

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

EWELTON YOSHIO CHIBA YOSHIDOME

**UMA ONTOLOGIA QUE ESTABELECE OS
RELACIONAMENTOS DE DEPENDÊNCIA ENTRE AS PRÁTICAS
DE GERÊNCIA DE REQUISITOS E GERÊNCIA DE PROJETOS
CONSTANTES NOS MODELOS MR-MPS-SW E CMMI-DEV**

Belém
2014

Ewelton Yoshio Chiba Yoshidome

**UMA ONTOLOGIA QUE ESTABELECE OS
RELACIONAMENTOS DE DEPENDÊNCIA ENTRE AS PRÁTICAS
DE GERÊNCIA DE REQUISITOS E GERÊNCIA DE PROJETOS
CONSTANTES NOS MODELOS MR-MPS-SW E CMMI-DEV**

Dissertação de Mestrado apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Ciência da Computação. Programa de Pós Graduação em Ciência da Computação. Instituto de Ciências Exatas e Naturais. Universidade Federal do Pará.

Área de Concentração Engenharia de Software.

Orientador Prof. Dr. Sandro Ronaldo Bezerra Oliveira.

Belém
2014

Yoshidome, Ewelton Yoshio Chiba

Uma Ontologia que Estabelece os Relacionamentos de Dependência entre as Práticas de Gerência de Requisitos e Gerência de Projetos Constantes nos Modelos MR-MPS-SW e CMMI-DEV/ Ewelton Yoshio Chiba Yoshidome; orientador, Sandro Ronaldo Bezerra Oliveira - 2014.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, Belém, 2014.

1. Engenharia de Software. 2 Processo de Software. I. Oliveira, Sandro R. B orientador. II. Universidade Federal do Pará, Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação. III. Título.
-

Ewelton Yoshio Chiba Yoshidome

**UMA ONTOLOGIA QUE ESTABELECE OS
RELACIONAMENTOS DE DEPENDÊNCIA ENTRE AS PRÁTICAS
DE GERÊNCIA DE REQUISITOS E GERÊNCIA DE PROJETOS
CONSTANTES NOS MODELOS MR-MPS-SW E CMMI-DEV**

Dissertação de Mestrado apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Ciência da Computação. Programa de Pós Graduação em Ciência da Computação. Instituto de Ciências Exatas e Naturais. Universidade Federal do Pará.

Data da aprovação: Belém-Pa. __-__-____

Banca Examinadora

Prof. Dr. Sandro Ronaldo Bezerra Oliveira
Programa de Pós Graduação em Ciência da Computação – UFPA – Orientador

Prof. Dr. Rodrigo Quites Reis
Faculdade de Computação – ICEN – UFPA – Membro Externo

Prof. Dr. Fábio de Lima Bezerra
Instituto Ciberespacial – UFPA – Membro Externo

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, aos meus pais e irmão pelo apoio e incentivo nos meus estudos até o momento.

Aos meus amigos: Rafael, Wallace, Maurício, Carlos, Carla, Diego e Ariane (que não está mais entre nós), quem me ajudaram e colaboraram em vários momentos do mestrado, incentivando-me a não desistir.

Ao meu orientador Sandro Ronaldo Bezerra Oliveira pela sua confiança e atenção às minhas pesquisas, quem vem me acompanhando, incentivando e apoiando. Sem a sua colaboração, esta pesquisa não seria finalizada.

“A dúvida é o princípio da
sabedoria”

Aristóteles

RESUMO

Os modelos e normas de qualidade de *software* buscam propor um conjunto de boas práticas para auxiliarem as empresas desenvolvedoras de *softwares* na melhoria contínua de seu processo de desenvolvimento, possibilitando a criação de produtos de maior qualidade. Assim, em muitos casos, a empresa desenvolvedora de *software* precisa contratar consultores de implementação capacitados para apoiar na institucionalização das boas práticas recomendadas.

Neste contexto, existe uma dificuldade por parte de empresas e consultores de implementação iniciantes no entendimento das práticas presentes nos modelos de qualidade, além de, principalmente, existir uma dificuldade em visualizar a forma como cada prática relaciona-se. Para diminuir esse problema, uma ontologia pode ser utilizada. Uma ontologia é “um conjunto de termos ordenados hierarquicamente para descrever um domínio que pode ser usado como um esqueleto para uma base de conhecimentos”.

Assim, esta pesquisa visa contribuir com uma proposta de uma ontologia que estabelece os relacionamentos de dependência entre as práticas presentes nos processos de gerência de projeto e gerência de requisitos. Para alcançar tal resultado esperado, necessitou-se de: (1) um estudo das práticas dos referidos processos sugeridos nos modelos MR-MPS-SW e CMMI-DEV, visando encontrar as dependências entre as práticas; (2) modelar a ontologia dos relacionamentos de dependência encontrados durante o estudo dos modelos em linguagem UML – *Unified Modeling Language*; (3) definir os axiomas da ontologia, com o objetivo de consolidar e restringir a semântica dos relacionamentos da modelagem; e (4) realizar uma pesquisa de campo em empresas com avaliações oficiais para coletar as evidências utilizadas para contemplar as práticas sugeridas nos modelos, com o objetivo de instanciá-las na ontologia para a sua avaliação. Ao final, pode-se obter uma ontologia (modelagem e axiomas) que estabelece as dependências entre as práticas dos processos de Gerência de Projetos e Gerência de Requisitos nos referidos modelos.

PALAVRAS-CHAVE: Qualidade de Software, Ontologia, Relacionamento, Melhoria de Processo.

ABSTRACT

The models and standards for software quality aim to propose a set of best practices to support the software companies in order to achieve the continuous software process improvements, so, those companies may develop better products. Commonly, the software companies need to hire implementation consultants in order to support the best practices institutionalization.

In this context, there are companies and novice consultants that have the difficulty to understand about the practices and the relationship between those practices in quality models. In order to resolve it, we will create a ontology. The ontology is “a set of ordered terms, by hierarchy, in order to describe a domain that can be used as a knowledge base”.

Thus, this research proposes a ontology that establish the dependency relationship among the best practices of project management process and requirement management process. In order to achieve this result, we need: (1) a study about the best practices presents in MR-MPS-SW and CMMI-DEV models, in order to find the relationship among the best practices; (2) create a ontology in UML – *Unified Modeling Language*; (3) define the ontology axioms, in order to consolidate the meaning of dependency relationships; and (4) survey the companies that have official certification, in this survey we collected the evidences used to implement the best practices suggested in quality models, in order to instantiate the ontology for its evaluation. In the end, our outcome was a ontology (structured model and axioms) that establish the relationship of the best practices among Project Management and Requirement Management process.

KEYWORDS: Software Quality, Ontology, Relationship, Process Improvement.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 2.1 Tipos de Ontologia, segundo seu Nível de Dependência em Relação a uma Tarefa ou Ponto de Vista Particular (Guaniro, 1998).....	24
Figura 2.2 Dimensões Críticas de uma Organização (adaptado de SEI, 2010).....	30
Figura 2.3 Estrutura do CMMI-DEV (SEI, 2010).....	33
Figura 2.4 Estrutura de representação contínua e por estágios (adaptado de SEI, 2010).....	34
Figura 2.5 Componentes do MPS.BR (SOFTEX, 2012a).....	35
Figura 2.6 Estrutura do MR-MPS (SOFTEX, 2012c).....	37
Figura 3.1 Fluxo das Atividades da Metodologia de Pesquisa.....	44
Figura 3.2 Estrutura do Planejamento do Projeto.....	52
Figura 3.3 Definição do Escopo do Projeto.....	55
Figura 3.4 Definição do Dimensionamento do Projeto.....	56
Figura 3.5 Definição do Esforço do Projeto.....	58
Figura 3.6 Definição dos Recursos do Projeto.....	60
Figura 3.7 Definição do Cronograma do Projeto.....	62
Figura 3.8 Definição do Custo e Orçamento do Projeto.....	66
Figura 3.9 Definição dos Riscos do Projeto.....	67
Figura 3.10 Identificação dos Dados Relevantes do Projeto.....	69
Figura 3.11 Definição da Comunicação do Projeto.....	71
Figura 3.12 Análise de Viabilidade do Projeto.....	73
Figura 3.13 Comprometimento com o Planejamento do Projeto.....	74
Figura 3.14 Estrutura das Monitorações do Projeto.....	78
Figura 3.15 Monitoramento do Planejamento do Projeto.....	79
Figura 3.16 Acompanhamento de Desvios do Projeto.....	83
Figura 3.17 Definição dos Requisitos do Cliente e Garantia do Entendimento dos Requisitos.....	85
Figura 3.18 Refinamento dos Requisitos e Comprometimento da Equipe Técnica.....	87
Figura 3.19 Rastreabilidade Bidirecional.....	90
Figura 3.20 Relacionamento de Rastreabilidade com Planejamento do Projeto, Requisito de Cliente e Requisito Técnico.....	91
Figura 3.21 Revisão de Inconsistências e Registro de Desvios.....	93

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 Níveis Maturidade e Capacidade no CMMI-DEV (adaptado de SEI, 2010).....	31
Quadro 2.2 Equivalência entre os Níveis Maturidade do MPS.BR e CMMI.....	37
Quadro 3.1 Mapeamento entre Resultados Esperados e Questões de Competência.....	49
Quadro 3.2 Axiomas GPR-A1 ao GPR-A4.....	53
Quadro 3.3 Axiomas GPR-A5 ao GPR-A11.....	53
Quadro 3.4 Axiomas GPR-A12 ao GPR-A13.....	54
Quadro 3.5 Axiomas GPR-B1 ao GPR-B2.....	55
Quadro 3.6 Axiomas GPR-C1 ao GPR-C2.....	57
Quadro 3.7 Axiomas GPR-C3 ao GPR-C5.....	57
Quadro 3.8 Axiomas GPR-C6 ao GPR-C8.....	58
Quadro 3.9 Axiomas GPR-C9 ao GPR-C11.....	59
Quadro 3.10 Axiomas GPR-D1 ao GPR-D5.....	61
Quadro 3.11 Axioma GPR-E1.....	63
Quadro 3.12 Axiomas GPR-E2 ao GPR-E5.....	63
Quadro 3.13 Axioma GPR-E6.....	64
Quadro 3.14 Axiomas GPR-E7 ao GPR-E8.....	64
Quadro 3.15 Axiomas GPR-F1 ao GPR-F2.....	65
Quadro 3.16 Axiomas GPR-F3 ao GPR-F4.....	65
Quadro 3.17 Axioma GPR-F5.....	66
Quadro 3.18 Axioma GPR-G1.....	67
Quadro 3.19 Axiomas GPR-G2 ao GPR-G11.....	67
Quadro 3.20 Axioma GPR-H1.....	69
Quadro 3.21 Axiomas GPR-H2 ao GPR-H11.....	69
Quadro 3.22 Axioma GPR-H12.....	71
Quadro 3.23 Axiomas GPR-I1 ao GPR-I2.....	72
Quadro 3.24 Axioma GPR-I3.....	72
Quadro 3.25 Axioma GPR-J1.....	73
Quadro 3.26 Axiomas GPR-K1 ao GPR-K2.....	74
Quadro 3.27 Axioma GPR-K3.....	75
Quadro 3.28 Axioma GPR-K4.....	75
Quadro 3.29 Axioma GPR-K5.....	76
Quadro 3.30 Axioma GPR-K6.....	76
Quadro 3.31 Axiomas GPR-L1 ao GPR-L6.....	78
Quadro 3.32 Axioma GPR-L7.....	79
Quadro 3.33 Axioma GPR-L8.....	80
Quadro 3.34 Axiomas GPR-L9 ao GPR-L12.....	80
Quadro 3.35 Axiomas GPR-L13 ao GPR-L16.....	81
Quadro 3.37 Axiomas GPR-M1 ao GPR-M4.....	83
Quadro 3.38 Axiomas GPR-M5 ao GPR-M6.....	84
Quadro 3.39 Axioma GPR-M7.....	84
Quadro 3.40 Axiomas GRE-A1 ao GRE-A2.....	86
Quadro 3.41 Axioma GRE-B1.....	87
Quadro 3.42 Axiomas GRE-B2 ao GRE-B4.....	87
Quadro 3.43 Axioma GRE-B5.....	88

Quadro 3.44 Axioma GRE-B6	88
Quadro 3.45 Axiomas GRE-B7 ao GRE-B8	89
Quadro 3.46 Axiomas GRE-C1 ao GRE-C2	90
Quadro 3.47 Axiomas GRE-C3 ao GRE-C16	91
Quadro 3.48 Axiomas GRE-D1 ao GRE-D3.....	93
Quadro 3.49 Axioma GRE-D4	94
Quadro 3.50 Dicionário de Dados das Classes.....	94
Quadro 3.51 Dicionário de Dados dos Relacionamentos	98
Quadro 4.1 Instanciação da Estrutura de Planejamento do Projeto da Empresa-A.....	105
Quadro 4.2 Instanciação da Estrutura de Planejamento do Projeto da Empresa-B.....	107
Quadro 4.3 Instanciação da Estrutura de Planejamento do Projeto da Empresa-C.....	109
Quadro 4.4 Instanciação do escopo do Projeto da Empresa-A.....	110
Quadro 4.5 Instanciação do escopo do Projeto da Empresa-B.....	111
Quadro 4.6 Instanciação do escopo do Projeto da Empresa-C.....	111
Quadro 4.7 Instanciação das estimativas do Projeto da Empresa-A	112
Quadro 4.8 Instanciação das estimativas do Projeto da Empresa- B.....	112
Quadro 4.9 Instanciação das estimativas do Projeto da Empresa-C.....	113
Quadro 4.10 Instanciação dos recursos do Projeto da Empresa-A.....	114
Quadro 4.11 Instanciação dos recursos do Projeto da Empresa-B	114
Quadro 4.12 Instanciação dos recursos do Projeto da Empresa-C	115
Quadro 4.13 Instanciação do cronograma do Projeto da Empresa-A.....	115
Quadro 4.14 Instanciação do cronograma do Projeto da Empresa-B.....	116
Quadro 4.15 Instanciação do cronograma do Projeto da Empresa-C.....	117
Quadro 4.16 Instanciação do custo e orçamento do Projeto da Empresa-A	118
Quadro 4.17 Instanciação do custo e orçamento do Projeto da Empresa-B.....	118
Quadro 4.18 Instanciação do custo e orçamento do Projeto da Empresa-C.....	119
Quadro 4.19 Instanciação dos riscos do Projeto da Empresa-A.....	119
Quadro 4.20 Instanciação dos riscos do Projeto da Empresa-B	120
Quadro 4.21 Instanciação dos riscos do Projeto da Empresa-C	121
Quadro 4.22 Instanciação dos dados relevantes do Projeto da Empresa-A	122
Quadro 4.23 Instanciação dos dados relevantes do Projeto da Empresa-B.....	122
Quadro 4.24 Instanciação dos dados relevantes do Projeto da Empresa-C.....	124
Quadro 4.25 Instanciação do planejamento da comunicação do Projeto da Empresa-A	125
Quadro 4.26 Instanciação do planejamento da comunicação do Projeto da Empresa-B	125
Quadro 4.27 Instanciação do planejamento da comunicação do Projeto da Empresa-C	125
Quadro 4.28 Instanciação da análise de viabilidade e comprometimento do Projeto da Empresa-A	126
Quadro 4.29 Instanciação da análise de viabilidade e comprometimento do Projeto da Empresa-B	127
Quadro 4.30 Instanciação da análise de viabilidade e comprometimento do Projeto da Empresa-C	127
Quadro 4.31 Instanciação do monitoramento do Projeto da Empresa-A	129
Quadro 4.32 Instanciação do monitoramento do Projeto da Empresa-B	129
Quadro 4.33 Instanciação do monitoramento do Projeto da Empresa-C	130
Quadro 4.34 Instanciação do acompanhamento dos desvios do Projeto da Empresa-A	131

Quadro 4.35 Instanciação do acompanhamento dos desvios do Projeto da Empresa-B	132
Quadro 4.36 Instanciação do acompanhamento dos desvios do Projeto da Empresa-C	133
Quadro 4.37 Instanciação do entendimento dos requisitos do Projeto da Empresa-A. 134	
Quadro 4.38 Instanciação do entendimento dos requisitos do Projeto da Empresa-B. 134	
Quadro 4.39 Instanciação do entendimento dos requisitos do Projeto da Empresa-C. 135	
Quadro 4.40 Instanciação do comprometimento dos requisitos do Projeto da Empresa-A	136
Quadro 4.41 Instanciação do comprometimento dos requisitos do Projeto da Empresa-B	136
Quadro 4.42 Instanciação do comprometimento dos requisitos do Projeto da Empresa-C	137
Quadro 4.43 Instanciação da rastreabilidade bidirecional do Projeto da Empresa-A ..	138
Quadro 4.44 Instanciação da rastreabilidade bidirecional do Projeto da Empresa-B ..	138
Quadro 4.45 Instanciação da rastreabilidade bidirecional do Projeto da Empresa-C ..	139
Quadro 4.46 Instanciação da revisão de inconsistências dos requisitos do Projeto da Empresa-A.....	139
Quadro 4.47 Instanciação da revisão de inconsistências dos requisitos do Projeto da Empresa-B	140
Quadro 4.48 Instanciação da revisão de inconsistências dos requisitos do Projeto da Empresa-C	140

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	Contexto do Trabalho	15
1.2	Motivação e Justificativa	16
1.3	Objetivos	17
1.4	Metodologia do Trabalho	18
1.5	Estrutura da Dissertação	19
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	21
2.1	Ontologias em Engenharia de Software	21
2.1.1	Tipos de Ontologias	22
2.1.2	Metodologias de Desenvolvimento de Ontologias	24
2.2	Processo de Software	27
2.3	Melhoria do Processo de Software	29
2.3.1	CMMI-DEV	31
2.3.2	MR-MPS	34
2.4	Trabalhos Relacionados	37
2.5	Considerações Finais	39
3	UMA ONTOLOGIA DE GERÊNCIA DE PROJETOS E GERÊNCIA DE REQUISITOS NO CONTEXTO DO NÍVEL G DO MR-MPS-SW E NÍVEL 2 DO CMMI-DEV	40
3.1	Escopo da Ontologia	40
3.1.1	Gerência de Projetos	41
3.1.2	Gerência de Requisitos	43
3.2	Visão Geral da Metodologia de Pesquisa	44
3.3	Pesquisa Bibliográfica	46
3.4	Identificação de Propósito e Especificação dos Requisitos	47
3.5	Captura e Formalização da Ontologia	50
3.5.1	Ontologia de GPR	51
3.5.2	Ontologia de GRE	84
3.6	Revisão por Pares	98
3.7	Considerações Finais	100
4	AVALIAÇÃO DA ONTOLOGIA	102
4.1	Contexto da Avaliação	102
4.2	Pesquisa de Campo	103
4.3	Instanciação da Ontologia	103
4.3.1	Instanciação da Ontologia de GPR	103
4.3.2	Instanciação da Ontologia de GRE	133
4.4	Avaliação e Interpretação dos Resultados	141
4.5	Considerações Finais	143

5 CONCLUSÕES.....	144
5.1 Sumário do Trabalho.....	144
5.2 Análise dos Resultados	145
5.3 Trabalhos Futuros	146
5.3.1 Evoluir a ontologia para os níveis superiores de maturidade	146
5.3.2 Definir uma ferramenta baseada na ontologia para apoiar na integração das ferramentas do projeto SPIDER	146
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	148
APÊNDICE A – ACORDO DE CONFIDENCIALIDADE	154
APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DA PESQUISA DE CAMPO	156

1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo é apresentado o contexto que esta pesquisa está inserida. Além disso, são descritos os aspectos que motivaram e justificaram a realização desta pesquisa, além de apresentar os seus objetivos geral e específicos. Finalmente, são descritos, brevemente, as etapas da metodologia utilizada nesta pesquisa.

1.1 Contexto do Trabalho

O *software*, devido a sua própria natureza, é abstrato e intangível (Sommerville, 2010), podendo representar a quase inexistência de restrições para o que é produzido. Porém significa também que o *software* pode se tornar extremamente confuso e difícil de ser mantido.

Guerra (2009) descreve que existe uma boa disposição de desenvolvedores e empresários capazes de atender bem o mercado. Entretanto, um dos fatores que acarretam em produtos de *software* com níveis de qualidade inadequados é a carência de mão-de-obra especializada. Devido a isso, existem normas e modelos de qualidade que sugerem boas práticas para a melhoria contínua no processo organizacional, tais como: o modelo MR-MPS-SW (SOFTEX, 2012a); o modelo CMMI-DEV (SEI, 2010); e a norma ISO/IEEC 12207 (ISO/IEEC, 2008).

Destaca-se, ainda, que esta pesquisa está inserida no contexto do projeto SPIDER – *Software Process Improvement - DEvelopment and Research*, um projeto institucionalizado na Universidade Federal do Pará, no Instituto de Ciências Exatas e Naturais, que se iniciou em 2008. O projeto SPIDER tem como objetivo a criação de um *suite*¹ de ferramentas de *software* livre com características adequadas para possibilitar a criação de produtos de trabalho (artefatos que evidenciam a

¹ Amplo conjunto modular de tecnologias integradas, facilitando a aceleração de fluxo de dados unificados para enfrentar alguns dos desafios de integração mais sérios da organização (Pressman, 2010).

implementação do programa da qualidade organizacional). O objetivo desse *suíte* de ferramentas consiste em sistematizar o processo de desenvolvimento de empresas desenvolvedoras com o custo de implementação reduzido (Oliveira *et. al.*, 2012).

Além disso, o projeto SPIDER busca apoiar na qualificação da mão-de-obra local, formando pesquisadores com conhecimento sobre melhoria de processo de *software*, por meio de estudos teóricos sobre o assunto e sua aplicabilidade em ambientes reais de trabalho.

O projeto SPIDER foi selecionado entre os quatro melhores do ciclo 2010 do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade em Software (PBQP-SW) mantido pela Secretaria de Política de Informática do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação.

1.2 Motivação e Justificativa

Empresas desenvolvedoras de software que desejam implementar programas de melhoria podem se deparar com o problema de conciliar entre a execução das atividades dos projetos em desenvolvimento com as constantes melhorias que estão sendo implementadas em seu ambiente. Somando-se a isto, existe o fato que o tempo de implementação de programas de melhoria geralmente é extenso (Morgado *et al.*, 2007).

Existe no mercado um número considerável de empresas desenvolvedoras de *software* que buscam por avaliação de melhoria de processo em modelos como MR-MPS-SW e CMMI-DEV. Para que estas empresas consigam sucesso nestas avaliações é necessário que seja satisfeito um determinado conjunto de requisitos estabelecidos pelos modelos. Segundo Soydan e Kokar (2006), por esses modelos agregarem um grande número de conceitos em suas estruturas, empresas que desejam receber avaliações de melhoria, geralmente, contratam especialistas (implementadores). Mesmo para esses especialistas, o processo de verificar todos os relacionamentos entre os componentes do modelo não é uma tarefa trivial. Este problema complica-se com o fato das constantes atualizações que os modelos de qualidade sofrem ao longo do tempo, com adição de novas práticas e/ou processos em sua estrutura (Sharifloo *et al.*, 2008).

Segundo Huang e Zhang (2010), existem poucos recursos humanos que possuem conhecimento sobre qualidade de *software* nas empresas de desenvolvimento. Além disso, mesmo possuindo conhecimento sobre melhoria de processo de *software*, estas

peessoas possuem uma carência no entendimento correto de certos conceitos sobre o assunto.

Em (Schots *et al.*,2011) são descritas experiências de implementações de melhoria de processo em várias empresas desenvolvedoras de software e relata a necessidade de apresentar e ensinar conceitos de engenharia de *software* para auxiliar na compreensão das atividades do processo. Para apoiar no ensino e o estabelecimento do entendimento desses conceitos, uma ontologia pode ser utilizada (Duarte e Falbo, 2000).

Na pesquisa descrita em (Leal *et al.*, 2012), é apresentada a necessidade de adotar um mecanismo para a seleção e implementação gradual de boas práticas à micro e pequenas empresas. Para isto, a abordagem utilizada foi a definição de uma ontologia contendo as referidas práticas. Entretanto, esta ontologia não considera todas as práticas descritas em programas de melhoria.

1.3 Objetivos

O objetivo geral do projeto é definir um estrutura que permita facilitar o entendimento de consultores implementadores iniciantes sobre práticas presentes em modelos de qualidade. Para isto, foi definido uma ontologia que estabelece os relacionamentos de dependência entre as práticas de Gerência de Projetos (GPR) e Gerência de Requisitos (GRE), buscando apoiar o entendimento. Optou-se em utilizar apenas os processos de GPR e GRE, pois esses processos fazem parte dos níveis de maturidade iniciais dos modelos de melhoria e implementadores iniciantes ainda estão em fase de adaptação e aprendizagem.

Para o atendimento de tal objetivo geral, os objetivos específicos a seguir devem ser contemplados:

1. Entendimento e análise das práticas presentes nos modelos MR-MPS-SW e CMMI-DEV sobre gerência de projetos e gerência de requisitos;
2. Modelagem da ontologia utilizando a linguagem UML;
3. Definição de axiomas para restringir e consolidar os relacionamentos presentes na modelagem da ontologia;
4. Realização de uma pesquisa de campo em empresas com avaliações oficiais para coletar evidências utilizadas a fim de contemplar os programas de melhoria;

1.4 Metodologia do Trabalho

Esta seção descreve a metodologia empregada para o desenvolvimento desta pesquisa. Assim, esta pesquisa foi dividida nas seguintes etapas:

1. Pesquisa Bibliográfica

- Estudo sobre as práticas de Gerência de Projeto (GPR) e Gerência de Requisitos (GRE) nos programas de melhoria;
- Estudo sobre as metodologias de desenvolvimento de ontologias.

2. Identificação de Propósito e Especificação de Requisitos

- Definição do universo de discurso;
- Estabelecimento das questões referentes ao processo de GPR;
- Estabelecimento das questões referentes ao processo de GRE.

3. Captura e Formalização da Ontologia

- Modelagem da ontologia em linguagem UML;
- Definição dos axiomas dos relacionamentos da ontologia em lógica de primeira ordem.

4. Pesquisa de Campo

- Coleta das evidências utilizadas para implementar as práticas sugeridas nos processos de GPR e GRE em três empresas de desenvolvimento de *software* locais.

5. Revisão com Especialistas

- Revisão da modelagem da ontologia por um especialista da área de engenharia e qualidade de *software*;
- Refinamentos da modelagem da ontologia;
- Revisão dos axiomas da ontologia por um especialista com ampla experiência em lógica de primeira ordem;
- Refinamentos da sintaxe e semântica dos axiomas.

6. Instanciação e Avaliação da Ontologia

- Instanciação dos axiomas da ontologia com base nos dados coletados na pesquisa de campo;
- Avaliação dos resultados obtidos durante a instanciação;
- Refinamentos na ontologia.

7. Documentação

- Redação da Dissertação;

Segundo Silva e Menezes (2001), existem várias formas de se classificar a pesquisa realizada, com base na literatura especializada. Assim, neste contexto, pode-se caracterizar a pesquisa realizada neste trabalho como sendo:

- Quanto a natureza: pesquisa Aplicada, por objetivar a geração de conhecimentos para a aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos;
- Quanto a abordagem do problema: pesquisa Qualitativa, devido ao fato de que o estabelecimento do conhecimento é baseado em informações coletadas por especialistas que são interpretadas e definidas pelo autor;
- Quanto aos objetivos: pesquisa Exploratória e Descritiva, proporcionando um maior entendimento do problema, tornando-o mais explícito, envolvendo levantamento bibliográfico, entrevistas com pessoas com experiência prática, e por utilizar questionários como forma de verificar as características de uma população;
- Quanto aos procedimentos técnicos – pesquisa Bibliográfica, pois a mesma foi elaborada a partir de materiais publicados como artigos de periódicos e eventos, livros e materiais disponibilizados na Internet.

1.5 Estrutura da Dissertação

Além deste capítulo introdutório, esta pesquisa possui o Capítulo 2 que apresenta um embasamento teórico, tratando sobre processo e qualidade de *software*. Além disso, esse capítulo realiza uma contextualização sobre ontologias, com uma breve descrição sobre o seu uso na Filosofia e Ciência da Computação. Nesse capítulo são apresentados, ainda, trabalhos relacionados à ontologia e qualidade de *software*.

O Capítulo 3 apresenta a modelagem da ontologia de dependências entre as práticas de GPR e GRE, além dos axiomas definidos para completar a semântica da modelagem. Além disso, nesse capítulo é apresentada também a metodologia utilizada nesta pesquisa.

O Capítulo 4 descreve as instanciações realizadas sobre os axiomas da ontologia. Estas instanciações são baseadas nos resultados das entrevistas realizadas na pesquisa de campo. Esse capítulo descreve, ainda, uma avaliação dos resultados obtidos após a instanciação da ontologia.

Finalmente, o Capítulo 5 apresenta a conclusão e as contribuições deste trabalho, a indicação de trabalhos futuros e as considerações finais desta dissertação.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo é apresentada uma contextualização sobre ontologias, juntamente com uma breve descrição de seu uso na área de filosofia e ciência da computação. Além disso, este capítulo apresenta uma visão geral sobre processo e melhoria de software. Também é realizada uma descrição sobre os principais modelos e normas de qualidade existentes no mercado para apoiar processos de desenvolvimento de software. Por fim, na Seção 2.4 são descritos alguns trabalhos relacionados a esta dissertação de mestrado.

2.1 Ontologias

O termo “ontologia”, segundo o dicionário Aurélio (Ferreira, 1988), significa a ciência do ser em geral, ou seja, busca entender a natureza e a organização do ser. Este conceito é referente ao ramo da Filosofia, introduzido por Aristóteles, o qual busca responder questões como “O que é um ser?” e “Quais as características comuns de todos os seres?” (Maedche, 2002).

Apesar do longo período de uso do termo “ontologia”, ainda não há um consenso total sobre a semântica do termo, isto é evidente, principalmente na área da Ciência da Computação. Isto se deve ao fato de que, em alguns casos, a ontologia é utilizada apenas como uma estrutura descrevendo atividades familiares como modelagem de domínio e análise conceitual. Em outras situações as ontologias apresentam uma abordagem extremamente formal e interdisciplinar, na qual a Filosofia e a Linguística desempenham um papel fundamental (Guizzardi, 2000).

Na Inteligência Artificial, diferentemente da Filosofia, a ontologia é utilizada para representar e descrever um domínio de conhecimento consolidado, como Medicina, Direito, Engenharia, ou seja, em um domínio na qual se sabe o significado das coisas. Assim, a ontologia em Inteligência Artificial busca firmar e consolidar um vocabulário para o domínio de interesse (Falbo, 1998).

Devido às diferenças semânticas do termo “ontologia”, apresentadas anteriormente, Guaniri (1997) discute sobre o uso do termo na área da Ciência da Computação, pelo fato de seu significado variar baseado no uso da ontologia. Para isto, Guaniri propõe que o uso do termo “ontologia” seja utilizada pela comunidade de Computação e o termo “conceituação” seja utilizado pela comunidade filosófica (Guaniri, 1998).

A definição de ontologia proposta por Fensel (2001) descreve uma ontologia como “uma especificação formal explícita de uma conceituação compartilhada”, ou seja, um modelo abstrato, baseado em um conhecimento consensual, capaz de ser processada por uma máquina.

Para Gómez-Pérez (1999), uma ontologia é “um conjunto de termos ordenados hierarquicamente para descrever um domínio que pode ser usado como um esqueleto para uma base de conhecimentos”.

Uschold e Gruninger (1996) definem ontologia como um entendimento compartilhado de um mesmo domínio de interesse o qual pode ser utilizado como um *framework* unificado para solucionar um determinado problema. Esse domínio é uma representação de uma parte do mundo, o qual é composto por um conjunto de conceitos (entidades, atributos, processos, entre outros), definições e relacionamentos.

O uso de ontologias pode apoiar na elaboração de uma estrutura computacional complexa. Segundo Smith (1996), uma ontologia deve ser capaz de satisfazer pelo menos um dos seguintes propósitos:

- Permitir que várias pessoas compartilhem seu conhecimento;
- Apoiar as pessoas no entendimento de uma certa área de conhecimento;
- Apoiar outras pessoas a compreender uma certa área de conhecimento;
- Apoiar no consenso do entendimento sobre uma certa área de conhecimento.

Vale ressaltar que durante a elaboração de uma ontologia, sua modelagem é focada apenas em um certo fenômeno ou parte do mundo (domínio do problema), devido a impossibilidade de modelá-los com todos os seus detalhes. Devido a isto, a ontologia atenta-se apenas em um número limitado de conceitos, suficientes e relevantes, para a abstração de um dado domínio (Guizzardi, 2000).

2.1.1 Tipos de Ontologias

Segundo Guaniri (1997, 1998), uma ontologia pode ser classificada em cinco tipos:

- **Ontologias Genéricas:** descrevem conceitos bastante gerais, tais como, espaço, tempo, matéria, objeto, evento, ação, etc., que são independentes de um problema ou domínio particular;
- **Ontologias de Domínio:** expressam conceituações de domínios particulares, descrevendo o vocabulário relacionado a um domínio genérico, tal como Medicina;
- **Ontologias de Tarefas:** expressam conceituações sobre a resolução de problemas, independentemente do domínio em que ocorram, isto é, descrevem o vocabulário relacionado a uma atividade ou tarefa genérica, tal como, diagnose ou vendas;
- **Ontologias de Aplicação:** descrevem conceitos dependentes do domínio e da tarefa particulares. Estes conceitos frequentemente correspondem a papéis desempenhados por entidades do domínio quando da realização de uma certa atividade;
- **Ontologias de Representação:** explicam as conceituações que fundamentam os formalismos de representação de conhecimento.

Ontologias de domínio são construídas para serem utilizadas em um micro-mundo. São os tipos mais comumente desenvolvidos, sendo que diversos trabalhos são encontrados na literatura, enfocando áreas como Química (Gómez-Pérez *et al.*, 1996), Manufatura de Aeronaves (Barley *et al.*, 1997), Modelagem de Empreendimento (Fox *et al.*, 1993) (Gruninger *et al.*, 1995), Medicina (Heijst *et al.*, 1997) (Humphreys *et al.*, 1993) (Oliveira *et al.*, 1998), sistemas físicos (Borst *et al.*, 1997), Direito (Valente, 1995), Biologia e Bioquímica (Karp *et al.*, 1993), Ciência dos Materiais (Vet *et al.*, 1993), entre outros.

As ontologias genéricas procuram construir teorias básicas do mundo, de caráter bastante abstrato, aplicáveis a qualquer domínio (conhecimento de senso comum). Entre os trabalhos nesta categoria, destacam-se (Bunge, 1977), (Sowa, 1995), (Lenat *et al.*, 1990), (Hobbs, 1995), (Guaniro, 1995) e (Swartout *et al.*, 1997). Estes trabalhos estão bastante alinhados com o uso de ontologias na Filosofia e procuram descrever a natureza das coisas. Tipicamente, ontologias genéricas definem conceitos tais como coisa, estado, evento, processo, ação, etc., com o intuito de serem especializados na definição de conceitos em uma ontologia de domínio.

Ontologias de representação procuram tornar claros os compromissos ontológicos embutidos em formalismos de representação de conhecimento. Um exemplo desta categoria é a ontologia de *frames*, utilizada em Ontolingua (Gruber, 1992).

O estudo de ontologias de tarefas é a vertente mais recente do estudo de ontologias. Sua principal motivação é facilitar a integração dos conhecimentos de tarefa e domínio em uma abordagem mais uniforme e consistente, tendo por base o uso de ontologias. Trabalhos nesta categoria incluem (Musen *et al.*, 1995) e (Chandrasekaran *et al.*, 1997).

Guarniro (1998) propõe que ontologias sejam construídas segundo seu nível de generalidade, como mostra a Figura 2.1. Os conceitos de uma ontologia de domínio ou de tarefa devem ser especializações dos termos introduzidos por uma ontologia genérica. Os conceitos de uma ontologia de aplicação, por sua vez, devem ser especializações dos termos das ontologias de domínio e de tarefa correspondentes.

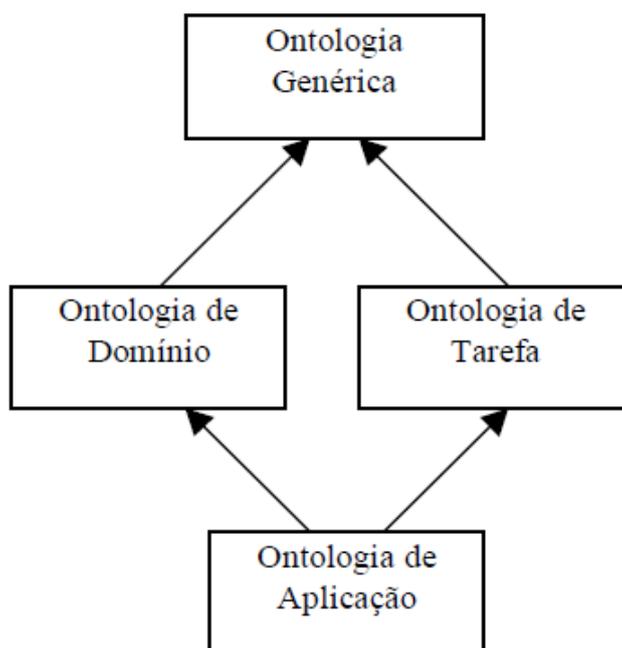


Figura 2.1 Tipos de Ontologia, segundo seu Nível de Dependência em Relação a uma Tarefa ou Ponto de Vista Particular (Guarniro, 1998)

2.1.2 Metodologias de Desenvolvimento de Ontologias

Muitas das ontologias desenvolvidas até o momento são construídas por meio de diferentes abordagens, utilizando diferentes métodos e técnicas. Geralmente, a

abordagem escolhida para o desenvolvimento de uma ontologia é de forma empírica. Devido a isso, pode-se dizer que a construção de uma ontologia mais uma arte do que uma ciência (Jones *et. al.*, 1998). Assim, os seguintes problemas podem ser gerados (Guimarães, 2002): dificuldade de reuso da ontologia; problemas de entendimento no domínio do problema; limitação da descrição da ontologia, devido à má escolha da linguagem; dificuldade no desenvolvimento de ontologias complexas, devido à carência de informações coletadas nas fases de planejamento; entre outros.

Para evitar os problemas citados anteriormente, alguns autores propõem uma metodologia para o desenvolvimento de uma ontologia. Nesta pesquisa, foram levantadas as metodologias propostas por Uschold e King (1995), Fernández *et al.* (1997) e Falbo (1998).

2.1.2.1 Metodologia proposta por Uschold e King (1995)

Primeiramente, pode-se citar a metodologia proposta por Uschold e King (1995), denominada de “metodologia inicial para a construção de ontologias”, definindo um pequeno número de estágios necessários para qualquer futura metodologia mais ampla. Segundo eles, uma metodologia para o desenvolvimento de ontologias deve incluir os seguintes estágios, cada um deles associados a um conjunto de técnicas, métodos, princípios e diretrizes para sua realização:

- **Identificação do Propósito:** É importante saber claramente *porque* uma ontologia está sendo construída, quais são seus usos projetados e os seus potenciais usuários;
- **Construção da Ontologia:** Envolve três passos principais: captura, codificação e integração com ontologias existentes. A captura da ontologia envolve a identificação dos conceitos e relações relevantes no domínio de interesse, a geração de definições textuais precisas para estes elementos e o estabelecimento de termos para referenciá-los. Na codificação, a conceituação capturada no estágio anterior é representada em alguma linguagem formal. Durante os passos de captura e codificação, é possível que ontologias existentes sejam reutilizadas e, portanto, é necessário integrá-las.
- **Avaliação:** Uma ontologia deve ser avaliada em termos de questões de competência, especificações de requisitos e/ou do mundo real;

- **Documentação:** Todas as decisões importantes devem ser documentadas, tanto no que tange aos principais conceitos definidos na ontologia, como no que diz respeito às primitivas usadas para expressar definições na ontologia.

2.1.2.2 Metodologia proposta por Fernández *et al.* (1997)

Outra metodologia que pode ser citada é a definida por Fernández *et al.* (1997), denominada de *Methontology*. Esta metodologia possui as seguintes atividades:

- **Especificação:** Este estágio define o escopo da ontologia, o seu propósito e os potenciais usuários. Além disso, neste estágio define-se o nível de formalidade da ontologia;
- **Conceituação:** Criação de um modelo conceitual que descreve o problema e sua solução;
- **Formalização:** Transforma o modelo conceitual em um modelo formal ou semiformal;
- **Integração:** Procura integrar o máximo possível as ontologias existentes à nova ontologia;
- **Implementação:** Implementa a ontologia em uma linguagem formal de modo que seja computável;
- **Manutenção:** Executar a manutenção da ontologia quando necessária.

2.1.2.3 Metodologia proposta por Falbo (1998)

Falbo (1998) também define uma metodologia de construção de ontologias em sua pesquisa. Em sua abordagem, são estabelecidos seis estágios para o desenvolvimento de uma ontologia:

- **Identificação de Propósito e Especificação de Requisitos:** Neste estágio são definidos o propósito e o uso esperado da ontologia, além de estabelecer seus potenciais usuários. Outra atividade que deve ser realizada é a especificação de requisitos, na qual é estabelecido um conjunto de questões de competência, as quais a ontologia deverá ser capaz de responder. As questões de competências são as características, comportamentos que estão presentes no domínio de conhecimento;
- **Captura da Ontologia:** Neste estágio deve-se capturar a conceituação do universo de discurso, com base na competência da ontologia. Os conceitos e

relações relevantes devem ser identificados e organizados. Neste momento, as regras, relacionamentos e restrições são estabelecidos;

- **Formalização da Ontologia:** Neste estágio são transcritos os axiomas (as regras, os relacionamentos e restrições) em uma linguagem formal, livre de ambiguidades;
- **Integração com Ontologias Existentes:** Durante os estágios de captura e formalização, pode surgir a necessidade de integrar a ontologia em questão com outras já existentes, visando aproveitar conceituações previamente estabelecidas. Desta forma, quando necessário, pode-se utilizar ontologias anteriormente desenvolvidas;
- **Avaliação:** A ontologia deve ser avaliada para verificar se satisfaz os requisitos estabelecidos na especificação;
- **Documentação:** Descrição de todo o desenvolvimento da ontologia, incluindo propósitos, requisitos e cenários de motivação, as descrições textuais da conceituação, a ontologia formal e os critérios de projeto adotados.

2.2 Processo de Software

Humpfrey (1989) define que um processo de software possui um conjunto de tarefas de engenharia de software capazes de transformar os requisitos do usuário em software. Ainda, segundo Pressman (2010), um processo de software é definido como um conjunto de tarefas e atividades necessárias para o desenvolvimento de um software de qualidade.

Durante a elaboração e o estabelecimento das atividades de um processo de software, são considerados aspectos como (Pfleeger, 2001): a equipe; os tipos de produto que a organização almeja desenvolver; recursos, tais como equipamentos, ferramentas e ambientes; artefatos que serão utilizados; etc. Todos estes aspectos considerados são boas práticas de engenharia de software, as quais poderão garantir um produto de software de qualidade.

Embora existam inúmeros processos de software, cada um distinguindo-se com o seu próprio conjunto de atividades específicas, segundo Sommerville (2010) existirá um

conjunto fundamental de atividades que serão comuns em todos os processos de software, são elas:

- Especificação de Software: momento no qual são realizadas a coleta das funcionalidades e restrições do software;
- Projeto e Implementação de Software: momento no qual os requisitos coletados serão traduzidos em diagramas e código;
- Validação de Software: momento no qual o software será avaliado pelo cliente para verificar ao atendimento de suas necessidades;
- Evolução de Software: o software estará em constante evolução, e deverá ser modificado para o atendimento das necessidades do cliente.

Reis (2001) e Pressman (2010) relatam que um processo de software é composto pelas seguintes fases essenciais:

- Análise e Definição de Requisitos: compõe as atividades de coletar e detalhar os requisitos (necessidades do cliente);
- Projeto: momento no qual serão refinados os requisitos coletados, definindo-se as entidades relacionadas, as entradas e saídas do sistema;
- Codificação/Construção: consiste no momento que será feita a implementação do software;
- Teste: os testes são realizados para verificar a presença de erros no software, podendo ser *ad hoc* ou existir procedimentos formais para sua realização;
- Implantação: fase na qual o software será entregue (incremento completo ou em sua totalidade) ao cliente. Neste momento o cliente irá fornecer *feedbacks* do produto entregue.

Mesmo existindo este conjunto comum de atividades em todos os processos de software, não existe um processo de software ideal, ou seja, não há um processo capaz de satisfazer as necessidades de todas as empresas desenvolvedoras de software (Sommerville, 2010).

Além da cultura organizacional, a natureza de cada projeto influencia no processo de desenvolvimento de software. Porém, não é uma boa prática uma organização criar um processo para cada projeto, para isso, pode-se definir um conjunto de elementos

(atividades, tarefas, produtos de trabalhos, etc) os quais devem estar presentes em todos os projetos. Estes elementos irão compor o chamado processo padrão.

Processo padrão é responsável em descrever os principais elementos comuns a um processo (SEI, 2010). A partir de um processo padrão, uma empresa poderá adaptá-lo para atender as especificidades de cada projeto (Falbo, 2000). Os principais benefícios do uso de um processo padrão são (Humphrey, 1989):

- Redução de tempo;
- Pouca necessidade de treinamento de recursos humanos;
- Incorporação de melhorias ao processo padrão a partir da experiência de uso.

