



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação

ALESSANDRO VIOLA PIZZOLETO

**ONTOLOGIA EMPRESARIAL DO
MODELO DE REFERÊNCIA MPS PARA
SOFTWARE (MR-MPS-SW) COM FOCO
NOS NÍVEIS G E F**

São José do Rio Preto - SP

2013

ALESSANDRO VIOLA PIZZOLETO

ONTOLOGIA EMPRESARIAL DO MODELO DE
REFERÊNCIA MPS PARA SOFTWARE (MR-MPS-SW)
COM FOCO NOS NÍVEIS G E F

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação, junto ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, Área de Concentração - Sistemas de Computação, do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, câmpus de São José do Rio Preto.

Orientadora: Profa. Dra. Hilda Carvalho de Oliveira

São José do Rio Preto - SP

2013

ALESSANDRO VIOLA PIZZOLETO

ONTOLOGIA EMPRESARIAL DO MODELO DE
REFERÊNCIA MPS PARA SOFTWARE (MR-MPS-SW)
COM FOCO NOS NÍVEIS G E F

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação, junto ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, Área de Concentração - Sistemas de Computação, do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, câmpus de São José do Rio Preto.

Banca Examinadora

Profa. Dra. Hilda Carvalho de Oliveira
UNESP – Rio Claro
Orientador

Prof. Dr. Kechi Hirama
USP – São Paulo

Prof. Dr. João Porto
USP – São Carlos

São José do Rio Preto - SP

2013

Pizzoleto, Alessandro Viola.

Ontologia empresarial do modelo de referência MPS para software (MR-MPS-SW) com foco nos níveis G e F / Alessandro Viola Pizzoleto.

- São José do Rio Preto: [s.n.], 2013.

147 f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Hilda Carvalho de Oliveira

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas

1. Engenharia de software. 2. Ontologia (Recuperação da informação) 3. Estrutura de dados (Computação) 4. Gestão de processos. 4. Usabilidade. I. Oliveira, Hilda Carvalho de. II. Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas. III. Título.

CDU - 004.41

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca do IBILCE
Campus de São José do Rio Preto - UNESP

Agradecimentos

A Deus, pela saúde e força de vontade, determinantes para atingir os objetivos traçados e por ter colocado pessoas tão especiais no meu caminho.

À minha esposa, Geisla, por toda paciência, incentivo, conselhos e companheirismo em todos os momentos, principalmente nos mais difíceis, em que sempre esteve ao meu lado com todo seu Amor e dedicação. Sem seu apoio não teria conseguido chegar aonde cheguei.

À Profa. Dra. Hilda Carvalho Oliveira, orientadora, pelo apoio imprescindível, pela amizade, carinho, confiança e, principalmente, por ter acreditado e investido seu tempo nesse aluno para a realização deste trabalho de pesquisa.

Aos profissionais Fernando Henrique Basilio Granzotto, Gustavo Vaz Nascimento, Kechi Hiramã, Marco Antônio Guimarães, Leandro Bodo, Felipe Alexandre Graspapelo, Renan Stuchi e Reginaldo Zanetta Spessotto, que concordaram em participar dos testes de usabilidade, contribuindo, com seus conhecimentos, na evolução do trabalho.

Aos professores Prof. Dr. Antônio Francisco do Prado e Prof. Dr. Sérgio Donizetti Zorzo, da Universidade Federal de São Carlos, por me apresentarem o caminho da pesquisa científica e me auxiliarem a conquistá-lo.

“Seja a mudança que você deseja ver no mundo”.

(Mahatma Gandhi)

RESUMO

Este trabalho apresenta uma proposta que objetiva contribuir com a compreensão do Modelo de Referência MPS para Software (MR-MPS-SW), facilitando a sua implantação, principalmente em micros, pequenas e médias empresas (mPME) produtoras de software. Outro objetivo é contribuir com a uniformização do conhecimento do MR-MPS-SW entre todos os envolvidos nos processos de implantação, consultoria e avaliação do modelo. O MR-MPS-SW possui sete níveis de maturidade, de A (maior nível) a G (menor nível). A proposta trata de uma nova forma de organizar o conhecimento do MR-MPS-SW através da definição de uma ontologia empresarial implementada em OWL para os níveis G e F. Esses níveis requerem grandes desafios na mudança da cultura organizacional, bem como no gerenciamento de projetos, garantia da qualidade e medições. Para apoiar o usuário com uniformização dos termos de Gerência de Projetos, foram associados conceitos e terminologia do PMBOK (*Project Management Body of Knowledge*). Indicadores do modelo BSC (*Balanced Scorecard*) foram integrados ao modelo MR-MPS-SW para facilitar futuras iniciativas de alinhamento com o planejamento estratégico da empresa e modelo de negócios. Para isso, este trabalho providenciou uma sistemática para avaliação de uma versão alpha da ontologia, através de técnicas usadas em testes de usabilidade na Engenharia de Software. Essa avaliação mostrou como a ontologia facilitou o entendimento de usuários com diferentes níveis de conhecimento no MR-MPS-SW. Também proporcionou recomendações para melhorias na ontologia. Uma versão beta foi disponibilizada em repositórios gratuitos para ser avaliada por mPME e pessoas interessadas no modelo MPS-SW.

Palavras-chave: Qualidade de software. MPS.BR. MR-MPS-SW. PMBOK. BSC. Ontologia. Ontologia empresarial. Gestão de processos. Teste de usabilidade.

ABSTRACT

This work presents a proposal that aims to contribute to the understanding of MPS Reference Model for Software (MPS-SW), facilitating its deployment, especially in micro, small and medium enterprises (MSME) of software development. Another goal is to contribute to the standardization of the knowledge of the MPS-SW among stakeholders in the process of implantation, consulting and evaluation of the model. The MPS-SW has seven levels of maturity, from A (highest level) to G (lower level). This proposal is a new way of organizing knowledge of the MPS-SW through the definition of an enterprise ontology in OWL for G and F levels. These levels require great efforts in changing organizational culture, as well as project management, quality assurance and measurements. . Terminology and concepts of the PMBOK (Project Management Body of Knowledge) were associated to the ontology, in order, to support the user in terms of standardization of project management. Indicators of the BSC Model (Balanced Scorecard) were integrated into the MPS-SW model to facilitate future initiatives for alignment with the strategic planning and business model. For this purpose this work provided a systematic evaluation of an alpha release of the ontology using techniques of usability testing in Software Engineering. The evaluation showed how ontology facilitated the understanding of users with different levels of knowledge on the MR-MPS-SW. It also provided the definition of recommendations for improvements in the ontology. A beta version was made available in free ontology repositories to be evaluated by MSME and people interested in the MPS-SW model.

Keywords: *Software quality. MPS.BR. MPS-SW. PMBOK. BSC. Ontology. Enterprise ontology. Process management. Usability testing.*

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 - Proposta de ontologia dos níveis G e F do MR-MPS-SW.	21
Figura 2 - Componentes do programa MPS.	25
Figura 3 - Níveis de maturidade: MR-MPS-SW x CMMI.	31
Figura 4 - Diagrama de classes com os elementos do MPS-SW, com os níveis G e F (simplificado).....	35
Figura 5 - Fluxo de processos de acordo com o Guia PMBOK.	39
Figura 6 - Perspectivas do modelo BSC.....	42
Figura 7 - Relação hierárquica entre tipos de ontologias.	49
Figura 8 - Base formal de algumas linguagens para construção de ontologias.	53
Figura 9 - Relação entre as linguagens para construção de ontologias.	53
Figura 10 - Parte introdutória de um arquivo OWL.	55
Figura 11 - Cabeçalho da ontologia em OWL.	55
Figura 12 - Corpo da ontologia em OWL.....	55
Figura 13 - Interface principal da ferramenta Protégé.	57
Figura 14 - Interface principal da ferramenta OntoEdit.	58
Figura 15 - Interface da ferramenta OilEd 3.4.....	59
Figura 16 - Fases da metodologia empresarial de Uschold e King (1995).....	61
Figura 17 - Estrutura organizacional dos guias do MR-MPS-SW, incluindo os níveis G e F.....	67
Figura 18 - Diagrama mostrando interdependências entre os níveis G e F.	68
Figura 19 - Formato do Termo de Abertura de Projeto.	69
Figura 20 - Definição do ciclo de vida do projeto para organizações distintas.	69
Figura 21 - Descrição do ciclo de vida para o Plano de Projeto.....	70
Figura 22 - Características para o Termo de Abertura do Projeto.....	71
Figura 23 - Conceitos da perspectiva de aprendizagem e renovação	75
Figura 24 - Referência cruzada entre o diagrama, PMBOK, BSC, entrevistas e os guias G e F.	76
Figura 25 - Superclasses e subclasses da ontologia proposta.	78
Figura 26 – Propriedades de objetos (<i>objects properties</i>) da ontologia.	78
Figura 27 - Interdependência entre os níveis G e F.	79
Figura 28 - Exemplo de informações complementares para o nível F.	79
Figura 29 - Ontologia proposta hospedada no repositório http://www.daml.org/ontologies	81
Figura 30 - Tipos de testes durante o ciclo de desenvolvimento de um produto.	83
Figura 31 - Ciclo do teste de usabilidade.	87
Figura 32 - Disposição dos equipamentos para execução do teste.....	94
Figura 33 - Participante durante o teste de usabilidade da ontologia.....	95
Figura 34 - Tela do software Morae TechSmith Observer durante execução do teste de usabilidade.	96
Figura 35 - Tela principal do software Morae TechSmith Manager.	97

Figura 36 - Exemplo de tela de observação do Participante nº 1.....	137
Figura 37 - Exemplo de tela de observação do Participante nº 2.....	138
Figura 38 - Exemplo de tela de observação do Participante nº 3.....	138
Figura 39 - Exemplo de tela de observação do Participante nº 4.....	139
Figura 40 - Exemplo de tela de observação do Participante nº 5.....	139
Figura 41 - Exemplo de tela de observação do Participante nº 6.....	140
Figura 42 - Exemplo de tela de observação do Participante nº 7.....	140
Figura 43 - Exemplo de tela de observação do Participante nº 8.....	141
Figura 44 - Exemplo de tela de observação do Participante nº 9.....	141

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 - Classificação das empresas quanto ao porte.	18
Tabela 2 - Recursos públicos captados pela SOFTEX (R\$).	24
Tabela 3 - Guias de Implementação do MR-MPS-SW.	30
Tabela 4 - Mapeamento entre os níveis de maturidade do MR-MPS-SW e CMMI.	30
Tabela 5 - Processos e atributos dos sete níveis do MR-MPS-SW.	34
Tabela 6 - Comparação da organização do MR-MPS-SW e PMBOK.	39
Tabela 7 - Descrição da metodologia para desenvolvimento de ontologias do projeto TOVE.	50
Tabela 8 - Descrição da ontologia <i>Methontology</i>	51
Tabela 9 - Resultados do modelo MPS-SW x Processos do PMBOK (<i>continua na pág. seguinte...</i>).	72
Tabela 10 - Exemplo para transformar um indicador intangível em tangível.	74
Tabela 11 - As dez heurísticas de Nielsen.	86
Tabela 12 - Perfil básico dos participantes.	90
Tabela 13 - Lista de tarefas com o respectivo grau de dificuldade.	92
Tabela 14 - Relação da Lista de Tarefas com as heurísticas de Nielsen.	93
Tabela 15 - Perfis dos participantes do teste de usabilidade da ontologia.	98
Tabela 16 - Tempo utilizado para conclusão da tarefa por participante.	100
Tabela 17 - Quantidade de erros ocorridos nas tarefas x participantes.	102
Tabela 18 - Descrição da legenda de questões apresentadas no Gráfico 4.	103
Tabela 19 - Descrição da legenda de questões apresentadas no Gráfico 5.	105
Tabela 20 - Descrição da legenda de questões apresentadas no Gráfico 6.	105
Tabela 21 - Relação dos pontos negativos segundo os participantes do teste de usabilidade.	107
Tabela 22 - Relação dos pontos positivos segundo os participantes do teste de usabilidade.	107
Tabela 23 - Correspondência entre as recomendações identificadas e heurísticas de Nielsen.	109
Tabela 24 - Identificação das tarefas para melhorias na ontologia v1.1.	109
Tabela 25 - Perfil básico dos participantes.	124
Tabela 26 - Lista de tarefas com o respectivo grau de dificuldade.	126
Tabela 27 - Perfil básico dos participantes.	128

LISTA DE GRÁFICOS

	Página
Gráfico 1 - Tempo médio para execução das tarefas do teste de usabilidade.....	99
Gráfico 2 - Quantidade média de solicitações de ajuda por tarefa durante o teste.	101
Gráfico 3 - Quantidade média de erros cometidos tarefas em cada tarefa durante o teste.	102
Gráfico 4 - Opiniões sobre a organização, nomenclatura e compreensão da ontologia.	104
Gráfico 5 - Opinião dos participantes analisando a simplicidade das informações na ontologia.	105
Gráfico 6 - Opiniões sobre o desenvolvimento do Termo de Abertura com os guias MR-MPS-SW (Q6) e com a ontologia (Q7).	106
Gráfico 7 - Tempo de execução das tarefas do Participante nº 1 (Iniciante).	142
Gráfico 8 - Tempo de execução das tarefas do Participante nº 2 (Iniciante).	143
Gráfico 9 - Tempo de execução das tarefas do Participante nº 3 (Gerente de Projetos e/ou de Qualidade).....	143
Gráfico 10 - Tempo de execução das tarefas do Participante nº 4 (Implementador e/ou Avaliador).....	144
Gráfico 11 - Tempo de execução das tarefas do Participante nº 5 (Gerente de Projetos e/ou de Qualidade)...	144
Gráfico 12 - Tempo de execução das tarefas do Participante nº 6 (Iniciante).	145
Gráfico 13 - Tempo de execução das tarefas do Participante nº 7 (Iniciante).	145
Gráfico 14 - Tempo de execução das tarefas do Participante nº 8 (Iniciante).	146
Gráfico 15 - Tempo de execução das tarefas do Participante nº 9 (Implementador e/ou Avaliador).....	146

LISTA DE SIGLAS

ABES	Associação Brasileira das Empresas de Software
AMP	Avaliação e Melhoria do Processo Organizacional
AP	Atributo de Processo
AQU	Aquisição
BAM	<i>Business Activity Monitoring</i>
BI	<i>Business Intelligence</i>
BID	Banco Interamericano de Desenvolvimento
BPM	<i>Business Process Management</i>
BPMI	<i>Business Process Management Initiative</i>
BPMN	<i>Business Process Modeling Notation</i>
BPMS	<i>Business Process Management System</i>
BRE	<i>Business Rules Engine</i>
BSC	<i>Balanced Scorecard</i>
CMMI	<i>Capability Maturity Model Integration</i>
CMMI-DEV	<i>CMMI for Development</i>
CRM	<i>Customer Relationship Management</i>
DFP	Definição de Processos Organizacionais
DRE	Desenvolvimento de Requisitos
DRU	Desenvolvimento para Reutilização
EAI	<i>Enterprise Application Integration</i>
EPC	<i>Event-driven Process Chain</i>
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
ETM	Equipe Técnica do Modelo
FAQ	<i>Frequently Asked Questions</i>
FCC	Fórum de Credenciamento e Controle
FINEP	Agência Financiadora de Estudos e Projetos
GC	Gestão de Conhecimento
GCO	Gerência de Configuração
GDE	Gerência de Decisões
GPP	Gerência de Portifólio de Projeto
GPR	Gerência de Projetos
GQA	Garantia da Qualidade
GRE	Gerência de Requisitos

GRH	Gerência de Recursos Humanos
GRI	Gerência de Riscos
GRU	Gerência de Reutilização
IA	Instituições Avaliadoras
ICA	Instituições de Consultoria de Aquisição
IEC	<i>International Electrotechnical Commission</i>
II	Instituições Implementadoras
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
ITIL	<i>Information Technology Infrastructure Library</i>
ITP	Integração do Produto
LesTIC	Laboratório de Engenharia de Software e Tecnologias da Informação e Comunicação
MA-MPS	Método de Avaliação do MPS.BR
MCTI	Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação
MED	Medição
MN-MPS	Modelo de Negócio do MPS.BR
MoProSoft	Modelo de Processos para a Indústria de Software
mPME	Micros, pequenas e médias empresas
MPS.BR	Melhoria de Processo de Software Brasileiro
MPS-SV	Melhoria de Processo de Serviço
MPS-SW	Melhoria de Processo de Software
MR-MPS-SW	Modelo de Referência do MPS.BR de Software
ODE	<i>Ontology Development Environment</i>
OTAN	<i>North Atlantic Treaty Organization</i>
OWL	<i>Web Ontology Language</i>
PC	Computador Pessoal
PCP	Projeto e Construção do Produto
PMBOK	<i>Project Management Body of Knowledge</i>
PMI	<i>Project Management Institute</i>
RAP	Resultados Esperados de Atributos de Processos
RDF	<i>Resource Description Framework</i>
RELAIS	Rede Latino-americana para a Indústria do Software
REP	Resultados Esperados de Processos
RUP	<i>Rational Unified Process</i>
SAP	<i>Systemanalyse and Programmentwicklung</i>
SCM	<i>Supply Chain Management</i>
SDC	<i>Systems Development Corporation</i>

SEBRAE	Serviço de Apoio às Micros e Pequenas Empresas
SEI	<i>Software Engineering Institute</i>
SIGE	<i>Sistemas Integrados de Gestão Empresarial</i>
SiRLI	<i>Simple Logic-based RDF Interpreter</i>
SOA	<i>Service-oriented Architecture</i>
SOFTEX	Associação para Promoção da Excelência do Software Brasileiro
SWEBOK	<i>Software Engineering Body of Knowledge</i>
TI	Tecnologia da Informação
TIC	Tecnologias da Informação e Comunicação
TOVE	<i>TOnto Virtual Enterprise</i>
UML	<i>Uniform Modeling Language</i>
VAL	Validade
VER	Verificação
VSEs	<i>Very Small Entities</i>
WC3	<i>World Wide Web Consortium</i>
WfMC	<i>Workflow Management Coalition</i>
WS	<i>Web Services</i>
XML	<i>eXtensible Markup Language</i>
XP	<i>Extreme Programming</i>

SUMÁRIO

Página

1	INTRODUÇÃO.....	17
1.1	Objetivos do trabalho.....	19
1.2	Metodologia de trabalho.....	21
1.3	Organização da dissertação	22
2	VISÃO GERAL DO MODELO DE REFERÊNCIA MPS PARA SOFTWARE	24
2.1	Visão geral do programa MPS.BR.....	26
2.2	Modelo de Referência MPS para Software: MR-MPS-SW	29
2.3	Níveis G e F do MR-MPS-SW	36
2.3.1	Conhecimento do pmbok complementar ao MR-MPS-SW	38
2.3.2	Adoção de indicadores do <i>balanced scorcard</i>	40
2.4	Trabalhos relacionados	42
3	ONTOLOGIAS DIRECIONADAS A AMBIENTES EMPRESARIAIS	45
3.1	Conceitos de ontologia.....	46
3.2	Tipos de ontologias	48
3.3	Metodologias para construção de ontologias.....	50
3.4	Linguagens para construção de ontologias.....	52
3.5	Ferramentas para construção de ontologias	55
3.5.1	Ferramenta protégé.....	56
3.5.2	Ferramenta OntoEdit.....	57
3.5.3	Ferramenta OilEd.....	59
3.6	Ontologia empresarial	60
3.7	Trabalhos relacionados	61
4	ONTOLOGIA DOS NÍVEIS G E F DO MR-MPS-SW	64
4.1	Etapa 1: estrutura organizacional dos guias	66
4.2	Etapa 2: especificação dos requisitos do Modelo	67
4.2.1	Etapa 2.1: complementação a partir do conhecimento de especialistas.....	71
4.2.2	Etapa 2.2. complementação com conceitos do PMBOK	72
4.2.3	Etapa 2.3. complementação com indicadores do BSC.....	74
4.2.4	Processo de referência cruzada para a etapa 2.....	75
4.3	Etapa 3: implementação da ontologia.....	77
4.4	Etapa 5: manutenção da ontologia	80
5	AVALIAÇÃO DA ONTOLOGIA ATRAVÉS DE TESTES DE USABILIDADE.....	82
5.1	Considerações sobre os testes de usabilidade.....	84
5.2	Elaboração do teste de usabilidade da Ontologia.....	88
5.2.1	Definição do Perfil dos participantes.....	89
5.2.2	Elaboração dos documentos para orientação a aplicação do teste	90

5.3	Execução dos testes de usabilidade	92
5.4	Análise dos testes de usabilidade realizados	96
5.5	Conclusão dos testes de avaliação	108
6	CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS	110
	APÊNDICE A - Diagramas de classe para a construção da Ontologia (v1.1) (CD-R anexo)	120
	APÊNDICE B - Mapas mentais resultantes da análise dos níveis G e F do MR-MPS-SW (CD-R anexo)....	121
	APÊNDICE C – Tabela de referência cruzada entre os guias dos níveis G e F do MR-MPS-SW e a ontologia proposta (CD-R anexo)	122
	APÊNDICE D – Guia de atividades para testes de usabilidade com usuários	123
	APÊNDICE E – Participantes dos testes de usabilidade	137
	APÊNDICE F - Tempo de execução das tarefas dos testes de usabilidade da ontologia	142

1 INTRODUÇÃO

Segundo levantamentos da Associação Brasileira das Empresas de Software (ABES) em 2012, o Brasil conta com 2534 empresas de desenvolvimento de software. Desse montante, 98,7% são constituídos por micros, pequenas e médias empresas (mPME), sendo 43,8% microempresas, 49,6% pequenas empresas, 5,3% médias empresas e apenas 1,3% de empresas de grande porte (ABES, 2013).

Segundo a Lei Complementar nº 123, de 14 de dezembro de 2006, as definições de microempresas e empresas de pequeno porte estão associadas às suas rendas brutas (BRASIL, 2013). Para ser considerada uma microempresa, a receita bruta anual deve ser igual ou inferior a R\$ 360.000,00 (trezentos e sessenta mil reais). No caso de uma empresa de pequeno porte, a renda bruta anual deve ser superior a R\$ 360.000,00 (trezentos e sessenta mil reais) e igual ou inferior a R\$ 3.600.000,00 (três milhões e seiscentos mil reais).

Por outro lado, o Serviço de Apoio às Micros e Pequenas empresas (SEBRAE), classifica as empresas pelo número de funcionários (SEBRAE, 2012). Uma microempresa possui até nove funcionários, uma pequena empresa possui de dez a 49, uma média empresa de 50 a 499 e uma grande empresa acima de 500 (SEBRAE, 2012). Esse critério também é adotado pela ABES e Associação para Promoção da Excelência do Software Brasileiro (SOFTEX). A **Tabela 1** apresenta uma síntese para classificação do porte das empresas, segundo a legislação brasileira e o SEBRAE.

Devido à grande concorrência do mercado de desenvolvimento de software, é importante que as empresas desse setor invistam em qualidade. O mercado conta com modelos internacionais de qualidade de processos, como CMMI (*Capability Maturity Model Integration*) e ISO 9000. Entretanto, alguns países têm modelos próprios, como o México com o MoProSoft (Modelo de Processos para a Indústria de Software) e o Brasil com o MR-MPS-SW (Modelo de Referência MPS para Software), que faz parte do Programa de

Melhoria de Processo de Software Brasileiro (MPS.BR). Ambos utilizam como referências o modelo CMMI e as normas ISO 12207, 15504 e 20000. Tanto o MoProSoft como o MR-MPS-SW têm a objetivo de serem reconhecidos nacional e internacionalmente como modelos aplicável à indústria de software e serviços. Há, inclusive, um projeto que visa aproximação entre esses dois modelos intitulado RELAIS (Rede Latino Americana da Indústria de Software) (SOFTEX, 2012g).

Tabela 1 - Classificação das empresas quanto ao porte.

Fonte: extraído de BRASIL (2013) e SEBRAE (2012).

Porte	Renda Bruta Anual	Quantidade de Funcionários
Micro	até R\$ 360.000,00	até 9
Pequena	de R\$ 360.000,01 até R\$ 3.600.000,00	de 10 a 49
Média	-	de 50 a 499
Grande	-	acima de 500

No Brasil, em 2012, das 2534 empresas, apenas 94 são certificadas em ISO 9000 (INMETRO, 2012) e 143 em CMMI, das quais 76 no nível dois, 56 no nível três e oito no nível cinco (SEI, 2012). Por outro lado, segundo a SOFTEX (2012g), em maio de 2012 foram certificadas 365 empresas privadas e governamentais no programa MPS.BR, sendo 256 (70%) mPME e 109 (30%) empresas de grande porte. Observa-se que o número de empresas certificadas no Brasil no programa MPS.BR é significativamente maior que em ISO 9000 e CMMI. Isso se deve ao fato do programa propiciar financiamentos para grupos de mPME implementarem o modelo MPS-SW através de recursos captados pela SOFTEX.

O programa MPS.BR, assim como os demais modelos de qualidade de software, são escritos em uma linguagem formal, destinada a empresas produtoras de software de diferentes categorias funcionais e tamanhos, bem como para diferentes perfis de pessoas envolvidas. Normalmente, são definidos em níveis de maturidade, que estabelecem patamares de evolução e estágios de melhorias de processos. Os níveis definem onde as empresas devem concentrar os esforços para implementação de melhorias, incluindo eficiência dos processos.

Para implementação e gestão desses modelos nas empresas são requeridos esforços para entendimento, definição de estratégias e disseminação do conhecimento, visando comprometimento de todos os envolvidos. Uma grande reestruturação organizacional é requerida, bem como investimentos financeiros para capacitação das

equipes e contratação de consultorias especializadas. As empresas devem reservar recursos financeiros também para certificação e manutenção dessa certificação, considerando evolução nos níveis do modelo.

Para as mPME esses desafios são maiores, devido a diversas restrições técnicas e financeiras. Geralmente essas empresas não possuem processos definidos e documentados adequadamente. Há dificuldades para se formar equipes com dedicação exclusiva para entendimento, implementação e gestão de algum modelo de processo de qualidade. O nível de detalhes a serem considerados no ambiente real da empresa requer um número de funcionários dedicados, e isso onera outros serviços e projetos. De modo geral, os custos são relativamente altos para as mPME. Contudo, é importante que elas sejam motivadas à utilização de modelos de qualidade que as projetem no mercado competitivo.

Outro fator limitante é a forma textual desses modelos, que contempla um vasto conjunto de informações, tanto em abrangência como em profundidade (processos, atributos, requisitos, elementos específicos etc.). Normalmente, há um grande número de dependências entre as informações em um mesmo nível e entre os níveis de maturidade. Devido a essa grande diversidade, quantidade de conteúdo e interdependências, há grande dificuldade de uniformizar o entendimento por parte das pessoas envolvidas na implementação, consultoria e certificação desses modelos.

Nesse contexto, a *seção 1.1* apresenta os objetivos propostos nesse trabalho. A *seção 1.2*, por sua vez, apresenta a metodologia utilizada para o seu desenvolvimento e a *seção 1.3* apresenta a organização dos demais capítulos deste trabalho.

1.1 OBJETIVOS DO TRABALHO

O principal objetivo deste trabalho é propor uma representação alternativa para organizar o conteúdo de modelos de processos de software, visando simplificar e uniformizar a compreensão desses modelos. Objetivando beneficiar as mPME, foi considerado para este trabalho o Modelo de Referência MPS para Software (MR-MPS-SW), que foi desenvolvido com foco nessas categorias de empresas. Observa-se, porém, que o modelo MPS-SW também se adequa perfeitamente a grandes organizações.

Para esse trabalho foram considerados os dois níveis iniciais do modelo: G e F. A seleção desses dois níveis foi motivada pela complexidade das mudanças causadas na empresa para começar um processo de maturidade organizacional dos processos. São

envolvidos diretamente recursos humanos, tecnológicos e políticos da empresa. As mudanças requerem formalização dos processos. Os processos do nível G estabelecem mecanismos para serem usados em processos gerenciais críticos no desenvolvimento de software: gerência de projetos e de requisitos. No nível F são definidos processos de apoio, que asseguram a qualidade dos produtos e do processo, bem como gerenciam as configurações dos produtos. Esses processos tratam de indicadores quantitativos sobre o desempenho de todos os processos. No nível F a organização ainda é dependente do conhecimento individual dos profissionais. Nos níveis seguintes os novos processos já incorporam o conhecimento.

Para a representação dos elementos do modelo de qualidade MPS-SW, relacionamentos entre eles e inferências foi considerado o modelo de ontologias, mais especificamente, ontologias empresariais (USCHOLD; KING, 1995). Uma ontologia empresarial é uma especificação formal e explícita de um conceito compartilhando entre a comunidade de pessoas de uma empresa ou uma parte dela. Segundo Deitz (2006), esse tipo de ontologia deve satisfazer os seguintes parâmetros de qualidade: coerência, abrangência, consistência, concisão e essência.

Para o desenvolvimento da ontologia dos níveis G e F do MR-MPS-SW, foi desenvolvida uma metodologia, que define o processo de mapeamento das informações dos guias do modelo MPS-SW para a ontologia. A intenção é que essa metodologia também possa ser aplicada a outros níveis do modelo MPS-SW, bem como a outros modelos de qualidade de software.

A partir de reuniões realizadas com especialistas diretamente relacionados ao modelo MPS-SW (implementadores, avaliadores e gerentes), ficou evidente que alguns conceitos só mencionados nos guias do modelo poderiam ser mais bem explicados, de forma a orientar melhor a implementação do modelo. Foi então, identificado que muitos desses termos estão contemplados no Guia de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos ou PMBOK (*Project Management Body of Knowledge*). Assim, a metodologia de desenvolvimento da ontologia considera a inserção de conceitos e terminologias do PMBOK como complemento ao modelo MPS-SW. A intenção é trazer facilidades para maior aderência aos princípios abordados no PMBOK pelas empresas.

Por outro lado, a metodologia também considera a inclusão de indicadores do modelo BSC (*Balanced Scorecard*), complementando o grupo de indicadores do modelo MPS-SW. Geralmente, o BSC é utilizado em empresas de médio e grande porte. Assim, essa iniciativa além de aproximar o BSC das mPME, também contribui para a aproximação do processo de implementação do MPS-SW com a gestão estratégica das empresas.

O processo de desenvolvimento da ontologia incluiu um conjunto de testes com potenciais usuários do MR-MPS-SW, que teve como objetivo analisar uma versão alpha e introduzir melhorias na ontologia, bem como avaliar o impacto desse tipo de formato do modelo MPS-SW.

A **Figura 1** apresenta uma síntese da abordagem deste trabalho.

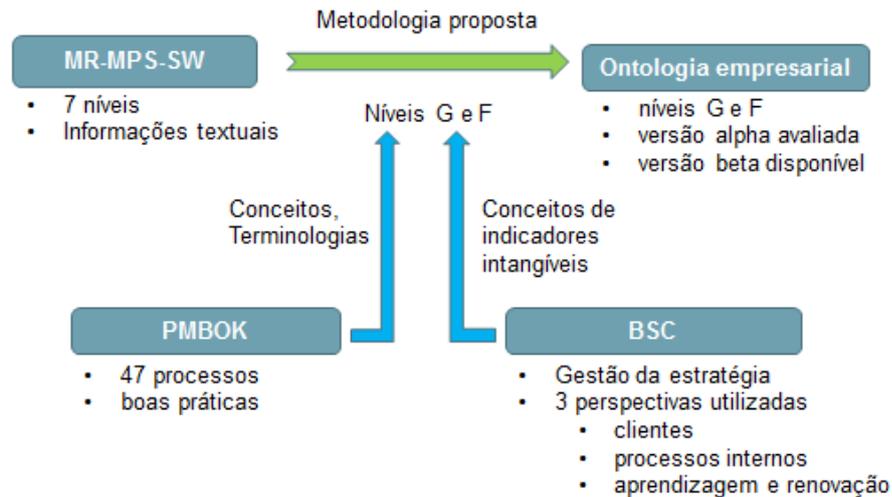


Figura 1 - Proposta de ontologia dos níveis G e F do MR-MPS-SW.

1.2 METODOLOGIA DE TRABALHO

Para a realização deste trabalho, foi necessário entender o contexto abrangente do programa MPS.BR, com ênfase no modelo MPS-SW, principalmente nos níveis G e F. Foram investidos esforços adicionais junto a empresas que estão em fase de implementação ou que já fazem uso do modelo MPS-SW. Foram realizadas entrevistas com especialistas dessas empresas, diretamente relacionados ao modelo: implementadores, avaliadores e gerentes. A partir dessas entrevistas, foi identificada uma relação de requisitos necessários para melhorar a compreensão do modelo, principalmente dos níveis G e F. Esse levantamento evidenciou que alguns conceitos mencionados nos guias do modelo poderiam ser mais bem explicitados, de forma a orientar melhor a implementação do modelo. Foi, então, analisado que esses conceitos são contemplados pelo PMBOK. Logo, foram empreendidos esforços para estudar como poderia ser feita a complementação do MPS-SW com os conceitos do PMBOK.

De modo a entender melhor os indicadores do MPS-SW, foram realizados levantamentos bibliográficos sobre indicadores, inclusive sobre a atuação dos mesmos no

gerenciamento dos processos no modelo. A partir desses estudos, foi percebido que a inclusão de indicadores de três perspectivas do *Balanced Scorecard* (BSC) poderia contribuir para a complementação do modelo MPS-SW. Assim, foram dedicados esforços para analisar como a inclusão de indicadores das perspectivas de clientes, de processos internos e de aprendizagem e renovação complementariam a estratégia de medições do modelo MPS-SW.

Através de estudos das literaturas, foi verificado que as ontologias empresariais poderiam ser adequadas para representação do modelo de qualidade MPS-SW, considerando o contexto de aplicação desse tipo de ontologia. Dessa forma, foram intensificadas as pesquisas na direção de ontologias empresariais, visando o mapeamento dos níveis G e F do MPS-SW. Para esse mapeamento foram consideradas as complementações do modelo com conceitos do PMBOK e indicadores dos BSC.

Para o desenvolvimento da ontologia dos níveis G e F do MPS-SW, foi realizado um levantamento bibliográfico buscando identificar metodologias, linguagens e ferramentas que poderiam ser utilizadas para o desenvolvimento de uma ontologia para o modelo.

Para obtenção de pareceres sobre o trabalho, foi elaborado um artigo científico e submetido a um evento internacional, conforme pode ser visto em Pizzoleto, Oliveira e Oliveira (2012).

1.3 ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

O restante do texto desta dissertação foi organizado em cinco capítulos, que visam apresentar os principais resultados obtidos durante os levantamentos e atividades realizadas.

O **capítulo 2** apresenta uma visão geral do programa MPS.BR, com ênfase no modelo MR-MPS-SW. Foram abordados os seus sete níveis de maturidade, de G a A – mais especificamente os processos, atributos de processos e resultados esperados dos níveis G e F. Nesse capítulo também são apresentados alguns aspectos do PMBOK e do *Balanced Scorecard* (BSC), que foram considerados como complementação aos guias dos níveis G e F do MPS-SW. Adicionalmente, foi abordado o conceito de fábrica de software, já que os guias do modelo MPS-SW trazem especificações dedicadas a esse tipo de abordagem das empresas desenvolvedoras de software. Contudo, convém observar que esse termo é empregado para “fábricas de código” no modelo. O capítulo traz também alguns trabalhos científicos relacionados aos tópicos abordados.

O **capítulo 3**, por sua vez, traz um levantamento sobre ontologias, com foco nas ontologias empresariais, de interesse ao trabalho desenvolvido. Apresenta algumas formas utilizadas para conceitualizar e classificar uma ontologia, bem como algumas metodologias e modelos para construção. Adicionalmente, traz um levantamento sobre linguagens utilizadas para a criação e manutenção de ontologias, com ênfase na linguagem OWL (*Web Ontology Language*), utilizada neste trabalho. Também apresenta um levantamento sobre ambientes editores de ontologias, enfatizando o sistema Protégé, adotado para este trabalho. No final, são apresentados alguns trabalhos da literatura relacionados ao tema do capítulo.

Conseqüentemente, o **capítulo 4** apresenta a metodologia de desenvolvimento da ontologia dos níveis G e F do modelo MPS-SW. O capítulo aborda o processo executado na análise das informações dos guias do modelo MPS-SW. Também apresenta como foram criados os diagramas de classes, que ajudaram a entender os relacionamentos entre os processos, a definição das superclasses e subclasses, bem como as propriedades de ligação entre elas. Esses diagramas são apresentados no APÊNDICE A, em formato digital. Por fim, apresenta a ontologia proposta para organizar o conhecimento dos níveis G e F do modelo MPS-SW.

Complementarmente, o **capítulo 5** apresenta o processo de avaliação da versão alpha (v1.1) com potenciais usuários, realizado através de técnicas de testes de usabilidade. São apresentados os perfis dos participantes, as tarefas e documentos necessários para a execução dos testes. Todo o material utilizado no planejamento e execução dos testes é encontrado no APÊNDICE D. O capítulo também apresenta o processo de execução dos testes junto aos participantes, bem como uma análise das informações coletadas durante a execução. A partir das análises realizadas, foi gerada uma lista de recomendações para melhorias da v1.1 da ontologia.

Por fim, o **capítulo 6** apresenta as considerações finais sobre o trabalho proposto, bem como algumas possíveis linhas de condução de trabalhos futuros.

2 VISÃO GERAL DO MODELO DE REFERÊNCIA MPS PARA SOFTWARE

O programa para Melhoria de Processo do Software Brasileiro (MPS.BR) visa atender, preferencialmente, as micros, pequenas e médias empresas (mPME). Contudo, mostra-se adequado a atender também empresas de grande porte, privadas ou governamentais. O programa MPS.BR é mantido pela Associação para Promoção da Excelência do Software Brasileiro (SOFTEX), contando com o apoio de outras instituições: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), Agência Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), Serviço Brasileiro de Apoio às Micros Empresas (SEBRAE) e Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID). Os recursos fornecidos por essas instituições ajudam na divulgação do programa MPS.BR, bem como no financiamento de sua implementação nas mPME. A **Tabela 2** apresenta valores que foram captados de 2006 a 2010 e utilizados para financiar a implementação do programa em 110 mPME (SOFTEX, 2012a). A tabela mostra um aumento significativo no valor captado no decorrer dos anos.

Tabela 2 - Recursos públicos captados pela SOFTEX (R\$).

Fonte: extraído de SOFTEX (2012).

Fonte	2006	2007	2008	2009	2010
FINEP	1.500.000,00				
FINEP I				1.500.000,00	
FINEP II					2.275.000,00
MCTI	410.000,00	1.070.000,00	1.620.000,00	569.000,00	712.000,00
SEBRAE		450.000,00		450.000,00	

O modelo MPS do programa MPS.BR é composto por quatro componentes (SOFTEX, 2012a), conforme ilustrado na **Figura 2**:

1. Modelo de Referência MPS para Software (MR-MPS-SW);
2. Modelo de Referência MPS para Serviços (MR-MPS-SV);
3. Método de Avaliação (MA-MPS);
4. Modelo de Negócio (MN-MPS).

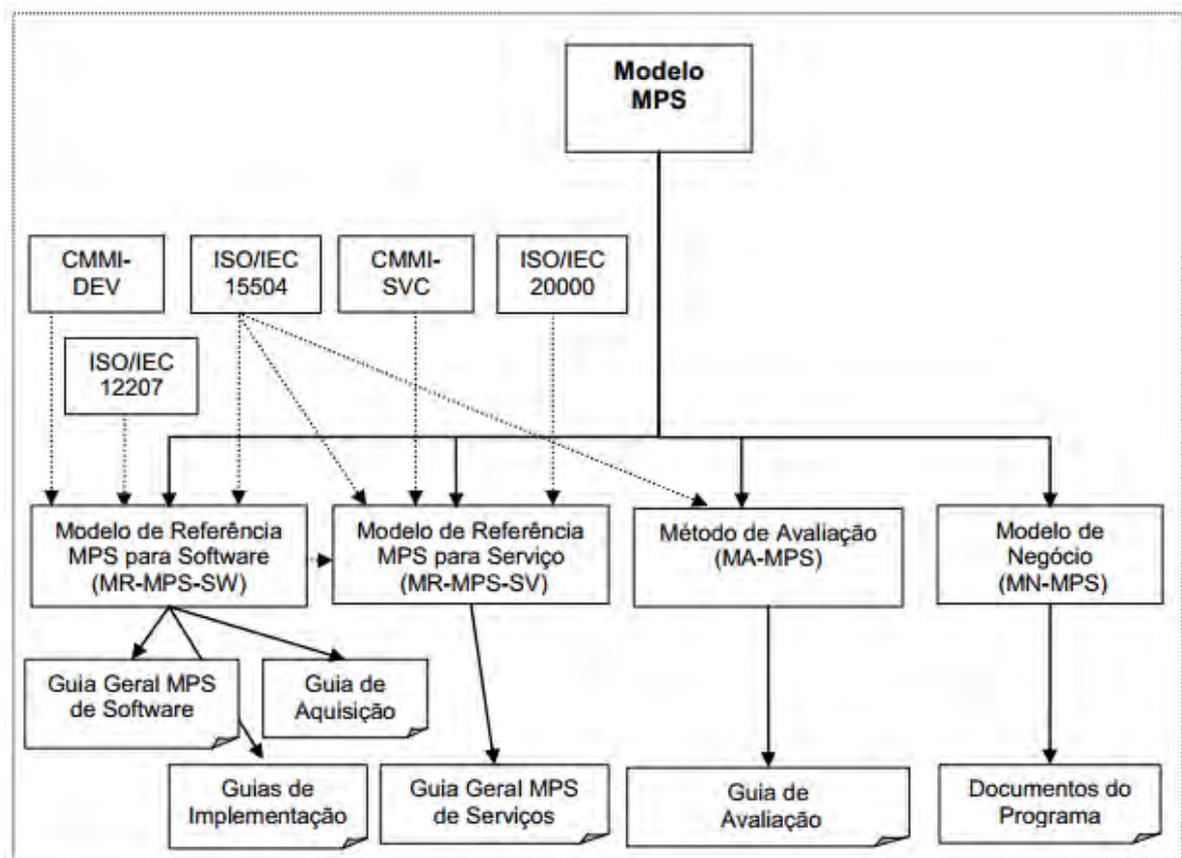


Figura 2 - Componentes do programa MPS.

Fonte: extraído de SOFTEX (2012c).

Cada componente é especificado por guias, que consistem em documentos normativos com descrição de caráter geral e específico para cada componente. Os guias contemplam os processos envolvidos, atributos desses processos (AP) e os resultados esperados (RAPs).

O foco deste trabalho recai sobre o Modelo de Referência MPS para Software: MR-MPS-SW. Contudo, é importante que seja introduzida uma visão geral do programa MPS.BR, para que se entenda o contexto do modelo MPS-SW. A seção 2.1 traz essa visão geral introdutória, enquanto a seção 2.2 se atém ao modelo MPS-SW.

