1997.
- FONSECA, Lucas B. R., DETONI, Archimedes. A., ALMEIDA, João P. A., & FALBO, Ricardo de A. *Uma Proposta de Ontologia de Referência para Autorização Orçamentária e Execução da Despesa Pública*. In: IX ONTOBRAS Brazilian Ontology Research Seminar, CEUR Workshop Proceedings, v. 1862, p. 209–214, 2016.
- GAILLY, F.; CASTELEYN, S.; ALKHALDI, N. *On the Symbiosis between Enterprise Modelling and Ontology Engineering*. In: ER 2013 – International Conference on Conceptual Modeling 2013, Berlin, Heidelberg. Berlin, Heidelberg: Springer, 2013.
- GANGEMI, A., GUARINO, N., MASOLO, C., OLTRAMARI, A., SCHNEIDER, L. *Sweetening ontologies with DOLCE*. In International Conference on Knowledge Engineering and Knowledge Management, p.166-181, Springer Berlin Heidelberg, 2002.
- GOOSSENAERTS, J. B. M. et al. *Formal Ontology for Participative Simulation*. In: IFIP 2000, DIISM 2000: Global Engineering, Manufacturing and Enterprise Networks 2001, Boston, MA: Springer US, 2001.
- GUARINO, N. *Formal Ontology and Information Systems*. In Proceeding of the International Conference on Formal Ontology in Information Systems (FOIS'98), vol. 46, pp. 3–15, 1998.
- GUARINO, N., OBERLE, D., STAAB, S. *What is an Ontology?* In: Handbook on ontologies. Springer Berlin Heidelberg, p. 1-17, 2009.
- GUIJARRO, Luis. *Interoperability frameworks and enterprise architectures in e-government initiatives in Europe and the United States*. Government Information Quarterly, v. 24, n. 1, p. 89-101, 2007.
- GUIZZARDI, G. *Ontological foundations for structural conceptual models*. CTIT, Centre for Telematics and Information Technology, 2005.
- GUIZZARDI, G. *On ontology, ontologies, conceptualizations, modeling languages, and (meta) models*. Frontiers in artificial intelligence and applications, v. 155, p. 18, 2007.
- GUIZZARDI, G., FALBO, R. A., GUIZZARDI, R. S. S. *Grounding Software Domain Ontologies in the Unified Foundational Ontology (UFO): The Case of the ODE Software Process Ontology*. In: Proceedings of the XI Iberoamerican Workshop on Requirements Engineering and Software Environments, p. 244-251. Recife, Brazil, 2008.
- GUIZZARDI, G., WAGNER, G., FALBO, R. A., GUIZZARDI, R. S. S., ALMEIDA, J. P. A. *Towards Ontological Foundations for the Conceptual Modeling of Events*. In: 32th International Conference on Conceptual Modeling (ER'2013), Hong-Kong, China, p.327-341, 2013.
- HAAV, Hele-Mai. *A Practical Methodology for Development of a Network of e-Government Domain Ontologies*. In: Building the e-World Ecosystem - 11th IFIP WG 6.11 Conference on e-Business, e-Services, and e-Society, Kaunas, Lithuania. Springer, p.1-13, 2011.
- HEVNER, Alan. R., MARCH, S. T., PARK, J., RAM, S. *Design science in information systems research*. MIS quarterly, v. 28, n. 1, p. 75-105, 2004.
- HEVNER, Alan R. *A three cycle view of design science research*. Scandinavian journal of information systems, v. 19, n. 2, p. 4, 2007.

- IZZA, Saïd. *Integration of industrial information systems: from syntactic to semantic integration approaches*. Enterprise Information Systems, v. 3, n. 1, p. 1-57, 2009.
- KHAN, Zubeida C., KEET, C. M. *An empirically-based framework for ontology modularization*. Applied Ontology, v. 10, n. 3-4, p. 171-195, 2015.
- KITCHENHAM, B.A., CHARTERS, S. *Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering*. Tech. Rep. EBSE-2007-01, Keele University, 2007.
- KONEV, Boris et al. *Formal properties of modularisation*. In *Modular Ontologies: Concepts, Theories and Techniques for Knowledge Modularization*, Springer, p. 25–66, 2009.
- KOTLER, P., ARMSTRONG, G. *Principles of marketing*. Pearson education, 2010.
- LANKHORST, M. et al. *Enterprise Architecture at Work: Modeling, Communication and Analysis*. 3 ed. Springer, Berlin, Heidelberg, 2013.
- LOEBE, Frank. *Requirements for logical modules*. In: *Proceedings of the 1st International Conference on Modular Ontologies*, v. 232, p. 43-56, 2006.
- MUTHAIYAH, S., KERSCHBERG, L. *Achieving interoperability in e-government services with two modes of semantic bridging: SRS and SWRL*. Journal of theoretical and applied electronic commerce research, v. 3, n. 3, p. 52-63, 2008.
- NARDI, Julio C., FALBO, Ricardo de A., ALMEIDA, João P. A. *A Panorama of the Semantic EAI Initiatives and the Adoption of Ontologies by these Initiatives*. In: *International IFIP Working Conference on Enterprise Interoperability*. Springer, Berlin, Heidelberg, p. 198-211, 2013.
- NICOLA, A., MISSIKOFF, M., NAVIGLI, R. *A Proposal for a Unified Process for Ontology Building: UPON*. In: *International Conference on Database and Expert Systems Applications*, Springer, Berlin, Heidelberg, p. 655-664, 2005.
- O'BRIEN, J. A.; MARAKAS, G. M. *Administração de sistemas de informação*. Mc-Graw Hill, Porto Alegre, 15 ed, p. 620, 2012.
- OBRST, Leo. *Ontologies for semantically interoperable systems*. In: *Proceedings of the XII ACM International Conference on Information and knowledge Management (CIKM 2003)*, New Orleans, LA. p. 366-369, 2003.
- PANETTO, H., MOLINA, A. *Enterprise integration and interoperability in manufacturing systems: Trends and issues*. Computers in industry, v. 59, n. 7, p. 641-646, 2008.
- PARENT, C., SPACCAPIETRA, S. *An overview of modularity*. Modular ontologies, p. 5-23, 2009.
- PERISTERAS, V., TARABANIS, K., GOUDOS, S. K. *Model-driven eGovernment interoperability: A review of the state of the art*. Computer Standards & Interfaces, Elsevier B.V., v. 31, n. 4, p. 613-628, 2009.
- RUY, Fabiano B. et al. *SEON: A software engineering ontology network*. In: *Proceedings of 20th International Conference European Knowledge Acquisition Workshop (EKAW 2016) - Knowledge Engineering and Knowledge Management*, Bologna, Italy. Springer, LNCS, v. 10024, p. 527-542, 2016.
- SANDKUHL, K. et al. *Ontology-Driven Enterprise Modelling in Practice: Experiences from Industrial Cases*. In: *CAISE 2015: Advanced Information Systems Engineering Workshops 2015*, Cham: Springer, 2015.
- SCHERP, Ansgar et al. *Designing core ontologies*. Applied Ontology, v. 6, n. 3, p. 177-221, 2011.
- SCHLICHT, Anne; STUCKENSCHMIDT, Heiner. *Towards structural criteria for ontology modularization*. In: *Proceedings of the 1st International Conference on Modular Ontologies*, v. 232, pp. 85-97, 2006.
- SCHOLL, H. J. et al. *Process integration, information sharing, and system interoperation in government: A comparative case analysis*. Government Information Quarterly, v. 29, n. 3, p. 313–323, 2012.
- SCHUTT, Russell K. *Investigating the social world: The process and practice of research*. Pine Forge Press, 2011.

SUÁREZ-FIGUEROA, M.C., GÓMEZ-PÉREZ, A., MOTTA, E. and GANGEMI, A. *Ontology Engineering in a Networked World*. Springer Science & Business Media, 2012.

THE OPEN GROUP. *ArchiMate 3.0.1 Specification*, 2017. Disponível em: <http://pubs.opengroup.org/architecture/archimate3-doc/>. Acessado em 28/10/2017.

USCHOLD, M., GRUNINGER, M. *Ontologies: Principles, methods and applications*. The knowledge engineering review, v. 11, n. 2, p. 93-136, 1996.

YANUARIFIANI, A. P. et al. *Building Domain Ontology from Semi-formal Modelling Language: Business Process Model and Notation (BPMN)*. In: ICON EEI 2018: 2nd International Conference on Electrical Engineering and Informatics, Batam, Indonesia, 2018.

YIN, Robert K. *Case study research: Design and methods*. Sage publications, 5 ed., 2013.

# APÊNDICE A

## Plano Preliminar do Experimento

### Resumo

EARly-OE (*Enterprise Architecture-driven early Ontology Engineering*) é uma abordagem que prescreve diretrizes para concepção de ontologias (atividades iniciais de Engenharia de Ontologias) apoiadas em modelos de Arquitetura Organizacional (*Enterprise Architecture – EA*) para domínios ricos em processos estruturados. A abordagem contempla diretrizes para guiar atividades, tais como, a definição dos usos pretendidos, escopo e requisitos funcionais da ontologia, além de orientar uma forma inicial de modularização da ontologia.

No estágio atual de elaboração de EARly-OE, decidiu-se pelo uso de um estudo empírico para avaliar qualitativamente a facilidade de uso e a utilidade da abordagem, como a mesma pode facilitar a execução das atividades de concepção de ontologias.

O estudo empírico constará de um experimento que requer inicialmente dos participantes a aquisição de conhecimento sobre um domínio específico, a partir da leitura e análise de documentos e modelos disponibilizados previamente. Em seguida, os participantes devem preencher individualmente um formulário com informações inerentes às atividades iniciais de desenvolvimento de uma ontologia sobre o domínio estudado.

Os participantes serão classificados a partir de informações levantadas por meio de um questionário de perfil de participante. A classificação se fará a partir da análise de dois critérios: (i) o grau de experiência em desenvolvimento de ontologias do participante; e (ii) o conhecimento prévio do participante a respeito do domínio para o qual se pretende desenvolver uma ontologia.

Após a distribuição dos participantes em dois grupos equivalentes, de acordo com a classificação dos perfis, um dos grupos deverá usar o apoio metodológico da abordagem EARly-OE para preencher o formulário, enquanto o segundo grupo não será fornecido o apoio da abordagem. Com isso, busca-se avaliar qualitativamente as vantagens obtidas pelos participantes que usaram a abordagem EARly-OE, a fim de demonstrar sua relevância na concepção de ontologias em um domínio rico em processos.

### Objetivo(s)

|                   |   |
|-------------------|---|
| <b>Global</b>     | Demonstrar a relevância do uso da abordagem EARly-OE na concepção de ontologias em domínios ricos em processos.   |
| <b>De Medição</b> | <p>É desejável obter informações sobre os seguintes atributos:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Esforço - Tempo médio de apreensão de conhecimento sobre o domínio e levantamento das informações necessárias para o preenchimento do formulário correspondente às atividades iniciais de desenvolvimento de uma ontologia sobre o domínio estudado;</li> <li>2. Correção e Completude - Quantidade de informações registradas no formulário, em relação a um formulário de referência (respostas consideradas corretas) para o domínio usado no experimento;</li> <li>3. Grau de Dificuldade/Facilidade de compreensão do domínio tratado no experimento, obtido através da disponibilização do modelo de EA e do uso da abordagem EARly-OE;</li> <li>4. Diferenças/Similaridades entre informações registradas no formulário pelos participantes.</li> </ol> |

| <b>Plano Preliminar do Experimento</b>   |   |
|--|---|
| <b>De Estudo</b>   | <p>ANALISAR informações registradas pelos participantes no formulário sobre as atividades iniciais de desenvolvimento de uma ontologia para o domínio abordado;</p> <p>COM O PROPÓSITO de avaliar qualitativamente as vantagens obtidas pelos participantes que tiveram apoio da abordagem EARly-OE no uso de modelo de EA visando a concepção de uma ontologia em um domínio rico em processos;</p> <p>COM RESPEITO ao esforço necessário para compreensão do domínio e à qualidade das informações registradas nas atividades de concepção de ontologia;</p> <p>DO PONTO DE VISTA do engenheiro de ontologias;</p> <p>NO CONTEXTO de estudantes e ex-estudantes de graduação/pós-graduação do Núcleo de Estudos em Modelagem Conceitual (NEMO) da UFES e participantes externos que frequentaram curso de Engenharia de Ontologias.</p> |
| <p><b>Questões</b> (as análises consideram agrupamentos dos participantes de acordo com o grau de experiência em EO, conhecimento prévio do domínio, e se tiveram (ou não) apoio de EARly-OE durante o experimento)</p>  |   |
| <p>Qual o tempo gasto pelos participantes para completar o experimento, incluindo o estudo e compressão do domínio, até a conclusão das respostas ao formulário?</p>   |   |
| <p>Quantas questões do formulário (atividades de concepção de ontologia) foram efetivamente concluídas?</p>  |   |
| <p>Quais questões alcançaram maior (e menor) quantidade de informações corretamente registradas no formulário, em relação ao formulário de referência (respostas consideradas ideais) para o domínio usado no experimento?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• (Correção e Completude dos especialistas de domínio e potenciais usuários) Quantos especialistas de domínio e potenciais usuários da ontologia foram identificados corretamente?</li> <li>• (Correção e Completude dos recursos de conhecimento) Quantos recursos de conhecimento, que podem apoiar o desenvolvimento da ontologia, foram identificados corretamente?</li> <li>• (Correção e Completude dos usos pretendidos) Quantos usos pretendidos da ontologia foram identificados, estando corretamente alinhados aos objetivos organizacionais? (justificativa para o desenvolvimento da ontologia)</li> <li>• (Correção e Completude das QCs) Quantas QCs (Questões de Competência) foram corretamente elaboradas? (guardam coerência e abrangem toda a conceituação – escopo – do domínio tratado)</li> <li>• (Correção e Completude dos módulos) Os módulos propostos abrangem corretamente todo o escopo da ontologia?</li> </ul> |   |

### **Plano Preliminar do Experimento**

- (Coesão dos módulos) Os módulos propostos são coesos? Gerar uma matriz QCs x Módulos, que possibilite analisar quais módulos estão envolvidos para responder cada QC:
  - QCs intramódulos – podem ser respondidas por conceitos e relações de um único módulo;
  - QCs intermódulos – precisam de conceitos e relações de vários módulos para serem respondidas (QCs transversais, que cruzam módulos)
  - *OBS: intuitivamente espera-se que ao usar EARly-OE a matriz seja mais esparsa, indicando que os conceitos necessários para responder à maioria das QCs estão contidos em poucos módulos, sinalizando um maior grau de coesão obtidos a partir da estratégia de particionamento proposta na abordagem.*

Quais são as principais diferenças entre as respostas dos participantes que tiveram apoio da abordagem EARly-OE, daqueles que não o tiveram? (quais diretrizes de EARly-OE geraram maior impacto)

Quais são as principais semelhanças entre as respostas dos participantes que tiveram apoio da abordagem EARly-OE, daqueles que não o tiveram? (quais diretrizes de EARly-OE geraram menor impacto)

Qual perfil de participante demonstrou ter sido mais beneficiado devido ao apoio de EARly-OE, em comparação aos demais participantes com perfil equivalente e que não foram apoiados pela abordagem?

Entre os participantes que tiveram apoio de EARly-OE, qual foi a questão com maior quantidade de informações corretamente registradas no formulário, em relação ao formulário de referência?

Entre os participantes que tiveram apoio de EARly-OE, qual foi a questão com menor quantidade de informações corretamente registradas no formulário, em relação ao formulário de referência??

Entre os participantes que tiveram apoio de EARly-OE, qual é sua percepção sobre a utilidade da abordagem? Em qual questão a abordagem lhes proporcionou melhor apoio? (ou em qual questão percebem que teriam mais dificuldades no caso de não haver o apoio da abordagem?)

## APÊNDICE B

|  |   |  |   |
|--|---|--|---|
| <br><b>UFES</b>   | <b>NEMO (Núcleo de Estudos em Modelagem Conceitual e Ontologias)</b><br><b>UFES (Universidade Federal do Espírito Santo)</b><br><b>Estudo Empírico para Avaliação de uma Abordagem de Concepção de Ontologias</b> | <br><b>nemo</b>   |   |
| <b>Termo de Consentimento Livre e Esclarecido</b>  |   |  |   |
| <p>Você está sendo convidado(a) a participar do estudo empírico intitulado “Estudo Empírico para Avaliação de uma Abordagem de Concepção de Ontologias”.</p> <p>O direcionamento do convite a você ocorreu devido à sua participação prévia em algum dos cursos/treinamentos sobre Engenharia de Ontologias ministrados pelos professores associados ao NEMO/UFES (Núcleo de Estudos em Modelagem Conceitual e Ontologias da UFES).</p> <p>O objetivo deste estudo é investigar uma abordagem voltada para as atividades iniciais de desenvolvimento de ontologias, que está sendo elaborada no contexto da pesquisa de doutorado de Archimedes A. Detoni, sob orientação dos professores João Paulo A. Almeida e Ricardo de A. Falbo, do Programa de Pós-Graduação em Informática da UFES. Para este fim, será realizada uma avaliação qualitativa sobre a usabilidade daquela abordagem, a partir da sua aplicação em um domínio específico. Dessa forma, este experimento envolve a análise de informações registradas pelos(as) participantes em formulários que tratam das atividades iniciais de desenvolvimento de uma ontologia de domínio.</p> <p>É esperado que você possua noções de desenvolvimento de ontologias.</p> <p>Sua participação neste estudo empírico não é obrigatória. Dessa forma, a qualquer momento você pode desistir e retirar seu consentimento. Caso concorde em participar, suas atividades consistirão em preencher três formulários contendo questionários (de perfil, de atividades de concepção de ontologia e de percepções sobre o experimento), estudar um documento sobre domínio específico e, caso seja necessário, participar de entrevistas. As atividades podem ser alteradas, caso seja verificada a necessidade de adequação do experimento pelos responsáveis.</p> <p>As atividades do estudo empírico ocorrerão a distância, sendo necessária ao(à) participante ter disponibilidade de um computador com acesso à internet para executá-las. Os horários/locais podem ser definidos pelo(a) participante, a fim de se adequarem às suas particularidades, flexibilizando os momentos em que se dedicará à execução das atividades propostas. Estima-se que o tempo total necessário à execução dessas atividades seja de 04 (quatro) horas, podendo ser distribuídas pelo participante durante um período de até 15 dias, o qual será informado previamente pelo pesquisador.</p> <p>A sua participação no experimento será como voluntário(a), não recebendo nenhum privilégio, seja de caráter financeiro ou de qualquer outra natureza. Entretanto, serão garantidos a você os cuidados necessários à sua participação de acordo com seus direitos individuais.</p> <p>Os benefícios relacionados à sua participação são a aquisição de experiência em desenvolvimento de ontologias e auxílio na caracterização de projetos de pesquisa desenvolvidos pelo NEMO/UFES.</p> <p>Os dados obtidos durante o experimento serão analisados e consolidados, podendo ser publicados para fins de divulgação científica, garantindo-se o sigilo das identidades dos participantes. Em caso de publicação, os responsáveis se comprometem a comunicar os participantes.</p> <p>Os responsáveis pela pesquisa desde já agradecem a sua participação e valiosa contribuição com o trabalho.</p> |   |  |   |
| Nome e assinatura do pesquisador responsável e orientadores:   | <hr style="width: 80%; margin: 0 auto;"/> <p style="text-align: center;"><b>Archimedes Alves Detoni</b><br/> <b>Doutorando PPGI/UFES</b><br/> <b>archimedesdetoni@gmail.com</b></p>                               | <hr style="width: 80%; margin: 0 auto;"/> <p style="text-align: center;"><b>João Paulo A. Almeida</b><br/> <b>Prof. Ph.D. PPGI/UFES</b><br/> <b>jp Almeida@inf.ufes.br</b></p> | <hr style="width: 80%; margin: 0 auto;"/> <p style="text-align: center;"><b>Ricardo de A. Falbo</b><br/> <b>Prof. Dr. PPGI/UFES</b><br/> <b>falbo@inf.ufes.br</b></p> |

|                          |  |
|--------------------------|--|
| Participante da Pesquisa | <p>Declaro ter lido e compreendido os objetivos, riscos e benefícios de minha participação no experimento, assim como os meus direitos, e voluntariamente aceito participar deste estudo. Também declaro ter acesso a uma via deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinado pelo pesquisador.</p> <p><input type="checkbox"/> <b>Aceito</b> voluntariamente participar do estudo.</p> <p><input type="checkbox"/> <b>Não</b> aceito participar.</p> <p>Nome Completo: _____</p> <p>e-mail: _____</p> |
|--------------------------|--|

## APÊNDICE C

|  |   |  |
|--|---|--|
| <br><b>UFES</b>   | <b>NEMO (Núcleo de Estudos em Modelagem Conceitual e Ontologias)</b><br><b>UFES (Universidade Federal do Espírito Santo)</b><br><b>Estudo Empírico para Avaliação de uma Abordagem de Concepção de Ontologias</b> | <br><b>nemo</b> |
| <b>Questionário sobre Perfil de Participante do Estudo Empírico</b>  |   |  |
| <b>Nome</b>  |   |  |
| <b>e-mail</b>  |   |  |
| <b>1. Grau de Formação Acadêmica (marque a maior titulação e indique se está Completa / Incompleta)</b>  |   |  |
| <input type="checkbox"/> Superior <input type="checkbox"/> Especialização <input type="checkbox"/> Mestrado <input type="checkbox"/> Doutorado                         |   |  |
| <input type="checkbox"/> Completo <input type="checkbox"/> Incompleto  |   |  |
| <b>2. Formação Acadêmica (curso/área) (da maior titulação indicada, mesmo que incompleta)</b>  |   |  |
|  |   |  |
| <b>3. Tempo de Experiência em Desenvolvimento de Ontologias (OE – Ontology Engineering)</b>  |   |  |
| <input type="checkbox"/> Não possui <input type="checkbox"/> Menos de 1 ano <input type="checkbox"/> Entre 1 ano e 3 anos <input type="checkbox"/> Mais de 3 anos      |   |  |
| <b>4. Se possui experiência em Desenvolvimento de Ontologias, de que forma ela foi adquirida? (marque vários se aplicável)</b>   |   |  |
| <input type="checkbox"/> Curso extracurricular - Qual(is) curso(s) e sua(s) respectiva(s) carga(s) horária(s)?   |   |  |
| <input type="checkbox"/> Disciplina - Qual(is) disciplina(s) e sua(s) respectiva(s) carga(s) horária(s)?   |   |  |
| <input type="checkbox"/> Projeto (Pesquisa, TCC, Extensão, Iniciação Científica ou similar)  |   |  |
| <input type="checkbox"/> Atuação Profissional (Trabalha com desenvolvimento de ontologias) - Há quanto tempo trabalha com desenvolvimento de ontologias?               |   |  |
| <input type="checkbox"/> Outros – indique a forma como adquiriu essa experiência:  |   |  |
|  |   |  |
| <b>5. Se possui experiência em Desenvolvimento de Ontologias, descreva sucintamente o(s) principal(is) projeto(s) desenvolvido(s) – projeto, contexto e atividades</b> |   |  |
|  |   |  |

|   |
|---|
| 6.Tempo de Experiência em Arquitetura Organizacional/Corporativa (EA - Enterprise Architecture)   |
| <input type="checkbox"/> Não possui <input type="checkbox"/> Menos de 1 ano <input type="checkbox"/> Entre 1 ano e 3 anos <input type="checkbox"/> Mais de 3 anos   |
| 7.Se possui experiência em Arquitetura Organizacional, de que forma ela foi adquirida? (marque vários se aplicável)   |
| <input type="checkbox"/> Curso extracurricular - Qual(is) curso(s) e sua(s) respectiva(s) carga(s) horária(s)?<br><br><input type="checkbox"/> Disciplina - Qual(is) disciplina(s) e sua(s) respectiva(s) carga(s) horária(s)?<br><br><input type="checkbox"/> Projeto (Pesquisa, TCC, Extensão, Iniciação Científica ou similar)<br><br><input type="checkbox"/> Atuação Profissional (Trabalha com desenvolvimento de ontologias) - Há quanto tempo trabalha com desenvolvimento de ontologias?<br><br><input type="checkbox"/> Outros – indique a forma como adquiriu essa experiência:<br><hr/> |
| 8.Se possui experiência em Arquitetura Organizacional, descreva sucintamente o(s) projeto(s) principal(is) desenvolvido(s) – projeto, contexto e atividades   |
|   |
| 9.Tempo de Experiência em Autorização e Execução de Despesas Públicas   |
| <input type="checkbox"/> Não possui <input type="checkbox"/> Menos de 1 ano <input type="checkbox"/> Entre 1 ano e 3 anos <input type="checkbox"/> Mais de 3 anos   |
| 10.Se possui experiência em Autorização e Execução de Despesas Públicas, de que forma ela foi adquirida? (marque vários se aplicável)   |
| <input type="checkbox"/> Curso extracurricular - Qual(is) curso(s) e sua(s) respectiva(s) carga(s) horária(s)?<br><br><input type="checkbox"/> Disciplina - Qual(is) disciplina(s) e sua(s) respectiva(s) carga(s) horária(s)?<br><br><input type="checkbox"/> Projeto (Pesquisa, TCC, Extensão, Iniciação Científica ou similar)<br><br><input type="checkbox"/> Atuação Profissional (Trabalha com orçamento e finanças públicas) - Há quanto tempo trabalha com orçamento e finanças públicas?<br><br><input type="checkbox"/> Outros – indique a forma como adquiriu essa experiência:<br><hr/> |

11. Se possui experiência em Autorização e Execução de Despesas Públicas, descreva sucintamente a(s) principal(is) forma(s) de atuação nessa área – atuação profissional/projeto, contexto e atividades desenvolvidas

**Assinatura**

## APÊNDICE D

|   |   |   |
|---|---|---|
|  | <p>NEMO (Núcleo de Estudos em Modelagem Conceitual e Ontologias)<br/>         UFES (Universidade Federal do Espírito Santo)<br/>         Estudo Empírico para Avaliação de uma Abordagem de Concepção de Ontologias</p> |  |
|---|---|---|

### Instruções ao Participante

Prezado(a) Participante,

Primeiramente, quero reforçar meu agradecimento por sua disponibilidade para participar do Estudo Empírico para Avaliação de uma Abordagem de Concepção de Ontologias. Reitero que sua colaboração neste experimento é fundamental para o atual estágio da minha pesquisa de doutorado, no qual me proponho a investigar uma abordagem voltada para as atividades iniciais de desenvolvimento de ontologias.

Neste momento, após haver respondido ao Questionário sobre Perfil do Participante, você está passando para a etapa em que deverá responder ao Formulário de Especificação das Informações Iniciais para o Desenvolvimento de uma Ontologia. Antes de iniciar a execução dessa etapa, solicito que leia atentamente as instruções apresentadas a seguir. Caso haja dúvidas sobre alguma das instruções, por favor, envie um e-mail com o questionamento para mim, antes de prosseguir com a realização dessa atividade.

A partir desta etapa, é importante que você **desenvolva individualmente as atividades do experimento (sem o apoio de qualquer outra pessoa)**, tanto na compreensão do texto sobre o domínio proposto, quanto no registro das informações solicitadas no formulário. Isso é muito relevante para as questões que pretendo analisar com o experimento. Sendo assim, você não deve interagir com outras pessoas a respeito das informações a serem registradas no formulário, principalmente em se tratando de outros participantes deste experimento.