2.3 Melhoria do Processo de Software

Como foi apresentado na seção anterior, um processo de software possui um grande número de elementos que devem estar definidos e organizados. Porém, existem muitas empresas desenvolvedoras de software que não dão muita importância à estruturação e definição de seu processo de desenvolvimento (Mello, 2011). Neste contexto, estas empresas executam seu processo de forma *ad hoc* e os sucessos de seus projetos estão alinhados ao conhecimento de negócio e esforços heróicos da equipe (SEI, 2010).

Neste cenário, empresas desenvolvedoras de software que desejam um diferencial competitivo no mercado estão buscando por melhorias em seu processo de trabalho (Mello, 2011).

Segundo Fuggeta (2000), pelo fato do desenvolvimento de software necessitar de esforços coletivos e de alta complexidade, a qualidade do produto de software está altamente relacionada às pessoas, à organização e aos procedimentos.

SEI (2010) descreve que para uma empresa desenvolver e manter um produto ou serviço de qualidade é necessário focar-se em três dimensões críticas: pessoas, procedimento e métodos; como ilustrado na Figura 2.2.

Existem algumas normas e modelos que sugerem um conjunto de boas práticas de Engenharia de Software, apoiando empresas desenvolvedoras de software a aumentarem as chances de sucesso em seus projetos. Pode-se citar:

- CMMI-DEV – *Capability Maturity Model Integration for Development* (SEI, 2010);
- Norma ISO/IEC 12207 – Engenharia de Sistemas e de Software – Processos de Ciclo de Vida de Software (ISO/IEC, 2008);
- MR-MPS – Modelo de Referência para Melhoria do Processo de Software definido pelo programa MPS.BR (SOFTEX, 2012a).

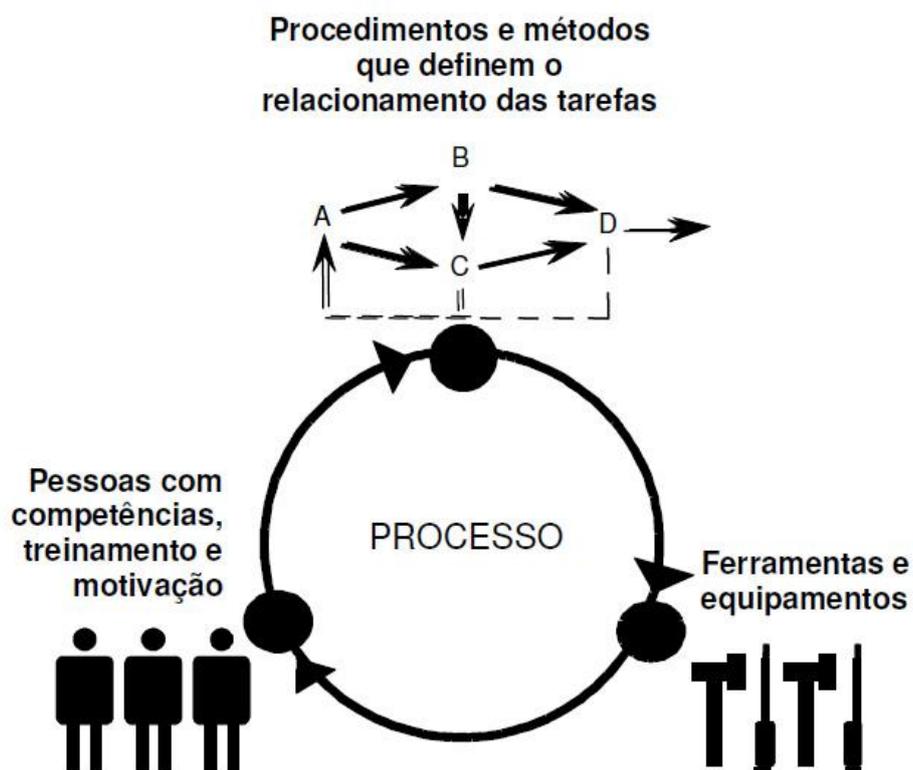


Figura 2.2 Dimensões Críticas de uma Organização (adaptado de SEI, 2010)

Deve-se salientar que as normas e modelos de qualidade não se preocupam em definir um processo de software e sim sugerir um conjunto de boas práticas de engenharia de software para auxiliarem empresas desenvolvedoras de software a produzirem um produto de software de qualidade (Furtado, 2011).

Para o escopo desta pesquisa, serão utilizados os modelos de referência do MR-MPS-SW e CMMI-DEV, os quais serão apresentadas nas subseções a seguir.

2.3.1 CMMI-DEV

O CMMI-DEV é um modelo de referência desenvolvido pelo SEI (*Software Engineering Institute*) que provê um conjunto de boas práticas para o processo de desenvolvimento de software de uma organização. O CMMI-DEV baseia-se no conceito de níveis de maturidade e capacidade (SEI, 2010).

Nível de maturidade “é o grau de melhoria de um processo em um conjunto pré-definido de áreas de processo nas quais todas as metas foram satisfeitas” (SEI, 2010). Já nível de capacidade “é o alcance de um determinado patamar de melhoria caracterizado pela satisfação de um conjunto de práticas genéricas e específicas em uma determinada área de processo” (SEI, 2010).

O CMMI-DEV possui cinco níveis de maturidade (vide Quadro 2.1), os quais variam do nível 1 (mais baixo) até o nível 5 (mais alto), e são cumulativos, ou seja, para alcançar um determinado nível de maturidade, deve-se também alcançar os níveis de maturidade inferiores. Além disso, cada nível de maturidade é composto por um conjunto de áreas de processo. Cada área de processo possui um conjunto de elementos os quais podem ser classificados em: requerido, esperado e informativo.

Quadro 2.1 Níveis Maturidade e Capacidade no CMMI-DEV (adaptado de SEI, 2010)

Nível	Capacidade	Maturidade
0	Incompleto	
1	Executado	Inicial
2	Gerenciado	Gerenciado
3	Definido	Definido
4		Gerenciado Quantitativamente
5		Em Otimização

Um componente requerido é um elemento do modelo necessário para alcançar a melhoria de uma dada área de processo. Componentes esperados são responsáveis em descrever as atividades que são necessárias para alcançar um componente requerido. Por fim, um componente informativo tem a função de auxiliar no entendimento dos componentes requeridos e esperados (SEI, 2010).

A Figura 2.3 apresenta a estrutura do modelo CMMI-DEV, cada componente é descrito a seguir (SEI, 2010):

- *Process Area*: conjunto de práticas relacionadas a uma área que satisfazem um conjunto de metas importantes para alcançar as melhorias. Exemplos de áreas de processo são: Gerência de Configuração, Garantia da Qualidade, Planejamento do Projeto, Desenvolvimento de Requisitos, entre outros;
- *Purpose Statement*: este elemento descreve o propósito da área de processo;
- *Introductory Notes*: responsável em descrever, de forma breve, os principais conceitos sobre a área de processo;
- *Related Process Areas*: contém uma lista de outras áreas de processo as quais se relacionam com a área de processo;
- *Specific Goals*: descreve a característica única de uma determinada área de processo que deve estar presente para satisfazê-la;
- *Generic Goals*: descreve características genéricas que deve estar presente em todas as áreas de processo para ser satisfeita;
- *Specific Practices*: descreve as atividades importantes para alcançar os objetivos estabelecidos em uma meta específica associada;
- *Generic Practices*: descreve as atividades importantes para alcançar os objetivos estabelecidos em uma meta genérica associada, além de contribuir para a institucionalização de uma determinada área de processo;
- *Example Work Products*: lista de alguns produtos de trabalho que podem ser gerados pela execução de uma determinada prática específica;
- *Subpractices*: detalhamento que apoia o entendimento de uma determinada prática específica ou prática genérica;
- *Generic Practice Elaborations*: componente informativo que orienta de como a prática genérica pode ser aplicada a uma determinada área de processo.

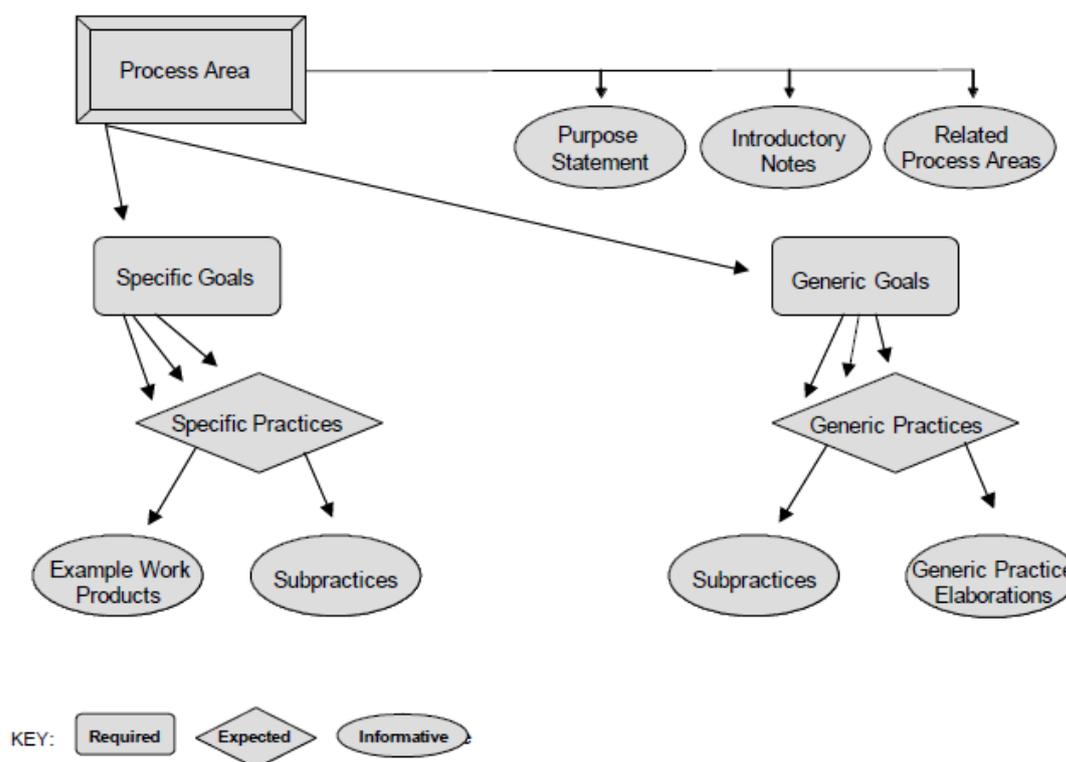


Figura 2.3 Estrutura do CMMI-DEV (SEI, 2010)

Outra característica presente no modelo é sua classificação em duas formas de representação:

- Representação Contínua: esta representação utiliza-se do conceito de níveis de capacidade para caracterizar o grau de institucionalização de uma área de processo. Desta forma, a avaliação foca-se em apenas uma área de processo;
- Representação por Estágios: esta representação utiliza-se do conceito de níveis de maturidade para caracterizar o grau de aderência em que o processo organizacional encontra-se relacionado ao modelo como um todo. Diferente da representação contínua, nesta abordagem, espera-se que a organização satisfaça os objetivos de todas as áreas de processo pertencentes a um determinado nível de maturidade. A Figura 2.4 mostra as duas representações do modelo CMMI-DEV.

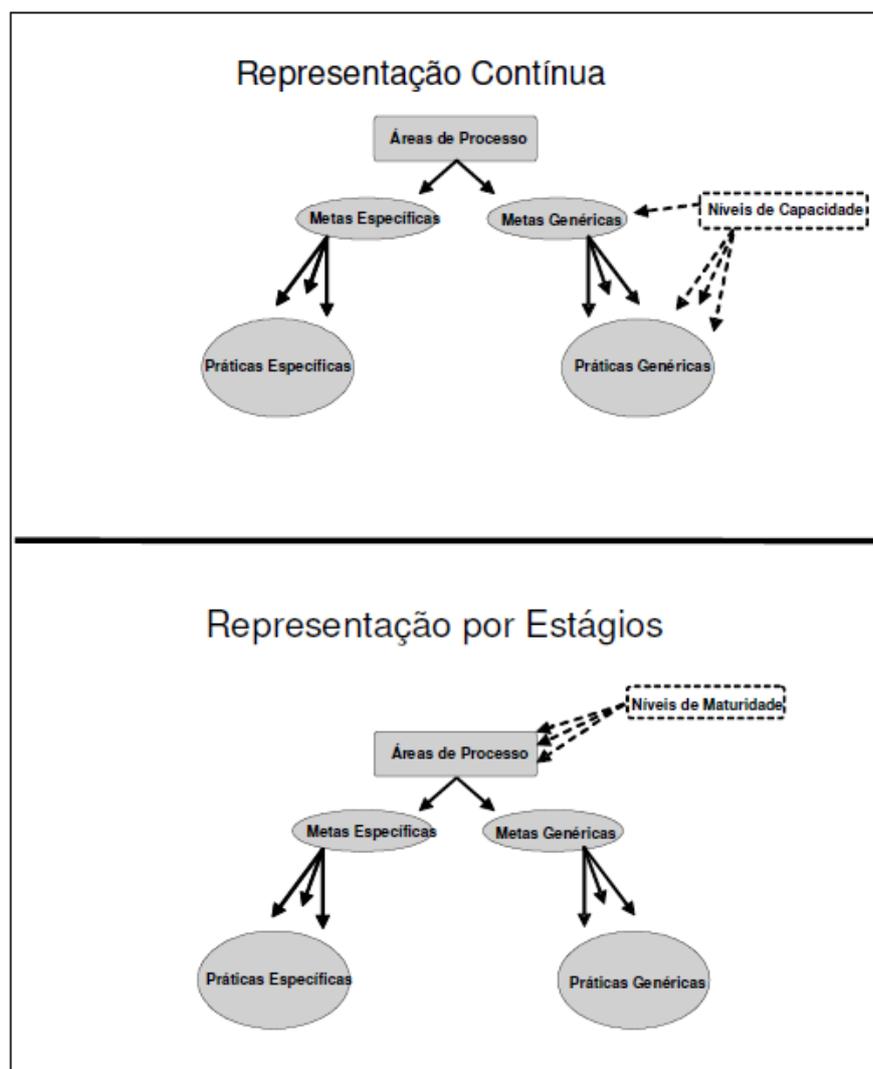


Figura 2.4 Estrutura de representação contínua e por estágios (adaptado de SEI, 2010)

2.3.2 MR-MPS-SW

O MR-MPS-SW é o modelo de referência para software do MPS.BR (Melhoria de Processo de Software Brasileiro) que foi proposto pela SOFTEX (Associação para Promoção da Excelência do Software Brasileiro). O MPS.BR foi desenvolvido para atender as necessidades da demanda de micro, pequenas e médias empresas brasileiras que desejam implantar melhoria em seus processos de desenvolvimento a um custo acessível (SOFTEX, 2012a).

Além do Modelo de Referência para Software (MR-MPS-SW), o MPS.BR possui Modelo de Referência para Serviços (MR-MPS-SV), Método de Avaliação (MA-MPS) e o Modelo de Negócio (MN-MPS). A base técnica para o desenvolvimento do MR-

MPS-SW está presente na ISO/IEC 12207 (ISO/IEC, 2008), ISO/IEC 15504 (ISO/IEC, 2003), ISO/IEEC 20000 (ISO/IEEC, 2011) e CMMI-DEV (SEI, 2010), como mostra a Figura 2.5.

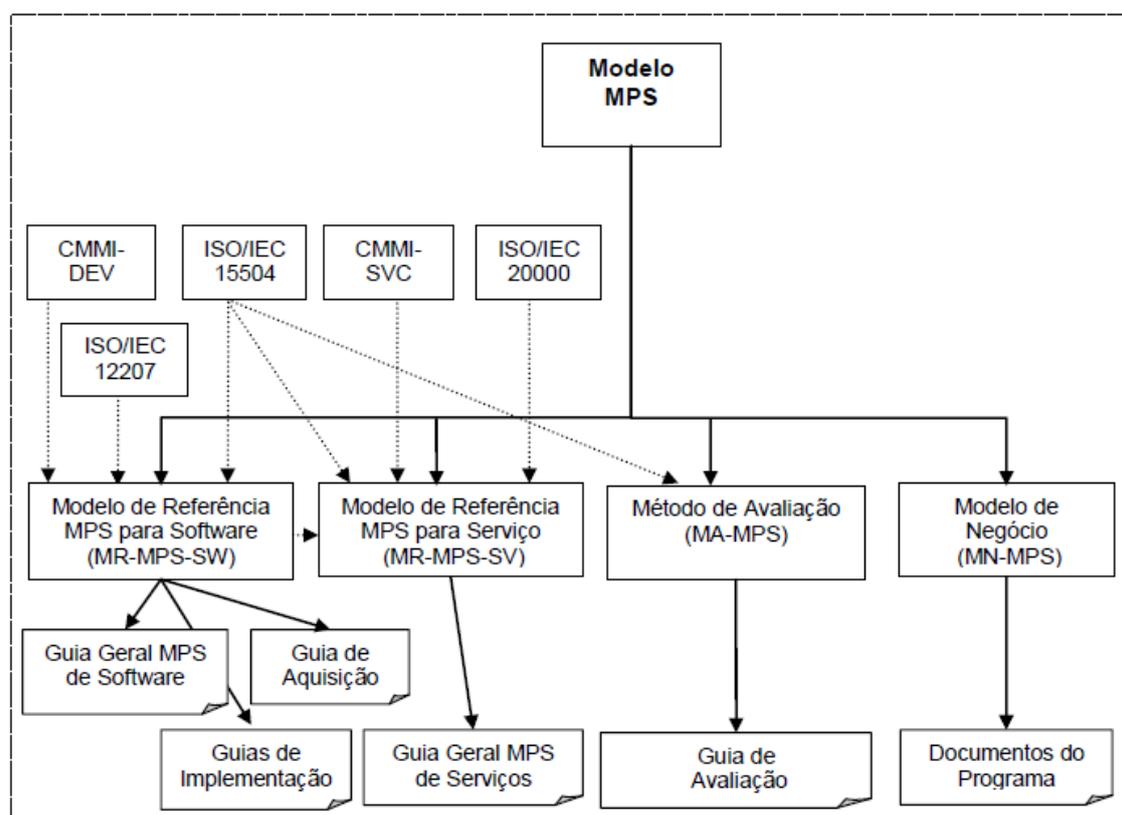


Figura 2.5 Componentes do MPS.BR (SOFTEX, 2012a)

O MR-MPS-SW está dividido em sete níveis de maturidade: nível G (Parcialmente Gerenciado), nível F (Gerenciado), nível E (Parcialmente Definido), nível D (Largamente Definido), nível C (Definido), nível B (Gerenciado Quantitativamente), nível A (Em Otimização).

De forma similar ao CMMI-DEV, os níveis de maturidade do modelo brasileiro são cumulativos. Cada nível de maturidade é composto por um conjunto de processos nos quais são compostos por um conjunto de capacidades e processos. Cada processo é composto por um propósito e para alcançá-lo é necessário que um conjunto de resultados esperados (RE) seja satisfeito.

A capacidade do processo é composta por um conjunto de atributos de processo. Cada atributo de processo é composto por um conjunto de resultados esperados de

atributo de processo (RAP). A Figura 2.6 ilustra a estrutura do MPS.BR. A definição de cada termo é descrita abaixo:

- **Nível de Maturidade:** caracteriza o grau de melhoria do processo organizacional;
- **Processo:** conjunto de práticas relacionadas que satisfazem um conjunto de metas importantes para alcançar as melhorias. Os processos são descritos em termos de propósito e resultados esperados;
- **Propósito:** descreve o objetivo geral do processo;
- **Resultados Esperados (RE):** definem os resultados que devem ser obtidos para completar a implementação do processo;
- **Capacidade:** descreve o grau de institucionalização do processo na organização;
- **Atributo de Processo (AP):** atributo que evidencia que o processo foi institucionalizado;
- **Resultado Esperado de Atributo de Processo (RAP):** resultado deve ser obtido para alcançar o objetivo de atributo de processo relacionado.

Para alcançar um nível de maturidade é necessário atender o propósito e todos os resultados esperados e resultados esperados dos atributos de processo.

Uma característica importante no modelo brasileiro é sua compatibilidade com o modelo CMMI, ou seja, empresas que receberam avaliações MPS podem estar aderentes a um determinado nível de maturidade do CMMI-DEV (SOFTEX, 2012a). O Quadro 2.2 descreve a equivalência dos níveis de maturidade entre o MR-MPS-SW e CMMI-DEV.

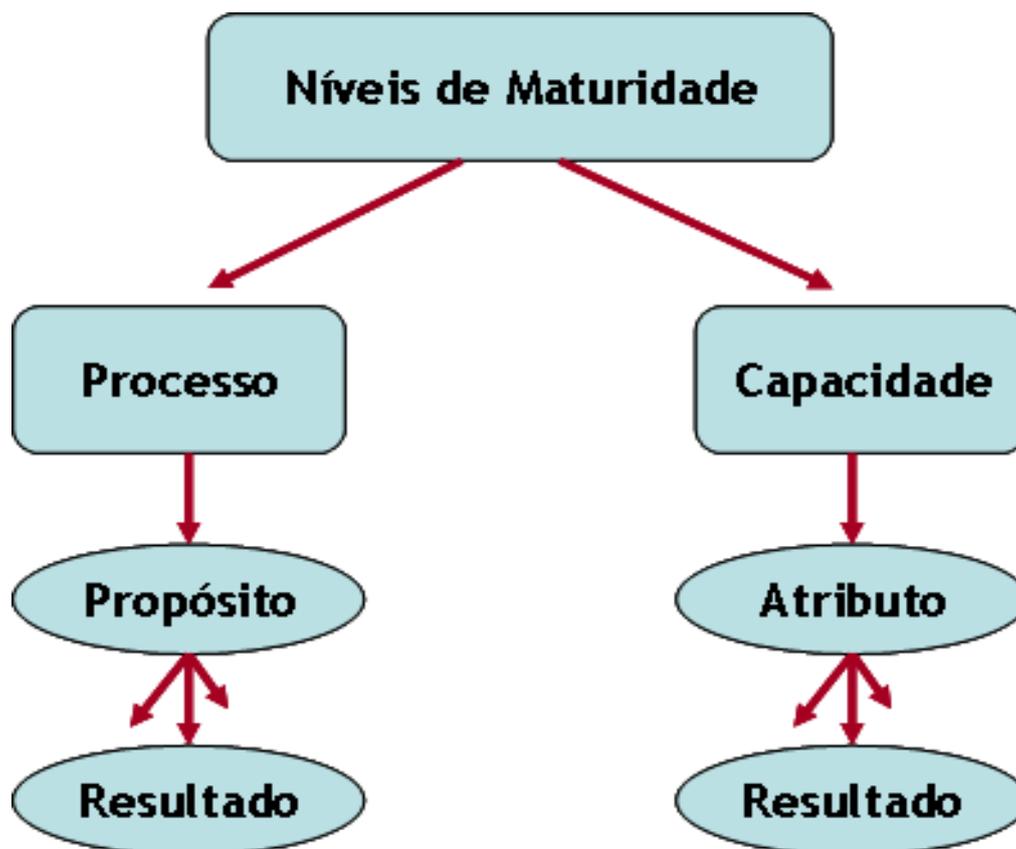


Figura 2.6 Estrutura do MR-MPS (SOFTEX, 2012c)

Quadro 2.2 Equivalência entre os Níveis Maturidade do MPS.BR e CMMI

MPS.BR		CMMI	
Nível	Nível de Maturidade	Nível	Nível de Maturidade
G	Parcialmente Gerenciado	2	Gerenciado
F	Gerenciado		
E	Parcialmente Definido	3	Definido
D	Largamente Definido		
C	Definido		
B	Gerenciado Quantitativamente	4	Gerenciado Quantitativamente
A	Em Otimização	5	Em Otimização

2.4 Trabalhos Relacionados

Como um trabalho relacionado pode-se citar a pesquisa de Soydan e Kokar (2006), onde é realizada uma definição de uma ontologia para representar o modelo CMMI-DEV. Porém, esta pesquisa foca-se em definir as regras que regem a estrutura do

modelo, não buscando verificar o relacionamento das práticas específicas entre as áreas de processo. Além disso, a ontologia está baseada na versão 1.1 do CMMI, o qual não é compatível com a atual versão do MPS.BR (SOFTEX, 2012a).

De forma similar, existe a pesquisa de Sharifloo *et al.* (2008), na qual é definida uma ontologia para o modelo CMMI-ACQ. Contudo, o domínio de conhecimento definido em sua pesquisa abrange apenas a área de processo de aquisição.

Colenci Neto (2008) propõe um modelo de referência para que as próprias empresas realizem uma avaliação de seu processo de desenvolvimento de software para analisarem a sua aderência ao modelo MR-MPS. Entretanto, a solução proposta não se preocupa em definir uma forma de disponibilizar as informações de como cada resultado esperado está sendo contemplado, tais como as técnicas, procedimentos, artefatos, etc. utilizados.

Ferchichi *et al.* (2008) apresenta uma ontologia para uma integração de padrões de qualidade para projetos corporativos. Em sua pesquisa, é definido uma ontologia que integra a norma ISO/IEEC 9001:2000 e os modelos presentes no CMMI. Entretanto, o foco de sua pesquisa é definir uma ontologia com as práticas esperadas entre o padrão e o modelo, buscando uma dupla certificação. Em sua pesquisa não é visa em identificar as evidências das referidas práticas.

Em Falbo (2010), é descrito uma ontologia de riscos de software. O objetivo de sua pesquisa é apoiar na definição e formalização de uma estrutura de conhecimento sobre riscos de software. Porém, sua pesquisa não busca definir a interação da gestão de riscos com os demais processos de engenharia de software.

Duarte e Falbo (2000) propõem uma ontologia para qualidade de software voltada para o ensino sobre conceitos no domínio de qualidade de software, mas sua pesquisa não está focada em definir as principais práticas de qualidade de software e como estas práticas estão relacionadas entre si.

Na tese de doutorado de Almeida (2006) é definida uma ontologia para auxiliar no aprendizado e disseminação do conhecimento organizacional. Porém, o escopo de seu trabalho não possui aderência às normas e modelos de qualidade.

Pode-se citar também a pesquisa de Falbo *et al.* (2009), que descreve uma ontologia que estabelece os elementos necessários para realizar uma avaliação, apoiando processos como Gerência de Recursos Humanos, Avaliação e Melhoria de Processos e

Garantia da Qualidade. Porém, sua pesquisa busca caracterizar a forma de como uma avaliação é realizada em um dos processos referidos. Assim, a sua ontologia não se preocupa em verificar como os resultados de sua avaliação poderá influenciar outros processos, tais como Gerência de Requisitos ou Gerência de Projetos.

Por fim, tem-se a tese de doutorado de Falbo (1998) que define uma ontologia que estabelece os relacionamentos entre os ativos de um processo de software, com o objetivo de integrar o conhecimento em um ambiente de desenvolvimento. Porém, a sua pesquisa não se preocupa em alinhar com os conceitos constantes nos modelos de qualidade existentes.

2.5 Considerações Finais

Na literatura sobre ontologias é apresentada um conjunto de definições diferentes sobre o termo. Estas diferentes definições apresentam pontos de vista distintos e, em alguns casos, definições complementares para uma mesma realidade (Guimarães, 2002). Entretanto, a representação de conhecimento com o uso de ontologias possui um conjunto de benefícios, tais como comunicação, formalização e representação de conhecimento (Guizzardi, 2000).

Para o estabelecimento e formalização do conhecimento por meio de uma ontologia, é necessário entender o domínio de conhecimento em questão. Assim, foi necessário uma análise e um estudo aprofundado sobre os principais conceitos e a estrutura dos componentes que fazem parte dos modelos de qualidade. Para, desta forma, ser possível delimitar o universo que será discutido na ontologia.

3 UMA ONTOLOGIA DE GERÊNCIA DE PROJETOS E GERÊNCIA DE REQUISITOS NO CONTEXTO DO NÍVEL G DO MR-MPS-SW E NÍVEL 2 DO CMMI-DEV

O Capítulo 2 tratou sobre os conceitos que servem de base para a elaboração desta pesquisa. Este capítulo apresenta a metodologia adotada para alcançar os objetivos propostos por esta dissertação. Assim, a metodologia na qual foi adotada é baseada na proposta por Falbo (1998). Além disso, apresenta-se também a ontologia de dependências entre as práticas existentes nos processos de Gerência de Projetos (GPR) e Gerência de Requisitos (GRE).

Este capítulo está dividido em sete partes: a Seção 3.1 define o escopo da pesquisa; a Seção 3.2 introduz uma visão geral da metodologia adotada; a Seção 3.3 apresenta os detalhes da pesquisa bibliográfica utilizada neste trabalho; a Seção 3.4 identifica o propósito da definição da ontologia, juntamente com a especificação dos requisitos para a elaboração da ontologia; na Seção 3.5 é realizada a captura da ontologia, na qual são respondidas as questões definidas na seção anterior e a definição formal dos relacionamentos definidos na ontologia; a Seção 3.6 descreve como foram realizadas as revisões por pares para esta pesquisa; e por fim, a Seção 3.7 apresenta as considerações finais deste capítulo.

3.1 Escopo da Ontologia

A proposta desta pesquisa é a elaboração de uma ontologia de dependências entre as práticas existentes nos processos de Gerência de Projetos (GPR) e Gerência de Requisitos (GRE). Estes processos são baseados nas boas práticas constantes nos modelos MR-MPS-SW e CMMI-DEV. Ressalta-se que esses dois modelos de qualidade de *software* são compatíveis entre si (SOFTEX, 2012a; SOFTEX 2012c).

O motivo da escolha dos modelos MR-MPS-SW e CMMI-DEV é devido ao fato de que a maioria das empresas desenvolvedoras de *software* brasileiras buscam por avaliações oficiais do MPS.BR e CMMI. Além disso, existem casos nas quais essas empresas buscam uma avaliação conjunta dos dois modelos, como nos casos descritos na dissertações de mestrado de Mello (2011) e Souza (2013).

A escolha dos processos de Gerência de Projetos e Gerência de Requisitos consiste no fato destes processos pertencerem aos níveis de maturidades iniciais, assim, fazendo parte do escopo de atuação de implementadores de qualidade de processo iniciantes.

Futuramente, pretende-se estender o escopo desta pesquisa para outros processos (gerência de configuração, garantia da qualidade, desenvolvimento de requisitos, entre outros) pertencentes ao MR-MPS-SW e CMMI-DEV, e desta forma, incrementar a ontologia de dependências entre as práticas para os níveis de maturidade superiores.

3.1.1 Gerência de Projetos

O objetivo do processo de GPR é fornecer subsídios para o estabelecimento e manutenção de planos visando definir as atividades do projeto. Além disto, este processo é responsável em realizar o acompanhamento do projeto, provendo visibilidade para a implementação de ações corretivas em caso de desvios no plano (SOFTEX, 2012a; SEI, 2010).

As áreas de processo planejamento do projeto e monitoramento e controle do projeto estão presentes no nível de maturidade 2 do CMMI. No contexto do MPS.BR, o processo de gerência de projetos está presente desde o nível de maturidade G. Salienta-se que, no modelo MR-MPS-SW, o objetivo processo de gerência de projetos evolui à medida que a organização cresce em maturidade.

Os programas de melhoria sugerem, para o nível de maturidade inicial, 24 práticas necessárias para contemplar o processo de gerência de projetos (GPR) e as áreas de processo de planejamento do projeto (PP) e monitoramento e controle do projeto (PMC), as quais são descritas como Práticas Específicas (CMMI) e Resultados Esperados (MPS.BR). Resultado esperado (RE) “é um resultado observável do sucesso do alcance do propósito do processo” (ISO/IEC, 2008). Uma prática específica (SP) “descreve as atividades esperadas para satisfazer às metas específicas de uma área de

processo” (SEI, 2010). Abaixo são descritas as práticas sugeridas pelos modelos CMMI-DEV e MR-MPS-SW:

- Estabelecer um plano para apoiar na definição do escopo do projeto (PP-SP 1.1 e GPR1);
- Estabelecer e manter estimativas para atributos de produtos de trabalho e de tarefas (PP-SP 1.2 e GPR2);
- Definir fases do ciclo de vida do projeto para fins de planejamento (PP-SP 1.3 e GPR3);
- Estimar custo e esforço do projeto para os produtos de trabalho e tarefas com base no raciocínio utilizado na estimativa (PP-SP 1.4 e GPR4);
- Estabelecer e manter o orçamento e o cronograma do projeto (PP-SP 2.1 e GPR5);
- Identificar e analisar riscos do projeto (PP-SP 2.2 e GPR6);
- Planejar a gestão de dados do projeto (PP-SP 2.3 e GPR9);
- Planejar os recursos necessários para execução do projeto (PP-SP 2.4 e GPR8);
- Planejar habilidades e conhecimento necessários para a execução do projeto (PP-SP 2.5 e GPR7);
- Planejar o envolvimento das partes interessadas identificadas (PP-SP 2.6, GPR7 e GPR16);
- Estabelecer e manter o plano global do projeto (PP-SP 2.7 e GPR10);
- Revisar todos os planos que afetam o projeto para entender os compromissos do projeto (PP-SP 3.1 e GPR12);
- Conciliar o plano do projeto com os recursos estimados e disponíveis (PP-SP 3.2 e GPR11);
- Obter o comprometimento das partes interessadas relevantes responsáveis pela execução e apoio à execução do plano (PP-SP 3.3 e GPR12);
- Monitorar os valores reais dos parâmetros de planejamento de projeto em relação ao plano de projeto (PMC-SP 1.1, GPR13 e GPR14);
- Monitorar os compromissos com relação aos identificados no plano de projeto (PMC-SP 1.2 e GPR12);

- Monitorar os riscos em relação àqueles identificados no plano de projeto (PMC-SP 1.3 e GPR15);
- Monitorar a gestão de dados do projeto com relação ao plano de projeto (PMC-SP 1.4 e GPR14);
- Monitorar o envolvimento das partes interessadas em relação ao plano de projeto (PMC-SP 1.5 e GPR16);
- Revisar periodicamente o progresso, o desempenho e as questões críticas do projeto (PMC-SP 1.6 e GPR17);
- Revisar, em marcos selecionados do projeto, as realizações e os resultados obtidos (PMC-SP 1.7 e GPR17);
- Identificar e analisar questões críticas e determinar ações corretivas necessárias para tratá-las (PMC-SP 2.1 e GPR18);
- Implementar ações corretivas para tratar as questões críticas identificadas (PMC-SP 2.2 e GPR19);
- Gerenciar ações corretivas até sua conclusão (PMC-SP 2.3 e GPR19).

3.1.2 Gerência de Requisitos

O objetivo do processo de GRE é realizar o gerenciamento dos requisitos do projeto e verificar suas inconsistências com os demais produtos de trabalho (SOFTEX, 2012a; SEI, 2010).

A área de processo gerência de requisitos está presente no nível de maturidade 2 do CMMI-DEV. No contexto do MR-MPS-SW, o processo de gerência de requisitos está presente no nível de maturidade G do modelo MR-MPS-SW.

Os programas de melhoria sugerem cinco práticas necessárias para contemplar o processo /área de processo de GRE, as quais são descritas por SP (CMMI-DEV) e RE (MR-MPS-SW). Estas práticas são:

- Trabalhar com os provedores de requisitos para obter um melhor entendimento do significado dos requisitos (SP 1.1 e GRE1);
- Obter comprometimento dos participantes do projeto com os requisitos (SP 1.2 e GRE2);
- Gerenciar mudanças nos requisitos à medida que evoluem durante o projeto (SP 1.3 e GRE5);

- Manter a rastreabilidade bidirecional dos requisitos e produtos de trabalho (SP 1.4 e GRE3);
- Identificar inconsistências entre os planos de projeto, produtos de trabalho e requisitos (SP 1.5 e GRE4).

3.2 Visão Geral do Metodologia de Pesquisa

A metodologia utilizada nesta pesquisa consistiu em sete atividades, como pode ser visualizado na Figura 3.1.

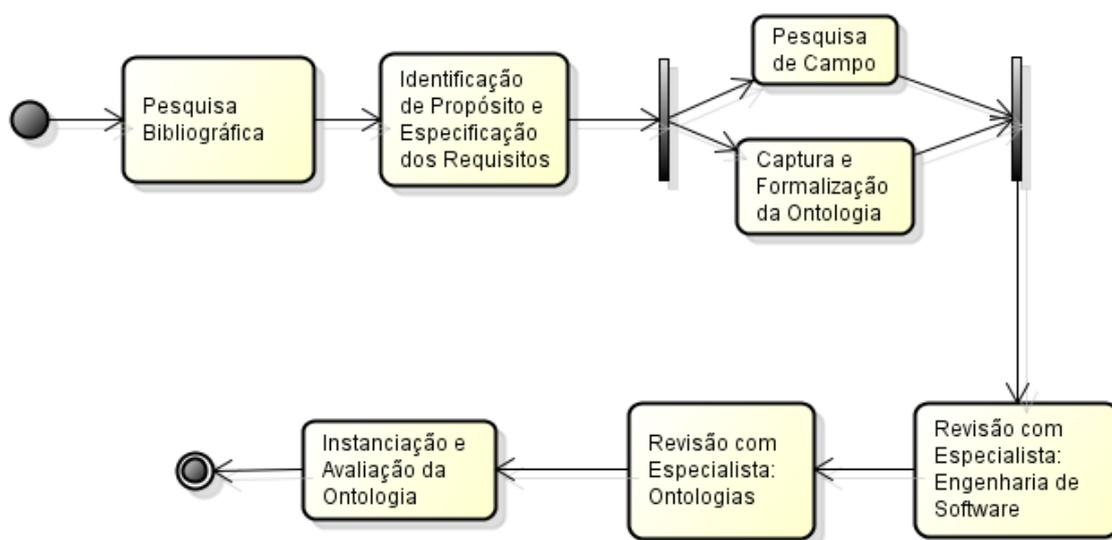


Figura 3.3 Fluxo das Atividades da Metodologia de Pesquisa

A **primeira etapa** compreende a Pesquisa Bibliográfica na qual foram realizadas as atividades de identificação, análise e seleção de trabalhos relacionados e bibliografias disponíveis sobre o tema. Outra atividade realizada durante esta etapa foram pesquisas sobre os conceitos relacionados à melhoria de processo de *software* e as práticas recomendadas, além de analisar como estas práticas relacionam-se.

Em seguida, iniciou-se o planejamento da elaboração da ontologia de dependência entre as práticas do CMMI-DEV e MR-MPS-SW. Neste momento, denominada de identificação de propósito e especificação dos requisitos, foram definidos o objetivo da ontologia. Além disso, foram identificadas as questões que a ontologia deve responder.

Na **terceira etapa**, a etapa de captura e formalização da ontologia, foi estruturada uma modelagem da ontologia por meio da linguagem UML – *Unified Modeling Language*. A partir da modelagem foram definidos axiomas por meio de lógica de

primeira ordem, buscando descrever a ontologia em uma linguagem formal. O uso de lógica de primeira ordem para a definição de axiomas proporciona uma estrutura matemática das regras do universo em discurso, restringindo o comportamento e os relacionamentos dos conceitos envolvidos. Uma dedução em linguagem natural, geralmente, envolve pressuposições implícitas que entram despercebidas no processo de dedução (Carnap, 1958).

Paralelamente à etapa de definição dos conceitos, foi realizada uma **pesquisa de campo** buscando coletar informações dos processos de três empresas desenvolvedoras de software (Empresa-A, Empresa-B e Empresa-C), localizadas na cidade de Belém - PA, que receberam avaliações oficiais do MPS.BR nos níveis G e F. O objetivo desta pesquisa foi identificar os principais produtos de trabalho utilizados para contemplar as práticas do MPS.BR. Além disso, os produtos de trabalhos coletados durante essa pesquisa contribuiu para apoiar na avaliação da ontologia, por meio das instanciações dos axiomas definidos. Como perfil resumido dessas empresas tem-se:

- A Empresa-A é uma empresa que oferece serviços de desenvolvimento de software, possui como nicho de mercado a comunidade acadêmica e o serviço público. Seu corpo de desenvolvimento é composto por 5 (cinco) integrantes;
- A Empresa-B é uma empresa desenvolvedora de software baseada em soluções de software livre. A sua carteira de clientes é composta por empresas de vários segmentos do mercado, inclusive órgãos públicos. Atualmente, esta empresa é focada no desenvolvimento de sistemas e páginas web, e sua equipe de desenvolvimento é composta por 10 (dez) pessoas;
- A Empresa-C é uma empresa focada em desenvolvimento multiplataforma, suas soluções priorizam tecnologias baseadas em padrões abertos e software livre. Sua equipe de desenvolvimento é composta por aproximadamente 60 (sessenta) profissionais.

Na **quinta etapa** foi realizada uma revisão por pares por meio de um especialista em Engenharia e Qualidade de Software. Este especialista possui ampla experiência na implementação e avaliação dos modelos MR-MPS-SW e CMMI-DEV, e é instrutor oficial da SOFTEX para o modelo MR-MPS-SW. Durante esta etapa foi apresentada a

modelagem da ontologia em UML e foi explicado cada um dos conceitos e relacionamentos presentes na modelagem. Ao final desta etapa, foram sugeridas melhorias na modelagem, as quais foram contempladas.

A **sexta etapa** consistiu na realização de uma revisão com um especialista no contexto de ontologias, buscando avaliar a consistência sintática e semântica das formalizações definidas na ontologia. O especialista possui ampla experiência em assuntos relacionados à lógica de primeira ordem, com inúmeros trabalhos publicados nesta área, e é aluno de doutorado da UFPA. Além disso, o especialista atua na área de inteligência computacional aplicada e tecnologias de educação à distância.

Por fim, a **última etapa** está relacionada à instanciação da ontologia desta pesquisa, como forma de avaliação dos conceitos e relacionamentos definidos na ontologia. Neste momento, foram utilizadas as informações coletadas durante a pesquisa de campo para realizar a instanciação da ontologia.

3.3 Pesquisa Bibliográfica

A etapa de pesquisa bibliográfica teve como objetivo identificar e analisar os principais conceitos relacionados as duas áreas distintas: Qualidade de Software e Ontologias. Ainda, nesta etapa, foram pesquisados estudos relacionados à definição de ontologias voltadas à engenharia ou qualidade de software. O objetivo desta etapa consistiu em ampliar os conceitos abordados e os objetivos estabelecidos nos modelos de qualidade e compreender sobre definições e modelagens de ontologias.

Nesta etapa foi realizado um estudo sobre as recomendações sugeridas nos resultados esperados do MPS.BR, buscando verificar como cada um destes resultados esperados relacionam-se. Ainda, a partir do guia de implementação parte 11 (SOFTEX, 2012c), foi possível transpor estes relacionamentos para às práticas específicas do CMMI.

Ao finalizar o estudo sobre os modelos de qualidade, foi elaborado um mapa mental (modelado na ferramenta *Xmind*) que define os relacionamentos de dependência entre os resultados esperados do MPS.BR. Neste mapa mental, foi definido um conjunto de relacionamentos de dependência de cada resultado esperado, juntamente com a descrição de qual informação é utilizado para realizar este relacionamento.

O objetivo da elaboração do mapa mental que define os relacionamentos de dependência entre os resultados esperados do MPS.BR consistiu em registrar as dependências identificadas entre as práticas do modelo, facilitando a modelagem da ontologia para a etapa seguinte.

Outra atividade realizada durante a primeira etapa foi relacionado à pesquisa bibliográfica sobre ontologias na área de qualidade/engenharia de *software*. Durante esta pesquisa foram encontradas algumas pesquisas relacionadas, tais como: Sharifloo *et al.* (2008), Colenci Neto (2008), Duarte e Falbo (2000), Soydan e Kokar (2006), Falbo (1998), entre outros, como descritas na Seção 2.4 deste trabalho.

Por fim, na primeira etapa decidiu-se utilizar a metodologia proposta por Falbo (1998) para a elaboração da ontologia. A escolha desta abordagem deu-se pelo fato da metodologia proposta pelo autor foi definida para desenvolver uma ontologia sobre o relacionamento de ativos de um processo. Assim, a referida metodologia está alinhada com a área de engenharia de software.

3.4 Identificação de Propósito e Especificação dos Requisitos

Como foi mencionado, o domínio de interesse desta pesquisa consiste em definir os relacionamentos de dependência entre as práticas específicas dos processos/áreas de processo de GPR e GRE. As evidências destas práticas são produzidas pelas empresas desenvolvedoras de *software* a partir da institucionalização das boas práticas de gerência de projetos e gerência de requisitos. Por este motivo, definiu-se que o universo de discurso da ontologia refere-se às práticas presentes nestes processos/áreas de processo.

A elaboração desta ontologia pode servir como instrumento para implementadores iniciantes durante implementações de melhoria de processo de *software* em empresas que almejam qualidade em seu processo de desenvolvimento. Isto é possível, pois, ontologias são ferramentas que apoiam o ensino e o entendimento de conceitos relacionados a um determinado domínio (Duarte e Falbo, 2000).