A seção 2.3, por sua vez, complementa as duas seções anteriores com informações adicionais sobre os níveis G e F do modelo MPS-SW, já que a proposta deste trabalho é voltada a esses dois níveis iniciais de maturidade. Convém lembrar que a proposta inclui complementação do modelo MPS-SW com conceitos do PMBOK (*Project Management Body of Knowledge*), para auxiliar os implementadores do modelo. Assim, a seção 2.3 apresenta também alguns aspectos do PMBOK, de interesse ao desenvolvimento da ontologia proposta. Por outro lado, lembra-se que a proposta também inclui a

complementação do conjunto de indicadores do MPS-SW com indicadores do modelo *Balanced Scorecard* (BSC). Nessa direção, a seção 2.3 também apresenta uma discussão de aspectos da abordagem BSC voltada ao modelo MPS-SW.

Por fim, a seção 2.4 apresenta alguns trabalhos encontrados nas literaturas voltados ao modelo MPS-SW, inclusive associando o modelo à abordagem do BSC.

2.1 VISÃO GERAL DO PROGRAMA MPS.BR

O programa MPS.BR foi criado em dezembro de 2003. Segundo Santos e Weber (2008), no período da implantação do programa MPS.BR, de 2004 a 2007, foram detectados três tipos de desafios: técnico-científico, gerencial e de mercado.

Para superar o desafio técnico-científico, houve a preocupação de se tomar como base as normas internacionais de Engenharia de Software ISO/IEC 12207 e ISO/IEC 15504, bem como o modelo de maturidade CMMI (*Capability Maturity Model Integration*), para que as organizações nacionais também pudessem atuar em mercados internacionais (SANTOS; WEBER, 2008). Em linhas gerais, a norma ISO/IEC 12207 estabelece uma arquitetura comum ao ciclo de vida de processos de software, bem como trata da aquisição de sistemas. Já a norma ISO/IEC 15504 é direcionada à realização de avaliações de processos de software, visando à melhoria de processos e a determinação da capacidade de processos de uma unidade organizacional (SOFTEX, 2012b). O CMMI, por sua vez, é um modelo de referência que contempla práticas necessárias à maturidade em Engenharia de Sistemas, Engenharia de Software, Aquisição e desenvolvimento integrado de processo e produto. Foi criado em 2002 pelo Instituto de Engenharia de Software ou SEI (*Software Engineering Institute*). Atualmente, é mantido por um instituto dedicado: o *CMMI Institute*.

Para vencer o terceiro desafio, o gerencial, foi estabelecido que a administração do programa e a execução das atividades ficariam a cargo de uma só entidade: a SOFTEX.

Para abordar o desafio de mercado, foi criado o Modelo de Negócio (MN-MPS). A intenção foi disseminar o programa MPS a um custo razoável para mPME, bem como para grandes organizações, públicas e privadas. O MN-MPS descreve as regras de negócio para a implementação do modelo MPS-SW, as quais são adotadas pelas Instituições Implementadoras (II) e Instituições Avaliadoras (IA). Esse modelo não é utilizado pelas empresas que estão em processo de implementação ou que já estão certificadas em algum dos níveis do modelo MPS-SW. Contudo, tais empresas podem ter conhecimento dos processos utilizados pelas IA na avaliação, contribuindo para a certificação no modelo.

Conforme ilustrado na **Figura 2**, além do MN-MPS, o modelo MPS é composto por mais três componentes: MR-MPS-SW, MR-MPS-SV e MA-MPS. O modelo de referência MPS-SW será abordado na próxima seção, devido à sua especificidade e interesse para este trabalho.

O método de avaliação MPS, MA-MPS, contempla os processos e os critérios referentes à avaliação feita por pessoas e IA. Foi elaborado com base no padrão ISO/IEC 15504, visando melhoria de processos. Esse método visa uma avaliação objetiva dos processos de software de uma empresa/organização/unidade organizacional de qualquer tamanho, com aplicabilidade a qualquer domínio na indústria de software (SOFTEX, 2012d). O método MA-MPS orienta o processo de atribuição de um nível de maturidade do MR-MPS-SW, com base no resultado da avaliação, que evidencia a maturidade que a empresa adquiriu na execução de seus processos de software. O método MA-MPS também descreve o conjunto de atividades e tarefas para comprovar que os processos utilizados e os produtos de trabalho gerados estão de acordo com as normas de qualidade exigidas pelo modelo MPS-SW. Esse processo tem início com a seleção de uma IA e é encerrado com o registro da avaliação na base de dados confidencial da SOFTEX (SOFTEX, 2012c). Uma unidade organizacional pode realizar uma avaliação com o objetivo de gerar um perfil dos processos. Esse perfil poderá ser usado para a elaboração de um plano de melhorias. A análise dos resultados visa identificar os pontos fortes, os pontos fracos e os riscos inerentes aos processos. A análise também permite a avaliação de um fornecedor em potencial, obtendo o seu perfil de capacidade, de modo a se estimar o risco associado à contratação – o que auxilia na tomada de decisão de contratá-lo ou não.

Mais recentemente, o programa MPS.BR voltou-se ao setor prestador de serviços de Tecnologia da Informação (TI). Em 2012, foi criado o Modelo de Referência MPS para Serviços, MR-MPS-SV¹, em complementação ao modelo MPS-SW (KORNILOVICZ, 2012). A intenção é apoiar a melhoria de processos de serviços, de modo a oferecer um processo de avaliação que ateste a aderência das práticas da organização em relação às melhores práticas do setor. O modelo MPS-SV visa melhorar o desempenho nos negócios das organizações públicas e privadas de qualquer porte. É baseado na norma ISO/IEC 20000, nas práticas ITIL (*Information Technology Infrastructure Library*) e no modelo CMMI para serviços (CMMI-SVC). A norma ISO/IEC 20000 fornece um modelo de referência para uma

¹ No segundo semestre de 2012 foi realizada a primeira avaliação no nível G do modelo MR-MPS-SV, para o serviço de "help desk" da empresa S2IT Solutions, em Araraquara-SP. Essa empresa já havia conquistado o nível E do modelo MPS-SW em sua fábrica de software no mesmo ano (KORNILOVICZ, 2012).

empresa oferecer serviços de TI para clientes internos ou externos. Apresenta abordagem de processos integrada à gestão de serviços de TI e alinha-se com as práticas ITIL para entrega e suporte de serviços (SOFTEX, 2012e). O modelo de referência ITIL consiste de um conjunto de melhores práticas para a gestão de serviços em TI, visando ao alinhamento com a área de negócios. O modelo CMMI-SVC, por sua vez, lançado em 2009 pelo SEI, é um guia para a aplicação das melhores práticas do CMMI em organizações provedoras de serviços, com foco no fornecimento de serviços de qualidade para o cliente e usuários finais (SOFTEX, 2012e).

O programa MPS.BR conta com um conjunto de Instituições credenciadas à SOFTEX, conhecidas como: Instituições Implementadoras (II), Instituições Avaliadoras (IA) e Instituições de Consultoria de Aquisição (ICA). Para o credenciamento e monitoramento dessas empresas, o programa conta com a assessoria de um grupo denominado Fórum de Credenciamento e Controle (FCC). O FCC também pode capacitar pessoas por meio de cursos, provas e workshops.

As II são autorizadas a prestar serviços de consultoria para implementação do modelo MPS-SW e/ou do modelo MPS-SV. As IA, por sua vez, prestam serviços de avaliação de acordo com o método de avaliação (MA-MPS). Por outro lado, as ICA prestam serviços de consultoria de aquisição de software e/ou serviços relacionados.

Além do FCC, o programa MPS.BR conta com outra estrutura de apoio: a Equipe Técnica do Modelo (ETM). A ETM é responsável pela criação e aprimoramento contínuo do modelo MPS-SW, MPS-SV e MA-MPS, bem como pela capacitação de pessoas por meio de cursos, provas e *workshops*.

O FCC e a ETM são formados por representantes de diferentes grupos de interessados no programa: universidades, centros de pesquisa, instituições governamentais e organizações privadas. O objetivo é agregar valor e qualidade ao programa através de diferentes visões complementares. O FCC é constituído por três representantes do Governo, universidades e sociedade SOFTEX. Já a ETM é constituída por convidados da SOFTEX, escolhidos entre profissionais com larga experiência em Engenharia de Software e melhoria de processos de software.

O modelo MPS consiste de um conjunto de 17 documentos (“guias”), sob responsabilidade da ETM. Há treze guias de caráter específico (Guias de Implementação) do MR-MPS-SW, apresentados na *seção 2.2*. Adicionalmente, há quatro guias básicos, de caráter geral:

1. Guia Geral de Software: contém a descrição geral do modelo MPS, bem como detalha o modelo MPS-SW e as definições comuns necessárias para seu

- entendimento e aplicação (publicado em agosto 2012);
2. Guia Geral de Serviços: similar ao Guia Geral de Software, só que detalhando o modelo MPS-SV (publicado em agosto 2012);
 3. Guia de Avaliação: descreve o processo e o método de avaliação MA-MPS, baseado na norma ISO/IEC 15504 (publicado em maio 2012);
 4. Guia de Aquisição: descreve o processo de aquisição de software e serviços correlatos, baseado na norma ISO/IEC 12207:2008 (publicado em outubro 2011).

2.2 MODELO DE REFERÊNCIA MPS PARA SOFTWARE: MR-MPS-SW

O modelo MPS-SW define sete níveis de maturidade para sua implementação, identificados pelas letras de G a A: - Parcialmente gerenciado (nível G); - Gerenciado (nível F); - Parcialmente Definido (nível E); - Largamente definido (nível D); - Definido (nível C); - Gerenciado quantitativamente (nível B); Em otimização (nível A).

O modelo MPS conta com treze guias de caráter específico, apresentados na **Tabela 3**: Guias de Implementação do modelo MPS-SW. As partes de 1 a 7 dos Guias de Implementação trazem orientações para a implementação de todos os sete níveis: de G a A, respectivamente. As partes de 8 a 10 trazem orientações específicas para determinados tipos de organizações de software. A parte 11, por sua vez, orienta a implementação do modelo MPS-SW em conjunto com o modelo CMMI-DEV.

Essa estratificação em sete níveis foi baseada no modelo de qualidade de processos de software CMMI. A Equipe técnica do modelo (ETM) foi responsável por mapear os níveis do CMMI v1.2 para os níveis do modelo MPS, conforme apresentado na **Tabela 4 e Figura 3**. Aproveita-se para observar que a ETM também elaborou um mapeamento do modelo MPS-SW para as normas ISO/IEC 12207 e ISO/IEC 15504-2: cada RAP do modelo MPS-SW está mapeado para um ou mais resultados destas duas normas.

Observa-se que o nível mais baixo de certificação do CMMI é o nível 2 e o mais alto o nível 5. Já no modelo MPS-SW, o nível mais baixo para se obter a certificação é o nível G e o mais alto é o nível A. É interessante mencionar que a existência de mais níveis no modelo MPS-SW simplifica a escala de mudanças que uma empresa tem que passar para o caminho da certificação. Além disso, um maior número de avaliações proporciona maior visibilidade das melhorias de processos e qualidade introduzidas.

Tabela 3 - Guias de Implementação do MR-MPS-SW.

Fonte: extraído de SOFTEX (2012c).

Identificação do Guia	Propósito	Publicação	Atualização
Parte 1	Nível G	Julho 2011	
Parte 2	Nível F	Julho 2011	
Parte 3	Nível E	Julho 2011	Agosto 2011
Parte 4	Nível D	Julho 2011	
Parte 5	Nível C	Julho 2011	
Parte 6	Nível B	Julho 2011	Agosto 2011
Parte 7	Nível A	Julho 2011	
Parte 8	organizações que adquirem software (Níveis G a A)	Novembro 2011	
Parte 9	organizações do tipo Fábrica de Software (Níveis G a A)	Novembro 2011	
Parte 10	organizações do tipo Fábrica de Teste (Níveis G a A)	Novembro 2011	
Parte 11	implementação e avaliação do Modelo de Referência MR-MPS-SW:2012 em conjunto com o CMMI-DEV v1.3 (N)	Agosto 2012	
Parte 12	análise de aderência do Modelo de Referência MR-MPS-SW:2012 em relação à NBR ISO/IEC 29110-4-1:2012	Setembro 2012	
Parte 13	mapeamento e sistemas de equivalências entre o Modelo de Referência MR-MPS-SW e o MoProSoft	Outubro 2012	

Tabela 4 - Mapeamento entre os níveis de maturidade do MR-MPS-SW e CMMI.

Fonte: extraído de SOFTEX (2012g).

Níveis MR-MPS	Níveis CMMI
G	-
F	2
E	-
D	-
C	3
B	4
A	5

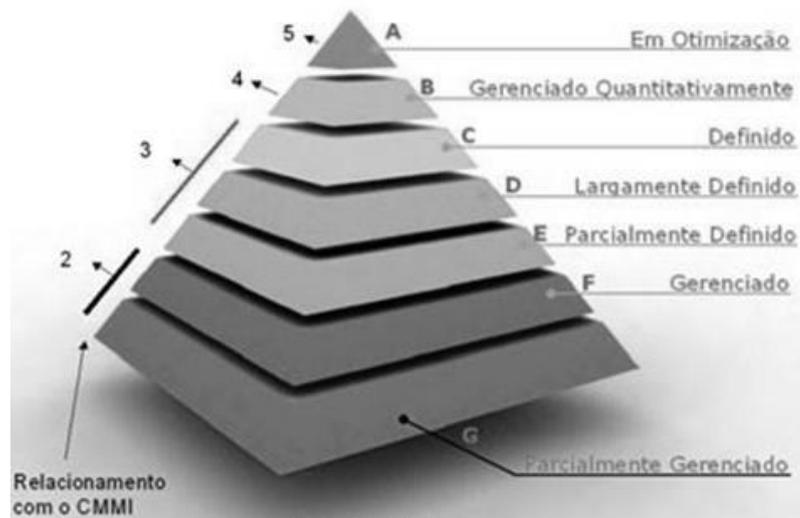


Figura 3 - Níveis de maturidade: MR-MPS-SW x CMMI.

Fonte: extraído de SOFTEX (2012g).

De modo geral, o modelo MPS-SW é equivalente ao CMMI. Todas as práticas, todos os requisitos das áreas de processo do CMMI estão contemplados no modelo MPS-SW. Assim, uma empresa certificada no nível F do MR-MPS-SW não terá muitas dificuldades para conseguir certificação no nível 2 do CMMI.

Por outro lado, o CMMI não é equivalente ao modelo MPS-SW, pois suas especificações visam atender todos os aspectos das normas ISO/IEC 12207 e 15504-2. Logo, se uma empresa tem certificação nível 3 do CMMI, não necessariamente está pronta para a certificação no nível C do modelo MPS-SW. Segundo SOFTEX (2012g), as diferenças abrangem os seguintes aspectos:

- Gerência de Recursos Humanos: no modelo MPS-SW (nível E) abrange a aquisição de pessoal, treinamento organizacional e gerência do conhecimento; o CMMI trata apenas de treinamento organizacional;
- Gerência de Portfólio de Projetos, Gerência de Reutilização e Desenvolvimento para Reutilização estão incluídos no modelo MPS-SW, respectivamente nos níveis F, E e C; esses aspectos não são abordados pelo CMMI.

Segundo Kornilovicz (2012), no período de setembro de 2005 a setembro de 2012 foram totalizadas 392 avaliações no modelo MPS-SW publicadas. Desse montante, 70% foram realizadas em mPME e 30% em grandes organizações públicas e privadas.

Considerando à correspondência mencionada entre os modelos MPS-SW e o CMMI,

vale ressaltar que atualmente há um processo específico de avaliação MPS-SW que complementa a avaliação do CMMI-DEV (*CMMI for Development*). Essa certificação complementar é realizada até seis meses após a publicação da avaliação CMMI-DEV e tem o mesmo prazo de validade da certificação CMMI-DEV. Esse tipo de avaliação faz uso da correspondência entre os níveis de maturidade entre os dois modelos (**Tabela 4** e **Figura 3**). Por exemplo, a certificação será para o nível F caso tenha obtido o nível 2 do CMMI; para o nível C, no caso de nível 3; para o nível B no caso de nível 4; e para o nível A no caso de nível 5 do CMMI. Até 2013 foram realizadas sete avaliações complementares.

Adicionalmente, há um processo de avaliação conjunta MPS-CMMI. Esse tipo de avaliação é utilizado para que a empresa obtenha as duas certificações simultaneamente, provendo uma redução de custo e tempo. Para a execução da certificação os colaboradores devem conhecer claramente os dois modelos e os membros da equipe de certificação devem ser certificados nos dois modelos. Até 2013 foram executadas quatro avaliações conjuntas.

É importante observar que o modelo MPS-SW pode ser utilizado em qualquer tipo de empresa produtora de software. Em seus guias há orientações específicas para o caso da empresa produtora ser uma fábrica de software. Há inclusive um guia específico para implementação do modelo MPS-SW em organizações do tipo fábrica de software (SOFTEX, 2012f), conforme pode ser visto na Parte 9 da **Tabela 3**. Segundo os guias, o termo “fábrica de software” é utilizado no sentido de “fábrica de código”.

Sobre o termo “fábrica de software”, ainda há certa discrepância entre alguns pesquisadores. Segundo Fabri, Trindade e Pessoa (2007) trata-se de uma discussão entre os âmbitos: empresarial e acadêmico. Para os autores, muitas empresas classificam o processo de desenvolvimento de software como fabril. Contudo, se não possuem um processo que gerencie a produtividade e qualidade não pode ser considerado fabril. Assim como Cusumano (1991), Fabri, Trindade e Pessoa (2007) adotam o termo fábrica de software como “uma organização estruturada, voltada para a produção do produto software, totalmente alicerçada na engenharia e com organização do trabalho, modularização de componentes e escalabilidade produtiva caracterizada”. Os autores concordam com Fernandes e Teixeira (2007) com a classificação de uma fábrica de software de acordo com os insumos do processo. Uma “fábrica de testes”, por exemplo, é responsável apenas pelos testes, recebendo, como insumos, os artefatos gerados na modelagem de negócios, levantamento de requisitos, projeto lógico, projeto físico e codificação. Uma “fábrica de código”, por sua vez, recebe as especificações do projeto de software por partes, em ordens de serviços; logo é responsável pela codificação e testes relacionados. Já uma “fábrica de projetos físicos” desenvolve o projeto de software, a codificação e os testes do produto; a

especificação do modelo de negócio se caracteriza como insumo do processo. “Fábrica de projetos lógicos” é responsável por quase todo o ciclo de vida do software, mas deve receber do cliente, como insumos, a modelagem do negócio e o levantamento de requisitos. A nomenclatura “fábrica de software”, ou “fábrica de projetos”, por sua vez, é responsável por todas as atividades do ciclo de vida do software, inclusive a modelagem de negócio.

Para este trabalho, essa discussão sobre fábrica de software é relevante, porque a ontologia do modelo MPS-SW desenvolvida (ver *capítulo 4*) considerou todas as especificações, inclusive as destacadas nos guias para “fábrica de software”. Contudo, como já mencionado, para os guias do MPS-SW esse termo se refere simplesmente à “fábrica de códigos” (SOFTEX, 2012f). Essa abordagem é importante, porque a ontologia oferece cobertura completa ao modelo MPS-SW nos níveis G e F. Os processos descritos nos guias apresentam comentários específicos para esse tipo de empresa e conseqüentemente novas maneiras para atingir os resultados esperados (RAP) (SOFTEX, 2012a; SOFTEX, 2012b).

Cada um dos sete níveis do modelo MPS-SW possui processos que indicam onde a organização deve investir mais esforços para melhorias, conforme identificado na **Tabela 5**. Por exemplo, os esforços do nível G incidem nos processos de gerência de projetos (GPR) e gerência de requisitos (GRE). Para certificação em um determinado nível, todos os objetivos/resultados de processos, resultados de atributos de processos (RAP) e atributos de processos (AP) devem ser satisfeitos. Em alguns casos, alguns processos dos níveis anteriores são mantidos iguais. Em outros casos, são ajustados para se adequarem às novas exigências do atual nível. Há casos em que os processos evoluem com a adição de novas atividades a serem realizadas, como é o caso do processo GPR. O alcance de cada atributo de processo é avaliado através dos respectivos RAP.

De acordo com SOFTEX (2012c), “a capacidade do processo é representada por um conjunto de AP descrito em termos de resultados esperados. A capacidade do processo expressa o grau de refinamento e institucionalização com que o processo é executado na organização/unidade organizacional. No modelo MPS-SW, à medida que a organização/unidade organizacional evolui nos níveis de maturidade, um maior nível de capacidade para desempenhar o processo deve ser atingido”.

A **Tabela 5** mostra como o modelo MPS-SW está organizado em relação aos níveis de maturidade, os processos e atributos de processos correspondentes em todos os níveis. O modelo MPS-SW possui nove AP, identificados como:

- AP 1.1: o processo é executado;
- AP 2.1: o processo é gerenciado;

- AP 2.2: os produtos de trabalho do processo são gerenciados;
- AP 3.1: o processo é definido;
- AP 3.2: o processo está implementado;
- AP 4.1: o processo é medido;
- AP 4.2: o processo é controlado;
- AP 5.1: o processo é objeto de melhorias incrementais e inovações;
- AP 5.2: o processo é otimizado continuamente.

Tabela 5 - Processos e atributos dos sete níveis do MR-MPS-SW.

Fonte: extraído de SOFTEX (2012c).

Nível	Processos	Atributos de Processos
A		AP 1.1, AP 2.1, AP 2.2, AP 3.1, AP 3.2, AP 4.1, AP 4.2, AP 5.1, AP 5.2
B	Gerência de Projetos (evolução)	AP 1.1, AP 2.1, AP 2.2, AP 3.1, AP 3.2, AP 4.1, AP 4.2
C	Gerência de Riscos	AP 1.1, AP 2.1, AP 2.2, AP 3.1, AP 3.2
	Desenvolvimento de Reutilização	
	Gerência de Decisões	
D	Verificação	AP 1.1, AP 2.1, AP 2.2, AP 3.1, AP 3.2
	Validação	
	Projeto de Construção do Produto	
	Integração do Produto	
	Desenvolvimento de Requisitos	
E	Gerência de Projetos (evolução)	AP 1.1, AP 2.1, AP 2.2, AP 3.1, AP 3.2
	Gerência de Reutilização	
	Gerência de Recursos Humanos	
	Definição de Processos Organizacionais	
	Avaliação e Melhoria do Processo da Organização	
F	Medição	AP 1.1, AP 2.1, AP 2.2
	Garantia da Qualidade	
	Gerência de Portifólio de Projetos	
	Gerência de Configuração	
	Aquisição	
G	Gerência de Requisitos	AP 1.1, AP 2.1
	Gerência de Projetos	

A **Figura 4** ilustra a organização que foi abstraída do modelo MPS-SW, considerando apenas os níveis G e F – alvos deste trabalho. Pode ser observado como os processos e

capacidades se relacionam através dos atributos, e como os processos estão relacionados aos RAP, que são de responsabilidade dos papéis definidos dentro da empresa. O modelo MPS-SW define alguns papéis, processos e capacidades que são necessários para sua implementação. A execução dos processos está relacionada à definição de papéis, representados por pessoas com responsabilidades, tais como: - executar o processo; - acompanhar a execução do processo; - auditar se o processo foi executado corretamente e se atendeu aos objetivos; - validar se o processo está de acordo com as necessidades impostas pela política interna da empresa. Todo processo é composto por RAP, que devem ser documentados. Para que a empresa se certifique em um determinado nível de maturidade, todos os objetivos e todos os RAP que são definidos nos guias para aquele nível devem ser atendidos. Na próxima seção são apresentados os níveis G e F com seus processos e como eles evoluem.

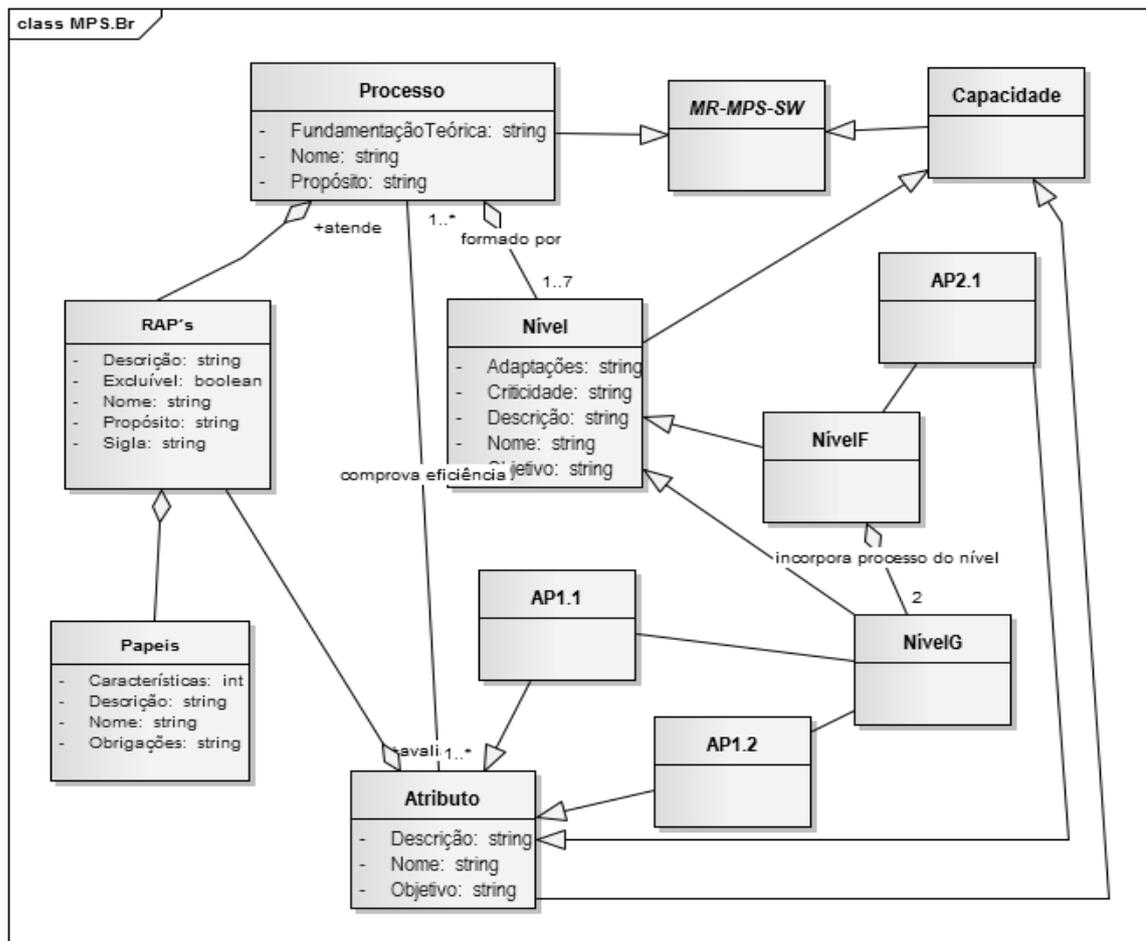


Figura 4 - Diagrama de classes com os elementos do MPS-SW, com os níveis G e F (simplificado).

2.3 NÍVEIS G E F DO MR-MPS-SW

Para a implementação da ontologia apresentada no *capítulo 4*, foi importante conhecer detalhes dos processos contemplados nos níveis G e F, bem como os resultados esperados (RAP) com a implementação dos processos. Essas informações constam nos Guias de Implementação desses níveis.

Segundo os Guias de Implementação, pode ocorrer da organização não conseguir atender todos os itens que estão nos RAP desses guias - embora eles tratem de aspectos considerados relevantes. Assim, a avaliação MPS vai requerer somente o atendimento aos RAP definidos no Guia Geral. É permitida certa flexibilidade nas formas de implementação, devendo ser analisado se a maneira utilizada para implementação dos processos atende cada resultado.

O nível de maturidade G requer cuidados especiais na sua implementação. Contempla o início do trabalho para implantação de melhorias nos processos de software na organização. Logo, requer superação de desafios na mudança da cultura organizacional, incluindo o desafio da definição de “projeto” para a organização. O nível G é o primeiro passo para que a organização seja orientada a projetos. Assim, até atividades de rotina do projeto têm que ser consideradas, com escopo, prazo, etc. Nesse nível o papel fundamental é do gerente de projeto.

Como mostrado na **Tabela 5**, o nível G contempla os seguintes processos: Gerência de Projetos (GPR) e Gerência de Requisitos (GRE). Segundo é o método de avaliação MA-MPS, para se considerar que um processo foi “satisfeito” no nível G, o atributo de processo AP 1.1 deve ser caracterizado como T (Totalmente implementado) e o atributo de processo AP 2.1 seja caracterizado como T (Totalmente implementado) ou L (Largamente implementado).

Ao ser implantado o nível G, a organização já será capaz de gerenciar parcialmente seus projetos de desenvolvimento de software (SOFTEX, 2012a). Não é necessário que a organização já tenha padrões organizacionais. Cada projeto pode usar os seus próprios padrões e procedimentos. Contudo, o Guia de Implementação orienta a organização no caso de ela já ter processos definidos antes da implementação do nível G. Nesses casos, quando se implanta o nível G pode ser necessário que os projetos façam adaptações nesses processos existentes, alterando elementos, como: processos, atividades, ferramentas, técnicas, procedimentos, padrões, medidas etc. Tais adaptações devem ser registradas durante o planejamento do projeto (SOFTEX 2012a). Essas mesmas orientações valem quando a organização estiver no nível F.

Ao evoluir para o nível F, a gestão de processos passa a ter a adição de processos de apoio referentes à Garantia da Qualidade (GQA) e Medição (MED). Ainda, a organização dos artefatos de trabalho começa a ser controlada pela Gerência de Configuração (GCO). A implantação do processo Gerência de Portfólio de Projetos (GPP) no nível F também agrega valor à gerência dos recursos disponíveis e investimentos realizados, de acordo com os objetivos estratégicos da organização.

Quando uma organização atinge o nível F, todos os artefatos produzidos nas várias etapas do projeto e do processo se tornam visíveis. Caso a organização faça subcontratações para alguma etapa do processo ou componente específico do produto, o controle dessa atividade também deve receber o mesmo rigor interno – com respeito ao modo de trabalho das organizações subcontratadas. Esses requisitos de controle são feitos pelo processo Aquisição (AQU).

Como pode ser visto na **Tabela 5**, a capacidade do nível F inclui os APs dos níveis G e F para todos os processos relacionados a esse nível. No nível F, novos perfis (papéis) são adequados para os novos processos, o que não significa contratação de novas pessoas.

De modo geral, não há ordem determinada para a implementação dos processos do nível F e, considerando que ele é uma complementação estreita do nível G, muitas organizações iniciam a implementação dos níveis G e F simultaneamente (SOFTEX, 2012b). Isso se reflete no esforço e no tempo para a implementação dos processos, mas pode ser interessante para maiores reflexos positivos na organização. Esse foi um fator motivador para que a ontologia desenvolvida neste trabalho contemplasse os níveis G e F conjuntamente.

A ontologia apresentada no *capítulo 4* para os níveis G e F do modelo MPS-SW foi desenvolvida para facilitar a compreensão dos guias e apoiar a implementação desses níveis na organização. Assim, muitos termos só mencionados nos guias foram complementados na ontologia como forma de apoio, com base no conhecimento disponível no PMBOK (PMI, 2012). A *subseção 2.3.1* traz as considerações sobre como foi feita essa complementação.

Outra complementação aos níveis G e F introduzida na ontologia teve como objetivo agregar valor à mensuração de desempenho dos processos. Para isso, foram utilizados aspectos do modelo de avaliação de desempenho *Balanced Scorecard* (BSC), conforme abordado na *subseção 2.3.2*.

2.3.1 CONHECIMENTO DO PMBOK COMPLEMENTAR AO MR-MPS-SW

Os Guias de Implementação dos níveis G e F fazem menção a termos que já fazem parte do corpo de conhecimentos do PMBOK (*Project Management Body of Knowledge*) (PMI, 2012), utilizado para uniformizar o conhecimento na área de Gerência de Projetos. Contudo, foi observado que só a menção desses termos não facilita a interpretação do modelo MPS-SW. Entretanto, se esses termos mencionados forem explicados para os interpretantes do MPS-SW, podem ser introduzidas facilidades a essa interpretação do modelo. Essa motivação levou a se complementar os níveis G e F na ontologia proposta (*capítulo 4*) com explicações dos termos mencionados nos guias e que estão contemplados no PMBOK. A intenção é apoiar as organizações que fizerem uso da ontologia.

O PMBOK é editado em forma de livro e atualmente está em sua quinta edição, lançada em dezembro de 2012. Esse guia formaliza diversos conceitos em gerenciamento de projetos, como a própria definição de projeto e do seu ciclo de vida. Também identifica um conjunto de conhecimentos amplamente reconhecido como boas práticas, aplicáveis à maioria dos projetos na maior parte do tempo. O PMBOK também fornece e promove um vocabulário comum para se discutir, escrever e aplicar o gerenciamento de projetos.

O guia PMBOK reconhece 47 processos, os quais são agregados em cinco grupos de processos e dez áreas de conhecimento, que são típicas em quase todas as áreas de projetos. A **Figura 5** apresenta uma visão geral do fluxo desses 47 processos. Os grupos de processos se classificam em: - Iniciação; - Planejamento; - Execução; - Monitoramento e controle; - Encerramento. Já as áreas de conhecimento são organizadas em: - Gestão de integração do projeto; - Gestão do escopo do projeto; - Gestão de tempo do projeto; - Gestão de custos do projeto; - Gestão da qualidade do projeto; - Gestão de recursos humanos do projeto; - Gestão das comunicações do projeto; - Gestão de riscos do projeto; - Gestão de aquisições do projeto; - Gestão de envolvidos do projeto.

A **Tabela 6** mostra como foi estruturado o relacionamento entre o modelo MPS-SW e o guia PMBOK, para identificar o que seria complementado na ontologia. Foram, então, consideradas as seguintes categorias de comparação para evidenciar as diferenças e finalidades específicas: estruturação, aplicação, escopo e conteúdo. Isso foi um importante ponto de apoio para a etapa de construção da ontologia proposta (*capítulo 4*), na qual foram adicionados, à ontologia, explicações/conceitos dos termos do PMBOK citados nos guias dos níveis G e F do modelo MPS-SW. A intenção é contribuir para o entendimento dos termos mencionados no MPS-SW e, portanto, contribuir para sua implementação.

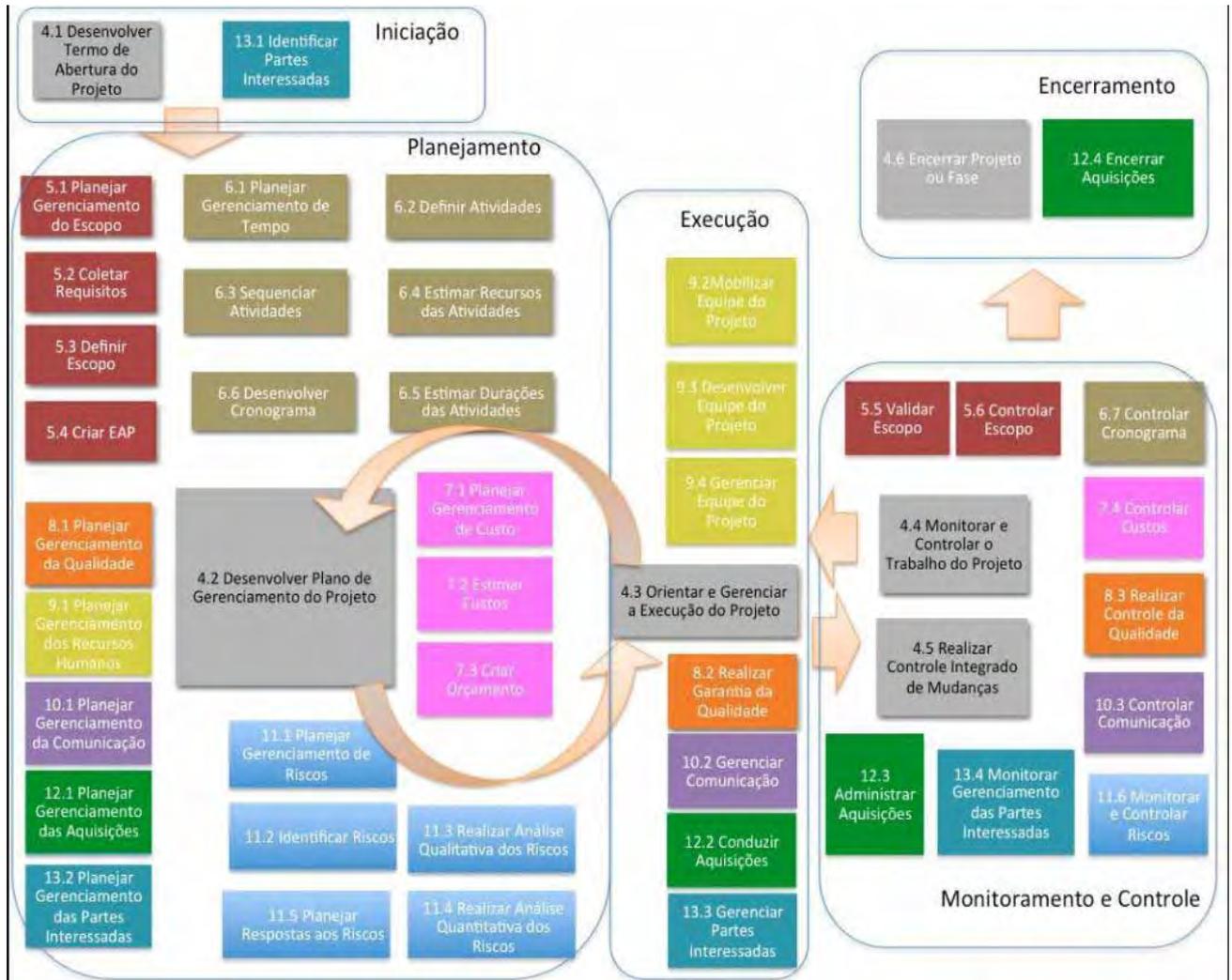


Figura 5 - Fluxo de processos de acordo com o Guia PMBOK.

Fonte: extraído de PMI (2012)

Tabela 6 - Comparação da organização do MR-MPS-SW e PMBOK.

Fonte: extraído e adaptado de PMI (2012).

Categorias	MR-MPS-SW	PMBOK
Estruturação	Áreas de processos; Níveis de maturidade; Níveis de capacidade.	Áreas de conhecimento para organizações.
Aplicação	Desenvolvimento de software.	Diversas áreas de negócio.
Escopo	Processos abordam outras áreas além da Gerência de Projetos.	Aborda as áreas que são essencialmente relacionadas à Gerência de Projetos.
Conteúdo	Definição de processos gerenciais, de engenharia e suporte para uma empresa de desenvolvimento de projetos de software.	Descreve práticas de gerenciamento de projetos complementares ao modelo, além de oferecer maior orientação aos envolvidos na definição dos processos, através da definição das entradas, ferramentas/técnicas e saídas.

2.3.2 ADOÇÃO DE INDICADORES DO *BALANCED SCORCARD*

O *Balanced Scorecard* (BSC) consiste de um modelo de mensuração de desempenho empresarial, que tem sido muito utilizado em grandes empresas de diferentes naturezas. Há alguns anos somente, alguns autores vêm associando o BSC à área de TI e de desenvolvimento de software, como Bueno (2009), Rocha (2009) e Pedroso (2010).

Em sua conceitualização, o BSC conta com perspectivas que refletem a visão e estratégia empresarial, as quais podem ser adequadas à gestão de processos de uma empresa. As prioridades estratégicas são identificadas e cada uma das perspectivas direciona o alinhamento dos indicadores estratégicos e táticos, formatados a partir da gestão de processos.

A associação do modelo MPS-SW com o BSC pode ser considerada um passo para ajudar a estreitar a aproximação do modelo MPS com a gestão estratégica da empresa. Além disso, essa iniciativa, voltada ao desenvolvimento de software, providencia a aplicação do BSC também em mPME que utilizem a ontologia proposta do MPS-SW. Isso é interessante, uma vez que o BSC é geralmente empregado em empresas de maior porte, e assim pode auxiliar também as mPME. Convém observar que ampliar o conjunto de indicadores do modelo MPS-SW não tira seu valor, mas sim agrega valor de uma abordagem utilizada internacionalmente.

Considerando que a implantação do modelo MPS-SW requer a gestão de processos em uma organização, é muito importante que se dê especial atenção aos indicadores e às métricas de desempenho. Medições contínuas permitem verificar a adequada execução do processo e a obtenção dos resultados planejados, assim como contribui com a manutenção da integridade do próprio processo. Em linhas gerais, a medição contínua é a base para melhorias e aumento do poder de competitividade.

Ressalta-se que o processo de medição do modelo MPS-SW orienta o gerenciamento de todos os processos implementados. Esse processo de medição é responsável por gerenciar todos os indicadores do modelo MPS-SW, bem como definir os objetivos e como os dados serão processados e apresentados. É importante ressaltar que a complementação do BSC junto ao modelo MPS-SW busca apresentar informações que permitam às empresas definirem indicadores para ativos intangíveis.

Nesse contexto, é importante entender algumas ideias básicas do modelo BSC e, conseqüentemente, como ele pode contribuir com o conjunto de indicadores do MPS-SW. Primeiramente, o BSC foi criado em 1992, por Robert Kaplan e David Norton. Tudo

começou motivado por uma pesquisa em doze empresas, buscando identificar o que elas estavam fazendo em sua gestão para se adequarem às mudanças da sociedade digital (KAPLAN; NORTON, 1997). Convém ressaltar que os autores do BSC muitas vezes o referenciam como metodologia.

Segundo Kaplan e David Norton (1997), o BSC é um sistema de avaliação de desempenho empresarial que complementa as medições financeiras com avaliações sobre o cliente, assim como identifica os processos internos que devem ser aprimorados. Com o BSC podem ser analisadas as possibilidades de aprendizado e o crescimento da organização. É possível analisar, também, como os investimentos em recursos humanos, sistemas e capacitação poderão mudar as atividades, A utilização do modelo foi motivada por sua grande aceitação no mercado mundial, melhorando a comunicação interna e externa da organização. Mostrou flexibilidade para se adequar aos mais diversos tipos de empresas; financeiras, governamentais, industriais etc. Observa-se que o modelo BSC propõe a criação de metas que devem ser concretizadas pela empresa durante um tempo planejado. Essas metas estão relacionadas com o planejamento estratégico da empresa. Para comprovar que as metas continuam viáveis e que podem ser atingidas, deve-se definir indicadores responsáveis em verificar se os objetivos serão atendidos.

O BSC organiza os indicadores em quatro perspectivas (KAPLAN; NORTON, 1997):

- **Perspectiva de finanças:** tem a finalidade de abranger os resultados financeiros da empresa;
- **Perspectiva de clientes:** abrange todas as pessoas que estão interagindo com a empresa no mercado (clientes, parceiros, fornecedores etc.) e os valores que são entregues a eles;
- **Perspectiva de processos internos:** abrange todos os serviços de transformação e geração de valor que ocorrem dentro da empresa (desenvolvimento de produtos, produção etc.);
- **Perspectiva de aprendizagem e renovação:** pode ser resumida como perspectiva de pessoas, que abrange os valores, a liderança, a cultura as competências e ferramentas tecnológicas que a empresa possui.

Dessas quatro perspectivas, três são consideradas para a proposta de associação do BSC com os níveis G e F do modelo MPS-SW: perspectivas de clientes, de processos internos e de aprendizagem e renovação. Assim, não foi considerada apenas a perspectiva de finanças.