**O tempo que você utilizará para concluir cada uma das atividades desta etapa também é uma informação relevante. Por isso é necessário que você controle e registre o tempo utilizado para executar cada uma das atividades a seguir, até a conclusão desta etapa.**

**Atividade 1: Inicie estudando o material disponibilizado para compreensão do domínio - documento “Introdução ao Orçamento Público - Autorização Orçamentária e Execução da Despesa”.** Sugiro que você se atenha ao texto disponibilizado para extrair o conhecimento necessário para executar esta etapa do experimento, não procurando outras fontes (p. ex. livros, artigos, vídeos, manuais etc.) para obter mais detalhes sobre o domínio. A motivação para essa recomendação é fazer com que todos os participantes precisem despende um tempo equivalente nesta atividade, tendo acesso à mesma fonte de conhecimento sobre o domínio.

**Atividade 2: Preencha o “Formulário de Especificação das Informações Iniciais para o Desenvolvimento de uma Ontologia”.** Esse formulário contempla informações relativas às atividades iniciais de desenvolvimento de uma ontologia para o domínio tratado. Procure preencher todos os campos do formulário da forma mais completa possível, seguindo as orientações nele contidas e tendo como base o documento estudado na Atividade 1.

O tempo estimado para concluir esta etapa do experimento é de aproximadamente 02h30 (duas horas e trinta minutos). Você poderá distribuir as tarefas desta etapa em dias diferentes (p. ex., realizar a Atividade 1 em um dia e a Atividade 2 em outro dia), contudo, **a execução da Atividade 2 (preenchimento dos campos do formulário a partir da análise do documento sobre o domínio) deve ser realizada em um único dia, para que**

**você consiga aferir com maior precisão o tempo utilizado. Peço para que busque atender à data limite de 31/05/2019.**

**Lembre-se de preencher no início do formulário seu nome e a quantidade de tempo despendido para executar cada uma das atividades desta etapa do experimento.**

**Ao concluir a Atividade 2 responda ao e-mail que lhe enviei, anexando ao mesmo o arquivo contendo o seu formulário devidamente preenchido.**

Por fim, você deverá responder a um breve **Questionário de Avaliação do Experimento**, contendo indicadores qualitativos sobre suas percepções a respeito das atividades desta etapa, disponível no link: <https://forms.gle/bNjaobX9KZSogwW8A> .

## APÊNDICE E

|   |  |   |
|---|--|---|
| <br>UFES | NEMO (Núcleo de Estudos em Modelagem Conceitual e Ontologias)<br>UFES (Universidade Federal do Espírito Santo)<br>Estudo Empírico para Avaliação de uma Abordagem de Concepção de Ontologias | <br>nemo |
|---|--|---|

### Instruções ao Participante

Prezado(a) Participante,

Primeiramente, quero reforçar meu agradecimento por sua disponibilidade para participar do Estudo Empírico para Avaliação de uma Abordagem de Concepção de Ontologias. Reitero que sua colaboração neste experimento é fundamental para o atual estágio da minha pesquisa de doutorado, no qual me proponho a investigar a aplicação da abordagem EARly-OE (*Enterprise Architecture-driven early Ontology Engineering*), que define diretrizes para apoiar as atividades iniciais de desenvolvimento de uma ontologia.

Neste momento, após haver respondido ao Questionário sobre Perfil do Participante, você está passando para a etapa em que deverá responder ao Formulário de Especificação das Informações Iniciais para o Desenvolvimento de uma Ontologia. Antes de iniciar a execução dessa etapa, solicito que leia atentamente as instruções apresentadas a seguir. Caso haja dúvidas sobre alguma das instruções, por favor, envie um e-mail com o questionamento para mim, antes de prosseguir com a realização dessa atividade.

A partir desta etapa, é importante que você **desenvolva individualmente as atividades do experimento (sem o apoio de qualquer outra pessoa)**, desde a compreensão do texto sobre o domínio proposto, passando pelo estudo da abordagem EARly-OE, até o registro das informações solicitadas no formulário. Isso é muito relevante para as questões que pretendo analisar com o experimento. Sendo assim, você **não deve interagir** com outras pessoas a respeito das informações a serem registradas no formulário, principalmente se for algum outro participante deste experimento.

**O tempo que você utilizará para concluir cada uma das atividades desta etapa também é uma informação relevante. Por isso é necessário que você controle e registre o tempo utilizado para executar cada uma das atividades a seguir, até a conclusão desta etapa.**

**Atividade 1: Inicie estudando o material disponibilizado para compreensão do domínio - documento “Introdução ao Orçamento Público - Autorização Orçamentária e Execução da Despesa”.** Sugiro que você se atenha ao texto disponibilizado para extrair o conhecimento necessário para executar esta etapa do experimento, não procurando outras fontes (p. ex. livros, artigos, vídeos, manuais etc.) para obter mais detalhes sobre o domínio. A motivação para essa recomendação é fazer com que todos os participantes precisem despende um tempo equivalente nesta atividade, tendo acesso à mesma fonte de conhecimento sobre o domínio.

**Atividade 2: Proceda ao estudo do manual da abordagem EARly-OE - documento “EARly-OE – Manual”.** No manual são apresentadas as diretrizes que apoiarão as atividades iniciais de desenvolvimento da ontologia e que, por conseguinte, lhe auxiliarão durante o levantamento das informações necessárias para o preenchimento do formulário na próxima atividade. Juntamente com o manual, está sendo disponibilizado um **guia rápido da abordagem EARly-OE**, visando facilitar seu uso durante a execução da próxima atividade.

**Atividade 3: Preencha o “Formulário de Especificação das Informações Iniciais para o Desenvolvimento de uma Ontologia”.** Esse formulário contempla informações relativas

às atividades iniciais de desenvolvimento de uma ontologia para o domínio tratado. Para preencher o formulário, você deverá tomar como base o texto sobre o domínio e, **principalmente, usar os modelos de EA mostrados no documento "Modelo EA sobre Autorização Orçamentária e Execução da Despesa", seguindo as diretrizes da abordagem EARly-OE (documento "EARly-OE - Manual"**. Sendo assim, você deverá empregar as diretrizes de EARly-OE a partir da análise dos *viewpoints* disponíveis no documento "Modelo EA sobre Autorização Orçamentária e Execução da Despesa". Procure preencher todos os campos do formulário da forma mais completa possível.

O tempo estimado para concluir esta etapa do experimento é de aproximadamente 03h (três horas). Você poderá distribuir as tarefas desta etapa em dias diferentes (p. ex., realizar a Atividade 1 em um dia e as Atividades 2 e 3 em outros dias), contudo, **a execução da Atividade 3 (preenchimento dos campos do formulário, seguindo as diretrizes da abordagem EARly-OE para o uso dos modelos de EA) deve ser realizada em um único dia, para que você consiga aferir com maior precisão o tempo utilizado. Peço para que, sendo possível, busque atender à data limite de 31/05/2019.**

**Lembre-se de preencher no início do formulário seu nome e a quantidade de tempo despendido para executar cada uma das atividades desta etapa do experimento.**

**Ao concluir a Atividade 3 responda ao e-mail que lhe enviei, anexando ao mesmo o arquivo contendo o seu formulário devidamente preenchido.**

Por fim, você deverá responder a um breve **Questionário de Avaliação do Experimento**, contendo indicadores qualitativos sobre suas percepções a respeito das atividades desta etapa, disponível no link: <https://forms.gle/FceQ76BJykeNnAVP8>.

# APÊNDICE F

## Introdução ao Orçamento Público: Autorização Orçamentária e Execução da Despesa Pública

### 1. Introdução

O orçamento público surgiu com o objetivo de controlar a arrecadação e os gastos dos governos pelo parlamento. Inspirados na Carta Magna Inglesa de 1215, os orçamentos modernos passaram a ter previsão de receita e despesa anual obrigatória em lei, e a despesa pública passou a ser realizada apenas com autorização legislativa (GIACOMONI, 2010). Para além de auxiliar no controle e fiscalização das finanças públicas, o orçamento público tem sido cada vez mais usado como um instrumento de planejamento, gestão e indutor de políticas públicas. O orçamento apresenta de forma sistematizada as ações planejadas pelo governo a fim de atender as necessidades da sociedade, principalmente nas áreas de saúde (p. ex. construir e manter hospitais), segurança (p. ex. equipar e treinar as forças policiais) e educação (p. ex. contratar professores) (GADELHA, 2017).

De acordo com o Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão<sup>1</sup>, o orçamento público, “*é um instrumento de planejamento governamental em que constam as despesas da administração pública para um ano, em equilíbrio com a arrecadação das receitas previstas. É o documento onde o governo reúne todas as receitas arrecadadas e programa o que de fato vai ser feito com esses recursos. É onde alocam os recursos destinados a hospitais, manutenção das estradas, construção de escolas, pagamento de professores. É no orçamento onde estão previstos todos os recursos arrecadados e onde esses recursos serão destinados*”<sup>1</sup>.

Portanto, é por meio do orçamento público que a administração pública assume o compromisso de entregar à sociedade um conjunto de produtos e serviços, assim como, prevê a arrecadação que espera receber dessa mesma sociedade. Dessa forma, o mecanismo orçamentário tende a induzir o gestor público a agir com responsabilidade no uso dos recursos públicos e permite à sociedade auxiliar no controle das ações desses gestores, checando se os recursos estão sendo usados adequadamente.

No Brasil, anualmente o governo elabora seu orçamento, a Lei Orçamentária Anual (LOA), que prevê em detalhes as receitas e as despesas previstas para um exercício financeiro que, comumente, corresponde ao período de 1º de janeiro a 31 de dezembro do ano seguinte ao da aprovação da lei (MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO DESENVOLVIMENTO E GESTÃO, 2016). Dessa forma, os mecanismos de gestão e fiscalização do orçamento federal brasileiro abrangem tanto a elaboração/autorização da lei orçamentária (planejamento e autorização), quanto a execução das despesas públicas (respeitando o planejamento), permitindo, em princípio, um controle completo do ciclo de vida das despesas públicas, desde a sua previsão até o efetivo pagamento de credores.

### 2. Ciclo Orçamentário

O art. 165 da Constituição Federal de 1988 em conjunto com a lei 4.320/64 e a Lei de Responsabilidade Fiscal (LRF – Lei Complementar 101/2000) estabelecem procedimentos que

---

<sup>1</sup> Disponível em: <<http://www.planejamento.gov.br/servicos/faq/orcamento-da-uniao/conceitos-sobre-orcamento/o-que-e-orcamento-publico>>

normatizam a elaboração e uso dos recursos referentes ao orçamento federal brasileiro, conhecido como ciclo orçamentário (GADELHA, 2017), que tem como principal objetivo produzir, aprovar e executar a LOA. No presente documento, o conjunto de tarefas que compõe o ciclo orçamentário será dividido em duas etapas básicas, com o objetivo de simplificar e facilitar a compreensão desse domínio: Autorização da Despesa Orçamentária e Execução da Despesa.

Diferentes entes federativos são envolvidos nessas duas etapas do ciclo orçamentário, sendo os principais: (i) Unidades Orçamentárias e Unidades Gestoras – organizações públicas (vinculadas aos Poderes Executivo, Legislativo e Judiciário, Ministério Público e Defensoria Pública) com competência de elaborar suas respectivas propostas orçamentárias (Unidades Orçamentárias) e, posteriormente, procederem com os atos administrativos necessário à execução dos créditos orçamentários autorizados para elas (Unidades Gestoras); (ii) Ministérios do Planejamento e Orçamento e Ministério da Fazenda<sup>1</sup> – responsáveis por receber as propostas das unidades orçamentárias, consolidando-as a fim de assessorar a Presidência da República na elaboração do Projeto de LOA (PLOA); (iii) Congresso Nacional – responsável por analisar o PLOA, podendo realizar alterações e inserir emendas ao orçamento, para então aprovar o PLOA; (iv) Presidência da República – responsável por submeter o PLOA para análise e aprovação pelo Congresso Nacional. Após receber de volta a PLOA, o Chefe do Executivo pode fazer vetos no projeto antes de sancioná-lo, dando enfim origem à LOA.

Vale salientar que o escopo do presente documento se ocupa exclusivamente dos aspectos inerentes às despesas (ou gastos) públicas (autorização e execução), não contemplando aspectos sobre as receitas.

## 2.1. Etapa de Autorização da Despesa Orçamentária

A etapa de autorização orçamentária compreende o planejamento das ações de governo por meio da elaboração e aprovação de três leis ordinárias que autorizam as ações governamentais, a saber, o Plano Plurianual (PPA), a Lei de Diretrizes Orçamentárias (LDO) e a Lei Orçamentária Anual (LOA). De acordo com (GADELHA, 2017): “O PPA, a LDO e a LOA dão suporte à elaboração e execução orçamentária brasileira. Esses instrumentos regem o ciclo orçamentário no Brasil e são estritamente relacionados entre si, formando um sistema integrado de planejamento e orçamento. Esses instrumentos representam uma verdadeira ‘pirâmide orçamentária’, estando na base da pirâmide o PPA, no meio a LDO e no topo a LOA”. Conforme mostrado na **Figura 1**, o PPA equivale ao planejamento estratégico, a LDO ao plano tático, se referindo à tática de verificar as metas e prioridades do orçamento, enquanto o plano operacional é descrito através da LOA.



**Figura 1. Pirâmide Orçamentária (extraída de (GADELHA, 2017))**

<sup>1</sup> As estruturas do Ministério do Planejamento e Orçamento e do Ministério da Fazenda passaram a integrar o novo Ministério da Economia a partir da publicação da Medida Provisória nº 870, de 01/01/2019. Sendo assim, no organograma do Ministério da Economia foi criada a Secretaria Especial da Fazenda e, subordinada a esta, a Secretaria de Orçamento Federal e a Secretaria do Tesouro Nacional.

O PPA tem vigência de quatro anos. Nele são estabelecidas as políticas de médio prazo a serem cumpridas pela administração pública. Dessa forma, o PPA orienta a atuação governamental por meio de programas temáticos (entrega de bens e serviços à sociedade) e programas de gestão, manutenção e serviços (apoio à gestão e manutenção da ação governamental), com suas respectivas diretrizes, objetivos e metas. A LDO, de vigência anual, enuncia as políticas públicas e respectivas prioridades para o exercício seguinte. A LOA estima as receitas e fixa a programação das despesas para o exercício financeiro. Dessa forma, a LDO serve como intermediadora entre o PPA (plano estratégico de médio prazo do governo) e a LOA (plano operacional de curto prazo), identificando no PPA os programas que receberão prioridade no exercício seguinte e que deverão ser implementados através das ações previstas na LOA, durante o exercício a que se refere (SENADO FEDERAL, 2016).

A LOA está estruturado em três partes: (i) Orçamento Fiscal - se refere ao orçamento destinado aos Poderes da União, seus órgãos e entidades da administração direta e indireta, inclusive fundações instituídas e mantidas pelo Poder Público; (ii) Orçamento de Investimento – parte da lei que registra os investimentos (aquisição de bens componentes do ativo imobilizado) das empresas em que a União, direta ou indiretamente, detenha a maioria do capital social com direito a voto, por exemplo, a Petrobrás, a Eletrobrás, o Banco do Brasil e a Caixa Econômica Federal; (iii) Orçamento da Seguridade Social - abrange todas as entidades e órgãos da administração direta ou indireta, bem como os fundos e fundações instituídos e mantidos pelo Poder Público, nas despesas relacionadas à saúde, previdência e assistência social, por exemplo, os pagamentos de aposentadorias, pensões e benefícios, assim como os gastos com hospitais, medicamentos e programas assistenciais (p.ex. Bolsa Família).

Cada um dos três orçamentos descritos na LOA é composto por um conjunto de créditos orçamentários (autorizações de despesas), através dos quais a União autoriza as unidades orçamentárias (unidades organizacionais públicas) a executarem despesas que obedeçam a uma classificação específica e a um limite de valor (valor da dotação orçamentária). A **Figura 2** apresenta um fragmento da LOA de 2016 (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2016), a fim de exemplificar como os créditos orçamentários são alocados para cada unidade orçamentária da administração pública (cada unidade orçamentária é vinculada a um determinado órgão do governo). Dessa forma, para cada unidade orçamentária (p. ex. o “Instituto Federal do Espírito Santo”, vinculado ao “Ministério da Educação”) está prevista uma série de créditos orçamentários para que a mesma desenvolva ações (p. ex. “Assistência ao Estudante da Educação Profissional e Tecnológica”) vinculadas ao contexto de um Programa Governamental (p. ex. “Educação de qualidade para todos”), para as quais são fixadas suas respectivas dotações orçamentárias (p. ex. R\$15.686.701), ou seja, um limite de crédito que pode ser utilizado para executar despesas decorrentes de cada ação autorizada.

| <b>Órgão: 26000 Ministério da Educação</b>                |   |                  |            |            |           |            |           |            |                   |
|---|---|------------------|------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-------------------|
| <b>Unidade: 26406 Instituto Federal do Espírito Santo</b> |   |                  |            |            |           |            |           |            |                   |
| Quadro dos Créditos Orçamentários                         |   |                  |            |            |           |            |           |            |                   |
| <i>Programática</i>                                       | <i>Programa/Ação/Localização</i>  | <i>Funcional</i> | <i>Esf</i> | <i>GND</i> | <i>RP</i> | <i>Mod</i> | <i>IU</i> | <i>Fte</i> | <i>Valor</i>      |
| <b>2080</b>   | <b>Educação de qualidade para todos</b>   |                  |            |            |           |            |           |            | <b>94.639.043</b> |
|   | <b>Atividades</b>   |                  |            |            |           |            |           |            | <b>94.639.043</b> |
| 2080.2994   | <i>Assistência ao Estudante da Educação Profissional e Tecnológica</i>                        |                  |            |            |           |            |           |            | <i>15.686.701</i> |
| <b>2080.2994.0032</b>                                     | Assistência ao Estudante da Educação Profissional e Tecnológica – No Estado do Espírito Santo | 12.363           |            |            |           |            |           |            | <b>15.686.701</b> |
|   | – Benefício Concedido (unidade): 85.000   |                  | F          | 3-ODC      | 2         | 90         | 0         | 100        | 15.686.701        |

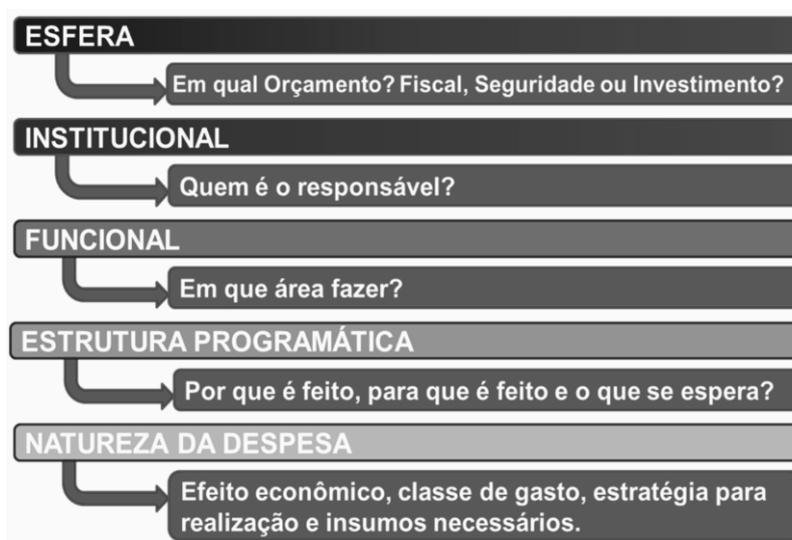
**Figura 2. Exemplo de Autorização Orçamentária da LOA 2016 (extraído de (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2016))**

Como o orçamento público é composto por um grande volume de autorizações de despesas (com tendência de crescimento a cada ano), um mecanismo para classificação é utilizado a fim de permitir uma melhor organização e recuperação das informações sobre essas despesas (GIACOMONI, 2010). Historicamente, a administração pública tem buscado formular critérios de classificação para a estrutura orçamentária, objetivando facilitar a gestão, o controle e a fiscalização do gasto público (ARAÚJO et al., 2012).

Dessa forma, a classificação das despesas públicas é o mecanismo pelo qual se faz o agrupamento das despesas por classificadores. Por este meio é possível, por exemplo, organizar o orçamento por Poder (Quem é o responsável pela despesa?), por função e subfunção de governo (Em que áreas do governo – saúde, educação, segurança – a ação será realizada?), por programa (Qual o tema da política pública? Por exemplo, “Educação de Qualidade para Todos”) e por categoria econômica (Trata-se de despesa com custeio ou investimento em bens de capital?) (SENADO FEDERAL, 2016).

Portanto, para compreender, consultar, acompanhar e fiscalizar as etapas de autorização e de execução do orçamento público é fundamental dominar seu sistema de classificação a fim de estabelecer as relações entre as ações da administração pública e os valores financeiros associados (e.g. gasto em quê, para quê, sob a responsabilidade de quem)(ARAÚJO et al., 2012).

O modelo orçamentário brasileiro contempla os seguintes critérios de classificação das autorizações orçamentárias, conforme ilustrado na **Figura 3**: (i) esfera; (ii) institucional; (iii) funcional; (iv) estrutura programática; e (v) natureza da despesa (MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO DESENVOLVIMENTO E GESTÃO, 2016).



**Figura 3. Critérios de Classificação das Despesas Públicas**

Além disso, as autorizações previstas na LOA recebem um identificador numérico que é estruturado de acordo com cada um desses critérios de classificação das autorizações de despesa, seguindo o exemplo apresentado na **Figura 4**.

A classificação por esfera orçamentária tem por finalidade identificar se a autorização de despesa pertence ao Orçamento Fiscal (letra “F” no texto da LOA ou código 10 nas bases de

dados do SIOP<sup>1</sup> e do SIAFI<sup>2</sup>, da Seguridade Social (letra “S” ou código 20) ou de Investimento das Empresas Estatais (letra “I” ou código 30) (MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO DESENVOLVIMENTO E GESTÃO, 2016).

A classificação institucional identifica a unidade organizacional pública responsável pela realização da ação orçamentária, compreendendo dois níveis hierárquicos: (i) órgão (dois primeiros dígitos do identificador da classificação institucional) – corresponde às unidades administrativas de maior nível hierárquico que agrupam unidades orçamentárias; (ii) unidade orçamentária (UO) (três últimos dígitos do identificador da classificação institucional) – unidades de menor nível hierárquico, que são responsáveis pela execução da despesa (MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO DESENVOLVIMENTO E GESTÃO, 2016). No exemplo da **Figura 4**, o órgão indicado é o Ministério da Educação (identificador 26) e a UO é o Instituto Federal do Espírito Santo (identificador 406).

| CÓDIGO                      |   | 10. | 26. | 406. | 12. | 363. | 2080. | 2994. | 0032. |
|-----------------------------|---|-----|-----|------|-----|------|-------|-------|-------|
| Esfera: Orçamento Fiscal    |   | 10  |     |      |     |      |       |       |       |
| CLASSIFICAÇÃO INSTITUCIONAL | Órgão: Ministério da Educação   |     | 26  |      |     |      |       |       |       |
|                             | Unidade Orçamentária: Instituto Federal do Espírito Santo             |     |     | 406  |     |      |       |       |       |
| CLASSIFICAÇÃO FUNCIONAL     | Função: Educação  |     |     |      | 12  |      |       |       |       |
|                             | Subfunção: Ensino Profissional  |     |     |      |     | 363  |       |       |       |
| CLASSIFICAÇÃO PROGRAMÁTICA  | Programa: Educação de Qualidade para Todos                            |     |     |      |     |      | 2080  |       |       |
|                             | Ação: Assistência ao Estudante da Educação Profissional e Tecnológica |     |     |      |     |      |       | 2994  |       |
|                             | Subtítulo (Localização): No Estado do Espírito Santo                  |     |     |      |     |      |       |       | 32    |

**Figura 4. Exemplo de Código Numérico da Classificação da Autorização Orçamentária (adaptada de [Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão 2016])**

A classificação funcional indica em qual área a ação governamental será realizada (p. ex., legislativa, judiciária, segurança pública, saúde, educação etc.), sendo formada por dois campos: (i) função, cujo identificador possui dois dígitos – p. ex., função 12 – Educação; (ii) subfunção, cujo identificador possui três dígitos – p. ex., subfunção 363 – Ensino Profissional. Vale destacar que se trata de uma classificação independente da institucional e da programática. Por exemplo, pode haver uma ação classificada na função 09 – Assistência Social sendo realizada pelo órgão Ministério da Educação. Além disso, as subfunções podem ser combinadas com funções diferentes daquelas a que estejam vinculadas precipuamente (MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO DESENVOLVIMENTO E GESTÃO, 2016).

A classificação programática baseia-se na estruturação das ações organizadas a partir dos programas de governo definidos no PPA. Assim, conforme ilustrado na **Figura 5**, para cada Programa (planejado no PPA e com execução através de ações previstas na LOA), são identificadas as Ações (projetos, atividades ou operações especiais) e especificados os respectivos valores e metas, a fim de solucionar um problema ou atender uma demanda da

<sup>1</sup> SIOP (Sistema Integrado de Planejamento e Orçamento) - desenvolvido e mantido no âmbito da Secretaria de Orçamento Federal, subordinada à Secretaria Especial da Fazenda do Ministério da Economia, para apoiar a elaboração das leis orçamentárias e suas alterações, assim como para acompanhar a execução das ações orçamentárias previamente autorizadas ([www1.siop.planejamento.gov.br/siopdoc/doku.php](http://www1.siop.planejamento.gov.br/siopdoc/doku.php)).

<sup>2</sup> SIAFI (Sistema Integrado de Administração Financeira) – desenvolvido e administrado pela Secretaria do Tesouro Nacional, também subordinada à Secretaria Especial da Fazenda do Ministério da Economia, e utilizado para registro, acompanhamento e controle da execução orçamentária, financeira e patrimonial do governo federal ([www.stn.fazenda.gov.br/SIAFI](http://www.stn.fazenda.gov.br/SIAFI)).

sociedade. Nesta categoria de classificação também é identificado o subtítulo (localizador do gasto, p. ex. 0032 - No Estado do Espírito Santo ou 0010 - Na Região Norte) (MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO DESENVOLVIMENTO E GESTÃO, 2016).



**Figura 5. Programas e Ações para Organização das Despesas no Orçamento Público**

Cada programa é identificado por um código de quatro dígitos. Retomando o exemplo da **Figura 4**, o programa “Educação de qualidade para todos” possui o identificador 2080. As ações, por sua vez, são identificadas por um código alfanumérico de oito dígitos, onde o primeiro dígito do código identifica se a ação é um projeto (dígitos 1, 3, 5 ou 7), uma atividade (dígitos 2, 4, 6 ou 8), ou uma operação especial (dígito 0); os três dígitos seguintes identificam uma ação específica; e os quatro últimos dígitos identificam o subtítulo (localizador) da ação. O exemplo da **Figura 4** traz a ação “Assistência ao Estudante da Educação Profissional e Tecnológica” cujo código é 2994 (o primeiro dígito “2” indica que se trata de uma atividade). Os últimos quatro dígitos, 0032 identificam o subtítulo (localização) “No Estado do Espírito Santo”.

A classificação por natureza de despesa possibilita obter tanto informação macroeconômica sobre o efeito do gasto do setor público na economia (categoria econômica, grupo de natureza e modalidade de aplicação), quanto para controle gerencial do gasto (elemento da despesa) (MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO DESENVOLVIMENTO E GESTÃO, 2016)(TESOURO NACIONAL, 2016a), conforme detalhado a seguir:

- (i) Categoria econômica: indica os efeitos da ação sobre a economia do país, podendo ser uma “Despesa Corrente” (código 3, como ocorre no caso do exemplo da **Figura 2**) ou uma “Despesa de Capital” (código 4);
- (ii) Grupo de natureza da despesa (GND): subdivide as categorias econômicas conforme mostrado na Tabela 1, servindo ainda como agregador dos elementos de despesa com as mesmas características quanto ao objeto do gasto público (seu identificador é formado por um dígito no SIOP) (MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO DESENVOLVIMENTO E GESTÃO, 2016). Retomando o exemplo da **Figura 2**, verifica-se que o GND daquela ação é “ODC” (Outras Despesas Correntes);
- (iii) Modalidade de aplicação: indica se os recursos são aplicados diretamente por órgão ou entidade no âmbito do mesmo nível de Governo, ou por outro ente da Federação. É identificado por um código de dois dígitos, como no exemplo da **Figura 2**, em que a coluna “Mod” apresenta o valor “90 - Aplicações Diretas” (outros exemplos de valores seriam “20 - Transferências à União”; “30 - Transferências a Estados e ao Distrito Federal”).