Durante a especificação dos requisitos, percebeu-se a presença de um grande volume de conceitos e relacionamentos associados à ontologia desta pesquisa, dificultando a sua modelagem e seu entendimento. Para solucionar este problema, as questões de

competência foram divididas em dois grupos: questões de competência de GPR; e questões de competência de GRE; a saber:

- Questões de Competência de GPR:
 1. Como o planejamento do projeto é estruturado?
 2. Como é definido o escopo do projeto?
 3. Como o projeto é estimado?
 4. Como são planejados os recursos humanos e de infraestrutura do projeto?
 5. Como é definido o ciclo de vida do projeto?
 6. Como é definido o cronograma?
 7. Como o custo e orçamento são definidos?
 8. Como são definidos os riscos do projeto?
 9. Como são definidos os dados relevantes do projeto?
 10. Como é definido o planejamento da comunicação do projeto?
 11. Como é estabelecido o plano do projeto?
 12. Como é realizada a análise de viabilidade do projeto?
 13. Como o projeto é revisado com todos os interessados?
 14. Como são realizados os monitoramentos do escopo, estimativa, tarefas, cronograma e orçamento do projeto?
 15. Como são realizados os monitoramentos dos recursos e dados relevantes do projeto?
 16. Como são realizados os monitoramentos dos riscos do projeto?
 17. Como são realizadas as revisões em marcos do projeto?
 18. Como é realizado o gerenciamento dos desvios do projeto?
- Questões de Competência de GRE:
 1. Como são identificados os requisitos?
 2. Como são garantidos os entendimentos dos requisitos?
 3. Como a equipe técnica compromete-se com os requisitos?
 4. Como é realizada a rastreabilidade dos requisitos?
 5. Como são realizadas as revisões de inconsistências dos requisitos?
 6. Como são tratadas as mudanças de requisitos?

Abaixo, é apresentado o Quadro 3.1, na qual estabelece os resultados esperados que originaram as questões de competência.

Quadro 3.1 Mapeamento entre Resultados Esperados e Questões de Competência

Resultado Esperado	Questões de Competência
GPR1	Como é definido o escopo do projeto?
GPR2	Como o projeto é estimado?
GPR3	Como é definido o ciclo de vida do projeto?
GPR4	Como o projeto é estimado? Como o custo e orçamento são definidos?
GPR5	Como é definido o cronograma? Como o custo e orçamento são definidos?
GPR6	Como são definidos os riscos do projeto?
GPR7	Como são planejados os recursos humanos e de infraestrutura do projeto?
GPR8	Como são planejados os recursos humanos e de infraestrutura do projeto?
GPR9	Como são definidos os dados relevantes do projeto?
GPR10	Como o planejamento do projeto é estruturado? Como é estabelecido o plano do projeto?
GPR11	Como é realizada a análise de viabilidade do projeto?
GPR12	Como o projeto é revisado com todos os interessados?
GPR13	Como são realizados os monitoramentos do escopo, estimativa, tarefas, cronograma e orçamento do projeto?
GPR14	Como são realizados os monitoramentos dos recursos e dados relevantes do projeto?
GPR15	Como são realizados os monitoramentos dos riscos do projeto?
GPR16	Como é definido o planejamento da comunicação do projeto?
GPR17	Como são realizadas as revisões em marcos do projeto?
GPR18	Como é realizado o gerenciamento dos desvios do projeto?
GPR19	Como é realizado o gerenciamento dos desvios do projeto?
GRE1	Como são identificados os requisitos? Como são garantidos os entendimentos dos requisitos?
GRE2	Como a equipe técnica compromete-se com os requisitos?
GRE3	Como é realizada a rastreabilidade dos requisitos?
GRE4	Como são realizadas as revisões de inconsistências dos requisitos?
GRE5	Como são tratadas as mudanças de requisitos?

3.5 Captura e Formalização da Ontologia

A partir da análise das questões de competência, foi possível identificar aspectos relevantes relacionados à ontologia de relacionamento de dependência entre as práticas de GPR e GRE.

Para facilitar na legibilidade, esta seção é dividida em duas subseções: Ontologia de GPR; e Ontologia de GRE. Nestas subseções são descritas a captura e a formalização baseadas, respectivamente, nas questões de competência de GPR e GRE.

Vale ressaltar que a ontologia foi modelada utilizando a linguagem UML (Booch, 2005). Foi escolhida a linguagem UML para facilitar o entendimento dos conceitos e relacionamentos definidos nesta pesquisa, pois os especialistas da área de Engenharia e Qualidade de Software estão fortemente familiarizados com esta linguagem. Somando-se a isto, o formalismo presente na linguagem é capaz de expressar grande parte dos relacionamentos existentes entre as práticas de Gerência de Requisitos e Gerência de Projetos. Além disso, os axiomas da ontologia foram estruturados por meio de lógica de primeira ordem, com o objetivo de consolidar e restringir relacionamentos nas quais a linguagem UML não é capaz de definir.

Frisa-se que as instâncias das classes para esta ontologia são representadas por produtos de trabalho institucionalizados no processo da organização. Como normalmente um único produto de trabalho é capaz de contemplar várias práticas esperadas pelos modelos ao mesmo tempo, decidiu-se definir os predicados em lógica de primeira ordem de cada conceito da ontologia com três parâmetros. O primeiro parâmetro representa o produto de trabalho o qual contempla a prática. O segundo parâmetro representa a informação/conteúdo/seção do produto de trabalho o qual contempla a prática esperada. Por fim, o terceiro parâmetro representa a combinação dos dois parâmetros anteriores, que é utilizado para realizar os relacionamentos entre os conceitos da ontologia.

Para exemplificar a utilização da estrutura dos predicados citados anteriormente, será utilizado o documento “Plano do Projeto” para contemplar a prática referente à definição dos requisitos de projeto, definido pelo predicado *reqCliente(req, *, comb-req)*. Nesta situação, o primeiro parâmetro do predicado é preenchido por “Plano do Projeto”.

Como, neste caso, o documento “Plano do Projeto” pode conter outras informações, tais como: escopo, estimativas, cronograma, entre outros; um segundo parâmetro estabelecendo a localização da descrição dos requisitos deve ser informado ao predicado, como por exemplo, uma seção denominada de “Lista de Requisitos”. Por fim, pelo fato do documento “Plano do Projeto” envolver várias práticas esperadas em programas de melhoria, deve-se definir o terceiro parâmetro, “ppRequisitos”. Este parâmetro tem como objetivo prover a unicidade da prática de definição dos requisitos. Assim, ao final o predicado foi definido como *reqCliente(Plano do Projeto, Lista de Requisitos, ppRequisitos)*.

3.5.1 Ontologia de GPR

A partir das questões de competência de GPR, pode-se observar os seguintes aspectos:

- Estrutura do Planejamento do Projeto (questões 1 e 11);
- Definição do Escopo do Projeto (questão 2);
- Definição das Estimativas (questão 3);
- Definição dos Recursos do Projeto (questão 4);
- Definição do Cronograma do Projeto (questões 5 e 6);
- Definição do Custo e Orçamento (questão 7);
- Definição dos Riscos do Projeto (questão 8);
- Definição dos Dados Relevantes (questões 9);
- Definição da Comunicação do Projeto (questões 10);
- Análise de Viabilidade do Projeto (questão 12);
- Comprometimento com Planejamento do Projeto (questão 13);
- Monitoramento do Projeto (questões 14, 15, 16 e 17);
- Acompanhamento dos Desvios do Projeto (questão 18).

3.5.1.1 Estrutura do Planejamento do Projeto

Inicialmente, estabelece-se o conjunto de todos os planejamentos específicos que compõe o planejamento do projeto. Esta composição foi definida, pois os programas de melhoria recomendam o estabelecimento de um plano geral do projeto contendo todos os seus planejamentos específicos, desta forma, estabelecendo uma visão geral do projeto, assim, facilitando a detecção de possíveis inconsistências entre os

planejamentos específicos. Os referidos planejamentos são: as estimativas, os riscos, o ciclo de vida, o cronograma, o planejamento dos recursos e dados, o escopo do projeto, o custo e o orçamento.

Os planejamentos específicos, citados anteriormente, foram agrupados em quatro categorias (SEI, 2010): planejamento de parâmetros do projeto; planejamento de recursos e dados do projeto; planejamento dos riscos do projeto; e planejamento da comunicação do projeto. A Figura 3.2 apresenta este agrupamento.

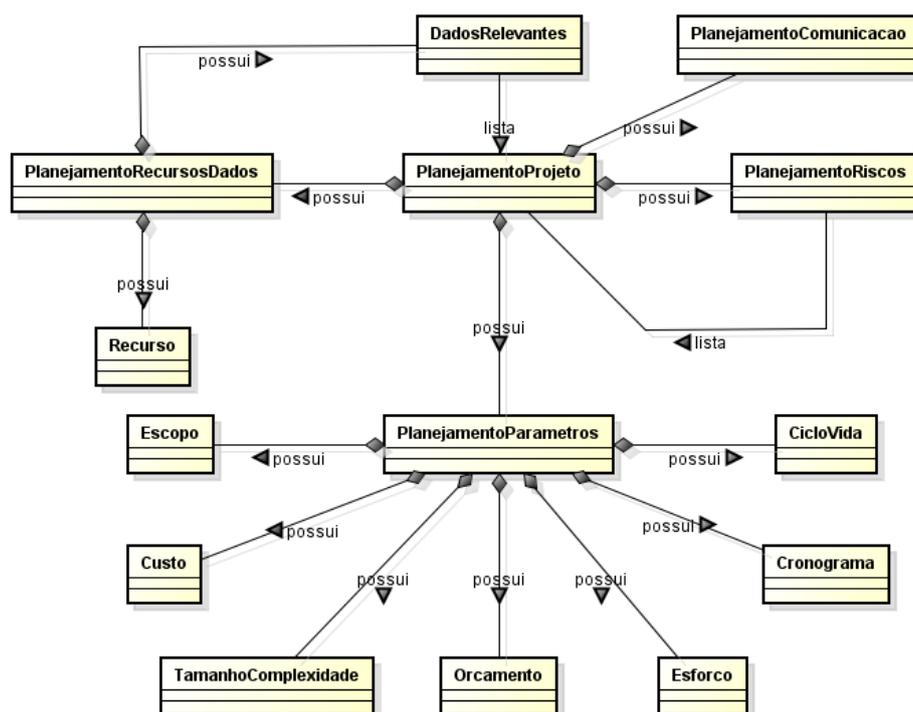


Figura 3.4 Estrutura do Planejamento do Projeto

O planejamento de parâmetros do projeto (classe “PlanejamentoParametros”) está composto pelo escopo, ciclo de vida, cronograma, estimativas (tamanho e esforço), custo e orçamento. O planejamento dos recursos e dados do projeto (classe “PlanejamentoRecursosDados”) é composto pelos conceitos referentes aos recursos (humanos e infraestrutura) e os dados relevantes do projeto. O planejamento dos riscos (classe “PlanejamentoRiscos”) representa os riscos do projeto. Por fim, o planejamento da comunicação (classe “PlanejamentoComunicacao”) representa como os envolvidos irão interagir.

O objetivo do agrupamento dos planejamentos específicos provém da necessidade de definir regras mais genéricas quando estes planejamentos interagirem com as etapas de monitoramento do projeto, que são apresentadas mais adiante.

Para representar o relacionamento de composição de “PlanejamentoParametros”, “PlanejamentoRecursosDados”, “PlanejamentoRiscos” e “PlanejamentoComunicacao” com a classe “PlanejamentoProjeto”, foram definidos, respectivamente, os predicados $pParametros(ppa, *, comb-ppa)$, $pRecursosDados(prd, *, comb-prd)$, $pRiscos(pri, *, comb-pri)$, $pComunicacao(pcom, *, comb-pcom)$ e $pProjeto(pp, *, comb-pp)$. Para denotar a composição a composição dos planejamentos específicos ao planejamento do projeto, utilizou-se o relacionamento *possui* entre o planejamento do projeto e os planejamentos específicos. Baseado nestes predicados, os axiomas GPR-A1, GPR-A2, GPR-A3 e GPR-A4 foram formulados, denotando a relação de composição.

Quadro 3.2 Axiomas GPR-A1 ao GPR-A4

<p>Planejamento do projeto possui planejamentos dos parâmetros do projeto (escopo, estimativas, custo, cronograma, etc.)</p> $(\forall pp, comb - pp, ppa, comb - ppa)(possui(comb - pp, comb - ppa) \rightarrow pProjeto(pp, *, comb - pp) \cap pParametros(ppa, *, comb - ppa))$	GPR-A1
<p>Planejamento do projeto possui planejamentos dos recursos e dados relevantes</p> $(\forall pp, comb - pp, prd, comb - prd)(possui(comb - pp, comb - prd) \rightarrow pProjeto(pp, *, comb - pp) \cap pRecursosDados(prd, *, comb - prd))$	GPR-A2
<p>Planejamento do projeto possui planejamentos dos riscos do projeto</p> $(\forall pp, comb - pp, pri, comb - pri)(possui(comb - pp, comb - pri) \rightarrow pProjeto(pp, *, comb - pp) \cap pRiscos(pri, *, comb - pri))$	GPR-A3
<p>Planejamento do projeto possui planejamentos da comunicação</p> $(\forall pp, comb - pp, pcom, comb - pcom)(possui(comb - pp, comb - pcom) \rightarrow pProjeto(pp, *, comb - pp) \cap pComunicacao(pcom, *, comb - pcom))$	GPR-A4

Como mencionado, a classe “PlanejamentoParametros” é composta pelos conceitos escopo, ciclo de vida, cronograma, tamanho, esforço, custo e orçamento. Estes conceitos foram denotados, respectivamente, pelos predicados $escopo(e, *, comb-e)$, $cicloVida(cv, *, comb-cv)$, $cronograma(cr, *, comb-cr)$, $tComplexidade(tc, *, comb-tc)$, $esforco(esf, *, comb-esf)$, $custo(c, *, comb-c)$ e $orcamento(o, *, comb-o)$. Os axiomas entre GPR-A5 e GPR-A11 descrevem a relação de composição da classe “PlanejamentoParametro”.

Quadro 3.3 Axiomas GPR-A5 ao GPR-A11

Planejamento dos parâmetros é composto pelo planejamento do escopo do projeto

$(\forall ppa, comb - ppa, e, comb - e)(possui(comb - ppa, comb - e) \rightarrow pParametros(ppa, *, comb - ppa) \cap escopo(e, *, comb - e))$	GPR-A5
Planejamento dos parâmetros é composto pelo planejamento do ciclo de vida do projeto $(\forall ppa, comb - ppa, cv, comb - cv)(possui(comb - ppa, comb - cv) \rightarrow pParametros(ppa, *, comb - ppa) \cap cicloVida(cv, *, comb - cv))$	GPR-A6
Planejamento dos parâmetros é composto pelo planejamento do cronograma do projeto $(\forall ppa, comb - ppa, cr, comb - cr)(possui(comb - ppa, comb - cr) \rightarrow pParametros(ppa, *, comb - ppa) \cap cronograma(cr, *, comb - cr))$	GPR-A7
Planejamento dos parâmetros é composto pelo planejamento do dimensionamento (tamanho ou complexidade) do projeto $(\forall ppa, comb - ppa, tc, comb - tc)(possui(comb - ppa, comb - tc) \rightarrow pParametros(ppa, *, comb - ppa) \cap tComplexidade(tc, *, comb - tc))$	GPR-A8
Planejamento dos parâmetros é composto pelo planejamento das estimativas de esforço do projeto $(\forall ppa, comb - ppa, esf, comb - esf)(possui(comb - ppa, comb - esf) \rightarrow pParametros(ppa, *, comb - ppa) \cap esforco(esf, *, comb - esf))$	GPR-A9
Planejamento dos parâmetros é composto pelo planejamento do custo do projeto $(\forall ppa, comb - ppa, c, comb - c)(possui(comb - ppa, comb - c) \rightarrow pParametros(ppa, *, comb - ppa) \cap custo(c, *, comb - c))$	GPR-A10
Planejamento dos parâmetros é composto pelo planejamento orçamento do projeto $(\forall ppa, comb - ppa, o, comb - o)(possui(comb - ppa, comb - o) \rightarrow pParametros(ppa, *, comb - ppa) \cap orcamento(o, *, comb - o))$	GPR-A11

No contexto da classe “PlanejamentoRecursosDados”, os conceitos presentes em sua composição são todos os recursos ao projeto e dados relevantes produzidos no projeto. Estes conceitos foram definidos por meio das classes “Recurso” e “DadosRelevantes”. Assim, os predicados derivados a partir destas classes foram: *recurso*(*r*, *, *comb-r*) e *dadosRelevantes*(*dr*, *, *comb-dr*). Os axiomas GPR-A12 e GPR-A13 descrevem o relacionamento de composição da classe “PlanejamentoRecursosDados”.

Quadro 3.4 Axiomas GPR-A12 ao GPR-A13

Planejamento dos recursos e dados é composto pelo planejamento dos recursos (humanos e de infraestrutura) do projeto $(\forall pdr, comb - pdr, r, comb - r)(possui(comb - pdr, comb - r) \rightarrow pRecursosDados(pdr, *, comb - pdr) \cap recurso(r, *, comb - r))$	GPR-A12
Planejamento dos recursos e dados é composto pelo planejamento dos dados relevantes do projeto $(\forall pdr, comb - pdr, dr, comb - dr)(possui(comb - pdr, comb - dr) \rightarrow pRecursosDados(pdr, *, comb - pdr) \cap dadosRelevantes(dr, *, comb - dr))$	GPR-A13

A classe “PlanejamentoRiscos” representa o conceito que evidencia a identificação de um conjunto de riscos do projeto. Como esta classe é composta apenas pelos riscos do projeto, não houve a necessidade de definir uma composição.

Finalmente, a classe “PlanejamentoComunicacao” representa o conceito que indica o planejamento da forma de comunicação e interação entre os envolvidos do projeto. De forma similar aos riscos do projeto, esta classe é composta apenas pelo planejamento da comunicação, por este motivo, não houve a necessidade de criar um relacionamento de composição.

3.5.1.2 Definição do Escopo do Projeto

O escopo do projeto é responsável em definir as características e abrangência do projeto, tais como suas necessidades, expectativas e restrições. Por este motivo, o início do projeto deve ser realizado a partir da definição do escopo.

A partir do escopo, pode-se definir muitos elementos referentes ao projeto, tais como: conhecer a sua natureza; os seus requisitos; dados para realizar a sua estimativa; as habilidades necessárias para participar do projeto; entre outros.

Como mencionado, a definição do escopo é realizada no início do projeto, junto aos clientes. Entretanto, o escopo pode ser alterado ao longo do projeto, devido a mudanças nos requisitos. Para definir estas alterações, foi estabelecido um relacionamento do tipo *influencia* entre as classes “Escopo” e “RequisitoCliente”. A classe “RequisitoCliente” é o resultado do levantamento e da consolidação das necessidades, expectativas, das restrições e das interfaces entre as partes interessadas, e que esteja aceitável ao cliente. Este requisito é conhecido como requisito de cliente (SEI, 2010). A Figura 3.3 apresenta o relacionamento citado.

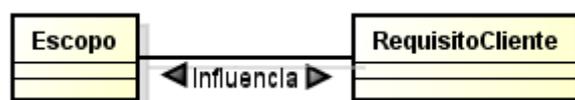


Figura 3.3 Definição do Escopo do Projeto

O relacionamento *influencia* está definido nos dois sentidos para denotar que o escopo influencia no estabelecimento dos requisitos do projeto e mudanças no requisito podem alterar o escopo do projeto. Para representar as classes “Escopo” e “RequisitoCliente” foram utilizados os predicados $escopo(e, *, comb-e)$ e $reqCliente(req, *, comb-req)$, respectivamente, cujos axiomas GPR-B1 e GPR-B2 foram definidos abaixo.

Quadro 3.5 Axiomas GPR-B1 ao GPR-B2

Planejamento do escopo influencia na definição dos requisitos do cliente $(\forall e, comb - e, req, comb - req)(influencia(comb - e, comb - req)$ $\rightarrow escopo(e, *, comb - e) \cap reqCliente(req, *, comb - req))$	GPR-B1
Os requisitos do cliente influencia no escopo (caso o requisito seja modificado) $(\forall req, comb - req, e, comb - e)(influencia(comb - req, comb - e)$ $\rightarrow escopo(e, *, comb - e) \cap reqCliente(req, *, comb - req))$	GPR-B2

O escopo do projeto influencia outros conceitos da ontologia. Entretanto, estes relacionamentos serão apresentados nas outras subseções, mais adiante.

3.5.1.3 Definição das Estimativas

Após a definição do escopo do projeto, é possível decompor sua descrição em componentes menores e, desta forma, realizar o seu dimensionamento (SOFTEX, 2012a). O referido dimensionamento trata sobre o estabelecimento de um valor referencial que representa o tamanho ou complexidade do projeto. Este valor deve ser obtido por meio de métodos apropriados.

De forma geral, o dimensionamento (cálculo de tamanho ou complexidade) baseia-se no escopo do projeto, pois este pode descrever: número de funcionalidades, número de casos de uso, as histórias, entre outros. Por este motivo, alterações no escopo do projeto podem acarretar em mudanças nos valores de tamanho/complexidade do projeto.

Para o estabelecimento dos axiomas de definição do dimensionamento do projeto, foram utilizados os seguintes predicados: $escopo(e, *, comb - e)$, $tComplexidade(tc, *, comb - tc)$ e $tcReferencial(rtc, *, comb - rtc)$, denotando, respectivamente, aos conceitos escopo do projeto (classe “Escopo”), o dimensionamento do projeto (classe “TamanhoComplexidade”) e os métodos de dimensionamento do projeto (classe “ReferencialTamanhoComplexidade”). A Figura 3.4 apresenta o relacionamento entre estes conceitos (classes).

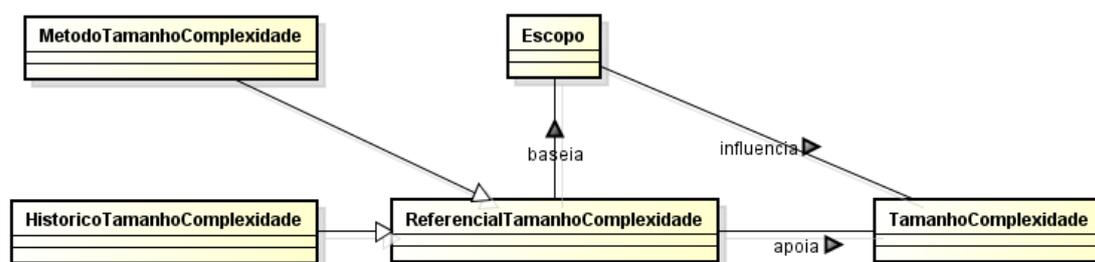


Figura 3.4 Definição do Dimensionamento do Projeto

Nota-se que a classe “ReferencialTamanhoComplexidade” possui duas subclasses: “MetodoTamanhoComplexidade” e “HistoricoTamanhoComplexidade”. A herança utilizada representa que o dimensionamento do projeto pode ser realizado de duas formas: por meio de métodos de estimativa de tamanho, tais como Análise de Pontos por Função, Análise de Casos de Uso, entre outros; ou por meio de comparações de dados históricos de projetos semelhantes.

Para denotar as duas subclasses de “ReferencialTamanhoComplexidade”, os predicados $tcHistorico(rtc,a,comb-rtc)$ e $tcMetodo(rtc,b,comb-rtc)$ foram definidos. Os axiomas GPR-C1 e GPR-C2 apresentam esta herança.

Quadro 3.6 Axiomas GPR-C1 ao GPR-C2

Histórico de medidas de tamanho (ou complexidade) é um referencial para dimensionar o projeto	
$(\forall rtc, comb - rtc)(tcHistorico(rtc,*, comb - rtc) \rightarrow tcReferencial(rtc,*, comb - rtc))$	GPR-C1
Métodos de estimativa de tamanho ou complexidade são referenciais para dimensionar o projeto	
$(\forall rtc, comb - rtc)(tcMetodo(rtc,*, comb - rtc) \rightarrow tcReferencial(rtc,*, comb - rtc))$	GPR-C2

Como citado anteriormente, os valores de tamanho/complexidade do projeto são produzidos a partir dos dados definidos no escopo, por este motivo estabeleceu-se um relacionamento do tipo *influencia* entre esses dois conceitos. Paralelamente, também é necessário o uso de métodos apropriados para estimar o tamanho/complexidade do projeto, definido pelo relacionamento *apoiar*. Entretanto, somente existirá o dimensionamento se os métodos de estimativa forem baseados nos dados presentes no escopo do projeto. Assim, foi necessário definir o relacionamento *baseia* entre os conceitos escopo e tamanho/complexidade. Abaixo são apresentados os axiomas GPR-C3, GPR-C4 e GPR-C5 referentes à Figura 3.4.

Quadro 3.7 Axiomas GPR-C3 ao GPR-C5

O referencial de tamanho ou complexidade apoia nas estimativas de dimensionamento do projeto	
$(\forall rtc, comb - rtc, tc, comb - tc)(apoia(comb - rtc, comb - tc) \rightarrow tcReferencial(rtc,*, comb - rtc) \cap tComplexidade(tc,*, comb - tc))$	GPR-C3
Os insumos para utilizar o referencial de tamanho ou complexidade são baseados nos dados do escopo do projeto	
$(\forall rtc, comb - rtc, e, comb - e)(baseia(comb - rtc, comb - e) \rightarrow tcReferencial(rtc,*, comb - rtc) \cap escopo(e,*, comb - e))$	GPR-C4
O escopo do projeto influencia no resultado do seu dimensionamento	
$(\forall e, comb - e, tc, comb - tc)(influencia(comb - e, comb - tc) \rightarrow (\exists rtc)baseia(comb - rtc, comb - e) \cap apoia(comb - rtc, comb - tc))$	GPR-C5

Após a definição do tamanho/complexidade do projeto, têm-se insumos suficientes para o estabelecimento do cálculo de estimativa de esforço do projeto. Desta forma, resolveu-se criar um relacionamento do tipo *influencia* entre “TamanhoComplexidade” e “Esforço” (estimativa de esforço). Para denotar a classe “Esforço”, utilizou-se o predicado $esforco(esf,x,comb-esf)$. A Figura 3.5 apresenta este relacionamento.

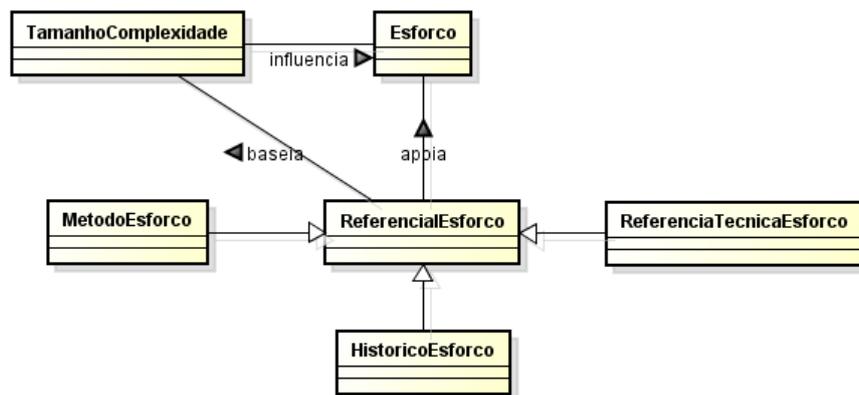


Figura 3.5 Definição do Esforço do Projeto

De forma similar ao cálculo do tamanho/complexidade, para estimar o esforço do projeto é necessário o uso de métodos apropriados, denotado pela classe “ReferencialEsforço”. Esta classe possui três subclasses: “MetodoEsforço”, “HistoricoEsforço” e “ReferenciaTecnicaEsforço”. A primeira classe representa possíveis métodos de estimar esforço, como o método CoCoMo. A segunda classe denota a possibilidade de utilizar histórico de outros projetos para estimar o esforço do projeto. Por fim, a última classe descreve que as estimativas podem ser baseadas em referências provenientes de manuais ou guias disponíveis no mercado.

Para denotar a classe “ReferencialEsforço”, definiu-se o predicado $esfReferencial(resf,*,comb-resf)$. Além disso, os predicados $esfMetodo(resf,*,comb-resf)$, $esfHistorico(resf,*,comb-resf)$ e $esfReferenciaTecnica(resf,*,comb-resf)$, representando, respectivamente, as classes “MetodoEsforço”, “HistoricoEsforço” e “ReferenciaTecnicaEsforço”. Abaixo são apresentados os axiomas GPR-C6, GPR-C7 e GPR-C8 que estruturam a herança de “ReferencialEsforço”.

Quadro 3.8 Axiomas GPR-C6 ao GPR-C8

O Histórico de medidas de esforço é um referencial para estimar o esforço do projeto	
$(\forall resf, comb - resf)(esfHistorico(resf,*,comb - resf) \rightarrow esfReferencial(resf,*,comb - resf))$	GPR-C6
Métodos de estimativa de esforço são referenciais para estimar o esforço do projeto	

$(\forall resf, comb - resf)(esfMetodo(resf, *, comb - resf) \rightarrow esfReferencial(resf, *, comb - resf))$	GPR-C7
Referenciais técnicas de estimativa de esforço são referenciais para estimar o esforço do projeto	
$(\forall resf, comb - resf)(esfReferenciaTecnica(resf, *, comb - resf) \rightarrow esfReferencial(resf, *, comb - resf))$	GPR-C8

Ainda na Figura 3.5, pode-se notar a presença de dois relacionamentos: *apoiar* e *baseia*. O relacionamento *apoiar* descreve que o tipo de referencial de esforço adotado é utilizado para calcular o valor do esforço do projeto. O relacionamento *baseia* denota que os insumos utilizados para calcular o esforço do projeto são baseados nos valores de tamanho/complexidade, calculados anteriormente. Salienta-se que é necessária a ocorrência dos relacionamentos *apoiar* e *baseia* para existir o relacionamento *influencia* entre as classes “TamanhoComplexidade” e “Esforço”. Esta restrição indica que *o esforço do projeto é calculado por meio de um referencial de cálculo de esforço e este cálculo deve ser baseado no dimensionamento do projeto*. Os axiomas GPR-C9, GPR-C10 e GPR-C11 abaixo consolidam as restrições citadas.

Quadro 3.9 Axiomas GPR-C9 ao GPR-C11

O referencial de esforço apoiar no cálculo das estimativas de esforço do projeto	
$(\forall resf, comb - resf, esf, comb - esf)(apoiar(comb - resf, comb - esf) \rightarrow tcReferencial(resf, *, comb - resf) \cap tComplexidade(esf, *, comb - esf))$	GPR-C9
Os insumos para utilizar o referencial esforço são baseados nas estimativas de dimensionamento do projeto	
$(\forall resf, comb - resf, tc, comb - tc)(baseia(comb - resf, comb - tc) \rightarrow tcReferencial(resf, *, comb - resf) \cap tComplexidade(tc, *, comb - tc))$	GPR-C10
O dimensionamento do tamanho do projeto influencia no resultado da sua estimativa de esforço	
$(\forall tc, comb - tc, esf, comb - esf)(influencia(comb - tc, comb - esf) \rightarrow (\exists resf)baseia(comb - resf, comb - tc) \cap apoiar(comb - resf, comb - esf))$	GPR-C11

3.5.1.4 Definição dos Recursos do Projeto

O planejamento dos recursos do projeto envolve definir os recursos do tipo humano (as pessoas que serão alocadas ao projeto) e do tipo infraestrutura (equipamentos, salas, softwares, serviços, entre outros). A escolha de cada tipo de recurso é baseada em determinadas características presentes no escopo do projeto. A partir destas características, pode-se definir o tipo de tecnologia a ser utilizada, a qualificação necessária da equipe, o número de pessoas da equipe, entre outros. No contexto desta ontologia, as referidas características foram definidas como “ConhecimentosNecessarios”.

Como o conceito relacionado aos conhecimentos necessários são informações provenientes do escopo do projeto, estabeleceu-se uma ligação de composição entre estes dois conceitos, como mostra a Figura 3.6. Além disso, foi definido um relacionamento do *baseia*, indicando que os conhecimentos necessários do projeto são derivados a partir do escopo do projeto.

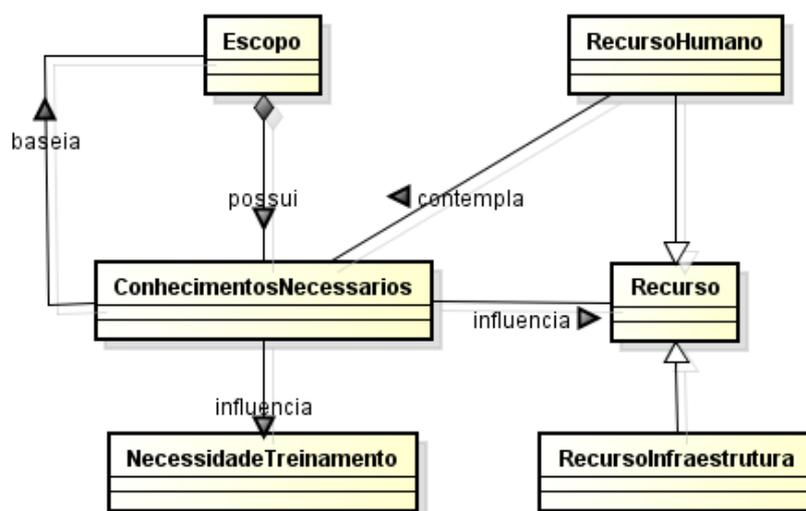


Figura 3.6 Definição dos Recursos do Projeto

Existem situações nas quais as pessoas alocadas ao projeto não possuem a habilidade/conhecimento sobre determinada tecnologia ou método utilizado no projeto. Nestes casos, há uma necessidade de realizar treinamentos com o objetivo de solucionar essa carência de habilidade/conhecimento.

Assim, para representar o conceito relacionado às necessidades de treinamento, definiu-se uma classe chamada de "NecessidadeTreinamento". Esta classe é influenciada pela classe "ConhecimentosNecessarios". Frisa-se que as necessidades de treinamento do projeto surgirão apenas se as habilidades/conhecimentos das pessoas alocadas ao projeto não contemplarem todos os conhecimentos necessários identificados. Isto pode ser observado na Figura 3.6 por meio do relacionamento *contempla*. A função do relacionamento *contempla* é verificar se as pessoas alocadas ao projeto possuem todas as habilidades e conhecimentos necessários para executar o projeto.

Salienta-se que as necessidades de treinamento são identificadas à medida que o escopo do projeto é modificado, pois mudanças no escopo podem exigir novas habilidades/conhecimentos.

Os predicados utilizados para definir o planejamento do projeto são: $recurso(r, *, comb-r)$, $rHumano(r, *, comb-r)$, $rInfraestrutura(r, *, comb-r)$, $escopo(e, *, comb-e)$, $cNecessario(cn, *, comb-cn)$ e $nTreinamento(nt, *, comb-nt)$, denotando, respectivamente, os conceitos recurso, recurso humano, recurso de infraestrutura, escopo, conhecimentos necessários e necessidade de treinamento.

Abaixo são apresentados os axiomas que denotam o planejamento dos recursos do projeto. Os axiomas GPR-D1 e GPR-D2 descrevem a estrutura de herança da classe “Recurso”. O axioma GPR-D3 estabelece a relação de composição entre escopo e conhecimentos necessários. O axioma GPR-D4 denota que os conhecimentos necessários são baseados das informações presentes no escopo do projeto. Por último, o axioma GPR-D5 apresenta a restrição de existência da necessidade de treinamento. O axioma GPR-D5 descreve que *existe uma necessidade de treinamento se, e somente se, os conhecimentos necessários influenciarem na definição das pessoas responsáveis do projeto e estas pessoas não forem capazes de contemplar todos os conhecimentos necessários identificados.*

Quadro 3.10 Axiomas GPR-D1 ao GPR-D5

O recurso humano é um tipo de recurso	
$(\forall r, comb-r)(recurso(r, *, comb-r) \rightarrow rHumano(r, *, comb-r))$	GPR-D1
O recurso de infraestrutura é um tipo de recurso	
$(\forall r, comb-r)(recurso(r, *, comb-r) \rightarrow rInfraestrutura(r, *, comb-r))$	GPR-D2
O escopo do projeto possui um conjunto de conhecimentos necessários	
$(\forall e, comb-e, cn, comb-cn)(possui(comb-e, comb-cn) \rightarrow escopo(e, *, comb-e) \cap cNecessario(cn, *, comb-cn))$	GPR-D3
Os conhecimentos necessários são baseados no escopo do projeto	
$(\forall cn, comb-cn, e, comb-e)(baseia(comb-cn, comb-e) \rightarrow cNecessario(cn, *, comb-cn) \cap escopo(e, *, comb-e))$	GPR-D4
Os conhecimentos necessários influenciam na definição das necessidades de treinamento do projeto se, e somente se, existir os recursos humanos alocados não contemplarem todos os conhecimentos necessários	
$(\forall r, comb-r, cn, comb-cn)(\exists nt)(influencia(comb-cn, comb-nt) \cap nTreinamento(cn, *, mcomb-nt) \leftrightarrow influencia(comb-cn, comb-r) \cap \neg contempla(comb-r, comb-cn) \cap rHumano(r, *, comb-r))$	GPR-D5

3.5.1.5 Definição do Cronograma do Projeto

O cronograma do projeto é responsável por descrever o conjunto de atividades que serão executadas ao longo do projeto. Desta forma, o cronograma assegura que a

alocação dos recursos, a complexidade das tarefas e suas interdependências sejam tratadas adequadamente (SEI, 2010).

Para o estabelecimento do cronograma, inúmeros parâmetros são utilizados, como: o conjunto de tarefas, que podem variar de acordo com a natureza do projeto; as pessoas que executarão as tarefas; e o tempo de execução das tarefas. Por este motivo, é extremamente importante manter a coerência entre esses parâmetros durante a definição do cronograma.

O conjunto de atividades/tarefas que irão compor o cronograma é derivado do modelo de ciclo de vida adotado no projeto. Este ciclo de vida é baseado nas características presentes no escopo do projeto. Para esta pesquisa, o conceito referente ao modelo de ciclo de vida foi representado pela classe “CicloVida”.

Como a escolha do ciclo de vida depende das características do projeto, definiu-se uma relação do tipo *influencia* entre estes dois conceitos. Para representar a dependência do cronograma ao ciclo de vida, também foi estabelecida uma relação do tipo *influencia* entre as classes “CicloVida” e “Cronograma”. A Figura 3.7 apresenta estes relacionamentos.

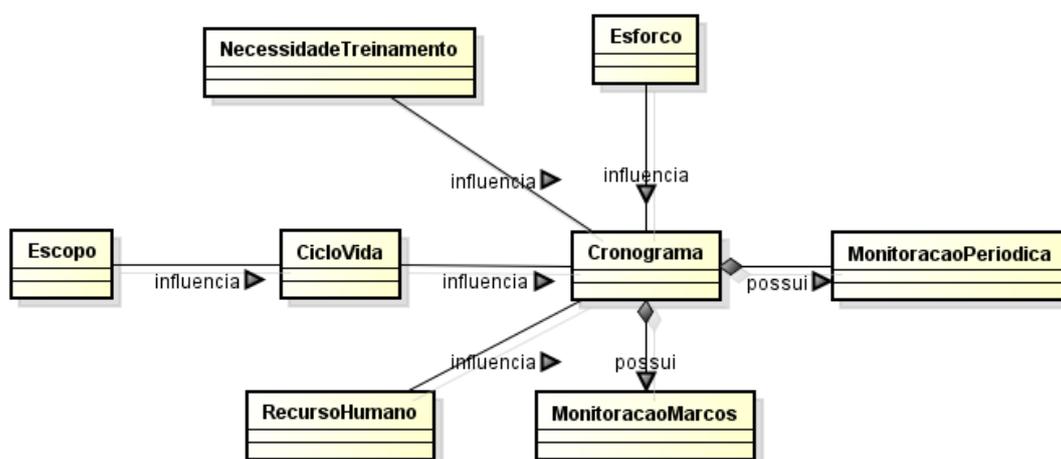


Figura 3.7 Definição do Cronograma do Projeto

Para representar os conceitos relacionados ao escopo e ao ciclo de vida foram utilizados, respectivamente, os seguintes predicados: $escopo(e, *, comb-e)$ e $cicloVida(cv, *, comb-cv)$. Estes predicados foram utilizados para definir o axioma GPR-E1, o qual denota a influência do escopo na escolha do ciclo de vida do projeto.

Quadro 3.11 Axioma GPR-E1

<p>O escopo do projeto influencia na escolha do modelo de ciclo de vida utilizado</p> $(\forall e, comb - e, cv, comb - cv)(influencia(comb - e, comb - cv) \rightarrow escopo(e, *, comb - e) \cap cicloVida(cv, *, comb - cv))$	GPR-E1
--	--------

Além disso, as necessidades de treinamento que surgem ao longo do projeto também são atividades, as quais devem ser previstas no cronograma. Por este motivo, foi estabelecido o relacionamento *influencia* entre as necessidades de treinamento e cronograma (GPR-E4).

As pessoas que serão alocadas ao projeto são representadas a partir da classe “RecursoHumano”, o qual também se liga ao cronograma a partir do relacionamento *influencia* (GPR-E3).

Para definir o tempo de execução das tarefas do cronograma, precisa-se estimar, previamente, o esforço (tempo de execução) do projeto. Por fim, este esforço é fracionado e distribuído entre as atividades do cronograma. Esta característica é representada a partir do relacionamento *influencia* entre as classes “Esforço” e “Cronograma” (GPR-E2), como ilustrada na Figura 3.7 Para denotar o cronograma, utilizou-se o predicado *cronograma*(*cr*, *, *combr-cr*).

Como descritos anteriormente, os predicados referentes a esforço, recursos humanos, ciclo de vida e necessidade de treinamento são *esforco*(*esf*, *, *comb-esf*), *rHumano*(*r*, *, *comb-r*), *cicloVida*(*cv*, *, *comb-cv*) e *nTreinamento*(*nt*, *, *comb-nt*). Abaixo são apresentados os axiomas para a definição do cronograma do projeto. A relação de *influencia* entre as classes “Cronograma” e “CicloVida” é representada pelo axioma GPR-E5.

Quadro 3.12 Axiomas GPR-E2 ao GPR-E5

<p>A estimativa de esforço influencia na definição do cronograma do projeto</p> $(\forall esf, comb - esf, cr, comb - cr)(influencia(comb - esf, comb - cr) \rightarrow esforco(esf, *, comb - esf) \cap cronograma(cr, *, comb - cr))$	GPR-E2
<p>A alocação dos recursos influencia na definição do cronograma do projeto</p> $(\forall r, comb - r, cr, comb - cr)(influencia(comb - r, comb - cr) \rightarrow rHumano(r, *, comb - r) \cap cronograma(cr, *, comb - cr))$	GPR-E3
<p>A definição das necessidades de treinamento influencia na definição do cronograma do projeto</p> $(\forall nt, comb - nt, cr, comb - cr)(influencia(comb - nt, comb - cr) \rightarrow nTreinamento(nt, *, comb - nt) \cap cronograma(cr, *, comb - cr))$	GPR-E4
<p>A escolha do ciclo de vida influencia na definição das atividades do cronograma do projeto</p> $(\forall cv, comb - cv, cr, comb - cr)(influencia(comb - cv, comb - cr) \rightarrow cicloVida(cv, *, comb - cv) \cap cronograma(cr, *, comb - cr))$	GPR-E5

Salienta-se que para definir o cronograma, é necessária a definição prévia, no mínimo, das atividades (ciclo de vida), do tempo estimado para realizar o projeto (esforço) e das pessoas que serão alocadas às atividades (recursos humanos). Devido a isto, foi estabelecido o axioma GPR-E6 para restringir esta necessidade.

Quadro 3.13 Axioma GPR-E6

Existirá um cronograma se, e somente se, existir um ciclo de vida, estimativas de esforço (tempo estimado) e alocação de recursos humanos no projeto	
$(\exists cr)(cronograma(cr,*,comb - cr)$ $\leftrightarrow (\exists esf, cv, r)cicloVida(cv,*,comb - cv) \cap esforco(esf,*,comb - esf)$ $\cap rHumano(r,*,comb - r))$	GPR-E6

Outra característica importante, recomendada em programas de melhoria, durante a definição do cronograma, refere-se ao estabelecimento dos marcos e pontos de controle do projeto. Os marcos e pontos de controle são momentos nos quais o projeto é monitorado, buscando detectar desvios no planejamento. Assim, os conceitos relacionados aos marcos e pontos de controle foram representados pelas classes “MonitocaoMarcos” e “MonitoracaoPeriodica”, respectivamente, os quais estão ligados por meio da relação *possui* à classe “Cronograma”.

Os conceitos de marcos e pontos de controle do projeto, para esta pesquisa, foram denotados pelos predicados $mMarcos(m,x,comb-m)$ e $mPeriodico(m,y,comb-m)$, respectivamente. Abaixo são apresentados os axiomas destes dois conceitos relacionados ao cronograma.

Quadro 3.14 Axiomas GPR-E7 ao GPR-E8

O cronograma possui o planejamento dos marcos do projeto	
$(\forall cr, comb - cr, m, comb - m)(possui(comb - cr, comb - m)$ $\rightarrow cronograma(cr,*,comb - cr) \cap mMarcos(m,*,comb - m))$	GPR-E7
O cronograma possui o planejamento dos pontos de controle do projeto	
$(\forall cr, comb - cr, m, comb - m)(possui(comb - cr, comb - m)$ $\rightarrow cronograma(cr,*,comb - cr) \cap mPeriodico(m,*,comb - m))$	GPR-E8

3.5.1.6 Definição do Custo e Orçamento

O custo e o orçamento são parâmetros utilizados para estimar a quantidade de dinheiro que será investido/gasto no projeto. O custo é o gasto econômico que representa a fabricação de um produto ou a prestação de um serviço. O custo de um projeto pode ser composto pela hora de trabalho da equipe alocada, custo de *hardwares*

e *softwares* utilizados para o desenvolvimento do produto, entre outros. Já o orçamento é a parte de um plano financeiro estratégico que compreende a previsão de receitas e despesas futuras para a administração de determinado exercício (período de tempo). Pode-se dizer que o orçamento define o valor ajustado do projeto, contendo todos os seus custos e com o acréscimo do lucro, que deverá ser pago pelo cliente.