Como ilustrado na **Figura 6**, as quatro perspectivas do BSC estão alinhadas com uma visão sistêmica da empresa e do meio em que ela opera (Visão e Estratégia). A sua organização considera que as pessoas podem gerar valor quando atuam nos processos, com o objetivo de entregar valor aos clientes, atendendo suas expectativas. Assim, a base proposta pelo BSC na gestão do conhecimento são as pessoas, que ajudam a aprimorar a qualidade dos processos, sendo influenciadas diretamente por eles. Uma vez que os processos são gerados com qualidade, a tendência é entregar produtos com qualidade aos clientes. Assim, o foco proposto pelo BSC na gestão do conhecimento são os clientes e os funcionários da empresa. Os clientes usufruem da qualidade dos produtos e os funcionários da empresa usufruem da qualidade dos processos internos dos trabalhos gerados.



Figura 6 - Perspectivas do modelo BSC.

Fonte: extraído e traduzido de Kaplan e Norton (1997).

2.4 TRABALHOS RELACIONADOS

Diversos trabalhos relacionados à utilização do modelo MPS-SW têm sido encontrados nas literaturas, principalmente relacionados ao processo de implementação do modelo, listando as dificuldades encontradas pelas empresas, bem como propostas para contorná-las. É o caso de trabalhos como o de Santana, Timóteo e Vasconcelos (2006) e o

de Colenci Neto (2008).

Santana, Timóteo e Vasconcelos (2006) apresentam sugestões de adequação ao nível G ou F do MR-MPS-SW para uma empresa que utiliza *eXtreme Programming* (XP) como metodologia de desenvolvimento ágil. Os autores enfatizam a flexibilidade do MR-MPS-SW, permitindo mudanças em seus processos para se ajustarem à realidade da empresa.

Colenci Neto (2008), por sua vez, apresenta conceitos de qualidade e de produtividade voltados a pequenas empresas. O autor disponibiliza um modelo de referência que visa harmonizar qualidade e produtividade de forma rápida e eficaz. A intenção é promover a competitividade nas pequenas empresas produtoras de software.

No que diz respeito ao assunto fábrica de software, também foram encontrados vários trabalhos. Porém não foi encontrado nenhum associado especificamente ao MR-MPS-SW. Como os guias dos níveis G e F trazem especificações próprias para fábricas de software, alguns trabalhos sobre fábrica de software podem ser destacados pela abordagem aplicada, como o de Nomura et al. (2006), Almeida e Bax (2003) e Oliveira e Colenci Neto (2003).

Nomura et al. (2006) observam que, no ambiente de fábrica de software, uma das questões que devem ser resolvidas é o modo de mapeamento dos processos, identificando claramente o que, com quem e como cada trabalho deve ser executado. O artigo apresenta um modelo para definição de processos para fábricas de software, usando um modelo composto por diagramas de *workflow* e conceitos da metodologia *Rational Unified Process* (RUP).

Almeida e Bax (2003) buscam identificar o impacto da implantação de estruturas de fábrica de software quanto ao ganho de competitividade por empresas prestadoras de serviço de desenvolvimento de software. Os resultados foram obtidos a partir de entrevistas realizadas em empresas que possuem ferramentas que apoiam o desenvolvimento de software e com certificação CMMI. Foi utilizado o modelo de cadeia de valor, desenvolvido por Porter (1989), para avaliação da vantagem competitiva na implementação de estruturas de fábrica de software.

Oliveira e Neto (2003), por outro lado, apresentam as contingências que envolvem a geração de soluções em software. Os autores se basearam na utilização de componentes reutilizáveis e em ferramentas e metodologias de TI. O artigo utiliza a abordagem de fábrica de software em um ambiente acadêmico, como mecanismo estimulador da capacitação tecnológica e gerador de empresas competitivas.

Em relação a métricas e indicadores, foram encontrados muitos trabalhos voltados à definição de mecanismos de medição, visando melhorar a qualidade do produto final (produto de software ou processo). Dentre esses trabalhos, destacam-se Ioannou et al. (2002) e Bueno (2009).

Ioannou et al. (2002) apresenta um modelo específico para o BSC, em que são apresentadas as experiências obtidas com sua implementação em uma empresa desenvolvedora de software. Toda a abordagem se baseou no modelo proposto por Kaplan e Norton (1997) e leva em conta todas as particularidades da indústria de software. Durante as discussões para implementação da tecnologia, houve uma grande preocupação com o capital intelectual para a definição das estratégias e das métricas de desempenhos sugeridas pelo BSC. Os autores também apresentam alguns fatores de sucesso e algumas deficiências em projetos específicos, para que sejam utilizadas como lições aprendidas por outros pesquisadores.

Bueno (2009), por sua vez, apresenta iniciativas de associação do MR-MPS-SW com o modelo BSC, de modo que, conjuntamente, possam melhorar os processos de desenvolvimento de software. A intenção é contribuir para estabelecer o alinhamento estratégico da organização e facilitar tomadas de decisão. Para isso, estabelece uma fórmula de cálculo para cada indicador, as fontes de coleta dos dados e a forma de processamento e disponibilização dessas informações, criando condições para que ocorra uma mudança na cultura organizacional. Ressalta-se que esse artigo mostra uma iniciativa de associação do BSC com o MR-MPS-SW diferente da que foi utilizada neste trabalho, voltada à gestão do conhecimento e indicadores intangíveis.

Em todos os trabalhos pesquisados observou-se grande preocupação com a geração de produtos e processos com alto nível de qualidade por parte das empresas produtoras de software. Contudo, nenhum deles tratou de uma base de conhecimentos para o MR-MPS-SW que apoie sua implantação. Dessa forma, a ontologia proposta (ver *capítulo 4*) pode ser considerada uma iniciativa original para auxiliar a compreensão e implantação do MR-MPS-SW, para uso de profissionais de empresas, avaliadores e implementadores do modelo.

3

ONTOLOGIAS DIRECIONADAS A AMBIENTES EMPRESARIAIS

A disseminação e o compartilhamento do conhecimento em uma organização são muito importantes para apoiar as tomadas de decisão, bem como a padronização da tecnologia utilizada para organizar, recuperar e manter a informação. A rapidez nas tomadas de decisão contribui para se obter vantagens competitivas no mercado. Isso é válido para todas as empresas, inclusive as empresas produtoras de software de qualquer porte (BLOMQVIST; ÖHGREN; SANDKUHL, 2006).

Ontologias vêm sendo amplamente utilizadas como técnica de representação e reutilização do conhecimento. De forma simplificada, pode-se dizer que uma ontologia é um conjunto de conceitos e termos usados para descrever determinado domínio, que se relacionam por atributos e relacionamentos (GUARINO, 1998). Ontologias consistem em uma alternativa para caracterizar e relacionar entidades em um domínio, representando o conhecimento nele contido.

Em um contexto empresarial, as ontologias refletem o conhecimento relevante da empresa, baseando-se em conceitos específicos e suas relações. Consideram-se ontologias empresariais como sendo blocos de construção para formação de uma rede de informação nas empresas (ÖHGREN; SANDKUHL, 2005).

Segundo Almeida e Bax (2003), a organização de uma ontologia está baseada em uma estrutura de conceitos e seus relacionamentos, com os seguintes componentes básicos:

- classes: conceitos da ontologia organizados hierarquicamente. As classes superiores podem ser chamadas de superclasses e as classes inferiores de subclasses;
- relações: interação entre os conceitos de um determinado domínio;
- axiomas: especificações de restrições entre os conceitos e suas relações;

- instâncias: representações de elementos específicos.

A definição de uma ontologia leva à classificação do que existe em um mesmo domínio de conhecimento permitindo inferências, que são úteis para a manutenção de estruturas em um domínio complexo. O suporte a declarações axiomáticas facilita a recuperação da informação (ÖHGREN; SANDKUHL, 2005).

Nesse contexto, este capítulo apresenta um levantamento sobre ontologias, com foco nas ontologias empresariais, de modo a apoiar a compreensão da ontologia dos níveis G e F do modelo MPS-SW, apresentada no o *capítulo 4*. Esse levantamento foi organizado em sete seções.

A *seção 3.1* apresenta algumas formas de se conceituar uma ontologia. Em complementação, a *seção 3.2* apresenta alguns tipos de ontologias existentes, com breve descrição sobre cada uma.

A *seção 3.3* apresenta algumas metodologias e modelos para construção de ontologias. Adicionalmente, a *seção 3.4* apresenta um levantamento sobre linguagens utilizadas para a criação e manutenção de ontologias, com ênfase na linguagem OWL (*Web Ontology Language*). Já a *seção 3.5* apresenta um levantamento sobre ambientes de software para desenvolvimento de ontologias, enfatizando o sistema Protégé v4.1.

A abordagem de ontologias empresariais, usada como inspiração para este trabalho, está contemplada na *seção 3.6*.

Por fim, a *seção 3.7* apresenta uma relação de trabalhos encontrados na literatura que utilizam ontologias empresariais, bem como ontologias relacionadas à Engenharia de Software e Gerência de Projetos.

3.1 CONCEITOS DE ONTOLOGIA

O termo “ontologia” é proveniente do grego *ontos* que significa “ser” e *logos* que significa “palavra”. Já no ano 384 A.C, Aristóteles usava a palavra “categoria” para classificar uma entidade (MORAIS; AMBRÓSIO, 2007). Ele introduziu outro termo, “*differentia*”, para propriedades que distinguem diferentes espécies do mesmo gênero. A técnica da herança é o processo de mesclar várias *differentias*, definindo categorias por gênero.

Segundo Sowa (2001), ontologia é um “catálogo de tipos de coisas” em um domínio

criado com a determinada linguagem, na perspectiva de certa pessoa ou grupo de pessoas. Para Gove (2002), trata-se de “uma teoria que diz respeito a tipos de entidades que são aceitas em um sistema que utiliza uma linguagem”. Uma definição mais completa é apresentada por Gruber (1993):

Uma ontologia é uma especificação explícita de uma conceitualização. [...] Em tal ontologia, definições associam nomes de entidades no universo do discurso (por ex. classes, relações, funções, etc.) com textos que descrevem o que os nomes significam e os axiomas formais que restringem a interpretação e o uso desses termos [...].

O termo “conceitualização” corresponde a uma coleção de objetos, conceitos e outras entidades que se assume existirem em um domínio, bem como os relacionamentos entre eles. Uma conceitualização é uma visão abstrata e simplificada do mundo que se deseja representar. A definição proposta por Gruber é discutida em Guarino e Giaretta (1995):

[...]um ponto inicial nesse esforço de tornar claro o termo, será uma análise da interpretação adotada por Gruber. O principal problema com tal interpretação é que ela é baseada na noção conceitualização, a qual não corresponde à nossa intuição. [...] Uma conceitualização é um grupo de relações extensionais descrevendo um ‘estado das coisas’ particular, enquanto a noção que temos em mente é uma relação intencional, nomeando algo como uma rede conceitual a qual se superpõe a vários possíveis ‘estados das coisas’.

Uma definição intencional consiste de uma lista de características do conceito. Uma definição extencional é uma enumeração de aspectos de todas as espécies que são do mesmo nível de abstração. Já Guarino (1998) revê a definição de conceitualização fazendo uso do aspecto intencional, para obter uma interpretação mais satisfatória:

[...] ontologia se refere a um artefato constituído por um vocabulário usado para descrever certa realidade, mais um conjunto de fatos explícitos e aceitos que dizem respeito ao sentido pretendido para as palavras do vocabulário. Este conjunto de fatos tem a forma da teoria da lógica de primeira ordem, onde as palavras do vocabulário aparecem como predicados unários ou binários.

De modo geral, uma ontologia define as regras da combinação possível entre os termos e as relações entre eles. Uma ontologia define assim uma “linguagem” (conjunto de termos) que será utilizada para formular consultas. Assim, uma ontologia é criada por especialistas para que usuários formulem consultas usando os conceitos especificados.

Para Borst (1997), “uma ontologia é uma especificação formal e explícita de uma conceitualização compartilhada”. Nessa definição, “formal” significa legível para computadores; “especificação explícita” diz respeito a conceitos, propriedades, relações, funções, restrições e axiomas, explicitamente definidos. Já a palavra “compartilhada” se refere ao conhecimento consensual. “Conceitualização”, por sua vez, diz respeito a um modelo abstrato de algum fenômeno do mundo real.

Outras discussões sobre formas de conceituar ontologias podem ser encontradas em Guarino e Giaretta (1995), que apresenta diferentes sentidos para o termo em relação ao nível de abstração adotado. Outras definições são encontradas em Albertazzi (1996), Neches et al. (2012), Wache et al. (2001), Uschold e Gruninger (1996) e Chandrasekaran, Josephson e Benjamins (1999). Em Guarino (1996, 1998) destaca-se uma discussão detalhada sobre diferentes formas de se conceituar uma ontologia. Uma caracterização de ontologia como uma “teoria de classificação” pode ser encontrada em Ozkural (2001).

3.2 TIPOS DE ONTOLOGIAS

De acordo com Guarino (1996) e Guizzardi (2000), as ontologias podem ser classificadas em cinco categorias: ontologias genéricas, de domínio, de tarefa, de representação e de aplicação. Essas categorias estão relacionadas de certa forma, como ilustrado na **Figura 7**. Essa figura representa a evolução das categorias ontológicas, iniciando por ontologias aplicáveis a qualquer domínio (genéricas), seguindo para ontologias aplicáveis a domínios particulares (tecnologia da informação, medicina etc.) e ontologias aplicáveis a tarefas genéricas, sem um domínio particular. Da junção das categorias de domínio e de tarefas tem-se as ontologias que dependem tanto de um domínio particular quanto de uma tarefa específica (ontologia de aplicação) (GUIZZARDI, 2000). Neste trabalho, a ontologia desenvolvida pode ser classificada como do tipo ontologia aplicável a domínios particulares.

A categoria de ontologias genéricas inclui as ontologias que descrevem conceitos independentes de um problema específico ou domínio particular, como, por exemplo: elementos da natureza, espaço, tempo, coisas, estados, eventos, processos ou ações. De acordo com Guizzardi (2000), pesquisas com ontologias genéricas procuram construir teorias básicas do mundo, de caráter bastante abstrato, aplicáveis a qualquer domínio (conhecimento de senso comum). Exemplos de trabalhos utilizando esse tipo de ontologia podem ser obtidos em Lenat (1995) e Miller et al. (1990). Eles estão relacionados principalmente ao uso de ontologias em seu sentido filosófico de categorização e linguística.



Figura 7 - Relação hierárquica entre tipos de ontologias.

Fonte: extraído de Guizzardi (2000).

As ontologias de domínio descrevem conceitos e vocabulários relacionados a domínios particulares, tais como medicina ou computação, por exemplo. Esse é o tipo de ontologia mais comum, geralmente construída para representar um “micromundo” (GUIZZARDI, 2000). Em Clark (2011) estão listados alguns trabalhos que utilizam esse tipo de ontologia.

A categoria denominada ontologia de tarefa contempla as ontologias que descrevem tarefas ou atividades genéricas, que podem contribuir na resolução de problemas, independente do domínio em que ocorrem. Por exemplo, ontologias de processos de vendas ou de diagnóstico. A intenção é facilitar a integração dos conhecimentos de tarefa e de domínio em uma abordagem mais uniforme e consistente, tendo por base o uso de ontologias (GUIZZARDI, 2000). Exemplos de trabalhos nessa categoria podem ser obtidos em Musen et al. (1995).

As ontologias de representação, por sua vez, explicam as conceituações que fundamentam os formalismos de representação de conhecimento, procurando tornar claros os compromissos ontológicos embutidos nesses formalismos (GUIZZARDI, 2000). Um exemplo dessa categoria é a ontologia de *frames*, utilizada em Ontolíngua², segundo Gruber (1993).

Já as ontologias de aplicação descrevem conceitos que dependem tanto de um domínio particular quanto de uma tarefa específica. Devem ser especializações dos termos das ontologias de domínio e de tarefa correspondentes. Esses conceitos normalmente correspondem a regras aplicadas a entidades de domínio enquanto executam determinada tarefa (GUIZZARDI, 2000).

² Ontolíngua: um sistema para editar, folhear, traduzir e reutilizar ontologias (GRUBER, 1993).

3.3 METODOLOGIAS PARA CONSTRUÇÃO DE ONTOLOGIAS

A engenharia de ontologias é uma área de pesquisa que está dando seus primeiros passos, já que ainda não existem metodologias para o desenvolvimento de ontologias que sejam largamente utilizadas e aceitas pela comunidade científica (MIZOGUCHI; IKEDA, 1996).

Segundo Mizoguchi e Ikeda (1996), a primeira referência ao termo “engenharia de ontologias” foi feita em 1996. As primeiras propostas de metodologias de desenvolvimento de ontologias para empresas aconteceram em 1995. Destacam-se os relatos das experiências obtidas durante o desenvolvimento da Ontologia Empresarial (*Enterprise Ontology*) por Uschold e King (1995).

Nessa direção, Gruninger e Lee (2012) definiram uma metodologia baseada na experiência de desenvolvimento da ontologia do projeto TOVE (*TOronto Virtual Enterprise*), no domínio de processos de negócios e modelagem de atividades. A **Tabela 7** traz uma síntese das seis etapas dessa metodologia.

Tabela 7 - Descrição da metodologia para desenvolvimento de ontologias do projeto TOVE.

Fonte: extraído e traduzido de Gruninger e Lee (2012).

Etapas	Descrição
1. Descrição de cenários motivacionais	Os cenários motivacionais são descrições de problemas ou exemplos que não são cobertos adequadamente por ontologias existentes. A partir destes cenários-problema se chega a um conjunto de soluções possíveis, que carregam a semântica informal dos objetos e relações que posteriormente serão incluídos na ontologia.
2. Formulação informal das questões de competência	Com base nos cenários, são elaboradas questões de competência, com a intenção de que seja possível representá-las e respondê-las usando a ontologia a ser desenvolvida.
3. Especificação dos termos da ontologia numa linguagem formal	Definição de um conjunto de termos/conceitos, a partir das questões de competência. Esses conceitos servirão de base para a especificação numa linguagem formal, usando uma linguagem de representação de conhecimento.
4. Descrição formal das questões de competência	Descrição das questões de competência usando uma linguagem formal.
5. Especificação formal dos axiomas	Criação das regras, descritas em linguagem formal, a fim de definir a semântica dos termos e relacionamentos da ontologia.
6. Verificação da completude da ontologia	Estabelecimento de condições que caracterizem a ontologia como completa, através das questões de competência formalmente descritas.

Outra metodologia de construção de ontologias que merece destaque é denominada “*Methontology*”, desenvolvida no laboratório de Inteligência Artificial da Universidade de

Madri. Trata-se, na verdade, de um *framework* que, dentre outras funcionalidades, dá suporte à construção de ontologias no nível do conhecimento (GILES, 1979; GÓMEZ-PÉREZ, 1996). Diferentemente das demais, essa metodologia descreve a identificação do processo de desenvolvimento da ontologia, dividindo-o em tipos de atividades a serem desenvolvidas, como descritas na **Tabela 8**.

De modo geral, na literatura podem ser encontradas várias propostas de metodologias para construção de ontologias nas mais diversas áreas. Um exemplo, a metodologia de desenvolvimento do projeto Esprit KACTUS (BERNARAS; LARESGOITI; CORERA, 1996), para o domínio de circuitos elétricos. Observa-se que a maioria dos grupos de pesquisa define sua própria metodologia de desenvolvimento de ontologias, de acordo com as características da aplicação que pretendem desenvolver.

Tabela 8 - Descrição da ontologia *Methontology*.

Fonte: extraído de Gómez-Pérez (1996).

Etapas	Descrição dos tipos de atividades
1. Atividades de gerenciamento do projeto	<ul style="list-style-type: none"> – Planejamento: identificação das tarefas a serem desempenhadas, como essas tarefas devem ser organizadas, quanto tempo e quais recursos elas devem consumir até serem completadas. Essa atividade é essencial quando se pretende fazer reuso de ontologias existentes. – Controle: atividade que garante que as tarefas planejadas na fase anterior sejam executadas completamente. – Garantia de qualidade: atividade que assegura que os produtos resultantes das atividades (ontologia, software, documentação) sejam satisfatórios.
2. Atividades orientadas ao desenvolvimento	<ul style="list-style-type: none"> – Especificação: atividades que definem porque a ontologia será construída, que uso será feito dela e quem serão seus usuários finais. – Conceituação: atividades de estruturação do domínio de conhecimento da ontologia, usando modelos de significado no nível do conhecimento. – Formalização: atividades de transformação do modelo conceitual da atividade anterior num modelo formal ou semicomputável. – Implementação: atividades de construção de modelos computáveis numa linguagem computacional. – Manutenção: atividades de atualização e correção da ontologia.
3. Atividades de suporte, desempenhadas em paralelo ao desenvolvimento	<ul style="list-style-type: none"> – Aquisição de conhecimento: atividades de aquisição de conhecimento sobre um determinado domínio. – Avaliação: atividades de julgamento técnico das ontologias, dos ambientes de software associados e da documentação produzida, usando frames de referência. – Integração: atividades essenciais quando há reuso de ontologias existentes; – Documentação: atividades de detalhamento claro e exaustivo das fases de desenvolvimento.

3.4 LINGUAGENS PARA CONSTRUÇÃO DE ONTOLOGIAS

São inúmeras as linguagens disponíveis para a construção de ontologias: Ontolingua/KIF (GRUBER, 1993), Flogic (KIFER; LAUSEN; WU, 1995), RDF(S) (W3C, 2004a), XOL (KARP; CHAUDHRI; THOMERE, 2002), OIL (HARMELEN et al., 2001), DAML+OIL (HARMELEN; HORROCKS, 2001), OWL (W3C, 2004b) etc. Observa-se que comparações e/ou mais informações sobre essas linguagens podem ser obtidas em Almeida e Bax (2003).

De modo geral, as linguagens para construção de ontologias se baseiam em formalismos, tais como: *frames*, lógica de primeira ordem, lógica descritiva, etc. A **Figura 8** ilustra a base formal de algumas dessas linguagens. Como se pode observar, a figura ilustra quais os recursos são utilizados para compor a linguagem. A linguagem OIL, por exemplo, é baseada em *frames* com utilização de lógica descritiva.

Já a **Figura 9** apresenta uma relação de algumas linguagens voltada à Web Semântica³ na forma de camadas (GÓMEZ-PÉREZ; CORCHO, 2002; HARMELEN et al., 2001). Como pode ser observado na **Figura 9**, XML (*eXtensible Markup Language*) foi a base para o desenvolvimento das demais linguagens, como, por exemplo: SHOE (*Simple HTML Ontology Extension*), XOL (*Ontology eXchange Language*) e RDF (*Resource Description Framework*). Nota-se que RDF também evoluiu para as linguagens OIL (*Ontology Interchange Language*) e DAML (*DARPA Agent Markup Language*) +OIL.

A partir de fevereiro de 2004, o Consórcio W3C (*World Wide Web Consortium*) tem recomendado a linguagem OWL (*Web Ontology Language*) para a construção de ontologias (W3C, 2004b). Essa linguagem foi projetada para aplicações que necessitam processar informações. OWL é uma revisão da linguagem DAML+OIL e, por consequência, de RDF, permitindo algumas especificações que não existiam nessas linguagens. Sua definição é baseada em XML, RDF e RDF-Schema, oferecendo mecanismos para uma semântica formal. Cabe salientar que OWL é uma extensão do vocabulário de RDF.

A linguagem OWL possui três abordagens, para maior expressividade semântica: OWL Lite, OWL DL e OWL Full. Na verdade, OWL Full não é considerada uma sublinguagem, mas a própria linguagem OWL, sem nenhuma restrição, por isso é a

³ Web Semântica é um novo passo no desenvolvimento da Internet, marcado, principalmente, pela organização do conteúdo e pela interação inteligente do usuário com o material disponibilizado na rede (FREITAS, 2008).

abordagem mais expressiva. Já OWL DL suporta a lógica descritiva e é computável, com restrições para assegurar a existência de um procedimento de raciocínio (W3C, 2004b). A OWL Lite é a abordagem mais simples, com um conjunto mínimo das características da linguagem OWL; tem as restrições da OWL DL, mas sem permissão para algumas operações de conjuntos, como união, complemento, disjunção, etc.

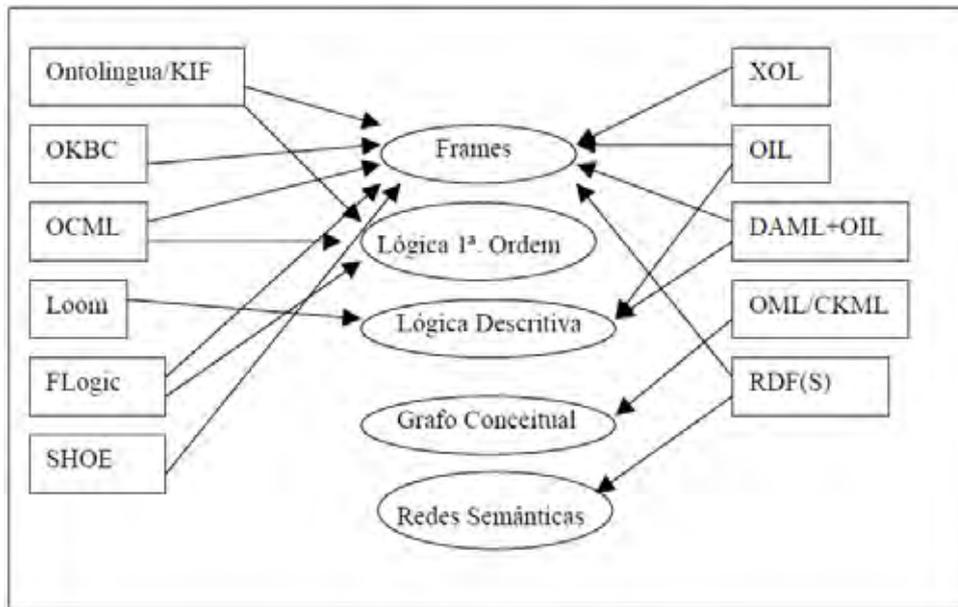


Figura 8 - Base formal de algumas linguagens para construção de ontologias.

Fonte: extraído de Gómez-Pérez e Corchos (2002).

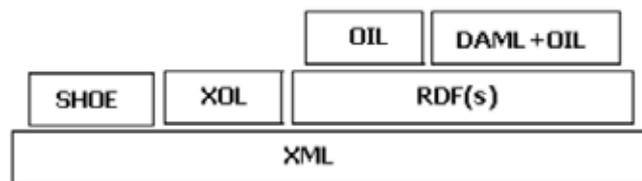


Figura 9 - Relação entre as linguagens para construção de ontologias.

Fonte: extraído de Gómez-Pérez e Corchos (2002).

Convém observar algumas funcionalidades que são permitidas na OWL Lite:

- configurar igualdades: *equivalentClass*, *equivalentProperty* e *sameAs*;
- desigualdades: *differentFrom*, *distinctMembers* e *AllDifferent*;
- características de propriedades: *ObjectProperty*, *DatatypeProperty*, *inverseOf*, *TransitiveProperty*, *SymmetricProperty*, *FunctionalProperty* e *InverseFunctionalProperty*;
- restrições de cardinalidade: *minCardinality*, *maxCardinality*, *cardinality*;

- interseção de classes: *intersectionOf*.

Além dessas funcionalidades mencionadas, OWL DL e OWL Full ainda permitem, por exemplo:

- axiomas: *oneOf*, *disjointWith*, *equivalentClass*;
- expressões booleanas de combinações de classes: *unionOf*, *complmentOf* e *intersectionOf*;
- informação: *hasValue*.

A estrutura do documento em OWL consiste de:

- uma tag inicial `<rdf:RDF... >`;
- um conjunto de *XML namespace* detalhando os vocabulários que serão usados dentro da ontologia (ver **Figura 10**);
- o cabeçalho da ontologia no qual se coloca o comentário, a versão anterior, o rótulo e importação de outras ontologias (ver **Figura 11**);
- a ontologia propriamente dita com a criação dos conceitos através das classes, relações etc. e termina com a tag `</rdf:RDF>` (ver **Figura 12**).

Observa-se que os prefixos `rdf:` ou `rdfs:` indicam que os termos já estão presentes nas linguagens RDF e RDF Schema. Já o prefixo `owl:` indica que os termos foram introduzidos pela linguagem OWL. As **Figuras 10 a 12** mostram componentes da ontologia, que são indivíduos, propriedades e classes. Os indivíduos são as instâncias, representando os objetos que pertencem à ontologia. As propriedades são as relações a serem construídas entre os indivíduos (relação binária) ou para o indivíduo (função, característica). As propriedades podem ser inversas, transitivas ou simétricas. As classes podem ser vistas como conjuntos que contêm indivíduos. A classe é a representação concreta de um conceito.

Em face desse contexto, a linguagem OWL Full foi selecionada para a construção da ontologia apresentada no *capítulo 4*, referente aos níveis G e F do modelo MPS-SW. Isso por ser uma recomendação do W3C, baseada na lógica descritiva - o que ajuda na classificação automática.

```

<rdf:RDF
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
  xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#"
  xmlns:daml="http://www.daml.org/2001/03/daml+oil#"
  xmlns:dc="http://purl.org/dc/elements/1.1/"
  xmlns="http://wwwp.fc.unesp.br/~simonedp/WS/"
  xml:base="http://wwwp.fc.unesp.br/~simonedp/WS">

```

Figura 10 - Parte introdutória de um arquivo OWL.

Fonte: extraído de Gómez-Pérez e Corchos (2002).

```

<owl:Ontology rdf:about="">
  <rdfs:comment>Ontologia de instancias do projeto de doutorado</rdfs:comment>
  <rdfs:label>Instancias</rdfs:label>
  <owl:imports rdf:resource="http://wwwp.fc.unesp.br/~simonedp/WS/edowl.owl"/>
  <owl:imports rdf:resource="http://wwwp.fc.unesp.br/~simonedp/WS/forma.owl"/>
  <owl:imports rdf:resource="http://wwwp.fc.unesp.br/~simonedp/WS/ada.owl"/>
</owl:Ontology>

```

Figura 11 - Cabeçalho da ontologia em OWL.

Fonte: extraído de Gómez-Pérez e Corchos (2002).

```

<owl:Ontology rdf:about=" ../owl/disc.owl#">
</owl:Ontology>
<owl:Class rdf:ID="Conceito">
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Class rdf:ID="Pilha"/>
  </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>

```

Figura 12 - Corpo da ontologia em OWL.

Fonte: extraído de Gómez-Pérez e Corchos (2002).

3.5 FERRAMENTAS PARA CONSTRUÇÃO DE ONTOLOGIAS

Esta seção apresenta três ferramentas para auxiliar a construção de ontologias, dentre as muitas disponíveis. Essas ferramentas são apresentadas nas *subseções* 3.5.1 a 3.5.3, respectivamente: Protégé, Ontoedit e OilEd.

Comparações entre essas ferramentas, bem como informações sobre outras ferramentas similares podem ser encontradas em Almeida e Bax (2003), bem como em Garcia, Sicilia, Sánchez (2005). Observa que esses últimos autores realizaram uma

avaliação de usabilidade convencional combinando duas técnicas: avaliação heurística e testes com usuários. Para a realização dos testes foram definidos três grupos de participantes, sendo que cada grupo tinha conhecimentos diferenciados na utilização destas ferramentas. Os participantes possuíam as seguintes características: - mais de cinco anos de experiência no uso de computadores; - uso diário de aplicações complexas; - compreensão mínima de modelos conceituais.

O objetivo do estudo de Garcia, Sicilia, Sánchez (2005) não era verificar dados relacionados ao conhecimento específico em criar ontologias dos participantes, mas sim determinar a facilidade de utilização das ferramentas testadas. Como resultado, o estudo concluiu que a ferramenta Protégé dispõe de recursos que são autoexplicativos permitindo uma aprendizagem rápida e sem a necessidade de treinamento. Dessa forma, a ferramenta Protégé foi selecionada neste trabalho para a construção da ontologia apresentada no *capítulo 4*. A próxima seção apresenta mais informações sobre essa ferramenta.

3.5.1 FERRAMENTA PROTÉGÉ

A ferramenta Protégé é um *framework* Java, de uso livre e com código-fonte aberto (*open source*), cuja arquitetura extensível permite gerar e personalizar a criação de bases de conhecimento (STANFORD, 2012). A extensão do *framework* pode ser feita através de *plug-ins* (NOY; MCGUINNESS, 2006).

O sistema Protégé proporciona um ambiente integrado de edição e armazenamento de uma base de conhecimento sobre determinado domínio. Além de suporte à construção de ontologias de domínio e personalização de formas de aquisição de conhecimento, pode combinar/integrar ontologias existentes. Permite a extensão de objetos gráficos de interface para tabelas, diagramas e componentes, a fim de acessar outros sistemas baseados em conhecimento embutidos em aplicações. A sua interface gráfica é muito fácil de ser utilizada. Também disponibiliza uma biblioteca para uso de outras aplicações, de modo que acessem e visualizem suas bases de conhecimento (NOY; MCGUINNESS, 2006).

Até alguns anos atrás, a principal limitação da ferramenta Protégé se referia ao desenvolvimento de ontologias que seriam usadas em aplicações Web. Segundo Noy e Mcguinness (2006), não era possível exportar a ontologia em DAML+OIL. Atualmente existe

um *plug-in* DAML+OIL para o Protégé⁴

A construção de ontologias usando o Protégé é feita a partir da criação de uma hierarquia de conceitos ou classes, que podem ser concretas ou abstratas, dependendo da permissão de instanciação dos mesmos. Além da definição dos conceitos/classes, é possível definir propriedades e relações entre eles. A **Figura 13** apresenta a interface da ferramenta Protégé, com algumas das suas opções de visualização selecionadas (NOY; MCGUINNESS, 2006).

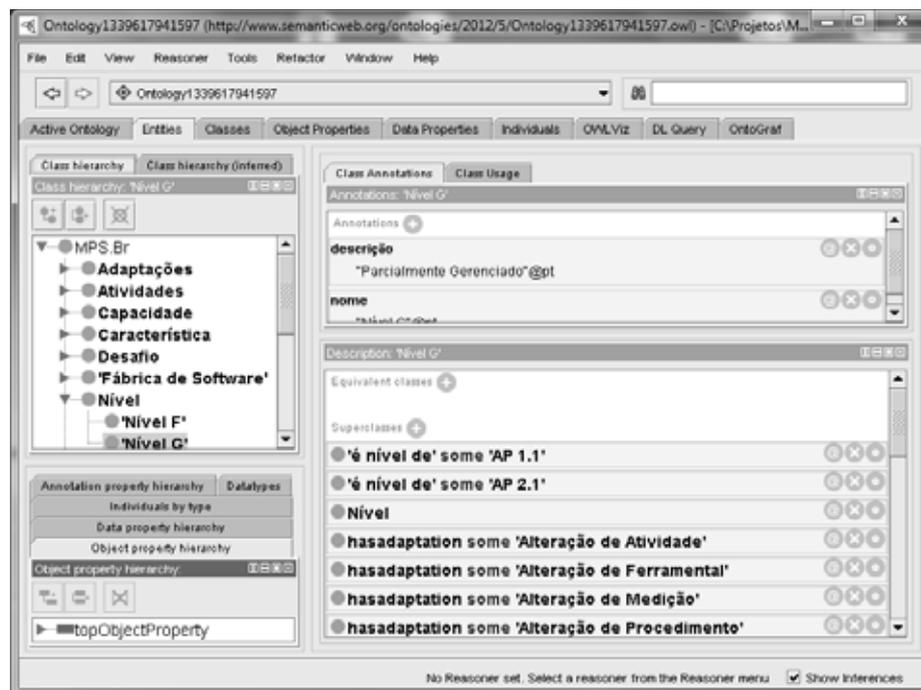


Figura 13 - Interface principal da ferramenta Protégé.

3.5.2 FERRAMENTA ONTOEDIT

A ferramenta OntoEdit é um ambiente de desenvolvimento e edição de ontologias que oferece várias interfaces de exportação de ontologias em linguagens como RDF(S), XML, DAML+OIL ou F-Logic - padrões do Consórcio W3C. Trata-se de uma ferramenta comercial, com uma versão de uso restrito, que limita o número de conceitos (máximo de 50) das ontologias (KARLSRUHE, 2006).

⁴ Ver <http://www.ai.sri.com/dam/DAML+OIL-plugin/>

Para verificar a consistência da ontologia gerada pela ferramenta OntoEdit, é necessário integrar outra ferramenta ao seu ambiente: Ontobroker, na versão comercial, ou SiRLI, na versão livre. Ontobroker é uma máquina de inferência e consulta que processa declarações feitas em F-lógica (subconjunto de lógica de primeira ordem). SiRLI (*Simple Logic-based RDF Interpreter*) é uma máquina de inferência que define o núcleo (*core*) do Ontobroker. As duas máquinas possibilitam, ao usuário, fazer inferências sobre fatos, atributos e relacionamentos de conceitos definidos na ontologia, sendo que a ferramenta Ontobroker possui algumas funcionalidades adicionais.

O Sistema OntoEdit proporciona um ambiente de desenvolvimento de ontologias, seguindo uma metodologia de desenvolvimento com três fases: especificação de requisitos, refinamento e avaliação. Cada uma dessas fases usa ferramentas específicas integradas ao ambiente. A **Figura 14** apresenta a interface principal do OntoEdit em sua versão de uso livre. Vale ressaltar que não existem diferenças da interface da versão livre com a da versão proprietária (*Professional*) (KARLSRUHE, 2006).

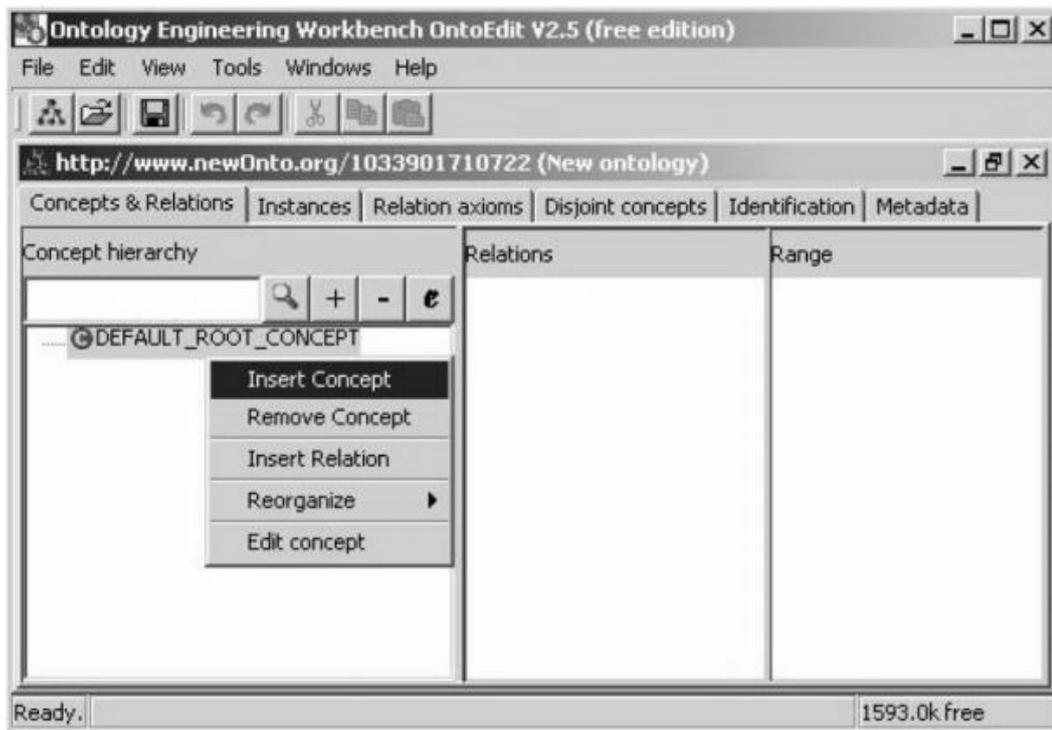


Figura 14 - Interface principal da ferramenta OntoEdit.

Fonte: extraído de Uschold e King (1995).

3.5.3 FERRAMENTA OILED

A ferramenta OilEd é um editor de ontologias de domínio público, criado com a intenção de prover uma ferramenta simples para estimular o interesse na linguagem DAML+OIL. Na verdade, não provê um ambiente completo para o desenvolvimento de ontologias, mas algo semelhante a um sistema de “bloco de notas”. Logo, não é adequada à criação de ontologias em larga escala. Também não é possível a importação e integração de ontologias existentes (ROBERTS, 2010). A **Figura 15** apresenta a interface do OilEd.

Apesar dessas limitações, a ferramenta OilEd tem acoplado a ela um *reasoner* *FaCT*⁵, que verifica a consistência da ontologia usando um classificador SHIQ⁶. As inferências possíveis estão relacionadas à disjunção e equivalência entre os conceitos, além das relações hierárquicas (ROBERTS, 2010).

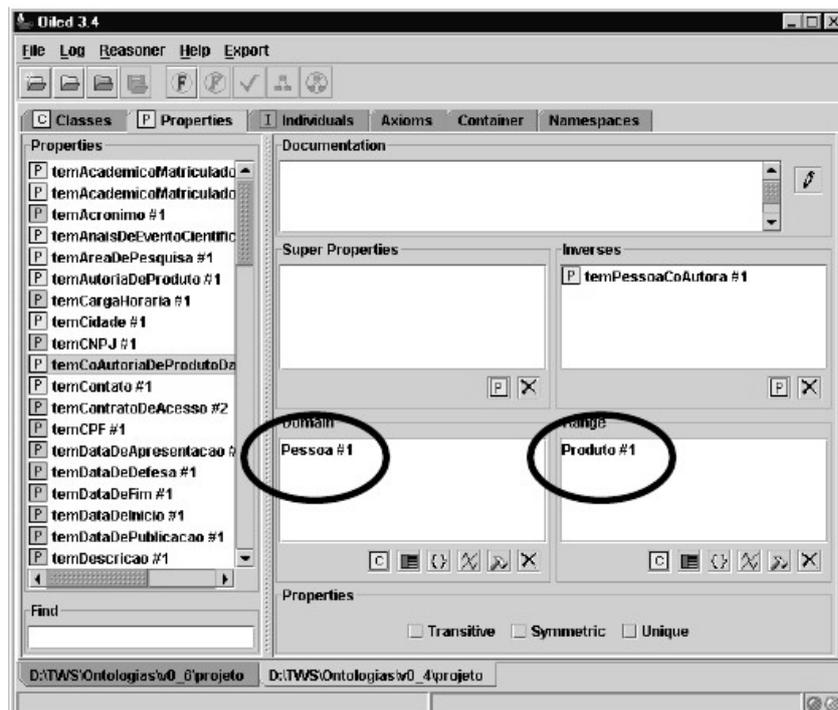


Figura 15 - Interface da ferramenta OilEd 3.4.

Fonte: extraído de Roberts (2010).

⁵ Classificador baseado em lógica de descrição e CORBA.

⁶ Entende-se como uma linguagem de lógica descritiva que permite a construção de painéis expressivos, ao invés de se concentrar somente apenas nas construções de conceitos (CARNEIRO, 2003).