**Tabela 1. Quadro de Categorias Econômicas e Grupos de Natureza de Despesa**

| Categorias Econômicas  | Grupos de Natureza da Despesa  |
|------------------------|--------------------------------|
| 3 - Despesa Corrente   | 1 - Pessoal e Encargos Sociais |
|                        | 2 - Juros e Encargos da Dívida |
|                        | 3 - Outras Despesas Correntes  |
| 4 - Despesa de Capital | 4 - Investimentos              |
|                        | 5 - Inversões financeiras      |
|                        | 6 - Amortização da Dívida      |

## 2.2. Etapa de Execução da Despesa

Concluída a aprovação das autorizações de despesas fixadas na LOA, torna-se possível iniciar a etapa de execução orçamentária, ou mais especificamente, a etapa de execução da despesa pública (respeitando o escopo deste trabalho). Na relação entre essas duas etapas é necessário identificar para cada despesa executada, qual a autorização orçamentária definida na LOA que legitima aquela despesa. A etapa de execução da despesa é subdividida em três estágios, conforme previsto na lei 4.320/64: Empenho, Liquidação e Pagamento.

### 2.2.1 Empenho

O empenho é o primeiro estágio da execução da despesa, sendo definido como um “ato emanado de autoridade competente que cria para o estado a obrigação de pagamento, pendente ou não de implemento de condição” (TESOURO NACIONAL, 2016a). O empenho pode ser realizado uma vez que sejam atendidas as seguintes condições: (i) existir autorização na LOA para despesas com a classificação adequada para o tipo de gasto a ser empenhado; (ii) ser respeitado o limite de crédito estabelecido na LOA para despesas com aquela classificação; (iii) ter sido realizado processo licitatório, quando aplicável.

Nesta etapa, uma unidade gestora da administração pública (ou simplesmente, unidade gestora) contrata bens ou serviços (itens do empenho) de um fornecedor (que passa a ser um credor do estado), comprometendo parte de um crédito orçamentária constante na LOA para pagamento dessa despesa. Sendo assim, o empenho funciona como garantia ao credor de que a unidade gestora possui um crédito orçamentário com valor necessário para a liquidação daquela despesa. O documento usado para registrar um empenho é a Nota de Empenho, do qual constará o nome do credor, a especificação e o valor de cada item empenhado, bem como os demais dados necessários ao controle da execução orçamentária (TESOURO NACIONAL, 2016b).

Vale destacar que, como um empenho precisa ter uma autorização de despesa orçamentária correspondente na LOA (com saldo orçamentário disponível), isso implica que todas despesas que compõe aquele empenho, os itens do empenho, devem obedecer à mesma classificação orçamentária prescrita pelo crédito orçamentário constante na LOA, indicando (dentre outros aspectos):

- Esfera Orçamentária: fiscal, investimento ou seguridade Social;
- Classificação Institucional: órgão e unidade;
- Classificação Funcional: função e subfunção;
- Classificação Programática: programa, ação e subtítulo (localização);
- Classificação por Natureza de Despesa: categoria econômica, grupo de natureza (GND) e modalidade de aplicação.

Além desses, ao critério de classificação por natureza de despesa são acrescentados o elemento e o subelemento (ou subitem) de despesa, sendo estes os classificadores mais específicos da despesa pública, que somente podem ser identificados a partir da execução da despesa, ou seja, no estágio de empenho (portanto, não são informados na LOA, estando ausentes nos exemplos das **Figura 2** e **Figura 4**). O código da classificação por elemento de despesa é formado por dois dígitos (p. ex., “30 - Material de Consumo” e “32 - Material, Bem ou Serviço para Distribuição Gratuita”) e o código para subelemento é formado por outros dois dígitos (p.ex. “07 - Gêneros de Alimentação”; e “04 – Material Educacional e Cultural”). A **Figura 6** apresenta um fragmento de uma Nota de Empenho extraída do Portal da Transparência, servindo para exemplificar como são registradas as informações de um empenho até o detalhamento do subelemento (ou subitem) de despesa.

Ministério da Transparência, Fiscalização e Controladoria-Geral da União  
**Portal da Transparência**  
GOVERNO FEDERAL

Perguntas frequentes | Contato | Glossário | Links | Manual de navegação

Acesso rápido Seleção... : [OK] Você está em: Início » Detalhamento Diário das Despesas » **Detalhamento do Documento**

**Detalhamento Diário das Despesas**  
**Detalhamento do documento: 2016NE800027**

**DADOS BÁSICOS**

|                             |  |                     |                      |
|-----------------------------|--|---------------------|----------------------|
| Fase:                       | Empenho  |                     |                      |
| Documento:                  | 2016NE800027                                   | Tipo de Documento:  | Nota de Empenho (NE) |
| Data:                       | 07/01/2016                                     |                     |                      |
| Tipo de Empenho:            | ORDINARIO                                      | Espécie de Empenho: | Original             |
| Órgão Superior:             | 26000 - MINISTERIO DA EDUCACAO                 |                     |                      |
| Órgão / Entidade Vinculada: | 26234 - UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPIRITO SANTO |                     |                      |
| Unidade Gestora Emitente:   | 153048 - RESTAURANTE CENTRAL DA UFES           |                     |                      |
| Gestão:                     | 15225 - UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPIRITO SANTO |                     |                      |
| Favorecido:                 | 10.518.100/0001-68 - EMERSON JOSE TESCH - EPP  |                     |                      |
| Valor:                      | R\$ 8.011,04                                   |                     |                      |

**DADOS DETALHADOS**

Processo  
23068013043201561

**DETALHES ORÇAMENTÁRIOS**

|   |  |                  |
|---|--|------------------|
| Esfera  | Tipo de crédito                                    |                  |
| 1 - ORÇAMENTO FISCAL  | A - INICIAL (LOA)                                  |                  |
| Área de Atuação (Função)  | Subfunção  |                  |
| 12 - EDUCACAO   | 364 - ENSINO SUPERIOR                              |                  |
| Programa  | Ação   | Linguagem Cidadã |
| 2080 - EDUCACAO DE QUALIDADE PARA TODOS   | 4002 - ASSISTENCIA AO ESTUDANTE DE ENSINO SUPERIOR |                  |
| Subtítulo (localizador)<br>40020032 - ASSISTENCIA AO ESTUDANTE DE ENSINO SU - NO ESTADO DO ESPIRITO |  |                  |

**DETALHE DA DESPESA**

|                         |                               |
|-------------------------|-------------------------------|
| Categoria da Despesa    | Grupo de Despesa              |
| 3 - DESPESAS CORRENTES  | 3 - OUTRAS DESPESAS CORRENTES |
| Modalidade de Aplicação | Elemento de Despesa           |
| 90 - APLICACOES DIRETAS | 30 - MATERIAL DE CONSUMO      |

**Detalhamento do Gasto**

BAIXAR

| SUBITEM                | QUANTIDADE | VALOR UNITÁRIO | VALOR TOTAL | DESCRIÇÃO   |
|------------------------|------------|----------------|-------------|---|
| GENEROS DE ALIMENTACAO | 65         | 11,52          | 748,80      | 65,00000 QUILOGRAMA VERDURA IN NATURA ALHO TIPO BRASILEIRO SELEÇÃO GRAÚDO MARCA: SÍTIO TESCH ITEM DO PROCESSO: 00018 ITEM DE MATERIAL: 000043087                            |
| GENEROS DE ALIMENTACAO | 1          | 7,36           | 7,36        | 1,00000 QUILOGRAMA VERDURA IN NATURA, TIPO HORTELÃ, ESPÉCIE COMUM MARCA: SÍTIO TESCH ITEM DO PROCESSO: 00036 ITEM DE MATERIAL: 000226242                                    |
| GENEROS DE ALIMENTACAO | 30         | 4,00           | 120,00      | 30,00000 QUILOGRAMA LEGUME IN NATURA, TIPO VAGEM, ESPÉCIE MACARRÃO, CARACTERÍSTICAS ADICIONAIS EXTRA MARCA: SÍTIO TESCH ITEM DO PROCESSO: 00051 ITEM DE MATERIAL: 000258206 |
| GENEROS DE ALIMENTACAO | 70         | 3,75           | 262,50      | 70,00000 QUILOGRAMA VERDURA IN NATURA, TIPO COUVE, ESPÉCIE COMUM/MANTEIGA MARCA: SÍTIO TESCH ITEM DO PROCESSO: 00033 ITEM DE MATERIAL: 000256113                            |
| GENEROS DE ALIMENTACAO | 20         | 3,71           | 74,20       | 20,00000 QUILOGRAMA LEGUME IN NATURA, TIPO PIMENTÃO, ESPÉCIE VERDE MARCA: SÍTIO TESCH ITEM DO PROCESSO: 00042 ITEM DE MATERIAL: 000228762                                   |
| GENEROS DE ALIMENTACAO | 270        | 3,40           | 918,00      | 270,00000 QUILOGRAMA FRUTA IN NATURA, TIPO MAÇÃ, ESPÉCIE NACIONAL, APLICAÇÃO ALIMENTAR MARCA: SÍTIO TESCH ITEM DO PROCESSO: 00007 ITEM DE MATERIAL: 000274417               |
| GENEROS DE ALIMENTACAO | 18         | 3,30           | 59,40       | 18,00000 QUILOGRAMA VERDURA IN NATURA, TIPO SALSA, ESPÉCIE COMUM MARCA: SÍTIO TESCH ITEM DO PROCESSO: 00049 ITEM DE MATERIAL: 000226253                                     |
| GENEROS DE ALIMENTACAO | 140        | 3,00           | 420,00      | 140,00000 QUILOGRAMA LEGUME IN NATURA CEBOLA BRANCA MÉDIA NACIONAL, PÉRA PE MARCA: SÍTIO TESCH ITEM DO PROCESSO: 00026 ITEM DE MATERIAL: 000058076                          |
| GENEROS DE ALIMENTACAO | 360        | 2,95           | 1.062,00    | 360,00000 DUZIA OVO, TAMANHO MÉDIO, ORIGEM GALINHA, CARACTERÍSTICAS ADICIONAIS BRANCO MARCA: SÍTIO TESCH ITEM DO PROCESSO: 00052 ITEM DE MATERIAL: 000236607                |
| GENEROS DE ALIMENTACAO | 100        | 2,80           | 280,00      | 100,00000 QUILOGRAMA LEGUME IN NATURA, TIPO BATATA INGLESA, ESPÉCIE LISA, NÃO LAVADA MARCA: SÍTIO TESCH ITEM DO PROCESSO: 00022 ITEM DE MATERIAL: 000228445                 |
| GENEROS DE ALIMENTACAO | 180        | 2,70           | 486,00      | 180,00000 QUILOGRAMA LEGUME IN NATURA, TIPO CENOURA, CARACTERÍSTICAS ADICIONAIS EXTRA MARCA: SÍTIO TESCH ITEM DO PROCESSO: 00028 ITEM DE MATERIAL: 000279322                |

Figura 6. Fragmento de uma Nota de Empenho extraída a partir do Portal da Transparência<sup>1</sup>

<sup>1</sup><http://www.portaltransparencia.gov.br/despesas/empenho/153048152252016NE800027?ordenarPor=fase&direcao=desc>

### 2.2.2 Liquidação

Após devidamente empenhada, a despesa pública passa para o estágio de liquidação, em que é verificado objetivamente o cumprimento do contrato pelo credor. Ou seja, ao receber do credor um documento (p. ex. nota fiscal) que, à princípio, quita a obrigação dele (credor) com a administração pública, o ente público (unidade gestora) fiscaliza se a entrega dos materiais/bens, a prestação dos serviços ou a obra foi realizada adequadamente (conforme estabelecido pelo contrato) pelo credor.

Portanto, o objetivo da liquidação é evitar o pagamento indevido ao credor, ou seja, sem que o mesmo tenha cumprido as condições previstas no contrato. Dessa forma, somente quando o credor entrega corretamente os itens empenhados (a entrega pode ser parcial, ou seja, serem realizadas várias liquidações para um mesmo empenho), assim como o documento fiscal, a unidade gestora procede a liquidação daqueles itens, registrando as informações em uma Nota de Lançamento de Sistema (TESOURO NACIONAL, 2016b). A **Figura 7** apresenta um fragmento de uma Nota de Lançamento de Sistema extraída do Portal da Transparência, servindo para exemplificar como são registradas as informações de uma liquidação, relacionando-a a um empenho (poderia ser relacionada a mais de um empenho).

#### Detalhamento do documento de Liquidação

| Nº do documento                                       | Data                                   | Fase                             | Descrição                          |                               |
|---|--|----------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|
| 2016NS000041  | 29/01/2016                             | LIQUIDAÇÃO                       | NOTA DE LANÇAMENTO DE SISTEMA (NS) |                               |
| <b>Observação do documento</b><br>PAGAMENTO NF 10223. |  |                                  |                                    |                               |
| <b>DADOS DO FAVORECIDO</b>                            |  |                                  |                                    |                               |
| CPF/CNPJ/Outros                                       | Nome                                   |                                  |                                    |                               |
| 10.518.100/0001-68                                    | EMERSON JOSE TESCH                     |                                  |                                    |                               |
| <b>DADOS DO ÓRGÃO LIQUIDANTE</b>                      |  |                                  |                                    |                               |
| Órgão Superior  | Órgão / Entidade Vinculada             | Unidade Gestora                  |                                    |                               |
| 26000   | 26234                                  | 153048                           |                                    |                               |
| MINISTERIO DA EDUCACAO                                | UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPIRITO SANTO | RESTAURANTE CENTRAL DA UFES      |                                    |                               |
| <b>EMPENHOS IMPACTADOS</b>                            |  |                                  |                                    |                               |
| EMPENHO   | VALOR LIQUIDADO                        | VALOR INSCRITO EM RESTOS A PAGAR | VALOR DE RESTOS A PAGAR CANCELADOS | VALOR DE RESTOS A PAGAR PAGOS |
| 2016NE800027  | 1.262,52                               | 0,00                             | 0,00                               | 0,00                          |

**Figura 7. Fragmento de uma Nota de Lançamento de Sistema extraída a partir do Portal da Transparência<sup>1</sup>**

### 2.2.3 Pagamento

O pagamento, último estágio da execução da despesa, só pode ser efetuado após a regular liquidação da despesa, consistindo no efetivo repasse de numerário ao credor, o que extingue a obrigação do ente público com o mesmo. Esse procedimento é efetuado comumente

<sup>1</sup><http://www.portaltransparencia.gov.br/despesas/liquidacao/153048152252016NS000041?ordenarPor=fase&direcao=desc>

através de crédito em conta bancária (após serem retidos os tributos devidos), sendo registrado em Ordem Bancária que tenha como favorecido o credor do empenho e liquidação (TESOURO NACIONAL, 2016b). A seguir são apresentadas figuras que exemplificam os registros de dois tipos de pagamentos extraídos do Portal da Transparência: **Figura 8** - o registro de pagamento dos tributos retidos referentes a uma nota fiscal previamente liquidada (Documento de Arrecadação Federal); **Figura 9** – o registro de pagamento ao credor referente àquela mesma nota fiscal (Ordem Bancária).

| Detalhamento do documento de Pagamento                            |   |                                       |                           |                      |
|---|---|---------------------------------------|---------------------------|----------------------|
| Nº do documento   | Data  | Descrição                             |                           |                      |
| 2016DF800107  | 03/02/2016                                      | DOCUMENTO DE ARRECAÇÃO FEDERAL (DARF) |                           |                      |
| Fase  | Tipo de documento                               | Valor do documento                    |                           |                      |
| PAGAMENTO   | NÃO SE APLICA                                   | R\$ 27,78                             |                           |                      |
| Observação do documento   |   |                                       |                           |                      |
| RETENCAO CONFORME IN RFB 1234/2012. REFERENTE PAGAMENTO NF 10223. |   |                                       |                           |                      |
| DADOS DO FAVORECIDO   |   |                                       |                           |                      |
| CPF/CNPJ/Outros   | Nome  |                                       |                           |                      |
| 10.518.100/0001-68  | EMERSON JOSE TESCH                              |                                       |                           |                      |
| DADOS DO ÓRGÃO PAGADOR  |   |                                       |                           |                      |
| Órgão Superior  | Órgão / Entidade Vinculada                      | Unidade Gestora                       |                           |                      |
| 26000<br>MINISTERIO DA EDUCACAO                                   | 26234<br>UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPIRITO SANTO | 153048<br>RESTAURANTE CENTRAL DA UFES |                           |                      |
| EMPENHOS IMPACTADOS   |   |                                       |                           |                      |
| EMPENHO   | PAGO  | INSCRITO EM RESTOS A PAGAR            | RESTOS A PAGAR CANCELADOS | RESTOS A PAGAR PAGOS |
| 2016NE800027  | 27,78   | 0,00                                  | 0,00                      | 0,00                 |

**Figura 8. Fragmento de um Documento de Arrecadação Federal extraído a partir do Portal da Transparência<sup>1</sup>**

<sup>1</sup><http://www.portaltransparencia.gov.br/despesas/pagamento/153048152252016DF800107?ordenarPor=fase&direcao=desc>

| Detalhamento do documento de Pagamento            |   |  |
|---|---|--|
| Nº do documento<br>2016OB800208                   | Data<br>03/02/2016  | Descrição<br>ORDEM BANCÁRIA (OB)                         |
| Fase<br>PAGAMENTO                                 | Tipo de documento<br>OBC/OBB PARA TERCEIROS EM OUTROS BANCOS                  | Valor do documento<br>R\$ 1.234,74                       |
| Observação do documento<br>PAGAMENTO NF 10223.    |   |  |
| DADOS DO FAVORECIDO                               |   |  |
| CPF/CNPJ/Outros<br>10.518.100/0001-68             | Nome<br>EMERSON JOSE TESCH  |  |
| DADOS DO ÓRGÃO PAGADOR                            |   |  |
| Órgão Superior<br>26000<br>MINISTERIO DA EDUCACAO | Órgão / Entidade Vinculada<br>26234<br>UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPIRITO SANTO | Unidade Gestora<br>153048<br>RESTAURANTE CENTRAL DA UFES |
| DOCUMENTOS RELACIONADOS                           |   |  |
| BAIXAR  |   |  |
| DATA  | FASE  | DOCUMENTO RESUMIDO                                       |
| 07/01/2016  | EMPENHO   | 2016NE800027   |

Figura 9. Fragmento de uma Ordem Bancária extraída a partir do Portal da Transparência<sup>1</sup>

## Referências

- AALST, W. M. P. Van der. **Process Mining: Discovery, Conformance and Enhancement of Business Processes**. 1. ed. Berlin: Springer Berlin Heidelberg, 2011.
- ABBÈS, S. Ben et al. Characterizing modular ontologies. In: 7TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON FORMAL ONTOLOGIES IN INFORMATION SYSTEMS - FOIS 2012, **Anais...** : CEUR Workshop Proceedings, 2012.
- APARICIO, J. M. L. **Ontology View : a new sub-ontology extraction method**. 2015. UFRGS, [s. l.], 2015. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/119251>>
- ARAÚJO, L. S. de O. et al. Uma Ontologia das Classificações da Despesa do Orçamento Federal. In: (A. Malucelli, M. Bax, Eds.)PROCEEDINGS OF ONTOBRAS 2012, Recife, Brazil. **Anais...** Recife, Brazil: CEUR Workshop Proceedings, 2012. Disponível em: <[http://ceur-ws.org/Vol-938/ontobras-most2012\\_paper30.pdf](http://ceur-ws.org/Vol-938/ontobras-most2012_paper30.pdf)>
- BANAEIJAHROMI, N.; SMOLANDER, K. What do we know about the role of enterprise architecture in enterprise integration? A systematic mapping study. **Journal of Enterprise Information Management**, [s. l.], v. 29, n. 1, p. 140–164, 2016. Disponível em: <<http://www.emeraldinsight.com/doi/10.1108/JEIM-12-2014-0114>>
- BAX, M. P. Design Science: Filosofia Da Pesquisa Em Ciência Da Informação E Tecnologia. In: XV ENANCIB 2014, **Anais...** [s.l: s.n.]
- BEYER, M. et al. Towards a Flexible , Process-Oriented IT Architecture for an Integrated Healthcare Network. [s. l.], p. 264–271, 2004.
- BITENCOURT, A. S.; PAIVA, D.; CAGNIN, M. I. Requirements Elicitation from Business Process Model in BPMN: A Systematic Review. In: XII BRAZILIAN SYMPOSIUM ON INFORMATION SYSTEMS - BRAZILIAN COMPUTER SOCIETY 2016, Florianópolis - SC. **Anais...** Florianópolis - SC: ACM Digital Library, 2016.
- BRESCIANI, P. et al. Tropos: An agent-oriented software development methodology. **Autonomous**

<sup>1</sup><http://www.portaltransparencia.gov.br/despesas/pagamento/153048152252016OB800208?ordenarPor=fase&direcao=desc>

- Agents and Multi-Agent Systems**, [s. l.], v. 8, n. 3, p. 203–236, 2004.
- BUKSH, Z. A. **BPMN Plus : A Modelling Language for Unstructured Business Processes**. 2015. University of Twente, [s. l.], 2015.
- CÂMARA DOS DEPUTADOS. **LOA 2016 - Redação Final - Portal da Câmara dos Deputados**. 2016.
- CARVALHO, V. A.; ALMEIDA, J. P. A. A Semantic Foundation for Organizational Structures: A Multi-level Approach. In: PROCEEDINGS - IEEE INTERNATIONAL ENTERPRISE DISTRIBUTED OBJECT COMPUTING WORKSHOP, EDOCW 2015, **Anais...** [s.l: s.n.]
- CERQUEIRA, D. Mapa dos Homicídios Ocultos no Brasil. **Texto para Discussão**, [s. l.], n. 1884, p. 1–64, 2014. Disponível em: <[http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td\\_1848.pdf](http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td_1848.pdf)>
- CERQUEIRA, L. D. et al. Process Integration in Semantic Enterprise Application Integration: A Systematic Mapping. In: ONTOBRAS 2016, **Anais...** [s.l: s.n.] Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/Ricardo\\_Falbo/publication/310605465\\_Process\\_Integration\\_in\\_Semantic\\_Enterprise\\_Application\\_Integration\\_a\\_Systematic\\_Mapping/links/5835e39208ae74bb3aa25d14.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Ricardo_Falbo/publication/310605465_Process_Integration_in_Semantic_Enterprise_Application_Integration_a_Systematic_Mapping/links/5835e39208ae74bb3aa25d14.pdf)>. Acesso em: 25 jul. 2019.
- CHEN, D.; DOUMEINGTS, G.; VERNADAT, F. Architectures for enterprise integration and interoperability: Past, present and future. **Computers in Industry**, [s. l.], v. 59, n. 7, p. 647–659, 2008.
- COŞKUNÇAY, A. et al. PROMPTUM Toolset: Tool Support for Integrated Ontologies and Process Models. In: BPM 2016 - BUSINESS PROCESS MANAGEMENT WORKSHOPS 2016, Cham. **Anais...** Cham: Springer, 2016. Disponível em: <[http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-58457-7\\_7](http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-58457-7_7)>
- D'AQUIN, M.; GANGEMI, A. Is there beauty in ontologies? **Applied Ontology**, [s. l.], v. 6, n. 3, p. 165–175, 2011.
- D'AQUIN, M. et al. Ontology Modularization for Knowledge Selection: Experiments and Evaluations. In: DATABASE AND EXPERT SYSTEMS APPLICATIONS 2007, **Anais...** : Springer Berlin Heidelberg, 2007. Disponível em: <<http://oro.open.ac.uk/15581/>>
- DAVENPORT, T. H. **Reengenharia de processos: como inovar na empresa através da tecnologia da informação**. 5. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1994.
- DAVIS, F. D. Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. **MIS Quarterly**, [s. l.], v. 13, n. 3, p. 319–340, 1989. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/249008?origin=crossref>>
- DEMIRÖRS, O.; GENÇEL, Ç.; TARHAN, A. Utilizing Business Process Models for Requirements Elicitation. **Euromicro**, [s. l.], p. 1–4, 2003. Disponível em: <<http://portal.acm.org/citation.cfm?id=942796.943255>>
- DETONI, A. A. et al. Where Enterprise Architecture and Early Ontology Engineering Meet: A Case Study in the Public Security Domain. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON FORMAL ONTOLOGIES MEET INDUSTRY 2017 (FOMI), JOINT ONTOLOGY WORKSHOPS (JOWO) 2017a, Bozen-Bolzano. **Anais...** Bozen-Bolzano: CEUR Workshop Proceedings, 2017.
- DETONI, A. A. et al. Exploring the Role of Enterprise Architecture Models in the Modularization of an Ontology Network: A Case in the Public Security Domain. In: 9TH INTERNATIONAL WORKSHOP ON VOCABULARIES, ONTOLOGIES AND RULES FOR THE ENTERPRISE (VORTE 2017), EDOC CONFERENCE 2017b, Québec, Canada. **Anais...** Québec, Canada
- DIAMANTINI, C. et al. Discovering behavioural patterns in knowledge-intensive collaborative processes. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON NEW FRONTIERS IN MINING COMPLEX PATTERN 2014, Cham. **Anais...** Cham: Springer International Publishing, 2014.
- FALBO, R. A. et al. Organizing ontology design patterns as ontology pattern languages. In: LECTURE NOTES IN COMPUTER SCIENCE (INCLUDING SUBSERIES LECTURE NOTES IN ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND LECTURE NOTES IN BIOINFORMATICS) 2013, **Anais...** [s.l: s.n.]