Como mencionado, o custo do projeto é proporcional ao tempo de alocação de cada recurso. Por este motivo, os conceitos referentes ao recurso humano e o esforço foram utilizados, denotados pelos predicados $rHumano(r, *, comb-r)$ e $esforco(esf, *, comb-esf)$, respectivamente. Para representar o conceito de custo do projeto (classe “Custo”), definiu-se o predicado $custo(c, *, comb-c)$.

Para definir a classe “Custo”, necessitou-se de dois relacionamentos do tipo *influencia*: uma entre as classes “RecursoHumano” e “Custo”; outra entre as classes “Esforco” e “Custo”; como ilustra a Figura 3.8. Abaixo são apresentados os axiomas para a definição o custo do projeto.

Quadro 3.15 Axiomas GPR-F1 ao GPR-F2

<p>O planejamento dos recursos humanos influencia no planejamento do custo do projeto</p> $(\forall r, comb-r, c, comb-c)(influencia(comb-r, comb-c) \rightarrow rHumano(r, *, comb-r) \cap custo(c, *, comb-c))$	GPR-F1
<p>O planejamento do esforço (tempo estimado) influencia no planejamento do custo do projeto</p> $(\forall esf, comb-esf, c, comb-c)(influencia(comb-esf, comb-c) \rightarrow esforco(esf, *, comb-esf) \cap custo(c, *, comb-c))$	GPR-F2

Salienta-se que, para a definição do custo do projeto, é necessária a influência simultânea dos recursos humanos alocados e a estimativa de esforço do projeto (GPR-F3). Ainda, necessita-se que os recursos humanos utilizados para estimar o custo do projeto sejam os mesmo recursos utilizados para a definição do cronograma do projeto (GPR-F4).

Quadro 3.16 Axiomas GPR-F3 ao GPR-F4

<p>Existirá um planejamento de custo do projeto se, e somente se, o planejamento de recursos e as estimativas de esforço do projeto influenciarem na elaboração do planejamento do custo do projeto</p> $(\exists c, comb-c)(\forall r, comb-r, esf, comb-esf)(custo(c, *, comb-c) \leftrightarrow (influencia(comb-r, comb-c) \cap influencia(comb-esf, comb-c)))$	GPR-F3
<p>Se o planejamento dos recursos humanos influenciam no planejamento do custo do projeto, então o planejamento desses recursos humanos também influenciam no planejamento do cronograma do projeto</p>	

$$\begin{aligned}
 & (\forall r, comb - r, c, comb - c, cr, comb - cr)(influencia(comb - r, comb - c) \cap custo(c, *, comb - c) \\
 & \rightarrow influencia(comb - r, comb - cr) \cap rHumano(r, *, comb - r) \cap cronograma(cr, \\
 & *, comb - cr))
 \end{aligned}$$

GPR-F4

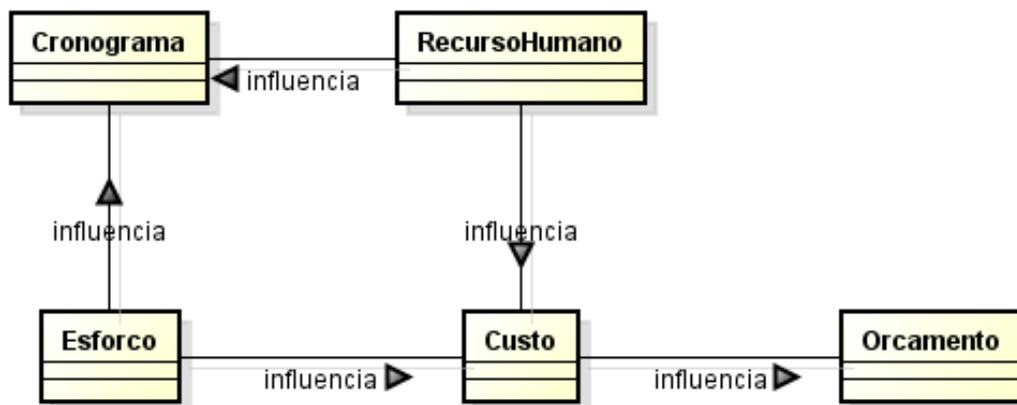


Figura 3.8 Definição do Custo e Orçamento do Projeto

Quando o custo do projeto é estimado, pode-se definir o orçamento do projeto. Deve-se salientar que, além da estimativa de custo, o orçamento é elaborado com o acréscimo de outros elementos, tais como consultorias, viagens, etc. Como estes elementos possuem ocorrência variável, ou seja, a cardinalidade de sua ocorrência é 0-n, não é possível definir um axioma (Falbo, 1998). Devido a isto, a ontologia definiu apenas o axioma referente à relação entre custo e orçamento, por meio do relacionamento *influencia*.

Para denotar o conceito relacionamento ao orçamento, elaborou-se o predicado *orcamento(o,x,comb-o)*. O axioma GPR-F5 descreve o relacionamento entre custo e orçamento.

Quadro 3.17 Axioma GPR-F5

O planejamento do custo do projeto influencia no planejamento do seu orçamento

$$\begin{aligned}
 & (\forall c, comb - c, o, comb - o)(influencia(comb - c, comb - o) \\
 & \rightarrow orcamento(o, *, comb - o) \cap custo(c, *, comb - c))
 \end{aligned}$$

GPR-F5

3.5.1.7 Definição dos Riscos do Projeto

A definição dos riscos consiste em prever todos os possíveis imprevistos que o projeto poderá se deparar. Estes imprevistos são, geralmente, relacionados aos planejamentos estabelecidos no projeto, tais como: erro na estimativa, atraso no cronograma, mudança de requisitos, falta de recursos, entre outros. Assim, tem-se que grande parte dos riscos identificados pode estar associado a problemas nos planejamentos específicos do projeto.



Figura 3.9 Definição dos Riscos do Projeto

Dessa forma, para representar o conceito de riscos do projeto, foi utilizada a classe “PlanejamentoRiscos”, que está relacionada à classe “PlanejamentoProjeto” pelo relacionamento do tipo *lista*. Para este relacionamento, foram utilizados os predicados $pRiscos(pr, *, comb-pr)$ e $pProjeto(pp, *, comb-pp)$. A Figura 3.9 ilustra esta relação.

Quadro 3.18 Axioma GPR-G1

<p>O planejamento dos riscos lista os riscos do projeto (escopo, estimativas, custo, cronograma, etc.)</p> $(\forall pri, comb - pri, pp, comb - pp)(lista(comb - pri, comb - pp) \rightarrow pRiscos(pri, *, comb - pri) \cap pProjeto(pp, *, comb - pp))$	GPR-G1
--	--------

Como descrito anteriormente, a classe “PlanejamentoProjeto” é composta por um conjunto de planejamentos específicos. Devido a isto, a definição dos riscos pode ser baseada em qualquer um dos planejamentos específicos presentes no projeto (escopo, estimativas, atividades, cronograma, recursos, etc). Desta forma, pode-se detalhar o relacionamento *lista* da classe “PlanejamentoRiscos” ao escopo (GPR-G2), recursos humanos (GPR-G3), recursos de infraestrutura (GPR-G4), orçamento (GPR-G5), custo (GPR-G6), cronograma (GPR-G7), ciclo de vida (GPR-G8), dados relevantes (GPR-G9), tamanho/complexidade (GPR-G10) e esforço (GPR-G11) do projeto.

Quadro 3.19 Axiomas GPR-G2 ao GPR-G11

<p>O planejamento dos riscos do projeto lista os possíveis riscos relacionados ao planejamento do escopo se, e somente se, o planejamento do projeto possuir o planejamento do referido escopo</p> $(\forall pri, comb - pri, e, comb - e)(lista(comb - pri, comb - e) \leftrightarrow (\exists pp, comb - pp)pProjeto(pp, *, comb - pp) \cap possui(comb - pp, comb - e) \cap escopo(e, *, comb - e))$	GPR-G2
<p>O planejamento dos riscos do projeto lista os possíveis riscos relacionados ao planejamento dos recursos humanos se, e somente se, o planejamento do projeto possuir o planejamento do referido recurso</p> $(\forall pri, comb - pri, r, comb - r)(lista(comb - pri, comb - r) \leftrightarrow (\exists pp, comb - pp)pProjeto(pp, *, comb - pp) \cap possui(comb - pp, comb - r) \cap rHumano(r, *, comb - r))$	GPR-G3
<p>O planejamento dos riscos do projeto lista os possíveis riscos relacionados ao planejamento dos recursos de infraestrutura se, e somente se, o planejamento do projeto possuir o planejamento do referido recurso</p> $(\forall pri, comb - pri, r, comb - r)(lista(comb - pri, comb - r) \leftrightarrow (\exists pp, comb - pp)pProjeto(pp, *, comb - pp) \cap possui(comb - pp, comb - r) \cap rInfraestrutura(r, *, comb - r))$	GPR-G4
<p>O planejamento dos riscos do projeto lista os possíveis riscos relacionados ao planejamento do orçamento se, e somente</p>	

<p style="text-align: center;">se, o planejamento do projeto possuir o planejamento do referido orçamento</p> $(\forall pri, comb - pri, o, comb - o)(lista(comb - pri, comb - o) \leftrightarrow (\exists pp, comb - pp)pProjeto(pp, *, comb - pp) \cap possui(comb - pp, comb - o) \cap orcamento(o, *, comb - o))$ <p style="text-align: right;">GPR-G5</p>
<p style="text-align: center;">O planejamento dos riscos do projeto lista os possíveis riscos relacionados ao planejamento do custo se, e somente se, o planejamento do projeto possuir o planejamento do referido custo</p> $(\forall pri, comb - pri, c, comb - c)(lista(comb - pri, comb - c) \leftrightarrow (\exists pp, comb - pp)pProjeto(pp, *, comb - pp) \cap possui(comb - pp, comb - c) \cap custo(c, *, comb - c))$ <p style="text-align: right;">GPR-G6</p>
<p style="text-align: center;">O planejamento dos riscos do projeto lista os possíveis riscos relacionados ao planejamento do cronograma se, e somente se, o planejamento do projeto possuir o planejamento do referido cronograma</p> $(\forall pri, comb - pri, cr, comb - cr)(lista(comb - pri, comb - cr) \leftrightarrow (\exists pp, comb - pp)pProjeto(pp, *, comb - pp) \cap possui(comb - pp, comb - cr) \cap cronograma(cr, *, comb - cr))$ <p style="text-align: right;">GPR-G7</p>
<p style="text-align: center;">O planejamento dos riscos do projeto lista os possíveis riscos relacionados ao planejamento do modelo de ciclo de vida se, e somente se, o planejamento do projeto possuir o planejamento do referido ciclo de vida</p> $(\forall pri, comb - pri, cv, comb - cv)(lista(comb - pri, comb - cv) \leftrightarrow (\exists pp, comb - pp)pProjeto(pp, *, comb - pp) \cap possui(comb - pp, comb - cv) \cap cicloVida(cv, *, comb - cv))$ <p style="text-align: right;">GPR-G8</p>
<p style="text-align: center;">O planejamento dos riscos do projeto lista os possíveis riscos relacionados ao planejamento dos dados relevantes se, e somente se, o planejamento do projeto possuir o planejamento dos referidos dados relevantes</p> $(\forall pri, comb - pri, dr, comb - dr)(lista(comb - pri, comb - dr) \leftrightarrow (\exists pp, comb - pp)pProjeto(pp, *, comb - pp) \cap possui(comb - pp, comb - dr) \cap dadosRelevantes(dr, *, comb - dr))$ <p style="text-align: right;">GPR-G9</p>
<p style="text-align: center;">O planejamento dos riscos do projeto lista os possíveis riscos relacionados ao planejamento das estimativas de dimensionamento se, e somente se, o planejamento do projeto possuir o planejamento da referida estimativa</p> $(\forall pri, comb - pri, tc, comb - tc)(lista(comb - pri, comb - tc) \leftrightarrow (\exists pp, comb - pp)pProjeto(pp, *, comb - pp) \cap possui(comb - pp, comb - tc) \cap tComplexidade(tc, *, comb - tc))$ <p style="text-align: right;">GPR-G10</p>
<p style="text-align: center;">O planejamento dos riscos do projeto lista os possíveis riscos relacionados ao planejamento das estimativas de esforço se, e somente se, o planejamento do projeto possuir o planejamento da referida estimativa</p> $(\forall pri, comb - pri, esf, comb - esf)(lista(comb - pri, comb - esf) \leftrightarrow (\exists pp, comb - pp)pProjeto(pp, *, comb - pp) \cap possui(comb - pp, comb - esf) \cap esforco(esf, *, comb - esf))$ <p style="text-align: right;">GPR-G11</p>

3.5.1.8 Definição dos Dados Relevantes

Os dados são todos os produtos de trabalho necessários para apoiar em todo o projeto (SEI, 2010). A definição destes dados abrange todos os produtos de trabalho relevantes produzidos no projeto e a forma de como estes produtos de trabalho são armazenados e distribuídos.

Programas de melhoria recomendam que todos os produtos de trabalho importantes que são gerados ao longo do projeto sejam identificados. Além disso, informações

relacionadas ao local de armazenamento, responsáveis, versão, entre outros também são frequentemente descritos.

Para caracterizar a definição dos dados relevantes, foi estabelecido um relacionamento do tipo *lista* entre as classes “DadosRelevantes” e “PlanejamentoProjeto”, como ilustrado na Figura 3.10. O axioma GPR-H1 denota a definição descrita na Figura 3.10. Neste axioma foram utilizados os predicados $dadosRelevantes(dr, *, comb-dr)$ e $pProjeto(pp, *, comb-pp)$.



Figura 3.10 Identificação dos Dados Relevantes do Projeto

Quadro 3.20 Axioma GPR-H1

<p>Os dados relevantes do projeto listam os produtos de trabalho relacionados ao planejamento do projeto</p> $(\forall dr, comb - dr, pp, comb - pp)(lista(comb - dr, comb - pp) \rightarrow (dadosRelevantes(dr, *, comb - dr) \cap pProjeto(pp, *, comb - pp)))$ <p style="text-align: right;">GPR-H1</p>

O relacionamento *lista* entre essas classes descreve que os produtos de trabalho gerados durante o planejamento do projeto são registrados como dados relevantes do projeto. Isto é possível, pois, por meio de um axioma de consolidação, podem-se definir os relacionamentos baseados nas regras estabelecidas na estrutura do planejamento do projeto (Figura 3.2), o qual é composto por um conjunto de planejamentos específicos. Os axiomas de consolidação definem a coerência das informações de uma ontologia (Falbo, 1998). Assim, foi possível relacionar a classe “DadosRelevantes” com o escopo (GPR-H2), recursos humanos (GPR-H3), recursos de infraestrutura (GPR-H4), orçamento (GPR-H5), custo (GPR-H6), cronograma (GPR-H7), ciclo de vida (GPR-H8), riscos (GPR-H9), tamanho/complexidade (GPR-H10) e esforço (GPR-H11) do projeto.

Quadro 3.21 Axiomas GPR-H2 ao GPR-H11

<p>Os dados relevantes do projeto listam os produtos de trabalho relacionados ao planejamento do escopo se, e somente se, o planejamento do projeto possuir o planejamento do referido escopo</p> $(\forall dr, comb - dr, e, comb - e)(lista(comb - dr, comb - e) \leftrightarrow ((\exists pp, comb - pp)pProjeto(pp, *, comb - pp) \cap possui(comb - pp, comb - e) \cap escopo(e, *, comb - e)))$ <p style="text-align: right;">GPR-H2</p>
<p>Os dados relevantes do projeto listam os produtos de trabalho relacionados ao planejamento dos recursos humanos se, e</p>

<p>somente se, o planejamento do projeto possuir o planejamento do referido recurso</p> $(\forall dr, comb - dr, r, comb - r)(lista(comb - dr, comb - r)$ $\leftrightarrow (\exists pp, comb - pp)pProjeto(pp, *, comb - pp) \cap possui(comb - pp, comb - r) \cap rHumano(r, *, comb - r))$ <p style="text-align: right;">GPR-H3</p>
<p>Os dados relevantes do projeto listam os produtos de trabalho relacionados ao planejamento dos recursos de infraestrutura se, e somente se, o planejamento do projeto possuir o planejamento do referido recurso</p> $(\forall dr, comb - dr, r, comb - r)(lista(comb - dr, comb - r)$ $\leftrightarrow (\exists pp, comb - pp)pProjeto(pp, *, comb - pp) \cap possui(comb - pp, comb - r) \cap rInfraestrutura(r, *, comb - r))$ <p style="text-align: right;">GPR-H4</p>
<p>Os dados relevantes do projeto listam os produtos de trabalho relacionados ao planejamento do orçamento se, e somente se, o planejamento do projeto possuir o planejamento do referido orçamento</p> $(\forall dr, comb - dr, o, comb - o)(lista(comb - dr, comb - o)$ $\leftrightarrow (\exists pp, comb - pp)pProjeto(pp, *, comb - pp) \cap possui(comb - pp, comb - o) \cap orcamento(o, *, comb - o))$ <p style="text-align: right;">GPR-H5</p>
<p>Os dados relevantes do projeto listam os produtos de trabalho relacionados ao planejamento do custo se, e somente se, o planejamento do projeto possuir o planejamento do referido custo</p> $(\forall dr, comb - dr, c, comb - c)(lista(comb - dr, comb - c)$ $\leftrightarrow (\exists pp, comb - pp)pProjeto(pp, *, comb - pp) \cap possui(comb - pp, comb - c) \cap custo(c, *, comb - c))$ <p style="text-align: right;">GPR-H6</p>
<p>Os dados relevantes do projeto listam os produtos de trabalho relacionados ao planejamento do cronograma se, e somente se, o planejamento do projeto possuir o planejamento do referido cronograma</p> $(\forall dr, comb - dr, cr, comb - cr)(lista(comb - dr, comb - cr)$ $\leftrightarrow (\exists pp, comb - pp)pProjeto(pp, *, comb - pp) \cap possui(comb - pp, comb - cr) \cap cronograma(cr, *, comb - cr))$ <p style="text-align: right;">GPR-H7</p>
<p>Os dados relevantes do projeto listam os produtos de trabalho relacionados ao planejamento do modelo de ciclo de vida se, e somente se, o planejamento do projeto possuir o planejamento do referido ciclo de vida</p> $(\forall dr, comb - dr, cv, comb - cv)(lista(comb - dr, comb - cv)$ $\leftrightarrow (\exists pp, comb - pp)pProjeto(pp, *, comb - pp) \cap possui(comb - pp, comb - cv) \cap cicloVida(cv, *, comb - cv))$ <p style="text-align: right;">GPR-H8</p>
<p>Os dados relevantes do projeto listam os produtos de trabalho relacionados ao planejamento dos riscos do projeto se, e somente se, o planejamento do projeto possuir o planejamento dos referidos riscos</p> $(\forall dr, comb - dr, ri, comb - pri)(lista(comb - dr, comb - pri)$ $\leftrightarrow (\exists pp, comb - pp)pProjeto(pp, *, comb - pp) \cap possui(comb - pp, comb - ri) \cap pRiscos(pri, *, comb - pri))$ <p style="text-align: right;">GPR-H9</p>
<p>Os dados relevantes do projeto listam os produtos de trabalho relacionados ao planejamento das estimativas de dimensionamento se, e somente se, o planejamento do projeto possuir o planejamento da referida estimativa</p> $(\forall dr, comb - dr, tc, comb - tc)(lista(comb - dr, comb - tc)$ $\leftrightarrow (\exists pp, comb - pp)pProjeto(pp, *, comb - pp) \cap possui(comb - pp, comb - tc) \cap tComplexidade(tc, *, comb - tc))$ <p style="text-align: right;">GPR-H10</p>
<p>Os dados relevantes do projeto listam os produtos de trabalho relacionados ao planejamento das estimativas de esforço se, e somente se, o planejamento do projeto possuir o planejamento da referida estimativa</p> $(\forall dr, comb - dr, esf, comb - esf)(lista(comb - dr, comb - esf)$ $\leftrightarrow (\exists pp, comb - pp)pProjeto(pp, *, comb - pp) \cap possui(comb - pp, comb - esf) \cap esforco(esf, *, comb - esf))$ <p style="text-align: right;">GPR-H11</p>

Outro relacionamento que deve ser notado na Figura 3.10 é o tipo *influencia*, entre as classes “PlanejamentoConfiguracao” e “DadosRelevantes”. Este relacionamento foi

definido devido ao fato da necessidade de um registro do local de armazenamento, responsáveis, versões, histórico, entre outros. Estas características retratam o gerenciamento da configuração.

Ressalta-se que a gerência de configuração não é obrigatória no nível G do MPS.BR (mas é obrigatório no nível 2 do CMMI). Entretanto, um mecanismo de gerência de configuração é recomendado para apoiar na organização dos produtos de trabalho dos projetos, evitando problemas como perda de informação ou retrabalhos.

Assim, foi estabelecido o axioma GPR-H12. O referido axioma é composto pelos predicados $pConfiguracao(pcon, *, comb-pcon)$ e $dadosRelevantes(dr, *, comb-dr)$, representado, respectivamente, o planejamento da configuração e os dados relevantes do projeto.

Quadro 3.22 Axioma GPR-H12

<p>O planejamento da configuração influencia na definição do planejamento dos dados relevantes (armazenamento, distribuição)</p> <p>$(\forall pcon, comb - pcon, dr, comb - dr)(influencia(comb - pcon, comb - dr$ $\rightarrow dadosRelevantes(dr, *, comb - dr) \cap pConfiguracao(pcon, *, comb - pcon))$</p>	GPR-H12
--	---------

3.5.1.9 Definição da Comunicação do Projeto

Os programas de melhoria descrevem que é necessário o planejamento das partes que estão envolvidas no projeto. Assim, os interessados pelo projeto devem ser identificados e como estes interessados estão se interagindo (SOFTEX, 2012a). Uma forma de realizar a definição do planejamento dos envolvidos do projeto é a partir de um Plano de Gerência de Comunicação (PMI, 2008).

O planejamento da comunicação do projeto envolve aspectos como as pessoas, os produtos de trabalho, canal de comunicação, frequência, prazos, entre outros. Na ontologia desta pesquisa, a definição do planejamento da comunicação foi estabelecida com a interação de dois conceitos: os recursos humanos e os dados relevantes do projeto, como ilustrado na Figura 3.11.

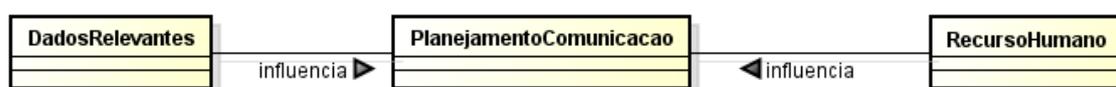


Figura 3.11 Definição da Comunicação do Projeto

O relacionamento entre as classes “RecursoHumano” e “PlanejamentoComunicacao” foi estabelecida para representar a necessidade de definir as pessoas envolvidas na comunicação do projeto. Para isto, estabeleceu-se um relacionamento do tipo *influencia* entre essas classes.

A importância de relacionar a classe “DadosRelevantes” ao planejamento da comunicação, encontra-se no fato de conhecer os produtos de trabalho do projeto que serão gerados e trocados entre os envolvidos. Desta forma, um relacionamento do tipo *influencia* foi definido entre “DadosRelevantes” e “PlanejamentoComunicacao”.

Para a elaboração dos axiomas de definição da comunicação do projeto, foram utilizados os predicados $rHumano(r, *, comb-r)$, $dadosRelevantes(dr, *, comb-dr)$ e $pComunicacao(pcom, *, comb-pcom)$, sendo, respectivamente, recursos humanos, dados relevantes e planejamento da comunicação.

Quadro 3.23 Axiomas GPR-I1 ao GPR-I2

<p>O planejamento dos recursos humanos influencia na definição do planejamento da comunicação</p> $(\forall r, comb - r, pcom, comb - pcom)(influencia(comb - r, comb - pcom) \rightarrow (rHumano(r, *, comb - r) \cap pComunicacao(pcom, *, comb - pcom)))$	GPR-I1
<p>O planejamento dos dados relevantes do projeto influencia no planejamento da comunicação</p> $(\forall dr, comb - dr, pcom, comb - pcom)(influencia(comb - dr, comb - pcom) \rightarrow (dadosRelevantes(dr, *, comb - dr) \cap pComunicacao(pcom, *, comb - pcom)))$	GPR-I2

Salienta-se que a definição do planejamento da comunicação necessita da interação dos axiomas estabelecidos em GPR-I1 e GPR-I2 simultaneamente. Assim, estabeleceu-se o axioma de consolidação GPR-I3. Este axioma denota que *existirá um planejamento da comunicação se, e somente se, forem planejados os dados relevantes e os envolvidos do projeto, os quais serão insumos para a definição do planejamento da comunicação.*

Quadro 3.24 Axioma GPR-I3

<p>Existirá um planejamento da comunicação se, e somente se, o planejamento dos dados relevantes e dos recursos humanos influenciarem na definição do referido planejamento</p> $(\exists pcom)(pComunicacao(pcom, *, comb - pcom) \leftrightarrow ((\forall d, comb - dr, r, comb - r)(influencia(comb - dr, comb - pcom) \cap (influencia(comb - r, comb - pcom) \cap dadosRelevantes(dr, *, comb - dr) \cap rHumano(r, *, comb - r)))$	GPR-I3
--	--------

3.5.1.10 Análise de Viabilidade do Projeto

O objetivo da análise de viabilidade do projeto é realizar uma avaliação que examina aspectos técnicos, financeiros e humanos, buscando verificar a possibilidade de continuidade ou cancelamento do projeto (SOFTEX, 2012a). Essa análise deve ser realizada ao longo do projeto, pois, constantemente o projeto sofre alterações que podem comprometer a viabilidade do projeto. Além disso, uma avaliação preliminar no início do projeto também é recomendada.

Para caracterizar a análise de viabilidade do projeto, foi definido um relacionamento do tipo *avalia* entre as classes “ViabilidadeProjeto” e “PlanejamentoProjeto”. A Figura 3.12 mostra o referido relacionamento.



Figura 3.12 Análise de Viabilidade do Projeto

Para estabelecer o axioma referente à Figura 3.12, foram utilizados os predicados $viabilidadeProjeto(v, *, comb - v)$ e $pProjeto(pp, *, comb - pp)$, representando a análise de viabilidade do projeto e o planejamento do projeto, respectivamente.

Quadro 3.25 Axioma GPR-J1

A análise de viabilidade avalia o planejamento do projeto	
$(\forall v, comb - v, pp, comb - pp)(avalia(comb - v, comb - pp)$ $\rightarrow (analiseViabilidade(v, *, comb - v) \cap pProjeto(pp, *, comb - pp))$	GPR-J1

3.5.1.11 Comprometimento com o Planejamento do Projeto

A realização de revisões do planejamento do projeto é importante para que todos os conflitos entre os envolvidos sejam conciliados, além disso, essas revisões possibilitam que todos os interessados estejam cientes e comprometidos com todo o planejamento do projeto. A obtenção do comprometimento com o planejamento do projeto deve englobar todos os interessados internos e externos ao projeto (SEI, 2010).

A análise de viabilidade do projeto possui um importante papel durante as revisões de comprometimento do projeto, pois, por meio de seu resultado, é possível definir ações para a resolução dos conflitos de comprometimento do projeto (SOFTEX, 2012a).

Assim, para definir o comprometimento com o planejamento do projeto, foram utilizadas quatro classes: “PlanejamentoProjeto”, “RevisaoProjeto”, “ViabilidadeProjeto” e “ComprometimentoPlano”, como mostra a Figura 3.13.

A classe “PlanejamentoProjeto” denota o próprio planejamento do projeto, como visto anteriormente. A classe “ViabilidadeProjeto” descreve uma análise de viabilidade do planejamento do projeto. A classe “RevisaoProjeto” representa a realização das revisões de comprometimento com o planejamento do projeto. Por fim, a classe “ComprometimentoPlano” denota a evidência de que os envolvidos comprometeram-se em executar o planejamento do projeto.

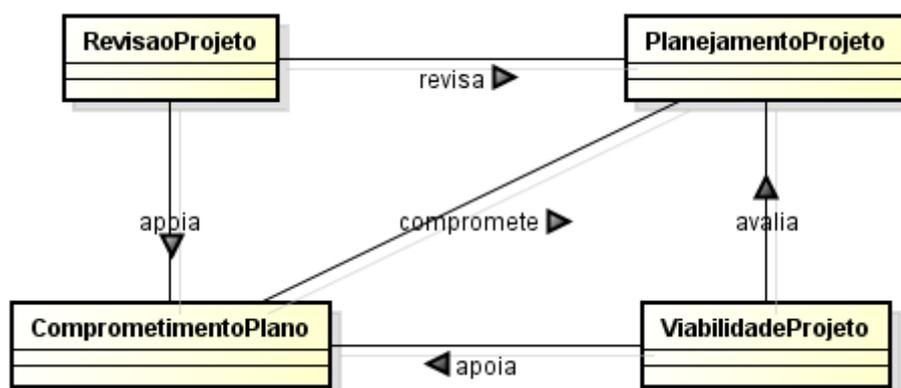


Figura 3.13 Comprometimento com o Planejamento do Projeto

Como mencionado, para realizar o comprometimento com o planejamento do projeto, é necessário que seja feita uma revisão. Para isto, decidiu-se utilizar um relacionamento do tipo *revisa* entre as classes “RevisaoProjeto” e “PlanejamentoProjeto” e um relacionamento do tipo *apoia* entre as classes “RevisaoProjeto” e “ComprometimentoPlano”. A semântica desses relacionamentos significa que *uma revisão é feita sobre todo o planejamento do projeto, apoiando na tomada de decisão do seu comprometimento*.

Para denotar as classes “RevisaoProjeto”, “ComprometimentoPlano” e “PlanejamentoProjeto” foram utilizados os predicados $revisaoProjeto(rp, *, comb-rp)$, $cProjeto(cp, *, comb-cp)$ e $pProjeto(pp, *, comb-pp)$, respectivamente. Abaixo são apresentados os axiomas que utilizam esses predicados.

Quadro 3.26 Axiomas GPR-K1 ao GPR-K2

O planejamento do planejamento é revisado durante as reuniões de revisão do projeto

$(\forall rp, comb - rp, pp, comb - pp)(revisa(comb - rp, comb - pp) \rightarrow (revisaoProjeto(rp, *, comb - rp) \cap pProjeto(pp, *, comb - pp)))$	GPR-K1
<p style="text-align: center;">O resultado das revisões do projeto apoia na decisão do comprometimento do projeto</p> $(\forall rp, comb - rp, cp, comb - cp)(apoia(comb - rp, comb - cp) \rightarrow (revisaoProjeto(rp, *, comb - rp) \cap cProjeto(cp, *, comb - cp)))$	GPR-K2

Ressalta-se que uma revisão do planejamento do projeto busca estabelecer o seu comprometimento, então se entende que os relacionamentos *revisa* e *apoia* devem ocorrer simultaneamente, ou seja, *o planejamento do projeto será revisado se, e somente se, a revisão do planejamento do projeto apoiar na tomada de decisão do seu comprometimento*. Para estabelecer esta restrição, o axioma GPR-K3 foi definido.

Quadro 3.27 Axioma GPR-K3

<p style="text-align: center;">A revisão do planejamento do projeto será realizada se, e somente se, o seu resultado apoiar na tomada de decisão do comprometimento do planejamento do projeto</p> $(\forall rp, comb - rp, pp, comb - pp, cp, comb - cp)(revisa(comb - rp, comb - pp) \leftrightarrow (apoia(comb - rp, comb - cp) \cap (revisaoProjeto(rp, *, comb - rp) \cap cProjeto(cp, *, comb - cp) \cap pProjeto(pp, *, comb - pp))))$	GPR-K3
---	--------

Outro relacionamento definido é do tipo *apoia* entre as classes “ViabilidadeProjeto” e “ComprometimentoPlano”. Este relacionamento foi definido para denotar que os resultados da análise de viabilidade do projeto servem de insumos para a tomada de decisão durante o comprometimento com o plano. O relacionamento *avalia* significa que a viabilidade do planejamento do projeto deve ser avaliada constantemente.

Para a definição dos axiomas, foram utilizados os predicados *viabilidadeProjeto(v, *, comb-v)*, *cProjeto(cp, *, comb-cp)* e *pProjeto(pp, *, comb-pp)*, representando, respectivamente, as classes “ViabilidadeProjeto”, “ComprometimentoPlano” e “PlanejamentoProjeto”. O axioma GPR-K4 descreve o relacionamento *apoia* entre as classes “ComprometimentoPlano” e “PlanejamentoProjeto”. O axioma que define o relacionamento entre a análise de viabilidade e o planejamento do projeto está descrito no axioma GPR-J1.

Quadro 3.28 Axioma GPR-K4

<p style="text-align: center;">O resultado da análise de viabilidade apoia na tomada de decisão do comprometimento com o planejamento do projeto</p> $(\forall v, comb - v, cp, comb - cp)(apoia(comb - v, comb - cp) \rightarrow (viabilidadeProjeto(v, *, comb - v) \cap cProjeto(cp, *, comb - cp)))$	GPR-K4
---	--------

Cita-se também que a viabilidade apoia o comprometimento do projeto apenas se o planejamento foi verificado antecipadamente. Assim, pode-se estabelecer o axioma GPR-K5.

Quadro 3.29 Axioma GPR-K5

O resultado da análise de viabilidade apoia na tomada de decisão do comprometimento com o planejamento projeto se, e somente se, houver uma análise de viabilidade sobre esse planejamento	
$(\forall v, comb - v, cp, comb - cp)(apoia(comb - v, comb - cp) \cap (viabilidadeProjeto(v, *, comb - v) \cap cProjeto(cp, *, comb - cp)) \leftrightarrow (\exists pp, comb - pp) \rightarrow avalia(comb - v, comb - pp) \cap pProjeto(pp, *, comb - pp))$	GPR-K5

Por fim, o relacionamento do tipo *compromete* entre as classes “ComprometimentoPlano” e “PlanejamentoProjeto” foi definido para caracterizar a evidência de que houve o comprometimento dos envolvidos com o planejamento do projeto. A forma de realizar este comprometimento pode ser evidenciada por meio de assinaturas em contratos, atas ou no próprio plano do projeto.

Frisa-se que o comprometimento com o planejamento do projeto ocorre quando uma revisão é realizada. Portanto, criou-se um axioma para consolidar essa restrição. Dessa forma, o axioma GPR-K6 denota:

Quadro 3.30 Axioma GPR-K6

O planejamento do projeto é comprometido se, e somente se, esse planejamento sofrer uma revisão	
$(\forall cp, comb - cp, pp, comb - pp)(compromete(comb - cp, comb - pp) \cap pProjeto(pp, *, comb - pp) \leftrightarrow (\exists rp)revisa(comb - rp, comb - pp) \cap revisaoProjeto(rp, *, comb - rp))$	GPR-K6

3.5.1.12 Monitoramento do Projeto

Os monitoramentos do projeto são atividades responsáveis por verificar se o planejamento está sendo cumprido devidamente. Os programas de melhoria recomendam que seja monitorado o planejamento do projeto em marcos e pontos de controle.

Nos marcos e em pontos de controle são realizadas revisões buscando encontrar desvios no planejamento (escopo, riscos, estimativas, cronograma, entre outros). Os marcos são, geralmente, referentes ao início de cada fase do projeto que buscam encontrar desvios no planejamento de todo o projeto. Os pontos de controle são monitorações mais frequentes, focando-se, geralmente, em planejamentos específicos do projeto.

Tanto os marcos quanto os pontos de controle do projeto são momentos onde são realizadas as monitorações no projeto, para isto, definiu-se uma classe denominada de “Monitoracao”. Esta classe possui duas subclasses: “MonitoracaoMarcos” e “MonitoracaoPeriodica”, referentes, respectivamente, aos marcos e pontos de controle.

Em programas de melhoria, como o CMMI e MPS.BR, são explicitados que cada planejamento específico (escopo, estimativas, custo, orçamento, cronograma, etc) do projeto deve ser monitorado. Assim, foram criadas quatro subclasses para a classe “MonitoracaoPeriodica”: “MonitoracaoComunicacao”, “MonitoracaoParametros”, “MonitoracaoRecursosDados” e “MonitoracaoRiscos”. A Figura 3.14 ilustra a referida estrutura.

A “MonitoracaoComunicacao” busca monitorar o planejamento da comunicação do projeto. A classe “MonitoracaoParametros” busca encontrar os desvios no planejamento de escopo, estimativas, atividades, custo, orçamento e cronograma. A classe “MonitoracaoRecursosDados” denota a necessidade de verificar o planejamento dos dados relevantes do projeto, além dos recursos humanos e físicos alocados. Por fim, a classe “MonitoracaoRiscos” busca verificar por desvios no planejamento dos riscos do projeto.

Para definir os axiomas, foram utilizados os predicados $monitoracao(m, *, comb-m)$, denotando a classe “Monitoracao”; $mMarcos(m, *, comb-m)$ e $mPeriodica(m, *, comb-m)$, denotando, respectivamente, as monitorações em marcos e pontos de controle. Por fim, definiram-se os predicados $mParametros(m, *, comb-m)$, $mRiscos(m, *, comb-m)$, $mComunicacao(m, *, comb-m)$ e $mRecursosDados(m, *, comb-m)$, descrevendo, as monitorações em pontos de controle que verificam, respectivamente, os planejamentos de parâmetros, riscos, comunicação e recursos e dados relevantes do projeto.

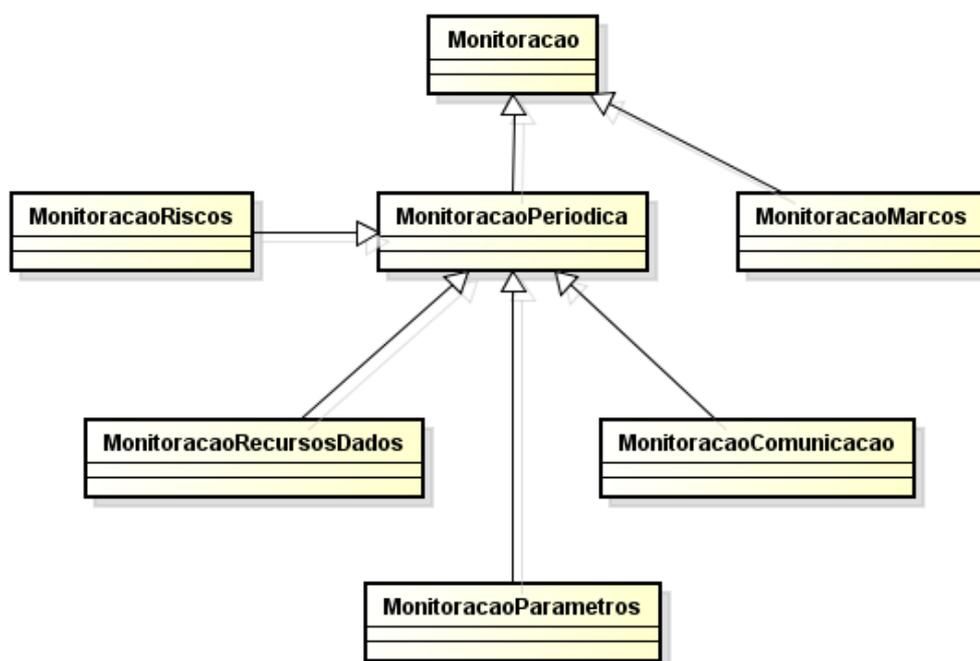


Figura 3.14 Estrutura das Monitorações do Projeto

Baseada na estrutura ilustrada na Figura 3.14, foram definidos os axiomas GPR-L1 e GPR-L2, para descrever as subclasses de “Monitoracao” e os axiomas GPR-L3 à GPR-L6, para descrever as subclasses de “MonitoracaoPeriodica”.

Quadro 3.31 Axiomas GPR-L1 ao GPR-L6

Os monitoramentos em marcos do projeto são monitoramentos $(\forall m, comb - m)(mMarcos(m, * comb - m) \rightarrow monitoracao(m, *, comb - m))$	GPR-L1
Os monitoramentos em pontos de controle do projeto são monitoramentos $(\forall m, comb - m)(mPeriodica(m, * comb - m) \rightarrow monitoracao(m, *, comb - m))$	GPR-L2
Os monitoramentos sobre os parâmetros do projeto são monitoramentos em pontos de controle $(\forall m, comb - m)(mParametro(m, * comb - m) \rightarrow mPeriodica(m, *, comb - m))$	GPR-L3
Os monitoramentos sobre os riscos do projeto são monitoramentos em pontos de controle $(\forall m, comb - m)(mRiscos(m, * comb - m) \rightarrow mPeriodica(m, *, comb - m))$	GPR-L4
Os monitoramentos sobre a comunicação do projeto são monitoramentos em pontos de controle $(\forall m, comb - m)(mComunicacao(m, * comb - m) \rightarrow mPeriodica(m, *, comb - m))$	GPR-L5
Os monitoramentos sobre os recursos e dados relevantes do projeto são monitoramentos em pontos de controle $(\forall m, comb - m)(mRecursosDados(m, * comb - m) \rightarrow mPeriodica(m, *, comb - m))$	GPR-L6

Como mencionado, as monitorações buscam verificar desvios no planejamento do projeto. Assim, para denotar esta relação, estabeleceu-se um relacionamento do tipo *revisa* entre as classes “Monitoracao” e “PlanejamentoProjeto”.

Outra característica que deve ser citada durante as monitorações do projeto refere-se à necessidade de registrar todos os desvios encontrados. Por este motivo, estabeleceu-se um relacionamento do tipo *produz* entre as classes “Monitoracao” e “Desvio”. A classe “Desvio” denota o registro de todos os problemas, inconsistências, mudanças, não conformidades, defeitos, etc. que são encontrados ao longo do projeto. A Figura 3.15 ilustra os relacionamentos da classe “Monitoracao”.

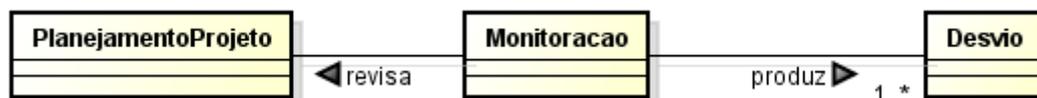


Figura 3.15 Monitoramento do Planejamento do Projeto

Salienta-se que a cardinalidade entre as classes “Monitoracao” e “Desvio” é 1-n. Isto se deve ao fato de que os programas de melhoria evidenciam a realização das monitorações em marcos e pontos de controle por meio dos registros de desvios do projeto, ou seja, é necessário que exista pelo menos um registro de desvio em cada projeto para que a empresa avaliada garanta o registro de seus desvios. Além disso, se a cardinalidade do relacionamento *produz* fosse 0-n, não seria possível definir um axioma (Falbo, 1998).

Para denotar as classes “PlanejamentoProjeto” e “Desvio”, foram utilizados, respectivamente, os predicados $pProjeto(pp, *, comb-pp)$ e $desvio(d, *, comb-d)$.

Vale ressaltar que a classe “Monitoracao” possui duas subclasses: “MonitoracaoMarcos” e “MonitoracaPeriodica”. Assim, pode-se detalhar o relacionamento *revisa* na perspectiva de cada uma das subclasses.

As monitorações em marcos do projeto buscam verificar os desvios de todo o planejamento do projeto. Portanto, ligou-se as classes “MonitoracaoMarcos” e “PlanejamentoProjeto” por meio do relacionamento *revisa* diretamente, como descrito no axioma GPR-L7.

Quadro 3.32 Axioma GPR-L7

Os monitoramentos em marcos revisam o planejamento do projeto	
$(\forall m, comb - m, pp, comb - pp, cr, comb - cr)(revisa(comb - m, comb - pp)$	
$\rightarrow pProjeto(pp, *, comb - pp) \cap mMarcos(m, *, comb - m) \cap possui(comb$	GPR-L7
$- cr, comb - m) \cap cronograma(cr, *, comb - cr))$	

Vale ressaltar que os monitoramentos em marcos estão relacionados à classe “Cronograma” por meio do relacionamento *possui*. Definiu-se um axioma restringindo que *o planejamento do projeto será monitorado nos marcos se, e somente se, existir um cronograma e os marcos do projeto fizerem parte desse cronograma*.

Quadro 3.33 Axioma GPR-L8

Os monitoramentos em marcos revisam o planejamento do projeto se, e somente se, existir um cronograma na qual define esses monitoramentos	
$(\forall m, comb - m, pp, comb - pp, cr, comb - cr)(revisa(comb - m, comb - pp) \cap pProjeto(pp, *, comb - pp) \cap mMarcos(m, *, comb - m))$ $\leftrightarrow (\exists cr) cronograma(cr, *, comb - cr) \cap possui(comb - cr, comb - m))$	GPR-L8

As monitorações em pontos de controle buscam verificar os planejamentos específicos do projeto. Como visto anteriormente, a classe “MonitoracaoPeriodica” foi classificada em quatro subtipos: “MonitoracaoComunicacao”, “MonitoracaoParametros”, “MonitoracaoRecursosDados” e “MonitoracaoRiscos”. Assim, para denotar as monitorações em pontos de controle, o relacionamento *revisa* parte das quatro subclasses de “MonitoracaoPeriodica”.