3.6 ONTOLOGIA EMPRESARIAL

Enterprise Ontology é uma linha de trabalho que foi definida para o Enterprise Project a partir da inclusão de novos conceitos ao Projeto TOVE (USCHOLD; KING, 1995). Uma ontologia empresarial descreve conceitos e relações que existem em um domínio empresarial. O objetivo é melhorar e substituir os métodos de modelagem existentes por uma estrutura de métodos e ferramentas que se adequem à modelagem empresarial e à gestão de mudanças.

Segundo Uschold e King (1995), o modelo organizacional de uma empresa está estreitamente associado com uma ontologia empresarial. Os autores definem ontologia empresarial como sendo uma ontologia utilizada para descrever a empresa como um todo, com muitos termos específicos do meio empresarial. A ontologia empresarial destina-se a fornecer um vocabulário comum, para ser usado por desenvolvedores e usuários. Assim, permite a reutilização do conhecimento sobre a organização, a elaboração de uma primeira versão dos requisitos e a identificação de quem pode dar informações sobre o sistema.

Ela permite a reutilização do conhecimento sobre a organização, a elaboração de uma primeira versão dos requisitos e a identificação dos responsáveis pelas informações sobre o sistema. Uma ontologia empresarial representa um guia de aquisição de conhecimento a partir de uma ou mais organizações. Esse tipo de ontologia auxilia a identificação de profissionais com as competências adequadas para alocar uma equipe ao projeto, discutir assuntos relacionados ao ambiente organizacional e orientar a execução de uma tarefa.

As ontologias empresariais facilitam o desenvolvimento de sistemas que manipulam o conhecimento da organização, como, por exemplo, um sistema que suporta um processo organizacional. Elas propiciam o desenvolvimento de ferramentas genéricas, reduzindo o esforço necessário para construir ambientes de desenvolvimento de software específicos para diferentes organizações. Além disso, promovem integração entre as ferramentas que manipulam conhecimentos relacionados à ontologia, através do compartilhamento de bases de dados criadas a partir de sua estrutura ontológica.

Segundo Uschold e King (1995), a construção de uma ontologia empresarial é baseada em quatro etapas, conforme ilustrado na **Figura 16**:

1. identificação da proposta da ontologia, de modo a determinar o nível de formalidade da descrição da ontologia;
2. construção da ontologia, capturando, codificando e integrando o conhecimento

apropriado a partir de ontologias existentes (quando possível);

3. avaliação da ontologia durante todo o processo;
4. documentação formal (definição de constantes, predicados e axiomas), revisando as fases de identificação do escopo e formalização.

Blomqvist [2005] traz um modelo de construção de uma ontologia empresarial nessa direção, mas estruturado de forma mais simples. São cinco etapas básicas:

1. análise de requisitos, considerando escopo e casos de uso;
2. construção iterativa, com abordagem middle-out, para ir cobrindo as especificações de requisitos;
3. implementação, com ferramenta apropriada;
4. avaliação da clareza, consistência e usabilidade;
5. manutenção.

Segundo Blomqvist [2005], a construção de uma ontologia empresarial pode ser manual ou automática. Neste primeiro estágio do trabalho foram dedicados esforços à definição de uma metodologia para a construção manual de uma ontologia para os níveis G e F do modelo MPS-SW (*capítulo 4*).

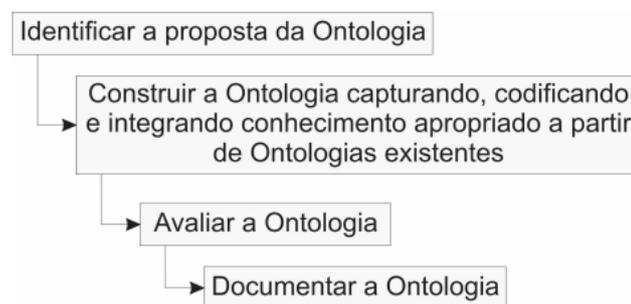


Figura 16 - Fases da metodologia empresarial de Uschold e King (1995).

Fonte: extraído e traduzido de Jones, Bench-Capon e Visser (1998).

3.7 TRABALHOS RELACIONADOS

Para este trabalho foram realizadas várias pesquisas e não foi encontrada nenhuma

ontologia que descrevesse um modelo de qualidade de software, inclusive o MR-MPS-SW. Contudo, foram identificados vários outros trabalhos relacionados à definição de ontologias voltadas para a área de Engenharia de Software. Esta seção apresenta comentários sobre alguns desses trabalhos.

Para Bertollo (2006), a principal contribuição das ontologias para um ambiente de desenvolvimento de software é prover um conjunto de conceitos e restrições bem definidos, determinando um vocabulário comum, que pode ser compartilhado por pessoas e ferramentas. Ele apresenta um ambiente de desenvolvimento de software, tendo por base uma ontologia baseada em ambiente de desenvolvimento de software (*Ontology based software Development Environment*).

Por outro lado, Felicíssimo et al. (2003) descreve a crescente necessidade do uso de ontologias em aplicações Web, pois a maioria das informações publicadas está em linguagem natural, processada apenas por humanos. Essas informações compõem o universo de informação da aplicação, que, no processo de desenvolvimento de software, é elicitado, modelado e analisado pela comunidade de Engenharia de Requisitos. Os autores acreditam que, com o apoio de técnicas e métodos desenvolvidos e em utilização, podem apoiar o processo de geração de ontologias por não especialistas.

Já Falbo et al. (2009) apresentam uma ontologia de avaliação de software. O objetivo é formalizar parcialmente o conhecimento envolvido nas etapas de avaliação de software, tendo como foco principal os aspectos relacionados mais diretamente com a avaliação de produtos e processos de software. Ela foi desenvolvida com o propósito de estabelecer uma conceituação comum sobre esse domínio. A finalidade foi auxiliar o desenvolvimento e a integração de ferramentas de apoio à avaliação no contexto de diferentes processos.

Segundo Billig, Sandkuhl (2008), a estruturação da informação empresarial e o apoio à gestão do conhecimento é um campo crescente para aplicação de ontologias empresariais. Baseado em um caso industrial propõem o uso de uma ontologia para a gestão de artefato em engenharia de sistemas confiáveis. Um dos principais desafios é o de permitir a evolução, pelo menos para aquelas partes da ontologia que são usadas para categorizar artefatos, apresentando uma abordagem para apoiar o processo de evolução do nível de taxonomia em conjunto com o nível de categorizações.

Öhgren e Sandkuhl (2005) consideram ontologias empresariais como blocos de construção para a demanda orientada ao fornecimento da informação nas organizações em rede, como as pequenas e médias empresas. Os autores discutem possibilidades de melhoria na construção de ontologias a partir da análise das metodologias existentes. A

principal intenção do artigo é reduzir o tempo e esforço de desenvolvimento das ontologias, a fim de atender à demanda de contextos em pequena escala de aplicação. As idéias centrais da metodologia adotada são: (a) reutilização de fragmentos de ontologias existentes; (b) definição/instrução de quão detalhadas devem ser todas as etapas do processo de desenvolvimento; (c) uso extensivo de diretrizes e outras ajudas.

Já o trabalho de Blomqvist, Öhgren e Sandkuhl (2006) descreve mecanismos para a construção automática de ontologias, bem como de métodos que podem ser utilizados para avaliar ontologias. O estudo apresenta três etapas para avaliação de ontologias. A primeira etapa tem a função de avaliar o material que será utilizado no desenvolvimento da ontologia. A segunda etapa valida a veracidade da ontologia durante seu desenvolvimento. Já a terceira etapa ocorre após a conclusão da ontologia, envolvendo a comparação com ontologias já criadas e seu monitoramento durante o uso.

Por fim, todos os trabalhos analisados, assim como todo o contexto explorado neste capítulo, contribuíram para o entendimento do processo de construção de ontologias. Isso foi fundamental para o desenvolvimento da metodologia para o desenvolvimento da ontologia proposta no *capítulo 4*.

4 ONTOLOGIA DOS NÍVEIS G E F DO MR-MPS-SW

A forma textual dos modelos de qualidade de processos, como é o caso do MR-MPS-SW, contempla um vasto conjunto de informações tanto em abrangência como em profundidade (processos, atributos, requisitos, elementos específicos, etc.). Normalmente, há um grande número de dependências entre as informações em um mesmo nível e entre os níveis de maturidade. Devido a essa grande diversidade, quantidade de conteúdo e interdependências, há grande dificuldade de uniformizar o entendimento por parte das pessoas envolvidas na implementação, consultoria e certificação desses modelos.

Assim, este capítulo apresenta uma representação alternativa para organizar o conteúdo do MR-MPS-SW, visando simplificar e uniformizar a compreensão desse modelo. Para a representação dos elementos do modelo MPS-SW, relacionamentos entre eles e inferências foi considerado o modelo de ontologias, mais especificamente ontologias empresariais, apresentado no *capítulo 3*.

Como apresentado no *capítulo 2*, os níveis G e F do MR-MPS-SW apresentam maior complexidade para a implementação da maturidade organizacional, influenciando diretamente recursos humanos, tecnológico e político, focando a política organizacional da organização. Além disso, provêm a formalização dos processos utilizados na organização, quando não formalizados, e a reorganização dos processos, quando já formalizados, para melhor aderência ao modelo MPS-SW. Assim, esses dois níveis modificam estruturas organizacionais e processos produtivos, saindo da visão tradicional baseada em áreas funcionais em direção a redes de processos centrados no cliente. Dessa forma, a ontologia proposta foi desenvolvida para os níveis G e F do modelo MPS-SW nesse primeiro momento, podendo ser estendida, posteriormente, aos demais níveis do modelo.

Assim, para o desenvolvimento da ontologia empresarial dos níveis G e F do modelo MPS-SW, foi necessário desenvolver uma metodologia que orientasse todo o processo de desenvolvimento. Essa metodologia tomou como base os modelos de Uschold e King (1995) e Blomqvist (2005), apresentados no *capítulo 3*. A intenção é que essa metodologia possa

servir de base para representação de outros níveis do MPS-SW.

Como apresentado no *capítulo 1* e *capítulo 2*, a metodologia considera que conceitos e terminologias do guia PMBOK podem ser inseridos na ontologia para facilitar a aderência aos princípios abordados no PMBOK pelas empresas. Para enfatizar o grupo de indicadores do modelo, a metodologia considera a inclusão de indicadores intangíveis do modelo BSC (*Balanced Scorecard*). O objetivo é contribuir para a aproximação com a gestão estratégica das empresas, considerando a evolução do processo de implementação do modelo MPS-SW.

A metodologia proposta consiste de cinco etapas primárias:

1. concepção da estrutura organizacional do modelo e definição do escopo da ontologia;
2. especificação dos requisitos, através de modelagem dos elementos do modelo, seguindo abordagem *middle-out* e complementando com conhecimentos de especialistas, PMBOK e BSC;
3. implementação da ontologia, com especificação de comentários (versão alpha);
4. avaliação da clareza, consistência e usabilidade por usuários das empresas e especialistas (validação) para gerar uma versão beta;
5. manutenção, visando novas versões com mudanças necessárias, melhorias e inclusão de conhecimentos de especialistas no modelo e empresas usuárias da ontologia.

Para a especificação dos requisitos na etapa 2 foi considerado o diagrama de classes UML (*Uniform Modeling Language*). Devido à complexidade da correspondência das estruturas textuais para o modelo de classes, recomenda-se que sejam utilizados *Design Patterns* para a modelagem UML. A etapa 2 inclui outras três etapas: 2.1 complementação da especificação dos requisitos com elementos extraídos do conhecimento de especialistas no modelo; 2.2 complementação da especificação dos requisitos com conceitos e terminologias identificados do PMBOK; 2.3 complementação da especificação de requisitos com indicadores identificados do modelo BSC.

Em relação à etapa 2.2, observa-se que, devido ao formato genérico dos modelos de qualidade de processos, não apresentam conceitos de como executar e apresentar os resultados esperados (RAP) comprovando sua adoção. Com informações adicionais do PMBOK isso pode ser mitigado. Por outro lado, em relação à etapa 2.3, observa-se que a

partir do nível F, o modelo MPS-SW contempla o processo de Medição, que é responsável por gerenciar os indicadores. Esses indicadores são definidos e utilizados para apoiar tomadas de decisão em relação a projetos e processos, além de verificar a eficiência do modelo na empresa. O processo de Medição não apresenta conceitos para definição de indicadores relacionados ao conhecimento. Dessa forma, recomenda-se que sejam considerados os conceitos para definição de indicadores do BSC nas perspectivas: cliente, processos internos e aprendizagem e renovação (a perspectiva financeira não foi utilizada).

Durante todas as etapas devem ser feitas verificações que avaliem a cobertura dos elementos considerados, inconsistências (ver partições e circularidades) e erros semânticos. Em relação à documentação, todas as etapas geram documentos que devem ser organizados de modo a compor a documentação da ontologia.

As seções seguintes, 4.1 a 4.3, mostram como as etapas 1 a 3 foram aplicadas aos níveis G e F do modelo MPS-SW, respectivamente. A etapa 4, avaliação da ontologia, está apresentada separadamente no *capítulo 5*, devido ao nível de detalhes que foi abordado. Assim, a *seção 4.4* aborda a última etapa da metodologia, que é a de manutenção.

4.1 ETAPA 1: ESTRUTURA ORGANIZACIONAL DOS GUIAS

Essa seção descreve a execução da etapa 1 da metodologia. Nesta etapa foram analisadas as estruturas dos treze guias do modelo MPS-SW e uma estrutura comum entre eles foi observada.

A **Figura 17** apresenta a estrutura desses guias, segundo os conceitos apresentados no *capítulo 2*, referentes à organização das informações apresentadas no texto, relacionamentos e interdependências. Cada nível tem vários processos e cada um dos processos tem sua capacidade. Cada processo pode ter vários resultados. Para cada nível há capacidades que são representadas por um conjunto de atributos descritos em termos de resultados esperados (RAP). Cada componente apresenta informações referentes à fundamentação teórica, propósito e necessidades.

De modo a cobrir todo o texto dos guias dos níveis G e F, que compõem o escopo da ontologia, foram feitas verificações considerando a estrutura da **Figura 17**.

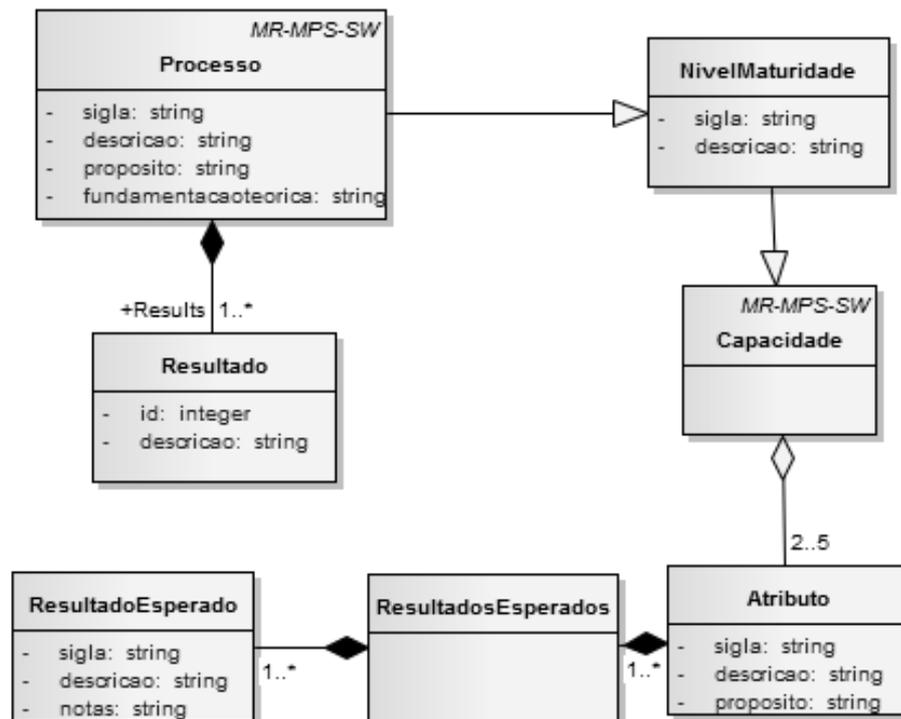


Figura 17 - Estrutura organizacional dos guias do MR-MPS-SW, incluindo os níveis G e F.

4.2 ETAPA 2: ESPECIFICAÇÃO DOS REQUISITOS DO MODELO

Essa seção descreve a execução da etapa 2 da metodologia. Nesta etapa, todas as características estruturais do conteúdo do nível G foram analisadas, de modo que os diagramas de classes foram sendo gradualmente construídos usando a abordagem middle-out (a partir dos principais elementos). De modo similar, foi construído um diagrama para o nível F, relacionando-o com o nível G. Para cada nível foram definidas aproximadamente 130 classes.

O APÊNDICE A traz todos os diagramas elaborados nessa etapa de modelagem dos requisitos dos níveis G e F do modelo MPS-SW. Devido à sua abrangência e grande quantidade de classes, esse Apêndice está gravado em um CD-R anexo a este trabalho. Os diagramas de classes foram desenvolvidos através da ferramenta Enterprise Architect 8.0. Os diagramas de classes, 17 ao todo, podem ser visualizados de três maneiras diferentes: no formato XPS, formato DOC e formato EAP.

Assim, foi possível classificar os processos tratados, observando as interdependências e as informações que compõem os RAP. A **Figura 18** apresenta um diagrama de classes evidenciando algumas interdependências entre os níveis G e F.

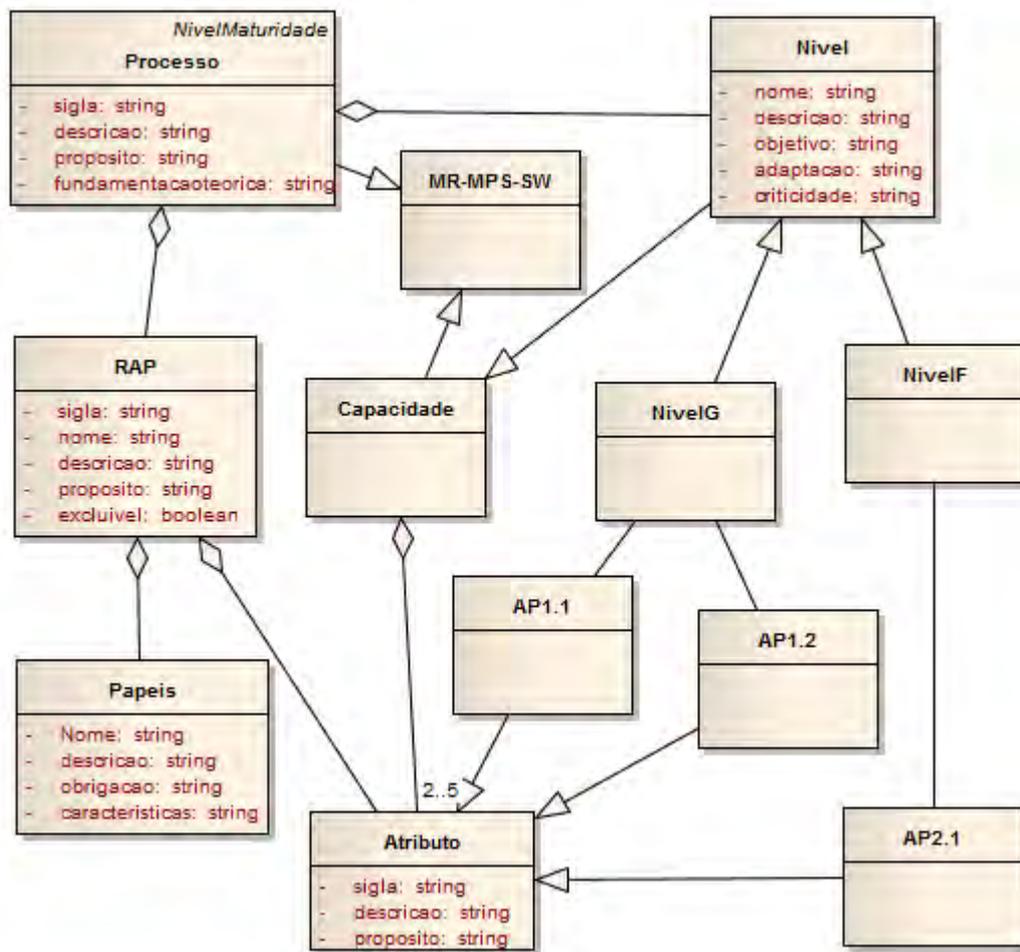


Figura 18 - Diagrama mostrando interdependências entre os níveis G e F.

Devido à complexidade da abstração dos guias dos níveis G e F para modelagem dos diagramas de classes, foi interessante o apoio da modelagem UML de padrões de projeto (*design patterns*). Por exemplo, foram utilizadas, como “inspiração”, as organizações dos seguintes padrões (*Creational Design Patterns*): *Abstract Factory*, *Factory Method* e *Builder*.

O padrão *Abstract Factory*, por exemplo, inspirou a modelagem da configuração do Termo de Abertura do Projeto (TAP), como apresentado na **Figura 19**. Segundo esse padrão, de acordo com o tipo de empresa que utiliza a configuração do Termo de Abertura, será apresentada a configuração que melhor atenda às necessidades da empresa, seja ela uma *software house* ou fábrica de software (segundo definições dos guias do MPS-SW).

O padrão *Factory Method* define uma interface para criação de objetos, mas deixa as subclasses definirem qual classe será instanciada. Esse padrão inspirou o tratamento das características adicionais, de acordo com o tipo de organização que fará uso da ontologia. Exemplo: comentários adicionais referentes à utilização do processo GPR3, que descreve o

ciclo de vida em fábrica de software. A **Figura 20** ilustra quais as informações que devem compor o processo GPR3, de acordo com o tipo de empresa que requisitar o processo.

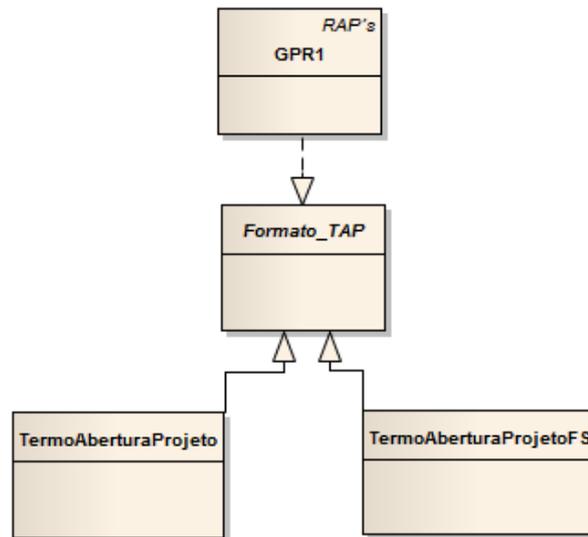


Figura 19 - Formato do Termo de Abertura de Projeto.

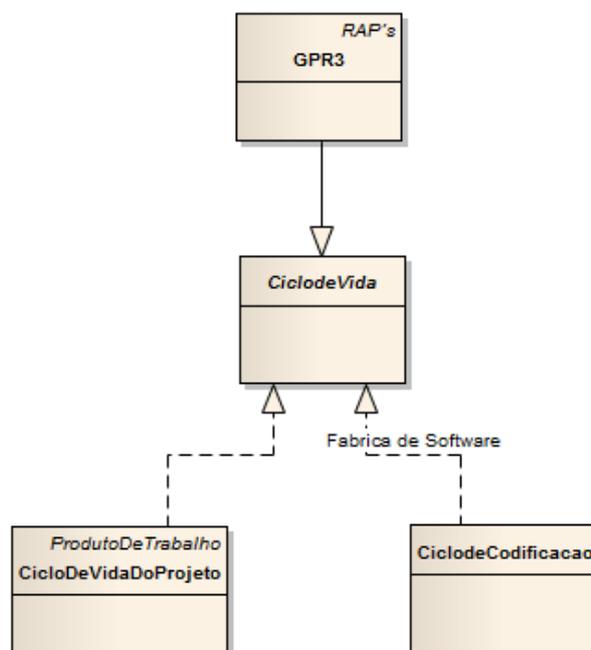


Figura 20 - Definição do ciclo de vida do projeto para organizações distintas.

O padrão *Builder*, por sua vez separa a construção de um objeto de sua representação, de modo que o mesmo processo de construção possa criar diferentes

representações. Esse padrão foi utilizado como inspiração para a definição de criação dos resultados esperados (RAP), conforme ilustrado na **Figura 21**. Cada resultado esperado consiste em uma combinação de informações (parâmetros). Nota-se que o conteúdo das informações de cada resultado se adequam ao tipo de empresa solicitante, mas o processo de construção do documento é o mesmo.

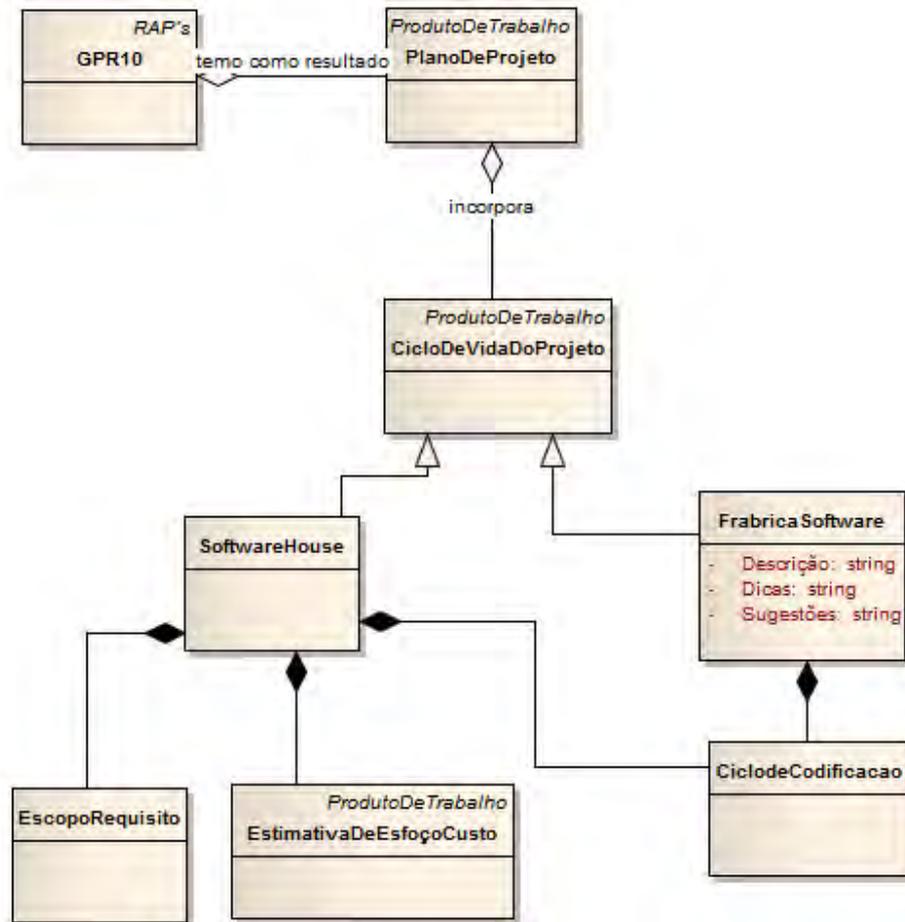


Figura 21 - Descrição do ciclo de vida para o Plano de Projeto

Por fim, observa-se que foi executado um processo de verificação para ver se haviam classes e relações correspondentes a todo o texto dos guias dos níveis G e F.

Para dar continuidade a essa etapa 2 da metodologia, as *subseções 4.2.1 a 4.2.3* apresentam as fases correspondentes à complementação dos guias do modelo MPS-SW com: conhecimento de especialistas sobre documentos citados, conceitos do PMBOK e indicadores do BSC, respectivamente. A *subseção 4.2.4*, por sua vez, traz comentários sobre o processo de verificação da correspondência entre as informações modeladas nos diagramas de classes com os conceitos PMBOK e os indicadores do BSC.

4.2.1 ETAPA 2.1: COMPLEMENTAÇÃO A PARTIR DO CONHECIMENTO DE ESPECIALISTAS

Para a etapa 2.1 foram identificados os pontos dos textos dos guias do nível G e F onde havia identificação de documentos para serem gerados, mas não havia menção às características desses documentos.

Dentre esses documentos citados no texto podem ser destacados dois tipos:

- documentos de trabalho: gerados para comprovar que o RAP está sendo atendido na execução do processo;
- documentos de apoio: cujo conteúdo são informações gerais da empresa e que auxiliam no preenchimento dos documentos de trabalho.

Como exemplos de documentos que foram identificados no texto dos guias tem-se: - plano de projeto; - termo de abertura do projeto; - documento de riscos; matriz de capacitação (informações sobre as capacidades dos colaboradores), matriz de recursos físicos (informações sobre os recursos físicos disponíveis na empresa para auxiliarem na execução dos projetos), etc.

Para facilitar a compreensão de como seriam esses documentos foram sugeridas características coletadas através de entrevistas pessoais com especialistas no modelo (implementadores e avaliadores). As informações coletadas foram organizadas e adicionadas ao diagrama de classes, com suas interdependências definidas. A **Figura 22** mostra um exemplo referente ao documento Termo de Abertura do Projeto.

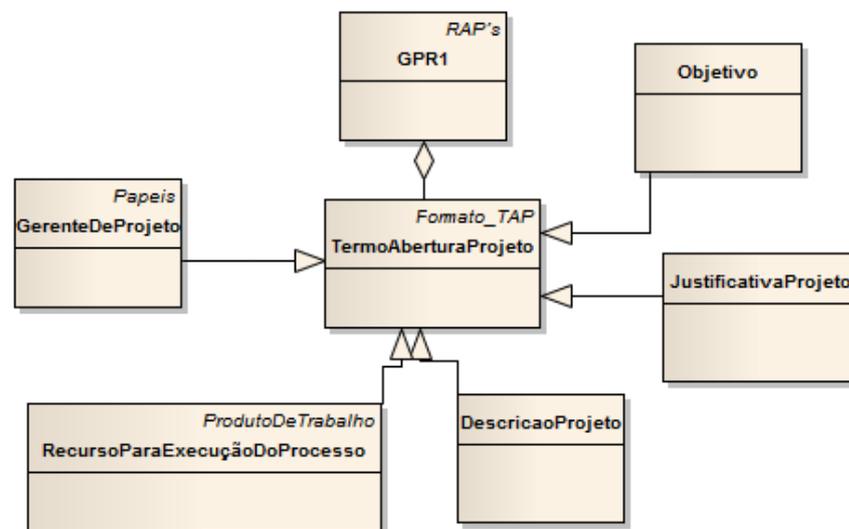


Figura 22 - Características para o Termo de Abertura do Projeto

4.2.2 ETAPA 2.2. COMPLEMENTAÇÃO COM CONCEITOS DO PMBOK

Para a etapa 2.2 foram identificados os pontos do texto onde poderiam ser adicionados conceitos externos do guia PMBOK (PMI, 2012). Como apresentado no *capítulo 2*, o PMBOK reconhece 47 processos que recaem em cinco grupos e dez áreas de conhecimento que são típicas em quase todas as áreas de projetos. Os cinco grupos são: Processo de Iniciação, de Planejamento, de Execução, de Monitoramento e Controle e de Encerramento. Já as dez áreas de conhecimento são: Gerenciamento de Integração, de Escopo, de Tempo, de Custos, de Qualidade, de Recursos humanos, de Comunicações, de Riscos, de Aquisições e de Partes Interessadas.

Para a execução desta etapa, foi definido um plano para o cruzamento entre os processos dos níveis G e F do modelo MPS-SW e do guia PMBOK. A primeira ação foi analisar os 47 processos do PMBOK e definir quais estavam diretamente relacionados aos processos contidos no nível G e, posteriormente, no nível F. A segunda ação foi definir quais processos relacionados seriam utilizados para complementar os RAP de cada nível.

A **Tabela 9** apresenta como os processos de Gerência de Projeto do modelo MPS-SW se relacionam com os processos do PMBOK. Pode-se observar na tabela que alguns processos do PMBOK podem se relacionar com mais de um processo do modelo MPS-SW. Os conceitos relacionados a cada processo utilizado do PMBOK foram adicionados ao diagrama de classes. Destaca-se que todos os processos contidos nos níveis G e F do modelo MPS-SW foram relacionados aos processos do PMBOK.

Tabela 9 - Resultados do modelo MPS-SW x Processos do PMBOK (*continua na pág. seguinte...*).

Resultado MR-MPS-SW	Processo do PMBOK
	Descrição
GPR 1	Desenvolver o termo de abertura do projeto.
	Coletar os requisitos.
	Definir o escopo.
	Criar estrutura analítica do projeto.
GPR 2	Criar estrutura analítica do projeto.
	Definir as atividades.
	Estimar os recursos das atividades.
	Estimar a duração das atividades.
	Estimar os custos.

(...continuação da pág. anterior) **Tabela 9** – Resultados do MR-MPS-SW x Processos do PMBOK.

GPR 3	Fases do ciclo de vida e organização do projeto
GPR 4	Definir as atividades
	Estimar os recursos das atividades
	Estimar os custos
GPR 5	Sequenciar as atividades
	Estimar as durações das atividades
	Desenvolver o cronograma
	Determinar o orçamento
GPR 6	Identificar os riscos
	Realizar a análise qualitativa de risco
	Monitorar e controlar os riscos
GPR 7	Desenvolver o plano de recursos humanos
	Desenvolver a equipe do projeto
GPR 8	Estimar os recursos das atividades
GPR 9	Planejar as comunicações
	Distribuir informações
GPR 10	Desenvolver o plano de gerenciamento de projeto
	Realizar o controle integrado de mudanças
GPR 11	Ciclo de vida e organização do projeto
	Desenvolver o termo de abertura do projeto
	Realizar o controle integrado de mudanças
	Reportar o desempenho
GPR 12	Mobilizar a equipe do projeto
	Desenvolver a equipe do projeto
	Gerenciar a equipe do projeto
GPR 13	Monitorar e controlar o trabalho do projeto
	Reportar o desempenho
	Realizar o controle integrado de mudanças
	Controlar o escopo
	Controlar o cronograma
	Controlar os custos
	Monitorar e controlar os riscos
GPR 14	Identificar as partes interessadas
	Planejar as comunicações
	Gerenciar as expectativas das partes interessadas

(...continuação da pág. anterior) **Tabela 9** – Resultados do MR-MPS-SW x Processos do PMBOK.

GPR 15	Desenvolver o cronograma
	Controlar o cronograma
	Reportar o desempenho
	Ciclo de vida e organização do projeto
GPR 16	Planejar as comunicações
	Distribuir as informações
	Reportar o desempenho
	Orientar e gerenciar a execução do processo
GPR 17	Monitorar e controlar o trabalho do projeto
	Realizar o controle integrado de mudanças
GPR 18	Identificar Riscos
	Planejar o Gerenciamento dos Riscos
GPR 19	Monitorar e controlar os riscos
	Planejar respostas aos riscos

4.2.3 ETAPA 2.3. COMPLEMENTAÇÃO COM INDICADORES DO BSC

Para a etapa 2.3, foram considerados os conceitos definidos pelo BSC para indicadores intangíveis. A **Tabela 10** mostra um exemplo de transformação de um ativo intangível em um ativo tangível para o processo de Gerência de Requisitos (GRE). A coluna “como medir” servirá para a empresa captar um valor tangível, que será usado para a definição de pesos para tomadas de decisão. Exemplos de valores para o “indicador”: 0 a 2 dúvidas – sem mudanças; 3 a 5 dúvidas: preparar treinamento para o analista.

Os conceitos das perspectivas de clientes, de processos internos e de aprendizagem e renovação foram adicionados ao diagrama de classes como complemento ao processo MED. A **Figura 23** mostra um exemplo de adição dessa natureza.

Tabela 10 - Exemplo para transformar um indicador intangível em tangível.

Processo	Indicador	Como Medir
GRE 1 – Requisitos do Projeto	Avaliar a evolução da qualidade dos requisitos descritos.	Quantidade de dúvidas referentes ao entendimento do requisito.
		Quantidade de retrabalho na codificação.
		Quantidade de versões geradas.

Em toda essa etapa 2.3 foi necessário analisar como esses indicadores poderiam

complementar o processo de Medição (MED) do nível F. É bom lembrar que esse processo é responsável pela medição, logo ele gera indicadores para todos os demais processos.

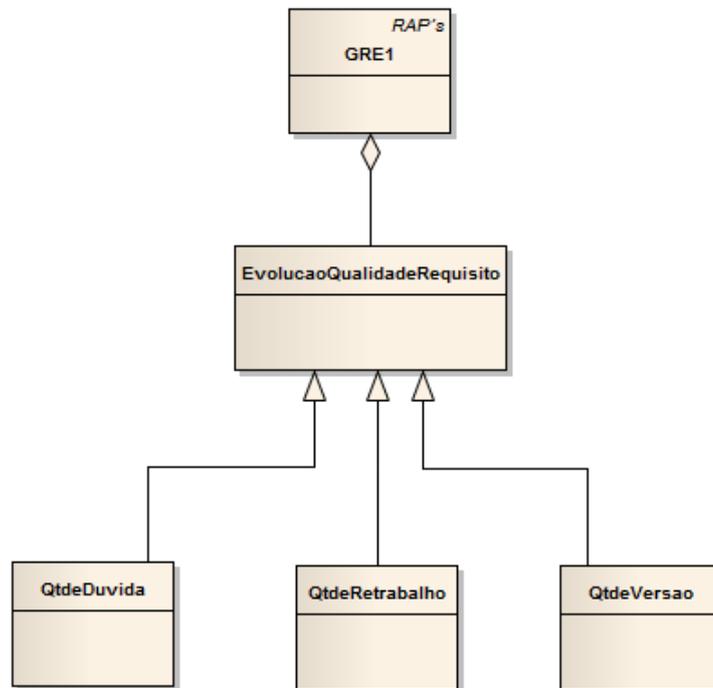


Figura 23 - Conceitos da perspectiva de aprendizagem e renovação

4.2.4 PROCESSO DE REFERÊNCIA CRUZADA PARA A ETAPA 2

Após as etapas 2.2 e 2.3, foi necessário verificar a correspondência entre as informações modeladas nos diagramas de classes, os conceitos PMBOK utilizados, os indicadores do BSC e as informações contidas nos guias dos níveis G e F do modelo MPS-SW. Para melhorar o entendimento sobre a organização das informações dos processos contidos nos guias dos níveis G e F, foram criados mapas mentais para cada um desses níveis, apresentados no APÊNDICE B. Devido à sua abrangência e grande quantidade de informações, esse Apêndice está gravado em um CD-R, anexo a este trabalho.

Foi, então, gerada uma tabela de referência cruzada utilizando um software de planilhas eletrônicas. A **Figura 24** mostra parte desta tabela, compreendendo a composição dos guias e as classes dos diagramas de classes definidos. A tabela completa de referência cruzada pode ser encontrada no APÊNDICE C, que, devido à sua dimensão, está gravado no CD-R anexo a este trabalho.

Como pode ser observado na **Figura 24**, a tabela de referência cruzada inclui todas

as classes e relacionamentos contidos no diagrama de classes na primeira coluna. Essas classes e relacionamentos foram enumerados em vários níveis, considerando as interdependências entre as classes.

Já as informações contidas nos guias, entrevistas com especialistas, conceitos do PMBOK e BSC estão representadas na primeira linha da tabela. Na **Figura 24**, por exemplo, podem ser visualizados os processos de Gerência de Projetos do guia do nível G. Esses elementos tiveram que ser enumerados para facilitar a composição da tabela. Essa numeração foi realizada em vários níveis respeitando a interdependência entre as informações dos guias.

Todos os dados foram cruzados. Devido à complexidade e grande volume de dados, essa correspondência foi feita através de uma estratégia modular. O primeiro passo foi comparar os dados dos diagramas de classes com os textos dos níveis G e F. Posteriormente, foram feitas comparações como os processos do PMBOK e, depois, com os indicadores intangíveis do BSC utilizados para o processo de MED. Por fim, foram feitas verificações com as informações oriundas das entrevistas individuais.

		Composição dos Guias																												
		1.0.0.0	2.0.0.0	2.1.0.0	2.1.1.0	2.1.2.0	2.1.3.0	2.1.4.0	2.1.5.0	2.1.5.1	2.1.6.0	2.1.6.1	2.1.6.2	2.1.6.3	2.1.6.4	2.2.0.0	2.2.1.0	2.2.2.0	2.2.3.0	2.2.4.0	2.2.5.0	2.2.5.1	2.2.5.2	2.2.5.3	2.2.5.4	3.0.0.0	4.0.0.0	5.0.0.0	6.0.0.0	
Diagrama de Classes	1.0.0.0																													
	1.1.0.0																													
	1.2.0.0																													
	1.3.0.0																													
	1.4.0.0																													
	1.5.0.0																													
	1.6.0.0																													
	2.0.0.0																													
	2.1.0.0																													
	2.2.0.0																													
	2.3.0.0																													
	2.4.0.0																													
	2.5.0.0																													
	2.6.0.0																													
	2.7.0.0																													
	2.8.0.0																													
	2.9.0.0																													
	2.10.0.0																													
	2.11.0.0																													
	2.12.0.0																													
2.13.0.0																														
2.14.0.0																														
3.0.0.0																														

Figura 24 - Referência cruzada entre o diagrama, PMBOK, BSC, entrevistas e os guias G e F.

4.3 ETAPA 3: IMPLEMENTAÇÃO DA ONTOLOGIA

Essa seção descreve a execução da etapa 3 da metodologia, referente ao desenvolvimento da ontologia para os níveis G e F do modelo MPS-SW. A base para esta etapa foi o diagrama de classes desenvolvido na etapa 2 (seção 4.2).

Para a construção a ontologia foi utilizada a linguagem OWL, já apresentada no capítulo 3, que inclui descrição de classes com suas respectivas propriedades e relacionamentos. O editor de ontologias utilizado foi o Protégé v4.1, que é considerado como um *knowledge-base framework*. Além de *freeware* e *open source*, o sistema Protégé é uma ferramenta autoexplicativa, não requerendo investimentos em treinamentos para os usuários, conforme já apresentado no capítulo 3.

Foram utilizados três *plug-ins* para o sistema Protégé: (1) OntoGraf, que mostra visualmente a agregação das classes; (2) FaCT ++, que é um classificador de terminologias da ontologia usado para verificar a integridade dos componentes; (3) OWLViz, que permite a visualização e comparação das hierarquias das classes, facilita a navegação gradativa entre as classes e permite a comparação entre as hierarquias de classes.

A ontologia é constituída basicamente dos seguintes componentes: superclasses, subclasses e *objects properties*. As principais classes do diagrama deram origem as superclasses e subclasses. Já as classes abstratas e os relacionamentos foram utilizados como *objects properties*. As subclasses foram relacionadas através das *objects properties* seguindo os relacionamentos do diagrama de classes.

A **Figura 25** apresenta as superclasses da ontologia. As subclasses da superclasse “adaptações”, por exemplo, representam todas as adaptações que podem ocorrer na empresa em cada um dos níveis de maturidade do modelo. A superclasse “Produto de trabalho”, por sua vez, representa todos os documentos que são gerados como resultados da execução dos processos.