- FALBO, R. A. SABiO: Systematic approach for building ontologies. In: CEUR WORKSHOP PROCEEDINGS 2014, **Anais...** [s.l: s.n.]
- FERNANDES, P. C. B.; GUIZZARDI, R. S. S.; GUIZZARDI, G. Using Goal Modeling to Capture Competency Questions in Ontology-based Systems. **Journal of Information and Data Management**, [s. l.], v. 2, n. 3, p. 527, 2011. Disponível em: <<http://seer.lcc.ufmg.br/index.php/jidm/article/view/145>>
- FERNÁNDEZ-LÓPEZ, M.; GÓMEZ-PÉREZ, A.; JURISTO, N. Methontology: from ontological art towards ontological engineering. **AAAI Technical Report**, [s. l.], v. SS-97-06, p. 33–40, 1997. Disponível em: <<http://ai2-s2-pdfs.s3.amazonaws.com/68fa/d5eb18749f1495bb4ecbe7ae5a1d99f33699.pdf>>
- FONSECA, L. B. R. et al. Uma Proposta de Ontologia de Referência para Autorização Orçamentária e Execução da Despesa Pública. **Proceedings of the IX ONTOBRAS Brazilian Ontology Research Seminar**, Curitiba - Brasil, v. 1862, p. 210–215, 2016. Disponível em: <<http://ceur-ws.org/Vol-1862/paper-22.pdf>>
- GADELHA, S. R. de B. **Introdução ao Orçamento Público**: Entendendo o Orçamento Público. Brasília. Disponível em: <[http://repositorio.enap.gov.br/bitstream/1/3167/1/Modulo\\_1\\_-\\_Entendendo\\_o\\_Orcamento\\_Publico.pdf](http://repositorio.enap.gov.br/bitstream/1/3167/1/Modulo_1_-_Entendendo_o_Orcamento_Publico.pdf)>.
- GAILLY, F.; CASTELEYN, S.; ALKHALDI, N. On the Symbiosis between Enterprise Modelling and Ontology Engineering. In: ER 2013 - INTERNATIONAL CONFERENCE ON CONCEPTUAL MODELING 2013, Berlin, Heidelberg. **Anais...** Berlin, Heidelberg: Springer, 2013. Disponível em: <[http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-41924-9\\_42](http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-41924-9_42)>
- GANGEMI, A. et al. Sweetening ontologies with DOLCE. **Knowledge Engineering and Knowledge Management: Ontologies and the Semantic Web, Lecture Notes in Computer Science**, [s. l.], v. 2473, p. 223–233, 2002. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1007/3-540-45810-7\\_18](http://dx.doi.org/10.1007/3-540-45810-7_18)>
- GIACOMONI, J. **Orçamento Público**. 15ª ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- GOOSSENAERTS, J. B. M. et al. Formal Ontology for Participative Simulation. In: IFIP 2000, DIISM 2000: GLOBAL ENGINEERING, MANUFACTURING AND ENTERPRISE NETWORKS 2001, Boston, MA. **Anais...** Boston, MA: Springer US, 2001. Disponível em: <[http://link.springer.com/10.1007/978-0-387-35412-5\\_42](http://link.springer.com/10.1007/978-0-387-35412-5_42)>
- GUARINO, N. Formal Ontology and Information Systems. **Proceedings of the first international conference**, [s. l.], n. June, p. 3–15, 1998. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.29.1776&rep=rep1&type=pdf>>
- GUARINO, N.; OBERLE, D.; STAAB, S. What is an Ontology? In: **Handbook on Ontologies**. [s.l: s.n.]. p. 1–17.
- GUIJARRO, L. Interoperability frameworks and enterprise architectures in e-government initiatives in Europe and the United States. [s. l.], v. 24, p. 89–101, 2007.
- GUIZZARDI, G. **Ontological Foundations for Structural Conceptual Model**. [s.l: s.n.]. v. 015 Disponível em: <<http://doc.utwente.nl/50826>>
- GUIZZARDI, G. On Ontology, ontologies, Conceptualizations, Modeling Languages, and (Meta)Models. **Frontiers in Artificial Intelligence and Applications, Databases and Information Systems IV. IOS Press, Amsterdam.**, [s. l.], v. 155, n. August, p. 18–39, 2007.
- GUIZZARDI, G. et al. Towards ontological foundations for the conceptual modeling of events. In: LECTURE NOTES IN COMPUTER SCIENCE (INCLUDING SUBSERIES LECTURE NOTES IN ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND LECTURE NOTES IN BIOINFORMATICS) 2013, **Anais...** [s.l: s.n.]
- GUIZZARDI, G.; FALBO, R.; GUIZZARDI, R. S. S. Grounding Software Domain Ontologies in the Unified Foundational Ontology ( UFO ): The case of the ODE Software Process Ontology. **CibSE**, [s. l.], n. i, p. 127–140, 2008.
- HAAV, H.-M. A Practical Methodology for Development of a Network of e-Government Domain Ontologies. In: BUILDING THE E-WORLD ECOSYSTEM: 11TH IFIP WG 6.11

- CONFERENCE ON E-BUSINESS, E-SERVICES, AND E-SOCIETY, 2011, Kaunas. **Anais...** Kaunas: Springer, 2011. Disponível em: <[http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-27260-8\\_1](http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-27260-8_1)>
- HEVNER, A. R. et al. Design Science in information systems research. **MIS Quarterly**, [s. l.], v. 28, n. 1, p. 75–105, 2004.
- HEVNER, A. R. A Three Cycle View of Design Science Research. **Scandinavian Journal of Information Systems**, [s. l.], v. 19, n. 2, p. 87–92, 2007.
- IZZA, S. **Integration of industrial information systems: From syntactic to semantic integration approaches**. [s.l.] : Taylor & Francis, 2009. v. 3
- KHAN, Z. C.; KEET, C. M. An empirically-based framework for ontology modularization. **Applied Ontology**, [s. l.], v. 10, n. 3–4, p. 171–195, 2015.
- KITCHENHAM, B. A.; CHARTERS, S. **Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering**. Keele. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.117.471&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 4 ago. 2019.
- KONEV, B. et al. Formal properties of modularisation. In: LECTURE NOTES IN COMPUTER SCIENCE 2009, **Anais...** [s.l: s.n.]
- KOTLER, P.; ARMSTRONG, G. **Principles of Marketing**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<http://www.amazon.com/dp/0139570020>>
- LANKHORST, M. et al. **Enterprise Architecture at Work: Modeling, Communication and Analysis**. 3. ed. Berlin, Heidelberg: Springer, 2013. Disponível em: <[http://ealab.iaun.ac.ir/images/eadocs/EA Books/Enterprise\\_Architecture\\_at\\_Work\(2013\).pdf](http://ealab.iaun.ac.ir/images/eadocs/EA Books/Enterprise_Architecture_at_Work(2013).pdf)>
- LOEBE, F. Requirements for logical modules. In: CEUR WORKSHOP PROCEEDINGS 2006, **Anais...** [s.l: s.n.]
- MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO DESENVOLVIMENTO E GESTÃO. **MTO 2016 - Manual Técnico do Orçamento**. 2016.
- MUTHAIYAH, S.; KERSCHBERG, L. Achieving interoperability in e-government services with two modes of semantic bridging: SRS and SWRL. **Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research**, [s. l.], v. 3, n. 3, p. 52–63, 2008.
- NARDI, J. C.; FALBO, R. A.; ALMEIDA, J. P. A. A panorama of the semantic EAI initiatives and the adoption of ontologies by these initiatives. In: 5TH INTERNATIONAL IFIP WORKING CONFERENCE ON ENTERPRISE INTEROPERABILITY (IWEI 2013) 2013, Berlin, Heidelberg. **Anais...** Berlin, Heidelberg: Springer, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-36796-0-17>>
- NICOLA, A.; MISSIKOFF, M.; NAVIGLI, R. A Proposal for a Unified Process for Ontology Building: UPON. In: DEXA 2005: PROCEEDINGS OF THE 16TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON DATABASE AND EXPERT SYSTEMS APPLICATIONS 2005, **Anais...** [s.l: s.n.] Disponível em: <[http://link.springer.com/chapter/10.1007/11546924\\_64](http://link.springer.com/chapter/10.1007/11546924_64)>
- O'BRIEN, J. A.; MARAKAS, G. M. **Administração de sistemas de informação**. 15. ed. Porto Alegre: Mc-Graw Hill, 2012.
- OBRST, L. Ontologies for Semantically Interoperable Systems. In: XII ACM INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION AND KNOWLEDGE MANAGEMENT (CIKM 2003) 2003, New Orleans, LA. **Anais...** New Orleans, LA: ACM Press, 2003.
- OBRST, L. Ontological Architectures. In: POLI, R.; HEALY, M.; KAMEAS, A. (Eds.). **Theory and Applications of Ontology: Computer Applications**. Dordrecht: Springer Netherlands, 2010. p. 27–66.
- PANETTO, H.; JARDIM-GONCALVES, R.; MOLINA, A. Enterprise Integration and Networking: Theory and practice. **Annual Reviews in Control**, [s. l.], v. 36, n. 2, p. 284–290, 2012. Disponível em: <[https://hal.archives-ouvertes.fr/file/index/docid/733103/filename/Panetto\\_Goncalves\\_Molina\\_ARC\\_2012.pdf442](https://hal.archives-ouvertes.fr/file/index/docid/733103/filename/Panetto_Goncalves_Molina_ARC_2012.pdf442)>

- PANETTO, H.; WHITMAN, L. Knowledge engineering for enterprise integration, interoperability and networking: Theory and applications. **Data & Knowledge Engineering**, [s. l.], v. 105, p. 1–4, 2016. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0169023X16300246>>
- PERISTERAS, V.; TARABANIS, K.; GOUDOS, S. K. Model-driven eGovernment interoperability: A review of the state of the art. **Computer Standards and Interfaces**, [s. l.], v. 31, n. 4, p. 613–628, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.csi.2008.09.034>>
- RAY, D. A critical survey of selected government interoperability frameworks. [s. l.], 2011.
- RUY, F. B. et al. SEON: A software engineering ontology network. In: LECTURE NOTES IN COMPUTER SCIENCE 2016, Bologna, Italy. **Anais...** Bologna, Italy: Springer International Publishing, 2016.
- SANDKUHL, K. et al. Ontology-Driven Enterprise Modelling in Practice: Experiences from Industrial Cases. In: CAISE 2015: ADVANCED INFORMATION SYSTEMS ENGINEERING WORKSHOPS 2015, Cham. **Anais...** Cham: Springer, 2015. Disponível em: <[http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-19243-7\\_21](http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-19243-7_21)>
- SANTOS JR, P. S. **Uma abordagem de desenvolvimento baseada em modelos organizacionais de TI: da semântica ao desenvolvimento de sistemas**. 2009. UFES, [s. l.], 2009. Disponível em: <[https://nemo.inf.ufes.br/wp-content/papercite-data/pdf/uma\\_abordagem\\_de\\_desenvolvimento\\_baseada\\_em\\_modelos\\_de\\_arquitetura\\_organizacional\\_de\\_ti\\_da\\_semantica\\_ao\\_desenvolvimento\\_de\\_sistemas\\_2009.pdf](https://nemo.inf.ufes.br/wp-content/papercite-data/pdf/uma_abordagem_de_desenvolvimento_baseada_em_modelos_de_arquitetura_organizacional_de_ti_da_semantica_ao_desenvolvimento_de_sistemas_2009.pdf)>
- SCHERP, A. et al. Designing core ontologies. **Applied Ontology**, [s. l.], v. 6, n. 3, p. 177–221, 2011.
- SCHLICHT, A.; STUCKENSCHMIDT, H. Towards structural criteria for ontology modularization. In: 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON MODULAR ONTOLOGIES 2006, **Anais...** : CEUR Workshop Proceedings, 2006.
- SCHOLL, H. J. et al. Process integration, information sharing, and system interoperation in government: A comparative case analysis. **Government Information Quarterly**, [s. l.], v. 29, n. 3, p. 313–323, 2012. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0740624X12000329>>
- SCHUTT, R. K. Investigating the Social World: The Process and Practice of Research. **The Process and Practice of Research Seventh Edition**, [s. l.], n. 4853, p. 148–189, 2011.
- SENADO FEDERAL. **Portal do Orçamento - Senado Federal - Glossário**. 2016.
- SUÁREZ-FIGUEROA, M. C. et al. **Ontology Engineering in a Networked World**. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2012. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-24794-1>>
- TESOURO NACIONAL. **Tesouro Nacional - Glossário**. 2016a.
- TESOURO NACIONAL. **Tesouro Nacional - Execução Orçamentária**. 2016b.
- THE OPEN GROUP. **ArchiMate 3.0.1 Specification**. 2017. Disponível em: <<http://pubs.opengroup.org/architecture/archimate3-doc/>>.
- USCHOLD, M.; GRUNINGER, M. Ontologies: Principles, methods and applications. **The Knowledge Engineering Review**, [s. l.], v. 11, n. 2, p. 93–136, 1996. Disponível em: <<http://www.aiai.ed.ac.uk/publications/documents/1996/96-ker-intro-ontologies.pdf>>
- VENKATESH, V. et al. User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View. **MIS Quarterly**, [s. l.], v. 27, n. 3, p. 425–478, 2003. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/10.2307/30036540>>
- WOHLIN, C. et al. **Experimentation in Software Engineering**. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2012. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-29044-2>>
- YANUARIFIANI, A. P.; WIBOWO, Y. F. A.; LAKSITOWENING, K. A. Building Domain Ontology from Semi-formal Modelling Language: Business Process Model and Notation (BPMN). In: ICON EEI 2018: 2ND INTERNATIONAL CONFERENCE ON ELECTRICAL ENGINEERING AND INFORMATICS 2018, Batam, Indonesia.
- YIN, R. K. **Case Study Research: Design and Methods**. 5. ed. [s.l: s.n.].

# APÊNDICE G

## Manual de EARly-OE: Uma Abordagem para as Atividades Iniciais de Engenharia de Ontologias Apoiada em Modelos de Arquitetura Organizacional

### 1 Visão Geral

A abordagem EARly-OE (*Enterprise Architecture-driven early Ontology Engineering*), apresentada neste manual, trata particularmente das atividades iniciais de Engenharia de Ontologias (*early Ontology Engineering*) apoiadas em modelos de Arquitetura Organizacional (*Enterprise Architecture* – EA). Neste manual é utilizado o termo “concepção” para designar essas atividades iniciais de EO, contemplando a definição dos usos pretendidos, escopo e requisitos da ontologia, além de uma proposta inicial de modularização da ontologia já durante a sua concepção.

Mediante esse propósito, EARly-OE define um conjunto de diretrizes para apoiar atividades de concepção de ontologias em domínios ricos em processos estruturados, utilizando modelos de EA como recursos de conhecimento. Entenda-se um “domínio rico em processos estruturados” como aquele caracterizado por sua organização baseada em processos formados por atividades recorrentes e interdependentes. Sendo assim, as atividades que compõem processos estruturados geralmente apresentam relações de causalidade ou temporalidade entre si, estando associadas a alguma forma de controle do fluxo de execução e de fluxo de informação, além de estarem relacionadas às entidades (desempenhando algum papel social) responsáveis por executá-las. Portanto, tratam-se de contextos em que é possível extrair conhecimento sobre aquele domínio a partir dos modelos que capturam e descrevem os elementos que compõem seus processos estruturados. Sendo que, a criação e análise desses modelos geralmente utiliza uma linguagem que dê suporte adequado à representação de processos de negócio e das entidades associadas aos mesmos (p. ex. BPMN<sup>1</sup>, ArchiMate<sup>2</sup> etc.). Como exemplos desse tipo de domínio, podem ser citados o de e-Gov, Engenharia de Software e Manufatura.

EARly-OE baseia-se na premissa de que modelos de EA são recursos não ontológicos (RNOs<sup>3</sup>) que podem ser utilizados de forma sistemática em atividades de aquisição de conhecimento para dar suporte ao desenvolvimento de ontologias, facilitando a compreensão de domínios sociais complexos e ricos em processos estruturados. Essa ideia fundamenta-se nos trabalhos de (BANAEIJAHROMI & SMOLANDER, 2016; BEYER *et al.*, 2004; CHEN *et al.*, 2008; GUIJARRO, 2007; PANETTO &

---

<sup>1</sup> *Business Process Modeling Notation* - <http://www.bpmn.org/>

<sup>2</sup> <http://pubs.opengroup.org/architecture/archimate3-doc/toc.html>

<sup>3</sup> O conceito de RNO (*Non-Ontological Resource* – NOR) é definido em (SUÁREZ-FIGUEROA *et al.*, 2012), referindo-se a recursos de conhecimento utilizados em atividades de aquisição de conhecimento que dão suporte ao desenvolvimento de ontologias.

MOLINA, 2008), a partir dos quais entende-se que modelos de EA são comumente usados para proporcionar uma visão (e compreensão) mais ampla dos elementos que compõem contextos organizacionais, capturando seus aspectos estruturais, suas características funcionais, bem como a interação entre seus diversos componentes.

As diretrizes de EARly-OE orientam como engenheiros de ontologias podem usar elementos de modelos de EA, a fim de guiar a realização das seguintes atividades de concepção de ontologias:

- Identificação de especialistas de domínio e potenciais usuários da ontologia, que possam atuar como importantes fontes de conhecimento e validadores da ontologia;
- Seleção de recursos de conhecimento consolidado que são usados por uma comunidade específica e que tenham alcançado algum consenso entre os especialistas;
- Definição dos usos pretendidos para a ontologia, a fim de que a mesma esteja alinhada com os objetivos organizacionais;
- Identificação do escopo e elicitação de requisitos funcionais da ontologia, a fim de delimitar sua cobertura conceitual, por meio da definição de questões de competência (QCs);
- Particionamento da ontologia, refletindo aspectos processuais do domínio a ser representado.

## 2 Visão Geral de Processos Estruturados e Arquitetura Organizacional

Um processo é um procedimento que consiste em um conjunto de atividades ordenadas e inter-relacionadas a fim de produzir um determinado resultado, seja na forma de produto, serviço ou decisão (BUKSH, 2015). Este manual mantém o enfoque nos chamados processos de negócio (*business processes*), um conjunto estruturado e controlado de atividades projetadas para produzir um produto específico para um determinado cliente ou mercado, implicando em uma forte ênfase na forma como o trabalho é feito dentro de uma organização (DAVENPORT, 1994).

Domínios organizados a partir de um paradigma orientado a processos e cujos processos são classificados como estruturados<sup>1</sup> (domínios ricos em processos estruturados) estão muitas vezes inseridos em contextos extensos e complexos, demandando mecanismos que auxiliem na sua compreensão. Essas características vêm tornando cada vez mais usual a representação desse tipo de domínio por meio de uma linguagem que dê suporte à modelagem de processos de negócio, tal como ArchiMate, com o objetivo de auxiliar a análise, simulação, otimização e monitoramento do mesmo.

A modelagem de processos de negócio é, contudo, apenas parte de uma disciplina mais abrangente, a Arquitetura Organizacional (*Enterprise Architecture – EA*), principalmente quando se trata de processos em contextos organizacionais. Segundo Lankhorst (2013), a disciplina de EA vem se consolidando como um conjunto coerente de princípios, métodos e modelos que abrange o projeto,

---

<sup>1</sup> Processos de negócios estruturados são conjuntos de atividades ordenadas que são repetitivas e previsíveis.

implementação e gerenciamento de estruturas organizacionais, processos de negócio, sistemas de informação (SIs) e infraestrutura de uma organização. Dessa forma, modelos de EA são comumente usados para proporcionar uma visão (e compreensão) mais ampla dos elementos que compõem aqueles contextos organizacionais, capturando aspectos estruturais de uma organização, suas características e funcionalidades, bem como a interação dinâmica entre seus diversos componentes. Portanto, podem servir como recursos de conhecimento consolidado relevante para apoiar a aquisição de conhecimento para o desenvolvimento de modelos conceituais de referência sobre o domínio tratado.

## 2.1 Representação de Modelos de EA em ArchiMate

No presente manual são utilizados modelos de EA desenvolvidos em ArchiMate (THE OPEN GROUP, 2017), que compreende um *framework* e linguagem homônimos de modelagem visual para representar elementos de EA. Seu objetivo principal é promover a integração dos vários pontos de vista (*viewpoints*) da organização, permitindo a comunicação entre os *stakeholders* e a análise de vários aspectos da arquitetura organizacional (LANKHORST, 2013).

A Figura G.1 mostra uma visão parcial do *framework* de ArchiMate, indicando que os principais elementos gráficos providos por ArchiMate estão dispostos em três camadas arquiteturais sobrepostas, em que os elementos das camadas superiores utilizam serviços providos pelas inferiores: (i) Camada de Negócio (*Business Layer*) – descreve os produtos e serviços produzidos por meio de processos de negócio (*business processes*) executados por atores (*business actors*), os quais podem desempenhar diferentes papéis (*business roles*) ao executarem os processos; (ii) Camada de Aplicação (*Application Layer*) – descreve as aplicações de software que dão suporte aos elementos da camada de negócio; (iii) Camada de Tecnologia (*Technology Layer*) – descreve a infraestrutura tecnológica (p. ex., hardware e software para processamento, armazenamento e serviços de comunicação) necessária para executar as aplicações de software. Além dessas camadas, é mostrado o aspecto de Motivação, ortogonal às camadas, o qual captura e justifica por que a organização deseja fazer algo, quais objetivos pretende atingir e como ela planeja atingi-los. Os elementos de motivação indicam a razão subjacente aos elementos que compõem as camadas arquiteturais.



**Figura G.1. As três principais camadas e o aspecto de motivação do framework de ArchiMate - adaptado de (THE OPEN GROUP, 2017)**

As descrições dos elementos de modelagem de EA usados neste manual, assim como suas notações gráficas, estão baseadas na especificação ArchiMate disponível em (THE OPEN GROUP,

2017). Neste manual é contemplado um fragmento de ArchiMate, o qual é usado para exemplificar como os modelos de EA são usados em EARly-OE. Vale salientar que a opção por esse fragmento serve, inclusive, como forma de recomendar a utilização de alguns *viewpoints* específicos para aplicação da abordagem, assim como recomendar uma interpretação dos elementos e relações usados nos modelos, buscando melhorar sua precisão semântica.

Na aplicação das diretrizes prescritas em EARly-OE, propõe-se que sejam utilizados três tipos de *viewpoints* dos modelos de EA: (i) um *viewpoint* que aborda o aspecto motivacional, indicando as partes interessadas (*stakeholders*) no domínio tratado, os principais temas que motivam (*drivers*) tais *stakeholders* a definir seus objetivos (*goals*) e implementar as mudanças necessárias para atingi-los; (ii) um *viewpoint* composto por elementos das camadas de negócio, apresentando os processos de negócio (*business processes*) que existem naquele domínio, assim como os atores (*business actors*) e papéis (*business roles*) de negócio, suas atribuições para executar atividades em um ou vários processos e o fluxo de ativos de informação (*business objects*) entre os processos; (iii) um *viewpoint* mostrando as interrelações entre os elementos da camada de aplicação e da camada de negócio, ou seja, indicando como os SIs (componentes de aplicação - *application components* e objetos de dados - *data objects*) dão suporte informatizado (servem ou são usados) para os processos de negócio.

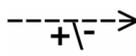
A seguir, são apresentados exemplos para cada um dos três tipos de *viewpoints*. Esses exemplos foram extraídos de um modelo de EA desenvolvido em um estudo de caso real, no qual foi desenvolvida uma ontologia a fim de tratar de problemas de interoperabilidade identificados em processos de crimes violentos no setor de segurança pública da esfera estadual. São apresentadas tabelas, antes de cada exemplo de *viewpoint*, propondo interpretações harmonizadas para os elementos e relações de ArchiMate de forma alinhada às suas respectivas definições pelo *The Open Group* (2017). Dessa forma, as descrições de cada tabela visam favorecer a compreensão dos *viewpoints* usados como exemplos, além de propiciar maior precisão semântica na interpretação dos modelos de EA. Esses exemplos de *viewpoints* são utilizados na Seção 3 deste manual (que apresenta as Diretrizes de EARly-OE) para demonstrar como os elementos de um modelo de EA são empregados em cada diretriz de EARly-OE.

### 2.1.1 Viewpoint sobre Aspecto Motivacional

O primeiro exemplo trata do *viewpoint* sobre o aspecto motivacional, indicando os *stakeholders* e os principais *drivers* e *goals* no contexto das agências que atuam no setor de segurança pública. Na Tabela G.1 estão listadas as descrições dos elementos e relações usados neste *viewpoint*.

**Tabela G.1. Descrição e notação de elementos e relações de ArchiMate para *viewpoint* sobre aspecto motivacional**

| Descrição | Notação |
|-----------|---------|
|-----------|---------|

|  |   |
|--|---|
| <b>Stakeholder</b> – representa o papel que um indivíduo, equipe ou organização desempenha, de acordo com seu interesse no resultado da arquitetura. Por exemplo, o “CEO”, o “Conselho Gestor” ou os “Clientes” de uma organização.  |    |
| <b>Driver</b> – representa uma condição externa ou interna que motiva uma organização a definir seus objetivos ( <i>goals</i> ) e implementar as mudanças necessárias para atingi-los. Por exemplo, “Faturamento”, “Satisfação do Cliente” ou “Concorrência Internacional”.  |    |
| <b>Assessment</b> – representa o resultado de uma análise do estado atual da organização com respeito a algum <i>Driver</i> , podendo revelar pontos fortes, fracos, oportunidades ou ameaças para alguma área de interesse. Por exemplo, “Prazo de entrega de produtos com alto índice de reclamação dos clientes”, ou “Redução de imposto de importação para produtos concorrentes”.                         |    |
| <b>Goal</b> – representa uma declaração de intenção, direção ou estado final desejado para uma organização e seus <i>stakeholders</i> . Por exemplo, “Aprimorar a logística de entrega”, ou “Reduzir margem de lucro de produtos”.   |    |
| <b>Composition</b> – relação indicando que uma entidade consiste (é composta) de um ou mais outros conceitos, sendo que a entidade-parte não pode existir sem a entidade-todo. Por exemplo, uma “Nota Fiscal” é composta por diversos “Itens da Nota”.   |    |
| <b>Influence</b> – relação usada para descrever que uma entidade influencia no alcance ou implementação de um elemento de motivação. Por exemplo, um <i>goal</i> que contribui positivamente no alcance de outro <i>goal</i> (p. ex. “Contratar novos funcionários” influencia positivamente para “Reduzir a carga de trabalho dos atuais funcionários”, mas influencia negativamente em “Reduzir os custos”). |    |
| <b>Association</b> – relação indeterminada entre entidades, ou que não seja representada por outra especificada em ArchiMate. Por exemplo, a relação que associa um <i>driver</i> a um <i>stakeholder</i> (p. ex. a “Lucratividade da empresa” tem como parte interessada os “Investidores”).  |  |

O exemplo do *viewpoint* abordando elementos do aspecto motivacional do modelo de EA é apresentado na Figura G.2, retratando o cenário do domínio de segurança pública. Pode-se observar que os *drivers* “Qualidade das Informações sobre Segurança Pública”, “Quantidade de Ocorrências de Crimes Violentos”, “Percepção de Segurança pela População” e “Custo Econômico da Violência” são temas que motivam os *stakeholders* “Governo do Estado”, “Agências de Segurança Pública” e “População” a adotarem ações relacionadas àqueles temas. Os *assessments* (p. ex. “Baixa qualidade nas informações criminais prejudica as decisões estratégicas do governo no combate à violência”) expressam resultados de análises a respeito dos *drivers*, sendo que os *assessment* podem ter relações de influência (*influence*) uns sobre os outros. A partir dos *assessments* são gerados *goals* (p. ex. “Melhorar a qualidade das informações sobre segurança pública”), que expressam a intenção dos *stakeholders* realizarem ações a fim de atingir os *goals* definidos. Assim como ocorre entre os *assessments*, os *goals* também podem influenciar uns aos outros.