Como mencionado, as subclasses de “MonitoracaoPeriodica” buscam verificar um conjunto específico do planejamento total do projeto. Devido a isto, o relacionamento foi feito baseado nas definições dos axiomas GPR-A1 ao GPR-A4. Assim, as classes “MonitoracaoParametros”, “MonitoracaoRecursosDados”, “MonitoracaoRiscos” e “MonitoracaoComunicacao” relacionam-se, respectivamente, às classes “PlanejamentoParametros”, “PlanejamentoRecursosDados”, “PlanejamentoRiscos” e “PlanejamentoComunicacao”.

Quadro 3.34 Axiomas GPR-L9 ao GPR-L12

Os monitoramentos dos parâmetros revisam os planejamentos relacionados aos parâmetros (escopo, estimativas, cronograma, etc.)	
$(\forall m, comb - m, ppa, comb - ppa)(revisa(comb - m, comb - ppa)$ $\rightarrow pParametros(ppa, *, comb - ppa) \cap mParametros(m, *, comb - m))$	GPR-L9
Os monitoramentos dos recursos e dados revisam os planejamentos relacionados aos recursos e dados relevantes do projeto	
$(\forall m, comb - m, prd, comb - prd)(revisa(comb - m, comb - prd)$ $\rightarrow pRecursosDados(prd, *, comb - prd) \cap mRecursosDados(m, *, comb - m))$	GPR-L10
Os monitoramentos dos riscos revisam os planejamentos relacionados riscos do projeto	
$(\forall m, comb - m, pri, comb - pri)(revisa(comb - m, comb - pri)$ $\rightarrow pRiscos(pri, *, comb - pri) \cap mRiscos(m, *, comb - m))$	GPR-L11

<p>Os monitoramentos da comunicação revisam os planejamentos relacionados à comunicação do projeto</p> $(\forall m, comb - m, pcom, comb - pcom)(revisa(comb - m, comb - pcom) \rightarrow pComunicacao(pcom, *, comb - pcom) \cap mComunicacao(m, *, comb - m))$	GPR-L12
--	---------

De forma similar aos monitoramentos em marcos, os monitoramentos em pontos de controle também estão relacionados à classe “Cronograma” por meio do relacionamento *possui*. Devido a isso, foram definidos os axiomas GPR-L13 ao GPR-L16, restringindo que *os planejamentos específicos serão monitorados em pontos de controle se, e somente se, existir um cronograma e os monitoramentos em pontos de controle estiverem contidos nesse cronograma.*

Quadro 3.35 Axiomas GPR-L13 ao GPR-L16

<p>Os monitoramentos dos parâmetros revisam os planejamentos relacionados aos parâmetros (escopo, estimativas, cronograma, etc.) se, e somente se, existir um cronograma na qual define esses monitoramentos</p> $(\forall m, comb - m, ppa, comb - ppa, cr, comb - cr)(revisa(comb - m, comb - ppa) \cap pParametros(ppa, *, comb - ppa) \cap mParametros(m, *, comb - m) \leftrightarrow (\exists cr) cronograma(cr, *, comb - cr) \cap possui(comb - cr, comb - m))$	GPR-L13
<p>Os monitoramentos dos recursos e dados revisam os planejamentos relacionados aos recursos e dados relevantes do projeto se, e somente se, existir um cronograma na qual define esses monitoramentos</p> $(\forall m, comb - m, prd, comb - prd, cr, comb - cr)(revisa(comb - m, comb - prd) \cap pRecursosDados(prd, *, comb - prd) \cap mRecursosDados(m, *, comb - m) \leftrightarrow (\exists cr) cronograma(cr, *, comb - cr) \cap possui(comb - cr, comb - m))$	GPR-L14
<p>Os monitoramentos dos riscos revisam os planejamentos relacionados riscos do projeto se, e somente se, existir um cronograma na qual define esses monitoramentos</p> $(\forall m, comb - m, pri, comb - pri, cr, comb - cr)(revisa(comb - m, comb - pri) \cap pRiscos(pri, *, comb - pri) \cap mRiscos(m, *, comb - m) \leftrightarrow (\exists cr) cronograma(cr, *, comb - cr) \cap possui(comb - cr, comb - m))$	GPR-L15
<p>Os monitoramentos da comunicação revisam os planejamentos relacionados à comunicação do projeto se, e somente se, existir um cronograma na qual define esses monitoramentos</p> $(\forall m, comb - m, pcom, comb - pcom, cr, comb - cr)(revisa(comb - m, comb - pcom) \cap pComunicacao(pcom, *, comb - pcom) \cap mComunicacao(m, *, comb - m) \leftrightarrow (\exists cr) cronograma(cr, *, comb - cr) \cap possui(comb - cr, comb - m))$	GPR-L16

Para denotar o relacionamento *produz* entre as classes “Monitoracao” e “Desvio”, foi estabelecido o axioma GPR-L17. Entretanto, deve-se salientar que o desvio surgirá somente quando um monitoramento for realizada no planejamento. Assim, pode-se definir que *um monitoramento produzirá um desvio se, e somente se, existir um planejamento na qual será revisado*, como descrito no axioma GPR-L18.

Quadro 3.36 Axiomas GPR-L17 ao GPR-L18

<p>Os monitoramentos produzem um conjunto de desvios</p>

$(\forall m, comb - m, d, comb - d)(produz(comb - m, comb - d) \rightarrow desvio(d, *, comb - d) \cap monitoracao(m, *, comb - m))$	GPR-L17
Os monitoramentos produzem um conjunto de desvios se, e somente se, existir um planejamento do projeto na qual é revisado pelos referidos monitoramentos	
$(\forall m, comb - m, d, comb - d)(produz(comb - m, comb - d) \cap desvio(d, *, comb - d) \cap monitoracao(m, *, comb - m) \leftrightarrow (\exists pp, comb - pp)revisa(comb - m, comb - pp) \cap pProjeto(pp, *, comb - pp))$	GPR-L18

3.5.1.13 Acompanhamento dos Desvios do Projeto

Ao longo do projeto, muitos imprevistos podem ocorrer, tais como: mudança de requisitos, falhas nas estimativas, atrasos no cronograma, problemas na tecnologia, defeitos no sistema, entre outros. Todos estes problemas, definidos nesta pesquisa como desvios, devem ser tratados e um registro de toda a sua evolução deve ser realizado.

Assim, nesta pesquisa foi definida uma classe denominada de “Desvio” para denotar os imprevistos supracitados. Além disso, foram estabelecidos duas subclasses a partir da classe “Desvio”: “Mudanca” e “Problema”. A classe “Mudanca” representa as solicitações de mudanças realizadas ao longo do projeto. A classe “Problema” representa todos os problemas, defeitos, não conformidades, etc., detectados no projeto.

Foi estabelecida uma diferenciação entre problema e mudança pelo fato de que mudanças nos requisitos podem acarretar em um grande impacto em todo o projeto, podendo causar a sua inviabilidade. Por este motivo, todo desvio referente à mudança deve-se estar associado a uma análise de impacto. Os problemas estão relacionados aos defeitos, falhas ou desvios de planejamento, que devem ser corrigidos para a correta continuidade do projeto.

Quando um desvio é registrado, um conjunto de soluções deve ser proposto, com o objetivo de solucioná-lo. O conceito relacionado ao conjunto de soluções para a resolução do desvio foi denominado de ação corretiva, modelado pela classe “AcaoCorretiva”. Esta classe relaciona-se com a classe “Desvio” por meio do relacionamento *apoia*.

Como mencionado, toda solicitação de mudança está associada a uma análise de impacto. Por este motivo, modelou-se na ontologia uma classe denominada de “AnaliseImpacto”. Esta classe tem a função de auxiliar na resolução de uma solicitação de mudança. Para isto, definiu-se o relacionamento *apoia* entre as classes

“AnaliseImpacto” e “AcaoCorretiva”. Este relacionamento denota que os impactos da solicitação de uma mudança afetam nas propostas de soluções do desvio (mudança). Além disso, foi definido o relacionamento *avalia* entre as classes “AnaliseImpacto” e “Mudanca”. Este relacionamento indica que a análise de impacto está associada apenas às solicitações de mudança.

Por fim, recomenda-se também que todas as ações tomadas sobre o desvio sejam registradas. Assim, faz-se necessário um histórico de acompanhamento de cada desvio. Para contemplar esta prática, modelou-se o relacionamento *possui* entre as classes “Desvio” e “HistoricoAcompanhamento”. A Figura 3.16 ilustra as classes e os relacionamentos descritos até o momento.

Então, a partir das classes modeladas, podem-se estabelecer os seguintes predicados: $mudanca(d, *, comb-d)$, $problema(d, *, comb-d)$, $acaoCorretiva(ac, *, comb-ac)$, $hAcompanhamento(ha, *, comb-ha)$, $analiseImpacto(ai, *, comb-ai)$. Estes predicados são referentes, respectivamente, aos conceitos mudança, problema, ação corretiva, histórico de acompanhamento e análise de impacto.

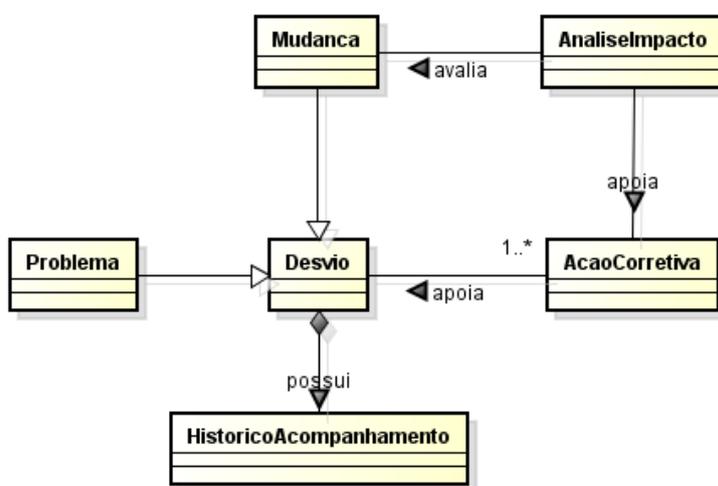


Figura 3.16 Acompanhamento de Desvios do Projeto

Como as classes “Mudanca” e “Problema” são subclasses de “Desvio”, foram definidos os axiomas GPR-M1 e GPR-M2. Estes axiomas representam a estrutura de herança de classes. Além disso, foram elaborados os axiomas GPR-M3 e GPR-M4 para denotar o relacionamento entre análise de impacto e ação corretiva, e o relacionamento entre análise de impacto e mudança.

Uma mudança é um desvio	
$(\forall d, comb - d)(mudanca(d, *, comb - d) \rightarrow desvio(d, *, comb - d))$	GPR-M1
Um problema é um desvio	
$(\forall d, comb - d)(problema(d, *, comb - d) \rightarrow desvio(d, *, comb - d))$	GPR-M2
O resultado da análise de impacto apoia na ação corretiva	
$(\forall ai, comb - ai, ac, comb - ac)(apoia(comb - ai, comb - ac) \rightarrow analiseImpacto(ai, *, comb - ai) \cap acaoCorretiva(ac, *, comb - ac))$	GPR-M3
A análise de impacto apoia na resolução de uma solicitação de mudança	
$(\forall ai, comb - ai, d, comb - d)(apoia(comb - ai, comb - d) \rightarrow analiseImpacto(ai, *, comb - ai) \cap mudanca(d, *, comb - d))$	GPR-M4

Os axiomas referentes aos relacionamentos da classe “Desvio” foram definidos como GPR-M5 e GPR-M6.

Quadro 3.38 Axiomas GPR-M5 ao GPR-M6

A ação corretiva apoia na resolução de um desvio	
$(\forall ac, comb - ac, d, comb - d)(apoia(comb - ac, comb - d) \rightarrow acaoCorretiva(ac, *, comb - ac) \cap desvio(d, *, comb - d))$	GPR-M5
Os desvios do projeto possui um histórico de acompanhamento	
$(\forall d, comb - d, ha, comb - ha)(possui(comb - d, comb - ha) \rightarrow hAcompanhamento(ha, *, comb - ha) \cap desvio(d, *, comb - d))$	GPR-M6

Como descrito anteriormente, um desvio do tipo mudança está associado a uma análise de impacto. Assim, necessitou-se definir um axioma de consolidação (GPR-M7) para contemplar esta especificidade. Este axioma descreve que *se uma análise de impacto avalia uma solicitação de mudança, então esta análise de impacto deverá apoiar nas propostas de solução desta mudança.*

Quadro 3.39 Axioma GPR-M7

A análise de impacto avaliação a solicitação de uma mudança se a referida análise apoiar nas ações corretivas para solucionar a solicitação de mudança	
$(\forall ai, comb - ai, d, comb - d, ac, comb - ac)(avalia(comb - ai, comb - d) \cap mudanca(d, *, comb - d) \rightarrow apoia(comb - ai, comb - ac))$	GPR-M7

3.5.2 Ontologia de GRE

Baseado nas questões de competência de GRE, definidos na seção anterior, pode-se observar os seguintes aspectos:

- Entendimento dos Requisitos junto aos Fornecedores de Requisitos (Questão 1 e 2);

- Comprometimento dos Requisitos pela Equipe Técnica (Questão 3);
- Definição da Rastreabilidade Bidirecional (Questão 4);
- Revisão de Inconsistências (Questão 5);
- Acompanhamento de Mudanças (Questão 6).

3.5.2.1 Entendimento dos Requisitos junto aos Fornecedores de Requisitos

A partir do escopo do projeto, pode-se definir um conjunto de requisitos. Na ontologia, para representar este comportamento, estabeleceu-se que a classe “Escopo” influencia na classe “RequisitoCliente”. A classe “RequisitoCliente” é o resultado do levantamento e da consolidação das necessidades, expectativas, das restrições e das interfaces entre as partes interessadas, e que esteja aceitável ao cliente. Este requisito é conhecido como requisito de cliente (SEI, 2010). A Figura 3.17 ilustra o relacionamento entre escopo e requisito de cliente.



Figura 3.17 Definição dos Requisitos do Cliente e Garantia do Entendimento dos Requisitos

Vale ressaltar a existência de empresas que definem o escopo e os requisitos de cliente como o mesmo produto de trabalho. Porém, decidiu-se separar estes conceitos, pois a ontologia pretende apresentar as práticas recomendadas em programas de melhoria e suas evidências, além de tornar a ontologia mais genérica possível.

Outra característica que deve ser ressaltada na relação entre as classes “Escopo” e “RequisitoCliente” é a possibilidade do requisito do cliente ser capaz de alterar o escopo do projeto. Isto ocorre devido existir mudanças nos requisitos ao longo do projeto que não estavam previstas no escopo inicial do projeto.

Uma prática esperada em gerência de requisitos está relacionada a uma forma de garantir que os requisitos sejam entendidos por todos os envolvidos. O objetivo desta prática consiste no estabelecimento de um mecanismo que garanta o entendimento homogêneo dos requisitos por todos os envolvidos. Este mecanismo pode ser obtido a partir de contratos, gravações, assinaturas em atas, entre outros. Para representar a garantia de entendimento dos requisitos, foi definida uma classe denominada de

“GarantiaEntendimentoRequisitos”. Esta classe está relacionada à classe “RequisitoCliente” por meio de uma relação “garante”.

Desta forma, os predicados relacionados aos conceitos escopo, requisito de cliente e garantia de entendimento dos requisitos são, respectivamente, $escopo(e, *, comb-e)$, $reqCliente(req, *, comb-req)$ e $gEntendimentoReq(ger, *, comb-ger)$.

A partir dos relacionamentos apresentados na Figura 3.17, podem-se obter os seguintes axiomas:

Quadro 3.40 Axiomas GRE-A1 ao GRE-A2

<p>O escopo influencia na definição dos requisitos do cliente</p> $(\forall e, comb - e, req, comb - req)(influncia(comb - e, comb - req) \rightarrow escopo(e, *, comb - e) \cap reqCliente(req, *, comb - req))$	GRE-A1
<p>A reunião de entendimento dos requisitos garante o entendimentos dos requisitos pelos envolvidos</p> $(\forall ger, comb - ger, req, comb - req)(garante(comb - ger, comb - req) \rightarrow gEntendimentoReq(ger, *, comb - ger) \cap reqCliente(req, *, comb - req))$	GRE-A2

3.5.2.2 Comprometimento dos Requisitos pela Equipe Técnica

Além de garantir o entendimento dos requisitos entre os envolvidos do projeto, é necessário também definir mecanismos que garantam o comprometimento da equipe técnica em implementar os requisitos do projeto. Para isto, a equipe técnica realiza uma avaliação dos requisitos definidos a partir de um conjunto de critérios objetivos. Esta avaliação busca detectar inconsistências, ambiguidades, além de verificar a viabilidade de implementar os requisitos.

Normalmente, os requisitos que serão analisados pela equipe técnica são refinados em uma linguagem mais funcional (técnica). Entretanto, existem empresas nas quais este refinamento não é realizado, utilizando o próprio documento de escopo ou requisitos coletados diretamente do cliente.

O objetivo desta prática é garantir que a equipe técnica busque por possíveis problemas durante a coleta de requisitos, verificando a existência de possíveis impedimentos para a sua implementação.

Como mencionado, os requisitos de cliente são refinados para um requisito em linguagem técnica. Para representar isto, definiu-se um relacionamento *influncia* entre as classes “RequisitoCliente” e “RequisitoTecnico”, como apresentado na Figura 3.18.

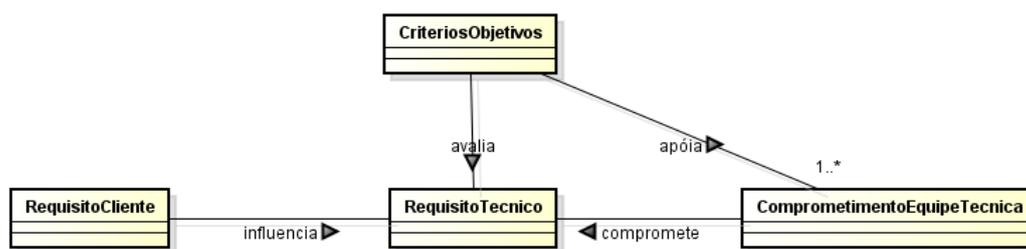


Figura 3.18 Refinamento dos Requisitos e Comprometimento da Equipe Técnica

Outro relacionamento estabelecido para esta prática foi um relacionamento do tipo *compromete* entre as classes “ComprometimentoEquipeTecnica” e “RequisitoTecnico”. Deve-se salientar que o comprometimento da equipe deve ser apoiado por um conjunto de critérios objetivos (classe “CriteriosObjetivos”). Estes critérios objetivos servem como um mecanismo de avaliação dos requisitos por parte da equipe técnica. Para isto, definiu-se o relacionamento *avalia* entre as classes “CriteriosObjetivos” e “RequisitoTecnico”.

Assim, para esta prática, foram definidos os predicados $reqTecnico(reqt, *, comb-reqt)$, $cTecnico(ct, *, comb-ct)$, $cObjetivos(cobj, *, comb-cobj)$. Estes predicados representam, respectivamente, as classes “RequisitoTecnico”, “ComprometimentoEquipeTecnica” e “CriteriosObjetivos”.

Salienta-se que, para realizar o refinamento dos requisitos de cliente para os requisitos em linguagem técnica, é necessário que os requisitos de cliente sejam devidamente entendidos por todos os envolvidos. Devido a isto, o axioma de consolidação GRE-B1 foi definido.

Quadro 3.41 Axioma GRE-B1

<p>O requisitos do cliente influencia na definição do requisito técnico se, e somente se, existir a garantia do entendimento dos requisitos do cliente pelo envolvidos</p>	
$(\forall req, comb - req)(influencia(comb - req, comb - reqt) \cap reqCliente(req, *, comb - req))$	
$\leftrightarrow (\exists ger, comb - ger)(garante(comb - ger, comb - req)$	GRE-B1
$\cap gEntendimentoReq(ger, *, comb - ger))$	

Por meio da Figura 3.18 podem ser estabelecidos os axiomas epistemológicos GRE-B2, GRE-B3 e GRE-B4. Um axioma epistemológico descreve as regras impostas pela estrutura dos relacionamentos dos conceitos (Falbo, 1998).

Quadro 3.42 Axiomas GRE-B2 ao GRE-B4

O requisito do cliente influencia no requisito técnico
--

$(\forall req, comb - req, reqt, comb - reqt)(influencia(comb - req, comb - reqt) \rightarrow reqTecnico(reqt, *, comb - reqt) \cap reqCliente(req, *, comb - reqt))$	GRE-B2
<p>Os requisitos técnicos são comprometidos por meio de uma reunião de comprometimento pela equipe técnica</p> $(\forall ct, comb - ct, reqt, comb - reqt)(compromete(comb - ct, comb - reqt) \rightarrow reqTecnico(reqt, *, comb - reqt) \cap cTecnico(ct, *, comb - ct))$	GRE-B3
<p>Um conjunto de critérios objetivos é utilizado para apoiar no comprometimento dos requisitos técnicos</p> $(\forall cobj, comb - cobj, ct, comb - ct)(apoia(comb - cobj, comb - ct) \rightarrow cObjetivos(cobj, *, comb - cobj) \cap cTecnico(ct, *, comb - ct))$	GRE-B4

Além dos axiomas GRE-B2, GRE-B3 e GRE-B4, foi estabelecido outro axioma que consolida os relacionamentos existentes entre as classes desta prática (GRE-B5). Este axioma define que para realizar o comprometimento dos requisitos por parte da equipe técnica, é necessário o apoio de um conjunto de critérios objetivos. Vale ressaltar que a atividade relacionada ao comprometimento dos requisitos busca avaliar questões como ambiguidade, inconsistência, testabilidade, viabilidade, entre outros.

Quadro 3.43 Axioma GRE-B5

<p>Se foi comprometido a implementação de um conjunto de requisitos técnicos, então existe um conjunto de critérios objetivos que apoiou durante o reunião de comprometimento da equipe técnica</p> $(\forall ct, comb - ct, reqt, comb - reqt)(compromete(comb - ct, comb - reqt) \rightarrow (\exists cobj, comb - cobj)(apoia(comb - cobj, comb - ct) \cap cObjetivos(cobj, *, comb - cobj)))$	GRE-B5
--	--------

Outro axioma de consolidação (além de GRE-B5), refere-se à necessidade de estabelecer que o comprometimento da equipe com o requisito ocorre somente perante a sua aprovação por parte da equipe técnica, ou seja, *o conjunto de critérios objetivos somente apoiará o comprometimento dos requisitos se, e somente se, estes critérios forem utilizados para avaliar os requisitos*. Esta proposição é denotada com o axioma BRE-B6.

Quadro 3.44 Axioma GRE-B6

<p>Um conjunto de critérios objetivos avalia os requisitos técnicos se, e somente se, esses critérios apoiarem no comprometimento da equipe técnica</p> $(\forall cobj, comb - cobj, reqt, comb - reqt, ct, comb - ct)(avalia(comb - cobj, comb - reqt) \leftrightarrow (apoia(comb - cobj, comb - ct) \cap compromete(comb - ct, comb - reqt)))$	GRE-B6
--	--------

Salienta-se também que foi definido o predicado *avalia-condicao* para os axiomas GRE-B7 e GRE-B8. Este predicado possui três parâmetros: *comb-obj*, que representa os critérios objetivos; *comb-reqt*, que representa os requisitos que estão sendo avaliados; e

aprovado/reprovado, que registra se o requisito foi aprovado ou reprovado pela avaliação.

Os axiomas GRE-B7 e GRE-B8 tem a função de fortalecer a regra da necessidade dos requisitos serem aprovados pelo conjunto de critérios objetivos.

Quadro 3.45 Axiomas GRE-B7 ao GRE-B8

<p>Se os requisitos técnicos forem aprovados pela equipe, então a equipe técnica se compromete em implementar os referidos requisitos</p>	
$(\forall \text{ cobj, comb} - \text{cobj, reqt, comb} - \text{reqt, ct, comb} - \text{ct})(\text{avalia} - \text{condicao}(\text{comb} - \text{cobj, comb} - \text{reqt, aprovado}) \rightarrow \text{compromete}(\text{comb} - \text{ct, comb} - \text{reqt}))$	GRE-B7
<p>Se os requisitos técnicos forem reprovados pela equipe, então a equipe técnica não se compromete em implementar os referidos requisitos</p>	
$(\forall \text{ cobj, comb} - \text{cobj, reqt, comb} - \text{reqt, ct, comb} - \text{ct})(\text{avalia} - \text{condicao}(\text{comb} - \text{cobj, comb} - \text{reqt, reprovado}) \rightarrow \neg \text{compromete}(\text{comb} - \text{ct, comb} - \text{reqt}))$	GRE-B8

3.5.2.3 Definição da Rastreabilidade Bidirecional

Os requisitos do projeto podem assumir diferentes abstrações ao longo do projeto. Assim, os requisitos podem estar descritos como necessidades, restrições, estórias. Além disso, muitos produtos de trabalho são derivados a partir dos requisitos, tais como: código-fonte, diagramas, casos de testes, entre outros (SOFTEX, 2011).

Baseado nesse cenário, uma das práticas presentes em modelos de qualidade é a institucionalização de um mecanismo para rastrear as dependências entre os produtos de trabalho.

A definição da rastreabilidade bidirecional permite rastrear as dependências entre os requisitos e os produtos de trabalho. A rastreabilidade apoia as avaliações de impacto das mudanças de requisitos que surgem ao longo do tempo.

Como a rastreabilidade bidirecional é uma prática constante em programas de melhoria, como CMMI e MPS.BR, foi definida uma classe denominada de “Rastreabilidade”. O conceito de rastreabilidade bidirecional abrange dois tipos de rastreabilidade: a rastreabilidade vertical e a rastreabilidade horizontal.

A rastreabilidade vertical é responsável em mapear as dependências entre produtos de trabalhos de granularidade distintos, por exemplo, o mapeamento entre os requisitos e os planos. A rastreabilidade horizontal é responsável em mapear as dependências entre produtos de trabalho de mesma granularidade, como por exemplo, a verificação de

dependências entre os requisitos do projeto. Foram estabelecidas as classes “RastreabilidadeVertical” e “RastreabilidadeHorizontal” para representar, respectivamente, os conceitos de rastreabilidade vertical e rastreabilidade horizontal. A Figura 3.19 ilustra a estrutura de rastreabilidade bidirecional.

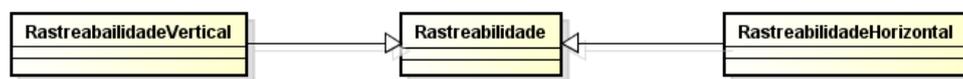


Figura 3.19 Rastreabilidade Bidirecional

Assim, foi definido o predicado $rastreabilidade(ra, *, comb-ra)$ para representar a rastreabilidade bidirecional. Para representar as rastreabilidades vertical e horizontal, foram definidos, respectivamente, dois predicados $rVertical(ra, *, comb-ra)$ e $rHorizontal(ra, *, comb-ra)$. Além disso, foram estabelecidos dois axiomas epistemológicos para representar o comportamento de herança do conceito de rastreabilidade bidirecional.

Quadro 3.46 Axiomas GRE-C1 ao GRE-C2

A rastreabilidade vertical é uma rastreabilidade	
$(\forall ra, comb - ra)(rVertical(ra, *, comb - ra) \rightarrow rastreabilidade(ra, *, comb - ra))$	GRE-C1
A rastreabilidade horizontal é uma rastreabilidade	
$(\forall ra, comb - ra)(rHorizontal(ra, *, comb - ra) \rightarrow rastreabilidade(ra, *, comb - ra))$	GRE-C2

Como mencionado, a rastreabilidade busca estabelecer as dependências entre os produtos de trabalho de um projeto. Assim, para contemplar este comportamento, definiu-se um relacionamento denominado de *mapeia*, que associa a classe “Rastreabilidade” aos demais conceitos relacionados ao planejamento do projeto, tais como escopo e requisitos, além de conceitos que não fazem parte da gerência de requisitos, como planejamento de estimativas, custos, cronograma, recursos, entre outros. Os conceitos nas quais a classe “Rastreabilidade” estará relacionada são planejamento do projeto, requisitos de cliente e requisitos técnicos. A Figura 3.20 ilustra estes relacionamentos.

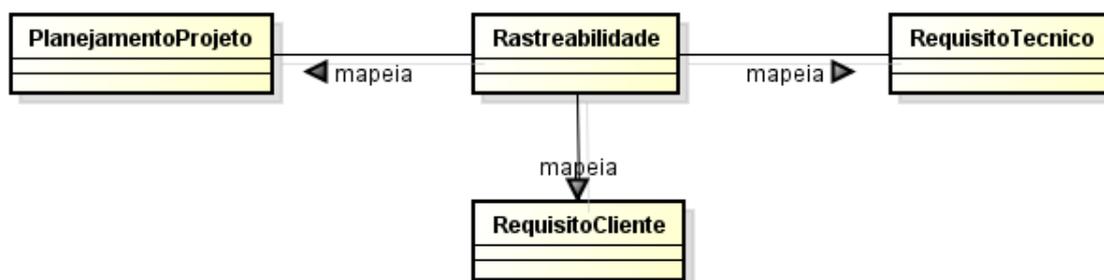


Figura 3.20 Relacionamento de Rastreabilidade com Planejamento do Projeto, Requisito de Cliente e Requisito Técnico

O relacionamento existente entre as classes “Rastreabilidade” e “PlanejamentoProjeto” denota que são mapeadas as dependências entre os produtos de trabalho do projeto. Assim, conceitos como escopo, estimativas, cronograma, entre outros estão relacionados à rastreabilidade. Isto é possível por meio da estrutura de composição descrita nos axiomas GPR-A1 ao GPR-A13.

Quadro 3.47 Axiomas GRE-C3 ao GRE-C16

<p>A rastreabilidade mapeia o planejamento do escopo do projeto</p> $(\forall ra, comb - ra, e, comb - e)(mapeia(comb - ra, comb - e) \rightarrow rastreabilidade(ra, *, comb - ra) \cap escopo(e, *, comb - e))$	GRE-C3
<p>A rastreabilidade mapeia o planejamento do modelo de ciclo de vida do projeto</p> $(\forall ra, comb - ra, cv, comb - cv)(mapeia(comb - ra, comb - cv) \rightarrow rastreabilidade(ra, *, comb - ra) \cap cicloVida(cv, *, comb - cv))$	GRE-C4
<p>A rastreabilidade mapeia o planejamento das estimativas de dimensionamento do projeto</p> $(\forall ra, comb - ra, tc, comb - tc)(mapeia(comb - ra, comb - tc) \rightarrow rastreabilidade(ra, *, comb - ra) \cap tComplexidade(tc, *, comb - tc))$	GRE-C5
<p>A rastreabilidade mapeia o planejamento das estimativas de esforço do projeto</p> $(\forall ra, comb - ra, esf, comb - esf)(mapeia(comb - ra, comb - esf) \rightarrow rastreabilidade(ra, *, comb - ra) \cap esforco(esf, *, comb - esf))$	GRE-C6
<p>A rastreabilidade mapeia o planejamento do cronograma do projeto</p> $(\forall ra, comb - ra, cr, comb - cr)(mapeia(comb - ra, comb - cr) \rightarrow rastreabilidade(ra, *, comb - ra) \cap cronograma(cr, *, comb - cr))$	GRE-C7
<p>A rastreabilidade mapeia o planejamento do custo do projeto</p> $(\forall ra, comb - ra, c, comb - c)(mapeia(comb - ra, comb - c) \rightarrow rastreabilidade(ra, *, comb - ra) \cap custo(c, *, comb - c))$	GRE-C8
<p>A rastreabilidade mapeia o planejamento do orçamento do projeto</p> $(\forall ra, comb - ra, o, comb - o)(mapeia(comb - ra, comb - o) \rightarrow rastreabilidade(ra, *, comb - ra) \cap orcamento(o, *, comb - o))$	GRE-C9
<p>A rastreabilidade mapeia o planejamento dos riscos do projeto</p> $(\forall ra, comb - ra, pri, comb - pri)(mapeia(comb - ra, comb - pri) \rightarrow rastreabilidade(ra, *, comb - ra) \cap pRiscos(pri, *, comb - pri))$	GRE-C10
<p>A rastreabilidade mapeia o planejamento dos recursos humanos do projeto</p> $(\forall ra, comb - ra, r, comb - r)(mapeia(comb - ra, comb - r) \rightarrow rastreabilidade(ra, *, comb - ra) \cap rHumano(r, *, comb - r))$	GRE-C11

<p style="text-align: center;">A rastreabilidade mapeia o planejamento dos recursos de infraestrutura do projeto</p> $(\forall ra, comb - ra, r, comb - r)(mapeia(comb - ra, comb - r) \rightarrow rastreabilidade(ra, *, comb - ra) \cap rInfraestrutura(r, *, comb - r))$	GRE-C12
<p style="text-align: center;">A rastreabilidade mapeia o planejamento dos dados relevantes do projeto</p> $(\forall ra, comb - ra, dr, comb - dr)(mapeia(comb - ra, comb - dr) \rightarrow rastreabilidade(ra, *, comb - ra) \cap dadosRelevantes(r, *, comb - dr))$	GRE-C13
<p style="text-align: center;">A rastreabilidade mapeia o planejamento da comunicação do projeto</p> $(\forall ra, comb - ra, pcom, comb - pcom)(mapeia(comb - ra, comb - pcom) \rightarrow rastreabilidade(ra, *, comb - ra) \cap pComunicacao(pcom, *, comb - pcom))$	GRE-C14
<p style="text-align: center;">A rastreabilidade mapeia os requisitos do cliente do projeto</p> $(\forall ra, comb - ra, req, comb - req)(mapeia(comb - ra, comb - req) \rightarrow rastreabilidade(ra, *, comb - ra) \cap reqCliente(req, *, comb - req))$	GRE-C15
<p style="text-align: center;">A rastreabilidade mapeia os requisitos técnicos do projeto</p> $(\forall ra, comb - ra, reqt, comb - reqt)(mapeia(comb - ra, comb - reqt) \rightarrow rastreabilidade(ra, *, comb - ra) \cap reqTecnico(reqt, *, comb - reqt))$	GRE-C16

3.5.2.4 Revisão de Inconsistências

A revisão de inconsistência entre os requisitos e os produtos de trabalho do projeto é uma atividade realizada constantemente. Esta atividade pode ser realizada por meio de uma revisão ou mecanismo equivalente, buscando detectar problemas de inconsistência entre os requisitos e os demais produtos de trabalho, tais como planejamento do escopo, estimativas, cronograma, recursos, entre outros (SOFTEX, 2012a).

A importância da execução desta atividade consiste no fato de que ao longo do projeto existem constantes mudanças nos requisitos. Por este motivo, precisa-se examinar se os demais produtos de trabalho foram alinhados a essas mudanças. O mecanismo de rastreabilidade, citado na seção anterior, normalmente é utilizado para auxiliar nestas revisões.

Para representar o conceito relacionado às revisões de inconsistências, estabeleceu-se uma classe denominada de “RevisaoInconsistenciaRequisito”. Este conceito relaciona-se à classe “RequisitoTecnico” por meio do relacionamento *revisa*. Além disso, existe um relacionamento *apoiar* entre as classes “Rastreabilidade” e “RevisaoInconsistenciaRequisito”, denotando que o mecanismo de rastreabilidade auxilia durante estas revisões. A Figura 3.21 ilustra estes relacionamentos.

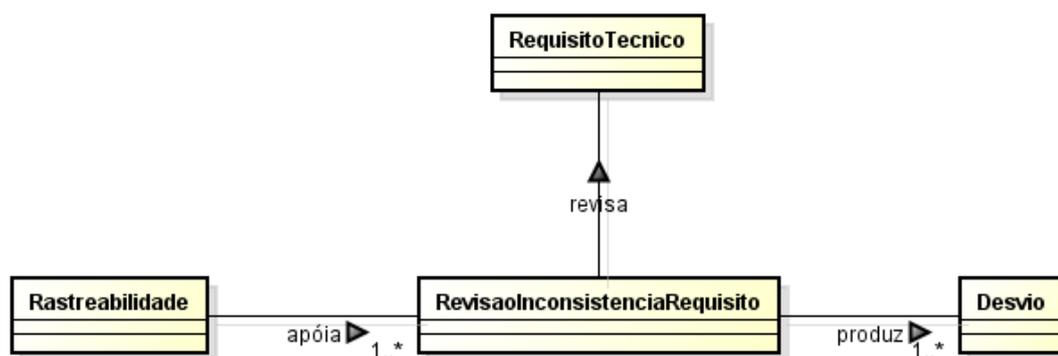


Figura 3.21 Revisão de Inconsistências e Registro de Desvios

Após a realização de uma revisão de inconsistências, um conjunto de inconsistências pode ser encontrado. Estas inconsistências, para esta ontologia, são definidas como desvios. Estes desvios devem ser registrados para evidenciar que a revisão foi realizada. Este comportamento foi estabelecido por meio da relação “produz” entre as classes “RevisaoInconsistenciaRequisito” e “Desvio”, conforme Figura 3.21.

Desta forma, foram utilizados os predicados *rastreabilidade*(*ra*,*,*comb-ra*), *reqTecnico*(*reqt*,*,*comb-reqt*), *reqCliente*(*req*,*,*comb-req*) e *revisaoInconsistencia*(*rir*,*,*comb-rir*), representando, respectivamente, a rastreabilidade bidirecional, os requisitos técnicos, os requisitos de cliente e a revisão de inconsistência dos requisitos. A seguir são apresentados os axiomas que representam os relacionamentos ilustrados na Figura 3.21.

Quadro 3.48 Axiomas GRE-D1 ao GRE-D3

Revisa-se os requisitos técnicos em busca de inconsistências	
$(\forall rir, comb - rir, reqt, comb - reqt)(revisa(comb - rir, comb - reqt)$ $\rightarrow revisaoInconsistencia(rir, *, comb - rir) \cap reqTecnico(reqt, *, comb - reqt))$	GRE-D1
A rastreabilidade bidirecional apoia na revisão de inconsistências dos requisitos	
$(\forall ra, comb - ra, rir, comb - rir)(apoia(comb - ra, comb - rir)$ $\rightarrow revisaoInconsistencia(rir, *, comb - rir) \cap rastreabilidade(ra, *, comb - ra))$	GRE-D2
A revisão de inconsistências dos requisitos produz um conjunto de desvios	
$(\forall rir, comb - rir, d, comb - d)(produz(comb - rir, comb - d)$ $\rightarrow revisaoInconsistencia(rir, *, comb - rir) \cap desvio(d, *, comb - d))$	GRE-D3

Um ponto importante a ser evidenciado nesta atividade consiste no fato de produção dos desvios, pois *os desvios serão produzidos se, e somente se, existir um requisito técnico (ou equivalente) que será revisado e existir uma técnica de rastreabilidade para apoiar na revisão*. O axioma GRE-D4 apresenta esta restrição.

Quadro 3.49 Axioma GRE-D4

<p>A revisão de inconsistências dos requisitos produz um conjunto de desvios se, e somente se, os requisitos técnicos foram revisados e uma rastreabilidade bidirecional apoiar durante as revisões de inconsistências</p> <p>$(\forall rir, comb - rir, d, comb - d)(produz(comb - rir, comb - d)$ $\leftrightarrow (\exists reqt, ra)(revisa(comb - rir, comb - reqt) \cap apoia(comb - ra, comb - rir))$</p>	GRE-D4
---	--------

3.5.2.5 Acompanhamento de Mudanças

Ao longo do projeto, os requisitos podem sofrer constantes mudanças por diferentes motivos, tais como alteração no escopo do projeto, adição de novas funcionalidades, ajustes provenientes de mudanças em outros requisitos, entre outros. Assim, uma das práticas sugeridas em programas de melhoria refere-se ao acompanhamento de todas estas mudanças desde sua solicitação até a sua conclusão.

O acompanhamento de mudanças de requisitos envolve atividades como: registrar a solicitação de mudança; verificar o impacto gerado devido à mudança solicitada; buscar possíveis soluções para sua resolução; acompanhar e registrar todas as ações realizadas durante o ciclo de vida da solicitação de mudança.

Os relacionamentos, classes e axiomas referentes ao acompanhamento de mudanças foram previamente descritos na seção 3.5.1.13.

3.5.3 Dicionário de Dados

Os Quadros 3.50 e 3.51 contém o dicionário de dados referentes às classes e relacionamentos, respectivamente, estabelecidos na ontologia desta pesquisa.

Quadro 3.50 Dicionário de Dados das Classes

Classe	Significado
AcaoCorretiva	Esta classe representa um conjunto de ações que podem ser tomadas para a resolução de um determinado desvio.
AnaliseImpacto	Esta classe representa o recurso utilizado para apoiar em decisões de aprovação de uma solicitação de mudança.
CicloVida	Esta classe define o modelo de ciclo de vida estabelecido para o projeto. Os ciclos de vida são compostos por atividades, fases, atores, entre outros. Exemplos destes modelos são: cascata, incremental, evolucionário, entre outros.
ComprometimentoEquipeTecnica	Mecanismo utilizado para garantir que a equipe técnica compreendeu os requisitos e está comprometida em implementar estes requisitos. Isto pode ser implementado a partir de contratos, gravações, confirmações em fóruns, entre outros.
ComprometimentoPlano	Esta classe representa o produto de trabalho que garante que todos os envolvidos do projeto aceitaram e se comprometeram em

Classe	Significado
	executar o planejamento do projeto.
ConhecimentosNecessarios	Esta classe representa todos os conhecimentos e habilidades necessárias para realizar as atividades planejadas no projeto. Quando os responsáveis alocados não possuem os conhecimentos necessários, surge a necessidade de treinamento.
CriteriosObjetivos	Conjunto de questões as quais são respondidas de forma objetiva. Normalmente, utiliza-se o documento de <i>checklist</i> para evidenciar este critérios.
Cronograma	Esta classe define um conjunto de atividades com um prazo de sua execução. Além disso, no cronograma são estabelecidos os responsáveis para a execução de cada atividade.
Custo	Esta classe define gastos relacionados a recursos humanos e de infraestrutura utilizados no projeto.
DadosRelevantes	Esta classe representa a identificação de todos os produtos de trabalho do projeto que são considerados importantes. Nesta identificação devem ser descritos os responsáveis, local de armazenamento, nível de acesso, entre outros. Os dados relevantes do projeto estão fortemente relacionados ao planejamento da configuração do projeto.
Desvio	Define um conjunto de desvios no planejamento do projeto. Estes desvios podem ser de natureza de problema, mudança, defeitos, inconformidades, entre outros.
Escopo	Define as características e abrangência do projeto, tais como suas necessidades, expectativas e restrições.
Esforco	Esta classe define a estimativa de esforço necessária para a realização do projeto, baseada na utilização de técnicas de estimativa de esforço, referências técnicas ou histórico da organização.
GarantiaEntendimentoRequisitos	É o mecanismo utilizado para garantir que todos os envolvidos possuem um entendimento comum de todos os requisitos. Isto pode ser implementado a partir de contratos, gravações, confirmações em fóruns, etc.
HistoricoAcompanhamento	Descreve o registro de todas as ações tomadas durante o ciclo de vida de um desvio. O histórico de acompanhamento registra as ações tomadas, os agentes responsáveis pelas ações tomadas, a data/hora das ações, modificações realizadas, etc.
HistoricoEsforco	Esta classe define um conjunto de dados sobre os esforços (duração estimada) de projetos (similares) passados. Esta classe herda de "ReferenciaEsforco".
HistoricoTamanhoComplexidade	Esta classe define um conjunto de dados sobre o tamanho/complexidade de projetos (similares) passados. Esta classe herda de "ReferenciaTamanhoComplexidade".
MetodoEsforco	Esta classe define um conjunto de técnicas utilizadas para estimar o esforço do projeto. Esta classe herda de "ReferenciaEsforco".
MetodoTamanhoComplexidade	Esta classe define um conjunto de técnicas utilizadas para estimar o tamanho/complexidade do projeto. Esta classe herda de "ReferenciaTamanhoComplexidade".
Monitoracao	Esta classe representa os momentos nas quais o planejamento do

Classe	Significado
	projeto é monitorado, buscando detectar possíveis desvios no planejamento. Estas monitorações podem ocorrer em marcos ou pontos de controle.
MonitoracaoComunicacao	Esta classe representa a necessidade de realizar as monitorações no planejamento da comunicação do projeto. Estas monitorações incluem verifica se todos os envolvidos estão utilizando o canal de comunicação adequado; os produtos de trabalho estão sendo produzidos pelos seus devidos responsáveis; a papeis estabelecidos estão realizando suas funções; entre outros. Esta classe herda de “Monitoracao”.
MonitoracaoMarcos	Esta classe representa a necessidade de realizar as monitorações em marcos do projeto. Os marcos são monitorações que buscam verificar desvios no planejamento do projeto. Geralmente estão associados ao final de uma fase do ciclo de vida. Esta classe herda de "Monitoracao".
MonitoracaoParametros	Esta classe representa a necessidade de monitorar os parâmetros do projeto (escopo, estimativas, atividades, etc) nos pontos de controle do projeto, buscando verificar possíveis desvios no planejamento. Esta classe herda de “MonitoracaoPeriodica”.
MonitoracaoPeriodica	Esta classe representa a necessidade de realizar as monitorações em pontos de controle do projeto. Os pontos de controle são monitoramentos que ocorrem com certa frequência buscando verificar desvios em planejamentos específicos. Esta classe herda de “Monitoracao”.
MonitoracaoRecursosDados	Esta classe representa a necessidade de monitorar o planejamento dos recursos e dados relevantes nos pontos de controle do projeto, buscando verificar possíveis desvios no planejamento. Esta classe herda de “MonitoracaoPeriodica”.
MonitoracaoRiscos	Esta classe representa a necessidade de monitorar os os riscos nos pontos de controle do projeto., buscando verificar possíveis desvios no planejamento. Esta classe herda de “MonitoracaoPeriodica”.
Mudanca	Define um conjunto de solicitações de mudanças nos requisitos do projeto. Diferentemente da classe “Problema”, uma mudança possui uma análise de impacto atrelado. Esta classe é subtipo de “Desvio”.
NecessidadeTreinamento	Esta classe define as necessidades de treinamento dos recursos humanos que estão alocados no projeto. A necessidade de treinamento surge quando as pessoas alocadas ao projeto não possuem conhecimento ou capacidade para realizar determinada atividade. Esta necessidade surge, geralmente, quando são utilizados tecnologias, métodos, procedimentos novos no projeto.
Orcamento	Esta classe define o custo total do projeto, considerando o acréscimo de lucro da empresa desenvolvedora.
PlanejamentoComunicacao	Esta classe representa o planejamento da comunicação do envolvidos do projeto. Este planejamento inclui estabelecer um canal de comunicação, produtos de trabalho gerados e utilizados por cada papel, entre outros.
PlanejamentoConfiguracao	Esta classe representa o planejamento da configuração do projeto. Este planejamento inclui a nomenclatura dos produtos de trabalho para prover sua unidade; local de armazenamento dos produtos de trabalho; foram de armazenamento dos produtos de trabalho;

Classe	Significado
	segurança; entre outros.
PlanejamentoParametros	Esta classe representa um conjunto de produtos de trabalho que especificam os parâmetros para o projeto, tais como: escopo, estimativas, tarefas, cronograma, custos do projeto.
PlanejamentoProjeto	Esta classe define todo o planejamento do projeto. Este planejamento abrange todos os planejamentos específicos do projeto, tais como o planejamento de escopo, estimativas, custos, orçamento, entre outros.
PlanejamentoRecursosDados	Esta classe representa um conjunto de produtos de trabalho que especificam os recursos (humanos e de infraestrutura) alocados e dados relevantes do projeto que foram identificados.
PlanejamentoRiscos	Esta classe define a identificação de um conjunto de riscos que podem ocorrer ao longo do projeto. A identificação de riscos normalmente considera a probabilidade de sua ocorrência, gravidade, ações de mitigação e contingência, entre outros.
Problema	Define um conjunto de problemas, defeitos, inconformidades, etc. registrados ao longo do projeto. Esta classe é subtipo de "Desvio".
Rastreabilidade	Mecanismo utilizado para realizar a associação entre duas ou mais entidades lógicas, como requisitos, elementos de sistemas, verificações ou tarefas. Este conceito é referente à rastreabilidade bidirecional.
RastreabilidadeHorizontal	Mecanismo utilizado para realizar a associação entre duas ou mais entidades de mesma granularidade. Ex: rastreabilidade entre requisitos.
RastreabilidadeVertical	Mecanismo utilizado para realizar a associação entre duas ou mais entidades de granularidade diferentes. Ex: rastreabilidade entre requisitos e plano do projeto.
Recurso	Esta classe define o conjunto de recursos que será utilizado no projeto. Estes recursos podem ser tanto de origem humana ou de infraestrutura.
RecursoHumano	Esta classe define as pessoas alocadas ao projeto, descrendo suas habilidades, capacidades, conhecimentos, entre outros. Esta classe herda de "Recurso".
RecursoInfraestrutura	Esta classe define os recursos de infraestrutura planejados ao projeto. Este planejamento inclui: ambientes, tecnologias, hardwares, entre outros.
ReferencialEsforco	Esta classe define o conjunto de referências que poderá ser utilizado para estimar o esforço para a realização do projeto.
ReferencialTamanhoComplexidade	Esta classe define o conjunto de referências que poderá ser utilizado para estimar o tamanho/complexidade do projeto.
ReferenciaTecnicaEsforco	Esta classe define um conjunto de referências provenientes da literatura ou pessoa especializada. Esta classe herda de "ReferenciaEsforco".
RequisitoCliente	Define o resultado do levantamento e da consolidação das necessidades, expectativas, das restrições e das interfaces entre as partes interessadas e esteja aceitável ao cliente. Estes são os requisitos descritos em alto nível.