Os relacionamentos entre as subclasses permitem inferir informações sobre os membros das subclasses. Alguns desses relacionamentos foram representados através de *objects properties*, conforme mostrado na **Figura 26**. Os nomes foram determinados para serem intuitivos aos usuários. Cada uma das *objects properties* contém uma descrição que apresenta sua associação com as subclasses.



Figura 25 - Superclasses e subclasses da ontologia proposta.

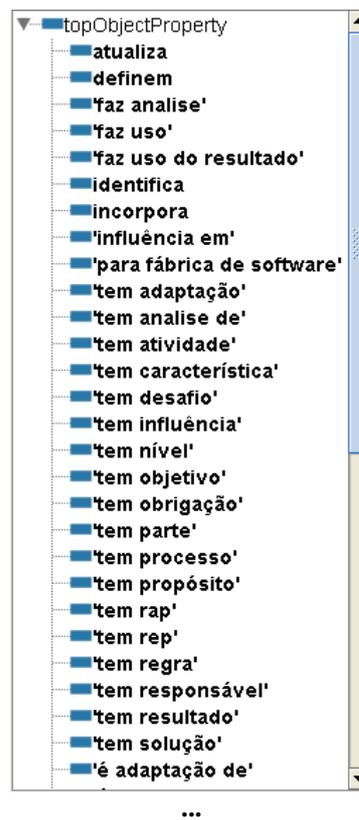


Figura 26 – Propriedades de objetos (*objects properties*) da ontologia.

Os relacionamentos entre as subclasses representam a rede de interdependências entre os processos do modelo. A visualização em OWL permite a empresa desenvolvedora de software identificar onde deverá concentrar esforços. A empresa também pode identificar processos de níveis superiores e como eles podem estar relacionados, ampliando a visão

sobre “janela” corrente do MR-MPS-SW. Opcionalmente, a empresa poderá investir esforços em processos dos níveis superiores, dependendo do grau de interdependência e custos. A **Figura 27** apresenta a visualização de uma das interdependências entre os níveis G e F do modelo MPS-SW para o processo de Gerência de Projeto.

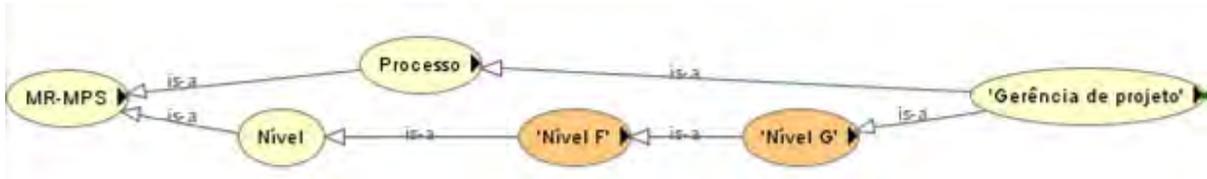


Figura 27 - Interdependência entre os níveis G e F.

Deve ser observado que, durante o processo de desenvolvimento da ontologia, todos os termos usados na ontologia foram definidos em Português e em Inglês, visando o uso da ontologia internacionalmente. Além disso, informações complementares foram introduzidas, com explicações sobre os termos utilizados, como mostra a **Figura 28**. O objetivo é providenciar um “dicionário” para ir esclarecendo o usuário à medida que ele navega na ontologia. Ressalta-se que mesmo as informações que foram coletadas através de entrevistas com especialistas no modelo (*subseção 4.2.1*) também são documentadas.

File Edit View Reasoner Tools Refactor Window Help

Ontology1339617941597

Active Ontology Entities Classes Object Properties Data Properties Individuals OWL Viz DL Query OntoGraf

Class hierarchy (inferred)

Class hierarchy

Class hierarchy: Measurement

- 'Quality Assurance'
- 'Configuration Manager'
- 'Project Management P'
- 'Project Management'
- 'Requirement Managen'
- Measurement

Datatypes

Annotation property hierarchy

Individuals by type

Data property hierarchy

Object property hierarchy

Annotation property hierarchy:

Class Annotations Class Usage

Annotations: Measurement

'theoretical rationale'

"A medição tem como principal objetivo apoiar o processo decisório em relação aos projetos, processos e atendimento aos objetivos organizacionais."@pt

'theoretical rationale'

"The measurement has as main objective support the decision making process in relation to projects, processes and complying with organizational objectives."@en

description

"It is an activity that aims to determine a value for attributes of real world entities so as to describe them according to clearly defined rules."@en

description

"É uma atividade que tem por objetivo determinar um valor para atributos de entidades do mundo real de forma a descrevê-los de"

To use the reasoner click Reasoner->Start reasoner Show Inferences

Figura 28 - Exemplo de informações complementares para o nível F.

4.4 ETAPA 5: MANUTENÇÃO DA ONTOLOGIA

Considerando a v1.1 da ontologia sobre os níveis G e F do modelo MPS-SW, que foi desenvolvida na etapa 3 (*seção 4.3*), o próximo passo foi avaliar a ontologia, de modo que fossem geradas recomendações para melhorias. Essa avaliação foi realizada com a participação de grupos de usuários na etapa 4 da metodologia, apresentada no *capítulo 5*. A partir das recomendações geradas, a etapa 4 incluiu as alterações na v1.1 da ontologia e gerou uma nova versão: v1.2. Essa versão foi considerada como beta, para ser disponibilizada para avaliação de uma comunidade de usuários, gratuitamente.

Assim, a v.1.2 da ontologia empresarial para os níveis G e F do MR-MPS-SW foi disponibilizada em três repositórios internacionais, livres e gratuitos, como arquivo “MR-MPS-SW.owl”:

- <http://www.daml.org/ontologies>;
- <http://owl.cs.manchester.ac.uk/repositor>;
- http://protegewiki.stanford.edu/wiki/Protege_Ontology_Library.

A **Figura 29** apresenta a tela do repositório “<http://www.daml.org/ontologies>” apresentando a lista de ontologias submetidas e no detalhe o formulário contendo informações referentes a ontologia proposta por este trabalho.

De modo geral, qualquer pessoa interessada no modelo MPS-SW pode usufruir do acesso a essa versão beta para exploração da ontologia. Em especial, essa versão pode ser utilizada por empresas interessadas na implementação dos níveis G e F do MR-MPS-SW. O objetivo é contribuir com a implementação do modelo MPS-SW, bem como coletar sugestões para mudanças, melhorias e inclusão de novos conhecimentos na v.1.2 da ontologia.

Ontologies by URI
www.daml.org/ontologies/uri.html

Ontology http://daml.org
www.daml.org/ontologies/67147

Ontology http://ontobroker.semanticweb.org/MR-MPS-SW.owl

<http://cicbc>
<http://cicbc>
<http://cicbc> **Link**
<http://ontobroker.semanticweb.org/MR-MPS-SW.owl>

<http://cicbc>
<http://cim4>
<http://cim4> **Description**
Ontology for the MPS-SW Model of the levels F and G

<http://cim4>
<http://cim4> **Point of Contact**
<http://cim4> Alessandro Viola Pizzoleto

<http://cse.s> **Submitter**
<http://daml> Alessandro Viola Pizzoleto

<http://daml> **Submission Date**
<http://daml> 2013-02-16

<http://daml.umbc.edu/ontologies/cobra.0.4/adjustlighting.owl>

<http://ontobroker.semanticweb.org/MR-MPS-SW.owl>

<http://daml.umbc.edu/ontologies/cobra.0.4/time-basic.owl>

Figura 29 - Ontologia proposta hospedada no repositório <http://www.daml.org/ontologies>.

5

AVALIAÇÃO DA ONTOLOGIA ATRAVÉS DE TESTES DE USABILIDADE

Este capítulo apresenta o processo de avaliação da clareza, consistência e usabilidade da edição 1.1 (v1.1) da ontologia para os níveis G e F do modelo MPS-SW, apresentada na *seção 4.3*. Esse processo de avaliação consiste na etapa 4 da metodologia de desenvolvimento da ontologia, apresentada no *capítulo 4*. A partir da versão alpha, v1.1, o processo de avaliação foi realizado com grupos de pessoas envolvidas com o modelo MPS-SW. Foi então gerado um conjunto de recomendações para ajustes e melhorias na versão alpha. As alterações foram realizadas, produzindo a edição 1.2 (v1.2) da ontologia, que foi considerada uma versão beta para ser disponibilizada para avaliações por empresas em repositórios internacionais livres e gratuitos, como apresentado na *seção 4.4*.

Para se definir o processo de avaliação da ontologia, esse processo foi comparado aos testes que podem ser aplicados a cada fase do ciclo de desenvolvimento de qualquer produto, segundo Rubin (2008). Como observado na **Figura 30**, há três categorias de testes: exploração, avaliação e validação.

O teste de exploração é realizado nas etapas iniciais do desenvolvimento. Objetivam conhecer o modelo mental dos usuários que irão utilizar o software e definem o comportamento das funcionalidades e do layout. A interação entre o avaliador e o participante pode ser feita através de um protótipo de baixa fidelidade, como, por exemplo, um protótipo em papel (FERRAZ, 2010).

O teste de avaliação objetiva verificar se os modelos conceituais foram implementados adequadamente. Verifica se o usuário consegue desenvolver tarefas reais e identifica deficiências específicas de usabilidade. Nesse tipo de teste, o usuário navega entre as telas seguindo uma determinada sequência. Os dados coletados pelo avaliador devem ser analisados e então geradas especificações de melhorias no sistema (FERRAZ, 2010).

O teste de validação, por sua vez, é realizado na fase final do desenvolvimento, próximo ao lançamento do software. É utilizado para verificar se o software está em conformidade em relação aos padrões de usabilidade, validar as funcionalidades,

navegação e layout. Nesses testes deve ser observado também o tempo de execução das tarefas, coletando-se, principalmente, dados quantitativos (FERRAZ, 2010).

Pode ser empregado, também, um teste de comparação de soluções. Esse tipo de teste pode ser utilizado em conjunto com outros testes. Nas etapas iniciais, comparam-se estilos de interface através do teste de exploração, chamado de testes A/B⁷. Já nas etapas intermediárias, é avaliada a efetividade de elementos da interface (FERRAZ, 2010).

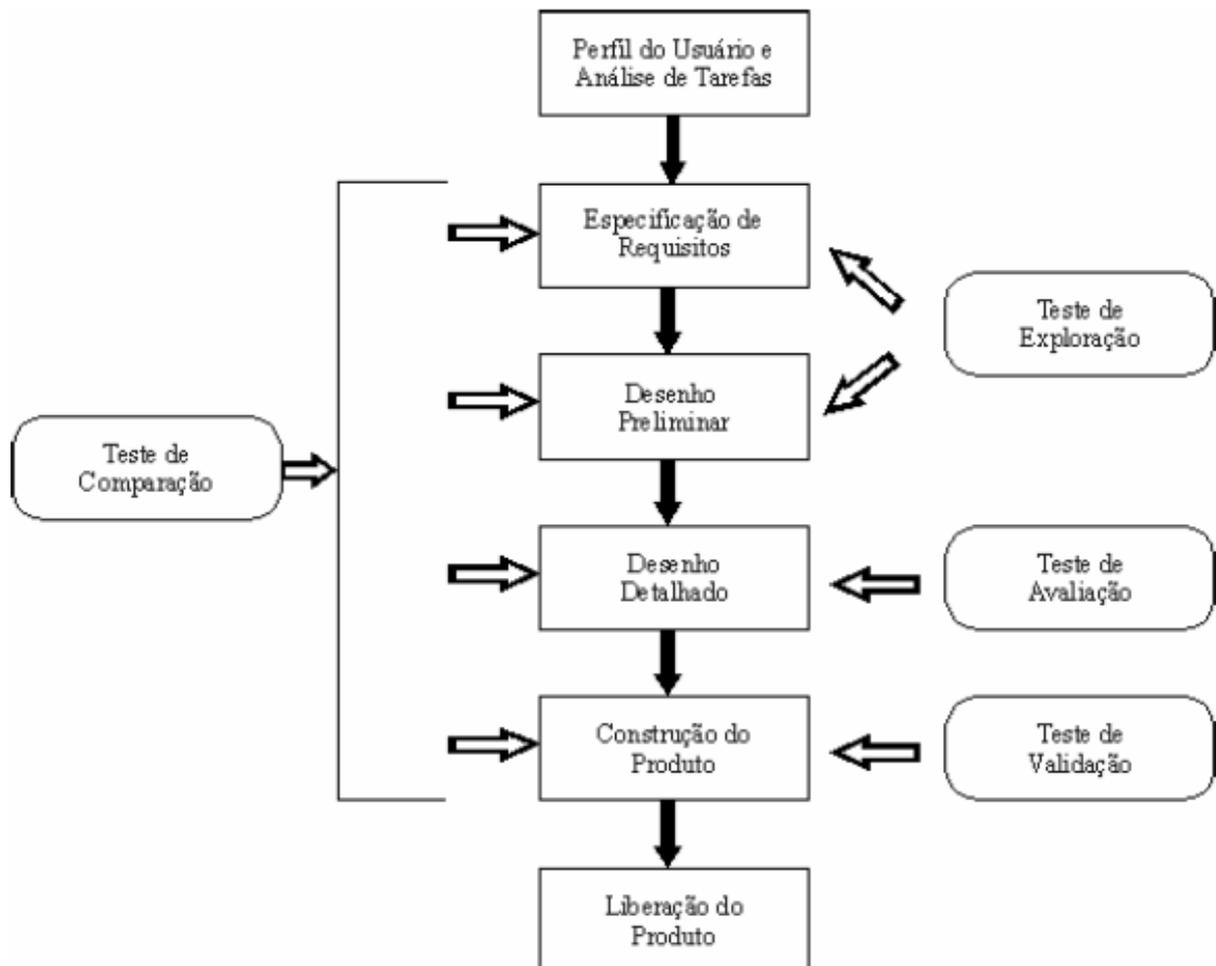


Figura 30 - Tipos de testes durante o ciclo de desenvolvimento de um produto.

Fonte: extraído e traduzido de Rubin (2008).

Segundo Rubin (2008), nessas três primeiras categorias de testes podem ser envolvidos grupos de possíveis usuários do software, de modo que o produto seja direcionado às necessidades e satisfação do usuário. Assim, testes de usabilidade de

⁷ Teste A/B: diferentes versões (soluções) de um produto são oferecidas a grupos de usuários, visando observar as mudanças no comportamento entre os grupos e medir o impacto de cada versão (REIS, 2011).

software podem ser adotados durante o desenvolvimento de todo o produto. O processo de avaliação da v1.1 da ontologia foi então planejado e executado como um processo de teste de usabilidade.

Nessa direção, o capítulo foi organizado em cinco seções. A *seção 5.1* complementa a parte conceitual envolvida, apresentando brevemente alguns aspectos associados a testes de usabilidade e como foram projetados os testes usados para a avaliação da ontologia.

A *seção 5.2*, por sua vez, apresenta o processo de avaliação utilizado. Contempla a definição do perfil dos participantes, definição das tarefas a serem executadas e os documentos necessários para execução dos testes.

A *seção 5.3* apresenta o processo de execução dos testes, enquanto a *seção 5.4* apresenta a análise das informações coletadas durante a execução dos testes.

Por fim, a *seção 5.5* apresenta conclusão dos testes, com recomendações para melhorias da v1.1 da ontologia.

5.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE OS TESTES DE USABILIDADE

A norma NBR ISO/IEC 9241 define que usabilidade é a medida pela qual um produto pode ser usado por usuários específicos para alcançar objetivos específicos com efetividade, eficiência e satisfação em um contexto de uso específico (ABNT, 2011).

Segundo Rubin (2008), a usabilidade corresponde ao grau de qualidade de interação de uma interface com seus usuários. Essa qualidade está associada aos seguintes princípios:

- a) facilidade de aprendizado;
- b) facilidade de memorização das tarefas, em caso de uso intermitente;
- c) produtividade dos usuários na execução das tarefas;
- d) prevenção, que visa a redução de erros dos usuários;
- e) satisfação do usuário.

Testes para avaliação do grau de usabilidade de um produto são geralmente utilizados com a participação de potenciais usuários. Contudo, há avaliações realizadas

através de componentes de heurísticas⁸, que não envolvem usuários finais da aplicação. Um pequeno grupo de avaliadores interage com a interface e julga a sua adequação. Para isso, compara a interface com princípios de usabilidade reconhecidos (heurísticas), levando em consideração o contexto da aplicação e o dispositivo em que a interação estará sendo realizada.

Um exemplo de heurísticas para testes de avaliação foi definido por Nielsen (2000), baseado em 294 tipos de erros de usabilidade encontrados em suas análises. As dez heurísticas de Nielsen são apresentadas na **Tabela 11**, abrangendo, de modo geral, os seguintes aspectos:

1. Facilidade de aprendizagem: avaliada em função do tempo que usuário leva para atingir um grau aceitável de proficiência na operação do sistema. Considera os primeiros contatos do usuário com o sistema;
2. Eficiência: avaliada em função do tempo que usuários experientes executam tarefas típicas (produtividade do usuário);
3. Facilidade de lembrar: avaliada em função da facilidade de aprendizagem, ou seja, facilidade do usuário lembrar como é uma operação ao retornar ao sistema;
4. Erros: avaliado em função dos erros operacionais do usuário (o número de erros deve ser pequeno e, quando um erro ocorre, deve ser de fácil recuperação e mínima perda de trabalho);
5. Satisfação subjetiva: avaliada de acordo com o grau de satisfação do usuário ao usar o sistema, comparando-se a uma experiência agradável.

Convém observar que a forma de uso das heurísticas de Nielsen não é usual, mas contribuiu para avaliar a correspondência dos testes com os tópicos abordados por Nielsen. Em vez de usar as dez heurísticas de Nielsen com grupos de avaliadores, optou-se por associar as heurísticas às tarefas utilizadas na execução dos testes, bem como nas recomendações resultantes da avaliação de testes da ontologia com usuários.

De modo geral, testes de usabilidade mostram-se mais eficientes quando implementados como parte do processo de desenvolvimento de um produto. A realização desses testes tendem a atingir diferentes propósitos, envolvendo tipos de tarefas, medidas

⁸ De acordo com a ANSI/IEEE STD 100_1984, a heurística trata de métodos ou algoritmos exploratórios para solução de problemas. As soluções são buscadas por aproximações sucessivas, avaliando-se os progressos alcançados até que o problema seja resolvido.

de desempenho, entrevistas e inspeções. A intenção é identificar problemas em relação aos critérios de usabilidade adotados e apresentar recomendações de melhorias para o projeto. Observa-se que esse tipo de teste é realizado em condições controladas, com objetivos bem definidos, em um determinado cenário, visando à coleta de dados comportamentais (PREECE et al., 2005).

Tabela 11 - As dez heurísticas de Nielsen.

Fonte: extraído e traduzido de Nielsen (2000).

	Heurísticas	Descrição
1	Visibilidade do estado (<i>status</i>) do sistema	Necessidade que o sistema tem de manter os usuários informados sobre o que eles estão fazendo, com retorno imediato de suas ações e consequências dessas ações.
2	Compatibilidade entre o sistema e o mundo real	O Sistema deve utilizar linguagem do usuário, com palavras, frases e conceitos familiares a ele, possibilitando que as informações apareçam em ordem lógica e natural, de acordo com as convenções do mundo real.
3	Liberdade e controle do usuário	Relacionada à situação em que os usuários escolhem as funções do sistema por engano. Necessitam, então, de uma “saída de emergência” clara, para que o sistema possa sair do estado não desejado sem ter que percorrer um longo diálogo (no mínimo oferecer suporte as funções de <i>undo</i> e <i>redo</i>).
4	Consistência e padrões	Os usuários não devem ter acesso a diferentes situações, palavras ou ações representando a mesma coisa, ou seja, a interface deve ter convenções não ambíguas, para que o usuário não se confunda.
5	Prevenção contra erros	Facilidade de identificar erros antecipadamente, pois são as principais fontes de frustração, ineficiência e ineficácia durante a utilização do sistema.
6	Reconhecimento em lugar de lembrança	A interface deve ter objetos, ações e opções visíveis e coerentes, para que os usuários não precisem recordar as informações entre os diálogos. As instruções de uso no sistema devem ser visíveis ou facilmente recuperadas sempre que necessário.
7	Flexibilidade e eficiência de uso	O sistema precisa ser fácil para usuários leigos, mas flexível o bastante para se tornar ágil a usuários avançados.
8	Projeto minimalista e estético	Não se deve ter diálogos com informações irrelevantes ou raramente necessárias. Cada nova informação em um diálogo compete com as informações relevantes, reduzindo sua relativa visibilidade.
9	Auxiliar os usuários reconhecer, diagnosticar e recuperar-se de erros	Garantia de que mensagens sejam expressas em linguagem simples (sem códigos), indicando o problema e sugerindo uma solução.
10	Ajuda e documentação	É importante que qualquer informação seja fácil de ser encontrada e tenha foco nas tarefas do usuário. Também deve ser disponível uma lista de etapas concretas a serem realizadas (informações breves). Por melhor que seja uma interface, pode ser necessário que o usuário utilize a ajuda do sistema e documentação.

A NBR ISO/IEC 12207, por exemplo, define processo de ciclo de vida de software, com suas atividades e tarefas, considerando o processo de usabilidade como apoio a todo o

ciclo (ABNT, 2008). Como visto anteriormente, Rubin (2008) apresenta classes de testes que podem envolver o usuário durante diferentes etapas de desenvolvimento de um produto, como ilustrado na **Figura 30**. Já a **Figura 31** apresenta um exemplo de solução de testes de usabilidade para ambiente Web, desde a etapa de concepção até a de finalização.

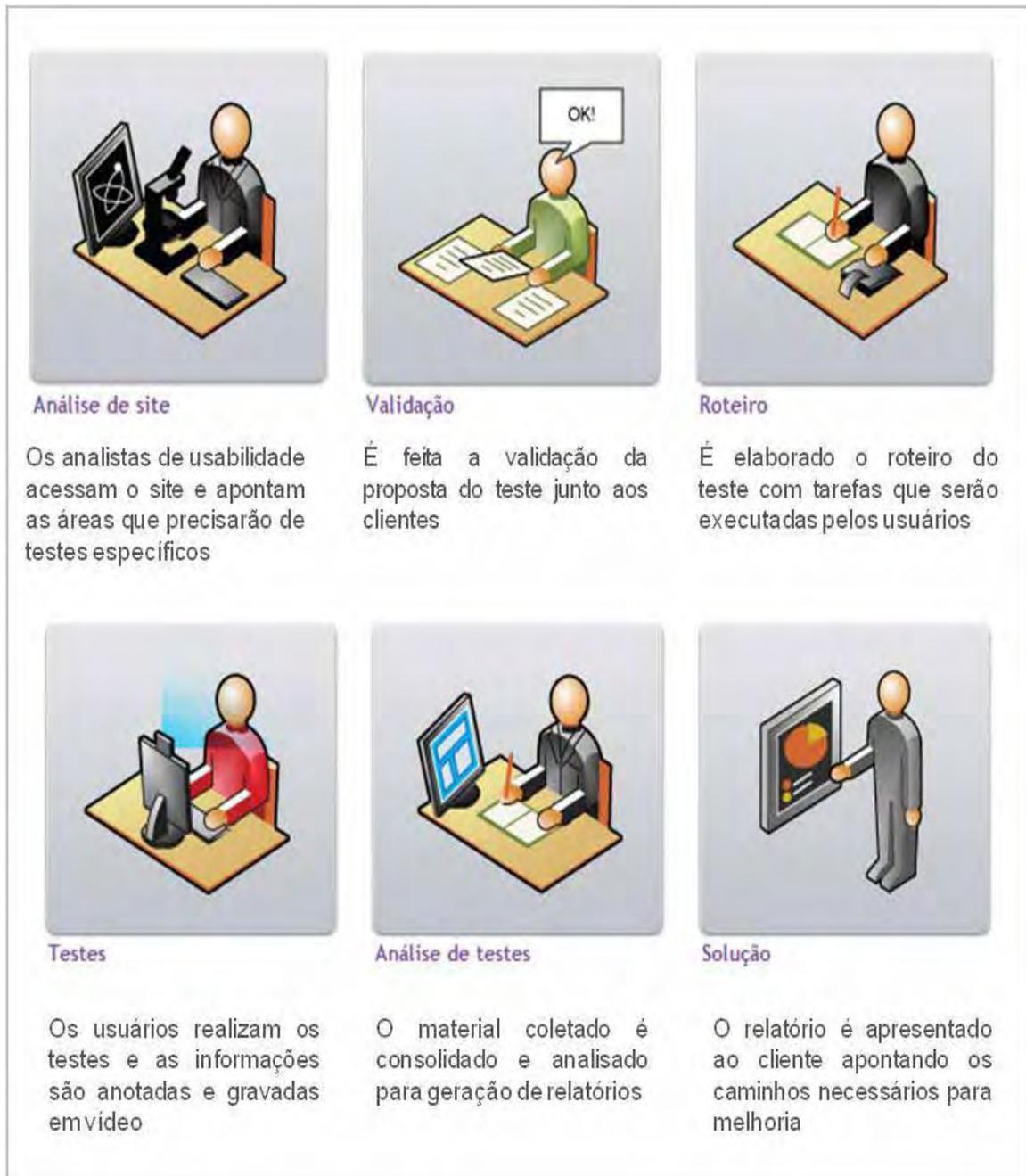


Figura 31 - Ciclo do teste de usabilidade.

Fonte: extraído de VM2 (2012).

Seguindo essas orientações, foi desenvolvido uma metodologia para execução dos testes realizados com usuários, composta por seis etapas, apresentadas nas próximas seções:

1. Elaboração do perfil dos participantes e do questionário de perfil a ser respondido por cada participante (*seção 5, subseção 5.2.1*);
2. Elaboração de documentos orientadores da aplicação do teste, incluindo uma lista com as tarefas a serem executadas pelos participantes, associadas às heurísticas de Nielsen (*seção 5, subseção 5.2.2*);
3. Contato com participantes que satisfaçam o perfil e agendamento dos testes (*seção 5.3*);
4. Realização dos testes (*seção 5.3*):
 - a. motivação através de um cenário de projeto;
 - b. enquanto os usuários realizam os testes, informações são anotadas e gravadas em vídeos;
5. Análise dos resultados, com geração de relatórios (*seção 5.4*);
6. Geração de conjunto de recomendações para melhorias da ontologia, associando com as dez heurísticas de Nielsen (*seção 5.5*).

5.2 ELABORAÇÃO DO TESTE DE USABILIDADE DA ONTOLOGIA

Para a elaboração dos elementos do teste de avaliação da ontologia, a intenção foi obter uma estrutura que permitisse que o usuário navegasse pela ontologia, executando suas principais funcionalidades em escala crescente de dificuldade. Ressalta-se que o objetivo dos testes não é validar o uso da ferramenta Protégé, usado para desenvolvimento da ontologia. Isso é importante para não se perder o foco na definição dos testes: avaliar a estrutura, navegabilidade, abrangência e profundidade do conhecimento contido na ontologia e como o usuário identifica as informações.

Em relação à usabilidade do sistema Protégé, embora não seja o foco deste capítulo, observa-se que foram feitas pesquisas em literaturas para encontrar algum trabalho nessa direção. Contudo, o que se encontrou foi muito pouco, muito limitado e para versões desatualizadas do sistema. Em Garcia, Sicília, Sánchez (2005), por exemplo, são apresentados resultados de execução de testes de usabilidade entre alguns editores de ontologias mais utilizados no mercado, entre eles o Protégé 2000 (a versão utilizada neste trabalho é a 4.1). Segundo os autores, os testes foram realizados por usuários com conhecimentos básicos na definição e criação de ontologias. Todos os participantes que

realizaram os testes não possuíam experiência com os editores utilizados. Como resultado, os testes comprovaram que os editores analisados atendem às necessidades para criação de ontologias por usuários com pouca experiência. A quantidade de erros identificados foi considerada pequena pelos autores. Além disso, os usuários preferiram aprender a utilizar a ferramenta explorando seus recursos aleatoriamente, ao invés de utilizar manuais ou frequentarem cursos especializados.

Assim, considerando a elaboração dos testes de usabilidade para avaliação da v1.1 da ontologia, foi necessário criar estruturas para as duas primeiras etapas da metodologia de execução dos testes de usabilidade, respectivamente apresentadas nas *subseções* 5.2.1 e 5.2.2: elaboração do perfil dos usuários e elaboração dos documentos usados na orientação e execução dos testes.

5.2.1 DEFINIÇÃO DO PERFIL DOS PARTICIPANTES

A ontologia foi desenvolvida visando sua utilização como base de conhecimentos para apoiar micros, pequenas e médias empresas de desenvolvimento de software. Nessas empresas, nem sempre os papéis são claramente definidos. Além disso, os níveis de implantação do MR-MPS-SW são o G e F, considerados iniciais para a implementação do Modelo. Dessa forma, geralmente o que se encontra nas empresas desse porte são pessoas com pouco conhecimento/experiência no modelo. Colaboradores externos experientes são, muitas vezes, requeridos para consultoria. Assim, para a elaboração do perfil dos participantes do teste de usabilidade da ontologia foi de interesse contemplar indivíduos com pouco e com alto conhecimento/experiência no MR-MPS-SW.

Para isso, foram definidas três classes de participantes, com pouco, médio e alto conhecimento do MR-MPS-SW, respectivamente: (1) Iniciante; (2) Gerente de Projetos e/ou de Qualidade; (3) Implementador e/ou Avaliador. A **Tabela 12** traz o perfil básico em termos dos conhecimentos requeridos de cada classe de participantes.

Considerando que o perfil dos participantes já foi definido, é importante que seja elaborado um documento denominado “Questionário de perfil”, composto por perguntas a serem respondidas por cada usuário no início do teste. Esse documento encontra-se no APÊNDICE D.

O “Questionário de perfil” é o mesmo para todos os participantes. Permite classificar o participante em uma das categorias da **Tabela 12**, com especificações mais detalhadas da sua experiência em trabalhar com o MR-MPS-SW, bem como identificar com que frequência

o participante utiliza os guias do Modelo e qual seu grau de familiaridade com eles. As informações obtidas irão ajudar a compreender o cenário das facilidades e dificuldades encontradas durante a execução dos testes.

Tabela 12 - Perfil básico dos participantes.

Participantes	
Classificação	Conhecimentos/experiência requeridos
Iniciante	Conhecimentos na área de Engenharia de Software.
Gerente de Projetos e/ou de Qualidade	Conhecimentos na área de Engenharia de Software
	Conhecimentos da política da empresa.
Implementador e/ou Avaliador	Formação acadêmica sólida: especialização, mestrado ou doutorado concluído.
	Conhecimentos sólidos em Engenharia de Software com foco em processos de software.
	Experiência mínima de seis anos na área de Engenharia de Software.
	Aprovação na Prova de Implementadores do modelo MPS (P2-MPS.BR).
	Participação no Curso para Avaliadores do modelo MPS (C3-MPS.BR).
	Aprovação na Prova para Avaliadores do modelo MPS (P3-MPS.BR).
	Experiência mínima comprovada de três anos em gerência de projetos de software ou experiência comprovada de implementação de processos de software em que a unidade organizacional obteve certificação em algum nível de maturidade do MR-MPS.

5.2.2 ELABORAÇÃO DOS DOCUMENTOS PARA ORIENTAÇÃO A APLICAÇÃO DO TESTE

Além do questionário do perfil dos participantes, apresentado na seção anterior, foram desenvolvidos mais sete documentos para orientar a aplicação dos testes de usabilidade da ontologia, apresentados no APÊNDICE D:

1. Plano de testes: orienta a execução dos testes, com informações que vão desde os objetivos dos testes até a preparação do ambiente para receber os participantes dos testes;
2. Roteiro do avaliador: contém informações importantes para guiar a equipe que irá executar os testes;
3. Roteiro de orientação do participante: contempla informações importantes que

devem ser apresentadas a cada participante antes da execução dos testes, informando os objetivos do teste e como será sua execução;

4. Lista de Tarefas: composta por quatorze tarefas distintas a serem realizadas por cada participante, com níveis crescentes de dificuldade;
5. Coleta de Dados: documento utilizado pelo avaliador para realizar anotações referentes à execução do teste e também sobre as atitudes do participante durante o teste;
6. Questionário de Avaliação: composto por perguntas para cada participante no final do teste, permitindo avaliar sua percepção em relação às dificuldades encontradas, suas expectativas e sugestões de melhorias;
7. Termo de uso de imagem: documento que deve ser assinado pelo participante para permitir o uso de sua imagem para comprovar a realização do teste e a obtenção dos resultados do teste.

Ressalta-se que a Lista de Tarefas foi desenvolvida de modo que o participante encontre níveis de dificuldade crescentes durante a execução dos testes. A **Tabela 13** apresenta a Lista de Tarefas⁹ com o grau de dificuldade associado a cada tarefa: baixo, médio e alto. A definição das tarefas considerou atividades que normalmente geram dúvidas na implementação do nível G do MR-MPS-SW, atingindo processos evoluídos para o nível F.

As tarefas foram definidas considerando-se as heurísticas de Nielsen (2000), uma vez que essas heurísticas indicam pontos importantes a serem avaliados em um sistema em relação ao usuário. A **Tabela 14** mostra como cada tarefa está relacionada a cada heurística de Nielsen.

É importante destacar que o Questionário de Avaliação foi desenvolvido para avaliar a satisfação do participante como usuário da ontologia, além de medir seu desempenho ao executar as tarefas (eficiência e eficácia). O Questionário de Avaliação proporciona uma visão global de avaliações subjetivas de usabilidade em comparação com outros mecanismos disponíveis, como, por exemplo, os guias para os níveis G e F do MPS-SW.

⁹ A Lista de Tarefas foi construída com o apoio de um especialista que trabalhou no processo de implementação e avaliação de MR-MPS-SW, Sr. Reginaldo Zanetta Spessotto. A partir de uma lista de problemas enfrentados pelo especialista, foram identificadas as tarefas mais comuns que apresentaram dificuldade de entendimento.

Tabela 13 - Lista de tarefas com o respectivo grau de dificuldade.

Tarefas	Descrição	Dificuldade
1	Iniciar o Protégé e carregar a Ontologia.	Baixa
2	Aplicar o recurso de classificação da Ontologia.	Baixa
3	Quais as informações que devem ser apresentadas no Termo de Abertura.	Média
4	Quais as informações que devem compor o cronograma de projeto e como estas informações devem ser tratadas.	Média
5	Quais as informações que devem compor um plano de projeto e como devem ser organizadas.	Média
6	Utilizando o ambiente OWLViz visualizar como as classes que compõem o Plano de Projeto se relacionam.	Média
7	Como deve ocorrer o registro das capacidades dos funcionários e quais informações devem ser guardadas.	Alta
8	Quais as informações que devem ser tratadas nas revisões de acompanhamento.	Alta
9	Quais as atividades que devem ser geradas na revisão de marco.	Alta
10	Como as estimativas de projeto devem ser criadas e quais métodos podem ser utilizados em cada um dos níveis.	Alta
11	Quais as informações que devem compor o Documento de Requisitos e como essas informações devem ser detalhadas.	Alta
12	Como as informações para auditorias de qualidade devem ser detalhadas e quais são essas informações.	Alta
13	Quais as informações que devem compor o Plano de Teste de um projeto.	Alta
14	Encerrar a execução do sistema Protégé.	Baixa

5.3 EXECUÇÃO DOS TESTES DE USABILIDADE

Para a execução dos testes de usabilidade para avaliação da v1.1 da ontologia do MR-MPS-SW, o primeiro passo foi contatar indivíduos que pudessem ser classificados em uma das três classes apresentadas na seção 5.1. Nove participantes aceitaram o convite para agendar o teste, com duração de aproximadamente 45 minutos:

- quatro participantes iniciantes no estudo do MR-MPS-SW;
- três participantes com a função de Gerente de Projetos ou Qualidade;
- dois participantes que se classificam como implementadores e/ou avaliadores do

MR-MPS-SW.

Tabela 14 - Relação da Lista de Tarefas com as heurísticas de Nielsen.

		Heurísticas de Nielsen									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tarefas do Teste	Tarefa 01										
	Tarefa 02										
	Tarefa 03					■			■	■	■
	Tarefa 04					■			■		■
	Tarefa 05					■			■	■	■
	Tarefa 06		■				■	■		■	
	Tarefa 07				■		■		■		■
	Tarefa 08					■				■	
	Tarefa 09					■				■	
	Tarefa 10					■				■	
	Tarefa 11					■			■	■	■
	Tarefa 12					■				■	
	Tarefa 13					■			■	■	■
	Tarefa 14										

Por questões de distância geográfica, tempo de locomoção e atividades diárias dos participantes, optou-se pelo avaliador se deslocar e fazer o teste em local mais propício aos participantes – geralmente, local de trabalho.

Para isso, foi montada uma estrutura de um laboratório móvel, com dois Notebooks com telas de 15,6 polegadas, com o software Morae TechSmith Recorder e Observer (versão 3.3.2 Trial), respectivamente (**Figura 32**). Os computadores foram interconectados através de uma rede com conexão *crossover*. Assim, foi possível que o avaliador fizesse observações e anotações necessárias através do software Morae TechSmith Observer .



Figura 32 - Disposição dos equipamentos para execução do teste.

Independente do grau de conhecimento do participante, para cada uma das tarefas, o avaliador (autor deste trabalho) apresentou um cenário relativo à execução da tarefa. O objetivo era fazer com que o participante imaginasse uma situação de seu dia-a-dia na empresa, que o motivasse à execução da tarefa. Esse cenário foi configurado nas listas de tarefas com o auxílio do software Morae Observer e foi apresentado no início de cada tarefa.

A intenção foi fazer com que o participante executasse a tarefa do teste como se estivesse executando uma tarefa de um projeto real para o qual foi alocado. As tarefas direcionaram o participante a atingir todos os pontos especificados e necessários para a sua conclusão.

Ressalta-se que para a execução dos testes deve ser seguido o Plano de Testes. O Roteiro do avaliador e o Roteiro de orientação do participante devem ser bem compreendidos e exercitados, de modo que todos os testes tenham situações semelhantes proporcionadas pelo ambiente (físico e software) e pelo avaliador.

Dessa forma, o teste de usabilidade foi realizado individualmente com os nove participantes. Somente o participante e o avaliador estavam presentes na sala utilizada para execução do teste. O avaliador fez anotações em papel e através do software Morae TechSmith Observer, quando conveniente. A **Figura 33** ilustra o momento em que um

participante realiza o teste, mais especificamente o momento em que assina o “Termo de uso de imagem”.



Figura 33 - Participante durante o teste de usabilidade da ontologia.

Como o objetivo do teste não era avaliar o software Protégé, mas sim a ontologia. Antes do início do teste, o avaliador apresentava e ensinava ao participante as principais funções do software Protégé v4.1. Após a apresentação, o participante dispunha de 10 minutos para utilizar a ferramenta e resolver as dúvidas que poderiam surgir no momento do teste.

O teste consistiu em apresentar a ontologia desenvolvida ao participante. A finalidade é que utilizasse os recursos disponíveis e tentasse cumprir as tarefas propostas. Foi ressaltado que o teste não era para avaliar cada participante e sim a ontologia desenvolvida como uma nova forma de organização do conhecimento do MR-MPS-SW.

O papel do avaliador (mediador) foi conduzir cada usuário através da lista de tarefas a serem cumpridas, observando a interação com a interface e locais de dificuldade de cada participante. Não foi exercida qualquer influência sobre o participante do teste, para não alterar seu modelo mental, conforme recomendado por Oliveira Netto (2004). Observa-se que o participante não tinha a relação de tarefas, mas tinha conhecimento de cada tarefa através do avaliador, de modo que não se gerasse ansiedade em cumpri-las.

Toda questão levantada pelo participante era sanada de imediato. Para esse teste não se adotou a opção de marcar uma tarefa como “não concluída”. Isso porque o objetivo foi medir o quanto as informações da ontologia ajudaram o usuário a resolver suas dúvidas. Dessa forma, quando o participante sinalizava que não poderia concluir a tarefa, o avaliador intervia e o auxiliava na conclusão da mesma. Todas as interferências necessárias durante

os testes foram anotadas no sistema Morae TechSmith Observer.

A **Figura 34** apresenta a tela do software Morae TechSmith Observer utilizada pelo avaliador durante a execução dos testes com um participante. Observa-se que o avaliador, além de ter acesso ao *desktop* do participante, também pôde observar sua fisionomia/reações (comportamento) durante a execução das tarefas.

Todas as operações realizadas pelos participantes foram gravadas para serem utilizadas durante o processo de análise e mapeamento dos resultados. O APÊNDICE E apresenta um conjunto de nove telas do sistema Morae TechSmith Observer, com as respectivas telas de cada um dos participantes. Observa-se, também, que todos os participantes responderam o questionário de avaliação e também assinaram o Termo de uso de imagem.

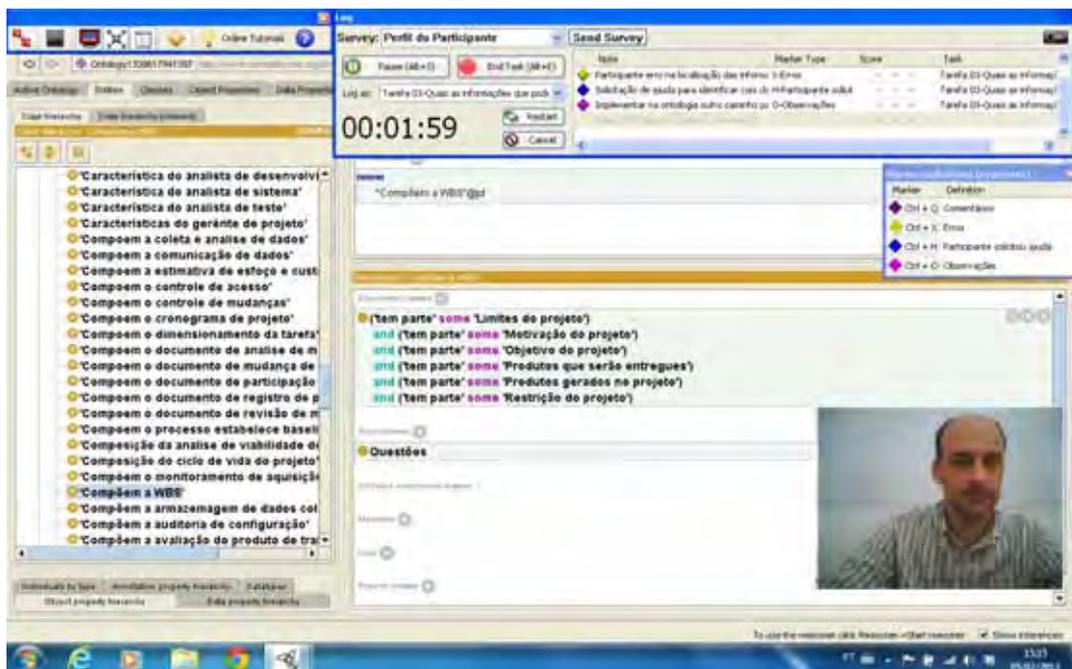


Figura 34 - Tela do software Morae TechSmith Observer durante execução do teste de usabilidade.

5.4 ANÁLISE DOS TESTES DE USABILIDADE REALIZADOS

Concluída a etapa de execução dos testes, os dados relacionados à execução dos testes dos participantes foram importados para o software Morae TechSmith Manager (ver **Figura 35**). Assim, todos os dados foram compilados para a devida análise.