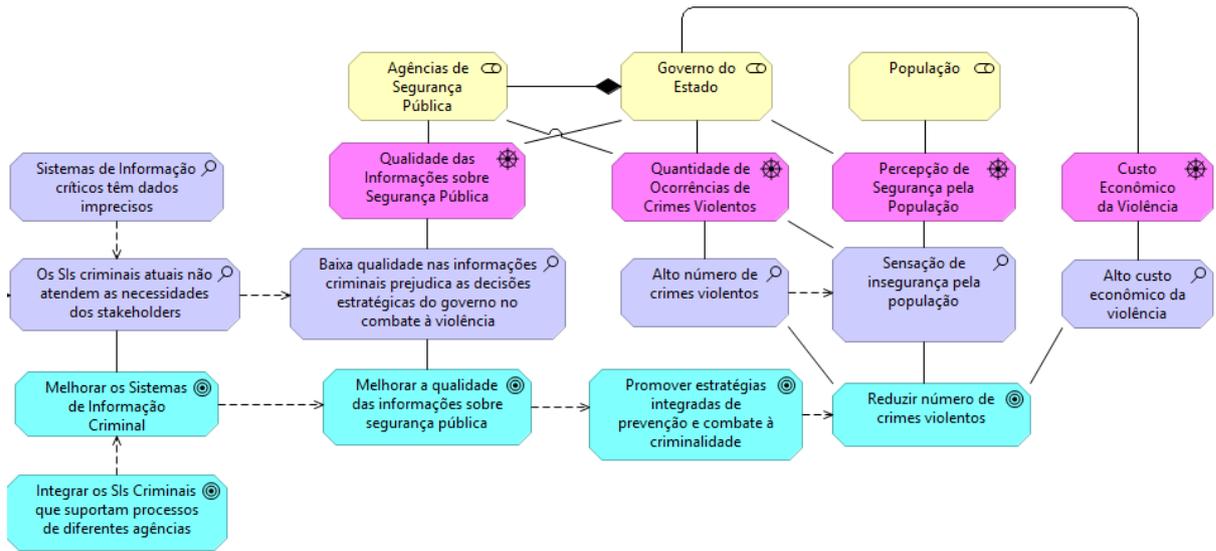


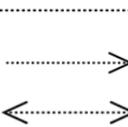
Figura G.2. Modelo de Motivação de EA sobre o Domínio de Segurança Pública

### 2.1.2 Viewpoint sobre Elementos de Negócio

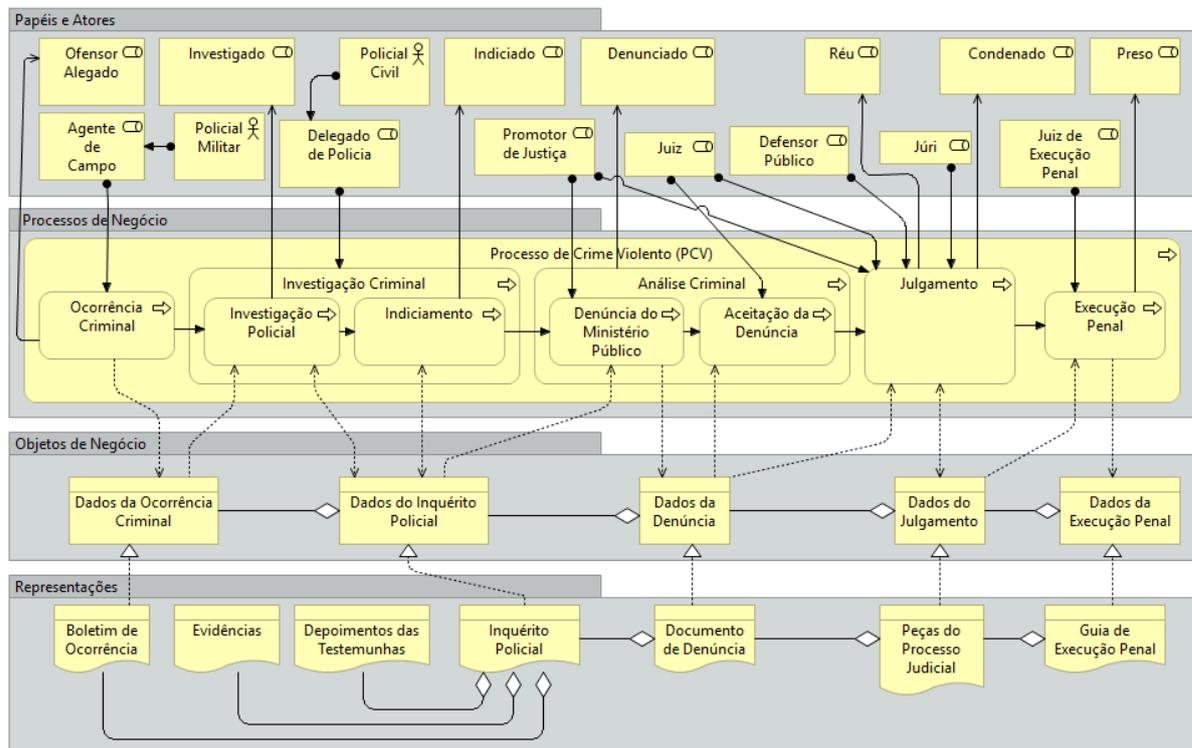
O segundo exemplo trata do *viewpoint* sobre os elementos de negócio, apresentando os processos de negócio (*business processes*) que compõem o “Processo de Crime Violento”, assim como os atores de negócio (*business actors*), papéis de negócio (*business roles*) e objetos de negócio (*business objects*) relacionados aos processos. A Tabela G.2 apresenta as descrições dos elementos e relações usados nesse *viewpoint*.

Tabela G.2. Descrição e notação de elementos e relações de ArchiMate para *viewpoint* sobre elementos de negócio

| Descrição   | Notação |
|---|---------|
| <b>Business actor</b> – entidade da organização capaz de executar um comportamento. De acordo com o comportamento apresentado por um ator de negócio, o mesmo pode estar relacionado a um ou mais papéis de negócio ( <i>business role</i> ). Por exemplo, “Cliente”, “Funcionário” e “Fornecedor”.   |         |
| <b>Business role</b> – representa a responsabilidade de executar um comportamento específico, para a qual um ator de negócio ( <i>business actor</i> ) pode estar designado, ou a parte que cabe a um ator desempenhar em uma determinada ação ou evento. Por exemplo, “Vendedor” pode ser um papel desempenhado por um “Funcionário”.  |         |
| <b>Business process</b> – representa uma sequência de comportamentos de negócio que alcança um resultado específico, tal como um conjunto definido de produtos ou serviços da organização. Por exemplo, os processos de negócio ( <i>business process</i> ) “Venda” e de “Admissão”.  |         |
| <b>Business object</b> – representa um conceito relevante a ser manipulado (criado, lido ou alterado) por processos de negócio dentro de um determinado domínio organizacional, tal como um ativo de informação. Podendo ser realizado por <i>representations</i> e/ou <i>data objects</i> . Por exemplo, um objeto de negócio ( <i>business object</i> ) “Nota Fiscal” pode ser criado por um processo de negócio “Venda” e registrada numa “Base de Dados de Vendas”. |         |

|   |   |
|---|---|
| <p><b>Representation</b> – uma forma perceptível da informação contida em um objeto de negócio. Um único objeto de negócio pode ter diferentes representações (<i>representations</i>), assim como uma única representação pode realizar um ou mais objetos de negócio. Uma representação em formato digital de um objeto de negócio pode ser modelada como um objeto de dado (<i>data object</i>). Por exemplo, um “Boleto Bancário” é uma forma de representar uma “Documento de Cobrança”.</p> |    |
| <p><b>Composition</b> – relação indicando que uma entidade consiste (é composta) de um ou mais outros conceitos, sendo que a entidade-parte não pode existir sem a entidade-todo. Por exemplo, uma “Nota Fiscal” é composta por diversos “Itens da Nota”.</p>   |    |
| <p><b>Aggregation</b> – relação indicando que uma entidade agrupa outros conceitos, sendo que a entidade-parte pode existir sem a entidade-todo. Por exemplo, um “Time” agrupa diversos “Jogadores”.</p>  |    |
| <p><b>Assignment</b> – relação que pode expressar a alocação de responsabilidade, o desempenho de comportamento ou execução de uma ação. Por exemplo, a execução de um <i>business process</i> é atribuída a um <i>business role</i> (p. ex. um “Vendedor” é responsável por executar uma “Venda”); ou o desempenho de um <i>business role</i> é atribuído a um <i>business actor</i> (p. ex. o papel de “Diretor de Vendas” é desempenhado por um “Funcionário”).</p>                            |    |
| <p><b>Realization</b> – relação indicando que uma entidade mais tangível desempenha um papel relevante na criação, obtenção, manutenção ou funcionamento de uma entidade mais abstrata. Por exemplo, uma <i>representation</i> é uma forma de realizar a informação contida em um <i>business object</i> (p. ex. uma “Nota Fiscal Eletrônica” é uma forma de realizar a entidade “Nota Fiscal”).</p>  |    |
| <p><b>Servng</b> – relação modelando que as funcionalidades de uma entidade são usadas para servir a outra entidade. Por exemplo, um <i>business process</i> serve um <i>business role</i> (p. ex. uma “Venda” é efetivada para um determinado “Cliente”).</p>  |  |
| <p><b>Access</b> – relação indicando que uma entidade "faz algo" (p. ex. cria, lê, modifica, disponibiliza) com um outro elemento. A seta, se presente, indica a direção do fluxo de informações. Por exemplo, um <i>business process</i> acessa as informações de um <i>business object</i> para ler, ou alterá-lo (p. ex. um processo de “Faturamento” cria um “Boleto de Cobrança”, enquanto um processo de “Cobrança” pode ler ou alterar os dados de um “Boleto de Cobrança”).</p>           |  |
| <p><b>Triggering</b> – relação que descreve uma relação de precedência temporal ou causal entre entidades em um processo. Por exemplo, o processo de “Envio de Cobrança” é precedido pela “Criação de Cobrança”.</p>  |  |
| <p><b>Specialization</b> – relação indicando que uma entidade é um tipo particular de outra mais genérica. Por exemplo, o processo de “Venda On-line” é uma especialização de “Venda”.</p>  |  |
| <p><b>Association</b> – relação que modela uma relação indeterminada entre entidades, ou que não seja representada por outra especificada em ArchiMate. Por exemplo, a relação que associa um <i>driver</i> a um <i>stakeholder</i> (p. ex. a “Lucratividade da empresa” tem como parte interessada os “Investidores”)</p>  |  |

O *viewpoint* tratado neste exemplo é mostrado na Figura G.3, retratando os processos de negócio seguidos pelas agências públicas para lidar atualmente com crimes violentos. Nele estão representados os subprocessos que formam o “Processo de Crime Violento”, a saber: “Ocorrência Criminal”, “Investigação Criminal” (formado pelos subprocessos “Investigação Policial” e “Indiciamento”), “Análise Criminal” (composto pela “Denúncia do Ministério Público” e “Aceitação da Denúncia”), “Julgamento” e “Execução Penal”), bem como são mostrados os *business objects* acessados por cada processo, os atores e papéis envolvidos na execução ou afetados pelos processos.



**Figura G.3. Modelo de EA sobre Processo de Crime Violento (PCV) – Camada de Negócio**

O “Processo de Crime Violento” (PCV), elemento principal do modelo, é um *business process* complexo, composto por outros *business processes*. Esses subprocessos do PCV são realizados por agentes de diversas agências públicas, como explicado a seguir. No subprocesso “Ocorrência Criminal”, um “Policial Militar” recebe uma solicitação e executa os procedimentos necessários para atendê-la. Em seguida, um “Agente de Campo” registra os “Dados da Ocorrência Criminal”, contendo informações sobre o incidente policial (p. ex. possível localização, horário, vítima), por meio do “Boletim de Ocorrência”. Sendo que as informações do “Boletim de Ocorrência” são uma parte do “Inquérito Policial”. Em seguida, a fim de determinar a autoria do suposto crime, um “Policial Civil”, estabelece um processo de “Investigação Criminal”, sendo composto por dois subprocessos: (i) o de “Investigação Policial” para coletar “Evidências” (p. ex. informações da cena do crime, necropsia e exame balístico) e “Depoimentos de Testemunhas” que são anexados ao “Inquérito Policial”; (ii) o de “Indiciamento”, o qual é baseado no “Inquérito Policial”, nos casos em que os detalhes apresentados nos “Dados do Inquérito Policial” forem suficientes para apontar os “Indiciados” pelo crime.

Posteriormente, o “Promotor de Justiça” analisa o “Inquérito Policial” e define se inaugura o processo de “Análise Criminal”, sendo iniciado com a “Denúncia do Ministério Público”, em que se registra um “Documento de Denúncia”, ou seja, uma acusação formal que torna o “Indiciado” um “Denunciado”. Em seguida, no subprocesso de “Aceitação da Denúncia”, o “Juiz” analisa o “Documento de Denúncia” e pode aceitá-lo, instaurando, assim, um processo de “Julgamento” na esfera judicial. Durante o “Julgamento”, o “Júri” analisa as alegações da acusação (conduzida pelo “Promotor de

Justiça”) contra o “Réu” e da sua defesa (conduzida por um “Defensor Público” ou “Advogado” particular), assim como os depoimentos das testemunhas e vítima(s), e então anuncia seu veredito.

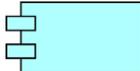
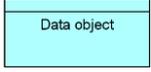
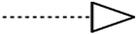
No caso do veredito de culpado, o “Juiz” pronuncia a condenação impondo uma penalidade ao agora “Condenado”. Depois disso, o processo de “Execução Penal” é iniciado e a parte culpada (i.e., o “Preso”) precisa cumprir a pena que lhe foi imposta.

Vale notar que os *business objects* “Descrição da Ocorrência Criminal”, “Dados do Inquérito Policial”, “Dados da Denúncia”, “Dados do Julgamento” e “Dados da Execução Penal” representam as informações acessadas (e alteradas) pelos *business processes* e armazenadas nos objetos físicos relacionados (*representations*).

### 2.1.3 Viewpoint sobre Relações entre as Camadas de Aplicação e de Negócio

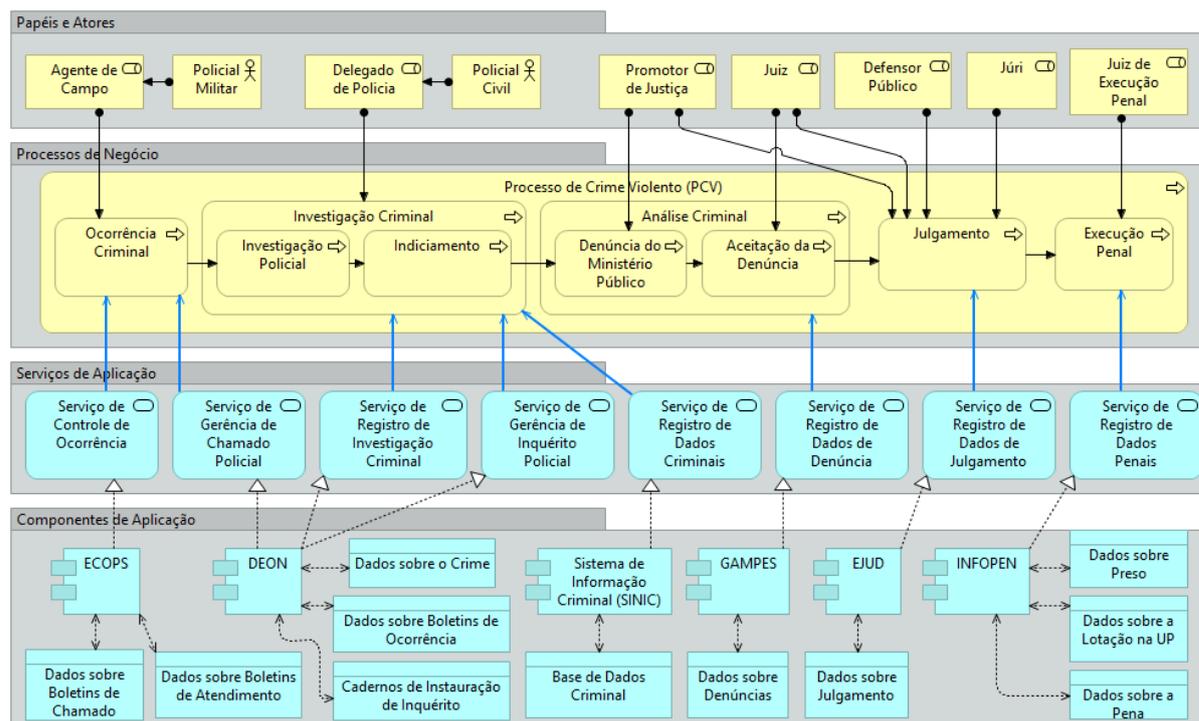
O terceiro exemplo aborda o *viewpoint* sobre as relações entre os elementos da camada aplicação e de negócio, ou seja, indica as interrelações entre os *business processes* e os SIs que lhes dão suporte informatizado. As descrições dos elementos e relações usados neste *viewpoint* são apresentadas na Tabela G.3.

**Tabela G.3. Descrição e notação de elementos e relações de ArchiMate para viewpoints sobre interrelações entre as camadas de aplicação e de negócio**

| Descrição  | Notação   |
|--|---|
| <b>Application service</b> – expõe a funcionalidade de um componente de aplicação ( <i>application component</i> ) para o ambiente. Assim, um serviço de aplicação ( <i>application service</i> ) representa as funcionalidades de um componente de aplicação que são disponibilizadas para dar suporte a processos de negócio. Por exemplo, o “Serviço de Cadastro de Clientes” e o “Serviço de Emissão de Nota Fiscal” dão suporte ao processo de “Venda”. |  |
| <b>Application component</b> – representa uma aplicação completa, ou mesmo partes individuais de uma aplicação. Um componente de aplicação ( <i>application component</i> ) encapsula o comportamento e os dados de uma aplicação, expondo seus serviços ( <i>application services</i> ). Por exemplo, um “Sistema de Gestão de Vendas” realiza o “Serviço de Cadastro de Clientes” e o “Serviço de Emissão de Nota Fiscal”.                                 |  |
| <b>Data object</b> – representa dados estruturados para processamento automatizado, geralmente acessados por <i>application components</i> . Um objeto de dado ( <i>data object</i> ) pode ser visto como uma representação no formato digital de um objeto de negócio. Por exemplo, uma “Base de dados de clientes” acessada pelo componente de aplicação “Sistema de Gestão de Vendas”.  |  |
| <b>Serving</b> – relação modelando que as funcionalidades de uma entidade são usadas para servir a outra entidade. Por exemplo, um <i>application service</i> serve para apoiar um <i>business process</i> (p. ex. um “Serviço de Pagamento de Internet Banking” usado para apoiar o processo de “Pagamento de Faturas”).  |  |
| <b>Realization</b> – relação indicando que uma entidade mais tangível desempenha um papel relevante na criação, obtenção, manutenção ou funcionamento de uma entidade mais abstrata. Por exemplo, as funcionalidades de um <i>application service</i> são realizadas por um <i>application component</i> .   |  |

|  |  |
|--|--|
| <p><b>Access</b> – relação indicando que uma entidade "faz algo" (p. ex. cria, lê, modifica, disponibiliza) com um outro elemento. A seta, se presente, indica a direção do fluxo de informações. Por exemplo, um <i>application component</i> acessa as informações de um <i>data object</i> para ler, ou alterá-lo (p. ex. um SI de “Venda” acessa os dados de uma “Base de Dados de Clientes”).</p> | <p>.....</p> <p>.....→</p> <p>←.....</p> |
|--|--|

A Figura G.4 mostra o terceiro *viewpoint* relevante para a abordagem EARly-OE, retratando as inter-relações entre os elementos da camada de negócio e os da camada de aplicação. Nesse *viewpoint* é possível identificar os SIs que apoiam as atividades desenvolvidas pelas diferentes agências públicas relacionadas ao PCV. Nele pode ser observada a existência de seis SIs (representados por *application components*) na camada de aplicação, denominados: “ECOPS”, “DEON”, “Sistema de Informação Criminal (SINIC)”, “GAMPES”, “EJUD” e “INFOPEN”. Esses SIs suportam os processos da camada de negócios por meio de serviços de aplicação (*application services*) (p.ex. “Serviço de Controle de Ocorrência”, “Serviço de Registro de Investigação Criminal”, “Serviço de Registro de Dados Penais”). Esses mesmos serviços de aplicação gerenciam as informações utilizadas pela camada de negócios por meio dos objetos de dados (*data objects*) (p. ex., “Dados sobre Boletins de Atendimento”, “Dados sobre Boletins de Ocorrência”, “Base de Dados Criminal”).



**Figura G.4. Modelo de EA sobre Processo de Crime Violento (PCV) – Camada de Aplicação**

Explicando de forma mais detalhada, um “Policial Militar”, desempenhando o papel de “Agente de Campo”, ao receber uma solicitação de atendimento, executa os procedimentos necessários do subprocesso “Ocorrência Criminal”, com apoio do serviço de aplicação “Serviço de Controle de Ocorrência” disponibilizado pelo componente de aplicação “ECOPS”, através do qual são registrados os dados correspondentes nos objetos de dados “Dados sobre Boletins de Chamado” e “Dados sobre

Boletins de Atendimento”. Um outro serviço de aplicação, “Serviço de Gerência de Chamado Policial”, agora oferecido pela aplicação “DEON”, é usado durante o mesmo subprocesso para fazer os devidos registros, e/ou consultas, no objeto de dados “Dados sobre Boletins de Ocorrência”. Vale notar que este último objeto de dados deve conter aquelas informações apontadas para o objeto de negócio “Dados da Ocorrência Criminal” representado na Figura G.3. Seguindo a análise do modelo, verifica-se que a aplicação “DEON” dispõe de dois outros serviços para apoiar o subprocesso de “Investigação Criminal”, sob responsabilidade de um “Delegado de Polícia”. Tratam-se dos seguintes serviços: “Serviço de Registro de Investigação Criminal” e “Serviço de Gerência de Inquérito Policial”. Para prover tais serviços, é necessário que o “DEON” acesse os objetos de dados “Dados sobre o Crime” e “Cadernos de Instauração de Inquérito”. As explicações das relações entre os demais elementos da camada de aplicação que apoiam a execução dos processos da camada de negócio podem ser inferidas seguindo-se o mesmo padrão de análise feito acima.

### 3 Diretrizes de EARly-OE

Usualmente, os métodos de EO focam na definição de um conjunto de atividades a serem cumpridas (o que fazer) durante o desenvolvimento de ontologias para domínios variados. Dessa forma, ao lidar com domínios mais específicos, como no caso dos domínios ricos em processos estruturados, existe a oportunidade de definir diretrizes mais prescritivas (como fazer) para atividades específicas. EARly-OE adota estratégias de uso de modelos de EA como RNOs, utilizando-os para aquisição de conhecimento em atividades de concepção de ontologias.

Nas seções seguintes são apresentadas diretrizes que visam orientar as atividades listadas a seguir para concepção de ontologias, devidamente apoiadas no uso de elementos de modelos de EA:

- Seção 3.1 - Identificação de especialistas de domínio e potenciais usuários da ontologia baseada em elementos dos *viewpoints* sobre o aspecto motivacional e elementos de negócio (Diretriz 1);
- Seção 3.2 - Seleção de recursos de conhecimento consolidado no domínio a partir da análise dos *viewpoints* sobre elementos de negócio (Diretriz 2);
- Seção 3.3 - Definição dos usos pretendidos da ontologia, explorando os elementos dos *viewpoints* sobre o aspecto motivacional (Diretriz 3);
- Seção 3.4 - Identificação do escopo e elicitação de requisitos funcionais da ontologia, guiadas pela análise dos *viewpoints* sobre elementos de negócio (Diretriz 4);
- Seção 3.5 - Particionamento da ontologia em módulos, objetivando refletir a organização dos processos nos *viewpoints* sobre elementos de negócio (Diretriz 5).

#### 3.1 Identificando Especialistas de Domínio e Potenciais Usuários da Ontologia

O processo de EO é permeado por atividades de aquisição de conhecimento, principalmente nas etapas iniciais (FALBO, 2014; SUÁREZ-FIGUEROA et al., 2012). A aquisição de conhecimento

comumente requer a identificação de especialistas de domínio e potenciais usuários da ontologia para que sejam promovidas interações com os mesmos (p. ex., entrevistas, técnicas de brainstorming), bem como a seleção de recursos de conhecimento consolidado disponíveis no domínio (p. ex., manuais, livros, tabelas, thesaurus, padrões e até mesmo outras ontologias), a fim de que sejam adequadamente analisados para extração de conceitos.

Especialistas de domínio e potenciais usuários da ontologia podem apoiar os engenheiros de ontologias com uma visão ampla do problema e conhecimento sobre a terminologia utilizada em determinado domínio. O primeiro faz referência a *experts* na área de conhecimento contemplada pela ontologia, o qual fornece conhecimento que deve ser representado na ontologia, enquanto o segundo representa todos que pretendem usar a ontologia para um determinado propósito (FALBO, 2014).

**Diretriz 1:** A identificação de especialistas de domínio e potenciais usuários da ontologia deve ser guiada pela análise dos seguintes elementos dos modelos de EA: os *stakeholders* no *viewpoint* de motivação; e os *business actors* e *business roles* no *viewpoint* de elementos de negócios.

*Business actors* e *business roles* representam entidades responsáveis por executar processos organizacionais, enquanto *stakeholders* representam entidades interessadas no contexto organizacional. Dessa forma, deve-se considerar se tais entidades que compõem o modelo de EA efetivamente representam indivíduos que possam ser considerados potenciais especialistas de domínio e/ou usuários da ontologia. Portanto, é necessário analisar se cada uma daquelas entidades é responsável direta por conduzir algum dos processos (ou seja, não se trata de uma entidade passiva, que é simplesmente afetada pelos processos), possuindo expertise para tratar de conceitos específicos do domínio, ou ainda se representa possíveis usuários diretos da ontologia que será desenvolvida.

Por exemplo, analisando os exemplos de *viewpoints* apresentados na Seção 2.1, é possível identificar como potenciais especialistas de domínio e usuários da ontologia as seguintes entidades no modelo de motivação da Figura G.2, o *stakeholder* “Agências de Segurança Pública”, tendo em vista que o “Governo do Estado” é uma entidade mais abrangente, composta pelas agências, e a “População” não teria, a princípio, expertise para tratar de conceitos mais específicos do domínio, nem seriam usuários diretos da ontologia a ser desenvolvida. Já do *viewpoint* sobre elementos de negócio da Figura G.3, é possível identificar os *business actors* “Policial Militar” e “Policial Civil”, e os *business roles* “Agente de Campo”, “Delegado de Polícia”, “Promotor de Justiça”, “Juiz”, “Defensor Público” e “Juiz de Execução Penal”. Como os demais *business roles* são simplesmente afetados pelos processos, não sendo responsáveis por conduzi-los, a princípio não estariam entre os potenciais especialistas de domínio ou usuários da ontologia.

## 3.2 Selecionando Recursos de Conhecimento

Conforme mencionado no início da seção anterior, a aquisição de conhecimento sobre o domínio é uma importante atividade na concepção de uma ontologia. Os métodos de EO indicam que esse conhecimento pode ser geralmente obtido através da interação com especialistas de domínio (podem ser identificados a partir da Diretriz 1) e extraído a partir de fontes de conhecimento consolidado, contemplando tipicamente: livros, normas e padrões, manuais, bases de dados, tabelas, esquemas de classificação, thesauri ou mesmo modelos de referência.

O modelo de EA é usado pela Diretriz 2 de EARly-OE para a identificação de possíveis recursos de conhecimento a partir da análise de elementos específicos dos *viewpoints* sobre elementos de negócio e sobre as relações entre as camadas de aplicação e de negócio de EA disponíveis no domínio.

**Diretriz 2:** A identificação e seleção de recursos de conhecimento adicionais devem contemplar a análise dos seguintes elementos: *business objects* e *representations* do *viewpoint* sobre elementos de negócio; e *application components* e *data objects* do *viewpoint* sobre as relações entre as camadas de aplicação e de negócio.

*Representations* (p. ex. documentos, mensagens, modelos, formulários, tabelas) capturam formas, ou estruturas, perceptíveis de portar informações relativas aos *business objects*. *Data objects* representam dados estruturados e armazenados digitalmente para processamento computacional (p. ex. base de dados, planilhas e documentos estruturados), que geralmente são acessados por meio de *application components*, a partir dos quais pode-se extrair conceitos e regras de negócio relevantes para o domínio. Portanto, todos esses elementos podem corresponder a tipos de recursos de conhecimento que a literatura propõe o reuso em processos de EO.

Vale observar que pode existir no modelo de EA algum *business object* considerado complexo, ou seja, um ativo de informação mais abstrato, o qual carece de melhor detalhamento sobre as informações que estão nele encapsuladas. Sendo necessário investigar quais informações estão contidas nesse tipo de *business object*, a fim de evidenciar conceitos que sejam relevantes e deverão fazer parte da ontologia desenvolvida. Seguindo a mesma linha de argumentação, essa observação pode ser aplicada para *representations* e *data objects*.