Classe	Significado
RequisitoTecnico	Propriedades de produtos e serviços a serem adquiridos ou implementados. São derivados dos requisitos de cliente.
RevisaoInconsistenciaRequisito	Atividade que evidencia a atividade de revisão, buscando encontrar inconsistências entre os requisitos e os demais produtos de trabalho do processo.
RevisaoProjeto	Esta classe define a necessidade de realizar revisões no planejamento do projeto com todos os envolvidos. Esta revisão busca conciliar todos os conflitos existentes no planejamento do projeto e estabelecer o seu comprometimento
TamanhoComplexidade	Esta classe define os dados de tamanho ou complexidade do projeto obtidos após o uso das técnicas de estimativa de tamanho/complexidade (Análise por Pontos de Função, Análise por Casos de Uso, Planning Poker, etc.) estabelecidos.
ViabilidadeProjeto	Esta classe representa a necessidade de analisar a viabilidade de prosseguir com a execução do projeto. A análise de viabilidade do projeto deve ser realizada antes do início do projeto e constantemente ao longo do projeto.

Quadro 3.51 Dicionário de Dados dos Relacionamentos

Relacionamento	Significado
apoiar(a,b)	É utilizado quando um conceito <i>a</i> apoia no desenvolvimento/execução de <i>b</i> .
avalia(a,b)	É utilizado para indicar que o conceito <i>a</i> avalia o conteúdo <i>b</i> .
baseia(a,b)	É utilizado para indicar que <i>a</i> será baseado nos dados de <i>b</i> .
compromete(a,b)	Define que um conceito <i>a</i> garante o comprometimento da execução de um conceito <i>b</i> .
contempla(a,b)	É utilizado para verificar se <i>a</i> contempla as necessidades/características de <i>b</i> .
garante(a,b)	É utilizado quando um produto de trabalho <i>a</i> garante o entendimento de um conceito <i>b</i> .
influencia(a,b)	Indica que <i>a</i> é insumo para obter <i>b</i> .
mapeia(a,b)	É utilizado quando <i>a</i> realiza o mapeamento de dependência do conceito <i>b</i> .
possui(a,b)	Indica que o produto de trabalho <i>b</i> está contido no produto de trabalho <i>a</i> .
produz(a,b)	Indica que o produto de trabalho <i>a</i> , a partir de certas condições, produz o produto de trabalho <i>b</i> .
revisa(a,b)	É utilizado quando <i>a</i> apresenta uma revisão sobre o conteúdo de <i>b</i> .

3.6 Revisão por Pares

Depois de finalizada a modelagem da ontologia, necessitou-se verificar a sua consistência. Para isto, definiu-se realizar duas revisões por pares com especialista na área: no primeiro momento buscando avaliar se a estrutura semântica da ontologia

estava correta, ou seja, foi verificado se os relacionamentos estabelecidos estavam definidos corretamente; a segunda revisão por pares objetivava detectar problemas na lógica das regras e restrições dos axiomas.

A primeira revisão por pares foi realizada junto ao Especialista-A. O Especialista-A possui formação com pós-doutorado em Engenharia de Software pela Universidade Politécnica de Valência, sendo professor de uma Universidade Federal de Ensino Superior. Está atuando como instrutor, implementador e avaliador líder do MPS.BR. Suas áreas de especialidade abrangem: qualidade de software, metodologias e processos de software, ambientes e ferramentas CASE, testes de software e engenharia de requisitos.

A reunião ocorreu no dia 12 de dezembro de 2012 às 15h, com duração de aproximadamente duas horas, tendo como participantes o especialista, o orientador deste trabalho e o aluno condutor da pesquisa. Como o especialista não é residente da zona metropolitana de Belém do Pará, a reunião foi realizada seguindo dois procedimentos: (1) o uso da ferramenta Skype para realizar a áudio conferência; e (2) o envio prévio da ontologia ao especialista via e-mail.

A reunião de avaliação possuiu duas fases: a fase de apresentação da ontologia; e a fase de explicação da ontologia. Esta reunião foi conduzida pelo orientador e pelo aluno condutor da pesquisa, responsáveis em descrever e justificar cada componente da ontologia ao especialista.

A primeira fase consistiu na apresentação da ontologia. O objetivo desta fase foi contextualizar o especialista sobre a pesquisa do aluno. Neste momento foram expostos os objetivos da dissertação do aluno e como a ontologia foi estruturada na ferramenta *Astah Community*, além de relatar as próximas atividades após a avaliação desta pesquisa.

Durante a segunda fase da reunião, a ontologia foi apresentada, descrevendo todas as suas classes e relacionamentos. Assim, esta fase teve como objetivos: (1) justificar cada classe que foi modelada na ontologia, além de associá-la à recomendação que a originou; e (2) justificar cada relacionamento existente entre as classes.

Nesta fase, foram esclarecidas todas as dúvidas em relação à modelagem e, em seguida, o especialista realizou suas observações e orientações de ajustes, as quais

foram contempladas. Exemplos de ajustes solicitados foram: (1) alteração do nome da classe "Tamanho" para "TamanhoComplexidade", com o objetivo de alinhá-lo a outras técnicas de dimensionamento, como *Planning Poker*; (2) alteração do nome do relacionamento entre as classes "ComprometimentoEquipeTecnica" e "RequisitoTecnico" para *compromete*, com o objetivo de tornar mais intuitivo o relacionamento entre essas duas classes. Após a realização dos ajustes, foram definidos os axiomas relacionados à modelagem da ontologia.

A segunda revisão por pares foi realizada junto ao Especialista-B. O Especialista-B possui grande experiência com lógica em primeira ordem. Atualmente, suas pesquisas são voltadas em várias áreas de inteligência artificial.

A reunião foi conduzida pelo aluno condutor da pesquisa. O objetivo da revisão pelo Especialista-B foi buscar por problemas na lógica de primeira ordem utilizada para definir os axiomas da pesquisa. Durante esta reunião, um conjunto de questões foi levantado, todas relacionadas aos axiomas definidos. Além disso, o especialista sugeriu um conjunto de propostas e correções em determinados axiomas, além da solicitação de axiomas de consolidação, tais como os axiomas GPR-C5 e GPR-C11. Todos os ajustes solicitados foram contemplados.

Optou-se por não utilizar uma ferramenta automática para inspecionar a consistência dos axiomas, pois não foi possível realizar o *download* de uma ferramenta nas fontes disponíveis na época em que esta revisão foi realizada. Entretanto, futuramente, pretende-se utilizar uma ferramenta automatizada para verificar a consistência dos axiomas, além de estender esta pesquisa aos níveis superiores de maturidade.

3.7 Considerações Finais

Este capítulo apresentou a metodologia utilizada nesta pesquisa, além de apresentar a ontologia de dependências entre as práticas sugeridas nos modelos MR-MPS-SW e CMMI-DEV.

A definição dos axiomas é uma das atividades que apresenta maior complexidade no desenvolvimento de uma ontologia. Assim, não é desejável escrever mais axiomas do que o necessário para caracterizar as soluções das questões de competência. Portanto, deve-se avaliar uma ontologia para evitar redundâncias no conjunto de axiomas.

Por fim, durante a etapa de Captura e Formalização da Ontologia, notou-se a necessidade de restringir/reduzir determinadas variáveis na elaboração de uma ontologia, com o objetivo de torná-la mais consistente e menos ambígua, assim, reduzindo a subjetividade do universo de discurso.

4 INSTANCIACÃO E AVALIAÇÃO DA ONTOLOGIA

Este capítulo apresenta as instanciações dos axiomas definidos no capítulo anterior. Estas instanciações são baseadas nos dados coletados durante a pesquisa de campo em empresas desenvolvedoras de *software* locais.

A estrutura deste capítulo está composta por cinco seções: na Seção 4.1 descreve o contexto da instanciação; a Seção 4.2 descreve sobre a pesquisa de campo e as empresas entrevistadas; a Seção 4.3 realiza as instanciações dos axiomas da ontologia; a Seção 4.4 apresenta uma avaliação sobre as instanciações e como estas contribuíram para a evolução da ontologia; por fim, a Seção 4.5 apresenta as considerações finais do capítulo.

4.1 Contexto da Avaliação

A avaliação da ontologia desta pesquisa é baseada nos procedimentos de instanciação de conceitos (classes). Uma instanciação de uma ontologia consiste de um número de declarações sobre objetos do universo de discurso, usando os conceitos e as relações definidos na ontologia (Valente, 1995).

Essas instanciações são realizadas sobre os axiomas definidos na ontologia. Assim, espera-se que as instâncias de cada conceito presentes na ontologia possam ser traduzidas como produtos de trabalho.

Foi realizada uma instanciação nos processos das empresas Empresa-A, Empresa-B e Empresa-C, em seguida, foi realizada uma avaliação da ontologia baseada nos resultados da instanciação.

Os objetos de análise desta avaliação são os processos das empresas desenvolvedoras de *software* que foram entrevistadas durante a pesquisa de campo. Desta forma, os produtos de trabalho coletados durante as entrevistas são utilizados como instâncias da ontologia.

4.2 Pesquisa de Campo

A pesquisa de campo ocorreu em paralelo à etapa de Captura e Formalização da Ontologia, como descrito no Capítulo 3. Esta etapa consistiu em realizar entrevistas em empresas desenvolvedoras de *software* da cidade metropolitana de Belém que receberam avaliações oficiais do MPS.BR. O objetivo destas entrevistas consistiu em obter os nomes dos produtos de trabalho utilizados nos processos de cada empresa, para, posteriormente, instanciá-los na ontologia a fim de realizar a sua avaliação. Vale ressaltar que a partir dos dados coletados nas entrevistas das empresas, a ontologia desenvolvida na etapa de captura sofreu contínuos refinamentos e ajustes.

Para a realização da coleta de dados, três empresas foram selecionadas. Para manter o acordo de confidencialidade, estas empresas são nomeadas como Empresa-A, Empresa-B e Empresa-C. Todas estas empresas estão avaliadas como nível G ou F do MPS.BR.

As entrevistas nas três empresas foram realizadas em março de 2013. Para apoiar a condução das entrevistas nas empresas, utilizou-se a planilha de indicadores do MPS.BR, adaptada apenas para o nível G.

Ao final desta etapa, obteve-se um documento referente a cada empresa consolidando todas as respostas coletadas durante as entrevistas e, quando houve necessidade, foi descrito um comentário justificando cada resposta.

4.3 Instanciação da Ontologia

Uma vez que a ontologia e seus axiomas foram devidamente definidos, iniciou-se a instanciação dos predicados referentes aos conceitos e relacionamentos da ontologia desta pesquisa. Para isto, nas subseções seguintes são apresentadas estas instanciações. Para realizar as instanciações, esta seção foi dividida em duas subseções: Instanciação da Ontologia de GPR e Instanciação da Ontologia de GRE.

4.3.1 Instanciação da Ontologia de GPR

Nesta subseção são apresentadas as instanciações dos predicados, definidos no capítulo anterior, referentes ao processo de Gerência de Projetos, por meio dos produtos de trabalho coletados durante as empresas entrevistadas na pesquisa de campo.

4.3.1.1 *Estrutura do Planejamento do Projeto*

A instanciação da estrutura do planejamento do projeto define o conjunto de produtos de trabalho utilizados para evidenciar um plano geral do projeto. Assim, no processo da Empresa-A, o produto de trabalho para definir o planejamento do projeto é o documento “Plano do Projeto”.

No documento “Plano do Projeto” são estabelecidas seções denominadas de: “Estimativas”, “Ciclo de Vida”, “Custo e Esforço”, “Cronograma e Orçamento”, “Lista de Potenciais Riscos”, “Plano de Recursos Humanos”, “Lista de Recursos de Infraestrutura” e “Gerência de Documentos”.

A seção “Estimativas” descreve o cálculo do dimensionamento do projeto e a descrição do procedimento para o seu cálculo, o método utilizado para o cálculo do dimensionamento é a Análise de Pontos por Função. Além disso, para realizar o cálculo de esforço do projeto, a Empresa-A baseia-se na avaliação de especialistas.

Na seção “Ciclo de Vida” é realizado a descrição do modelo de ciclo de vida adotado no projeto, juntamente com um conjunto das principais atividades. Na seção “Custo e Esforço” é definida o total de gastos do projeto, juntamente com o valor de quanto será gasto em trabalho humano para executar o projeto. A seção “Cronograma e Orçamento” define o cronograma e o orçamento do projeto. “Lista de Potenciais Riscos” é a seção que identifica e registra todos os riscos do projeto. A seção “Plano de Recursos Humanos” contém a lista das pessoas envolvidas no projeto, juntamente com seus perfis e responsabilidades. Na seção “Lista de Recursos de Infraestrutura” são registrados todos os recursos físicos e de ambiente que são utilizados no projeto. Por fim, na seção “Gerência de Documentos”, são identificados e registrados todos os produtos de trabalhos relevantes que serão produzidos e utilizados no projeto.

Vale ressaltar que as seções “Estimativas”, “Custo e Esforço” e “Cronograma e Orçamento” contêm informações que contemplam mais de uma evidência dos programas de melhoria. Assim, a seção “Estimativas” foi dividida em “APF” e “Procedimento APF”, representando, respectivamente, o cálculo do dimensionamento e o procedimento para o seu cálculo. No caso da seção “Custo e Esforço”, dividiu-se em “Custo”, “Esforço” e “Procedimento Esforço”, denotando, respectivamente, o gasto que será realizado no projeto, o cálculo de esforço e o procedimento de cálculo do esforço. Por fim, a seção “Cronograma e Orçamento” foi dividido em “Cronograma” e

“Orçamento”, representando, respectivamente, o cronograma do projeto e o orçamento definido para o projeto.

O objetivo de realizar a divisão das seções supracitadas consistiu no fato de dividir as informações presentes em uma mesma seção do produto de trabalho, facilitando sua visualização e identificação das evidências das práticas sugeridas nos programas de melhoria.

Finalmente, na Empresa-A o escopo do projeto é estabelecido no documento “Proposta Técnica”. Como o escopo do projeto é definido por meio de uma Estrutura Analítica do Projeto (EAP), foi definido como “EAP” o segundo parâmetro do predicado referente ao escopo do projeto. O Quadro 4.1 apresenta os produtos de trabalho instanciados para a Empresa-A.

Quadro 4.1 Instanciação da Estrutura de Planejamento do Projeto da Empresa-A

Produto de Trabalho	Seção/Conteúdo	Instanciação
Proposta Técnica	EAP	<i>escopo(Proposta Técnica, EAP, ptEAP)</i>
Plano do Projeto	APF	<i>tComplexidade(Plano do Projeto, APF, ppAPF)</i>
	Procedimento APF	<i>tcMetodo(Plano do Projeto, Procedimento APF, ppProcAPF)</i>
	Ciclo de Vida	<i>cicloVida(Plano do Projeto, Ciclo de Vida, ppCicloVida)</i>
	Custos	<i>custo(Plano do Projeto, Custo, ppCustos)</i>
	Esforço	<i>esforco(Plano do Projeto, Esforço, ppEsforço)</i>
	Procedimento Esforço	<i>mEsforco(Plano do Projeto, Procedimento Esforço, ppProcEsforço)</i>
	Cronograma	<i>cronograma(Plano do Projeto, Cronograma, ppCronograma)</i>
	Orçamento	<i>orcamento(Plano do Projeto, Orçamento, ppOrçamento)</i>
	Lista de Potenciais Riscos	<i>pRiscos(Plano do Projeto, Lista de Potenciais Riscos, ppRiscos)</i>
	Plano de Recursos Humanos	<i>rHumano(Plano do Projeto, Plano de Recursos Humanos, ppHumano)</i>

Produto de Trabalho	Seção/Conteúdo	Instanciação
	Lista de Recursos de Infraestrutura	<i>rInfraestrutura(Plano do Projeto, Lista de Recursos de Infraestrutura, ppInfraestrutura)</i>
	Gerência de Documentos	<i>dadosRelevantes(Plano do Projeto, Gerência de Documentos, ppGerenciaDocumentos)</i>
	Plano do Projeto	<i>pProjeto(Plano do Projeto, Plano do Projeto, ppPlanoProjeto)</i>

No processo da Empresa-B, o documento “Plano do Projeto” é utilizado para definir o planejamento do projeto. Nesse documento são estabelecidas seções denominadas de: “Estimativas”, “Ciclo de Vida”, “Custo e Orçamento”, “Cronograma”, “Riscos do Projeto”, “Plano de Recursos Humanos”, “Recursos de Ambiente” e “Lista de Produtos de Trabalho”.

Na seção “Ciclo de Vida” é descrito o modelo de ciclo de vida utilizado no projeto. Em “Cronograma” é definido o cronograma do projeto. Na seção “Riscos do Projeto” são registrados os riscos do projeto, descrevendo suas prioridades, procedimentos de mitigação e contingência, gravidades, entre outros. A seção “Plano de Recursos Humanos” descreve as pessoas alocadas ao projeto, juntamente com o seu perfil. A seção “Recursos de Ambiente” registra todos os recursos de infraestrutura utilizados no projeto. A seção “Lista de Produtos de Trabalho” contém a listagem de todos os produtos de trabalho relevantes do projeto.

Na seção “Estimativas”, são estabelecidas as descrições dos procedimentos de cálculo do dimensionamento e esforço do projeto. O dimensionamento e o cálculo do esforço do projeto são estabelecidos na Empresa-B por meio da Análise de Pontos por Função e do método Delphi, respectivamente. Assim, a seção “Estimativas” foi dividida em: “Procedimento APF”, “APF”, “Procedimento Delphi” e “Delphi”, representando, respectivamente, o procedimento de uso do método de Análise de Pontos por Função, o resultado do dimensionamento em APF, o procedimento de uso do método Delphi e o resultado da estimativa de esforço do projeto em Delphi.

A seção “Custo e Orçamento” registra a estimativa de todos os gastos do projeto, além de definir o valor do projeto (orçamento). Para separar as evidências necessárias para contemplar os programas de melhoria, esta seção foi dividida em “Custo” e

“Orçamento”, representando, respectivamente, o custo do projeto e o orçamento do projeto.

A definição do escopo do projeto é estabelecida por meio do documento “Lista de Requisitos”. No contexto da Empresa-B, o conjunto de requisitos coletado define o escopo do projeto. Assim, para instanciar o predicado referente ao escopo do projeto a partir da lista de requisitos, definiu-se “Escopo” o segundo parâmetro do predicado referente ao escopo do projeto. O Quadro 4.2 apresenta a instanciãção dos produtos de trabalho da Empresa-B.

Quadro 4.2 Instanciãção da Estrutura de Planejamento do Projeto da Empresa-B

Produto de Trabalho	Seção/Conteúdo	Instanciãção
Lista de Requisitos	Escopo	<i>escopo(Lista de Requisitos, Escopo, lrEscopo)</i>
Plano do Projeto	APF	<i>tComplexidade(Plano do Projeto, APF, ppAPF)</i>
	Procedimento APF	<i>tcMetodo(Plano do Projeto, Procedimento APF, ppProcAPF)</i>
	Ciclo de Vida	<i>cicloVida(Plano do Projeto, Ciclo de Vida, ppCicloVida)</i>
	Custos	<i>custo(Plano do Projeto, Custo, ppCustos)</i>
	Delphi	<i>esforco(Plano do Projeto, Esforço, ppDelphi)</i>
	Procedimento Delphi	<i>mEsforco(Plano do Projeto, Procedimento Delphi, ppProcDelphi)</i>
	Cronograma	<i>cronograma(Plano do Projeto, Cronograma, ppCronograma)</i>
	Orçamento	<i>orcamento(Plano do Projeto, Orçamento, ppOrçamento)</i>
	Riscos do Projeto	<i>pRiscos(Plano do Projeto, Riscos do Projeto, ppRiscos)</i>
	Plano de Recursos Humanos	<i>rHumano(Plano do Projeto, Plano de Recursos Humanos, ppHumano)</i>
	Recursos de Ambiente	<i>rInfraestrutura(Plano do Projeto, Recursos de Ambiente, ppAmbiente)</i>
Lista de Produtos de	<i>dadosRelevantes(Plano do Projeto, Lista de</i>	

Produto de Trabalho	Seção/Conteúdo	Instanciação
	Trabalho	<i>Produtos de Trabalho, ppListaProdutosTrabalhos)</i>
	Plano do Projeto	<i>pProjeto(Plano do Projeto, Plano do Projeto, ppPlanoProjeto)</i>

Finalmente, no processo da Empresa-C o planejamento do projeto é definido em uma ferramenta corporativa. Esta ferramenta foi customizada com os seguintes módulos: “Plano de Riscos”, “Módulo de Recursos Humanos”, “Módulo de Recursos Físicos” e “Plano do Projeto”.

Em “Plano de Riscos” são descritos os riscos identificados do projeto, além de como os riscos devem ser tratados ou prevenidos. Em “Módulo de Recursos Humanos” são registradas as pessoas alocadas ao projeto, juntamente com a descrição de suas habilidades. Em “Módulo de Recursos Físicos” são descritos todos os recursos de infraestrutura alocados ao projeto.

No módulo “Plano do Projeto” é registrada a lista de todos os dados relevantes do projeto, juntamente com o resumo dos demais módulos citados. Para a Empresa-C, o resumo dos demais módulos representa o planejamento do projeto. Como “Plano do Projeto” contempla duas evidências para programas de melhoria, definiu-se duas seções: “Lista de Produtos de Trabalho” e “Plano do Projeto”, representando, respectivamente, os dados relevantes do projeto e o planejamento do projeto.

Para estabelecer o escopo e as estimativas do projeto, a Empresa-C utiliza o documento “Proposta Técnica”. O modelo de ciclo de vida do projeto é descrito no documento “Política Organizacional”, o qual contém todas as diretrizes para a realização de todas as atividades da organização. Por fim, o cronograma e o orçamento do projeto são descritos nos documentos “Cronograma” e “Orçamento”, respectivamente.

O documento “Proposta Técnica” possui as seções “Escopo”, “Custo” e “Estimativas”, representando, respectivamente, o escopo, o custo e as estimativas de tamanho e de esforço. O escopo do projeto é descrito por meio de um conjunto de requisitos, descritos na seção “Escopo”. Assim, a Empresa-C entende os requisitos do

projeto como seu escopo. Na seção “Custo” contém a lista de todos os gastos estimados do projeto. As estimativas utilizadas na Empresa-C baseiam-se em Análise de Pontos por Função (tamanho) e Homem-Hora (esforço). Para tornar o tamanho e esforço do projeto mais evidentes, decidiu-se separar a seção “Estimativas” em: “Procedimento de APF”, “APF”, “Procedimento de HH” e “Homem-Hora”.

No documento “Política Organizacional” existe uma seção denominada de “Modelo de Ciclo de Vida”, que descreve o modelo de ciclo de vida que é utilizado no projeto.

Os documentos “Cronograma” e “Orçamento” descrevem, respectivamente, apenas o cronograma e o orçamento do projeto. Para definir o segundo parâmetro do predicado referente aos conceitos, definiram-se as seções “Cronograma” e “Orçamento”. O Quadro 4.3 apresenta os produtos de trabalho referentes ao planejamento do projeto da Empresa-C.

Quadro 4.3 Instanciação da Estrutura de Planejamento do Projeto da Empresa-C

Produto de Trabalho	Seção/Conteúdo	Instanciação
Proposta Técnica	Escopo	<i>escopo(Proposta Técnica, Escopo, ptEscopo)</i>
	APF	<i>tComplexidade(Proposta Técnica, APF, ptAPF)</i>
	Procedimento APF	<i>tcMetodo(Proposta Técnica, Procedimento APF, ptProcAPF)</i>
	Custos	<i>custo(Proposta Técnica, Custo, ptCustos)</i>
	Homem-Hora	<i>esforco(Proposta Técnica, Esforço, ptHH)</i>
	Procedimento HH	<i>mEsforco(Proposta Técnica, Procedimento Esforço, ptProcHH)</i>
Política Organizacional	Modelo de Ciclo de Vida	<i>cicloVida(Política Organizacional, Modelo de Ciclo de Vida, poCicloVida)</i>
Cronograma	Cronograma	<i>cronograma(Cronograma, Cronograma, crCronograma)</i>
Orçamento	Orçamento	<i>orcamento(Cronograma, Orçamento, ppOrçamento)</i>
Ferramenta Corporativa	Plano de Riscos	<i>pRiscos(Ferramenta Corporativa, Plano de Riscos, fcRiscos)</i>
	Módulo de Recursos	<i>rHumano(Ferramenta Corporativa, Módulo de</i>

Produto de Trabalho	Seção/Conteúdo	Instanciação
	Humanos	<i>Recursos Humanos, fcModuloHumano)</i>
	Módulo de Recursos Físicos	<i>rInfraestrutura(Ferramenta Corporativa, Módulo de Recursos de Físicos, fcModuloFisicos)</i>
	Lista de Produtos de Trabalho	<i>dadosRelevantes(Ferramenta Corporativa, Lista de Produtos de Trabalho, fcListaTrabalho)</i>
	Plano do Projeto	<i>pProjeto(Ferramenta Corporativa, Plano do Projeto, fcPlanoProjeto)</i>

A instanciação da estrutura do planejamento do projeto apenas define os produtos de trabalho utilizado nas três empresas. Assim, para verificar a validade dos axiomas GPR-A1 ao GPR-A13, utilizaram-se os modelos MR-MPS-SW e CMMI-DEV. Esses modelos descrevem que deve ser definido um plano geral do projeto no qual integra os seus planos específicos.

4.3.1.2 Definição do Escopo do Projeto

Na Empresa-A, o escopo do projeto é definido no documento denominado de “Proposta Técnica”, utilizando a EAP como sua base descritiva. Para estabelecer os requisitos do projeto, esta empresa utiliza o documento “Lista de Requisitos”. No contexto desta empresa, é realizada uma reunião com o cliente, na qual se busca definir o escopo do projeto. A partir do escopo, estabelece-se um conjunto de requisitos para ser implementado.

Quadro 4.4 Instanciação do escopo do Projeto da Empresa-A

<i>escopo(Proposta Técnica, EAP,ptEAP)</i> <i>influencia(ptEAP, lrRequisitos)</i> <i>reqCliente(Lista de Requisitos, Requisitos, lrRequisitos)</i>
--

A Empresa-B utiliza o documento “Lista de Requisitos” para estabelecer o escopo do projeto. Como mencionado, esta empresa considera que o próprio conjunto de requisitos define o escopo do projeto.

Quadro 4.5 Instanciação do escopo do Projeto da Empresa-B

<i>escopo(Lista de Requisitos, Escopo, lrEscopo)</i> <i>influencia(lrEscopo, lrRequisitos)</i> <i>reqCliente(Lista de Requisitos, Lista de Requisitos, lrRequisitos)</i>
--

No contexto da Empresa-C, o documento responsável em definir o escopo do projeto é a “Proposta Técnica”. Vale ressaltar que este documento contém dados relacionados às estimativas, ao custo e aos requisitos. Além disso, a Empresa-C estabelece que os requisitos e o escopo do projeto são a mesma entidade.

Quadro 4.6 Instanciação do escopo do Projeto da Empresa-C

<i>escopo(Proposta Técnica, Escopo, ptEscopo)</i> <i>influencia(ptEscopo, ptRequisitos)</i> <i>reqCliente(Proposta Técnica, Lista de Requisitos, ptRequisitos)</i>
--

Notou-se que nas empresas Empresa-B e Empresa-C os requisitos e o escopo do projeto são a mesma entidade. Logo, alterações nos requisitos, nesse contexto, acarretam em possíveis mudanças no escopo do projeto e vice-versa.

Em relação à Empresa-A, o escopo e os requisitos são estabelecidos em documentos diferentes. Entretanto, durante a entrevista, foi relatado pelo representante da Empresa-A que nas situações que os requisitos eram alterados, havia a necessidade de reajustar o escopo do projeto (EAP). Assim, os axiomas GPR-B1 e GPR-B2 são válidos.

4.3.1.3 Definição das Estimativas

Para apresentar a instanciação relacionada à definição das estimativas, foram utilizados os dados coletados a partir do processo institucionalizado na Empresa-A. Em seu processo, o escopo do projeto é definido em um produto de trabalho denominado de “Proposta Técnica”.

As informações relacionadas à estimativa de tamanho e a descrição dos procedimentos para o seu cálculo são definidos no produto de trabalho denominado de “Plano do Projeto”. Ambos estão descritos em uma seção relacionada às estimativas. Ressalta-se, ainda, que a Empresa-A utiliza o método de Análise de Pontos por Função (APF) para calcular o tamanho do projeto, baseado nos componentes descritos na EAP. Em seguida, a equipe responsável, por meio de uma avaliação, define as atividades necessárias e seu esforço necessário para executá-las.

Quadro 4.7 Instanciação das estimativas do Projeto da Empresa-A

<i>escopo(Proposta Técnica, EAP,ptEAP)</i>
--

```

tcReferencial(Plano do Projeto, Procedimento APF, ppProcAPF)
baseia(ppProcAPF, ptEAP)
apoia(ppProcAPF, ppAPF)
influencia(ptEAP, ppAPF)
tComplexidade(Plano do Projeto, APF, ppAPF)
esfReferencial(Plano do Projeto, Procedimento Esforço, ppProcEsforço)
baseia(ppProcEsforço, ppEsforço)
apoia(ppProcEsforço, ppEsforço)
influencia(ppAPF, ppEsforço)
esforço(Plano do Projeto, Esforço, ppEsforço)

```

A Empresa-B utiliza o documento denominado de “Lista de Requisitos” para estabelecer o escopo do projeto. A partir do documento “Lista de Requisitos”, a Empresa-B realiza suas estimativas utilizando os métodos de pontos por função (tamanho) e Delphi (esforço). Estes valores são descritos no documento “Plano do Projeto”. Além disso, este documento também contém os procedimentos para realização dos cálculos de tamanho e esforço.

Quadro 4.8 Instanciação das estimativas do Projeto da Empresa- B

```

escopo(Lista de Requisitos, Escopo, lrEscopo)
tcReferencial(Plano do Projeto, Procedimento APF, ppProcAPF)
baseia(ppProcAPF, lrEscopo)
apoia(lrEscopo, ppAPF)
influencia(lrEscopo, ppAPF)
tComplexidade(Plano do Projeto, APF, ppAPF)
esfReferencial(Plano do Projeto, Procedimento Delphi, ppProcDelphi)
baseia(ppProcDelphi, ppAPF)
apoia(ppProcDelphi, ppDelphi)
influencia(ppAPF, ppDelphi)
esforço(Plano do Projeto, Delphi, ppDelphi)

```

Por fim, na Empresa-C o escopo do projeto é definido no documento “Proposta Técnica”. Em seguida, a partir dos dados presentes no escopo, é realizado o cálculo do tamanho. Depois que a empresa consegue dimensionar o projeto, o esforço do projeto é estimado. As informações referentes ao tamanho e esforço do projeto são descritos no próprio documento “Proposta Técnica”.

Vale salientar que a Empresa-C utiliza a Análise de Pontos por Função para realizar o dimensionamento do projeto. Além disso, para estimar o esforço do projeto, é utilizada a medida de homem-hora.

Quadro 4.9 Instanciação das estimativas do Projeto da Empresa-C

<i>escopo(Proposta Técnica, Escopo, ptEscopo)</i>
<i>tcReferencial(Proposta Técnica, Procedimento APF, ptProcAPF)</i>
<i>baseia(ptProcAPF, ptEscopo)</i>
<i>apoia(ptProcAPF, ptAPF)</i>
<i>influencia(ptEscopo, ptAPF)</i>
<i>tComplexidade(Proposta Técnica, APF, ptAPF)</i>
<i>esfReferencial(Proposta Técnica, Procedimento HH, ptProcHH)</i>
<i>baseia(ptProcHH, ptAPF)</i>
<i>apoia(ptProcHH, ptAPF)</i>
<i>influencia(ptAPF, ppHH)</i>
<i>esforco(Proposta Técnica, Homem-Hora, ppHH)</i>

Durante as instanciações relacionadas à definição das estimativas do projeto, notou-se que as três empresas estabelecem suas estimativas de forma similar, baseando-se em descrições presentes no escopo do projeto. Assim, os axiomas GPR-C1 ao GPR-C11 tornam-se condizentes.

4.3.1.4 Definição dos Recursos do Projeto

A Empresa-A, para realizar o seu planejamento e definição dos recursos do projeto, utiliza o documento “Plano do Projeto”. Neste documento existem as seções denominadas de “Plano de Recursos Humanos” e “Lista de Recursos de Infraestrutura”. A primeira seção descreve as pessoas alocadas ao projeto, juntamente com suas habilidades e conhecimentos. A segunda contém uma lista de todos os recursos de infraestrutura planejados.

A definição dos conhecimentos necessários, na Empresa-A, é realizada de forma *ad-hoc* pela equipe de desenvolvimento a partir da análise do escopo do projeto (análise de especialistas). A análise é realizada de forma *ad-hoc* e o seu resultado não é registrado. Para instanciar esta análise, foi necessário definir que o “Plano do Projeto” possui uma seção fictícia denominada de “Conhecimentos Necessários”.

Quadro 4.10 Instanciação dos recursos do Projeto da Empresa-A

<i>escopo(Proposta Técnica, EAP, ptEAP)</i>
<i>rInfraestrutura(Plano do Projeto, Lista de Recursos de Infraestrutura,</i>

ppListaRecursosInfraestrutura)
rHumano(Plano do Projeto, Plano de Recursos Humanos,
ppRecursosHumanos)
baseia(ppAnaliseEspecialistas, ptEAP)
cNecessarios(Plano do Projeto, Conhecimentos Necessários,
ppAnaliseEspecialistas)
possui(ptEAP, ppConhecimentosNecessarios)

No contexto da Empresa-B, o planejamento dos recursos humanos e de infraestrutura é definido no documento “Plano do Projeto”, presentes, respectivamente, nas seções “Plano de Recursos Humanos” e “Recursos de Ambiente”. Além disso, nesta empresa a equipe de especialistas do projeto realiza uma análise buscando a melhor forma e tecnologia para implementar os requisitos do projeto.

Salienta-se que a análise por parte dos especialistas é realizada de forma *ad-hoc* e não há registro em um documento formal. Entretanto, nota-se que, a partir dos próprios requisitos, os conhecimentos necessários são derivados. Por esse motivo, foi definido o documento “Lista de Requisitos” para compor os referidos conhecimentos, em uma seção fictícia denominada de “Conhecimentos Necessários”.

Quadro 4.11 Instanciação dos recursos do Projeto da Empresa-B

escopo(Lista de Requisitos, Escopo, lrEscopo)
rInfraestrutura(Plano do Projeto, Recursos de Ambiente,
ppRecursosAmbiente)
rHumano(Plano do Projeto, Plano de Recursos Humanos,
ppRecursosHumanos)
baseia(lrConhecimentosNecessarios, lrEscopo)
cNecessarios(Lista de Requisitos, Conhecimentos Necessários,
lrConhecimentosNecessarios)
possui(lrEscopo, lrConhecimentosNecessarios)

Por fim, na Empresa-C os recursos físicos e humanos são registrados e mantidos em uma ferramenta corporativa, respectivamente, nos módulos “Módulo de Recursos Físicos” e “Módulo de Recursos Humanos”.

Em relação à definição dos conhecimentos necessários, a equipe do projeto realiza uma avaliação buscando as melhores soluções para os requisitos. De forma similar às empresas anteriores, a Empresa-C não registra os resultados desta análise. Por este motivo decidiu-se utilizar o documento “Proposta Técnica” em uma seção fictícia denominada de “Conhecimentos Necessários”.

Quadro 4.12 Instanciação dos recursos do Projeto da Empresa-C

escopo(Proposta Técnica, Escopo, ptEscopo)
rInfraestrutura(Ferramenta Corporativa, Módulo de Recursos Humanos, fcRecursosHumanos)
rHumano(Ferramenta Corporativa, Módulo de Recursos Físicos, fcRecursosFísicos)
baseia(ptConhecimentosNecessarios, ptEscopo)
cNecessarios(Proposta Técnica, Conhecimentos Necessários, ptConhecimentosNecessarios)
possui(ptEscopo, ptConhecimentosNecessarios)

Notou-se que as três empresas entrevistadas utilizam uma avaliação por especialistas para buscar encontrar a melhor solução para os requisitos coletados. Porém, nenhuma das empresas realiza o registro dessas avaliações. Entretanto, percebeu-se durante as entrevistas que os conhecimentos necessários são baseados no escopo do projeto, tornando válido o axioma GPR-D4, o qual trata sobre a influência do escopo na definição dos conhecimentos necessários para executar o projeto.

4.3.1.5 Definição do Cronograma do Projeto

Para definir o cronograma do projeto, a Empresa-A utiliza o documento “Plano do Projeto” na seção “Cronograma e Orçamento”. Como mencionado, para apresentar de forma mais clara as evidências sugeridas nos programas de melhoria, o cronograma foi estabelecido em uma seção fictícia denominada de “Cronograma”. Para definir as atividades, o cronograma baseia-se no ciclo de vida, o qual é definido na seção “Ciclo de Vida” do documento “Plano do Projeto”.

Para estabelecer os prazos das atividades, a Empresa-A estima, previamente, o tempo de execução aproximado do projeto (esforço). Com base nesta estimativa, o tempo de duração das atividades é definido. Por fim, a equipe é alocada às atividades do cronograma. Vale ressaltar que, em certos momentos, a equipe de desenvolvimento é alocada para realizar treinamentos referentes a novas tecnologias, práticas, cursos, entre outros.

Quadro 4.13 Instanciação do cronograma do Projeto da Empresa-A

escopo(Proposta Técnica, EAP,ptEAP)
influencia(ptEAP, ppCicloVida)
cicloVida(Plano do Projeto, Ciclo de Vida, ppCicloVida)
esforco(Plano do Projeto, Esforço, ppEsforco)
rHumano(Plano do Projeto, Plano de Recursos Humanos, ppRecursosHumanos)
nTreinamento(Plano do Projeto, Necessidade de Treinamento, ppNecessidadeTreinamento)

```

influencia(ppCicloVida, ppCronograma)
influencia(ppRecursosHumanos, ppCronograma)
influencia(ppNecessidadeTreinamento, ppCronograma)
influencia(ppEsforco, ppCronograma)
cronograma(Plano do Projeto, Cronograma, ppCronograma)

```

A Empresa-B também utiliza o documento “Plano do Projeto” para descrever o cronograma do projeto, situado na seção “Cronograma” do referido documento. Nesta empresa, o cronograma contempla todas as atividades previstas e imprevistas do projeto, inclusive as atividades derivadas da necessidade de treinamento.

As atividades presentes no cronograma são, em grande parte, baseadas nas atividades estabelecidas no modelo de ciclo de vida da empresa. Os prazos das atividades são baseados no resultado do método Delphi, adotado pela empresa. Salienta-se que os envolvidos do projeto também são alocados às atividades previstas no cronograma.

Quadro 4.14 Instanciação do cronograma do Projeto da Empresa-B

```

escopo(Lista de Requisitos, Escopo, lrEscopo)
influencia(lrEscopo, ppCicloVida)
cicloVida(Plano do Projeto, Ciclo de Vida, ppCicloVida)
esforco(Plano do Projeto, Delphi, ppDelphi)
rHumano(Plano do Projeto, Plano de Recursos Humanos,
ppRecursosHumanos)
nTreinamento(Plano do Projeto, Necessidade de Treinamento,
ppNecessidadeTreinamento)
influencia(ppCicloVida, ppCronograma)
influencia(ppRecursosHumanos, ppCronograma)
influencia(ppNecessidadeTreinamento, ppCronograma)
influencia(ppDelphi, ppCronograma)
cronograma(Plano do Projeto, Cronograma, ppCronograma)

```

Na Empresa-C o cronograma é estabelecido em um documento denominado de “Cronograma”. Como citado anteriormente, para estabelecer o segundo parâmetro do predicado relacionado ao cronograma do projeto, definiu-se a seção fictícia “Cronograma”.

Salienta-se, ainda, que o modelo de ciclo de vida é definido em um documento denominado de “Política Organizacional”. Esse documento possui um conjunto de diretrizes que auxiliam na definição do modelo de ciclo de vida baseado nas características do projeto.

Outra característica da Empresa-C está relacionada ao uso de uma ferramenta de *bugtracking* para registrar o surgimento de uma necessidade de treinamento. Quando uma necessidade de treinamento é registrada na ferramenta, é realizada uma avaliação verificando a sua viabilidade. No caso de sua aprovação, o cronograma é adaptado com a adição de uma nova atividade relacionada ao treinamento.