O software permite diferentes tipos de análises, como, por exemplo: - quantidade de vezes que foi necessário o uso do *mouse* por cada participante para concluir uma tarefa; - quantidade média de uso do mouse considerando todos os participantes; - várias possibilidades de rotas utilizadas pelo participante durante a execução da tarefa; - análise do comportamento do participante através de sua fisionomia durante a execução do teste. Todos os fatos ocorridos durante a execução do teste puderam ser analisados, com o apoio de gráficos gerados pelo sistema. A gravação da voz e do vídeo pode ter partes acessadas, permitindo inserção de comentários.

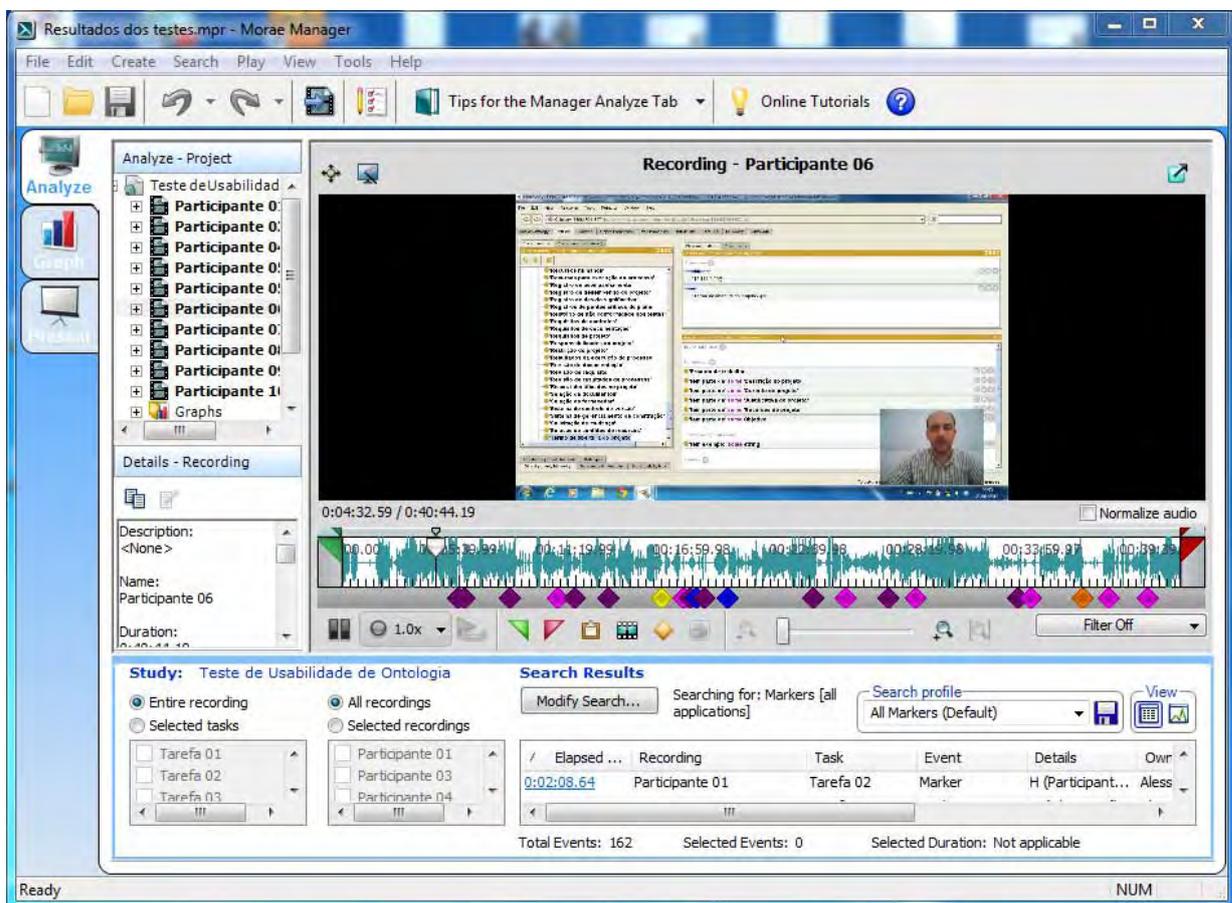


Figura 35 - Tela principal do software Morae TechSmith Manager.

Observou-se que, durante a execução dos testes, alguns participantes apresentaram sugestões e informações para melhorar a apresentação dos dados. Neste caso, o avaliador contabilizou apenas o tempo de execução da tarefa corrente e fez, separadamente, anotações sobre as demais informações, que também foram utilizadas na melhoria da v1.1 da ontologia.

A **Tabela 15** apresenta uma síntese dos perfis dos participantes, extraída do

questionário de perfil preenchido por cada um na ocasião do teste, considerando: profissão, tempo que exerce a profissão, formação e se tem alguma certificação no modelo MPS.

Tabela 15 - Perfis dos participantes do teste de usabilidade da ontologia.

Id. Part.	Profissão	Tempo de Profissão	Formação	Cert. MPS	Qual?
1	Professor de Engenharia de Software	> 5 anos	Doutorado	Sim	Avaliador
2	Consultor	> 5 anos	Especialização	Sim	Implementador
3	Gerente de Engenharia de Software	> 5 anos	Mestrado	Sim	Certificado nível G
4	Gerente de Projetos	> 5 anos	Especialização	Não	
5	Líder de equipe de Engenharia de Software	> 5 anos	Especialização	Não	
6	Técnico em informática	1 a 3 anos	Graduação	Não	
7	Coordenador de Projetos	< 1 ano	Mestrado incompleto	Não	
8	Desenvolvedor	< 1 ano	Mestrado incompleto	Não	
9	Técnico em Informática	> 5 anos	Especialização	Não	

Para este trabalho, foi fundamental avaliar o tempo gasto para identificar a solução de um problema ou para esclarecer uma dúvida através da ontologia. Isso porque, a partir desses dados, pode-se analisar o quanto o uso da ontologia pode ser mais eficiente que a realização de consultas aos guias do modelo MR-MPS-SW.

Assim, o **Gráfico 1** apresenta o tempo médio de execução de cada tarefa pelos nove participantes do teste. Notou-se que a tarefa que consumiu maior tempo médio foi a “Tarefa 08” (5min63seg), que se refere a uma tarefa de dificuldade alta: “Quais as informações que devem ser tratadas nas revisões de acompanhamento”.

Analisando-se o tempo de cada participante, isoladamente, pode-se dizer que o menor tempo utilizado para essa tarefa foi de 1min38seg, enquanto que o maior foi 10min. Observa-se que a diferença entre o menor e o maior tempo é considerável. Contudo, deve ser levado em conta o perfil dos participantes. Os maiores tempos foram atribuídos aos participantes com pouca experiência no modelo, já os menores foram atribuídos aos participantes que interagem dia-a-dia com o mesmo, ou seja, gerentes de projetos e de

qualidade, implementadores e avaliadores. Essa mesma situação foi observada na execução das demais tarefas, como pode ser observado pelo APÊNDICE F.

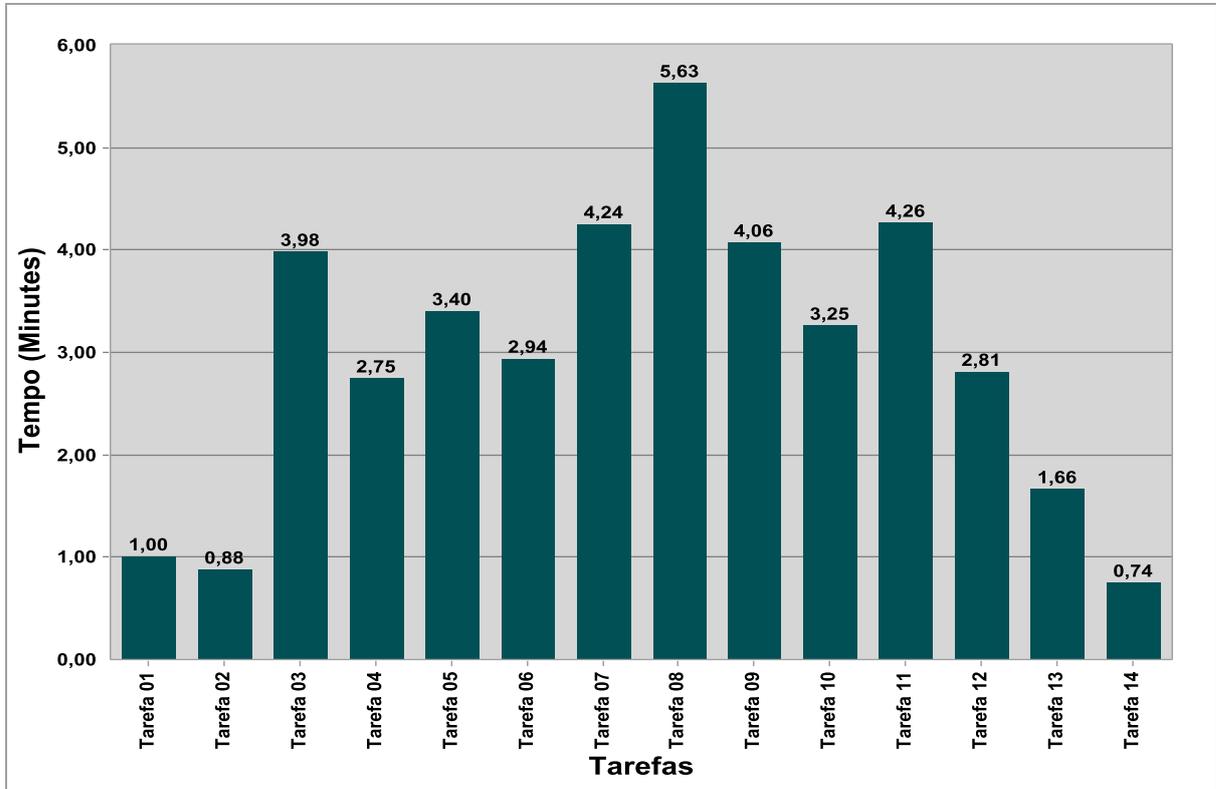


Gráfico 1 - Tempo médio para execução das tarefas do teste de usabilidade.

Complementando os dados apresentados no **Gráfico 1**, a **Tabela 16** apresenta em detalhes o tempo gasto para a execução de cada uma das tarefas por cada participante do teste, de modo a se associar o tempo gasto ao perfil do participante. Observa-se que as informações coletadas pelo avaliador durante os testes também contribuíram para as análises.

Devido à ontologia ser desenvolvida para usuários com nível de conhecimento do MPS-SW em qualquer grau, essas informações contribuíram para melhorias na apresentação dos conceitos inseridos na ontologia, bem como para melhorar a apresentação da árvore de classes da ontologia. Essas melhorias na ontologia objetivaram tornar a execução das tarefas mais eficaz, ou seja, diminuir o tempo de execução. As mudanças ocorridas na ontologia serão apresentadas na seção 5.5 deste trabalho.

Tabela 16 – Tempo utilizado para conclusão da tarefa por participante.

	Tarefas													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Participante 01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	2.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
Participante 02	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Participante 03	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
Participante 04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Participante 05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Participante 06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00	1.00	1.00	2.00	1.00	0.00	0.00	0.00
Participante 07	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	2.00	0.00	0.00
Participante 08	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Participante 09	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Média	0.00	0.57	0.22	0.00	0.00	0.11	0.75	0.63	0.38	0.33	0.22	0.38	0.00	0.00
Desvio Padrão	0.00	0.79	0.44	0.00	0.00	0.33	1.04	0.74	0.74	0.71	0.44	0.74	0.00	0.00

Ressalta-se que todos os participantes conseguiram concluir as tarefas, independente do seu perfil. Alguns solicitaram ajuda, pois não estavam identificando claramente os termos utilizados na ontologia. Esse caso foi mais frequente com os participantes “iniciantes”, devido a pouca experiência com o MR-MPS-SW. Isso já não ocorreu com os participantes com função de gerência e implementadores e/ou avaliadores. O **Gráfico 2** apresenta a média de solicitações de ajuda durante a realização dos testes.

Através do **Gráfico 2**, juntamente com informações observadas e documentadas pelo avaliador quando os participantes solicitavam algum tipo de ajuda, pôde-se observar que tais solicitações eram feitas quando o participante se deparava com uma informação nova, que ele ainda não havia identificado na ontologia. À medida que o participante executava as tarefas e navegava pela árvore de superclasses e subclasses, ia assimilando as informações e sua compreensão ia se mostrando mais clara. Com o avanço da execução das tarefas, a quantidade de solicitações de ajuda diminuiu para todos os participantes.

O **Gráfico 3** ilustra a média da quantidade de erros cometidos pelos participantes em cada tarefa. Como “erro”, foram consideradas as divergências na execução da tarefa, que não levariam o participante a concluí-la com êxito. Durante a realização dos testes, o avaliador usou seu conhecimento na ontologia para definir sequências de execução para cada uma das tarefas. Assim quando o participante seguia por uma sequência que não o levaria a atingir o resultado esperado, uma marcação de erro era executada. Observa-se que a marcação de erro somente foi executada uma vez por sequência e não a cada desvio nas sequências previamente definidas.

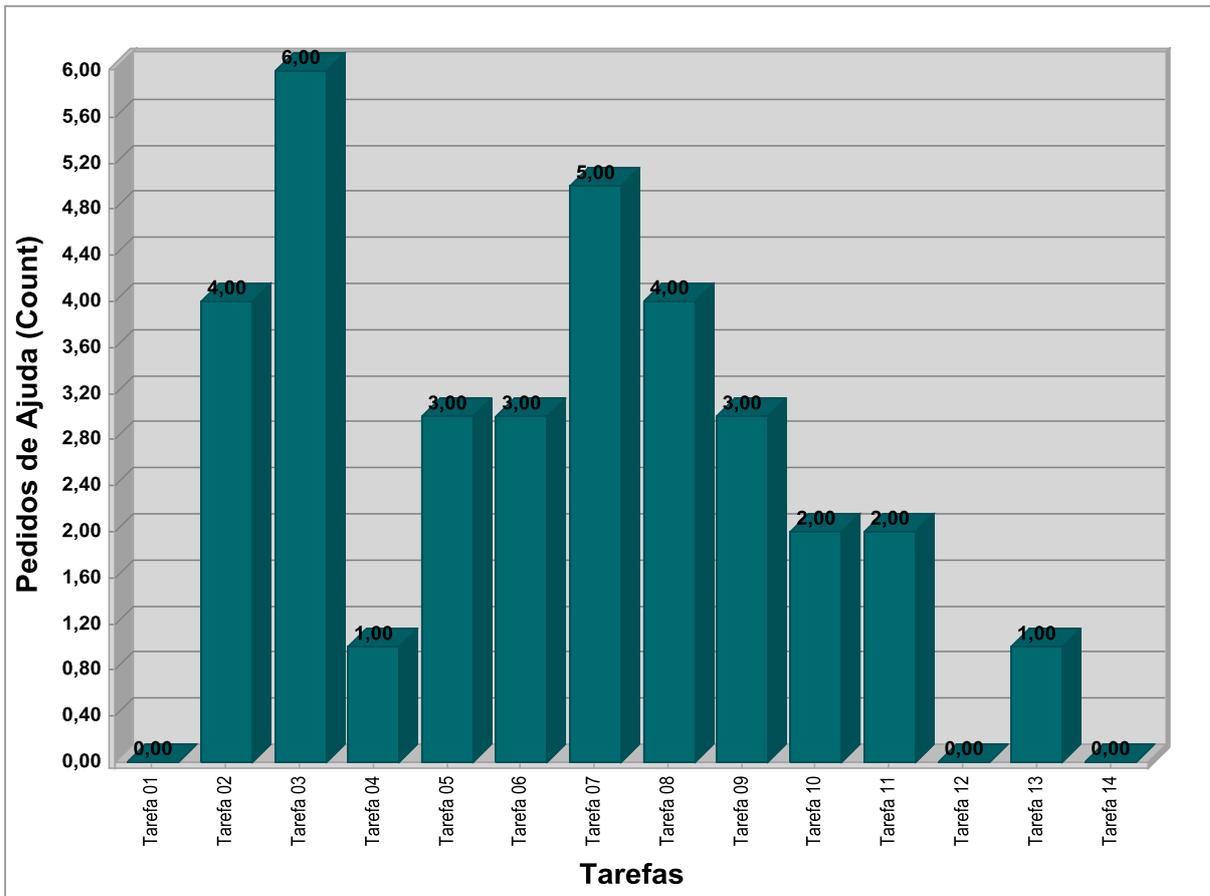


Gráfico 2 - Quantidade média de solicitações de ajuda por tarefa durante o teste.

Observa-se que ocorreu menos de um erro por tarefa nos nove testes realizados. Esse é um valor aceitável, mas que pode ser reduzido ainda mais. Após analisar as observações feitas pelo avaliador ao anotar os erros, pode-se concluir que:

- 40% dos erros ocorreram devido ao participante seguir um caminho que não lhe permitiria concluir a tarefa com êxito;
- 60% dos erros ocorreram por falta de entendimento da informação apresentada na ontologia. Desse montante, 90% dos erros foram decorrentes da pouca experiência com o modelo (grande maioria com participantes iniciantes).

Buscando complementar os dados apresentados no **Gráfico 3**, a **Tabela 17** apresenta os dados relacionados à quantidade de erros que foram cometidos pelos participantes durante a execução de cada tarefa. Visando detalhar claramente a ocorrência

de erros e permitindo uma melhor análise, a tabela também apresenta a média de erros ocorridos em cada uma das tarefas, juntamente com seu desvio padrão.

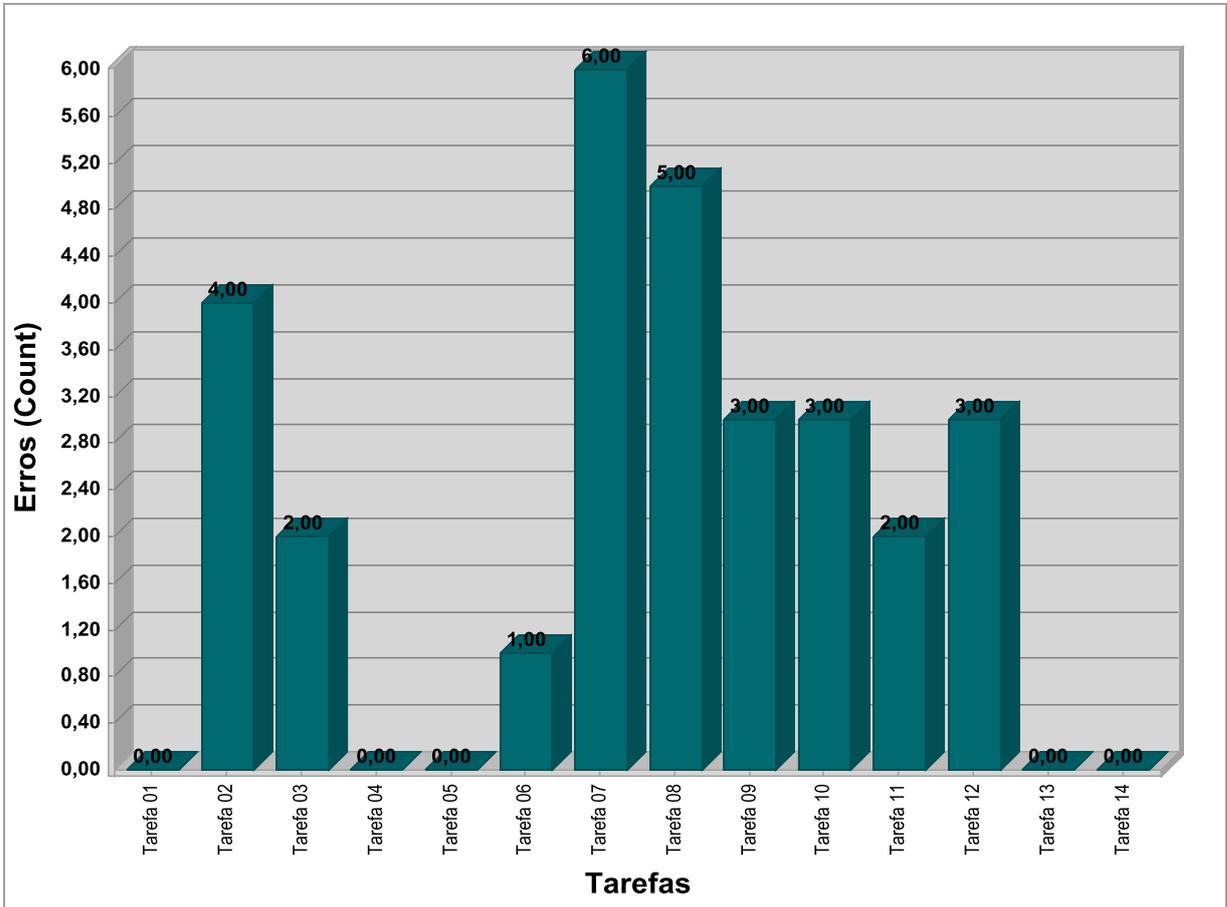


Gráfico 3 - Quantidade média de erros cometidos tarefas em cada tarefa durante o teste.

Tabela 17 - Quantidade de erros ocorridos nas tarefas x participantes.

	Tarefas													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Participante 01	1.18	0.43	3.10	2.56	3.77	4.80	2.71	5.27	3.35	2.57	4.28	5.30	1.54	0.48
Participante 02	0.89	0.68	1.18	1.84	1.51	2.67	1.77	2.04	0.13	0.21	1.45	0.03	0.38	0.23
Participante 03	0.39	0.44	4.27	2.44	1.58	0.08	0.65	1.38	3.47	0.96	2.82	1.89	0.99	0.30
Participante 04	0.00	0.00	0.42	2.38	2.83	1.60	9.64	5.72	7.32	4.35	5.20	7.83	0.95	0.00
Participante 05	0.00	0.00	4.80	3.10	4.43	6.53	2.86	4.63	1.33	1.08	6.88	0.00	2.59	0.00
Participante 06	0.99	0.30	5.20	2.53	4.94	2.86	6.71	9.49	3.13	8.92	3.52	0.09	2.41	1.67
Participante 07	1.72	0.92	8.16	3.26	4.36	6.07	5.40	9.88	5.58	6.08	6.20	5.62	1.39	0.83
Participante 08	0.92	2.45	3.22	2.62	3.52	1.74	4.22	6.63	8.20	2.73	2.68	0.98	1.64	0.25
Participante 09	0.91	0.92	5.48	4.01	3.70	0.13	0.00	0.00	0.00	2.38	5.34	0.70	3.07	1.45
Média	1.00	0.88	3.98	2.75	3.40	2.94	4.24	5.63	4.06	3.25	4.26	2.81	1.66	0.74
Desvio Padrão	0.40	0.73	2.34	0.63	1.21	2.39	2.93	3.07	2.80	2.78	1.79	3.00	0.87	0.60

Como a ontologia consiste de uma nova organização do MR-MPS-SW nos níveis G e F, com complementações já mencionadas, é importante avaliar o impacto na compreensão dos participantes e se isso pode comprometer a utilização da solução proposta. Dessa forma, o Questionário de Avaliação (ver APÊNDICE D) contempla três questões com o propósito de verificar os três seguintes aspectos, conforme apresentado na **Tabela 18**:

- organização (Q2);
- nomenclatura utilizada (Q3);
- compreensão das informações dispostas (Q4).

Os participantes analisaram esses três aspectos da ontologia, conforme ilustrado no **Gráfico 4**. Eles puderam classificar cada aspecto numa escala de 1 a 5, de muito difícil a muito simples, respectivamente. No **Gráfico 4**, contudo, essa escala aparece como A1 a A5 (inserção da letra “A” pelo sistema Techsmith Morae Manager). De modo geral, os participantes consideraram a ontologia como uma organização mais fácil de entender e navegar entre as informações. Essa facilidade considerou que os termos utilizados para descrever as classes e subclasses são facilmente identificados e bem definidos, assim como as informações que descrevem os seus propósitos.

Tabela 18 – Descrição da legenda de questões apresentadas no Gráfico 4.

Questão	Descrição da Questão
Q2	Análise a organização das informações na ontologia apresentada
Q3	Análise a nomenclatura utilizada na ontologia
Q4	Análise a compreensão das informações apresentadas

Usando a mesma escala de 1 a 5, ou A1 a A5, de muito difícil a muito simples, o **Gráfico 5** apresenta as opiniões dos participantes com relação ao grau de simplificação na das informações do MPS-SW na ontologia em relação ao texto dos guias do modelo. Esse assunto foi verificado através da questão nº 8 do Questionário de Avaliação, mostrado na **Tabela 19**. De acordo com as respostas apresentadas, os participantes acharam que a ontologia facilitou e melhorou o entendimento das informações. Alguns participantes declararam verbalmente que tiveram dúvidas no local de trabalho profissional sobre os aspectos abordados no teste, e que não conseguiram resolver somente com a utilização dos guias, justamente pela sua forma textual linear.

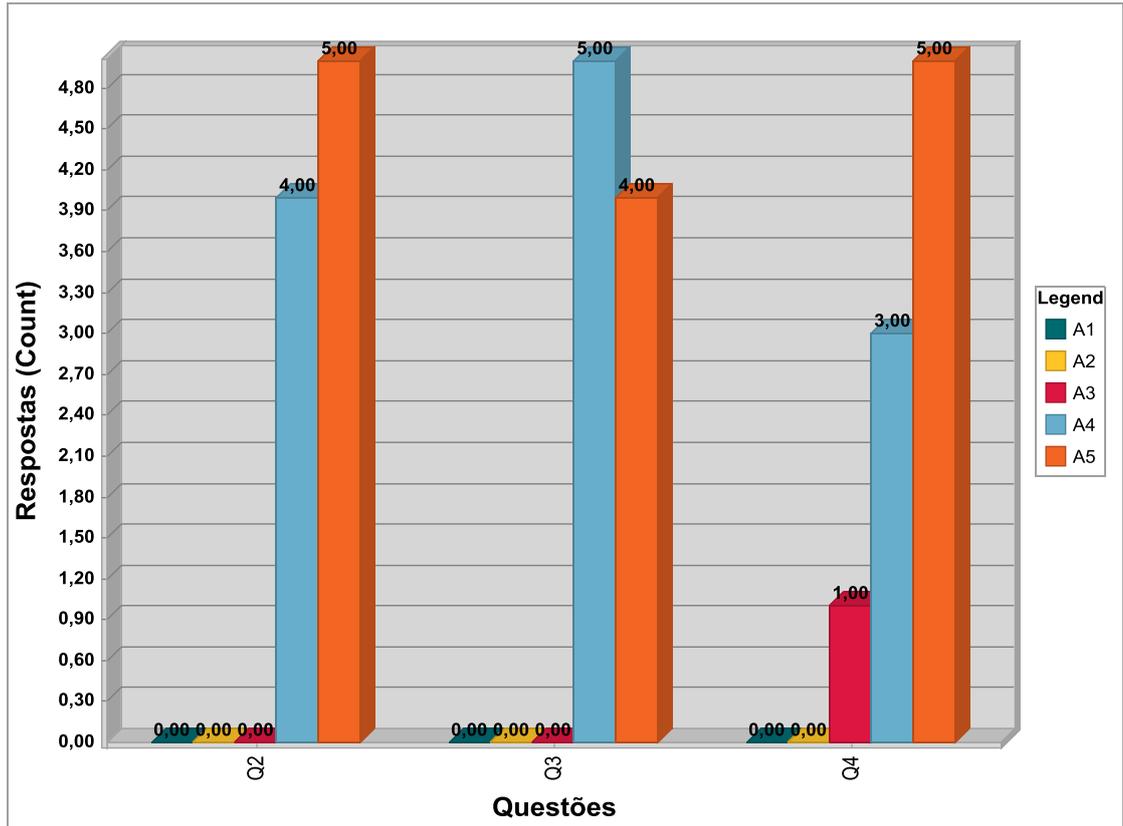


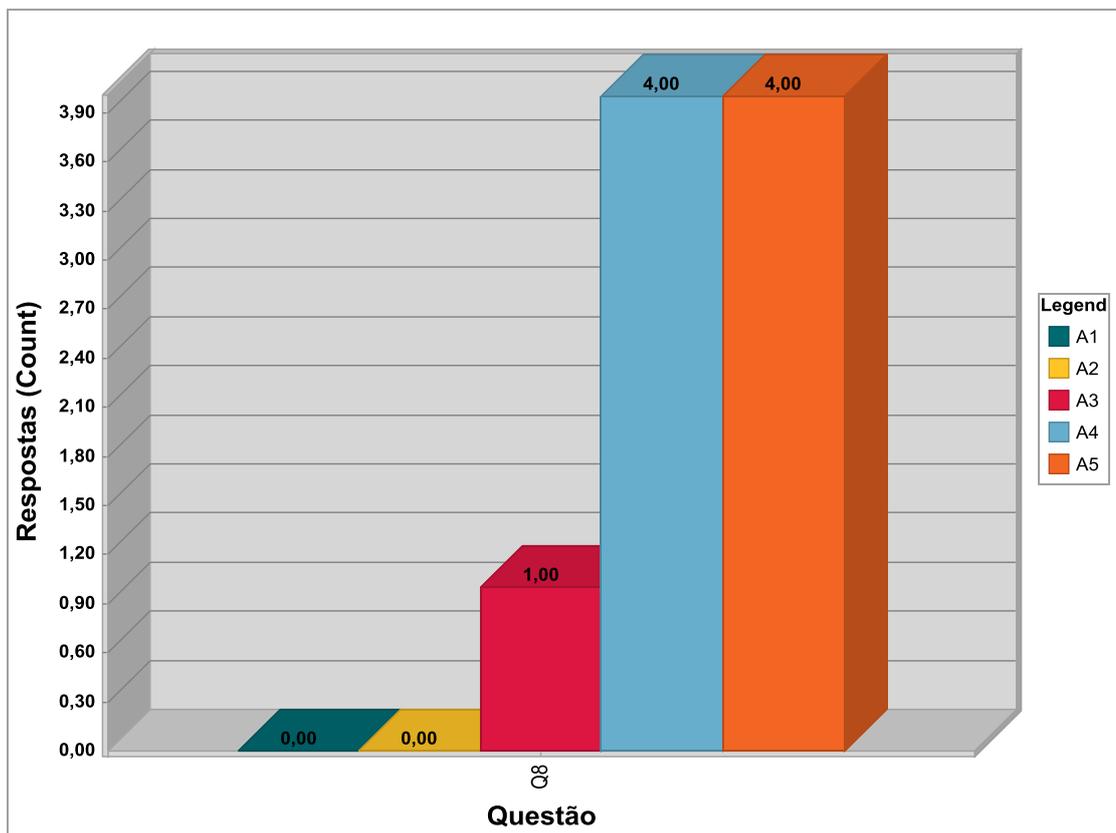
Gráfico 4 - Opiniões sobre a organização, nomenclatura e compreensão da ontologia.

Pelo **Gráfico 6**, pode se observar uma comparação da experiência em executar uma tarefa utilizando os guias do MR-MPS-BR e a ontologia, respectivamente através das questões de nº 6 e 7 do Questionário de Avaliação (APÊNDICE D), apresentadas na **Tabela 20**. Ambas as questões se referem à execução da Tarefa 3: “Quais as informações que devem ser apresentadas no Termo de Abertura”.

A questão 6 pergunta aos participantes qual o grau de dificuldade para se desenvolver o documento “Termo de Abertura” utilizando as informações disponíveis nos guias. Através do **Gráfico 6** nota-se que 45% dos participantes consideraram a execução da tarefa como sendo de média para difícil. Já a questão 7 faz a mesma solicitação que a questão 6, só que através da ontologia apresentada. Observa-se que 78% dos participantes consideraram como fácil e somente 22% consideraram a tarefa de médio para difícil. Com base nos depoimentos dos participantes referentes a essas duas questões, pode-se constatar que a ontologia, mesmo sendo uma forma inovadora de representar os conceitos do MR-MPS-SW, é composta de informações simples e, de certa forma, completas, que facilitam e agilizam o entendimento do modelo por seus usuários.

Tabela 19 - Descrição da legenda de questões apresentadas no Gráfico 5.

Questão	Descrição da Questão
Q8	Um dos objetivos da criação da Ontologia é melhorar e facilitar o entendimento das informações apresentadas nas Guias do MR-MPS e como elas se relacionam. Segundo sua opinião o quanto você acha que a Ontologia atingiu deste objetivo?

**Gráfico 5** - Opinião dos participantes analisando a simplicidade das informações na ontologia.**Tabela 20** - Descrição da legenda de questões apresentadas no Gráfico 6.

Questão	Descrição da Questão
Q6	Analisando o documento "Termo de Abertura do Projeto", com as informações apresentadas nas Guias do MR-MPS, defina o grau de dificuldade encontrado para definição das informações e criação do documento.
Q7	Agora, analisando o documento "Termo de Abertura do Projeto", com as informações apresentadas na Ontologia, defina o grau de dificuldade encontrado para definição das informações e criação do documento.

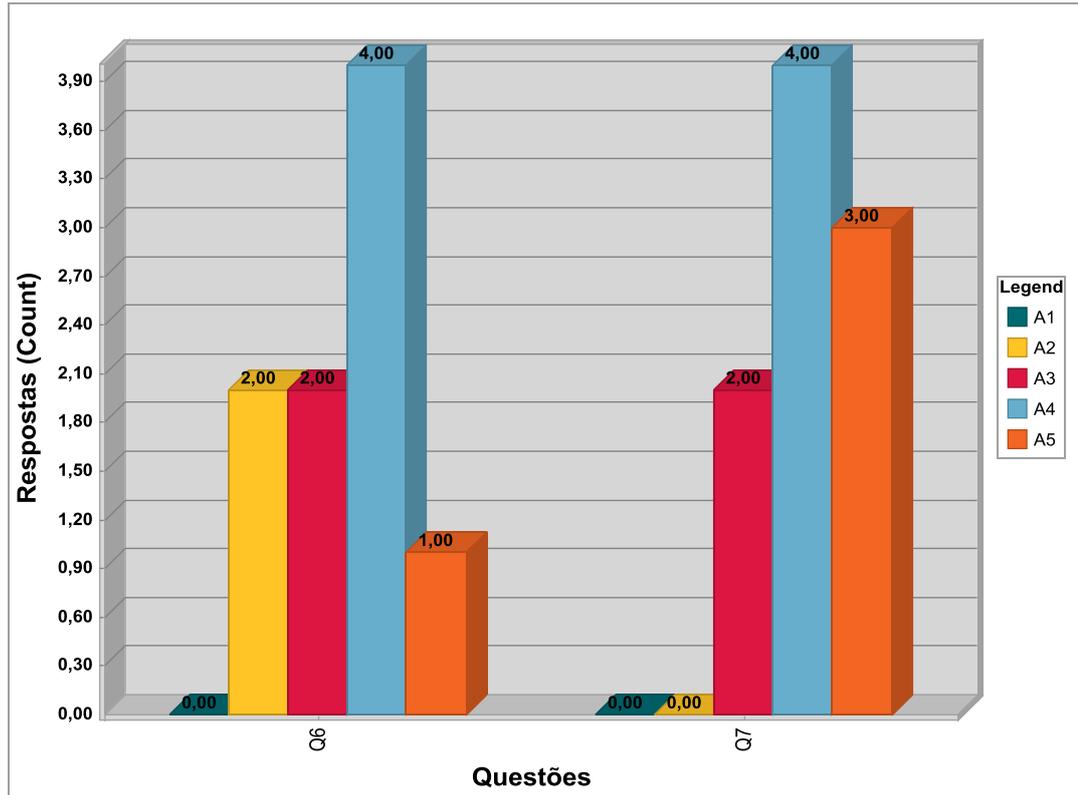


Gráfico 6 - Opiniões sobre o desenvolvimento do Termo de Abertura com os guias MR-MPS-SW (Q6) e com a ontologia (Q7).

Indagados sobre pontos negativos e positivos da ontologia, as respostas dos participantes foram compiladas nas **Tabelas 21** e **22**, respectivamente referentes às duas questões:

- “Q10 - Marque alguns pontos negativos que identificou ao utilizar a ontologia”;
- “Q9 - Marque alguns pontos positivos que você identificou ao usar a ontologia.) do Questionário de Avaliação”.

Os 33% de pontos negativos apontados na **Tabela 21** foram considerados como indicadores para melhorias a serem feitas na ontologia. Tais pontos, contudo, não foram fatores impeditivos de conclusão dos testes. Por outro lado, 11% dos participantes não gostaram da ferramenta utilizada, Protégé, embora o foco do teste não foi avaliar a ferramenta Protégé e sim a ontologia. Entretanto, este aspecto pode ser um indicador de se avaliar outros sistemas de edição de ontologias, futuramente.

Como pode ser visto na última linha da **Tabela 21**, foi apontado outro ponto negativo, referente à inexistência de algumas ligações entre subclasses que pudessem ajudar o

participante a atingir o objetivo da tarefa seguindo por outros caminhos.

Na indicação dos pontos positivos, o cenário foi bem favorável à ontologia, como mostrado na **Tabela 22**. Além dos aspectos explicitamente elencados na tabela, ressalta-se a última linha. Um dos participantes, especializado no MPS-SW, sugeriu que a ontologia seja utilizada no treinamento do guia geral do modelo MR-MPS-SW.

Tabela 21 - Relação dos pontos negativos segundo os participantes do teste de usabilidade.

Pontos negativos	Número de respondentes	% de respondentes
Dificuldade de navegação na árvore de classes definidas	0	0%
Dificuldades em entender a ferramenta utilizada	1	11%
Problemas com os termos utilizados	2	22%
Nenhuma das alternativas	4	44%
Outros - Falta de alguns nos entre produtos de trabalhos.	1	11%

Tabela 22 - Relação dos pontos positivos segundo os participantes do teste de usabilidade.

Pontos positivos	Número de respondentes	% de respondentes
Facilidade em localizar a informação desejada	8	89%
Rapidez ao localizar as informações	4	44%
Linguagem simples	7	78%
Informações detalhadas	4	44%
Possibilidade de visualizar o fluxo das informações no processo	7	78%
Nenhuma das alternativas	0	0%
Outros - Ferramenta útil para treinamento no guia geral.	1	11%

Outras análises referentes à execução das tarefas foram providenciadas pelo ambiente do software Techsmith Morae Manager. Contudo, as análises apresentadas foram as consideradas relevantes para a avaliação da ontologia. Essas análises estão relacionadas diretamente ao conteúdo das informações apresentadas na ontologia e ao desempenho do usuário para obter a informação desejada, com rapidez e clareza.

5.5 CONCLUSÃO DOS TESTES DE AVALIAÇÃO

Considerando a análise apresentada na seção 5.4, foi possível concluir que a ontologia desenvolvida se mostrou adequada para utilização. Contudo, algumas recomendações de mudanças foram apresentadas pelos participantes e outras identificadas pelo observador durante a realização dos testes.

Essas recomendações para alterações na versão alfa (v1.1) da ontologia podem ser resumidas nos seguintes itens:

- criação de novas propriedades de ligação entre as superclasses e subclasses melhorando, assim, o entendimento da ontologia;
- ajustes nas ligações entre as subclasses, pois foram identificadas falhas de encadeamento das informações;
- identificação de fluxos paralelos para ajudar o usuário a atingir o objetivo;
- melhorias na apresentação gráfica das classes, restringindo as informações ao núcleo da informação pesquisada;
- simplificação de termos utilizados na ontologia, visando facilitar o entendimento das informações por usuários menos experientes.

Como os testes foram projetados abrangendo também as dez heurísticas de Nielsen, a **Tabela 23** mostra a correspondência de cada recomendação a uma dessas heurísticas.

Para a efetivação dessas recomendações, foi gerado um conjunto de tarefas para cada recomendação, como apresentado na **Tabela 24**. Para cada tarefa foram realizadas várias atividades de mudanças na ontologia v1.1.

Dessa forma, todas as recomendações foram seguidas, gerando-se uma edição 1.2 (v1.2) da ontologia dos níveis G e F do modelo MPS-SW, com o objetivo de simplificar o uso da ontologia.

Tabela 23 – Correspondência entre as recomendações identificadas e heurísticas de Nielsen.

	Heurísticas	Recomendações
1	Visibilidade do status do sistema	Melhorias na apresentação gráfica das classes restringindo as informações ao núcleo da informação pesquisada.
2	Compatibilidade entre o sistema e o mundo real	Simplificação de termos utilizados na ontologia.
7	Flexibilidade e eficiência de uso	Criação de novas propriedades de ligação.
		Ajustes de falhas de ligação entre as subclasses.
		Identificação de fluxos paralelos que ajudam o usuário a atingir o objetivo.

Tabela 24 - Identificação das tarefas para melhorias na ontologia v1.1.

Recomendações	Tarefas identificadas
Criação de novas propriedades de ligação	Identificação de novas propriedades.
	Criação das novas propriedades.
	Identificação e construção da ligação entre as subclasses.
Ajustes de falhas de ligação entre as subclasses	Identificação das falhas analisando os testes.
	Correção das falhas.
Identificação de fluxos paralelos que ajudam o usuário a atingir o objetivo	Identificação de subclasses que possibilitariam a criação de ligações paralelas.
	Definição das ligações que seriam utilizadas.
	Construção da ligação entre as subclasses
Melhorias na apresentação gráfica das classes restringindo as informações ao núcleo da informação pesquisada	Identificação de plug-ins com melhor visualização gráfica.
	Instalação e teste dos plug-ins identificados.
	Criação do manual de instalação (Apêndice A).
Simplificação de termos utilizados na ontologia	Identificação dos termos, seguindo sugestões dos participantes do teste.
	Busca por nomenclatura alternativa.
	Substituição da informação.

6 CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para implementação e gestão de modelos de qualidade de processos de software são requeridos grandes esforços e investimentos financeiros significativos por parte das empresas desenvolvedoras de software. Esses esforços são voltados ao entendimento do modelo, definição de estratégias e disseminação do conhecimento, visando comprometimento de todos os envolvidos. Uma grande reestruturação organizacional é requerida. Recursos financeiros precisam ser direcionados à capacitação das equipes e contratação de consultorias especializadas. As empresas devem reservar recursos financeiros também para certificação e manutenção dessa certificação, considerando também a evolução nos níveis do modelo.

Para as micro, pequenas e médias empresas (mPME) esses desafios são ainda maiores, devido a diversas restrições técnicas e financeiras. As mPME requerem atenção especial, uma vez que constituem a grande maioria do mercado de empresas produtoras de software. Somente no Brasil, as mPME constituem 99,1% desse mercado. Geralmente essas empresas não possuem processos definidos e documentados adequadamente. Há dificuldades para se formar equipes com dedicação exclusiva para entendimento, implementação e gestão de algum modelo de qualidade. O nível de detalhes a serem considerados no ambiente real da empresa requer um número de funcionários dedicados e isso onera outros serviços e projetos. De modo geral, os custos são relativamente altos para as mPME. Contudo, é importante que elas sejam motivadas à utilização de modelos de qualidade que as projetem no mercado competitivo.