Tomando como exemplo os modelos de EA da Seção 134, potenciais recursos de conhecimento do domínio podem ser inferidos a partir da análise dos *business objects* e *representations* no modelo de negócio da Figura G.3, a saber: “Boletim de Ocorrência”, “Evidências”, “Depoimentos das Testemunhas”, “Inquérito Policial”, “Documento de Denúncia”, “Dados do Julgamento” e “Dados da Execução Penal”. De maneira análoga, examinando a Figura 2.6, os seguintes elementos podem ajudar a identificar RNOs: (i) os *application components* - “ECOPS”, “DEON”, “Sistema de Informação Criminal (SINIC)”, “GAMPES”, “EJUD” e “INFOPEN”; e (ii) os *data objects* - “Dados sobre Boletins

de Chamado”, “Dados sobre Boletins de Atendimento”, “Dados sobre o Crime”, “Dados sobre Boletins de Ocorrência”, “Cadernos de Instauração de Inquérito”, “Base de Dados Criminal”, etc.

### 3.3 Alinhando os Usos Pretendidos da Ontologia

A terceira diretriz de EARly-OE busca alinhar a justificativa de desenvolvimento da ontologia aos aspectos motivacionais expressos no modelo de EA, ancorando a definição dos usos pretendidos da ontologia aos *drivers*, *assessments* e *goals*.

**Diretriz 3:** A definição dos usos pretendidos da ontologia deve abranger e estar alinhada aos *drivers*, *assessments* e *goals* que compõem os *viewpoints* sobre o aspecto motivacional.

Em geral, *stakeholders* são motivados por condições internas ou externas ao negócio, chamadas *drivers*. Nas organizações, é comum serem realizados *assessments* sobre esses *drivers*, os quais podem revelar fraquezas e ameaças que afetam esses *drivers*. Assim, os *stakeholders* são frequentemente motivados a definir *goals* para a organização e a implementar as mudanças necessárias para atingi-los.

No que se refere aos *viewpoints* sobre o aspecto motivacional da disciplina de EA, usados em EARly-OE para apoiar a definição dos usos pretendidos, vale apontar que os mesmos podem apresentar elementos de natureza: (i) mais específica (tipicamente representados por *goals* de caráter mais específico ou operacional, que refinam *goals* mais abstratos), que podem ser usados para subsidiar diretamente a definição dos usos pretendidos da ontologia; ou (ii) mais abstrata e abrangente (tipicamente representados por *drivers*, *assessments* e *goals* de caráter mais genérico), que precisarão ser derivados em elementos mais específicos a fim de apoiar a definição dos usos pretendidos da ontologia.

Uma vez que a ontologia a ser desenvolvida pode ser considerada um artefato prospectivo para participar da EA, a definição de seus usos pretendidos deve explicitar como a ontologia poderá contribuir efetivamente para que a organização alcance os *goals*. Em outras palavras, a definição dos usos pretendidos da ontologia deve estar ancorada em *goals* de caráter mais específico identificados nos *viewpoints* sobre o aspecto motivacional. Além disso, caso seja possível durante a aplicação dessa diretriz, o engenheiro de ontologias pode interagir com os usuários em potencial da ontologia e especialistas de domínio (identificados previamente pela aplicação da Diretriz 1) buscando responder de forma mais clara e precisa à pergunta: Para quais finalidades a ontologia está sendo desenvolvida?

Retomando o exemplo de *viewpoint* apresentado na Figura G.2, percebe-se que estão, direta ou indiretamente, associados ao *driver* “Qualidade das Informações sobre Segurança Pública” os *assessments* que apontam a existência de problemas relacionados à qualidade da informação e deficiências nos SIs usados pelas “Agências de Segurança Pública”. Por exemplo, associado àquele *driver*, há o problema descrito no *assessment* “Baixa qualidade nas informações criminais prejudica as

decisões estratégicas do governo no combate à violência”, o qual se revela como uma fragilidade para o domínio de segurança pública. Para enfrentar esse ponto fraco, os *stakeholders* indicam alguns *goals*, como por exemplo “Integrar os SIs Criminais que suportam processos de diferentes agências”, “Melhorar os Sistemas de Informação Criminal” e “Melhorar a qualidade das informações sobre segurança pública”. Sendo que esses *goals* servem para direcionar as ações que precisam ser adotadas pelas “Agências de Segurança Pública” a fim de que tais objetivos sejam alcançados.

Portanto, para que os usos pretendidos da ontologia indiquem como ela poderá contribuir para a consecução dos *goals*, os mesmos devem contemplar os objetivos de melhorar os SIs criminais e a qualidade das informações produzidas pelos mesmos, assim como integrar aqueles SIs. Sendo assim, alguns usos pretendidos podem ser: (i) “Ser utilizada como base conceitual para avaliar a qualidade das informações manipuladas pelas Agências de Segurança Pública”; (ii) “Servir como modelo de referência para avaliar a qualidade dos SIs Criminais quanto aos seus aspectos semânticos”; (iii) “Servir como modelo de referência para permitir a integração semântica entre os diferentes SIs que dão suporte às Agências de Segurança Pública”.

### 3.4 Elicitando Requisitos Funcionais da Ontologia

A elicitação de requisitos funcionais procura definir qual a abrangência conceitual da ontologia, ou seja, seu escopo. Seguindo as recomendações da maioria dos métodos de EO disponíveis na literatura, o uso de questões de competência (QCs) tem-se demonstrado uma das formas mais adequadas para descrever os requisitos funcionais de uma ontologia, definindo quais questões a ontologia deve ser capaz de responder. Ou seja, as QCs servem para guiar quais conceitos e relações devem fazer parte da ontologia, pois os mesmos (ou suas instâncias em uma base de conhecimento) serão utilizados para subsidiar as respostas àquelas questões.

Considerando alguns elementos de negócio nos modelos de EA, pode-se identificar QCs diretamente relacionadas aos processos, conforme as (sub)diretrizes apontadas a seguir:

**Diretriz 4:** A identificação de QCs deve ser guiada a partir da análise das relações entre elementos de negócio dos modelos de processos de EA.

- **Diretriz 4.1:** Para cada tipo de agente (*business roles* e *business actors*) responsável pela execução de um processo, pode-se elaborar uma QC que visa elucidar qual entidade tem a responsabilidade de executar aquele processo, seguindo a estrutura:
  - “Qual <<*business role / actor*>> é responsável pela realização de um determinado <<*business process*>>?”
- **Diretriz 4.2:** Para cada tipo de agente (*business roles* e *business actors*) impactado por um processo, pode-se definir uma QC que visa elucidar qual entidade é afetada pela ocorrência daquele processo, adotando-se a seguinte forma:

- “Qual <<*business role / actor*>> é afetado pela ocorrência de um determinado <<*business process*>>?”
- **Diretriz 4.3:** Para os processos de negócio que criam ativos de informação, podem ser indicadas QCs, dado que, nestes casos, a execução de determinados *business process* promove a criação de *business objects* que representam ativos de informação, os quais são materializados por meio de *representations*. Essas QCs seguem a estrutura:
  - “Quais <<*business objects / representations*>> são criados por um determinado <<*business process*>>?”
- **Diretriz 4.4:** Para os processos de negócio que usam ou alteram ativos de informação, podem ser elaboradas QCs, dado que, nestes casos, a execução de determinados *business process* requerem o uso ou alteração de *business objects* que representam ativos de informação. Essas QCs seguem a estrutura:
  - “Quais <<*business objects*>> são usados (ou alterados) por um determinado <<*business process*>>?”

Vale notar que as diretrizes anteriores definem QCs a partir das relações diretas entre elementos de negócio, contudo, outras questões relevantes podem ser obtidas a partir de outras formas de análise dos *viewpoints* de processos de negócio:

- **Diretriz 4.5:** Para as sequências de processos de negócio encadeados por meio de relações de precedência temporal ou causal, podem ser definidas QCs que explorem essa precedência entre os *business processes*. As estruturas possíveis desse tipo de QC podem ser:
  - “Quais <<*business processes*>> precedem a execução de um determinado <<*business process*>>?”; ou
  - “Quais <<*business processes*>> sucedem a execução de um determinado <<*business process*>>?”
- **Diretriz 4.6:** Para abordar encadeamentos mais complexos de *business processes* e as relações desses processos com *business roles* ou *business actors*, pode-se elaborar QCs mais abrangentes, que transpassam vários *business processes* executados por diferentes agentes. Tratam-se de QCs que podem ser formuladas a partir da combinação daquelas QCs propostas pelas diretrizes anteriormente definidas. Por exemplo, a QC pode perguntar sobre quais são os agentes (*business roles* ou *business actors*) envolvidos em dois ou mais *business processes* (Diretriz 4.1 e Diretriz 4.2), envolvendo, também, como se dá a precedência entre esses *business processes* (Diretriz 4.5). Também pode ser necessário analisar como ocorre o compartilhamento de informações (*business objects*) através dos *business processes* envolvidos (Diretriz 4.3 e Diretriz 4.4). Tais QCs podem adotar o seguinte formato:

- “Quais <<*business processes*>> executados por um determinado <<*business role / actor*>> precederam a execução de um <<*business process*>> em que foram afetados determinados <<*business role / actor*>>?”

Vale notar que para cada diretriz definida nesta seção é indicado um formato (ou estrutura) para formular as QCs. Tal formato é relevante para identificar e conceber as QCs mantendo sua coerência com o proposto por cada diretriz. Contudo, uma vez esboçadas, é interessante reescrevê-las, visando torná-las mais próximas da linguagem natural, refletindo mais adequadamente o que se deseja responder no domínio em questão, o que tende a facilitar a validação com especialistas de domínio.

Para exemplificar a aplicação das diretrizes definidas nesta seção, as seguintes QCs podem ser extraídas a partir da análise dos *viewpoints* de processos de negócio apresentados nas Figura G.3 e Figura 2.6:

- Aplicação da Diretriz 4.1 – analisando os *business roles* e *business actors*, são obtidas entidades ativas (p. ex., “Agente de Campo”, “Delegado de Polícia”, “Promotor de Justiça”, “Juiz”) responsáveis por executar alguns *business processes* (p. ex. “Ocorrência Criminal”, “Investigação Policial”, “Denúncia do Ministério Público”, “Julgamento”). Esses elementos permitem a formulação de QCs, tais como:
  - “Qual ‘Delegado de Polícia’ é responsável por conduzir uma determinada ‘Investigação Policial’?”; ou
  - “Qual ‘Promotor de Justiça’ é responsável por elaborar uma determinada ‘Denúncia do Ministério Público’?”
- Aplicação da Diretriz 4.2 - analisando os *business roles* e *business actors*, também pode-se identificar entidades afetadas (p. ex. “Investigado”, “Indiciado”, “Denunciado”, “Réu”) pela execução de alguns *business processes* (p. ex. “Investigação Policial”, “Indiciamento”, “Denúncia do Ministério Público”, “Julgamento”). Esses elementos permitem formular QCs, tais como:
  - “Quem foi ‘Indiciado’ em um determinado ‘Indiciamento’?”; ou
  - “Quem foi ‘Réu’ em um determinado ‘Julgamento’?”
- Aplicação da Diretriz 4.3 e da Diretriz 4.4 - analisando os *business objects / representations* (p. ex. “Dados da Ocorrência Criminal” / “Boletim de Ocorrência” , “Dados do Inquérito Policial” / “Inquérito Policial”, “Dados da Denúncia” / “Documento de Denúncia”, “Dados da Execução Penal” / “Guia de Execução Penal”) que são criados, lidos ou alterados por *business processes* (p. ex. “Ocorrência Criminal”, “Investigação Policial”, “Análise Criminal”, “Execução Penal”), podem ser formuladas QCs tais como:
  - “Qual ‘Boletim de Ocorrência’ foi criado em uma determinada ‘Ocorrência Criminal’?”; ou

- “Quais ‘Dados do Inquérito Policial’ foram usados em determinada ‘Análise Criminal’?”; ou
- “Quais ‘Dados do Inquérito Policial’ foram alterados durante uma determinada ‘Investigação Policial’?”
- Aplicação da Diretriz 4.5 - analisando o encadeamento entre os *business processes* e suas relações de precedência, podem ser formuladas QCs tais como:
  - “Quais etapas do ‘Processo de Crime Violento’ precederam uma ‘Execução Penal’?”
  - “Quais ‘Execuções Penais’ foram consequência de uma ‘Denúncia do Ministério Público’?”
  - “Quais etapas do ‘Processo de Crime Violento’ foram executadas para que um ‘Indiciado’ fosse levado a ‘Julgamento’?”
- Aplicação da Diretriz 4.6 – analisando sequências mais abrangentes de *business processes* e as respectivas relações desses processos de negócio com as entidades (*business roles* e *business actors*) responsáveis por executar ou que são afetadas pelas suas ocorrências, podem ser formuladas QCs que cruzam vários processos, tais como:
  - “Quais ‘Investigações Policiais’ conduzidos por um determinado ‘Delegado de Polícia’ (Polícia Civil) resultaram no efetivo ‘Julgamento’ (Tribunal de Justiça) dos indivíduos ‘Investigados’ naqueles processos?”

Conforme proposto na descrição dessa Diretriz 4.6, para responder essa pergunta, primeiro é necessário identificar quais são os *business roles* envolvidos em um *business process* de “Investigação Policial” e em um *business process* de “Julgamento” (Diretriz 4.1), e também como se dá o encadeamento de processos entre esses *business processes* (Diretriz 4.5). Em seguida, é necessário analisar como ocorre o compartilhamento de informações (*business objects*) através dos *business processes* (Diretriz 4.3 e Diretriz 4.4 combinadas com a Diretriz 4.5). Nesse exemplo, a informação a respeito de um possível “Investigado” é portada pelo *business object* “Dados do Inquérito Policial”, que é criado em uma “Investigação Policial”. Essa informação é agregada (relação *Aggregation*) aos *business objects* “Dados de Denúncia” e, posteriormente, a “Dados do Julgamento”, após ter sido acessada pelo *business process* “Julgamento”. Portanto, se o “Julgamento” e a “Investigação Policial” compartilham a mesma informação sobre um suspeito, isso reforça as evidências de que o “Investigado” e o “Condenado” em um processo criminal específico são o mesmo indivíduo, provendo, assim, um suporte semântico mais efetivo para decidir se uma “Investigação Policial” levou a um efetivo “Julgamento” dos “Investigados”.

A Tabela G.4 apresenta alguns exemplos de QCs obtidas a partir da aplicação das diretrizes anteriores, enfocando especificamente os elementos relacionados ao subprocesso de “Investigação

Criminal” (englobando a “Investigação Policial” e o “Indiciamento”) constante no modelo de processos da Figura G.3.

**Tabela G.4. QCs identificadas a partir do subprocesso de Investigação Criminal**

| Diretriz | ID   | Descrição   |
|----------|------|---|
| 4.1      | QC01 | Qual “Delegado de Polícia” foi responsável por conduzir uma determinada “Investigação Policial” (ou “Indiciamento”)?  |
| 4.2      | QC02 | Quem foi “Investigado” em uma determinada “Investigação Policial”?  |
|          | QC03 | Quem foi “Indiciado” em um determinado “Indiciamento”?  |
| 4.3      | QC04 | Quais “Dados do Inquérito Policial” foram criados em determinada “Investigação Policial”?   |
| 4.4      | QC05 | Quais “Dados do Inquérito Policial” foram alterados em determinada “Investigação Policial”?   |
|          | QC06 | Quais “Boletins de Ocorrência” foram usados em determinada “Investigação Policial”?   |
|          | QC07 | Quais “Dados do Inquérito Policial” foram usados/alterados em determinada “Indiciamento”?   |
| 4.5      | QC08 | Uma “Investigação Policial” deve ser precedida por quais etapas do PCV?   |
|          | QC09 | Quais etapas do PCV podem ocorrer após a conclusão de uma “Investigação Policial”?  |
|          | QC10 | Um “Indiciamento” deve ser precedida por quais etapas do PCV?   |
|          | QC11 | Quais etapas do PCV podem ocorrer após a conclusão de uma “Indiciamento”?   |
|          | QC12 | Quais “Ocorrências Criminais” subsidiaram a instauração de uma “Investigação Policial”?   |
|          | QC13 | Quais “Indiciamentos” foram consequência de uma determinada “Investigação Policial”?  |
|          | QC14 | Quais “Denúncias do Ministério Público” foram consequência de um determinado “Indiciamento”?  |
| 4.6      | QC15 | Quais “Investigações Policiais” conduzidos por um determinado “Delegado de Polícia” resultaram no “Indiciamento” dos indivíduos “Investigados” naqueles processos?” |
|          | QC16 | Um determinado “Indiciado” em uma “Investigação Criminal” já foi “Investigado” em quais processos de “Investigação Policial”?                                       |

### 3.5 Particionando a Ontologia em Módulos Refletindo Aspectos Processuais do Domínio

EARly-OE propõe que ontologias de grande porte, como as desenvolvidas para representar domínios complexos e com muitos conceitos, sejam concebidas de forma modular, preconizando seu desenvolvimento incremental, com subontologias (ou módulos) integradas, visando, inclusive, potencializar o reuso das mesmas. Nesse sentido, EARly-OE explora o uso de modelos de EA também com a finalidade de guiar, desde a concepção da ontologia de referência, o seu particionamento em subontologias de domínio mais específicas, assim como revelar possíveis relações entre as subontologias.

**Diretriz 5:** A organização dos processos de negócio utilizada nos modelos de EA para o domínio do problema deve guiar o particionamento da ontologia que representa aquele domínio.

A estratégia de particionamento de ontologias proposta em EARly-OE é orientada pela configuração dos processos de negócio nos modelos de EA. Essa estratégia visa seguir o encadeamento

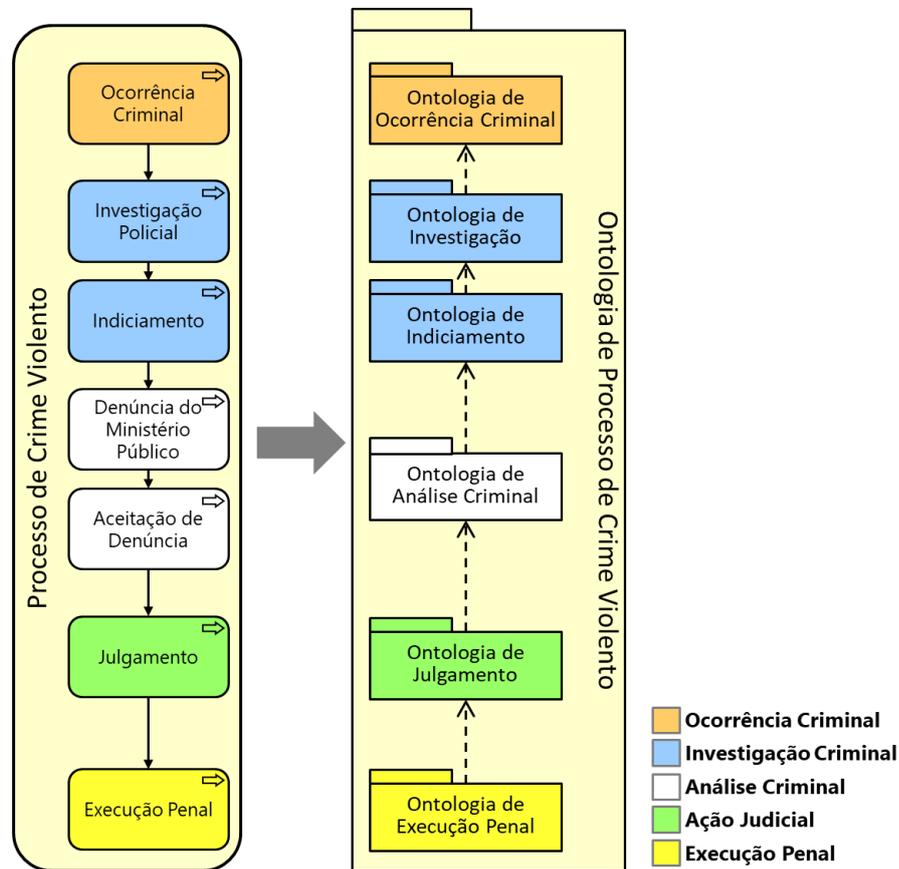
real dos processos organizacionais, refletindo aspectos de acoplamento e coesão existentes na estruturação dos mesmos. Na verdade, EARly-OE propõe o reuso dos princípios de modularização que foram empregados na elaboração dos próprios modelos de processos, os quais foram previamente arquitetados para o domínio tratado. Portanto, cabe observar que, para atender adequadamente aos critérios de coesão, acoplamento e completude, o particionamento da ontologia baseado na estratégia proposta por EARly-OE depende rigorosamente de os modelos de processos apresentarem essas qualidades.

Dessa forma, EARly-OE propõe que a configuração dos *business processes*, sua ordem e interrelações, apresentada na camada de negócios dos modelos de EA, seja refletida no particionamento da ontologia de referência, guiando, assim, a distribuição dos conceitos e relações entre as subontologias de domínio, assim como a maneira que essas subontologias devem estar interligadas:

- **Diretriz 5.1:** Os processos de negócio possuem correlação direta com os módulos da ontologia. Essa diretriz baseia-se no fato dos *business processes* representarem conceitos centrais nos domínios ricos em processos estruturadas, para os quais convergem a maior parte das relações com os demais elementos que compõem os modelos de EA. Um *business process* tende a ser percebido no mundo real como um conceito que naturalmente agrupa ao seu redor outros conceitos que estão fortemente relacionados a ele no domínio modelado, tais como *business actors*, *business roles*, *business objects* e *data objects* (esses últimos relacionados indiretamente por intermédio dos *application componentes* que dão suporte às atividades do processo). A correspondência entre *business processes* e módulos da ontologia geralmente é biunívoca. Contudo, isso depende do nível de granularidade utilizado no desenvolvimento dos modelos de EA, pois os *business processes* podem ser usados para representar conceitos com graus diferentes de detalhamento, desde atividades mais específicas, até um conjunto estruturado de atividades. Dessa forma, podem haver casos em que seja mais apropriado que um processo, por possuir uma conceituação mais complexo e abrangente, dê origem a mais de um módulo da ontologia. Ou mesmo, casos em que dois ou mais processos possam ser agrupados para originar um único módulo.
- **Diretriz 5.2:** As subontologias de domínio estão ligadas por relações de dependência, que refletem as relações de precedência entre os processos de negócio.

Assim como mencionado para a Diretriz 4, vale observar que as diretrizes acima devem ser consideradas como complementares àquelas sugeridas pelos métodos de EO, pois aqui é definida uma estratégia para um particionamento inicial da ontologia, o qual deve ser revisto e refinado à medida que o conhecimento sobre o domínio é aprofundado, quando se torna possível adotar outras estratégias de modularização da ontologia, tal como extração (SUÁREZ-FIGUEROA et al., 2012) ou camadas (OBRST, 2010).

Retomando o modelo de processos de EA sobre o PCV da Figura G.3, ao analisar a arquitetura dos business processes do PCV é possível discernir possíveis partições para o domínio representado a fim de guiar a modularização da ontologia de domínio. A Figura G.5 ilustra uma forma de particionamento usando a estratégia “orientado por processos” definida na Diretriz 5.



**Figura G.5. Modularização Orientada por Processos da PCV-ON**

Cada cor representa um conjunto de subprocessos do PCV que dão origem aos módulos, ou subontologias. Conforme indicado na Diretriz 5.1, a maior parte dos subprocessos deram origem a uma subontologia correspondente, havendo um caso específico em que dois subprocessos, “Denúncia do Ministério Público” e “Aceitação de Denúncia” (subprocessos que compõem a “Análise Criminal”), foram agrupados na subontologia “Ontologia de Análise Criminal”, indicando a viabilidade de reunir tais conceitos em um único módulo garantindo sua coesão. Outro aspecto relevante mostrado na Figura 3.9 diz respeito às relações de dependência interligando as subontologias, que refletem as relações de precedência temporal e causal entre os processos de negócio, conforme definido na Diretriz 5.2.

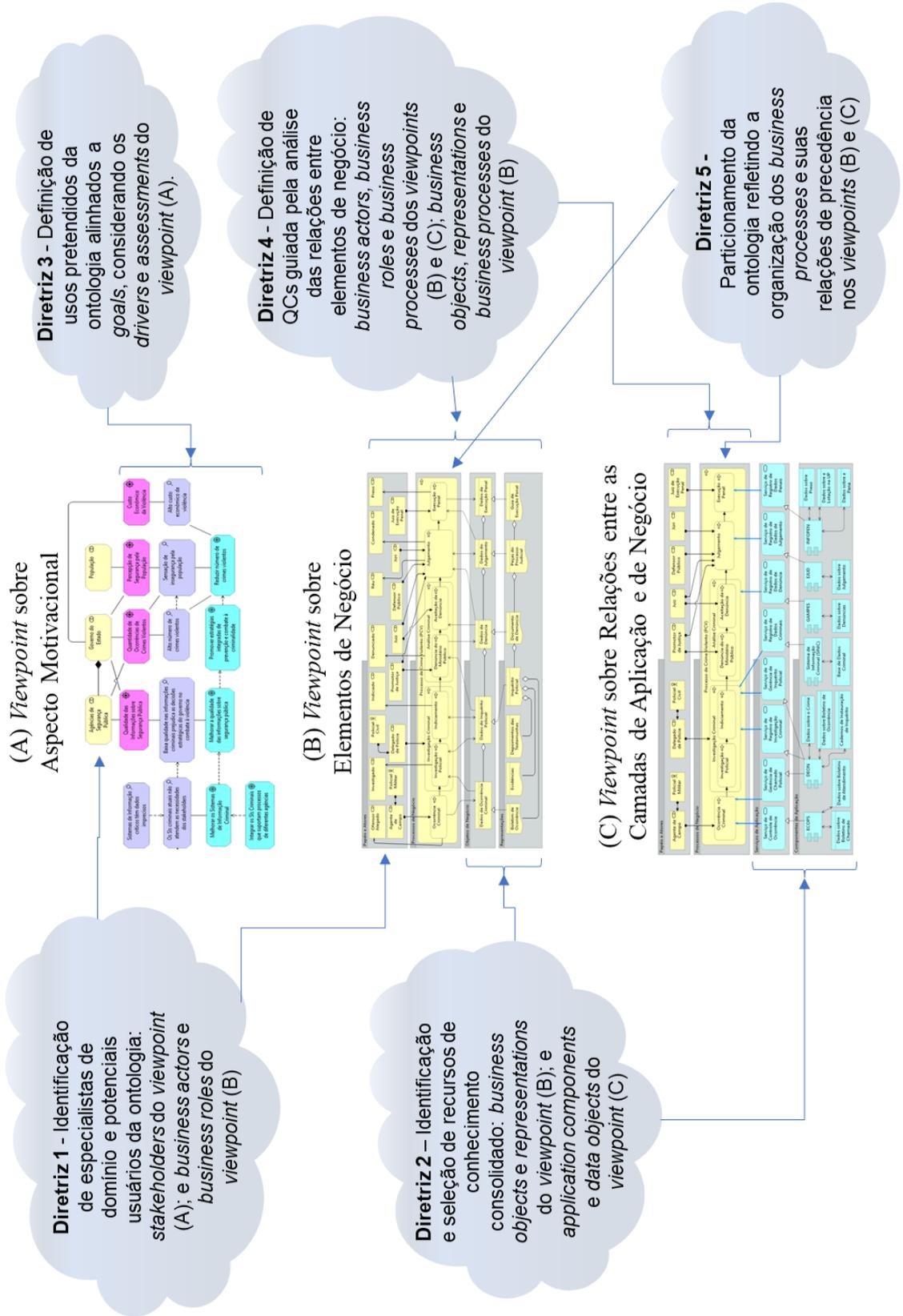
## Referências Bibliográficas

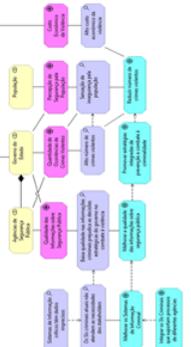
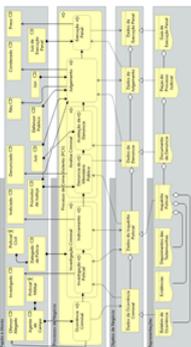
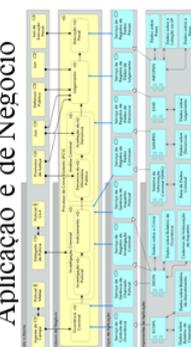
AZEVEDO, Carlos L. B. *Incorporating Enterprise Strategic Plans into Enterprise Architecture*. Dissertação (Doutorado em Telemática e Tecnologia da Informação) – Centre for Telematics and Information Technology/University of Twente. Enschede, the Netherlands, p.158, 2017.