Quadro 4.15 Instanciação do cronograma do Projeto da Empresa-C

<i>escopo(Proposta Técnica, Escopo, ptEscopo)</i>
<i>influencia(ptEscopo, poCicloVida)</i>
<i>cicloVida(Política Organizacional, Ciclo de Vida, poCicloVida)</i>
<i>esforco(Proposta Técnica, Homem-Hora, ptHH)</i>
<i>rHumano(Ferramenta Corporativa, Módulo de Recursos Humanos, fcRecursosHumanos)</i>
<i>nTreinamento(Ferramenta de Bugtracking, Necessidade de Treinamento, fbNecessidadeTreinamento)</i>
<i>influencia(poCicloVida, crCronograma)</i>
<i>influencia(fcRecursosHumanos, crCronograma)</i>
<i>influencia(fbNecessidadeTreinamento, crCronograma)</i>
<i>influencia(ptHH, crCronograma)</i>
<i>cronograma(Cronograma, Cronograma, crCronograma)</i>

Independentemente do produto de trabalho que estabelece o cronograma, as três empresas definem as atividades e tarefas do cronograma baseadas nas atividades/tarefas presentes no modelo de ciclo de vida utilizado pela empresa, além de buscar a alocação dos envolvidos no projeto nas referidas atividades. Logo, conclui-se a veracidade dos axiomas GPR-E3 e GPR-E5.

As necessidades de treinamento que surgem ao longo do projeto também servem de insumos para novas atividades do cronograma. Salienta-se que em todas as empresas a medida de esforço estimada no projeto serve de parâmetro para estabelecer o tempo limite das atividades do projeto. Assim, os axiomas GPR-E2 e GPR-E4 também são verdadeiros.

4.3.1.6 Definição do Custo e Orçamento

Na Empresa-A o custo e o orçamento são definidos no documento “Plano do Projeto”. Nesta empresa os custos, presentes na seção “Custos”, são listados em uma tabela e os valores são baseados no tempo total estimado de cada pessoa alocada no projeto. Além disso, outros custos, tais como consultorias, viagens, hospedagens, etc., são incluídos nessa tabela. Para definir o orçamento, presente na seção “Orçamento”, a

Empresa-A realiza um cálculo baseado no gasto estimado, considerando aspectos como percentual de segurança, lucro, etc.

Quadro 4.16 Instanciação do custo e orçamento do Projeto da Empresa-A

<i>rHumano(Plano do Projeto, Plano de Recursos Humanos, ppHumano)</i> <i>esforco(Plano do Projeto, Esforço, ppEsforco)</i> <i>influencia(ppHumano, ppCustos)</i> <i>influencia(ppEsforco, ppCustos)</i> <i>custo(Plano do Projeto, Custos, ppCustos)</i> <i>influencia(ppCustos, ppOrçamento)</i> <i>orcamento(Plano do Projeto, Orçamento, ppOrçamento)</i>
--

A Empresa-B utiliza o documento “Plano do Projeto” para registrar os custos e o orçamento do projeto, situados na seção “Custo e Orçamento”. Para realizar a instanciação, essa seção foi subdividida em duas: “Custo” e “Orçamento”. Nesta empresa, os custos do projeto são listados, também, baseados no tempo de alocação total de cada envolvido do projeto, além dos custos adicionais como viagens e transportes. A partir do custo estimado, são realizados cálculos para definir o valor total do projeto (orçamento).

Quadro 4.17 Instanciação do custo e orçamento do Projeto da Empresa-B

<i>rHumano(Plano do Projeto, Plano de Recursos Humanos, ppHumano)</i> <i>esforco(Plano do Projeto, Delphi, ppDelphi)</i> <i>influencia(ppHumano, ppCustos)</i> <i>influencia(ppDelphi, ppCustos)</i> <i>custo(Plano do Projeto, Custos, ppCustos)</i> <i>influencia(ppCustos, ppOrçamento)</i> <i>orcamento(Plano do Projeto, Orçamento, ppOrçamento)</i>

Por fim, a Empresa-C utiliza o documento “Proposta Técnica” para estabelecer o custo do projeto, situado na seção “Custos”. Nesta seção é listado um conjunto de gastos estimados, tais como: mão-de-obra, serviços, viagens, terceirizações, consultorias, entre outros.

O orçamento é definido em outro documento denominado de “Orçamento”. Neste documento são descritos os valores de cada serviço que são executados no projeto. Vale salientar que neste documento é apresentado apenas o valor total de cada serviço, diferentemente dos valores presentes no documento “Proposta Técnica”.

Quadro 4.18 Instanciação do custo e orçamento do Projeto da Empresa-C

```

rHumano(Ferramenta Corporativa, Módulo de Recursos Humanos,
fcModuloHumano)
esforco(Proposta Técnica, Homem-Hora, ptHH)
influencia(fcModuloHumano, ptCustos)
influencia(ptHH, ptCustos)
custo(Proposta Técnica, Custos, ptCustos)
influencia(ptCustos, oOrçamento)
orcamento(Orçamento, Orçamento, oOrçamento)

```

Notou-se que as três empresas definem seu custo e orçamento de forma similar. O custo é estabelecido a partir do gasto estimado de cada recurso humano e outros fatores. O orçamento é definido com base nos gastos estimados do projeto. Dessa forma, percebe-se a veracidade dos axiomas GPR-F1, GPR-F2 e GPR-F5.

Salienta-se que o cálculo com gasto em mão-de-obra é baseado nos valores de tempo estimado do projeto (esforço), os quais estão compatíveis com os prazos estabelecidos nas atividades do cronograma. Assim, os axiomas GPR-F3 e GPR-F4 também são válidos.

4.3.1.7 Definição dos Riscos do Projeto

A Empresa-A registra os possíveis riscos do projeto no documento “Plano do Projeto”, na seção “Lista de Potenciais Riscos”. Nesta seção são cadastrados os riscos de várias origens, tais como: atraso de cronograma, erro nas estimativas, mudança de requisitos, insuficiência de recursos, entre outros.

Quadro 4.19 Instanciação dos riscos do Projeto da Empresa-A

```

pRiscos(Plano do Projeto, Lista de Potenciais Riscos, ppRiscos)
escopo(Proposta Técnica, EAP,ptEAP)
rHumano(Plano do Projeto, Plano de Recursos Humanos, ppHumano)
rInfraestrutura(Plano do Projeto, Lista de Recursos de Infraestrutura,
ppInfraestrutura)
orcamento(Plano do Projeto, Orçamento, ppOrçamento)
custo(Plano do Projeto, Custos, ppCustos)
cronograma(Plano do Projeto, Cronograma, ppCronograma)
dadosRelevantes(Plano do Projeto, Gerência de
Documentos,ppGerenciaDocumentos)
tComplexidade(Plano do Projeto, APF, ppAPF)
esforco(Plano do Projeto, Esforço, ppEsforco)
lista(ppRiscos, ptEAP)
lista(ppRiscos, ppHumano)
lista(ppRiscos, ppInfraestrutura)
lista(ppRiscos, ppOrçamento)

```

```

lista(ppRiscos, ppCustos)
lista(ppRiscos, ppCronograma)
lista(ppRiscos, ppGerenciaDocumentos)
lista(ppRiscos, ppAPF)
lista(ppRiscos, ppEsforco)

```

No contexto da Empresa-B, os riscos do projeto são estabelecidos na seção “Riscos do Projeto” do documento “Plano do Projeto”. Para cada risco identificado são definidos os procedimentos de mitigação e contingência, prioridades, gravidades, responsáveis, entre outros. Ressalta-se que a maioria dos riscos definidos é relacionada diretamente ao projeto, como atrasos no cronograma e erro nas estimativas.

Quadro 4.20 Instanciação dos riscos do Projeto da Empresa-B

```

pRiscos(Plano do Projeto, Riscos do Projeto, ppRiscos)
escopo(Lista de Requisitos, Escopo, lrEscopo)
rHumano(Plano do Projeto, Plano de Recursos Humanos, ppHumano)
rInfraestrutura(Plano do Projeto, Recursos de Ambiente, ppAmbiente)
orcamento(Plano do Projeto, Orçamento, ppOrçamento)
custo(Plano do Projeto, Custos, ppCustos)
cronograma(Plano do Projeto, Cronograma, ppCronograma)
dadosRelevantes(Plano do Projeto, Lista de Produtos de Trabalho,
ppListaProdutosTrabalho)
tComplexidade(Plano do Projeto, APF, ppAPF)
esforco(Plano do Projeto, Delphi, ppDelphi)
lista(ppRiscos, lrEscopo)
lista(ppRiscos, ppHumano)
lista(ppRiscos, ppAmbiente)
lista(ppRiscos, ppOrçamento)
lista(ppRiscos, ppCustos)
lista(ppRiscos, ppCronograma)
lista(ppRiscos, ppListaProdutosTrabalho)
lista(ppRiscos, ppAPF)
lista(ppRiscos, ppDelphi)

```

Finalmente, na Empresa-C os riscos do projeto são registrados na ferramenta corporativa, no módulo “Plano de Riscos”. Neste módulo são estabelecidos dados como o plano de mitigação, planos contingência, probabilidade de ocorrência, descrição do risco, entre outros. Vale ressaltar que esses riscos são provenientes do planejamento do projeto.

Quadro 4.21 Instanciação dos riscos do Projeto da Empresa-C

pRiscos(Ferramenta Corporativa, Plano de Riscos, fcRiscos)
escopo(Proposta Técnica, Escopo, ptEscopo)
rHumano(Ferramenta Corporativa, Módulo de Recursos Humanos, fcModuloHumano)
rInfraestrutura(Ferramenta Corporativa, Módulo de Recursos Físicos, fcModuloFisicos)
orcamento(Orçamento, Orçamento, oOrçamento)
custo(Proposta Técnica, Custos, ptCustos)
cronograma(Cronograma, Cronograma, crCronograma)
dadosRelevantes(Ferramenta Corporativa, Lista de Produtos de Trabalho, fcListaTrabalho)
tComplexidade(Proposta Técnica, APF, ptAPF)
esforco(Proposta Técnica, Homem-Hora, ptHH)
lista(fcRiscos, ptEscopo)
lista(fcRiscos, fcModuloHumano)
lista(fcRiscos, fcModuloFisicos)
lista(fcRiscos, oOrçamento)
lista(fcRiscos, ptCustos)
lista(fcRiscos, crCronograma)
lista(fcRiscos, fcListaTrabalho)
lista(fcRiscos, ptAPF)
lista(fcRiscos, ptHH)

Nas três empresas notou-se que grande parte dos riscos identificados do projeto são provenientes do planejamento, descrevendo a situação estabelecida nos axiomas GPR-G1 ao GPR-G11. Durante as entrevistas foi citado, ainda, que determinados riscos são previamente estabelecidos, devido a sua ocorrência comum entre os projetos da empresa, reforçando, assim, os referidos axiomas.

4.3.1.8 Definição dos Dados Relevantes

Quanto aos dados relevantes do projeto, na Empresa-A são listados no documento “Plano do Projeto”, na seção “Gerência de Documentos”. Esta seção contém dados como: a lista dos produtos de trabalho, a localização dos produtos de trabalho no repositório, os responsáveis pelo seu uso, entre outros. Além disso, a seção “Gerência de Documentos” possui uma subseção descrevendo os procedimentos de coleta, armazenamento, distribuição e nomenclatura dos produtos de trabalho. Para o contexto da instanciação, essa subseção foi denominada de “Plano de Configuração”.

Quadro 4.22 Instanciação dos dados relevantes do Projeto da Empresa-A

pConfiguracao(Plano do Projeto, Plano de Configuração, ppConfiguracao)
influencia(ppConfiguracao, ppGerenciaDocumentos)
dadosRelevantes(Plano do Projeto, Gerência de Documentos,

ppGerenciaDocumentos)

escopo(Proposta Técnica, EAP,ptEAP)

rHumano(Plano do Projeto, Plano de Recursos Humanos, ppHumano)

rInfraestrutura(Plano do Projeto, Lista de Recursos de Infraestrutura, ppInfraestrutura)

orcamento(Plano do Projeto, Orçamento, ppOrçamento)

custo(Plano do Projeto, Custos, ppCustos)

cronograma(Plano do Projeto, Cronograma, ppCronograma)

tComplexidade(Plano do Projeto, APF, ppAPF)

esforco(Plano do Projeto, Esforço, ppEsforco)

pRiscos(Plano do Projeto, Lista de Potenciais Riscos, ppRiscos)

lista(ppGerenciaDocumentos, ptEAP)

lista(ppGerenciaDocumentos, ppHumano)

lista(ppGerenciaDocumentos, ppInfraestrutura)

lista(ppGerenciaDocumentos, ppOrçamento)

lista(ppGerenciaDocumentos, ppCustos)

lista(ppGerenciaDocumentos, ppCronograma)

lista(ppGerenciaDocumentos, ppGerenciaDocumentos)

lista(ppGerenciaDocumentos, ppAPF)

lista(ppGerenciaDocumentos, ppEsforco)

lista(ppGerenciaDocumentos, ppRiscos)

A Empresa-B utiliza o documento “Plano do Projeto”, na seção “Lista de Produtos de Trabalho”, para registrar os dados relevantes do projeto. Nessa seção são descritos todos os produtos de trabalho do projeto e sua localização no repositório. Vale ressaltar que a forma de nomenclatura está compatível com o padrão definido no documento “Plano de Gerência de Configuração”, o qual tem a função de descrever os responsáveis pelos *itens de configuração*², sua localização, forma de armazenamento e nomenclatura.

Quadro 4.23 Instanciação dos dados relevantes do Projeto da Empresa-B

pConfiguracp(Plano de Gerência de Configuração, Plano de Gerência de Configuração, pconfConfiguracao)

influencia(pconfConfiguracao, ppListaProdutosTrabalho)

dadosRelevantes(Plano do Projeto, Lista de Produtos de Trabalho, ppListaProdutosTrabalho)

escopo(Lista de Requisitos, Escopo, lrEscopo)

rHumano(Plano do Projeto, Plano de Recursos Humanos, ppHumano)

rInfraestrutura(Plano do Projeto, Recursos de Ambiente, ppAmbiente)

orcamento(Plano do Projeto, Orçamento, ppOrçamento)

custo(Plano do Projeto, Custos, ppCustos)

²Itens de Configuração são conjunto de produtos de trabalho identificados para fins de controle e tratado como uma entidade única no processo de seu gerenciamento (SEI, 2010).

```

cronograma(Plano do Projeto, Cronograma, ppCronograma)
tComplexidade(Plano do Projeto, APF, ppAPF)
esforco(Plano do Projeto, Delphi, ppDelphi)
pRiscos(Plano do Projeto, Riscos do Projeto, ppRiscos)
lista(ppListaProdutosTrabalho, lrEscopo)
lista(ppListaProdutosTrabalho, ppHumano)
lista(ppListaProdutosTrabalho, ppAmbiente)
lista(ppListaProdutosTrabalho, ppOrçamento)
lista(ppListaProdutosTrabalho, ppCustos)
lista(ppListaProdutosTrabalho, ppCronograma)
lista(ppListaProdutosTrabalho, ppListaProdutosTrabalho)
lista(ppListaProdutosTrabalho, ppAPF)
lista(ppListaProdutosTrabalho, ppDelphi)
lista(ppListaProdutosTrabalho, ppRiscos)

```

Por fim, a Empresa-C faz uso de uma ferramenta corporativa para realizar o registro dos dados relevantes do projeto. Esta ferramenta possui um módulo denominado de “Lista de Produtos de Trabalho” o qual contém a lista dos produtos de trabalho do projeto (dados relevantes).

Além da ferramenta corporativa, a Empresa-C utiliza o documento “Política Organizacional” na definição dos dados relevantes. Neste documento existe uma seção denominada de “Plano de Gerência de Configuração” para tratar sobre a nomenclatura dos produtos de trabalho, o seu armazenamento e a forma de manuseio. Baseadas nas diretrizes do documento “Política Organizacional”, faz-se o registro da lista dos dados relevantes na ferramenta.

Ressalta-se que certas informações como os recursos humanos e físicos do projeto são registrados na ferramenta corporativa. Entretanto, para manter o registro histórico destes dados, é gerado um documento em formato *pdf* (*Portable Document Format*) para armazenar no repositório da empresa.

Quadro 4.24 Instanciação dos dados relevantes do Projeto da Empresa-C

```

pConfiguracao(Política Organizacional, Plano de Gerência de
Configuração, poConfiguracao)
influencia(poConfiguracao, fcListaTrabalho)
dadosRelevantes(Ferramenta Corporativa, Lista de Produtos de Trabalho,
fcListaTrabalho)
escopo(Proposta Técnica, Escopo, ptEscopo)
rHumano(Ferramenta Corporativa, Módulo de Recursos Humanos,
fcModuloHumano)
rInfraestrutura(Ferramenta Corporativa, Módulo de Recursos Físicos,

```

```

fcModuloFisicos
orcamento(Orçamento, Orçamento, oOrçamento)
custo(Proposta Técnica, Custos, ptCustos)
cronograma(Cronograma, Cronograma, crCronograma)
tComplexidade(Proposta Técnica, APF, ptAPF)
esforco(Proposta Técnica, Homem-Hora, ptHH)
pRiscos(Ferramenta Corporativa, Plano de Riscos, fcRiscos)
lista(fcListaTrabalho, ptEscopo)
lista(fcListaTrabalho, fcModuloHumano)
lista(fcListaTrabalho, fcModuloFisicos)
lista(fcListaTrabalho, oOrçamento)
lista(fcListaTrabalho, ptCustos)
lista(fcListaTrabalho, crCronograma)
lista(fcListaTrabalho, fcListaTrabalho)
lista(fcListaTrabalho, ptAPF)
lista(fcListaTrabalho, ptHH)
lista(fcListaTrabalho, fcRiscos)

```

Nas três empresas foi notado que os dados relevantes do projeto são registrados seguindo uma diretriz formal. Estas diretrizes são provenientes do planejamento da configuração, o qual define aspectos como nomenclatura, forma de armazenamento, segurança, distribuição e critérios para verificar a relevância em manter o controle sobre um determinado produto de trabalho. Assim, os axiomas GPR-H1 ao GPR-H12 são válidos.

4.3.1.9 Definição da Comunicação do Projeto

A Empresa-A define o planejamento da comunicação no documento “Plano do Projeto”, situado na seção “Plano de Comunicação”. Nesta seção é definida uma tabela contendo todos os envolvidos no projeto. Além disso, essa seção descreve a hierarquia de comunicação entre os envolvidos e os responsáveis pela geração de cada produto de trabalho.

Quadro 4.25 Instanciação do planejamento da comunicação do Projeto da Empresa-A

```

rHumano(Plano do Projeto, Plano de Recursos Humanos, ppHumano)
dadosRelevantes(Plano do Projeto, Gerência de Documentos,
ppGerenciaDocumentos)
influencia(ppHumano, ppComunicacao)
influencia(ppGerenciaDocumentos, ppComunicacao)
pComunicacao(Plano do Projeto, Plano de Comunicação, ppComunicacao)

```

O estabelecimento do planejamento da comunicação na Empresa-B é feito por meio do documento “Plano do Projeto”, na seção “Plano da Comunicação”. Para definir esta seção, a Empresa-B define uma lista com todas as pessoas alocadas ao projeto e os produtos de trabalho que serão gerados ao final de cada ciclo por cada envolvido.

Quadro 4.26 Instanciação do planejamento da comunicação do Projeto da Empresa-B

<i>rHumano(Plano do Projeto, Plano de Recursos Humanos, ppHumano)</i> <i>dadosRelevantes(Plano do Projeto, Lista de Produtos de Trabalho, ppListaProdutosTrabalho)</i> <i>influencia(ppHumano, ppComunicacao)</i> <i>influencia(ppListaProdutosTrabalho, ppComunicacao)</i> <i>pComunicacao(Plano do Projeto, Plano de Comunicação, ppComunicacao)</i>
--

Na Empresa-C o planejamento da comunicação é definido no documento “Plano de Comunicação”. Este documento contém os nomes dos envolvidos e os produtos de trabalho que são produzidos por cada envolvido. Este documento estabelece também a forma de como os envolvidos comunicam-se e os canais de comunicação utilizados. Para instanciar o planejamento da comunicação foi definida uma seção fictícia denominada de “Plano de Comunicação”.

Quadro 4.27 Instanciação do planejamento da comunicação do Projeto da Empresa-C

<i>rHumano(Ferramenta Corporativa, Módulo de Recursos Humanos, fcModuloHumano)</i> <i>dadosRelevantes(Ferramenta Corporativa, Lista de Produtos de Trabalho, fcListaTrabalho)</i> <i>influencia(fcModuloHumano, pcComunicacao)</i> <i>influencia(fcListaTrabalho, pcComunicacao)</i> <i>pComunicacao(Plano de Comunicação, Plano de Comunicação, pcComunicacao)</i>

A definição do planejamento da comunicação nas três empresas é estabelecida a partir de um documento que contém os envolvidos e os produtos de trabalho que estes envolvidos geram/utilizam. Assim, nota-se a necessidade de conhecer, previamente, as pessoas alocadas ao projeto, validando o axioma GPR-I1. Além disso, durante o planejamento, sabem-se, antecipadamente, os produtos de trabalho que são manuseados pelos envolvidos. Logo, nota-se a validade do axioma GPR-I2.

4.3.1.10 Análise de Viabilidade e Comprometimento com o Planejamento do Projeto

A equipe da Empresa-A realiza, no início e ao longo do projeto, reuniões para avaliar a viabilidade do planejamento do projeto. Os resultados dessa avaliação são descritos no documento “Avaliação de Viabilidade”.

O documento “Avaliação de Viabilidade” é utilizado durante as reuniões com os interessados do projeto, servindo como recurso auxiliador para realizar o balanceamento das necessidades de mudanças, para possibilitar a continuidade do projeto. Além disso, durante a referida reunião, busca-se que todos os interessados estejam cientes e comprometidos com o planejamento do projeto.

Para evidenciar o comprometimento com o planejamento, a Empresa-A utiliza o documento “Ata de Reunião”. Neste documento é descrito tudo que foi tratado na reunião de comprometimento, juntamente com a assinatura dos interessados para evidenciar o entendimento e o compromisso com o planejamento.

Assim, para instanciar a reunião de comprometimento com o planejamento, definiu-se a descrição do documento “Ata de Reunião”. Em relação ao registro do compromisso com o planejamento, a assinatura dos interessados foi utilizada.

Quadro 4.28 Instanciação da análise de viabilidade e comprometimento do Projeto da Empresa-

A

<i>analiseViabilidade(Avaliação de Viabilidade, Avaliação de Viabilidade, avViabilidade)</i> <i>pProjeto(Plano do Projeto, Plano do Projeto, ppPlanoProjeto)</i> <i>revisaoProjeto(Ata de Reunião, Descrição, arDescricao)</i> <i>revisa(arDescricao, ppPlanoProjeto)</i> <i>apoia(arDescricao, arAssinaturas)</i> <i>apoia(avViabilidade, arAssinaturas)</i> <i>cProjeto(Ata de Reunião, Assinaturas, arAssinaturas)</i> <i>compromete(arAssinaturas, ppPlanoProjeto)</i>

Na Empresa-B a equipe verifica a viabilidade no início e ao longo do projeto. Os resultados são registrados no documento “Avaliação de Viabilidade”. Este documento é usado pela equipe para apoiar na tomada de decisão durante o comprometimento do planejamento do projeto.

Durante a reunião de revisão do planejamento projeto, os interessados são reunidos para discutir assuntos relacionados a possíveis mudanças de requisitos, renegociação de

prazos, custos, entre outros. Todos os assuntos tratados durante essa reunião são registrados em um documento denominado de “Ata de Reunião”. Ao final da reunião de revisão, é definido o compromisso entre os interessados. Esse compromisso é evidenciado por meio de assinaturas no documento “Plano do Projeto”.

Quadro 4.29 Instanciação da análise de viabilidade e comprometimento do Projeto da Empresa-

B

<p><i>analiseViabilidade(Avaliação de Viabilidade, Avaliação de Viabilidade, avViabilidade)</i></p> <p><i>pProjeto(Plano do Projeto, Plano do Projeto, ppPlanoProjeto)</i></p> <p><i>revisaoProjeto(Ata de Reunião, Descrição, arDescricao)</i></p> <p><i>revisa(arDescricao, ppPlanoProjeto)</i></p> <p><i>apoia(arDescricao, ppAssinaturas)</i></p> <p><i>apoia(avViabilidade, ppAssinaturas)</i></p> <p><i>cProjeto(Plano do Projeto, Assinaturas, ppAssinaturas)</i></p> <p><i>compromete(ppAssinaturas, ppPlanoProjeto)</i></p>
--

A Empresa-C descreve a análise de viabilidade do projeto no documento “Viabilidade de Projeto”. De forma similar às empresas anteriores, essa empresa utiliza a descrição do referido documento para apoiar nas decisões do comprometimento com o planejamento do projeto.

Para estabelecer o comprometimento com o plano do projeto, a Empresa-C realiza uma reunião com todos os interessados (internos e externos) e revisa as metas alcançadas no planejamento. Além disso, nessa reunião os interessados propõem mudanças e negociam novos prazos e custos. Salienta-se que o planejamento é visualizado por meio do resumo gerado na ferramentacorporativa.

Ao final da reunião, todas as decisões tomadas são registradas no documento “Ata de Reunião de Repasse”. Para confirmar que todos estão de acordo com o conteúdo do documento, cada interessado registra a sua assinatura no referido documento.

Quadro 4.30 Instanciação da análise de viabilidade e comprometimento do Projeto da Empresa-

C

<p><i>analiseViabilidade(Viabilidade de Projeto, Viabilidade de Projeto, vpViabilidade)</i></p> <p><i>pProjeto(Ferramenta Corporativa, Plano do Projeto, fcPlanoProjeto)</i></p> <p><i>revisaoProjeto(Ata de Reunião de Repasse, Descrição, arDescricao)</i></p> <p><i>revisa(arDescricao, fcPlanoProjeto)</i></p> <p><i>apoia(arDescricao, arAssinaturas)</i></p>
--

apoiar(vpViabilidade, arAssinaturas)
cProjeto(Ata de Reunião de Repasse, Assinaturas, arAssinaturas)
compromete(arAssinaturas, fcPlanoProjeto)

A análise de viabilidade é realizada sobre o planejamento do projeto de forma similar nas três empresas. Assim, o axioma GPR-J1 é validado. Para definir o comprometimento com o planejamento do projeto, as três empresas utilizam os resultados da análise de viabilidade para apoiar na decisão do compromisso, o que possibilita a validade dos axiomas GPR-K4 e GPR-K5.

Notou-se, também, que as três empresas realizam reuniões com os interessados para revisar o planejamento e, caso necessário, realizar ajustes. Nestas três empresas todas as tomadas de decisão são registradas no devido documento, que servem de base para a tomada de decisão dos interessados (aceitação ou rejeição do compromisso com o plano). Portanto, os axiomas GPR-K1 ao GPR-K3 são válidos.

4.3.1.11 Monitoramento do Projeto

A Empresa-A, durante o planejamento do projeto, define as datas nas quais serão realizadas os monitoramentos em marcos e pontos de controle em seu cronograma. Durante os marcos do projeto, a empresa verifica se todas as metas planejadas foram alcançadas e busca por soluções das metas não alcançadas. Além disso, novas metas são estipuladas para o ciclo.

Nos pontos de controle, verifica-se o andamento dos planejamentos específicos do projeto, tais como: verificar se existe atraso no cronograma; os recursos alocados estão sendo suficientes; entre outros. Salienta-se que nem todos os planejamentos específicos são verificados no mesmo ponto de controle, podendo ocorrer em dias separados.

Os monitoramentos nos marcos e pontos de controle na Empresa-A são estabelecidos no cronograma do projeto. Como mencionado, o cronograma é definido no documento “Plano do Projeto”. Para instanciar o segundo parâmetro dos predicados referentes aos monitoramentos, decidiu-se definir o termo “Marcos” e “Pontos de Controle”. O objetivo dessa instanciação consiste no fato de evidenciar a presença do planejamento dos marcos e pontos de controle.

Para evidenciar a execução dos monitoramentos nos marcos do projeto, a Empresa-A registra os desvios detectados nos marcos do projeto em um documento denominado de “Relatório de Monitoração do Projeto”. Em relação aos monitoramentos em pontos

de controle, a empresa registra todos os desvios encontrados no documento “Ata de Reunião”.

Quadro 4.31 Instanciação do monitoramento do Projeto da Empresa-A

<i>pProjeto(Plano do Projeto, Plano do Projeto, ppPlanoProjeto)</i>
<i>cronograma(Plano do Projeto, Cronograma, ppCronograma)</i>
<i>possui(ppCronograma, ppMarcos)</i>
<i>possui(ppCronograma, ppPontosControle)</i>
<i>mMarcos(Plano do Projeto, Marcos, ppMarcos)</i>
<i>mPeriodico(Plano do Projeto, Pontos de Controle, ppPontosControle)</i>
<i>revisa(ppMarcos, ppPlanoProjeto)</i>
<i>produz(ppMarcos, rmDesvios)</i>
<i>desvio(Relatório de Monitoração do Projeto, Desvios, rmDesvios)</i>
<i>revisa(ppPontosControle, ppPlanoProjeto)</i>
<i>produz(ppPontosControle, arDesvios)</i>
<i>desvio(Ata de Reunião, Desvios, arDesvios)</i>

Na Empresa-B os marcos e pontos de controle do projeto são planejados durante o estabelecimento do cronograma. O cronograma do projeto é definido no documento “Plano no Projeto”.

Durante os monitoramentos nos marcos e pontos de controle do projeto, um conjunto de desvios é identificado. Estes desvios são registrados em uma ferramenta de *bugtracking*. Assim, para cada desvio encontrado uma *issue*³ é instanciada na ferramenta.

Quadro 4.32 Instanciação do monitoramento do Projeto da Empresa-B

<i>pProjeto(Plano do Projeto, Plano do Projeto, ppPlanoProjeto)</i>
<i>cronograma(Plano do Projeto, Cronograma, ppCronograma)</i>
<i>possui(ppCronograma, ppMarcos)</i>
<i>possui(ppCronograma, ppPontosControle)</i>
<i>mMarcos(Plano do Projeto, Marcos, ppMarcos)</i>
<i>mPeriodico(Plano do Projeto, Pontos de Controle, ppPontosControle)</i>
<i>revisa(ppMarcos, ppPlanoProjeto)</i>
<i>produz(ppMarcos, fbIssue)</i>
<i>desvio(Ferramenta de Bugtraking, Issue, fbIssue)</i>
<i>revisa(ppPontosControle, ppPlanoProjeto)</i>
<i>produz(ppPontosControle, fbIssue)</i>
<i>desvio(Ferramenta de Bugtraking, Issue, fbIssue)</i>

³ *Issue* ou *ticket* é uma funcionalidade de ferramentas de controle de mudança que denominam, geralmente, atividades, solicitação de mudanças, defeitos, *bugs*, entre outros.

No contexto da Empresa-C os monitoramentos nos marcos e pontos de controle do projeto são planejados no documento “Cronograma”. Nesta empresa os marcos do projeto coincidem com o início de cada fase do modelo de ciclo de vida definido para o projeto. Além disso, os monitoramentos em pontos de controle são realizados diariamente.

A Empresa-C utiliza também uma ferramenta de *bugtracking* para registrar os desvios. Para cada desvio é instanciada uma *issue* na ferramenta. Além disso, esta empresa categoriza as *issues* em: mudanças, não conformidades, desvios de monitoração e *bugs*.

Quadro 4.33 Instanciação do monitoramento do Projeto da Empresa-C

<i>pProjeto(Ferramenta Corporativa, Plano do Projeto, fcPlanoProjeto)</i>
<i>cronograma(Cronograma, Cronograma, crCronograma)</i>
<i>possui(crCronograma, crMarcos)</i>
<i>possui(crCronograma, crPontosControle)</i>
<i>mMarcos(Cronograma, Marcos, crMarcos)</i>
<i>mPeriodico(Cronograma, Pontos de Controle, crPontosControle)</i>
<i>revisa(crMarcos, fcPlanoProjeto)</i>
<i>produz(crMarcos, fbIssue)</i>
<i>desvio(Ferramenta de Bugtraking, Issue, fbIssue)</i>
<i>revisa(crPontosControle, fcPlanoProjeto)</i>
<i>produz(crPontosControle, fbIssue)</i>
<i>desvio(Ferramenta de Bugtraking, Issue, fbIssue)</i>

Nas três empresas o planejamento dos monitoramentos em marcos e pontos de controle é estabelecido no cronograma do projeto. Esses monitoramentos são executados e um conjunto de desvios é gerado. Assim, os axiomas GPR-L7 ao GPR-L18 são válidos.

4.3.1.12 Acompanhamento dos Desvios do Projeto

A última prática sugerida para o processo de Gerência de Projeto é relacionada ao acompanhamento dos desvios do projeto. Como mencionado, na Empresa-A são utilizados os documentos “Relatório de Monitoração do Projeto” e “Ata de Reunião” para registrar os desvios detectados durante os marcos e pontos de controle, respectivamente.

Como sugeridos em programas de melhoria, os desvios detectados devem ser acompanhados até a sua conclusão. Assim, na Empresa-A é utilizado um documento chamado de “Plano de Ação”, responsável em descrever os procedimentos necessários para solucionar os desvios identificados.

Em seguida, são instanciadas atividades referentes à resolução dos desvios em uma ferramenta de execução de processo. Esta ferramenta não armazena o histórico de acompanhamento das atividades. Assim, para evidenciar que as atividades estão sendo executadas, são realizadas *snapshots* da execução do processo. Cada vez que o estado de uma atividade do processo alterar-se, um *snapshot* é realizado.

Ainda, quando o desvio está relacionado a uma solicitação de mudança na Empresa-A, é usado o documento “Solicitação de Mudança de Requisitos”. Este documento possui todas as solicitações de mudanças pertencentes ao ciclo de desenvolvimento. Vale ressaltar que, para o contexto desta pesquisa, um desvio pode ser classificado como um problema ou uma mudança.

Além do documento “Solicitação de Mudanças de Requisitos”, existe um documento denominado de “Análise de Impacto da Mudança de Requisitos”. Neste artefato são descritas todas as consequências geradas ao se realizar a solicitação de uma dada mudança. Esse documento é utilizado para apoiar na tomada de decisão de uma solicitação de mudança.

Quadro 4.34 Instanciação do acompanhamento dos desvios do Projeto da Empresa-A

<i>problema(Ata de Reunião, Desvios, arDesvios)</i>
<i>problema(Relatório de Monitoração do Projeto, Desvios, rmDesvios)</i>
<i>mudanca(Solicitação de Mudanças de Requisitos, Lista de Solicitação de Mudanças, smrListaMudanças)</i>
<i>analiseImpacto(Análise de Impacto da Mudança de Requisitos, Descrição, aimrDescrição)</i>
<i>avalia(aimrDescrição, smrListaMudanças)</i>
<i>acaoCorretiva(Plano de Ação, Plano de Ação, paPlanoAcao)</i>
<i>apoia(aimrDescrição, smrPlanoAção)</i>
<i>apoia(paPlanoAcao, smrListaMudanças)</i>
<i>apoia(paPlanoAcao, arDesvios)</i>
<i>apoia(paPlanoAcao, rmDesvios)</i>
<i>hAcompanhamento(Ferramenta de Execução de Processo, Snapshot, fepSnapshot)</i>

A Empresa-B utiliza uma ferramenta de *bugtracking* para realizar o acompanhamento dos desvios do projeto. Nesta ferramenta são instanciadas *issues* para cada desvio. Estes desvios podem ser provenientes dos monitoramentos nos marcos e pontos de controle ou podem ser solicitações de mudanças de requisitos. No corpo de cada *issue* são descritas as possíveis ações que podem ser tomadas para apoiar na resolução do desvio.

Quando o desvio trata-se de uma solicitação de mudança, a Empresa-B utiliza um documento denominado de “Análise de Impacto e Avaliações de Mudanças”. Este documento descreve as possíveis complicações de cada solicitação de mudança.

Quadro 4.35 Instanciação do acompanhamento dos desvios do Projeto da Empresa-B

<i>problema</i> (Ferramenta de Bugtracking, Issue, fbIssue)
<i>mudanca</i> (Ferramenta de Bugtracking, Mudança, fbMudanca)
<i>analiseImpacto</i> (Análise de Impacto e Avaliações de Mudanças, Descrição, aiamDescrição)
<i>acaoCorretiva</i> (Ferramenta de Bugtracking, Plano de Ação, fbPlanoAção)
<i>avalia</i> (aiamDescricao, fbMudanca)
<i>apoia</i> (aiamDescrição, fbMudanca)
<i>apoia</i> (aiamDescrição, fbPlanoAção)
<i>apoia</i> (fbPlanoAção, fbIssue)
<i>apoia</i> (fbPlanoAção, fbMudanca)
<i>hAcompanhamento</i> (Ferramenta de Bugtracking, Histórico de Acompanhamento, fbHistóricoAcompanhamento)
<i>possui</i> (fbIssue, fbHistóricoAcompanhamento)
<i>possui</i> (fbMudança, fbHistóricoAcompanhamento)

Finalmente, no contexto da Empresa-C o acompanhamento dos desvios do projeto é realizado por uma ferramenta de *bugtracking*. Nesta ferramenta é instanciada uma *issue* para cada desvio. No corpo descritivo de cada *issue* também se registra um plano de ação para a sua resolução. O acompanhamento da evolução dos desvios é realizado pela própria ferramenta. Assim, cada mudança de estado da *issue* é registrada no seu histórico de acompanhamento.

Em relação às solicitações de mudanças de requisitos, a Empresa-C utiliza a mesma ferramenta, mas com uma *issue* rotulada como “mudanças”. Para apoiar na avaliação da viabilidade de implementar as solicitações de mudança, é utilizado o documento “Avaliação de Impacto”.

Quadro 4.36 Instanciação do acompanhamento dos desvios do Projeto da Empresa-C

```

problema(Ferramenta de Bugtraking, Issue, fbIssue)
mudanca(Ferramenta de Bugtracking, Mudança, fbMudanca)
analiseImpacto(Avaliação de Impacto, Descrição, aiDescrição)
acaoCorretiva(Ferramenta de Bugtracking, Plano de Ação, fbPlanoAção)
avalia(aiDescrição, fbMudanca)
apoia(aiDescrição, fbMudanca)
apoia(aiDescrição, fbPlanoAção)
apoia(fbPlanoAção, fbIssue)
apoia(fbPlanoAção, fbMudanca)
hAcompanhamento(Ferramenta de Bugtracking, Histórico de Acompanhamento, fbHistóricoAcompanhamento)
possui(fbIssue, fbHistóricoAcompanhamento)
possui(fbMudanca, fbHistóricoAcompanhamento)

```

Para realizar o acompanhamento dos desvios (problemas e mudanças), a Empresa-A utiliza *snapshots* da execução das atividades relacionadas à resolução dos problemas. No caso das empresas Empresa-B e Empresa-C, é utilizado o próprio fluxo do ciclo de vida das *issues* instanciadas na ferramenta de *bugtracking* institucionalizada. Estas ferramentas armazenam o histórico de todas as mudanças realizadas ao longo do projeto. Além disso, o conteúdo do plano de ação para cada solicitação de mudança é descrita no campo de descrição de cada *issue*. Mesmo assim, as três empresas conseguem armazenar o histórico de acompanhamento.

A partir disto, pode-se provar que os axiomas GPR-M3 ao GPR-M7 são verdadeiros. Além disso, as três instanciações também conseguem validar os axiomas GRE-E5 e GRE-E6.

Em relação à análise de impacto, as três empresas utilizam um documento descrevendo as implicações que uma dada mudança de requisitos pode acarretar ao projeto, apoiando na resolução da solicitação de mudança. Assim, notou-se também que o axioma GRE-E8 está coerente.

4.3.2 Instanciação da Ontologia de GRE

Nesta subseção são apresentadas as instanciações dos produtos de trabalho das empresas entrevistadas na pesquisa de campo (Empresa-A, Empresa-B, Empresa-C) nos predicados referentes ao processo de gerência de requisitos, definidos no capítulo anterior.

4.3.2.1 Entendimento dos Requisitos junto aos Fornecedores de Requisitos

Para apresentar a instanciação relacionada ao entendimento dos requisitos, foram utilizados os dados coletados a partir do processo institucionalizado na Empresa-A. Em seu processo, o escopo do projeto é definido em um documento denominado de “Proposta Técnica”. Paralelamente à definição do escopo do projeto, a empresa também realiza a coleta dos requisitos. Estes requisitos são registrados em um documento denominado de “Lista de Requisitos”.

Ainda, durante a reunião de definição do escopo, é verificado se os requisitos coletados estão perfeitamente entendidos por todos os envolvidos. Assim, para garantir este entendimento, todos os envolvidos assinam seus nomes no documento.

Quadro 4.37 Instanciação do entendimento dos requisitos do Projeto da Empresa-A

<i>escopo(Proposta Técnica, EAP, ptEAP)</i> <i>influencia(ptEAP, lrRequisitos)</i> <i>reqCliente(Lista de Requisitos, Requisitos, lrRequisitos)</i> <i>gEntendimentoReq(Lista de Requisitos, Assinaturas, lrAssinaturas)</i> <i>garante(lrAssinaturas, lrRequisitos)</i>
--

A Empresa-B utiliza o documento denominado de “Lista de Requisitos” para estabelecer o escopo do projeto. O produto de trabalho “Lista de Requisitos” contém o conjunto de todos os requisitos coletados durante a fase de concepção do escopo. Salienta-se que esta empresa interpreta o escopo e os requisitos como uma mesma entidade.

O entendimento dos requisitos é garantido a partir de assinaturas dos envolvidos no documento “Lista de Requisitos”. Essas assinaturas são feitas quando todos os envolvidos compreenderam mutuamente os requisitos do projeto. Ressalta-se que este documento está fortemente dependente das especificações descritas no escopo do projeto.

Quadro 4.38 Instanciação do entendimento dos requisitos do Projeto da Empresa-B

<i>escopo(Lista de Requisitos, Escopo, lrEscopo)</i> <i>influencia(lrEscopo, lrRequisitos)</i> <i>reqCliente(Lista de Requisitos, Requisitos, lrRequisitos)</i> <i>gEntendimentoReq(Lista de Requisitos, Assinaturas, lrAssinaturas)</i> <i>garante(lrAssinaturas, lrRequisitos)</i>
--

Na Empresa-C o escopo do projeto é definido no documento “Proposta Técnica”. Esta empresa interpreta o escopo do projeto como um conjunto de requisitos coletados durante as reuniões com o cliente. Desta forma, tanto o escopo como os requisitos fazem parte do mesmo documento.

Em relação à garantia de entendimento dos requisitos, a Empresa-C utiliza um contrato que está associado à “Proposta Técnica”. Neste contrato são descritas as cláusulas contratuais e a referência da proposta técnica. Para garantir que todos os envolvidos estão de acordo, cada membro assina o contrato.

Quadro 4.39 Instanciação do entendimento dos requisitos do Projeto da Empresa-C

<i>escopo(Proposta Técnica, Escopo, ptEscopo)</i> <i>influencia(taEscopo, ptRequisitos)</i> <i>reqCliente(Proposta Técnica, Requisitos, ptRequisitos)</i> <i>gEntendimentoReq(Contrato, Assinaturas, cAssinaturas)</i> <i>garante(cAssinaturas, ptRequisitos)</i>

Notou-se que na empresa Empresa-A os requisitos do cliente foram definidos após o estabelecimento do escopo do projeto. Assim, pode-se notar a veracidade do axioma GRE-A1.

As empresas Empresa-B e Empresa-C definem a lista de requisitos e o escopo do projeto como uma mesma entidade. Entretanto, como estabelecido no axioma GRE-A2, que define que os requisitos influenciam na definição do escopo, prevê essa possibilidade.

Em relação à garantia de entendimento dos requisitos, nas três empresas são utilizadas assinaturas para confirmar que os requisitos estão devidamente entendidos por todos os envolvidos.

4.3.2.2 Comprometimento dos Requisitos pela Equipe Técnica

O SP 1.2 (prática do CMMI-DEV) e o GRE2 (resultado esperado do MR-MPS-SW) sugerem que os requisitos sejam avaliados pela equipe técnica, com base em critérios objetivos, para verificar possíveis problemas (semânticos, ambiguidades, limitações tecnológicas, etc) nos requisitos. Caso os requisitos sejam aceitos pela equipe, deverá ser estabelecido um mecanismo para garantir que a equipe técnica comprometeu-se em implementar estes requisitos.

Na Empresa-A os requisitos técnicos elicitados são registrados no documento “Lista de Requisitos”. Dessa forma, nesta empresa os requisitos coletados durante a fase de definição do escopo são previamente descritos em uma linguagem técnica, não havendo duas fases distintas para o processo de refinamento dos requisitos.

Os critérios objetivos para avaliação por parte da equipe técnica estão presentes na própria “Lista de Requisitos”. Assim, os resultados da avaliação objetiva são registrados no próprio documento. Além disso, caso os requisitos sejam aprovados, a equipe técnica compromete-se a implementar estes requisitos a partir da assinatura no próprio documento.

Quadro 4.40 Instanciação do comprometimento dos requisitos do Projeto da Empresa-A

<i>reqCliente(Lista de Requisitos, Requisitos, lrRequisitos)</i>
<i>influncia(lrRequisitos, lrRequisitos)</i>
<i>reqTecnico(Lista de Requisitos, Requisitos, lrRequisitos)</i>
<i>cTecnicio(Lista de Requisitos, Assinaturas, lrAssinaturas)</i>
<i>cObjetivos(Lista de Requisitos, Checklist, lrChecklist)</i>
<i>apoia(lrChecklist, lrAssinaturas)</i>
<i>avalia(lrChecklist, lrRequisitos)</i>
<i>apoia(lrChecklist, lrAssinaturas)</i>
<i>avalia-condicao(lrChecklist, lrRequisitos, aprovado)</i>
<i>compromete(lrAssinaturas, lrRequisitos)</i>

Na Empresa-B os requisitos técnicos são registrados no documento “Lista de Requisitos”. De forma similar à Empresa-A, não existe uma etapa definida em que os requisitos do cliente são refinados para requisitos técnicos. Nesta empresa os requisitos são registrados em linguagem técnica durante a elaboração do escopo do projeto. Adicionalmente, neste mesmo documento está presente o conjunto de critérios objetivos que são utilizados para a equipe técnica realizar a avaliação dos requisitos.