Com o objetivo de beneficiar as mPME preferencialmente, este trabalho foi voltado ao modelo de qualidade de processos MPS-SW, que faz parte do Programa de Melhoria de Processo do Software Brasileiro (MPS.BR). O modelo de referência MPS-SW (MR-MPS-SW) foi desenvolvido com foco no apoio às mPME, embora seja completamente adequado a grandes organizações, que têm recursos suficientes para investir em melhorias de qualidade de processos. Esse modelo compreende sete níveis de maturidade, identificados por letras na faixa de G (inicial) a A (mais superior). Essa quantidade de níveis permite que a implantação seja gradual e adequada à realidade das mPME, evitando custos elevados durante o processo.

A forma textual do modelo MPS-SW, como outros modelos similares, contempla um vasto conjunto de informações tanto em abrangência como em profundidade (processos, atributos, requisitos, elementos específicos, etc.). Há um grande número de dependências entre as informações em um mesmo nível e entre os diferentes níveis de maturidade. Devido a essa grande diversidade, quantidade de conteúdo e interdependências, há grande dificuldade de uniformizar o entendimento por parte das pessoas envolvidas na implementação, consultoria e certificação desses modelos. Mais informações sobre o modelo MPS-SW foram apresentadas no *capítulo 2* deste trabalho.

Nessa direção, o principal objetivo deste trabalho foi propor um modelo alternativo para organizar o conteúdo dos guias dos níveis G e F do MR-MPS-SW, visando simplificar e uniformizar a compreensão desses guias. A proposta trata de uma ontologia para os níveis G e F do modelo, mais especificamente uma ontologia empresarial. Levantamentos sobre ontologias, de interesse a este trabalho, incluindo ontologias empresariais, podem ser encontrados no *capítulo 3*.

Contudo, para enfatizar os propósitos deste trabalho, foram adicionadas à ontologia explicações sobre alguns termos que só aparecem “citados” nos guias do modelo MPS. Esses termos estão contemplados no Guia de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos ou PMBOK (*Project Management Body of Knowledge*), abordado no *capítulo 2*. A intenção é trazer facilidades à implementação do modelo MPS-SW, com maior aderência aos princípios abordados no PMBOK por parte das empresas.

Indicadores intangíveis do modelo BSC (*Balanced Scorecard*) foram adicionados também ao conjunto de indicadores do modelo MPS-SW (níveis G e F). A intenção é aproximar esse modelo das mPME e também contribuir para a aproximação do processo de implementação do MPS-SW com a gestão estratégica das empresas. Uma visão geral do modelo BSC foi apresentada no *capítulo 2*.

Para a geração da ontologia empresarial dos níveis G e F do modelo MPS-SW, uma expressiva contribuição deste trabalho foi a metodologia proposta no *capítulo 4*. Essa metodologia consiste de cinco etapas que orientam detalhadamente todo o processo de desenvolvimento da ontologia. Cada etapa gera um tipo de documentação e considera um processo de verificação das informações, para manter a integridade e consistência da proposta em cada etapa.

Outra contribuição significativa foi o processo de avaliação da versão alpha da ontologia, que consiste na etapa 4 da metodologia proposta e está apresentado no *capítulo 5*. Para esse processo foi elaborada uma metodologia com seis etapas e sete tipos de documentos de apoio. Essa metodologia de avaliação foi baseada em técnicas de testes de

usabilidade de software e envolveu nove participantes, com diferentes perfis: de iniciante a especialistas em MPS-SW. A partir dessa avaliação foram identificados pontos fortes e fracos da versão alpha da ontologia (v1.1), que propiciaram a elaboração de um conjunto de recomendações para melhorias na v1.1.

Foi, então, desenvolvido um plano para a efetivação das recomendações. A execução desse plano propiciou uma nova versão da ontologia, v1.2, que consiste em uma contribuição deste trabalho para ser utilizada por empresas desenvolvedoras de software, treinamentos e outras áreas de interesse no MPS-SW. Essa versão, considerada como beta, foi disponibilizada para o meio comercial, gratuitamente, em três repositórios livres internacionais. A intenção é que a ontologia possa ser amplamente utilizada. É esperado também que os usuários possam identificar aspectos de melhorias, bem como propor inclusão de conhecimentos personalizados à ontologia.

Propostas de trabalhos futuros

A metodologia proposta para a elaboração da ontologia pode ser aplicada a outros níveis do modelo MPS-SW. Para o trabalho isso é importante, de modo a validar a metodologia e introduzir melhorias para torná-la genérica para próximos níveis. Isso pode ser feito, por exemplo, aplicando-se a metodologia para desenvolvimento da ontologia do nível E do modelo MPS-SW.

Por outro lado, a adição de novos níveis à mesma ontologia acarreta em um grande volume de dados, tornando a ontologia muito complexa de ser desenvolvida ou utilizada. Assim, a metodologia pode ser adotada para o desenvolvimento de outros níveis do modelo MPS-SW, mas esses níveis podem ser compreendidos como módulos, que podem ser integrados entre si. Essa integração, no entanto, requer estudos de mecanismos que mantenham a integridade das ontologias. Alguns trabalhos têm sido encontrados na literatura nessa direção, como Schlicht (2007). Um dos aspectos motivadores desses trabalhos pode ser a crescente utilização de ontologias em praticamente todos os ramos da ciência e da indústria, com ontologias cada vez maiores. Representar uma ontologia modularmente é dividi-la em módulos, facilitando o seu acesso e permitindo que os módulos possam ser acessados e atualizados separadamente.

Observa-se que, dependendo do volume das informações, alguns editores de ontologias não dispõem de recursos suficientes. Segundo Schlicht (2007), uma ferramenta que permite a utilização descentralizada de instâncias e módulos de uma ontologia é o tableaux-reasoner DRAGO, que é utilizado em ontologias já definidas. Para ontologias em construção, pode ser utilizado OWL DL, que permite a comunicação entre os módulos

definidos da ontologia através de um protocolo de comunicação.

Em termos gerais, seria interessante que a metodologia fosse empregada para o nível E do MPS-SW, por exemplo, através de duas abordagens: uma diretamente integrada à ontologia dos níveis G e F proposta e uma completamente modular, que depois fosse integrada à ontologia G e F. Uma comparação entre essas duas abordagens seria de grande contribuição à área de pesquisa.

Outro direcionamento para continuação deste trabalho pode ser estudos que mapeiem a ontologia dos níveis G e F do MPS-SW para um modelo de referência de processos estruturado como *workflow*. Esse tipo de representação deve permitir uma visão gráfica ampla do processo como um todo, explicitando atividades e os atributos envolvidos. Através dele pode ser criado, então, um modelo particular da empresa, de acordo com as suas condições reais, propiciando flexibilidade de adequação aos processos de cada ambiente organizacional. Dessa maneira, a ontologia proposta neste trabalho atuaria como base para a criação do modelo de referência de processo com *workflow*. Assim, a semântica da ontologia poderia ser expressa graficamente para facilitar a compreensão e utilização do modelo MR-MPS-SW. Uma abordagem que pode ser estudada é a padronização usada no desenvolvimento de *workflow* em Gestão de Processos de Negócios ou BPM (*Business Process Management*).

Outra abordagem decorrente deste trabalho podem ser estudos para ajustar a metodologia proposta para ser aplicada a outros modelos de qualidade de processos, como CMMI, ISO 9000 e MoProSoft, Geralmente esses modelos são escritos em uma linguagem formal, destinados a empresas produtoras de software de diferentes categorias funcionais e tamanhos, e para diferentes perfis de pessoas envolvidas. Normalmente, são definidos em níveis de maturidade, que estabelecem patamares de evolução e estágios de melhorias de processos. Os níveis definem onde as empresas devem concentrar os esforços para implementação de melhorias, incluindo eficiência dos processos.

Outra linha de trabalho que poderia ser estudada nessa direção de generalização da metodologia a outros modelos de qualidade, ou separadamente, consiste numa sistemática para automatização do processo de desenvolvimento da ontologia a partir dos textos dos guias dos modelos.

REFERÊNCIAS

ABES - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SOFTWARE. **Mercado Brasileiro de Software**. 2012. Disponível em: <<http://www.abes.org.br/templ3.aspx?id=306&sub=650>>. Acesso em: 05 jul. 2013.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO/IEC 9241**: requisitos ergonômicos para o trabalho com dispositivos de interação visual parte 12: apresentação da informação. Rio de Janeiro, 2011.

_____. **NBR ISO/IEC 12207**: tecnologia de informação: processos de ciclo de vida de software. Rio de Janeiro, 2008.

_____. **NBR ISO/IEC 29110**: Engenharia de Software - Perfis de ciclo de vida para micro-organizações (VSEs). Rio de Janeiro. 2012

ALBERTAZZI, L. Formal and material ontology. In: POLI, Roberto; SIMONS, Peter. **Formal ontology**. Dordrecht: Kluwer, 1996. p. 199-232.

ALMEIDA, M. B.; BAX, M. P. Uma visão geral sobre ontologias: pesquisa sobre definições, tipos, aplicações, métodos de avaliação e de construção. **Ciência da Informação**, Brasília, DF, v. 32, n. 3, p. 7-20, set./dez. 2003.

BERNARAS, A.; LARESGOITI, I.; CORERA, J. M. Building and reusing ontologies for electrical network applications. In: EUROPEAN CONFERENCE ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE, 17., 1996, Trentino. **Proceedings...** Trentino, 1996. p. 298-302.

BERTOLLO, G. **Definição de processos em um ambiente de desenvolvimento de software**. 2006. Dissertação (Mestrado em Informática)-Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2006.

BILLIG A, SANDKUHL K. Enterprise Ontology based Artefact Management. In: INFORMATIK 2008, Beherrschbare Systeme - dank Informatik: **Workshop Applications of Semantic Technologies**. ; 2008. p. 681-687.

BLOMQVIST, E.; ÖHGREN, A.; SANDKUHL, K. Ontology construction in an enterprise context: comparing and evaluating two approaches. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENTERPRISE INFORMATION SYSTEMS, 8., 2006, Paphos. **Proceedings...** Paphos, 2006. p. 86-93.

BORST, W. N. **Construction of engineering ontologies for knowledge sharing and reuse**. 1997. Thesis-University of Twente, Dutch Research School for Information and Knowledge Systems (SIKS), Netherlands, 1997.

BRASIL. Lei complementar nº 123, de 14 de dezembro de 2006. Institui o Estatuto Nacional da Microempresa e da Empresa de Pequeno Porte; altera dispositivos das Leis nº 8.212 e 8.213, ambas de 24 de julho de 1991, da Consolidação das Leis do Trabalho - CLT, aprovada pelo Decreto-Lei no 5.452, de 1o de maio de 1943, da Lei no 10.189, de 14 de fevereiro de 2001, da Lei Complementar nº 63, de 11 de janeiro de 1990; e revoga as Leis no 9.317, de 5 de dezembro de 1996, e 9.841, de 5 de outubro de 1999. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 14 dez. 2006. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LCP/Lcp123.htm>. Acesso em: 15 jan. 2013.

BUENO, W. **Utilizando BSC como medição para o MPS-BR nível F**. 2009. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Análise, Projeto e Gerência de Sistemas)-Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2009.

CARNEIRO, M. R. F. Ontologias, web semântica e aplicações. In: SEMINÁRIO DO GRUPO DE LÓGICA, INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E MÉTODOS FORMAIS, 2003, São Paulo. **Resumos...** São Paulo: Universidade de São Paulo, 2003.

CHANDRASEKARAN, B.; JOSEPHSON, J. R.; BENJAMINS, V. R. What are ontologies, and why do we need them? **Intelligent Systems and their Applications**, IEEE, Columbus, v. 14, n. 1, p. 20-26, Jan./Feb. 1999.

CLARK, P. **Some Ongoing KBS/Ontology Projects and Groups**. 2011. Disponível em: <<http://www.cs.utexas.edu/users/mfkb/related.html>>. Acesso em: 20 ago. 2012.

COLENCI NETO, A. **Proposta de um modelo de referência para desenvolvimento de software com foco na certificação do MPS.BR**. São Carlos: Universidade de São Paulo, 2008.

CUSUMANO. The software factory: a historical interpretation. **IEEE Software**, Los Alamitos, v. 6, n. 2, p. 23-30, Mar. 1989.

_____.M. A. Factory concepts and practices in software development. **Annals of the History of Computing**, New York, v. 13, n. 1, p. 3-32, Jan./Mar. 1991.

FABRI, J. A.; TRINDADE, A. L. P.; PESSÔA, M. S. P. Um Estudo Comparativo entre as Fábricas de Software Brasileiras e Japonesas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE MELHORIA DE PROCESSO DE SOFTWARE, 8., 2007, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2007

FALBO, R.; MORO, R. D.; BRINGUENTE, A. C. O.; PALÁCIO, M. O. Uso de uma ontologia de avaliação de software para o desenvolvimento e integração de ferramentas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DE SOFTWARE, 8., 2009, Ouro Preto. **Anais...** Ouro Preto, 2009.

FELICÍSSIMO, C. H.; SILVA, L. F.; BREITMAN, K. K.; LEITE, J. C. S. P. **Geração de ontologias subsidiada pela engenharia de requisitos**. Rio de Janeiro: PUC/Departamento de Informática, 2003.

FERNANDES, A. A.; TEIXEIRA, D. S. **Fábrica de software: implantação e gestão de operações**. São Paulo: Atlas, 2007.

FERRAZ, R. **Padrões Web em Governo Eletrônico**. São Paulo, Editora Campus, 2010.

FREITAS, F. L. G. **Ontologias e a web semântica**. Santos: Universidade Católica de Santos, 2008.

GARCIA, E. B., SICILIA, M.A., SÁNCHEZ, S. A. **Usability evaluation of ontology editors**. Knowledge Organization 32(1), 1–9. 2005.

GILES, T. R. **Introdução à filosofia**. São Paulo: EDUSP, 1979.

GÓMEZ-PÉREZ, A. Towards a framework to verify knowledge sharing technology. **Expert Systems with Applications**, New York, v. 11, n. 4, p. 519-529, 1996.

GÓMEZ-PÉREZ, A.; CORCHO, O. Ontology languages for the semantic web. **IEEE Intelligent Systems**, Los Alamitos, v. 17, n. 1, p. 54-60, Jan./Feb. 2002.

GOVE, P. B. **Webster's third new international dictionary**. New York: Merriam-Webster, 2002.

GREENFIELD, J.; SHORT, K. Software factories: assembling applications with patterns, models, frameworks and tools. In: ANNUAL ACM SIGPLAN CONFERENCE ON OBJECT-ORIENTED PROGRAMMING, SYSTEMS, LANGUAGES, AND APPLICATIONS, 18., 2003, New York. **Proceedings...** New York, 2003. p. 16-27.

GRUBER, T. A translation approach to portable Ontologies. **Knowledge Acquisition**, California, v. 5, n. 2, p. 199-220, Apr. 1993.

_____. **Ontolingua: a mechanism to support portable ontologies.** Stanford: Stanford University, 1996.

GRUNINGER, M.; LEE, J. Ontology: applications and design. **Association for Computing Machinery**, New York, v. 45, n. 2, p. 39-41, Feb. 2012.

GUARINO, N. **Formal ontology in information systems.** Amsterdam: IOS Press, 1998.

_____. **Understanding, building an using ontologies.** 1996. Disponível em: <<http://citeseer.ist.psu.edu/guarino98formal.html>>. Acesso em: 25 jun. 2012.

GUARINO, N.; GIARETTA, P. **Ontologies and KBs, towards a terminological clarification.** Padova: Universidade de Padova, 1995.

GUIZZARDI, G. **Desenvolvimento para e com reuso: um estudo de caso no domínio de vídeo sob demanda.** 2000. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2000.

HARMELEN, F. V.; FENSEL, D.; HORROCKS, I.; MCGUINNESS, D. L.; PATEL-SCHNEIDER, P. OIL: a standard proposal for the semantic web. **IEEE Intelligent Systems**, New York, v. 16, n. 2, p. 38-45, Mar./Apr. 2001.

HARMELEN, F. V.; HORROCKS, I. **Reference description of the DAML+OIL ontology markup language.** 2001. Disponível em: <<http://www.daml.org/2000/12/reference.html>>. Acesso em: 8 ago. 2012.

INMETRO - INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. **Certificações válidas por Código IAF.** 2012. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/gestao9000/Rel_Certificados_Validos_Codigo_Iaf.asp?Chamador=INMETROCB25&tipo=INMETROEXT>. Acesso em: 20 jul. 2012.

IOANNOU, G.; PAPALEXANDRIS, A. ; PRASTACOS, G.P. ; SODERQUIST, E. Implementing a balanced scorecard at a software development company. In: IEEE INTERNATIONAL ENGINEERING MANAGEMENT CONFERENCE, 2002, Cambridge. **Proceedings...** Cambridge, 2002. v. 2, p. 743-748.

JONES, D.; BENCH-CAPON, T.; VISSER, P. **Methodologies for ontology development.** Liverpool: University of Liverpool, 1998.

KAPLAN, R.; NORTON, D. **A estratégia em ação: balanced scorecard.** 4. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

KARLSRUHE, U. **Institut für angewandte informatik und formale beschreibungs verfahren.** 2006. Disponível em: <<http://www.aifb.kit.edu/web/Hauptseite>>. Acesso em: 11 ago. 2012.

KARP, P.; CHAUDHRI, V.; THOMERE, J. **XOL Ontology Exchange Language.** 2002. Disponível em: <<http://www.ai.sri.com/~pkarp/xol/>>. Acesso em: 11 ago. 2012.

KIFER, M.; LAUSEN, G.; WU, J. Logical foundations of object-oriented and frame-based languages. **Journal of the ACM**, New York, v. 42, n. 4, p. 741-843, 1995.

KORNILOVICZ, K. **Softex publica novo gria Geral MPS Serviços (MPS-SV).** 2012. Disponível em: <http://www.softex.br/mpsbr/_noticias/noticia.asp?id=4469>. Acesso em: 20 jan. 2013.

LENAT, D. B. CYC: a large-scale investment in knowledge infrastructure. **Communications of the ACM**, New York, v. 28, n. 11, p. 33-38, 1995.

MILLER, G. A.; Beckwith, R.; Fellbaum, C.; Gross, D.; Miller, K. Introduction to WordNet: an on-line lexical database. **International Journal of Lexicography**, Oxford, v. 3, n. 4, p. 235-244, 1990.

MIZOGUCHI, R.; IKEDA, M. **Towards ontology engineering**. Osaka: Osaka University/The Institute of Scientific and Industrial Research, 1996.

MORAIS, E. A. M.; AMBRÓSIO, A. P. L. **Ontologias: conceitos, usos, tipos, metodologias, ferramentas e linguagens**. Goiânia: Universidade Federal de Goiás, 2007.

MOREIRA, E. **Proposta de uma sistemática para o alinhamento das ações operacionais aos objetivos estratégicos, em uma gestão orientada por indicadores de desempenho**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2002.

MUSEN, M. A.; GENNARI J. H.; ERIKSSON H.; TU S. W.; PUERTA A. R. Protege-II: computer support for development of intelligent systems from libraries of components. In: WORLD CONGRESS ON MEDICAL INFORMATICS, 8., 1995, Vancouver. **Proceedings...** Vancouver, 1995.

NECHES, R.; FIKES, R.; FININ, T.; GRUBER, T.; PATIL, R.; SENATOR, T.; SWARTOUT, W. R. Enabling technology for knowledge sharing. **Association for the Advancement of Artificial Intelligence**, Palo Alto, v. 2, n. 3, p. 36-56, 2012.

NIELSEN, J. **Projeto de Websites**. Rio de Janeiro, Editora Campus, 2000.

NOMURA, L.; SPINOLA M. M.; HIKAGE, O.; TONINI, A. C. FS-MDP: um modelo de definição de processos de fábrica de software. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 26., 2006, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, 2006.

_____; _____. **Ontology development 101: a guide to creating your first ontology**. 2006. Disponível em: <http://protege.stanford.edu/publications/ontology_development/ontology101-noy-mcguinness.html>. Acesso em: 15 ago. 2012.

ÖHGREN, A.; SANDKUHL, K. Towards a methodology for ontology development in small and medium-sized enterprises. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED COMPUTING, 2005, Algarve. **Proceedings...** Algarve, 2005. p. 369-376.

OLIVEIRA, D. H.; COLENCI NETO, A. Fábrica de software: promovendo a criação de empresas competitivas em tecnologia da informação. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 23., Ouro Preto. **Anais...** Ouro Preto, 2003.

OLIVEIRA NETTO, A. **IHC Interação Humano Computador: modelagem e gerência de interfaces com o usuário**. Florianópolis: VisualBoks, 2004.

OZKURAL, E. **Ontology tools for repositories on Internet**. 2001. Disponível em: <<http://www.cs.bilkent.edu.tr/~erayo/ontology/index.html>>. Acesso em: 20 Ago. 2012.

PEDROSO, S. L. **Processo de medição de desenvolvimento de software como suporte aos objetivos estratégicos de negócios: estudo de caso em empresas desenvolvedoras de software**. Porto Alegre: Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2010.

PIZZOLETO, A. V., OLIVEIRA, H. C., OLIVEIRA, C. S. An ontology on the level G of the Software Process Model MPS.Br to assist business processes modeling. In: International Conference WWW/Internet, 2012, Madrid.

PORTER, M. E. **Vantagem competitiva: criando e sustentando um desempenho superior**. 27. ed. Rio de Janeiro: Campos, 1989.

PMI - PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **A Guide to the Project Management Body of Knowledge – PMBOK® Guide 5 Edition**, Pennsylvania, 2012.

PREECE, J.; ROGERS, Y.; SHARP, H.; BENYON, D.; HOLLAND, S.; CAREY, T. **Design de interação—Além da interação homem-computador**, São Paulo, Artmed, 2005.

RIES, E. **The Lean Startup**: How Today's Entrepreneurs Use Continuous Innovation to Create Radically Successful Businesses. New York: Crown Publishing, 2011.

ROBERTS, A. **An introduction to OilE**. 2010. Disponível em: <<http://www.cs.man.ac.uk/~horrocks/Teaching/cs646/OilEdTutorial-Ver1.1/>>. Acesso em: 12 ago. 2012.

ROCHA, G. **Uma infra-estrutura de apoio a um processo de medição de projetos em micro e pequenas empresas de software**. 2009. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

RUBIN, J. **Handbook of Usability Testing**: How to Plan, Design and Conduct Effective Tests. 2. ed. New York. John Wiley & Sons, Inc, 2008.

SANTANA, C. A.; TIMÓTEO, A. L.; VASCONCELOS, A. M. L. Mapeamento do modelo de Melhoria do Processo de Software Brasileiro (MPS.BR) para empresas que utilizam Extreme Programming (XP) como metodologia de desenvolvimento. In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DE SOFTWARE, 5., 2006, Vila Velha. **Anais...** Vila Velha, 2006.

SANTOS, G.; WEBER, K. C. Lições Aprendidas na Gestão do Programa MPS.BR. In **MPS.BR**: lições aprendidas. Campinas, 2008. p. 5-17.

SCHLICHT, A.: Improving the Usability of Large Ontologies by Modularization. In **Knowledge Web PhD Symposium**, 2007.

SEBRAE - SERVIÇO DE APOIO ÀS MICROS E PEQUENAS EMPRESAS. **Leis para micro e pequenas empresas**. 2012. Disponível em: <<http://www.SEBRAE-sc.com.br/leis/default.asp>>. Acesso em: 10 ago. 2012.

SEI - SOFTWARE ENGINEERING INSTITUTE. **Software Engineering Institute**. 2012. Disponível em: <<http://www.sei.cmu.edu/>>. Acesso em: 12 ago. 2012.

SOFTEX - Associação para Promoção da Excelência do Software Brasileiro. **MPS.BR Melhoria de processo do software brasileiro**: guia de implementação – Parte 1: Fundamentação para Implementação do Nível G do MR-MPS. 2011a. Disponível em: <http://www.softex.br/mpsbr/_guias/guias/MPS.BR_Guia_de_Implementacao_Parte_2_2011.pdf>. Acesso em: 13 ago. 2012.

_____. **MPS.BR Melhoria de processo do software brasileiro**: guia de implementação – Parte 2: Fundamentação para Implementação do Nível F do MR-MPS. 2011b. Disponível em: <http://www.softex.br/mpsbr/_guias/guias/MPS.BR_Guia_de_Implementacao_Parte_2_2011.pdf>. Acesso em: 13 ago. 2012.

_____. **MPS.BR Melhoria de processo do software brasileiro**: guia geral. 2012c. Disponível em: <http://www.softex.br/mpsbr/_guias/guias/MPS.BR_Guia_Geral_Software_2012.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2012.

_____. **MPS.BR Melhoria de processo do software brasileiro**: guia de avaliação, 2012d. Disponível em: <http://www.softex.br/mpsbr/_guias/guias/MPSBR_Guia_de_Avaliacao_2012.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2012.

_____. **MPS.BR Melhoria de processo do software brasileiro**: Guia Geral MPS de Serviços, 2012e. Disponível em: <http://www.softex.br/mpsbr/_guias/guias/MPS.BR_Guia_Geral_Servicos_2012.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2013.

_____. **MPS.BR Melhoria de processo do software brasileiro**: Guia de Implementação – Parte 9: Implementação do MR-MPS em organizações do tipo Fábrica de Software, 2012f. Disponível em: <http://www.softex.br/mpsbr/_guias/guias/MPS.BR_Guia_de_Implementacao_Parte_9_2011.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2013.

_____. **MPS.BR Melhoria de processo do software brasileiro**: Website do programa MPS, 2012g. Disponível em: <<http://www.softex.br/mpsbr>>. Acesso em: 20 jan. 2013.

SOWA, J. F. **Building, sharing, and merging ontologies**. 2001. Disponível em: <<http://users.bestweb.net/~sowa/ontology/ontoshar.htm>>. Acesso em: 20 ago. 2012.

STANFORD. Protégé. Versão 4.1.0. Stanford University. 2012

TECHSMITH. MORAE Observer. Versão 3.3.2. Techsmith Corporation. 2012a.

TECHSMITH. MORAE Manager. Versão 3.3.2. Techsmith Corporation. 2012b.

TECHSMITH. MORAE Recorder. Versão 3.3.2. Techsmith Corporation. 2012c.

USCHOLD, M.; GRUNINGER, M. Ontologies: principles, methods and applications. **The Knowledge Engineering Review**, Cambridge, v. 11, n. 2, p. 93-136, 1996.

USCHOLD, M.; KING, M. Towards a methodology for building ontologies. In: WORKSHOP ON BASIC ONTOLOGICAL ISSUES IN KNOWLEDGE SHARING, 1995, Edinburgh. **Proceedings...** Edinburgh, 1995.

VM2 - **Agência digital**. 2012. Disponível em: <<http://www.vm2.com.br/testes-de-usabilidade>>. Acesso em: outubro 2012.

W3C - WORLD WIDE WEB CONSORTIUM. **RDF Vocabulary Description Language 1.0**: RDF Schema. 2004. Disponível em: <<http://www.w3.org/TR/rdf-schema/>>. Acesso em: 10 jun. 2012.

_____. **OWL Web Ontology Language Overview**. 2004. Disponível em: <<http://www.w3.org/TR/owl-features/>>. Acesso em: 1 ago. 2012.

_____. **RDF Vocabulary Description Language 1.0**: RDF Schema. 2004a. Disponível em: <<http://www.w3.org/TR/rdf-schema/>>. Acesso em: 10 jun. 2012.

WACHE, H.; VÖGELE, T.; VISSER, U.; STUCKENSCHMIDT, H.; SCHUSTER, G.; NEUMANN, H.; HÜBNER, S. Ontology-based integration of information: a survey of existing approaches. In: WORKSHOP ONTOLOGIES AND INFORMATION SHARING, 2001, Seattle. **Proceedings...** Seattle, 2001. p. 108-117.

APÊNDICE A - Diagramas de classe para a construção da Ontologia (v1.1) (CD-R anexo)

Devido à dimensão do conteúdo deste Apêndice, encontra-se em formato digital, em CD-R anexo a esta dissertação, em pasta denominada “Arquivos - Apêndice A”. Essa pasta contém:

- uma pasta com 17 arquivos contendo os diagramas de classes estão em formato XPS. Podem ser abertos com o visualizador do MS-Windows;
- um arquivo (“Diagrama de Classes – Documentação.doc”) com a documentação dos diagramas de classes no formato DOC. Pode ser aberto com o MS-Word 2003 ou superior, ou com qualquer outro Processador de texto que entenda esse formato;
- um arquivo (“Ontologia MPSBr.eap”) com o projeto do diagrama de classe no formato EAP. Pode ser aberto com o Enterprise Architect 8.0, cujo instalador da versão *free* por 30 dias acompanha o CD-R;
- um arquivo (“Instalação e configuração do Protégé 4.1”) com instruções de instalação e configuração do editor para utilização da ontologia apresentadas neste trabalho.

APÊNDICE B - Mapas mentais resultantes da análise dos níveis G e F do MR-MPS-SW (CD-R anexo)

Devido à dimensão do conteúdo deste Apêndice, encontra-se em formato digital, em CD-R anexo a esta dissertação, em pasta denominada “Arquivos - Apêndice B”.

Essa pasta contém dois arquivos que contemplam os mapas mentais elaborados para os níveis G e F do modelo MPS-SW, em formato “.mm”. Podem ser abertos através do software gratuito FreeMind ou qualquer software similar que aceite a extensão “.mm”.

APÊNDICE C – Tabela de referência cruzada entre os guias dos níveis G e F do MR-MPS-SW e a ontologia proposta (CD-R anexo)

Devido à dimensão do conteúdo deste Apêndice, encontra-se em formato digital, em CD-R anexo a esta dissertação, em pasta denominada “Arquivos - Apêndice C”.

Essa pasta contém um arquivo que contempla o cruzamento as informações contidas na ontologia com:

- as informações dos guias dos níveis G e F;
- diagrama de classes;
- conceitos do PMBOK;
- indicadores do BSC;

Esse arquivo está em formato “xlsx”, podendo ser aberto através do software Microsoft Excel 2010 ou superior, bem como de outro software similar que aceite esse formato.

APÊNDICE D – Guia de atividades para testes de usabilidade com usuários

Este Apêndice apresenta o guia de atividades que foi elaborado para auxiliar o avaliador no teste de usabilidade, na condução dos usuários no decorrer do teste de avaliação da ontologia apresentada no *capítulo 4*.

Foi criado um roteiro de cenários e tarefas a serem cumpridas pelos participantes do teste, e, à medida que interagem com a interface, o avaliador anotava as observações ao longo do uso e as métricas pré-estabelecidas para posterior análise.

Como informado na *seção 5.2.2*, este Apêndice contempla os seguintes documentos, respectivamente apresentados nas *seções E.1 a E.6*:

1. Plano de testes (*seção E.1*): orienta a execução dos testes, com informações que vão desde os objetivos dos testes até à preparação do ambiente para receber os participantes dos testes;
2. Roteiro do avaliador (*seção E.2*): contém informações importantes para guiar a equipe que irá executar os testes;
3. Roteiro de orientação do participante (*seção E.3*): contempla informações importantes que devem ser apresentadas a cada participante antes da execução dos testes, informando os objetivos do teste e como será sua execução;
4. Coleta de Dados (*seção E.4*): documento utilizado pelo avaliador para realizar anotações referentes à execução do teste e também sobre as atitudes do participante durante o teste;
5. Questionário de Avaliação (*seção E.5*): composto por perguntas para cada participante no final do teste, permitindo avaliar sua percepção em relação às dificuldades encontradas, suas expectativas e sugestões de melhorias;
6. Termo de consentimento de uso de imagem (*seção E.6*): documento que deve ser assinado pelo participante para permitir o uso de sua imagem para comprovar a realização do teste e a obtenção dos resultados do teste.

E1. Plano de Teste

1. PROPÓSITO

O propósito do teste de usabilidade da ontologia é validar a transposição do conhecimento apresentado nas guias dos níveis G e F do Modelo de Referência MR-MPS contido no Programa de Melhoria do Processo de Software Brasileiro - MPS.BR.

O teste será realizado na versão alpha da ontologia e proporcionará uma análise de comportamento do usuário mediante a exposição a ontologia, avaliando a facilidade de interação, o desempenho conforme as tarefas são executadas e o quanto os resultados obtidos são satisfatórios profissionalmente.

O teste consiste basicamente em permitir que o potencial usuário possa navegar pela ontologia, executando suas principais funcionalidades, desde a realização da classificação da base de conhecimento até a obtenção de informações detalhadas referentes aos processos do MR-MPS-SW.

2. DECLARAÇÃO DOS PROBLEMAS

- Os termos utilizados para representar as informações da ontologia são intuitivos?
- O desempenho alcançado pelos usuários é o ideal?
- As informações apresentadas atendem às necessidades diárias dos usuários?

3. PERFIL DOS USUÁRIOS

Serão utilizados dez participantes. Os participantes foram classificados seguindo as informações apresentadas na **Tabela 25**:

- quatro participantes iniciantes no estudo do MR-MPS;
- três participantes que trabalham em empresas que utilizam as práticas do MR-MPS;
- dois participantes que se classificam como implementadores e/ou avaliadores do MR-MPS.

Tabela 25 - Perfil básico dos participantes.

Participantes	
Classificação	Conhecimentos
Iniciante	Conhecimento em Engenharia de Software.
Empresa	Conhecer engenharia de software. Conhecer a política da empresa.
Implementador e/ou Avaliador	Formação acadêmica sólida (especialização, mestrado ou doutorado). Conhecimento comprovado de Engenharia de Software com foco em processos de software. Aprovação na Prova de Implementadores (P2-MPS.BR). Participação no Curso para Avaliadores (C3-MPS.BR). Aprovação na Prova para Avaliadores (P3-MPS.BR). Experiência comprovada de seis anos na área de Engenharia de Software, no mínimo. Experiência comprovada de três anos em gerência de projetos de software, no mínimo, ou experiência comprovada de implementação de processos de software onde a unidade organizacional obteve oficialmente nível de maturidade do MR-MPS.

4. METODOLOGIA

O teste a ser realizado é composto das seguintes partes:

- Cada participante será cumprimentado pelo avaliador, será orientado a se sentar e tentar se sentir confortável e relaxado. O participante será orientado a preencher um pequeno questionário para identificação de seu perfil (Questionário para identificação do perfil do participante).
- O participante receberá um script introdutório de orientação do teste (Script de orientação), explicando o propósito e objetivos do teste e reforçando o que é esperado dos participantes. Deve ser reforçado que o produto é o centro da avaliação e não o participante e que as tarefas deverão ser realizadas de forma bastante confortáveis. Deve ser informado ao participante que ele será observado e que estará sendo filmado.
- Depois de passadas as orientações, será permitido que o participante utilize o produto livremente por cinco minutos. Logo depois, será requisitado ao participante retornar a área de trabalho do Windows e lhe será entregue a lista de tarefas (Lista de tarefas). O avaliador irá requisitar que o participante verbalize suas dúvidas, pois isto permitirá ao avaliador anotar a ocorrência e a razão de problemas. Durante o teste, os acontecimentos observados pelo avaliador serão registrados em formulário próprio (Coleta de dados do avaliador).
- Depois de completadas todas as tarefas, será preenchido um questionário de avaliação do produto, cuja finalidade é coletar informações preferenciais do participante (Questionário de avaliação do produto pelo participante).
- Depois o participante será questionado pelo avaliador em uma sessão de questionamentos ao participante. Serão discutidas percepções subjetivas de usabilidade do participante acerca do produto, realizando comentários globais sobre a sua performance e problemas encontrados. O participante poderá comentar sobre o teste abertamente, permitindo uma coleta de informações complementares (Tópicos para questionamento).
- Depois da sessão de questionamentos ao participante, será agradecida a sua colaboração.

5. LISTA DE TAREFAS

Segue uma lista de tarefas preliminares para o teste de usabilidade de produto (**Tabela 26**). As tarefas seguem uma sequência lógica que deve ser seguida para que o participante consiga realizá-las. A não realização de uma das tarefas poderá implicar na realização das demais.

6. AMBIENTE DE TESTE E EQUIPAMENTOS

Uma câmera estará instalada para o registro dos eventos, sendo que está estará posicionada à frente do participante, que geraram duas imagens: uma proveniente da câmera instalada e uma do monitor do computador.

O ambiente de testes simulará um escritório, no qual haverá uma mesa de computador, cadeira, computador, lápis, caneta, etc. O computador estará instalado com o Windows 7, Office 2010, Protégé 4.0 e o arquivo com a ontologia.

O software utilizado para gravação e geração dos logs de ocorrências durante a execução do teste será o Morae. A versão do software Morae Recorder está instalada no micro que será utilizado pelo participante para execução do teste. A versão do software Morae Observer estará instalada em outro micro próximo que o avaliador utilizará para executar marcações nos logs durante a execução do teste.

7. PAPEL DO AVALIADOR

O avaliador se sentará ao lado do participante durante a realização do teste e registrará o tempo gasto nas tarefas, erros e observações através do formulário “Coleta de dados pelo avaliador”.

O avaliador não poderá ajudar o participante na realização das tarefas. Ele somente poderá orientar se surgir algumas informações acerca do procedimento de teste.

Tabela 26 - Lista de tarefas com o respectivo grau de dificuldade.

Tarefas	Descrição	Dificuldade
1	Iniciar o Protégé e carregar a Ontologia.	Baixa
2	Aplicar o recurso de classificação da Ontologia.	Baixa
3	Quais as informações que devem ser apresentadas no Termo de Abertura.	Média
4	Quais as informações que devem compor o cronograma de projeto e como estas informações devem ser tratadas.	Média
5	Quais as informações que devem compor um plano de projeto e como devem ser organizadas.	Média
6	Utilizando o ambiente OWLViz visualizar como as classes que compõem o Plano de Projeto se relacionam.	Média
7	Como deve ocorrer o registro das capacidades dos funcionários e quais informações devem ser guardadas.	Alta
8	Quais as informações que devem ser tratadas nas revisões de acompanhamento.	Alta
9	Quais as atividades que devem ser geradas na revisão de marco.	Alta
10	Como as estimativas de projeto devem ser criadas e quais métodos podem ser utilizados em cada um dos níveis.	Alta
11	Quais as informações que devem compor o Documento de Requisitos e como estas informações devem ser detalhadas.	Alta
12	Como as informações para auditorias de qualidade devem ser detalhadas e quais são essas informações.	Alta
13	Quais as informações que devem compor o Plano de Teste de um projeto.	Alta
14	Encerrar a execução do sistema Protégé.	Baixa

8. MEDIDAS DE AVALIAÇÃO

As seguintes medidas de avaliação serão coletadas e calculadas:

1. Tempo gasto para completar cada tarefa por participante;
2. Número de erros cometidos na realização de cada tarefa pelo participante;
3. Dados qualitativos sobre a utilização do protótipo da ontologia;
4. Dados subjetivos sobre a satisfação do participante;
5. Dados subjetivos sobre a qualidade da informação resultante da execução da tarefa;
6. Tempo médio gasto na execução de cada tarefa;
7. Desvio padrão do tempo gasto para a execução de cada tarefa;

8. Média de erros por tarefas;
9. Desvio padrão da quantidade de erros por tarefa.
10. Quantidade de pedidos de ajuda solicitados pelo participante.

9. CONTEÚDO DO RELATÓRIO E APRESENTAÇÃO

O relatório final de apresentação conterá os seguintes documentos: (a) resultados da análise; (b) discussões e recomendações.

Os resultados finais serão compostos de itens e recomendações que serão apresentados aproximadamente uma semana após os testes. Incluirá revisões preliminares a fim de completar a análise proposta.

E2. Roteiro do Avaliador

1. OBJETIVO

O objetivo deste documento é servir como guia para o avaliador da sessão de testes da versão Alpha da ontologia. Durante o teste, serão verificadas as *performances* alcançadas pelos participantes e o entendimento das informações apresentadas. Será anotado o tempo gasto para a realização das tarefas, erros e dificuldades envolvendo a utilização do protótipo em tarefas rotineiras, com a finalidade de informar à equipe de desenvolvimento as alterações que possam se fazer necessárias antes da liberação do produto.

Este roteiro visa coletar os seguintes dados:

1. Tempo gasto para completar cada tarefa por participante;
2. Número de erros cometidos na realização de cada tarefa pelo participante;
3. Dados qualitativos sobre a utilização do protótipo da ontologia;
4. Dados subjetivos sobre a satisfação do participante;
5. Dados subjetivos sobre a qualidade da informação resultante da execução da tarefa;
6. Tempo médio gasto na execução de cada tarefa;
7. Desvio padrão do tempo gasto para a execução de cada tarefa;
8. Média de erros por tarefas;
9. Desvio padrão da quantidade de erros por tarefa.
10. Quantidade de pedidos de ajuda solicitados pelo participante.

2. AMBIENTE DE TESTE E EQUIPAMENTOS

Uma câmera estará instalada para o registro dos eventos, sendo que está estará posicionada à frente do participante, que geraram duas imagens: uma proveniente da câmera instalada e uma do monitor do computador.

O ambiente de testes simulará um escritório, no qual haverá uma mesa de computador, cadeira, computador, lápis, caneta, etc. O computador estará instalado com o Windows 7, Office 2010, Protégé 4.0 e o arquivo com a ontologia.

O software utilizado para gravação e geração dos logs de ocorrências durante a execução do teste será o Morae. A versão do software Morae Recorder está instalada no micro que será utilizado pelo participante para execução do teste. A versão do software Morae Observer estará instalada em outro micro próximo que o avaliador utilizará para executar marcações nos logs durante a execução do teste.

3. PAPEL DO AVALIADOR

O avaliador se sentará ao lado do participante durante a realização do teste e registrará o tempo gasto nas tarefas, erros e observações através do formulário “Coleta de dados pelo avaliador”.

O avaliador não poderá ajudar o participante na realização das tarefas. Ele somente poderá orientar se surgir alguma questão acerca do procedimento de teste.

4. PERFIL DO PARTICIPANTE

Serão utilizados dez participantes. Os participantes foram classificados seguindo as informações apresentadas na **Tabela 27**:

- **quatro** participantes iniciantes no estudo do MR-MPS;
- **três** participantes que trabalham em empresas que utilizam as práticas do MR-MPS;
- **dois** participantes que se classificam como implementadores e/ou avaliadores do MR-MPS.

Tabela 27 - Perfil básico dos participantes.

Participantes	
Classificação	Conhecimentos
Iniciante	Conhecimento em Engenharia de Software.
Empresa	Conhecer engenharia de software.
	Conhecer a política da empresa.
Implementador e/ou Avaliador	Formação acadêmica sólida (especialização, mestrado ou doutorado concluído).
	Conhecimento comprovado de Engenharia de Software com foco em processos de software.
	Aprovação na Prova de Implementadores (P2-MPS.BR).
	Participação no Curso para Avaliadores (C3-MPS.BR).
	Aprovação na Prova para Avaliadores (P3-MPS.BR).
	Experiência comprovada de seis anos na área de Engenharia de Software, no mínimo.
Experiência comprovada de três anos em gerência de projetos de software, no mínimo, ou experiência comprovada de implementação de processos de software onde a unidade organizacional obteve oficialmente nível de maturidade do MR-MPS.	