- BANAEIJAHROMI, N., SMOLANDER, K. *What do we know about the role of enterprise architecture in enterprise integration? A systematic mapping study*. Journal of Enterprise Information Management, v. 29, n. 1, p. 140-164, 2016.
- BEYER, Mario et al. *Towards a flexible, process-oriented IT architecture for an integrated healthcare network*. In: Proceedings of the 2004 ACM symposium on Applied computing, p. 264-271, 2004.
- BUKHSH, Zaharah A. *BPMN Plus: a modelling language for unstructured business processes*. Master's thesis. Master of Science in Computer Science, Faculty of Electrical Engineering, Mathematics and Computer Science, University of Twente, 2015.
- CHEN, D., DOUMEINGTS, G., VERNADAT, F. *Architectures for enterprise integration and interoperability: Past, present and future*. Computers in industry, v. 59, n. 7, p. 647-659, 2008.
- FALBO, R. A., *SABiO: Systematic Approach for Building Ontologies*. In: ONTO. COM/ODISE@ FOIS. 2014.
- FERNÁNDEZ-LÓPEZ, M., GÓMEZ-PÉREZ, A., JURISTO, N. *Methontology: from ontological art towards ontological engineering*. AAAI Technical Report SS-97-06, p. 33-40, 1997.
- GUIJARRO, Luis. *Interoperability frameworks and enterprise architectures in e-government initiatives in Europe and the United States*. Government Information Quarterly, v. 24, n. 1, p. 89-101, 2007.
- LANKHORST, M. *Enterprise Architecture at Work: Modeling, Communication and Analysis*. 3 ed. Springer, Berlin, Heidelberg, 2013.
- NICOLA, A., MISSIKOFF, M., NAVIGLI, R. *A Proposal for a Unified Process for Ontology Building: UPON*. In: International Conference on Database and Expert Systems Applications, Springer, Berlin, Heidelberg, p. 655-664, 2005.
- OBRST, L. *Ontological Architectures*. In: Theory and applications of ontology: Computer applications. Springer Netherlands, Dordrecht, p. 27-66, 2010.
- PANETTO, H., MOLINA, A. *Enterprise integration and interoperability in manufacturing systems: Trends and issues*. Computers in industry, v. 59, n. 7, p. 641-646, 2008.
- SUÁREZ-FIGUEROA, M.C., GÓMEZ-PÉREZ, A., MOTTA, E. and GANGEMI, A. *Ontology Engineering in a Networked World*. Springer Science & Business Media, 2012.
- THE OPEN GROUP. *ArchiMate 3.0.1 Specification*, 2017. Disponível em: <http://pubs.opengroup.org/architecture/archimate3-doc/>. Acessado em 28/10/2017.
- USCHOLD, M., GRUNINGER, M. *Ontologies: Principles, methods and applications*. The knowledge engineering review, v. 11, n. 2, p. 93-136, 1996.

# APÊNDICE H

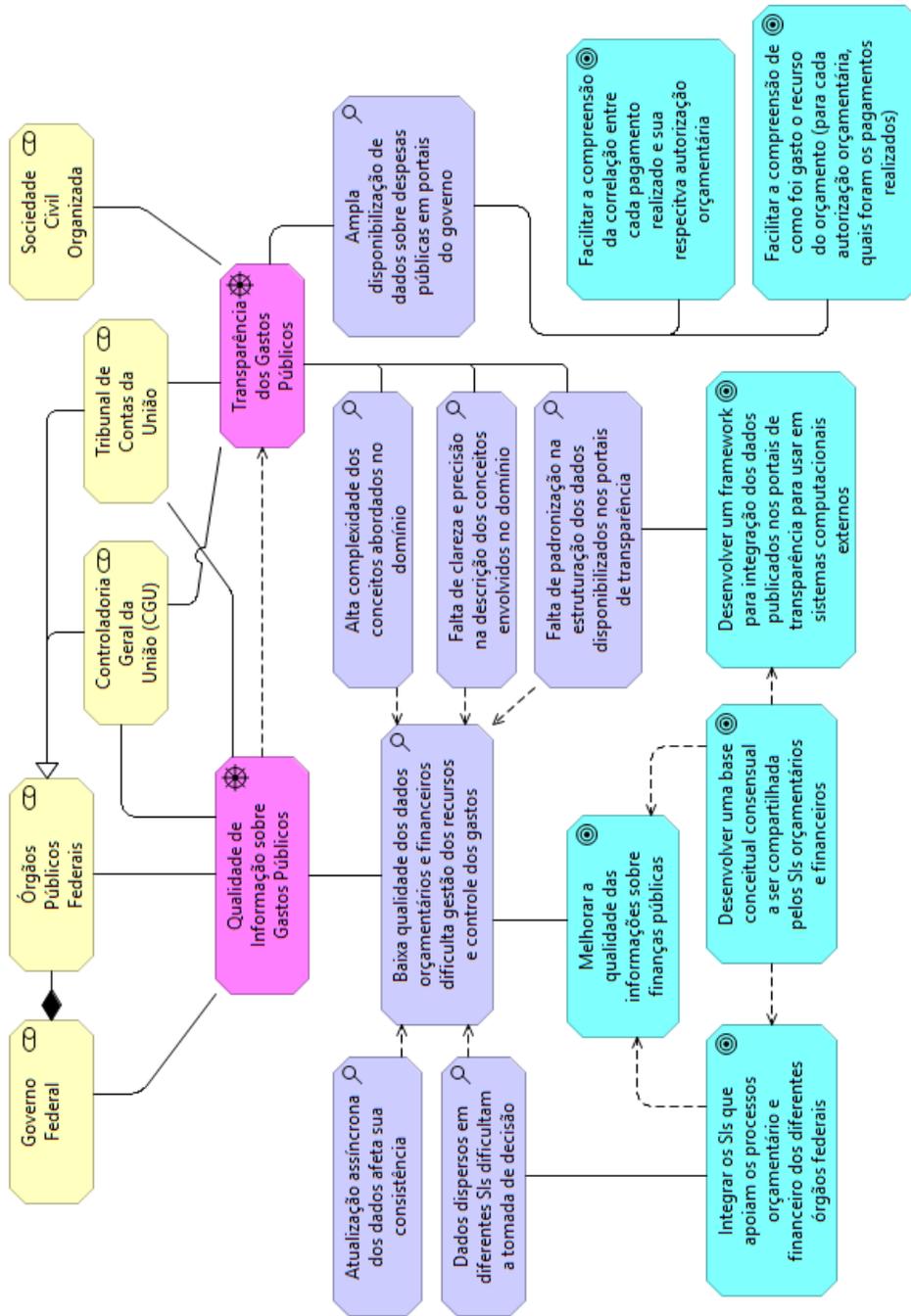
## EARLY-OE: Guia Rápido



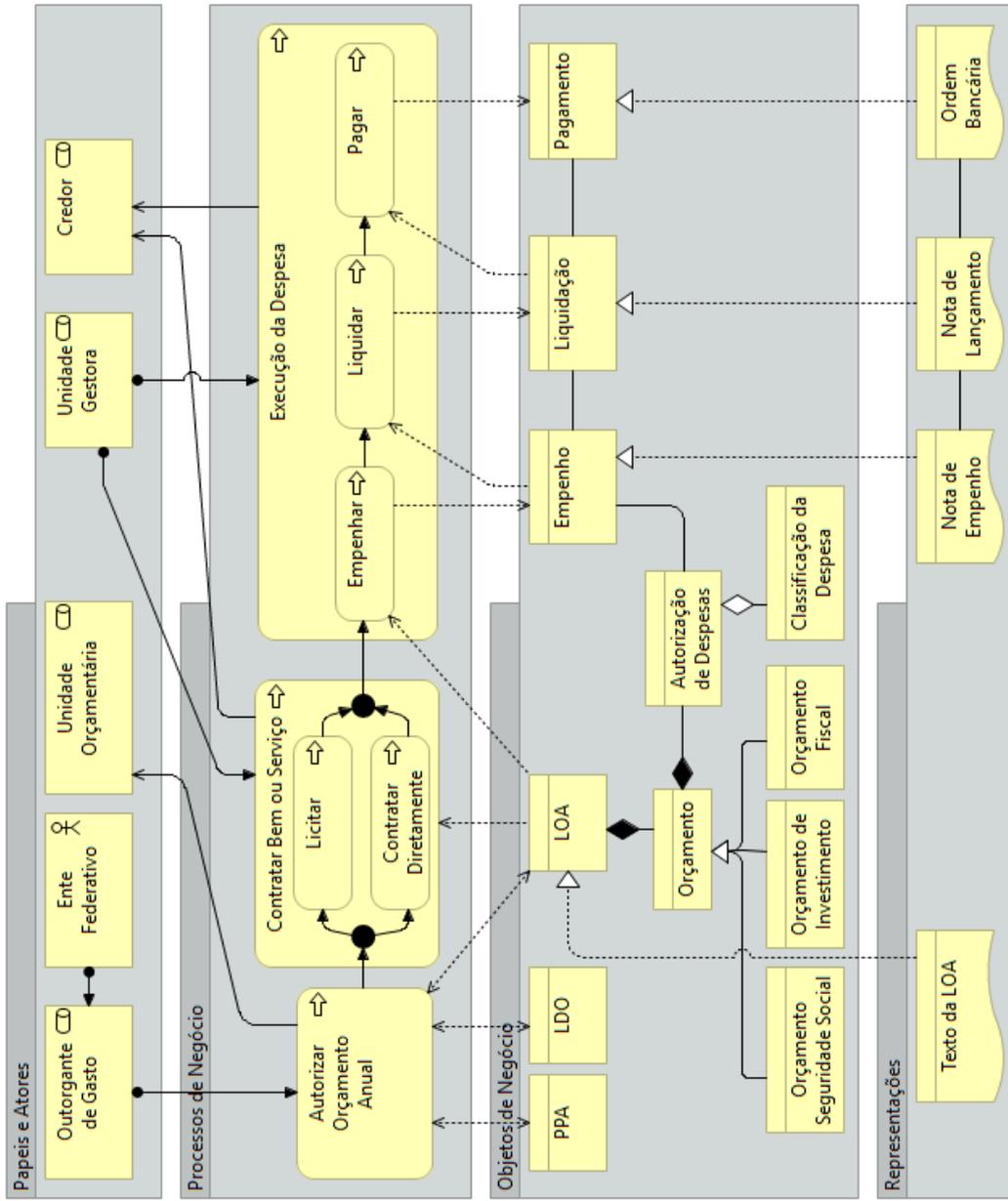
| <b>Viewpoints de Modelos de EA</b>   |   |  |  |
|--|---|--|--|
|  | Aspecto Motivacional<br> | Elementos de Negócio<br>   | Relações entre as Camadas de Aplicação e de Negócio<br> |
| <b>Diretrizes de EARly-OE</b>  | <i>stakeholders</i>   | <i>business actors and business roles</i>  |  |
| <b>1</b> - Identificação de especialistas de domínio e potenciais usuários da ontologia, que possam atuar como importantes fontes de conhecimento e validadores da ontologia         |   |  |  |
| <b>2</b> – Identificação e seleção de recursos de conhecimento consolidado que são usados por uma comunidade específica e que tenham alcançado algum consenso entre os especialistas |   | <i>business objects and data objects</i>   |  |
| <b>3</b> - Definição dos usos pretendidos para a ontologia, a fim de que a mesma esteja alinhada com os objetivos organizacionais  | <i>drivers, assessments e goals</i>   |  |  |
| <b>4</b> - Elicitação de requisitos funcionais da ontologia, por meio da definição de questões de competência (QCs) guiada pela análise das relações entre elementos de negócio      |   | <i>4.1 e 4.2 – relações entre business roles/actors e business processes</i><br><i>4.3 e 4.4 – relações entre business objects/representations e business processes</i><br><i>4.5 – relações de precedência entre business processes</i><br><i>4.6 – encadeamento de relações entre business roles/actors e business processes</i> |  |
| <b>5</b> - Particionamento da ontologia, refletindo aspectos processuais do domínio a ser representado   |   | <i>5.1 e 5.2 - business processes e suas relações de precedência</i>   |  |

# APÊNDICE I

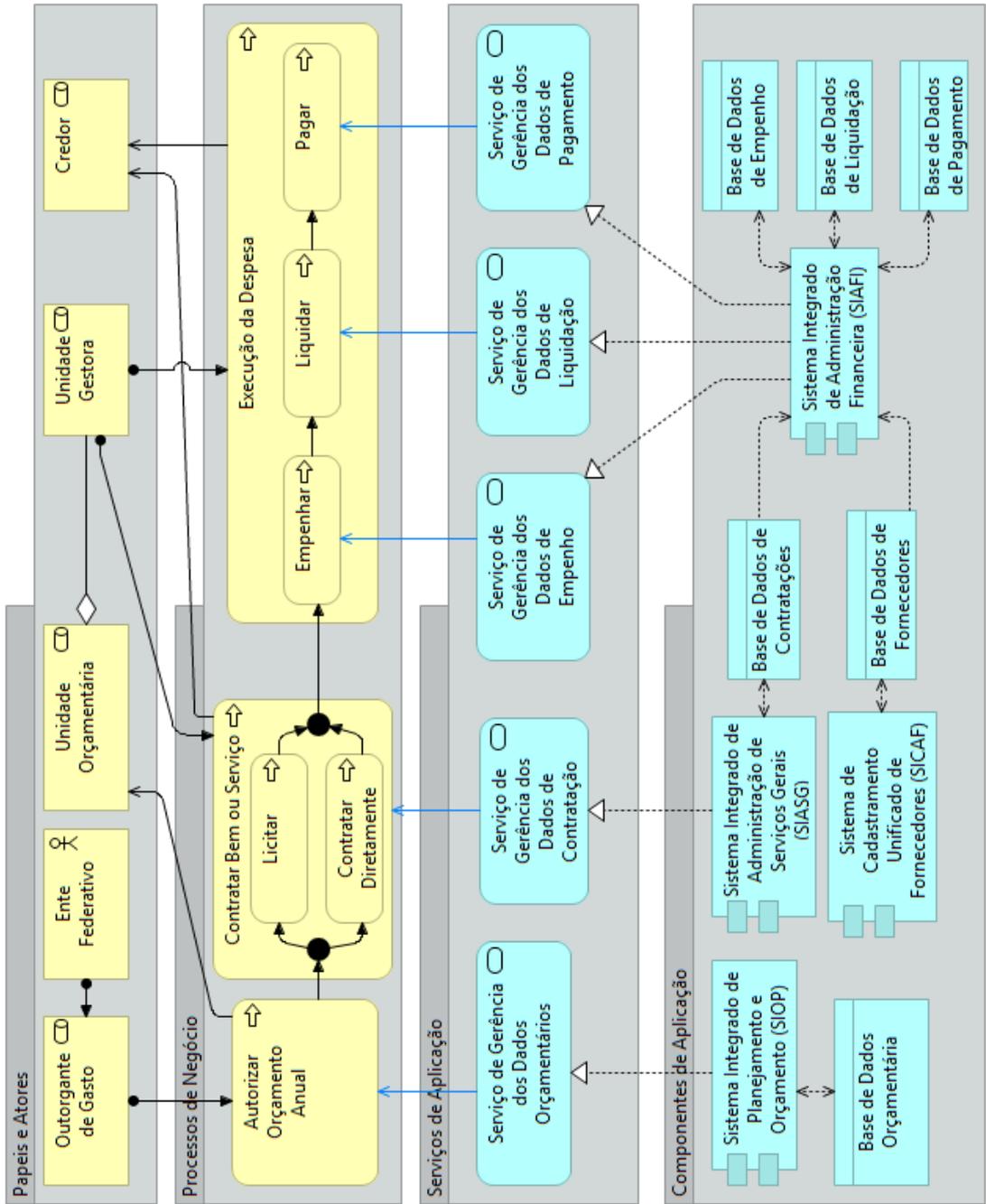
## Viewpoint sobre Aspecto Motivacional – Processo de Autorização Orçamentária e Execução da Despesa Pública



**Viewpoint sobre Elementos de Negócio – Processo de Autorização Orçamentária e Execução da Despesa Pública**



## Viewpoint sobre Relações entre as Camadas de Aplicação e de Negócio Processo de Autorização Orçamentária e Execução da Despesa Pública



## APÊNDICE J

|   |   |   |
|---|---|---|
|  | <p>NEMO (Núcleo de Estudos em Modelagem Conceitual e Ontologias)<br/>         UFES (Universidade Federal do Espírito Santo)<br/>         Estudo Empírico para Avaliação de uma Abordagem de Concepção de Ontologias</p> |  |
|---|---|---|

### Formulário de Especificação das Informações Iniciais para o Desenvolvimento de uma Ontologia

|                                |
|--------------------------------|
| Nome do Participante:          |
| CHAVE DE RESPOSTAS CONSOLIDADA |

| Tempo Atividade 1 (HH:MM) | Tempo Atividade 2 (HH:MM) | Tempo Atividade 3 (HH:MM) |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
|                           |                           |                           |

#### 1. Introdução

Neste formulário devem ser registradas as informações levantadas nas atividades iniciais de desenvolvimento de uma ontologia (EO – Engenharia de Ontologia) para o domínio de autorização orçamentária e execução da despesa pública. Juntamente com este formulário, foram disponibilizados dois documentos para estudo prévio, intitulados: (i) “Introdução ao Orçamento Público: Autorização Orçamentária e Execução da Despesa Pública”, que contém uma descrição do domínio resumindo seus principais conceitos; e (ii) “Manual de EARly-OE: Uma Abordagem para as Atividades Iniciais de Engenharia de Ontologias Apoiada em Modelos de Arquitetura Organizacional”, que apresenta a abordagem EARly-OE e explica como deve ser aplicada em atividades de concepção de uma ontologia.

Em cada uma das próximas seções do formulário, além das orientações sobre as informações que devem ser registradas, são apresentados exemplos de um outro domínio (Segurança Pública - Processo de Crime Violento) para facilitar a compreensão sobre quais informações devem ser registradas. As seções encontram-se organizadas da seguinte forma: Seção 2 – identificar os especialistas de domínio e potenciais usuários da ontologia; Seção 3 – indicar potenciais recursos de conhecimento consolidado sobre o domínio; Seção 4 – definir os usos pretendidos da ontologia; Seção 5 – elicitar os requisitos funcionais da ontologia, utilizando Questões de Competência (QC); Seção 6 – propor o particionamento (modularização) da ontologia.

## 2. Identificação de Especialistas de Domínio e Potenciais Usuários da Ontologia

Uma importante atividade no processo de EO é a aquisição de conhecimento, a qual comumente requer a identificação de especialistas de domínio e de potenciais usuários da ontologia, pois os mesmos podem atuar tanto como fontes de conhecimento (através de interações com desenvolvedor, p. ex. entrevistas e técnicas de brainstorming), quanto como validadores da ontologia em etapas posteriores do desenvolvimento.

Portanto, entende-se que os especialistas de domínio e potenciais usuários da ontologia podem apoiar os engenheiros de ontologias com uma visão ampla do problema e conhecimento sobre a terminologia utilizada em determinado domínio. O primeiro faz referência a *experts* na área de conhecimento que se pretende representar através da ontologia, os quais podem fornecer conceituações que devem estar presentes na ontologia. Enquanto o segundo representa todos que pretendem usar a ontologia para um determinado propósito. Tomando o domínio de crime violento na área de Segurança Pública como exemplo, pode-se identificar como potenciais especialistas de domínio e usuários da ontologia os agentes que detém conhecimento sobre aquele domínio e atuam nos diversos órgãos públicos ligados à área de segurança, p. ex. “Policia! Militar” e “Policia! Civil”, “Delegado de Policia!”, “Promotor de Justiça”, “Defensor Público” e “Juiz”.

A partir das explicações anteriores e utilizando como base o documento disponibilizado, identifique quais seriam os especialistas de domínio e potenciais usuários da ontologia para o domínio de Autorização Orçamentária e Execução da Despesa Pública:

Pessoas que trabalham nas seguintes instituições:

- **Controladoria Geral da União** (trabalham no controle e transparência dos gastos públicos);
- **Tribunal de Contas da União**;
- Instituições Públicas Federais:
  - **Unidades Orçamentárias** (atuam em setores responsáveis pelo planejamento);
  - **Unidades Gestoras** (atuam em setores responsáveis pela execução orçamentária e financeira);
- **Sociedade Civil Organizada** (interessadas na fiscalização e transparência dos gastos públicos);
- Ente Federativo no papel de Outorgante de Gasto, podem ser incluídos servidores do:
  - **Presidência da República**
  - **Ministério da Economia** (junção dos antigos Ministério da Fazenda e Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão),
  - **Congresso Nacional (Câmara de Deputados e Senado Federal** - atuam na aprovação, acompanhamento e fiscalização orçamentária, p. ex. Comissão Mista de Planos, Orçamentos Públicos e Fiscalização).
- **Pesquisadores e Estudantes** da área de Orçamento e Despesas Públicas;
- **Empresas desenvolvedoras de sistemas** para órgãos públicos.

**OBS:** os **Credores** (papel mostrado nos *viewpoints* de EA) são apenas afetados pela Execução da Despesa, portanto não devem constar entre especialistas de domínio ou potenciais usuários da ontologia.

### 3. Identificação de Potenciais Recursos de Conhecimento Consolidado sobre o Domínio

Conforme mencionado na seção anterior, a aquisição de conhecimento sobre o domínio é uma importante atividade na concepção de uma ontologia. Os métodos de EO indicam que esse conhecimento também pode ser extraído a partir de fontes de conhecimento consolidado previamente existentes no domínio. Essas fontes contemplam tipicamente: livros, normas e padrões, manuais, bases de dados, tabelas, esquemas de classificação, thesauri, modelos de referência, ou mesmo sistemas de informações, a partir dos quais pode-se extrair conceitos e regras de negócio relevantes para o domínio.

Tomando o domínio de crime violento na área de Segurança Pública como exemplo, pode-se identificar como exemplos de potenciais recursos de conhecimento consolidado: formulário utilizado para registrar um “Boletim de Ocorrência”, documentos de “Depoimentos das Testemunhas”, processos de “Inquérito Policial”, relatórios sobre processos de “Execução Penal”, sistemas informatizados que dão suporte às atividades das agências de segurança pública (p. ex. “ECOPS”, “DEON”, “Sistema de Informação Criminal - SINIC”, “GAMPES”, “EJUD” e “INFOPEN”), os respectivos manuais desses sistemas e os esquemas de suas bases de dados.

A partir das explicações anteriores e utilizando como base o documento disponibilizado, identifique quais seriam os potenciais recursos de conhecimento consolidado para o domínio de Autorização Orçamentária e Execução da Despesa Pública:

- Legislação sobre Orçamento Público:
  - **Plano Plurianual (PPA)**,
  - **Lei de Diretrizes Orçamentárias (LDO)**,
  - **Lei Orçamentária Anual (LOA)**, composta de Autorizações de Despesas para os Orçamentos: de Seguridade Social, de Investimento e Fiscal.
- Materiais disponibilizados em sites governamentais:
  - **Manual Técnico do Orçamento** - define critérios de classificação das Autorizações de Despesas na LOA;
  - **Glossário - Portal do Orçamento do Senado Federal**;
  - **Glossário – Execução Orçamentária do Tesouro Nacional**;
  - **Portal da Transparência Pública**.
- Documentos nos quais são registrados dados sobre a execução da despesa:
  - **Contratos com Fornecedores/Prestadores de Serviço**
  - **Nota de Empenho** (sobre o Empenho)
  - **Nota de Lançamento** (sobre a Liquidação)
  - **Ordem Bancária** (sobre o Pagamento)
- Sistemas de apoio informatizado (extrair informações de seus manuais de uso e esquemas de suas bases de dados):
  - **Sistema Integrado de Planejamento e Orçamento (SIOP)**
  - **Sistema Integrado de Administração Financeira (SIAFI)**
  - **Sistema Integrado de Administração de Serviços Gerais (SIASG)**
  - **Sistema de Cadastro Unificado de Fornecedores (SICAF)**
- Leis que tratam do processo de autorização orçamentária e de execução da despesa pública:
  - **Lei 4.320/64** (normatiza a elaboração e controle dos orçamentos e despesas da União, Estados, Municípios e Distrito Federal)
  - **Lei Complementar 101/2000** (Lei de Responsabilidade Fiscal)
  - **Art. 165 da Constituição Federal/1988**
- Bibliografia:
  - **Livro: Introdução ao Orçamento Público** (GADELHA, 2017)
  - **Artigo: Uma Ontologia das Classificações da Despesa do Orçamento Federal** (ARAÚJO *et al.*, 2012)

#### 4. Definição dos Usos Pretendidos da Ontologia

A definição clara e precisa do papel (ou papéis) a ser desempenhado por uma ontologia no contexto do domínio representado por ela é fundamental para as posteriores identificações de seus escopo e requisitos funcionais. Ou seja, ao iniciar o desenvolvimento de uma ontologia é necessário definir para quais finalidades a ontologia está sendo desenvolvida, descrevendo os cenários de utilização da mesma, seus usos pretendidos.

Retomando o exemplo do domínio de crime violento e admitindo-se que nas agências públicas relacionadas à área de Segurança Pública existam problemas relacionados à qualidade da informação e deficiências semânticas nos SIs por elas usados, podem ser exemplos de usos pretendidos da ontologia: (i) “Ser utilizada como base conceitual para avaliar a qualidade das informações manipuladas pelas Agências de Segurança Pública”; (ii) “Servir como modelo de referência para avaliar a qualidade dos SIs Criminais quanto aos seus aspectos semânticos”; (iii) “Servir como modelo de referência para permitir a integração semântica entre os diferentes SIs que dão suporte às Agências de Segurança Pública”.

Utilizando como base o documento disponibilizado, defina quais seriam os usos pretendidos da ontologia a ser desenvolvida para o domínio de Autorização Orçamentária e Execução da Despesa Pública:

- Servir de Modelo de Referência para facilitar a compreensão do domínio, ao estabelecer consenso sobre os conceitos englobados nos processos de autorização e execução da despesa pública;
- Servir como Modelo de Referência para permitir a interoperabilidade semântica entre os SIs que dão suporte aos processos de autorização e de execução orçamentária e financeira;
- Servir de Modelo de Referência para aprimorar e padronizar a semântica dos dados publicados nos portais de transparência, a fim de serem usados para desenvolvimento de SIs externos;
- Ser utilizada como base conceitual para avaliar a qualidade das informações orçamentárias e financeiras manipuladas pelos órgãos públicos federais;
- Servir como modelo de referência para avaliar a qualidade dos SIs que dão suporte ao ciclo orçamentário quanto aos seus aspectos semânticos, desde a autorização, até a execução das despesas públicas.

## 5. Elicitação de Requisitos Funcionais da Ontologia usando Questões de Competência

A elicitación de requisitos funcionais procura definir qual a abrangência conceitual da ontologia, ou seja, seu escopo. O uso de questões de competência (QCs) tem-se demonstrado uma das formas mais adequadas para descrever os requisitos funcionais de uma ontologia, sendo recomendada pela maioria dos métodos de EO disponíveis na literatura. Ou seja, as QCs servem para definir quais questões a ontologia deve ser capaz de responder, guiando a definição de quais conceitos e relações devem fazer parte da ontologia, pois os mesmos (ou suas instâncias em uma base de conhecimento) serão utilizados para subsidiar as respostas àquelas questões.