Quando os requisitos são avaliados e aprovados, a equipe técnica compromete-se em implementar estes requisitos assinando um documento denominado de “Plano do Projeto”.

Quadro 4.41 Instanciação do comprometimento dos requisitos do Projeto da Empresa-B

<i>reqCliente(Lista de Requisitos, Requisitos, lrRequisitos)</i>
<i>influncia(lrRequisitos, lrRequisitos)</i>
<i>reqTecnico(Lista de Requisitos, Requisitos, lrRequisitos)</i>
<i>cTecnicio(Plano do Projeto, Assinaturas, ppAssinaturas)</i>

<i>cObjetivos(Lista de Requisitos, Checklist, lrChecklist)</i> <i>apoia(lrChecklist, ppAssinaturas)</i> <i>avalia(lrChecklist, lrRequisitos)</i> <i>apoia(lrChecklist, ppAssinaturas)</i> <i>avalia-condicao(lrChecklist, lrRequisitos, aprovado)</i> <i>compromete(ppAssinaturas, lrRequisitos)</i>

No contexto da Empresa-C os requisitos em linguagem técnica são os mesmos requisitos coletados durante a definição do escopo. Como mencionado anteriormente, esta empresa interpreta o escopo como os requisitos do projeto. Então, o escopo do projeto é estruturado em forma de requisitos em uma linguagem técnica. Desta forma, os requisitos em linguagem técnica são registrados no documento “Proposta Técnica”.

Em relação à avaliação dos requisitos, a equipe técnica da Empresa-C realiza uma reunião e, a partir de um *checklist* presente no documento “Laudo de Avaliação dos Casos de Uso”, os requisitos são avaliados. Ao final da avaliação, a equipe técnica descreve o resultado em uma “Ata de Reunião”, comprometendo-se com assinaturas, caso os requisitos sejam aprovados.

Quadro 4.42 Instanciação do comprometimento dos requisitos do Projeto da Empresa-C

<i>reqCliente(Proposta Técnica, Requisitos, ptRequisitos)</i> <i>influencia(ptRequisitos, ptRequisitos)</i> <i>reqTecnico(Proposta Técnica, Requisitos, ptRequisitos)</i> <i>cTecnico(Ata de Reunião, Assinaturas, arAssinaturas)</i> <i>cObjetivos(Lauda de Avaliação dos Casos de Uso, Checklist, lacuChecklist)</i> <i>avalia(lacuChecklist, ptRequisitos)</i> <i>apoia(lacuChecklist, arAssinaturas)</i> <i>avalia-condicao(lacuChecklist, ptRequisitos, aprovado)</i> <i>compromete(arAssinaturas, ptRequisitos)</i>

No caso das três empresas, a avaliação dos requisitos por parte da equipe técnica é realizada com o apoio de um *checklist*. Este *checklist* contém um conjunto de critérios que verificam a consistência dos requisitos de forma objetiva. Assim, pode-se perceber claramente que os axiomas GRE-B3 e GRE-B5 estão condizentes.

Baseado no resultado do *checklist*, a equipe técnica das três empresas compromete-se ou não com a implementação dos requisitos. Portanto, como existe a necessidade do *checklist* para o respaldo do comprometimento, os axiomas GRE-B2 e GRE-B4 são válidos.

4.3.2.3 Definição da Rastreabilidade Bidirecional

A rastreabilidade bidirecional na Empresa-A é implementada a partir do uso da “Matriz de Rastreabilidade”. Neste produto de trabalho são adicionadas as relações entre todos os produtos de trabalho presentes no processo.

Deve-se notar que não foi realizada a rastreabilidade entre os requisitos de cliente e os requisitos técnicos, pois, no contexto da Empresa-A, estes dois requisitos são a mesma entidade.

Quadro 4.43 Instanciação da rastreabilidade bidirecional do Projeto da Empresa-A

<i>rVertical(Matriz de Rastreabilidade, Lista de Requisitos x Proposta Técnica, mrReqxPt)</i> <i>rHorizontal(Matriz de Rastreabilidade, Lista de Requisitos x Lista de Requisitos, mrReqxReq)</i> <i>reqCliente(Lista de Requisitos, Requisitos, lrRequisitos)</i> <i>escopo(Proposta Técnica, Escopo, ptEscopo)</i> <i>mapeia(mrReqxPt, lrRequisitos)</i> <i>mapeia(mrReqxReq, lrRequisitos)</i> <i>mapeia(mrReqxPt, ptEscopo)</i>
--

Na Empresa-B a técnica de rastreabilidade bidirecional utilizada também é a “Matriz de Rastreabilidade”. De forma análoga, os requisitos de cliente e requisitos técnicos representam o mesmo conceito para o contexto da Empresa-B. Por este motivo, não foi realizado um mapeamento entre essas duas entidades.

Quadro 4.44 Instanciação da rastreabilidade bidirecional do Projeto da Empresa-B

<i>rVertical(Matriz de Rastreabilidade, Lista de Requisitos x Lista de Requisitos, mrReqxLr)</i> <i>rHorizontal(Matriz de Rastreabilidade, Lista de Requisitos x Lista de Requisitos, mrReqxReq)</i> <i>reqCliente(Lista de Requisitos, Requisitos, lrRequisitos)</i> <i>escopo(Lista de Requisitos, Escopo, lrEscopo)</i> <i>mapeia(mrReqxLr, lrRequisitos)</i> <i>mapeia(mrReqxReq, lrRequisitos)</i> <i>mapeia(mrReqxLr, lrEscopo)</i>
--

A Empresa-C utiliza uma ferramenta de ambiente corporativo. Dessa forma, grande parte das informações dos projetos é registrada nesta ferramenta. Por esse motivo o mecanismo de rastreabilidade utilizado por esta empresa baseia-se nos vínculos de informação gerados pela própria ferramenta.

Ressalta-se que as informações registradas em documentos físicos são anexadas à ferramenta corporativa, permitindo, assim, os mapeamentos a partir da própria ferramenta. Salienta-se, ainda, que os programas de melhoria sugerem que a organização implemente pelo menos uma rastreabilidade vertical e um rastreabilidade horizontal, não exigindo que todos os produtos de trabalho sejam mapeados.

Quadro 4.45 Instanciação da rastreabilidade bidirecional do Projeto da Empresa-C

<i>rVertical(Ferramenta Corporativa, Link entre informações, fcLink)</i> <i>rHorizontal(Ferramenta Corporativa, Link entre informações, fcLink)</i> <i>reqCliente(Proposta Técnica, Requisitos, ptRequisitos)</i> <i>escopo(Proposta Técnica, Escopo, ptEscopo)</i> <i>mapeia(fcLink, ptRequisitos)</i> <i>mapeia(fcLink, ptEscopo)</i>

Nas Empresas A e B é utilizado o mesmo mecanismo de rastreabilidade (matriz de rastreabilidade). No caso da Empresa-C, a rastreabilidade é realizada de forma sistemática, onde uma ferramenta corporativa é responsável em ligar os conteúdos dos produtos de trabalho do projeto. Mesmo utilizando mecanismos diferentes para contemplar a rastreabilidade bidirecional, essas empresas almejam encontrar as dependências dos produtos de trabalho. Assim, tanto a matriz de rastreabilidade quanto os *links* gerados pela ferramenta corporativa servem para rastrear as dependências dos produtos de trabalho, validando os axiomas GRE-C1 e GRE-C2.

4.3.2.4 Revisão de Inconsistências

Na Empresa-A as revisões de inconsistências são realizadas periodicamente. Esta revisão ocorre simultaneamente com os monitoramentos em pontos de controle. Durante estas revisões, a “Matriz de Rastreabilidade” é utilizada para apoiar na busca por inconsistências nos produtos de trabalho. As inconsistências (problemas) encontradas durante as revisões são registradas no documento “Relatório de Monitoramento do Projeto”.

Quadro 4.46 Instanciação da revisão de inconsistências dos requisitos do Projeto da Empresa-A

<i>reqTecnico(Lista de Requisitos, Requisitos, lrRequisitos)</i> <i>rVertical(Matriz de Rastreabilidade, Lista de Requisitos x Proposta Técnica, mrReqxPt)</i> <i>rHorizontal(Matriz de Rastreabilidade, Lista de Requisitos x Lista de Requisitos, mrReqxReq)</i> <i>revisaoInconsistencia(Plano do Projeto, Pontos de Controle, ppPontosControle)</i>

```

apoiar(mrReqxPt, ppPontosControle)
apoiar(mrReqxReq, ppPontosControle)
revisar(ppPontosControle, lrRequisitos)
produzir(ppPontosControle ppPontosControle, rmDesvios)
problema(Relatório de Monitoramento do Projeto, Desvios, rmDesvios)

```

No contexto da Empresa-B, a revisão é realizada periodicamente pela equipe. Todas as revisões realizadas são apoiadas com o uso da “Matriz de Rastreabilidade” e as inconsistências detectadas são registradas em uma ferramenta de *bugtracking*. Assim, para cada inconsistência (problema) encontrada, uma *issue* é definida.

Quadro 4.47 Instanciação da revisão de inconsistências dos requisitos do Projeto da Empresa-B

```

reqTecnico(Proposta Técnica, Requisitos, ptRequisitos)
rVertical(Matriz de Rastreabilidade, Lista de Requisitos x Lista de Requisitos, mrReqxLr)
rHorizontal(Matriz de Rastreabilidade, Lista de Requisitos x Lista de Requisitos, mrReqxReq)
revisaoInconstancia(Plano do Projeto, Pontos de Controle, ppPontosControle)
apoiar(mrReqxLr, ppPontosControle)
apoiar(mrReqxReq, ppPontosControle)
revisar(ppPontosControle, ptRequisitos)
produzir(ppPontosControle, fbTicketInconstancia)
problema(Ferramenta de Bugtracking, Issue, fbIssue)

```

Por fim, a Empresa-C utiliza a funcionalidade de *issue* de uma ferramenta de *bugtracking* para registrar cada inconsistência detectada. Como grande parte das informações do projeto está presente na ferramenta corporativa, e estas informações estão ligadas, é possível navegar entre as informações sequencialmente, auxiliando, dessa forma, a atividade de revisão. Ressalta-se que a ferramenta corporativa não possui uma funcionalidade de verificação automática de inconsistência, esta verificação é realizada manualmente por um operador.

Quadro 4.48 Instanciação da revisão de inconsistências dos requisitos do Projeto da Empresa-C

```

reqTecnico(Proposta Técnica, Requisitos, ptRequisitos)
rVertical(Ferramenta Corporativa, Link entre informações, fcLink)
rHorizontal(Ferramenta Corporativa, Link entre informações, fcLink)
revisaoInconstancia(Cronograma, Pontos de Controle, crPontosControle)
apoiar(fcLink, crPontosControle)
apoiar(fcLink, crPontosControle)
revisar(crPontosControle, ptRequisitos)
produzir(crPontosControle, fbIssue)

```

<i>desvio(Ferramenta de Bugtracking, Issue, fbIssue)</i>
--

Nas três empresas entrevistadas notou-se que o mecanismo de rastreabilidade institucionalizada é utilizado para apoiar as revisões de inconsistências entre os requisitos e os demais produtos de trabalho. Assim, pode-se validar o axioma GRE-D2.

Durante as revisões de inconstâncias dos requisitos, um conjunto de inconsistências é detectado e registrado, como descrito nos axiomas GRE-D3 e GRE-D4. Neste contexto, a Empresa-A utiliza um documento denominado de “Relatório de Monitoramento do Projeto” e as empresas Empresa-B e Empresa-C utilizam uma ferramenta de *bugtracking*. Como se pode notar, nas três empresas inconsistências (problemas) são detectadas e registradas.

4.3.2.5 Acompanhamento de Mudanças

O acompanhamento das mudanças nas três empresas foi instanciado na seção 4.3.1.12, que trata sobre o acompanhamento dos desvios do projeto. Isto foi realizado, pois, no contexto desta pesquisa, um desvio pode ser um problema ou uma mudança.

4.4 Avaliação e Interpretação dos Resultados

Como foi mencionado, o domínio de interesse desta pesquisa consiste em definir os relacionamentos de dependência entre as práticas específicas dos processos/áreas de processo de GPR e GRE. As evidências destas práticas são produzidas pelas empresas desenvolvedoras de *software* a partir da institucionalização das boas práticas de gerência de projetos e gerência de requisitos. Por este motivo, definiu-se que o universo de discurso da ontologia refere-se às práticas presentes nestes processos/áreas de processo.

Em relação à definição dos recursos do projeto, foi definida uma classe denominada de “ConhecimentosNecessarios”. Esta classe denota o conceito das habilidades e conhecimentos necessários da equipe para executar o projeto. Esse conceito é implícito na fase de execução do projeto e programas de melhoria não explicitam a sua necessidade. Entretanto, a necessidade de treinamento dos envolvidos é uma evidência necessária para os programas de melhoria. Assim, para produzir coerência nos relacionamentos das classes da ontologia, na qual a falta de conhecimentos necessários é o fator gerador da necessidade de treinamento, precisou-se definir a classe “ConhecimentosNecessarios”.

Outro ponto que deve ser mencionado, relaciona-se à definição da classe “RevisaoProjeto”. Esta classe estabelece a necessidade de evidenciar a realização de reuniões entre os interessados para confirmar o seu comprometimento. Nas três empresas entrevistadas a descrição do documento que evidencia a realização da referida reunião serve de base para que os interessados decidam a aceitação ou rejeição do planejamento do projeto (por meio de assinaturas).

Percebeu-se também que as três empresas desenvolvedoras de *software* definem os requisitos em uma estrutura mais técnica possível, não existindo a transição entre requisitos de cliente e requisitos técnicos. Por este motivo, ao instanciar estes conceitos, suas sintaxes ficam idênticas. Como consequência, durante a definição da rastreabilidade não há a necessidade de mapear os requisitos de cliente aos requisitos técnicos. Entretanto, optou-se em manter a separação destes dois conceitos com o objetivo de manter uma estrutura genérica e compatível com os modelos CMMI-DEV e MR-MPS-SW. Nestes modelos, nota-se a evidente separação de requisitos de cliente e requisitos técnicos, obviamente não obrigando que sejam entidades diferentes.

Outro ponto que deve ser comentado refere-se à cardinalidade entre “RevisaoInconsistenciaRequisitos” e “Desvio”, onde foi modelada como uma relação de um para um ou mais. Neste sentido, baseado no universo de possibilidades, é possível que durante uma revisão de inconsistência de requisitos nenhum desvio seja detectado. Porém, durante as avaliações de programas de melhoria é obrigatória a presença de pelo menos um desvio em cada projeto. Este desvio é necessário para que o avaliador verifique se o processo de desenvolvimento da empresa é capaz de gerenciar os desvios detectados durante um projeto, além de garantir que as práticas sugeridas nos modelos estão sendo atendidas. Desta forma, servindo como uma evidência de que as práticas específicas 1.3 e 1.5 do CMMI-DE ou os resultados esperados GRE4 e GRE5 do MR-MPS-SW estão satisfeitos.

Em relação à rastreabilidade, notou-se certa dificuldade durante a elaboração dos seus axiomas. Isto se deu pelo fato da própria natureza do conceito de rastreabilidade, que busca associar dependências entre duas ou mais entidades. Houve questionamentos da necessidade em definir axiomas de relacionamentos de dependência entre os conceitos mapeados pela rastreabilidade. Entretanto, decidiu-se em não definir estes axiomas por dois motivos: (1) estes axiomas estariam no nível de conteúdo, ou seja,

suas instâncias seriam conceitos/produtos intermediários, não fazendo parte do escopo desta pesquisa; e (2) a própria estrutura da ontologia permite a visualização das dependências dos produtos de trabalho (instâncias dos conceitos).

Por fim, notou-se que muitas das práticas recomendadas são satisfeitas por um mesmo produto de trabalho. Por este motivo os predicados dos conceitos da ontologia foram definidos como uma tripla (produto de trabalho, conteúdo/seção, variável representativa), tornando as instâncias únicas e facilitando a visualização das evidências sugeridas nos modelos de qualidade.

4.5 Considerações Finais

Este capítulo apresentou as instanciações dos axiomas definidos na ontologia desta pesquisa, por meio de evidências coletadas durante as entrevistas em empresas com avaliações oficiais do MPS.BR. A partir das instanciações, notou-se a grande dificuldade em homogeneizar o nível de granularidade das informações presentes em um universo de discurso. Entretanto, depois que essas informações são consolidadas, é possível definir uma estrutura de representação de conhecimento excelente.

Além de permitir a instanciação das ontologias, durante a pesquisa de campo, as informações coletadas durante as entrevistas contribuíram para a melhoria da ontologia e formulação de novos axiomas.

5 CONCLUSÕES

Neste capítulo são apresentadas as conclusões desta pesquisa, além das contribuições para a área de Engenharia e Qualidade de *Software*. São descritos, ainda, sugestões de trabalhos futuros para esta pesquisa.

5.1 Sumário do Trabalho

Este trabalho apresentou uma ontologia que define a representação dos relacionamentos de dependência entre as práticas presentes no processo/área de processo de Gerência de Projeto e Gerência de Requisitos do MR-MPS-SW e CMMI-DEV, buscando modelá-las baseado em processos de empresas de *software* oficialmente avaliadas.

Inicialmente, fez-se uma pesquisa bibliográfica sobre as práticas sugeridas nos referidos modelos. Pesquisou-se também sobre metodologias e formas de definição de ontologias. Além disso, buscou-se trabalhos que tratassem sobre engenharia e qualidade de *software* na área de ontologias.

Em seguida, definiu-se o universo de discurso da ontologia, estabelecendo seus conceitos e relacionamentos, além de questões nas quais a ontologia deve responder. Depois de definido o universo de discurso, foi elaborada a modelagem da ontologia, juntamente com os seus axiomas. Paralelamente, realizou-se uma pesquisa de campo em três empresas com avaliações oficiais, com o objetivo de apoiar a avaliação da pesquisa durante a instanciação da ontologia.

Depois, houve duas revisões por pares: a primeira revisão buscou encontrar inconsistências na semântica da modelagem, juntamente com um profissional da área de engenharia e qualidade de *software*; a segunda revisão buscou detectar problemas na estrutura dos axiomas, juntamente com um profissional com ampla experiência em lógica de primeira ordem. Ao final de cada revisão, a ontologia sofreu críticas e propostas de melhoria.

Finalmente, depois de realizados os ajustes propostos pelos revisores, foram utilizados os dados coletados na pesquisa de campo para realizar a instanciação dos axiomas da ontologia.

5.2 Análise dos Resultados

A seguir são apresentadas algumas contribuições obtidas durante o desenvolvimento deste trabalho:

- Modelagem da ontologia de dependências entre as práticas dos processos de GPR e GRE – a modelagem das práticas presentes nos processos de GPR e GRE é base desta pesquisa, pois, a partir desta modelagem, foi possível definir os axiomas. Além disso, a modelagem serve como uma estrutura de fácil visualização dos relacionamentos das práticas definidas nesta pesquisa;
- Instanciação da Ontologia – por meio da instanciação da ontologia, foi possível entender melhor os relacionamentos entre as práticas de GPR e GRE. Além disso, foi possível detectar falhas ou carências nos relacionamentos da ontologia. As instanciações descritas nesta pesquisa podem servir também como um modelo exemplificativo para instanciar outros processos de desenvolvimento de *software*.
- Bolsa de Iniciação científica – esta pesquisa serviu de base para o desenvolvimento de um trabalho de iniciação científica no contexto do PIBIC/UFGA recebendo bolsa do CNPq, no ano de 2012.
- Artigos Produzidos – foi publicado um artigo sobre o processo de desenvolvimento de requisitos no WER 2012 – Workshop de Engenharia de Requisitos 2012. Também foi publicado um artigo sobre a pesquisa no WTDQS 2012 – Workshop de Teses de Dissertações de Qualidade de Software 2012. Salienta-se, também, que foi aprovado um artigo na Revista Abakós, esperando apenas a sua publicação. Por fim, foi realizada uma publicação sobre uma ontologia de gerência de projetos no SBQS 2014 - Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software.

5.3 Trabalhos Futuros

Esta seção apresenta trabalhos que podem ser realizados, indicando algumas possíveis melhorias no trabalho e evoluções que podem torná-lo mais completo e adequado para mercado e academia.

5.3.1 Evoluir a ontologia para os níveis superiores de maturidade

A presente pesquisa define a ontologia apenas para os processos de GPR e GRE. Para se adequar na implementação nos níveis superiores do MPS.BR e contemplar totalmente o nível 2 do CMMI, pode-se, futuramente, definir novos relacionamentos com outros processos/áreas de processo.

5.3.2 Definir uma ferramenta baseada na ontologia para apoiar na integração das ferramentas do projeto SPIDER

O projeto SPIDER almeja estabelecer um *suíte* de ferramentas para contemplar os processos de programas de melhoria. Assim, pode-se construir uma ferramenta para apoiar na implementação de processos/áreas de processo aderentes às práticas do MPS.BR e CMMI. Empresas e consultores iniciantes que desejam definir um processo organizacional aderente ao CMMI ou MPS.BR poderão realizar, a partir da ferramenta, uma busca de sugestões de ativos para a implementação do seu processo, assim, apoiando implementações/avaliações oficiais. Atualmente, existe uma pesquisa de doutorado no contexto do projeto SPIDER, realizado por um aluno do PPGEE/UFPA, que almeja o referido resultado.

5.3.3 Analisar, adaptar (caso, necessário) e integrar a ontologia desta pesquisa com outras ontologias sobre modelos de qualidade

Uma das características de ontologias é a capacidade de evolução. Como um dos trabalhos futuros, pode-se analisar as ontologias sobre modelos de qualidade de software existentes, e buscar formas de integrá-las a esta pesquisa. Vale salientar que adaptações podem ser necessárias para realizar a referida integração.

5.3.4 Realizar a instanciações em outras empresas que sofreram avaliações oficiais de modelos de qualidade

Nesta pesquisa, foram realizadas instanciações sobre três empresas desenvolvedoras de software. O objetivo de realizar novas instanciações é buscar a melhoria e evolução contínua da ontologia, pois, cada empresa, pode possuir em seu processo, um conjunto de peculiaridades não previstas nos modelos de qualidade (consequentemente, não previstas na ontologia) . Assim, adaptações e melhorias poderão ser realizados para contemplar as referidas situações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, M. B. **Um modelo baseado em ontologias para a representação da memória organizacional**. Tese de Doutorado – UFMG, Belo Horizonte – MG. 2006.

BARLEY, M., *et al.* **The Neutral Representation Project**. Ontological Engineering - Working Notes, Stanford, California, 1997.

BOOCH, G., RUMBAUGH, J., JACOBSON, I. **The Unified Modeling Language User Guide - Second Edition**. Addison Wesley, 2005.

BORST, P., AKKERMANS, H. **Engineering ontologies**, Int. J. Human-Computer Studies, 1997.

BUNGE, M. **Ontology I: The Furniture of the World, volume 3 of Treatise on Basic Philosophy**, D.Reidel, Dordrecht, Holland, 1977.

CARNAP, R. **Introduction to Symbolic Logic and Its Application**, Dover Publications, Inc., New York, 1958.

CARVALHO, M. S. **Mapeando a ISO 9001 para o CMMI**. Monografia de Bacharelado em Ciência da Computação – Faculdade de Lorenço Filho, Fortaleza-CE. 2007.

CHANDRASEKARAN, B., *et al.* **Task-Structure Analysis for Knowledge Modeling**. Knowledge Oriented Software Design, Elsevier Science Publishers B.V, 1993.

COLENCI NETO, A. **Proposta de um Modelo de Referência para Desenvolvimento de Software com Foco na Certificação do MPS.BR**. Tese de Doutorado – Instituto Alfredo Luiz de Coimbra - UFRJ/COPPE , Rio de Janeiro – RJ. 2008.

DUARTE, K. C., FALBO, R. A. **Uma Ontologia de Qualidade de Software**. WQS2000 – Workshop de Qualidade de Software. João Pessoa, 2000.

FALBO, R. A., **Integração de Conhecimento em um Ambiente de Desenvolvimento de Software**, Tese de Doutorado, COPPE/UFRJ, Dezembro 1998.

FALBO, R. A. **A Experiência na Definição de um Processo Padrão Baseado no Processo Unificado**, II Simpósio Internacional de Melhoria de Processo de Software, São Paulo, 2000.

FALBO, R. A. **Uma Ontologia de Riscos de Software**. SBQS2010 – IX Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software. Belém, 2010.

FALBO, R. A. *et. al.* **Uso de uma Ontologia de Avaliação de Software para o Desenvolvimento e Integração de Ferramentas.** SBQS2009 – VIII Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software. Ouro Preto, 2009.

FENSEL, D. **Ontologies: Silver Bullet for Knowledge Management and Electronic Commerce.** 1.ed. Springer Verlag, 2001.

FERCHICHI, A. *et. al.* **An Ontology for Quality Standards Integration in Software Collaborative Projects.** In: First International Workshop on Model Driven Interoperability for Sustainable Information Systems, Montpellier, pp. 17–30. 2008.

FERREIRA, A. B. H. **Dicionário Aurélio Básico da Língua Portuguesa.** Rio de Janeiro, 1988.

FÉRNANDEZ, M., GÓMEZ-PÉREZ, A., JURISTO, N., **METHONTOLOGY: From Ontological Art Towards Ontological Engineering.** Ontological Engineering - Working Notes, Stanford, California, 1997.

FOX, M.S., *et al.* **A Common-Sense Model of the Enterprise.** Proceedings of the 2nd Industrial Engineering Research Conference, 1993.

FUGGETA, A. **Software process: a roadmap.** In Proceedings of the Conference on the Future of Software Engineering. ICSE '00. ACM, New York, NY, 2000.

FURTADO, J. C. C. **SPIDER-ACQ: Uma Abordagem para a Sistematização do Processo de Aquisição de Produtos e Serviços com Base em Multi-Modelos de Qualidade.** Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Ciências da Computação (PPGCC) – UFPA – PA. 2011.

GENESERETH, M. R.; NILSSON, N. J. **Logical foundation of artificial intelligence.** California: Morgan Kaufmann , 1987.

GÓMEZ-PÉREZ, A. **Ontological Engineering: A state of the art.** British Computer Society. 1999.

GÓMEZ-PÉREZ, A., FERNÁNDEZ, M., VICENTE, A.J. **Towards a Method to Conceptualize Domain Ontologies.** ECAI'96 - Workshop on Ontological Engineering, Budapest, August, 1996.

GRUBER, T.R. **Ontolingua: A mechanism to support portable ontologies, version 3.0.** Technical Report, Knowledge Systems Laboratory, Stanford University, California, 1992.

GRÜNINGER, M., FOX, M.S. **Methodology for the Design and Evaluation of Ontologies.** Technical Report, University of Toronto, 1995.

GUARINO, N. **Formal ontology, conceptual analysis and knowledge representation,** Int. Journal of Human-Computer Studies, 1995.

GUARINO, N. **Understanding, Building, and Using Ontologies.** International Journal of Human and Computer Studies. 1997.

GUARINO, N. **Formal Ontologies and Information Systems**. First International Conference (FOIS). Trento, Itália. 1998.

GUERRA, A.C., COLOMBO, R.M.T. **Tecnologia da Informação – Qualidade de Produto de Software**. PBQP Software, Ministério da Ciência e Tecnologia, Secretaria de Política de Informática, 2009.

GUIMARÃES, F. J. Z. **Utilização de ontologias no domínio B2C**, Dissertação de Mestrado, PUC-Rio, 2002.

GUIZZARDI, G. **Uma Abordagem Metodológica de Desenvolvimento para e com Reuso, Baseada em Ontologias Formais de Domínio**, Dissertação de Mestrado, UFES, Vitória, 2000.

HEIJST, G., SCHREIBER, A.T., WIELINGA, B.J. **Using explicit ontologies in KBS development**, Int.J. Human-Computer Studies, 1997.

HOBBS, J.R. **Sketch of an ontology underlying the way we talk about the world**, Int. Journal of Human-Computer Studies, 1995.

HORRIDGE, M., *et. al.*, **A Practical Guide to Building OWL Ontologies Using Protégé 4 and CO-ODE Tools – Edition 1.1**. University of Manchester. 2007.

HUANG, D. B., ZHANG, W. **CMMI in Medium & Small Enterprises: Problems and Solutions**. The 2nd IEEE International Conference on Information Management and Engineering (ICIME). Chine, 2010.

HUMPHREY, W. S. **Managing the Software Process**, The SEI Series in Software Engineering. Addison-Wesley, 1989.

HUMPHREYS, B.L., LINDBERG, D.A.B. **The UMLS project: making the conceptual connection between users and the information they need**, Bulletin of the Medical Library Association, 1993.

JONES D. *et. al.* **Methodologies for ontology development**. In: Proceedings of IT&KNOWS conference, XV IFIP world computer congress, 1998.

ISO/IEC- International Organization for Standardization/ The International Electrotechnical Commission. **15504: Information Technology – Process Assessment. Part 1 – Concepts and vocabulary; part 2 – Performing an assessment; part 3 – Guidance on performing an assessment; part 4 – Guidance on use for process improvement and process capability determination; and part 5 – An exemplar process assessment model**. 2003.

ISO/IEC - International Organization for Standardization/ The International Electrotechnical Commission. **ISO/IEC 12207 Systems and software engineering– Software life cycle processes**. Geneve, 2008.

ISO/IEC – International Organization for Standardization/ The International Electrotechnical Commission. **ISO/IEC 20000 Information Technology – Service Management**. Geneve, 2011.

KARP, P.D. **A Qualitative Biochemistry and Its Application to the Regulation of the Tryptophan Operon**. Artificial Intelligence and Molecular Biology, AAAI Press, 1993.

LENAT, D.B, GUHA, R.V., PITTMAN, K. **Cyc: toward programs with common sense**, Communications of the ACM, 1990.

LIMA, J. C., CARVALHO, C. L. **Ontologias – OWL (Ontology Web Language)**. Relatório Técnico. Universidade Federal de Goiás – UFG. 2005.

MAEDCHE, A. **Ontology Learning for the Semantic Web**. 1.ed. Kluwer academic publisher, 2002.

MELLO, M. S. **Melhoria de Processo de Software Multi-Modelos Baseada nos Modelos MPS e CMMI-DEV**. Dissertação de Mestrado – Escola de Engenharia de São Carlos - USP, São Carlos – SP. 2011.

MORGADO, G. P. *et al.* **Práticas do CMMI como Regras de Negócio**. São Paulo: Produção, 2007.

MUSEN, M. A., *et al.* **PROTEGE-II: Computer support for development of intelligent systems from libraries of components**, Proceedings of MEDINFO'95 - Eighth World Congress on Medical Informatics, 1995.

O'LEARY, D. E. **Impediments in the use of explicit ontologies for KBS development**. Int. J. Human-Computer Studies, 1997.

OLIVEIRA, K., ROCHA, A.R., TRAVASSOS, G.H., MATWIN, S. **Towards a Domain-Oriented Software Development Environment for Cardiology**, CAiSE'98, 5th Doctoral Consortium, Pisa, Italy, 1998.

OLIVEIRA, K., *et al.* **Projeto Spider – Software Process Improvement: DEvelopment and Research**, XI Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software – SBQS 2012. Fortaleza – CE, 2012.

PFLEEGER, S. L., **Software Engineering: theory and practice, 2nd edition**. Prentice-Hall, Inc., ISBN 0-13-029049-1, 2001.

PMI – Project Management Institute. **A Guide To The Project Management Body of Knowledge**. 4. ed. Newton Square: PMI Publications, 2008.

PRESSMAN, R. S. **Software Engineering: A Practioner's Approach - 7th edition**. McGraw-Hill, 2010.

REIS, C. R. **Caracterização de um Modelo de Processo para Projetos de Software Livre**. Dissertação (Mestrado). Instituto de Ciências Matemática e Computação. São Carlos, São Paulo. 2001.

SCHOTS, N. C. L. *et al.* **Lições Aprendidas em Implementações de Melhoria de Processos em Organizações com Diferentes Características**. Anais do VII Workshop Anual do MPS.BR – WAMPS, Campinas – SP, 2011.

SEI – Software Engineering Institute. **Capability Maturity Model Integration for Development – CMMI-Dev**. Versão 1.3. Carnegie Mellon. 2010.

SHARIFLOO, A. A. *et. al.* **An Ontology for CMMI-ACQ Model**. 3rd International Conference on Information and Communication Technologies: From Theory to Applications. Damascus, 2008.

SILVA, E. L. e MENEZES, E. M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração da Dissertação**. 3. ed. rev. Atual – Laboratório de Ensino a Distância da UFSC. Florianópolis, Brasil, 2001.

SMITH, H. **Establishing the Foundations for the Specifications of the Next Generation (Advanced) Air Traffic Management Systems**. EUROCONTROL EATMS Architecture Workshop, 1996.

SOFTEX, **Melhoria do Processo de Software Brasileiro – Guia de Implementação - Parte 1: Fundamentação para Implementação do Nível G do MR-MPS**. 2011.

SOFTEX. **Melhoria do Processo de Software Brasileiro– Guia Geral MPS de Software**. 2012a.

SOFTEX. **Total de organizações com Avaliação MPS (vigentes ou não): quadro-resumo por ano, níveis do MR-MPS e regiões geográficas**. Disponível em: http://www.softex.br/mpsbr/_avaliacoes/default.asp. Última atualização em 22 de Junho de 2012b.

SOFTEX. **Melhoriado Processo de Software Brasileiro – Guia de Implementação - Parte 11: Implementação e Avaliação do MR-MPS-SW:2012 em Conjunto com o CMMI-DEV v1.3**. 2012c.

SOFTEX. **Melhoriado Processo de Software Brasileiro – Guia de Implementação - Parte 1: Fundamentação para Implementação do Nível G do MR-MPS**. 2013.

SOFTWARE ENGINEERING INSTITUTE – SEI. **Capability Maturity Model Integration (CMMI) for Development**. Version 1.3. Carnegie Mellon, USA. 2010.

SOMMERVILLE, I. **Software Engineering - 9th edition**. Addison-Wesley, 2010.

SOUZA, J. N. S. **Uma Proposta de Framework de Avaliação de Processos de Software Aderente ao MA-MPS e SCAMPI A**. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Ciências da Computação (PPGCC) – UFPA – PA. 2013.

SOWA, J.F. **Top-level ontological categories**, International Journal of Human-Computer Studies, 1995.

SOYDAN, S. H., KOKAR M. M. **An OWL Ontology for Representing the CMMI-SW Model**. 2nd International Workshop on Semantic Web Enabled Software Engineering. Athens-GA, 2006.

SWARTOUT, B., PATIL, R., KNIGHT, K., RUSS, T. **Toward Distributed Use of Large-Scale Ontologies**. Ontological Engineering - Working Notes, Stanford, California, 1997.

USCHOLD, M.; KING, M. **Towards a Methodology for Building Ontologies**. Workshop on Basic Ontological Issues in Knowledge Sharing, IJCAI'95. 1995.

USCHOLD, M.; GRUNINGER, M. **Ontologies: principles, methods an applications.** Knowledge Engineering Review. Canada, 1996.

VALENTE, A. **Legal Knowledge Engineering - A Modelling Approach.** IOS Press. 1995.

VET, D. V., P.E., MARS, N.J.I. **Structured System of Concepts for Storing, Retrieving and Manipulating Chemical Information,** Journal of Chemical Information and Computer Sciences, 1993.

YOSHIDOME, E. Y. C., OLIVEIRA, S. R. B. **Uma Ontologia que Estabelece os Relacionamentos de Dependência entre as Práticas de Gerência de Projetos constantes nos modelos CMMI-DEV e MR-MPS-SW.** SBQS 2014 - XIII Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software. Blumenau, 2014.

YOSHIDOME, E. Y. C., *et. al.* **Uma Apoio Sistematizado à Implementação do Processo de Desenvolvimento de Requisitos do MPS.BR e CMMI a partir do Uso de Ferramentas de Software Livre.** WER 2012 - Workshop de Engenharia de Requisitos. Buenos Aires, 2012.

YOSHIDOME, E. Y. C., OLIVEIRA, S. R. B. **Uma Proposta de um Metamodelo de Dependências entre Práticas Existentes no CMMI Nível 2 e MPS.BR Nível F.** WTDQS 2012 - Workshop de Teses e Dissertações de Qualidade de Software. Fortaleza, 2012.

APÊNDICE A – ACORDO DE CONFIDENCIALIDADE

Este capítulo apresenta o acordo de confidencialidade utilizado nas empresas Empresa-A, Empresa-B e Empresa-C, para realizar a pesquisa de campo.

Acordo de Confidencialidade

O presente acordo é feito para facilitar uma discussão aberta e franca dos processos da organização avaliada, de maneira que os problemas críticos possam ser abordados e os respectivos processos melhorados. Este acordo estabelece um entendimento mútuo, entre a equipe de melhoria e aqueles que participam da organização (NOME), de que os seguintes pontos serão observados no tratamento de toda informação recolhida, de maneira permanente.

- 1- Os membros da equipe de melhoria, individual e coletivamente, concordam em tratar como confidencial toda informação coletada de revisões de artefatos, entrevistas com líderes de projeto, entrevistas com representantes de áreas funcionais e entrevistas com a direção. Esta informação não será relatada a ninguém fora da equipe de melhoria, de maneira que possam ser identificadas pessoas ou projetos como fontes de informação.
- 2- Os resultados da melhoria e qualquer outra informação contida nas suas conclusões, recomendações e relatório final, serão apresentadas somente de forma sumária, de maneira que nenhuma pessoa possa ser identificada.
- 3- Cada participante (membros da equipe de melhoria e entrevistados) concorda em não discutir, comunicar ou compartilhar informação que tenha obtido durante as entrevistas ou discussões com nenhuma outra pessoa que não pertença à equipe de melhoria. Para continuar participando da melhoria, cada participante aceita acatar os princípios de confidencialidade aqui estabelecidos.
- 4- Uma cópia dos resultados da avaliação será mantida em uma base de dados confidencial pelo líder da equipe de melhoria, abaixo assinado, podendo ser utilizada posteriormente para análises ou pesquisas solicitadas pela organização e para fins exclusivamente acadêmicos (escrita de artigos em eventos e periódicos e

desenvolvimento de dissertações), sem que haja qualquer divulgação de dados que permita identificação das organizações (como Nome, Endereço, Responsável, etc.) e profissionais envolvidos.

As assinaturas abaixo expressam a concordância quanto ao cumprimento dos termos deste acordo, por prazo indeterminado.

Local e data: <completar>

Membros da Equipe de Melhoria:

Implementador Líder: <nome>

Implementador Adjunto: <nome>

Implementador Adjunto: <nome>

Organização: <nome do patrocinador>, <nome da organização>

Representante da Empresa: <nome>

Representante da Empresa <nome>

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DA PESQUISA DE CAMPO

Este capítulo contém o questionário utilizado para realizar a pesquisa de campo nas empresas Empresa-A, Empresa-B e Empresa-C. Ressalta-se que as questões utilizadas foram retidas da planilha de indicadores do MPS.BR.

1. GPR1 – As evidências apresentadas para este resultado permitem assegurar que o escopo do projeto foi definido?
2. GPR2 – As evidências apresentadas para este resultado permitem assegurar que o tamanho e/ou a complexidade das tarefas e dos artefatos gerados no projeto foram estimados utilizando métodos adequados (ex: baseados na EAP ou estrutura equivalente, em técnicas de estimativa ou em dados históricos)?
3. GPR3 – As evidências apresentadas para este resultado permitem assegurar que o modelo do ciclo de vida do projeto foi definido, indicando suas fases, as relações de sequência e interdependência entre elas?
4. GPR4 – As evidências apresentadas para este resultado permitem assegurar que foram realizadas estimativas de custo e esforço para tarefas e produtos de trabalho com base em dados históricos ou métodos de estimativas e que foram documentadas as suas justificativas?
5. GPR5 – As evidências apresentadas para este resultado permitem assegurar que:
(i) o orçamento e o cronograma foram definidos, revistos e atualizados ao longo do desenvolvimento, conforme necessário?; (ii) o cronograma possui marcos

e/ou pontos de controle?; (iii) o cronograma estabelece as dependências entre tarefas?

6. GPR6 – As evidências apresentadas para este resultado permitem assegurar que:
(i) existe uma lista dos riscos identificados para o projeto? (ii) foi realizada uma análise para determinar a probabilidade, o impacto, o grau de importância (exposição) e a prioridade de cada risco?
7. GPR7 – As evidências apresentadas para este resultado permitem assegurar que:
(i) a equipe do projeto foi selecionada a partir das competências requeridas para realizar as atividades do projeto e considerando o perfil dos candidatos?; (ii) foi planejado treinamento, quando necessário?
8. GPR8 – As evidências apresentadas para este resultado permitem assegurar que foram planejados os recursos e o ambiente de trabalho necessários? (obs: aqui trata-se de outros recursos que não recursos humanos).
9. GPR9 – As evidências apresentadas para este resultado permitem assegurar que existe um plano para gerência de dados, que relacione todos os documentos gerados no projeto, sua distribuição, mídia para armazenamento, forma de proteção (segurança e sigilo) e recuperação dos dados?
10. GPR10 – As evidências apresentadas para este resultado permitem assegurar que as informações de planejamento do projeto foram documentadas, organizadas e relacionadas entre si, de forma a comporem o plano de projeto?
11. GPR11 – As evidências apresentadas para este resultado permitem assegurar que a viabilidade do projeto foi avaliada de forma explícita, e considerando critérios como os objetivos do projeto, os recursos financeiros, técnicos, humanos, bem como das restrições impostas pelo cliente?

12. GPR12 – As evidências apresentadas para este resultado permitem assegurar que há registro de que todos os interessados tomaram conhecimento, revisaram e se comprometeram com o planejamento do projeto?
13. GPR13 – As evidências apresentadas para este resultado permitem assegurar que o projeto foi monitorado, ao longo do seu ciclo de vida, a definição do escopo, prazo, esforço, custos, cronograma sempre comparando o planejado e o realizado?
14. GPR14 – As evidências apresentadas para este resultado permitem assegurar que o projeto foi monitorado, ao longo do seu ciclo de vida, os recursos em geral utilizados no projeto, sempre comparando o planejado e o realizado?
15. GPR15 – As evidências apresentadas para este resultado permitem assegurar que o projeto foi monitorado, ao longo do seu ciclo de vida, a lista de riscos do projeto, sempre comparando o planejado e o realizado?
16. GPR16 – As evidências apresentadas para este resultado permitem assegurar que o que foi planejado em relação ao envolvimento das partes interessadas foi monitorado e se existe evidência de que os compromissos assumidos foram cumpridos ou negociados?
17. GPR17 – As evidências apresentadas para este resultado permitem assegurar que ocorreram revisões nos marcos do projeto e em outros pontos estabelecidos no planejamento, que complementam o acompanhamento do dia-a-dia com uma visão mais ampla e abrangente do projeto?
18. GPR18 – As evidências apresentadas para este resultado permitem assegurar que existem registros de identificação e análise dos problemas ocorridos no projeto e de que estes problemas foram tratados com os interessados?
19. GPR19 – As evidências apresentadas para este resultado permitem assegurar que: (i) na monitoração do projeto foram identificadas ações corretivas, tanto

para corrigir desvios em relação ao planejado, quanto para prevenir a repetição dos problemas identificados? (ii) estas ações foram acompanhadas e investigadas quanto à efetividade, antes de serem consideradas concluídas? (iii) os problemas e as ações corretivas foram repassados para níveis hierárquicos superiores, quando necessário, para garantir sua conclusão?

20. GRE1 – As evidências apresentadas para este resultado permitem assegurar: (i) que as pessoas autorizadas a definir e a alterar requisitos foram identificadas? (ii) que existe um documento de requisitos que represente seu entendimento? (iii) que foram definidos critérios para análise de requisitos e que estes foram usados como base para a avaliação e a aceitação dos requisitos do projeto?
21. GRE2 – As evidências apresentadas para este resultado permitem assegurar: (i) que foi obtido e registrado um comprometimento formal da equipe técnica com os requisitos aprovados? (ii) que um novo comprometimento da equipe técnica com os requisitos foi obtido e registrado quando houve mudanças nos requisitos?
22. GRE3 – As evidências apresentadas para este resultado permitem assegurar que foi criada e mantida, ao longo do projeto, a rastreabilidade bidirecional entre os requisitos e demais produtos de trabalho, incluindo os planos do projeto e as unidades de código?
23. GRE4 – As evidências apresentadas para este resultado permitem assegurar: (i) que foram executadas revisões para identificar inconsistências em planos e demais produtos de trabalho do projeto, com base nos requisitos? (ii) que foram executadas ações para corrigir inconsistências identificadas ao longo do projeto?
24. GRE5 – As evidências apresentadas para este resultado permitem assegurar: (i) que existe um histórico das solicitações de mudança em requisitos do projeto, disponível para a equipe do projeto? (ii) que foi realizada uma análise do impacto destas mudanças antes de sua implementação? (iii) que a mudança foi incorporada ao planejamento do projeto antes de ser executada?