Retornando ao exemplo no domínio de crime violento na área de Segurança Pública, quanto à elicitación de requisitos funcionais da ontologia, alguns exemplos de QCs podem ser:

- QC01 - Qual o delegado responsável por conduzir uma determinada investigação?
- QC02 - Qual o promotor de justiça responsável por ingressar com uma ação criminal na justiça?
- QC03 - Quais foram os indivíduos acusados em um determinado indiciamento?
- QC04 - Quais foram os réus em um determinado julgamento?
- QC05 - Qual boletim de ocorrência foi registrado em uma determinada ocorrência criminal?
- QC06 - Qual inquérito policial foi usado na elaboração de uma determinada denúncia oferecida pelo Ministério Público à justiça?
- QC07 - Quais foram as etapas de um processo de crime violento que precederam uma determinada execução penal?
- QC08 - Quais execuções penais foram consequência de uma determinada denúncia oferecida pelo Ministério Público à justiça?
- QC09 - Quais processos de investigação policial conduzidos por um determinado delegado da polícia Civil resultaram no efetivo julgamento dos indivíduos investigados naqueles processos?

A partir das explicações e exemplos, utilizando como base o documento disponibilizado sobre o domínio de Autorização Orçamentária e Execução da Despesa Pública, identifique as questões de competência necessárias para a definição dos requisitos funcionais relacionados à etapa de Autorização da Despesa Orçamentária e à fase de Empenho da etapa de Execução da Despesa (à cada QC deve ser atribuído um identificador seguindo uma sequência, tal como: QC01, QC02, QC03...).

Na tabela a seguir são definidas as QCs a serem respondidas pela ontologia.

**Tabela J.5. Questões de Competência**

| <b>Ident.</b> | <b>Descrição</b>  |
|---------------|---|
| QC01          | Qual ente federativo foi responsável pela elaboração do orçamento anual?  |
| QC02          | Qual ente federativo foi responsável pela autorização do orçamento anual? |
| QC03          | Qual é o PPA criado pela autorização do orçamento anual?                  |
| QC04          | Até quando o PPA x é válido?  |
| QC05          | Quais Programas compõem um determinado PPA?                               |

|      |   |
|------|---|
| QC06 | Quais as diretrizes, objetivos e metas de um determinado Programa de um PPA?  |
| QC07 | Qual PPA foi usado como fundamento para autorizar um determinado orçamento anual?   |
| QC08 | Qual é a LDO criada pela autorização do orçamento anual?  |
| QC09 | Qual o ano de vigência da LDO/LOA x?  |
| QC10 | Quais Programas definidos em um PPA são priorizados por uma determinada diretriz de uma LDO em determinado ano?   |
| QC11 | Qual LDO foi usada como fundamento para autorizar um determinado orçamento anual?   |
| QC12 | Qual LOA foi criada em uma determinada autorização de orçamento anual?  |
| QC13 | Quais autorizações de despesa de uma LOA implementaram um determinado Programa priorizado em uma LDO?   |
| QC14 | Quando o PPA/LDO/LOA x foi assinado?  |
| QC15 | Quais foram os orçamentos (Fiscal, de Investimento e da Seguridade Social) autorizados em uma determinada LOA?  |
| QC16 | Quais foram as autorizações de despesas (chamadas de créditos orçamentários na LOA) que compuseram um determinado orçamento (Fiscal, de Investimento ou da Seguridade Social) ? |
| QC17 | Qual foi a unidade orçamentária beneficiada por uma determinada autorização de despesa constante na LOA?  |
| QC18 | Qual é a classificação (Esfera, Institucional, Funcional, Programática e Natureza de Despesa) de uma determinada autorização de despesa?  |
| QC19 | Qual o valor de uma determinada autorização de despesa na LOA?  |
| QC20 | Quais processos precedem a contratação de bens e serviços?  |
| QC21 | Qual foi a autorização de despesa (de uma LOA) que permitiu a uma unidade contratar um bem ou serviço?  |
| QC22 | Qual unidade gestora foi responsável por conduzir uma determinada contratação de bem ou serviço?  |
| QC23 | Qual foi o credor contratado por uma unidade gestora para lhe fornecer um determinado bem ou serviço?   |
| QC24 | Quais contratos foram criados por uma unidade gestora ao executar uma determinada contratação de bens e serviços?   |
| QC25 | Quais processos precedem a execução de uma despesa?   |
| QC26 | Qual a variação de preço de um determinado tipo de bem/serviço em diferentes contratos?   |
| QC27 | Qual foi a contratação (licitação ou contratação direta) de bem ou serviço que permitiu a uma unidade gestora empenhar uma despesa?   |

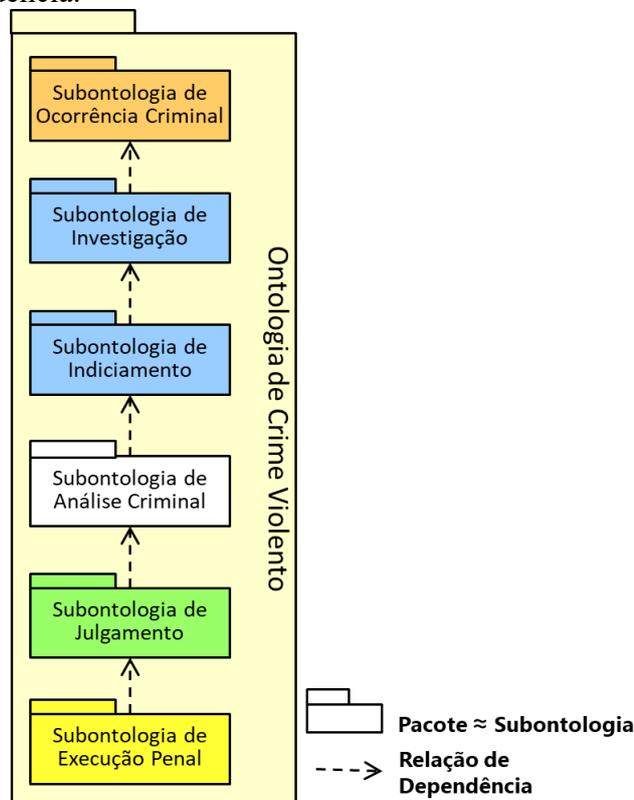
|      |  |
|------|--|
| QC28 | Qual foi a forma de contratação (licitação ou contratação direta) utilizada para aquisição de um bem ou serviço empenhado por uma unidade gestora? |
| QC29 | Qual unidade gestora foi responsável por conduzir a execução de uma despesa pública (empenhar, liquidar e pagar)?                                  |
| QC30 | Quais os subprocessos do processo execução de despesa?   |
| QC31 | Qual foi o credor favorecido em um determinado empenho?  |
| QC32 | Quais Notas de Empenho são criadas por um determinado empenho?   |
| QC33 | Quais os Itens de Empenho de um Empenho específico?  |
| QC34 | Qual o nome, descrição, quantidade, valor unitário, valor total do Item de Empenho?  |
| QC35 | Qual o valor do empenho x?   |
| QC36 | Qual o elemento e o sub-elemento de uma despesa executada (empenhada/liquidada/paga)?  |
| QC37 | Qual foi o empenho que permitiu a uma unidade gestora liquidar uma despesa?  |
| QC38 | Qual foi o credor favorecido em uma determinada liquidação?  |
| QC39 | Qual Nota de Lançamento de Sistema está relacionada a uma Liquidação específica?   |
| QC40 | Quais Bens/Serviços/Obras entregues estão associados a uma Liquidação específica?  |
| QC41 | Qual Documento Fiscal diz respeito a uma Liquidação específica?  |
| QC42 | Qual o valor da liquidação x?  |
| QC43 | Quem são os fiscais que fiscalizam a entrega/serviço do credor da despesa?   |
| QC44 | Qual foi a liquidação que permitiu a uma unidade gestora pagar uma despesa?  |
| QC45 | Qual foi o credor favorecido em um determinado pagamento?  |
| QC46 | Qual o Registro de Pagamento ao Credor (Ordem Bancária) de um Pagamento específico?  |
| QC47 | Qual o valor do pagamento x?   |
| QC48 | Quando uma despesa foi quitada com o credor?   |
| QC49 | Qual o Registro de Pagamento dos Tributos Retidos (Documento de Arrecadação Fiscal) de um Pagamento específico?                                    |
| QC50 | Quais são as etapas da execução da despesa pública?  |
| QC51 | Quais autorizações de despesa (de uma LOA) foram efetivamente empenhadas (ou pagas)?   |
| QC52 | Quais contratações de bens e serviços foram efetivamente empenhadas (ou pagos)?  |

|      |   |
|------|---|
| QC53 | Quais etapas da execução da despesa (empenho, liquidação e pagamento) foram executadas a partir da contratação de um bem ou serviço?  |
| QC54 | Quais empenhos foram efetivamente liquidados?   |
| QC55 | Quais empenhos foram efetivamente pagos?  |
| QC56 | Quais foram os credores beneficiados por empenhos (e pagamentos) decorrentes de uma determinada autorização de despesa (de uma LOA)?  |
| QC57 | Quais foram os empenhos executados para uma determinada classificação de despesa?   |
| QC58 | Quais foram os pagamentos executados que se referem a autorizações de despesa que compõem um orçamento específico (Seguridade Social, de Investimento ou Fiscal)?                   |
| QC59 | Quais contratações (licitações ou contratações diretas) de bens ou serviços executadas por uma unidade gestora resultaram em pagamento a um determinado credor?                     |
| QC60 | Quais credores receberam pagamentos de diferentes unidades gestoras pela contratação de bens ou serviços classificados de acordo com uma determinada autorização de despesa na LOA? |
| QC61 | Quais as unidades orçamentárias do órgão x?   |

## 6. Particionamento da Ontologia em Módulos

Ontologias desenvolvidas para representar domínios complexos e com muitos conceitos geralmente necessitam ser concebidas de forma modular, preconizando seu desenvolvimento incremental, com subontologias (ou módulos) integradas, visando, inclusive, potencializar o reuso das mesmas. Nesse sentido, pretende-se adotar uma proposta de modularização da ontologia já em sua fase inicial de desenvolvimento, em que se busque atender aos critérios de completude e coesão entre os módulos. Sendo que, essa proposta inicial de particionamento poderá ser complementada com outras estratégias que serão aplicadas em uma fase posterior do desenvolvimento, quando estiverem sendo identificados os conceitos e relações que comporão a ontologia (o que não está contemplado no âmbito deste experimento).

Retomando o exemplo do domínio de crime violento na área de segurança pública, uma proposta inicial de particionamento usando o diagrama de pacotes UML<sup>1</sup> poderia ser essa apresentada na Figura J.6, que mostra os módulos (subontologias) identificados para a ontologia e suas relações de dependência.



**Figura J.6. Exemplo de Proposta de Modularização de Ontologia para Representar o Domínio de Processo de Crime Violento**

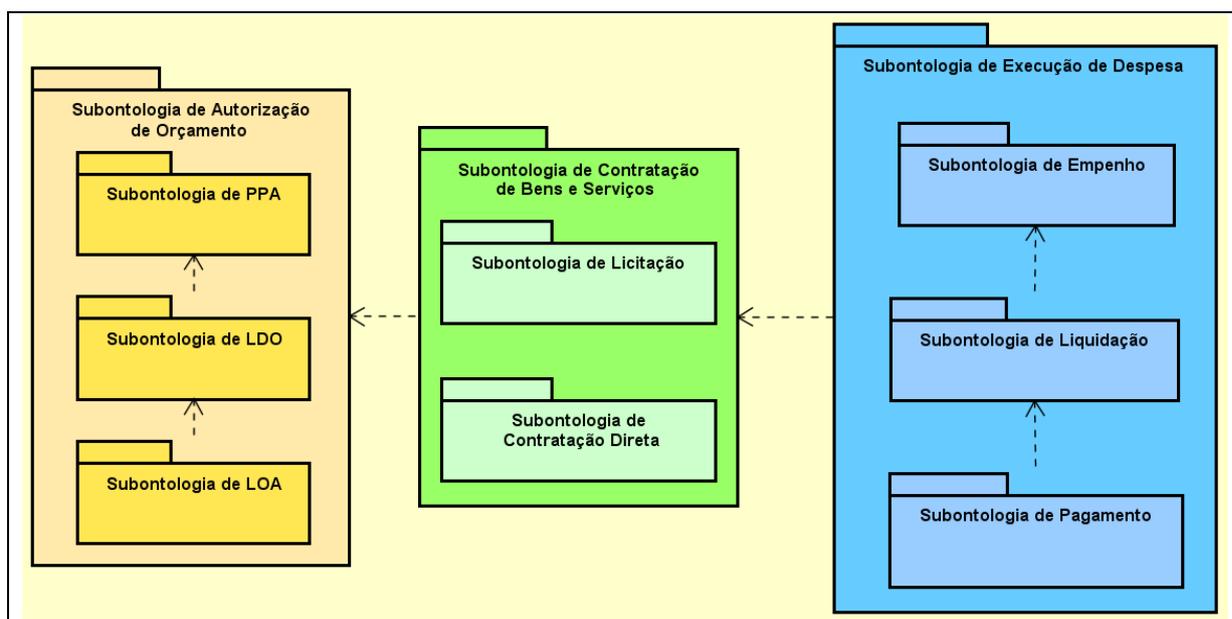
<sup>1</sup> Nesse caso, o diagrama de pacotes da UML está sendo utilizado da seguinte maneira, cada subontologia é representada como um pacote e a relação de dependência indica que conceitos de uma subontologia são usados em outra, causando a dependência entre as mesmas.

A partir das explicações e exemplo anteriores e utilizando como base o documento disponibilizado, elabore uma proposta de particionamento da ontologia para o domínio de Autorização Orçamentária e Execução da Despesa Pública, utilizando um diagrama de pacotes UML com as subontologias e suas dependências.

**Observação:**

*Para desenhar o diagrama, você pode utilizar uma ferramenta de sua preferência, ou ainda, pode desenhá-lo a mão livre em papel e tirar uma **foto nítida** do mesmo.*

*Em ambos os casos, você pode inserir/copiar a imagem do seu diagrama no quadro abaixo, ou simplesmente anexar o arquivo da imagem ao e-mail que me enviará juntamente com este formulário.*



**Proposta de Modularização da Ontologia de Autorização Orçamentária e Execução da Despesa Pública**

Por fim, preencha a Tabela J.6 identificando na segunda linha os nomes de cada uma das subontologias que foram propostas para a modularização da ontologia. Em seguida, para cada QC (linha da tabela) marque com um “X” as subontologias identificadas (colunas da tabela) que, segundo sua compreensão, deverão conter os conceitos e relações necessários para responder àquela QC.

Por exemplo, observando a proposta de modularização da “Ontologia de Crime Violento” representada na Figura J.6, para responder à questão de competência:

- QC01, são necessários conceitos e relações contidos no módulo “Subontologia de Investigação”;
- QC03, são necessários conceitos e relações contidos no módulo “Subontologia de Indiciamento”;
- QC06, são necessários conceitos e relações contidos nos módulos “Subontologia de Análise Criminal” e “Subontologia de Indiciamento” e “Subontologia de Investigação”;
- QC08, são necessários conceitos e relações contidos nos módulos “Subontologia de Execução Penal” e “Subontologia de Julgamento” e “Subontologia de Análise Criminal”;

Dessa forma, nas linhas correspondentes a cada uma dessas QCs, devem ser marcadas com “X” as células cujas colunas correspondam aos módulos compostos pelos conceitos e relações necessários para responder àquela QC.

**Tabela J.6. Correlação entre QCs e Subontologias**

| QCs | Subontologias                            |                           |                                    |                         |                            |                           |  |
|-----|--|---------------------------|------------------------------------|-------------------------|----------------------------|---------------------------|--|
|     | Subontologia de Autorização de Orçamento | Subontologia de Licitação | Subontologia de Contratação Direta | Subontologia de Empenho | Subontologia de Liquidação | Subontologia de Pagamento |  |
| 01  | X  |                           |                                    |                         |                            |                           |  |
| 02  | X  |                           |                                    |                         |                            |                           |  |
| 03  | X  |                           |                                    |                         |                            |                           |  |
| 04  | X  |                           |                                    |                         |                            |                           |  |
| 05  | X  |                           |                                    |                         |                            |                           |  |
| 06  | X  |                           |                                    |                         |                            |                           |  |
| 07  | X  |                           |                                    |                         |                            |                           |  |
| 08  | X  |                           |                                    |                         |                            |                           |  |
| 09  | X  |                           |                                    |                         |                            |                           |  |
| 10  | X  |                           |                                    |                         |                            |                           |  |
| 11  | X  |                           |                                    |                         |                            |                           |  |
| 12  | X  |                           |                                    |                         |                            |                           |  |
| 13  | X  |                           |                                    |                         |                            |                           |  |
| 14  | X  |                           |                                    |                         |                            |                           |  |
| 15  | X  |                           |                                    |                         |                            |                           |  |
| 16  | X  |                           |                                    |                         |                            |                           |  |
| 17  | X  |                           |                                    |                         |                            |                           |  |
| 18  | X  |                           |                                    |                         |                            |                           |  |

| QCs | Subontologias                            |                           |                                    |                         |                            |                           |  |
|-----|--|---------------------------|------------------------------------|-------------------------|----------------------------|---------------------------|--|
|     | Subontologia de Autorização de Orçamento | Subontologia de Licitação | Subontologia de Contratação Direta | Subontologia de Empenho | Subontologia de Liquidação | Subontologia de Pagamento |  |
| 19  | X  |                           |                                    |                         |                            |                           |  |
| 20  | X  |                           | X                                  |                         |                            |                           |  |
| 21  | X  | X                         | X                                  |                         |                            |                           |  |
| 22  |  | X                         | X                                  |                         |                            |                           |  |
| 23  |  | X                         | X                                  |                         |                            |                           |  |
| 24  |  | X                         | X                                  |                         |                            |                           |  |
| 25  | X  | X                         | X                                  | X                       |                            |                           |  |
| 26  |  | X                         | X                                  |                         |                            |                           |  |
| 27  |  | X                         | X                                  | X                       |                            |                           |  |
| 28  |  | X                         | X                                  | X                       |                            |                           |  |
| 29  |  |                           |                                    | X                       | X                          | X                         |  |
| 30  |  |                           |                                    | X                       | X                          | X                         |  |
| 31  |  |                           |                                    | X                       |                            |                           |  |
| 32  |  |                           |                                    | X                       |                            |                           |  |
| 33  |  |                           |                                    | X                       |                            |                           |  |
| 34  |  |                           |                                    | X                       |                            |                           |  |
| 35  |  |                           |                                    | X                       |                            |                           |  |
| 36  |  |                           |                                    | X                       | X                          | X                         |  |
| 37  |  |                           |                                    | X                       | X                          |                           |  |
| 38  |  |                           |                                    |                         | X                          |                           |  |
| 39  |  |                           |                                    |                         | X                          |                           |  |
| 40  |  |                           |                                    |                         | X                          |                           |  |
| 41  |  |                           |                                    |                         | X                          |                           |  |
| 42  |  |                           |                                    |                         | X                          |                           |  |
| 43  |  |                           |                                    |                         | X                          |                           |  |
| 44  |  |                           |                                    |                         | X                          | X                         |  |
| 45  |  |                           |                                    |                         |                            | X                         |  |
| 46  |  |                           |                                    |                         |                            | X                         |  |
| 47  |  |                           |                                    |                         |                            | X                         |  |
| 48  |  |                           |                                    |                         |                            | X                         |  |
| 49  |  |                           |                                    |                         |                            | X                         |  |
| 50  |  |                           |                                    | X                       | X                          | X                         |  |
| 51  | X  |                           |                                    | X                       |                            | X                         |  |
| 52  |  | X                         | X                                  | X                       |                            |                           |  |
| 53  |  | X                         | X                                  | X                       | X                          | X                         |  |
| 54  |  |                           |                                    | X                       | X                          |                           |  |
| 55  |  |                           |                                    | X                       |                            | X                         |  |
| 56  | X  |                           |                                    | X                       |                            | X                         |  |
| 57  | X  |                           |                                    | X                       |                            |                           |  |
| 58  | X  |                           |                                    |                         |                            | X                         |  |

| QCs | Subontologias                            |                           |                                    |                         |                            |                           |  |
|-----|--|---------------------------|------------------------------------|-------------------------|----------------------------|---------------------------|--|
|     | Subontologia de Autorização de Orçamento | Subontologia de Licitação | Subontologia de Contratação Direta | Subontologia de Empenho | Subontologia de Liquidação | Subontologia de Pagamento |  |
| 59  |  | X                         | X                                  |                         |                            | X                         |  |
| 60  | X  | X                         | X                                  |                         |                            | X                         |  |
| 61  | X  |                           |                                    |                         |                            |                           |  |

# APÊNDICE K

|   |   |   |
|---|---|---|
|  | <p>NEMO (Núcleo de Estudos em Modelagem Conceitual e Ontologias)<br/>         UFES (Universidade Federal do Espírito Santo)<br/>         Estudo Empírico para Avaliação de uma Abordagem de Concepção de Ontologias</p> |  |
|---|---|---|

| Questionário de Avaliação do Experimento   |   |
|--|---|
| <b>Nome do Participante</b>  |   |
| <b>01</b>  | Como você avalia o grau de dificuldade encontrado para <b>compreensão do domínio</b> tratado no experimento?  |
| <input type="checkbox"/> Muito Difícil <input type="checkbox"/> Pouco Difícil <input type="checkbox"/> Indiferente <input type="checkbox"/> Pouco Fácil <input type="checkbox"/> Muito Fácil |   |
| <b>Comentário</b>  | (favor comentar sua resposta, indicando quais aspectos/conceitos do domínio avalia ter encontrado maior dificuldade, ou facilidade, de compreensão)   |
| <b>02</b>  | Você está confiante em relação à qualidade das informações que registrou no “Formulário de Especificação das Informações Iniciais para o Desenvolvimento de uma Ontologia”? (   |
| <input type="checkbox"/> Nada Confiante <input type="checkbox"/> Neutro <input type="checkbox"/> Pouco Confiante <input type="checkbox"/> Confiante <input type="checkbox"/> Muito Confiante |   |
| <b>03</b>  | De forma geral, como avalia o grau de dificuldade que você encontrou para levantar e registrar as informações requeridas no “Formulário de Especificação das Informações Iniciais para o Desenvolvimento de uma Ontologia”? |
| <input type="checkbox"/> Muito Difícil <input type="checkbox"/> Pouco Difícil <input type="checkbox"/> Indiferente <input type="checkbox"/> Pouco Fácil <input type="checkbox"/> Muito Fácil |   |
| <b>04</b>  | Qual seção do “Formulário de Especificação das Informações Iniciais para o Desenvolvimento de uma Ontologia” você teve mais <b>facilidade</b> para preencher?   |
| (favor indicar o motivo que facilitou o preenchimento)   |   |
| <b>05</b>  | Qual seção do “Formulário de Especificação das Informações Iniciais para o Desenvolvimento de uma Ontologia” você teve mais <b>dificuldade</b> para preencher?  |
| (favor indicar o motivo que dificultou o preenchimento)  |   |
| <b>06</b>  | Utilize o espaço a seguir para fazer suas sugestões e/ou críticas sobre o experimento (pode comentar sobre o domínio tratado, sobre os formulários...):   |
|  |   |

# APÊNDICE L

|   |   |   |
|---|---|---|
|  | <p>NEMO (Núcleo de Estudos em Modelagem Conceitual e Ontologias)<br/>         UFES (Universidade Federal do Espírito Santo)<br/>         Estudo Empírico para Avaliação de uma Abordagem de Concepção de Ontologias</p> |  |
|---|---|---|

| Questionário de Avaliação do Experimento   |   |
|--|---|
| <b>Nome do Participante</b>  |   |
| <b>01</b>  | Como você avalia o grau de dificuldade encontrado para <b>compreensão do domínio</b> tratado no experimento?  |
| <input type="checkbox"/> Muito Díficil <input type="checkbox"/> Pouco Díficil <input type="checkbox"/> Indiferente <input type="checkbox"/> Pouco Fácil <input type="checkbox"/> Muito Fácil |   |
| <b>Comentário</b>  | (favor comentar sua resposta, indicando quais aspectos/conceitos do domínio avalia ter encontrado maior dificuldade, ou facilidade, de compreensão)   |
| <b>02</b>  | Você está confiante em relação à qualidade das informações que registrou no “Formulário de Especificação das Informações Iniciais para o Desenvolvimento de uma Ontologia”?   |
| <input type="checkbox"/> Nada Confiante <input type="checkbox"/> Pouco Confiante <input type="checkbox"/> Neutro <input type="checkbox"/> Confiante <input type="checkbox"/> Muito Confiante |   |
| <b>03</b>  | De forma geral, como avalia o grau de dificuldade que você encontrou para levantar e registrar as informações requeridas no “Formulário de Especificação das Informações Iniciais para o Desenvolvimento de uma Ontologia”? |
| <input type="checkbox"/> Muito Díficil <input type="checkbox"/> Pouco Díficil <input type="checkbox"/> Indiferente <input type="checkbox"/> Pouco Fácil <input type="checkbox"/> Muito Fácil |   |
| <b>04</b>  | Qual seção do “Formulário de Especificação das Informações Iniciais para o Desenvolvimento de uma Ontologia” você teve mais <b>facilidade</b> para preencher?   |
| (favor indicar o motivo que facilitou o preenchimento)   |   |
| <b>05</b>  | Qual seção do “Formulário de Especificação das Informações Iniciais para o Desenvolvimento de uma Ontologia” você teve mais <b>dificuldade</b> para preencher?  |
| (favor indicar o motivo que dificultou o preenchimento)  |   |
| <b>06</b>  | De forma geral, como você avalia o grau de dificuldade de <b>compreensão das diretrizes</b> da abordagem EARly-OE?  |
| <input type="checkbox"/> Muito Díficil <input type="checkbox"/> Pouco Díficil <input type="checkbox"/> Indiferente <input type="checkbox"/> Pouco Fácil <input type="checkbox"/> Muito Fácil |   |
| <b>Comentário</b>  | (favor comentar sua resposta, indicando qual das diretrizes de EARly-OE você teve mais dificuldade para <b>compreender</b> e qual teve mais facilidade)   |

|  |   |
|--|---|
| <b>07</b>  | De forma geral, como você avalia o grau de dificuldade de <b>aplicação das diretrizes</b> da abordagem EARly-OE no domínio proposto no experimento?   |
| <input type="checkbox"/> Muito Difícil <input type="checkbox"/> Pouco Difícil <input type="checkbox"/> Indiferente <input type="checkbox"/> Pouco Fácil <input type="checkbox"/> Muito Fácil               |   |
| <b>Comentário</b>  | (favor comentar sua resposta, indicando qual das diretrizes de EARly-OE você teve mais dificuldade para <b>aplicar</b> durante o experimento e qual teve mais facilidade)   |
| <b>08</b>  | De forma geral, em que grau você avalia que os <b>diagramas de EA</b> facilitaram a compreensão do domínio tratado e o preenchimento do “Formulário de Especificação das Informações Iniciais para o Desenvolvimento de uma Ontologia”? |
| <input type="checkbox"/> Dificultou Muito <input type="checkbox"/> Dificultou Pouco <input type="checkbox"/> Indiferente <input type="checkbox"/> Facilitou Pouco <input type="checkbox"/> Facilitou Muito |   |
| <b>Comentário</b>  | (favor comentar sua resposta, indicando em qual seção do formulário você avalia que os diagramas de EA mais lhe auxiliaram)   |
| <b>09</b>  | Utilize o espaço a seguir para fazer suas sugestões e/ou críticas sobre o experimento (pode comentar sobre o domínio tratado, sobre os formulários, sobre a abordagem EARly-OE...):   |
|  |   |