5. Funcionalidades da ontologia

A ontologia do MR.MPS disponibiliza:

- Melhor organização das informações apresentadas nas guias do modelo (níveis G e F);
- Dados relacionados a informações práticas para implementação e manutenção do modelo;
- Informações de como criar os documentos que são utilizados como produtos de trabalhos;
- Dados contendo as informações que deverão estar contidas em cada documento de trabalho;
- Informações de como os produtos de trabalhos se relacionam;
- Tarefas que deverão ser executadas para atender a cada um dos resultados esperados;
- Tarefas que deverão ser executadas por cada um dos envolvidos no projeto;
- Informações de como o projeto deve ser criado, mantido e concluído;

6. Protocolos e procedimentos

- O avaliador recebe o participante, cumprimenta-o e, em seguida, convida-o a se sentar e se sentir confortável e relaxado.
- O avaliador entrega ao participante o “Questionário para identificação do perfil do participante”.
- Após coletar o questionário, o participante recebe o “Script de orientação do teste”. O avaliador lê o script junto com o participante reforçando que o centro da avaliação é o produto e não o participante em si. O participante deve ser informado que ele será filmado e que a sua integridade será totalmente resguardada, sendo utilizadas suas imagens somente para fins de análise do teste. O avaliador deve reforçar outras informações constantes do script e esclarecer dúvidas do participante sobre a sessão de teste.
- Após serem passadas as orientações, o avaliador informará ao participante que ele pode utilizar o produto livremente durante 5 minutos.
- Passado esse tempo, o avaliador irá orientar o participante a retornar para a Área de trabalho do Windows e lhe será entregue a lista de tarefas para execução. Os acontecimentos observados pelo avaliador deverão ser registrados no formulário de “Coleta de dados pelo avaliador”.
- Depois de completadas todas as tarefas, o avaliador irá entregar ao participante o “Questionário de avaliação do sistema pelo participante” para ser completado.
- Depois que participante acabou de completar o questionário, terá início uma sessão de questionamentos ao participante sendo usado como guia o formulário de “Tópicos para questionamento”. Outros tópicos, além dos descritos neste formulário, deverão ser acrescentados de acordo com os acontecimentos ocorridos durante o teste.
- O avaliador agradece ao participante.

7. Formulários utilizados

- Questionário de perfil;
- Script de orientação;
- Lista de tarefas;
- Coleta de dados;
- Questionário de avaliação;
- Tópicos para questionamento.

E3. 3. Roteiro de orientação do participante

Olá, meu nome é Alessandro Viola, sou mestrando no curso de pós-graduação em Ciência da Computação pela Universidade Estadual de São Paulo “Júlio de Mesquita Filho” e iremos trabalhar juntos nessa seção de testes.

Estaremos efetivando os testes na versão Alpha de uma ontologia usada como um instrumento facilitador de consulta as informações contida nas Guias G e F do Modelo de Referência MR-MPS.

O teste ocorrerá na sala em que estamos. Esta sala irá simular seu local de trabalho, onde você permanecerá sentado. Você usará um Notebook Acer dual core de 1.8 GHz, 4 Gb de memória com o Windows 7 instalado, office 2010, software Protégé, lápis, borracha, caneta e papel. Utilize os softwares de forma normal e tranquila, como se estivesse usando seu computador pessoal.

É muito importante que você diga em voz alta o que está pensando durante a execução das tarefas. Você poderá fazer perguntas, mas eu não poderei respondê-las. Isto irá ocorrer porque é necessário verificar como você irá trabalhar com o produto de forma independente.

Faça o melhor e não se preocupe com os resultados. É o produto que está sendo avaliado e não você. O produto ainda é uma versão Alpha e com certeza necessitará de modificações e você estará contribuindo para que sejam detectadas as modificações necessárias.

Eu me sentarei próximo a você para tomar algumas notas. Todas as operações que você executar no computador serão gravadas, assim como você durante a execução dos testes.

Você irá também responder a alguns questionários. É importante que sejam utilizadas informações verdadeiras e sinceras no preenchimento dos mesmos.

O objetivo é descobrir aspectos positivos e negativos na utilização desse produto de acordo com sua perspectiva, portanto necessito saber exatamente o que você pensa.

Sua integridade será totalmente preservada, pois a filmagem será utilizada apenas para posterior análise dos testes por pessoal autorizado.

Estima-se cerca de trinta minutos para a duração desta sessão de testes.

Você tem alguma pergunta? Se não, utilize o sistema livremente por cinco minutos e esteja à vontade para fazer perguntas.

Agradeço a sua colaboração.

E4. Coleta de dados pelo avaliador

O objetivo deste documento é ser utilizado pelo avaliador para a coleta manual de informações originadas da observação do participante durante o teste do protótipo da ontologia.

Data e hora de início do teste: ___/___/___, ___h ___min

Data e hora de fim do teste: ___/___/___, ___h ___min

Número do Participante: ___

Tarefa 01: Iniciar o Protégé e carregar a Ontologia.

Anotações:

Precisou de ajuda []; Desistiu []; Nº de tentativas []; Tempo [:]

Tarefa 02 – Aplicar o recurso de classificação da Ontologia.

Anotações:

Precisou de ajuda []; Desistiu []; Nº de tentativas []; Tempo [:]

Tarefa 03 – Quais as informações que devem ser apresentadas no termo de abertura.

Anotações:

Precisou de ajuda []; Desistiu []; Nº de tentativas []; Tempo [:]

Tarefa 04 – Quais as informações que devem compor o cronograma de projeto e como estas informações devem ser tratadas.

Anotações:

Precisou de ajuda []; Desistiu []; Nº de tentativas []; Tempo [:]

Tarefa 05 – Quais as informações que devem compor um plano de projeto e como devem ser organizadas.

Anotações:

Precisou de ajuda []; Desistiu []; Nº de tentativas []; Tempo [:]

Tarefa 06 – Utilizando o OWLViz visualizar como as classes que compõem o plano de projeto se relacionam.

Anotações:

Precisou de ajuda []; Desistiu []; Nº de tentativas []; Tempo [:]

Tarefa 07 – Como deve ocorrer o registro das capacidades dos funcionários e quais informações devem ser guardadas.

Anotações:

Precisou de ajuda []; Desistiu []; Nº de tentativas []; Tempo [:]

Tarefa 08 – Quais as informações que devem ser tratadas nas revisões de acompanhamento.

Anotações:

Precisou de ajuda []; Desistiu []; Nº de tentativas []; Tempo [:]

Tarefa 09 – Quais as atividades que devem ser geradas na revisão de marco.

Anotações:

Precisou de ajuda []; Desistiu []; Nº de tentativas []; Tempo [:]

Tarefa 10 – Como as estimativas de projeto devem ser criadas e quais métodos podem ser utilizados em cada um dos níveis.

Anotações:

Precisou de ajuda []; Desistiu []; Nº de tentativas []; Tempo [:]

Tarefa 11 – Quais as informações que devem compor o Documento de Requisitos e como estas informações devem ser detalhadas.

Anotações:

Precisou de ajuda []; Desistiu []; Nº de tentativas []; Tempo [:]

Tarefa 12 – Como as informações para auditorias de qualidade devem ser detalhadas e quais são estas informações.

Anotações:

Precisou de ajuda []; Desistiu []; Nº de tentativas []; Tempo [:]

Tarefa 13 – Quais as informações que devem compor o Plano de Teste de um projeto.

Anotações:

Precisou de ajuda []; Desistiu []; Nº de tentativas []; Tempo [:]

Tarefa 14 – Encerrar a execução do sistema Protégé.

Anotações:

Precisou de ajuda []; Desistiu []; Nº de tentativas []; Tempo [:]

E5. Questionário de Avaliação

O objetivo deste questionário é colher informações sobre a opinião do participante do teste de usabilidade que foi realizado utilizando a versão Alpha da Ontologia para representação do conhecimento do Modelo de Referência MR-MPS nos níveis G e F.

As informações fornecidas serão vitais para o aprimoramento das informações da Ontologia.

Nas questões de múltipla escolha, favor circular a letra correspondente ao grau de concordância. A não ser que esteja indicado, deverá ser marcada somente uma resposta por questão.

Por favor, leia com atenção as questões a seguir e, em caso de dúvida, solicite esclarecimento com o avaliador.

Favor marcar a letra correspondente ao grau que você mais concorda

Texto sugerido: Numa escala de 1 a 5, qual você acha mais adequada a cada questão? Considere:

- 1 – difícil
- 2 – moderadamente difícil
- 3 – normal
- 4 – moderadamente fácil
- 5 – fácil

1. De modo geral, como você classificaria a realização dos testes?

- 1– difícil
- 2
- 3
- 4
- 5 – fácil

2. Analise a Organização das Informações na ontologia apresentada.

- 1– difícil
- 2
- 3
- 4
- 5 – fácil

3. Analise a Nomenclatura utilizada na ontologia.

- 1– difícil
- 2
- 3
- 4
- 5 – fácil

4. Analise a compreensão das informações apresentadas.

- 1– difícil
- 2
- 3
- 4
- 5 – fácil

5. Analise o grau de dificuldade em localizar as informações para resolver as tarefas.

- 1– difícil
- 2
- 3
- 4
- 5 – fácil

6. Analisando o documento "Termo de Abertura do Projeto", com as informações apresentadas nas Guias do MR-MPS, defina o grau de dificuldade encontrado para definição das informações e criação do documento.

- 1– difícil
- 2
- 3
- 4
- 5 – fácil

7. Agora, analisando o documento "Termo de Abertura do Projeto", com as informações apresentadas na Ontologia, defina o grau de dificuldade encontrado para definição das informações e criação do documento.

- 1– difícil
- 2

- 3
- 4
- 5 – fácil

8. Um dos objetivos da criação da Ontologia é melhorar e facilitar o entendimento das informações apresentadas nas Guias do MR-MPS e como elas se relacionam. Segundo sua opinião o quanto você acha que a Ontologia atingiu deste objetivo?

- 1– difícil
- 2
- 3
- 4
- 5 – fácil

9. Marque alguns pontos positivos que você identificou ao usar a ontologia.

- Facilidade em localizar a informação desejada.
- Rapidez ao localizar as informações.
- Linguagem simples.
- Informações detalhadas.
- Possibilidade de visualizar o fluxo das informações no processo.
- Nenhuma das alternativas.
- Outros. Quais? _____

10. Marque alguns pontos negativos que identificou ao utilizar a ontologia.

- Dificuldade de navegação na árvore de classes definidas.
- Dificuldades em entender a ferramenta utilizada.
- Problemas com os termos utilizados.
- Nenhuma das alternativas.
- Outros. Quais? _____

11. O espaço abaixo é livre para que você possa fazer algumas observações que achou relevante na utilização da Ontologia durante a execução dos testes.

E6. Termo de consentimento de uso de imagem

Eu, _____,
 CPF _____, concordo em participar do Teste de Usabilidade "Ontologia MR-MPS, Níveis G e F", de responsabilidade do mestrando em Ciência da Computação pela UNESP, Alessandro Viola Pizzoleto, CPF: 159.338.628-19, sob orientação da Prof.^a Dr.^a Hilda Carvalho de

Oliveira, CPF: 115.394.878-81, do Departamento de Estatística, Matemática Aplicada e Computação, do Instituto de Geociências e Ciências Exatas – UNESP – Rio Claro. Autorizo o uso de minha imagem para fins de divulgação e publicidade do referente Teste. Este termo de consentimento está em conformidade com o Código Civil Brasileiro e Lei 9.610, de 19/02/1998 (Direitos Autorais), publicada em <http://www.planalto.gov.br/ccivil/leis/L9610.htm>.

_____, ____ de _____ de 2013

(Colocar nome do participante e assinar)

APÊNDICE E – Participantes dos testes de usabilidade

Neste Apêndice são apresentados exemplos de telas de observação de cada um dos nove participantes dos testes de usabilidade realizados com a v1.1 da Ontologia do MR-MPS-SW. Todos os gráficos foram gerados pelo software TechSmith Morae Manager (TECHSMITH, 2012b)

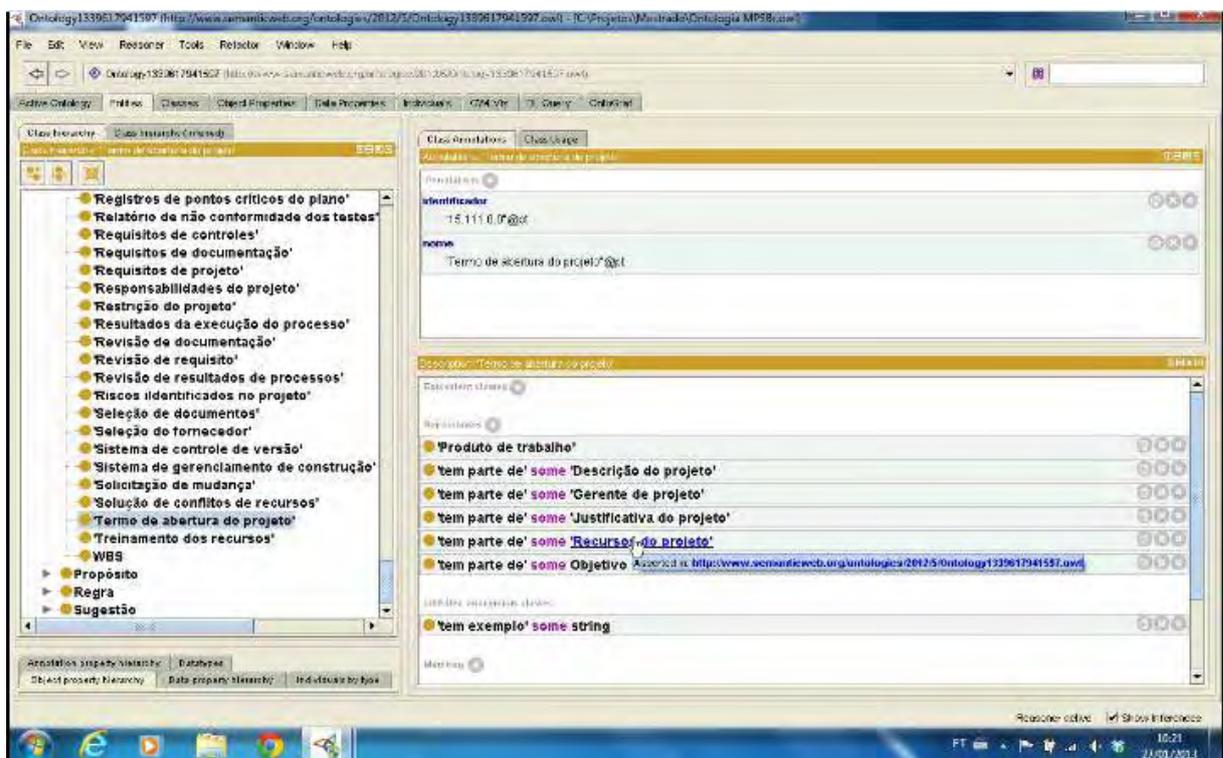


Figura 36 - Exemplo de tela de observação do Participante nº 1.

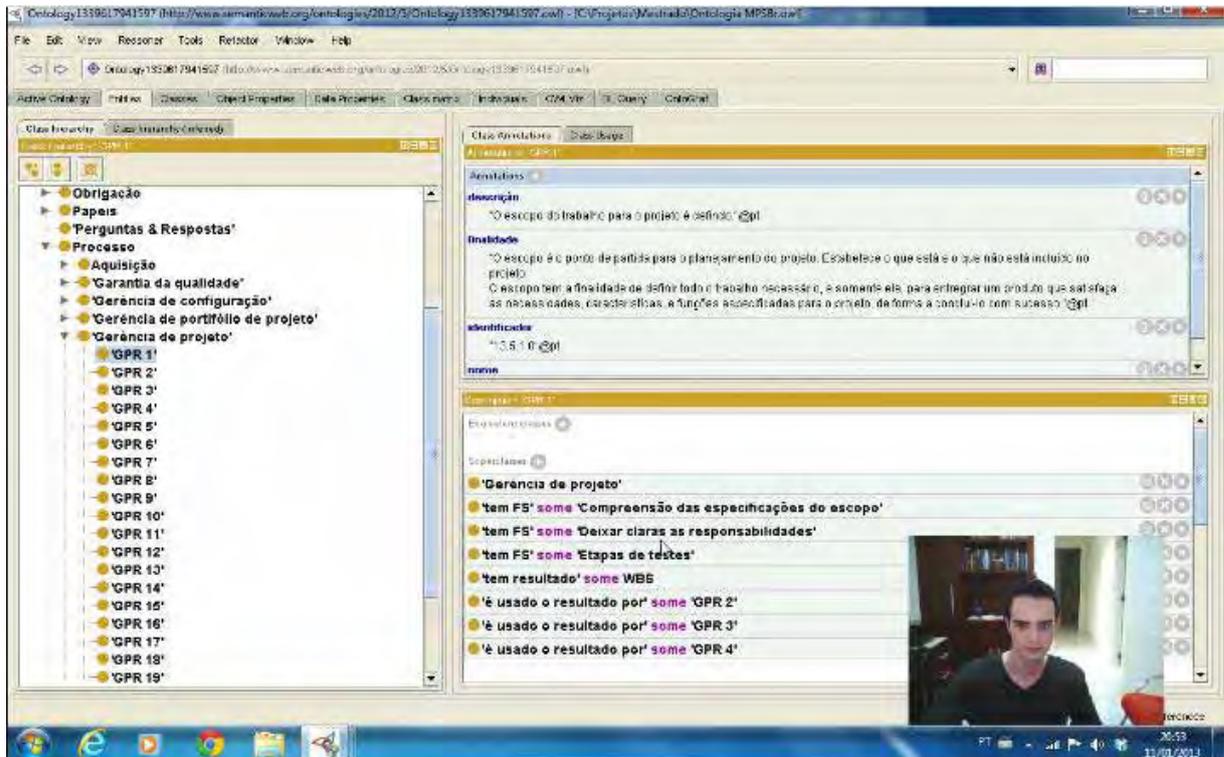


Figura 37 - Exemplo de tela de observação do Participante nº 2.

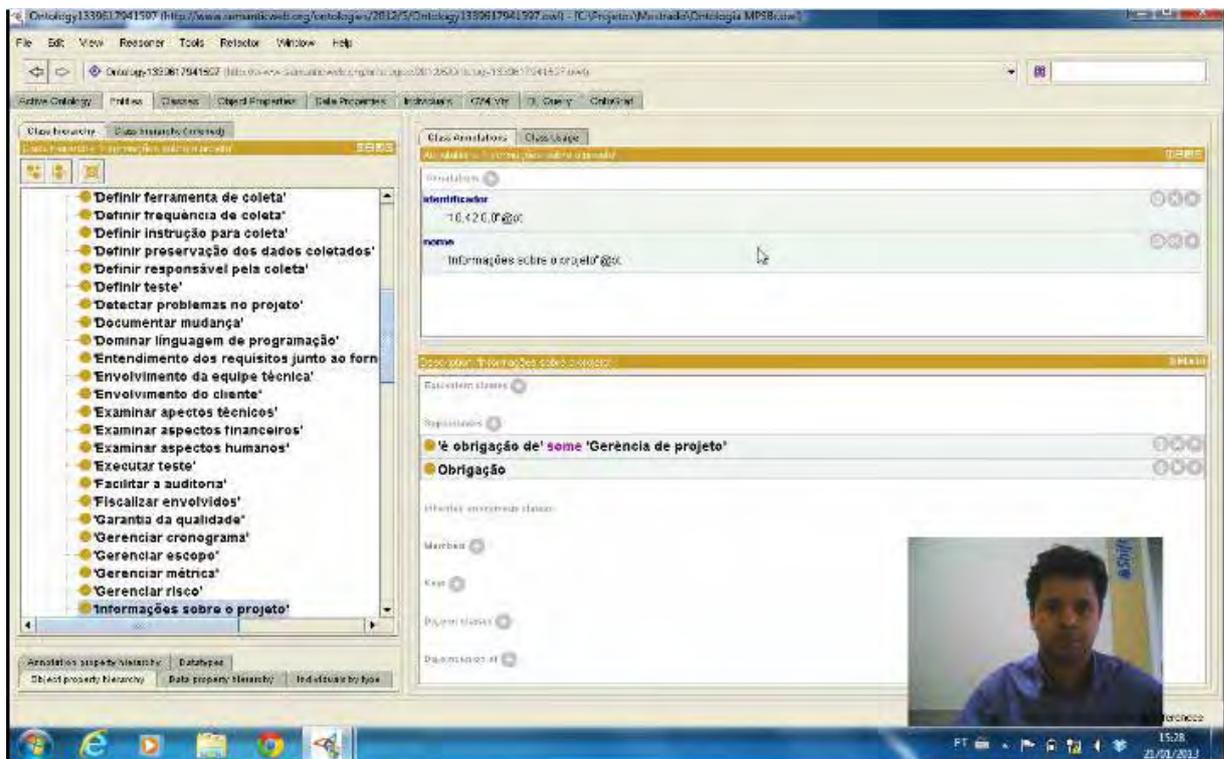


Figura 38 - Exemplo de tela de observação do Participante nº 3.

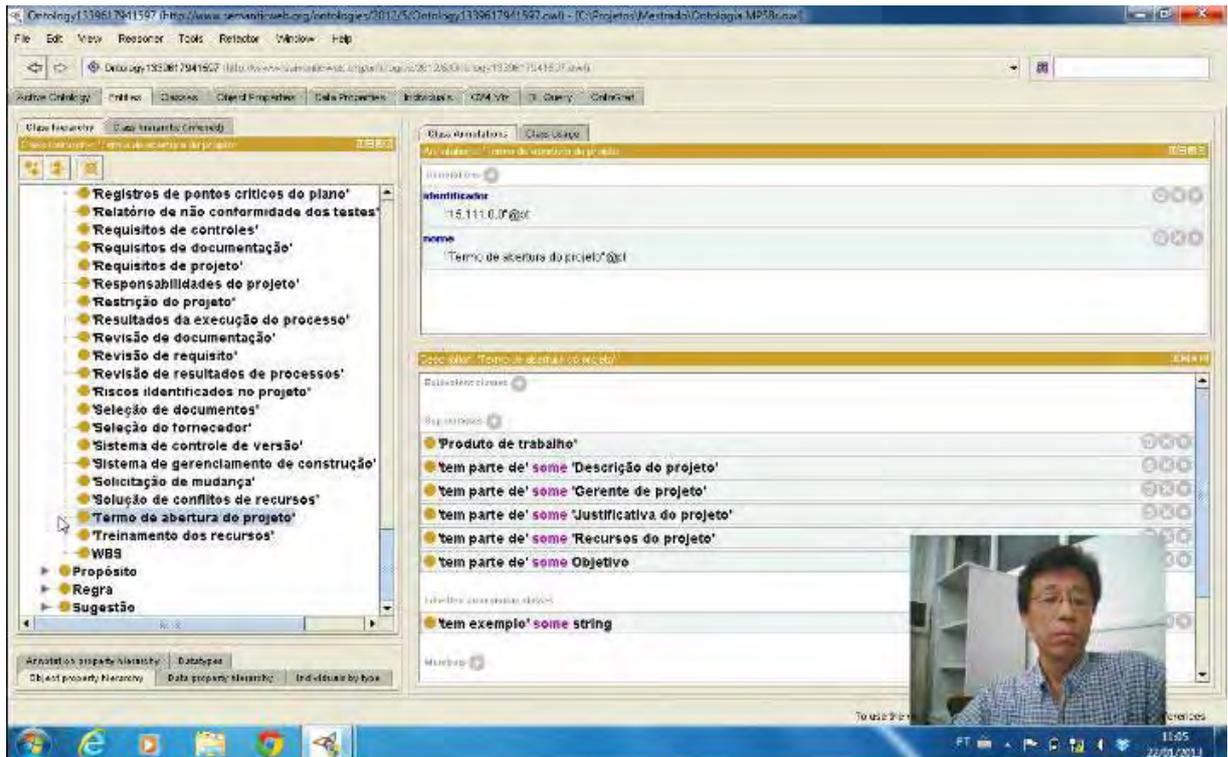


Figura 39 - Exemplo de tela de observação do Participante nº 4.

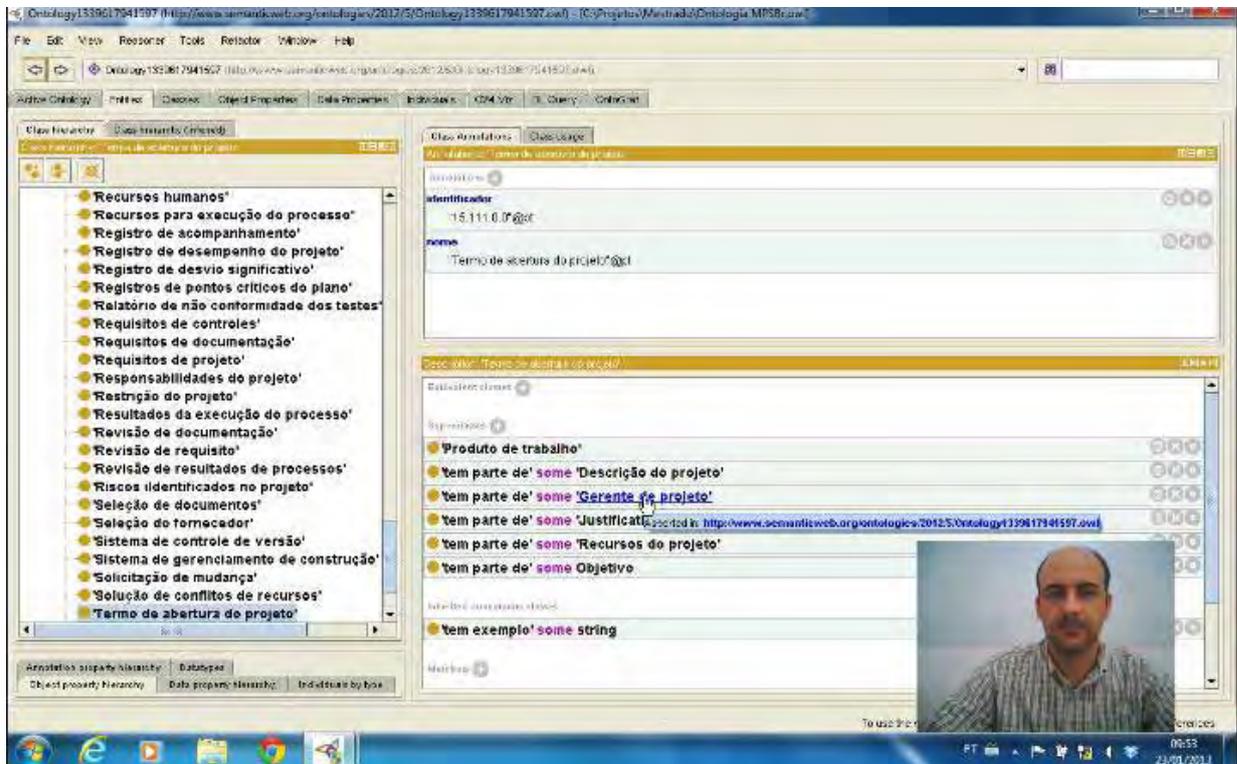


Figura 40 - Exemplo de tela de observação do Participante nº 5.

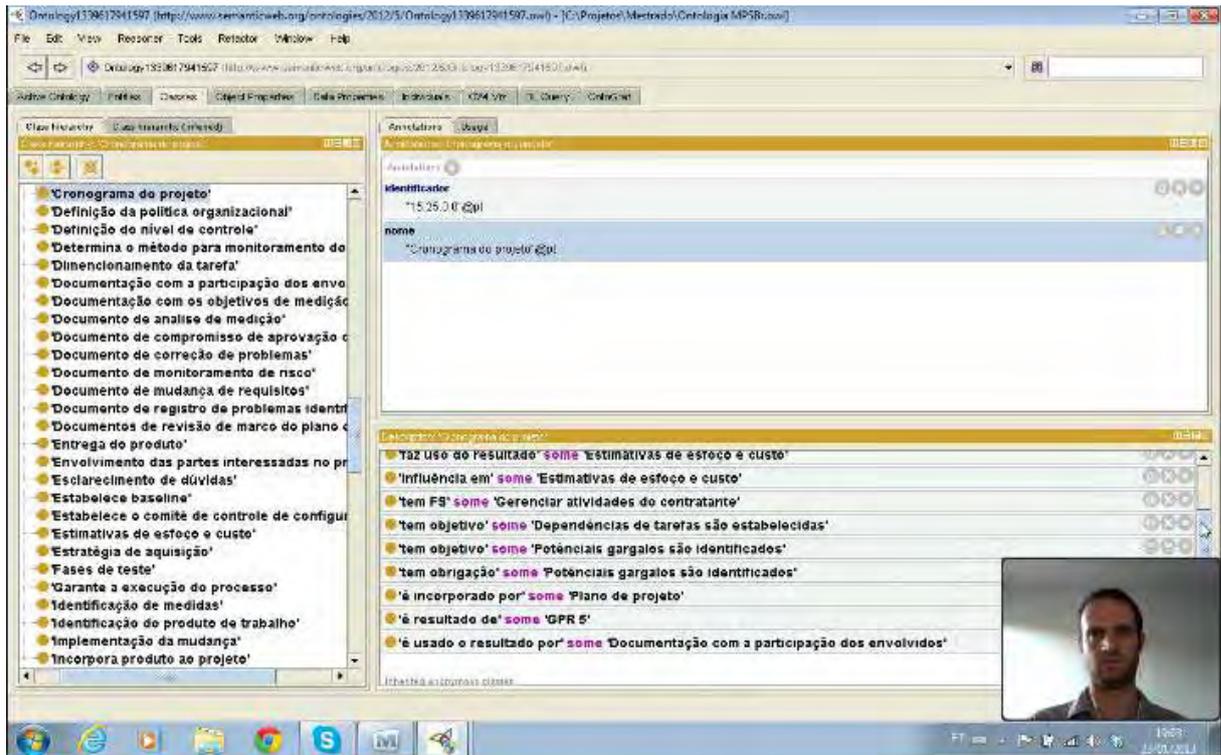


Figura 41 - Exemplo de tela de observação do Participante nº 6.

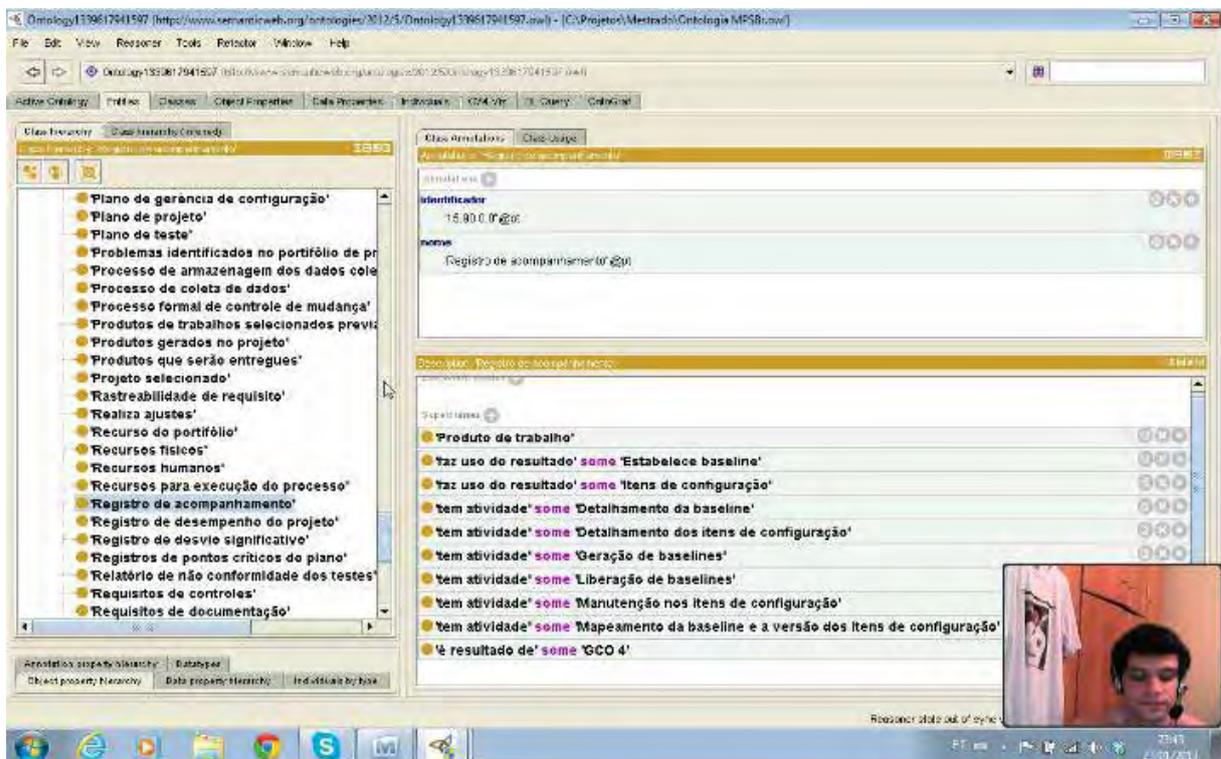


Figura 42 - Exemplo de tela de observação do Participante nº 7.

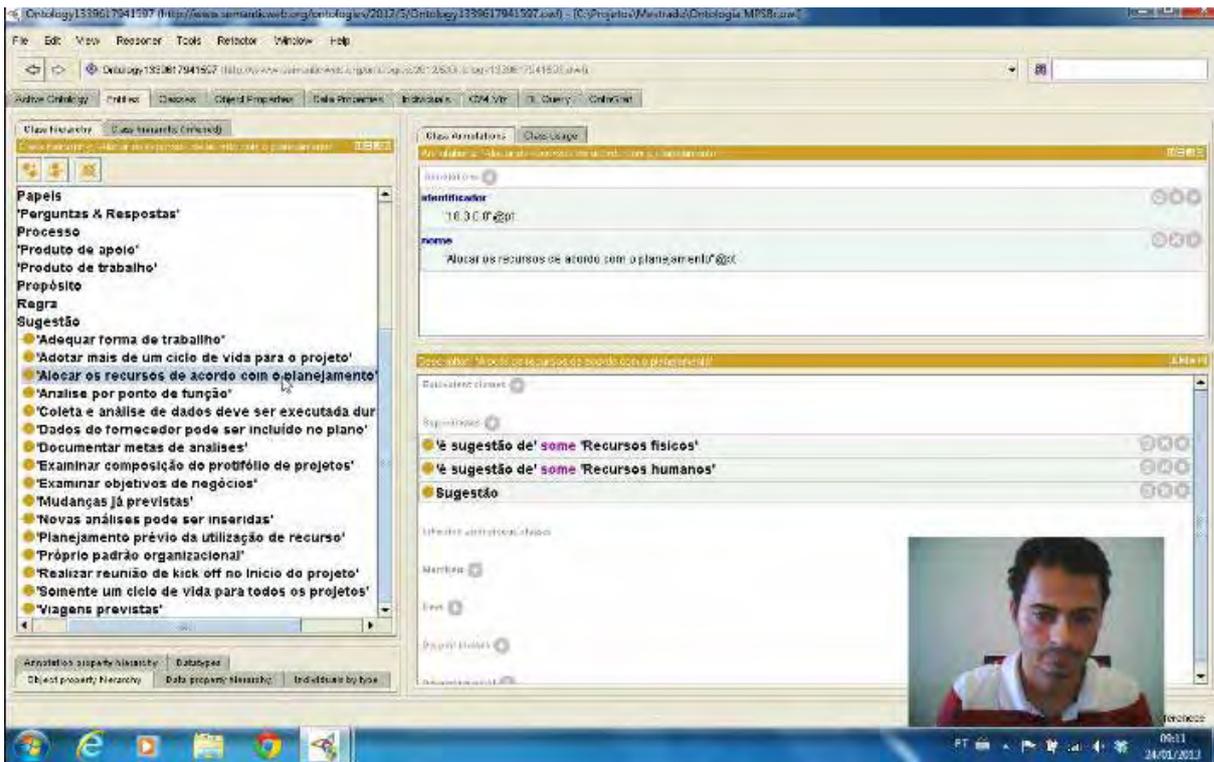


Figura 43 - Exemplo de tela de observação do Participante nº 8.

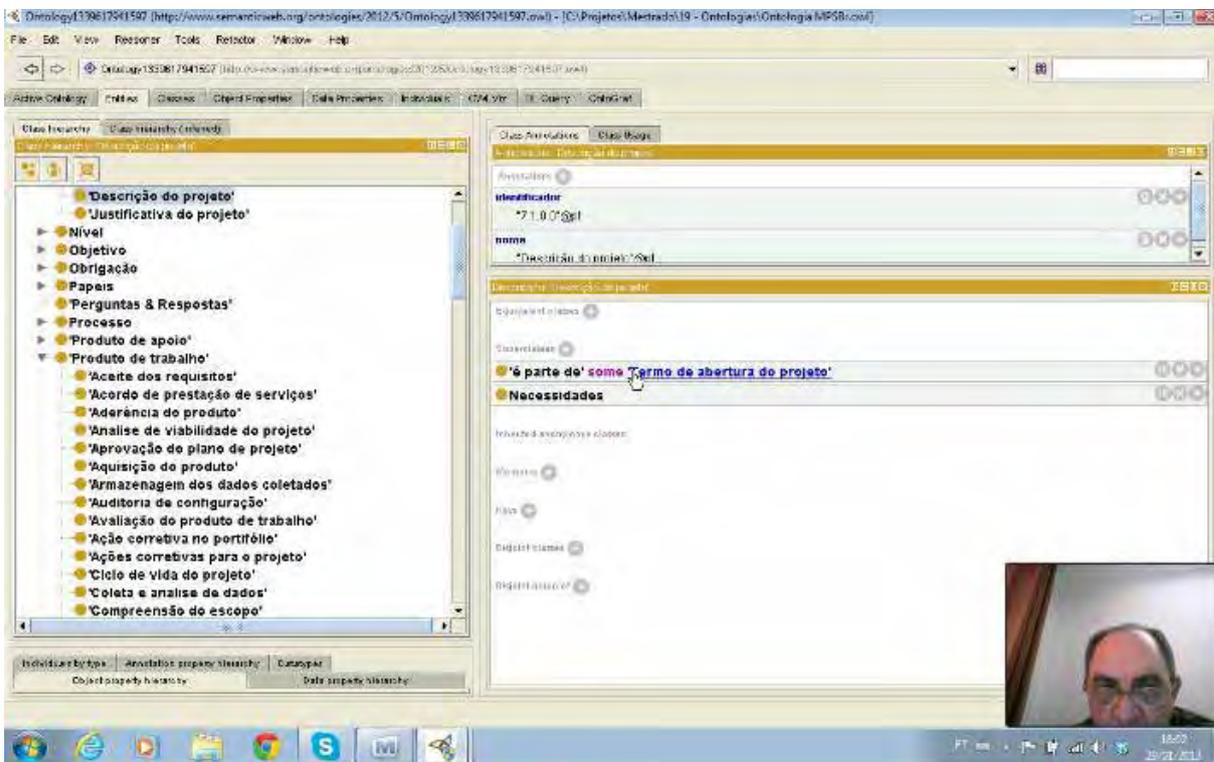


Figura 44 - Exemplo de tela de observação do Participante nº 9.

APÊNDICE F - Tempo de execução das tarefas dos testes de usabilidade da ontologia

Este Apêndice traz os gráficos referentes ao tempo que cada participante gastou para a execução de cada uma das tarefas do teste de usabilidade da ontologia v1.1 do MR-MPS-SW. Foi considerada a classe do perfil de cada participante, de acordo com a **Tabela 12**: (1) Iniciante; (2) Gerente de Projetos e/ou de Qualidade; (3) Implementador e/ou Avaliador. Todos os gráficos foram gerados pelo software TechSmith Morae Manager (TECHSMITH, 2012b).

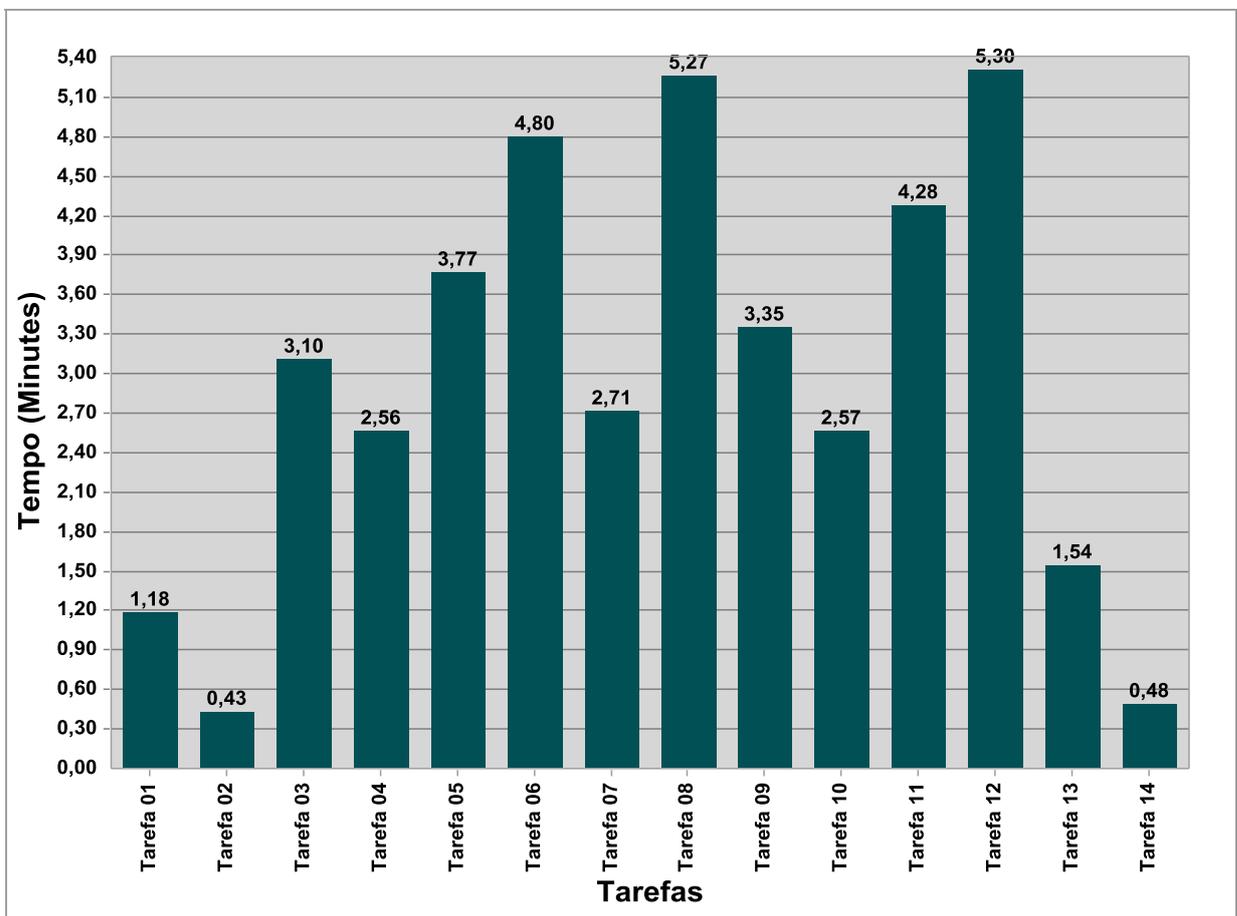


Gráfico 7 - Tempo de execução das tarefas do Participante nº 1 (Iniciante).

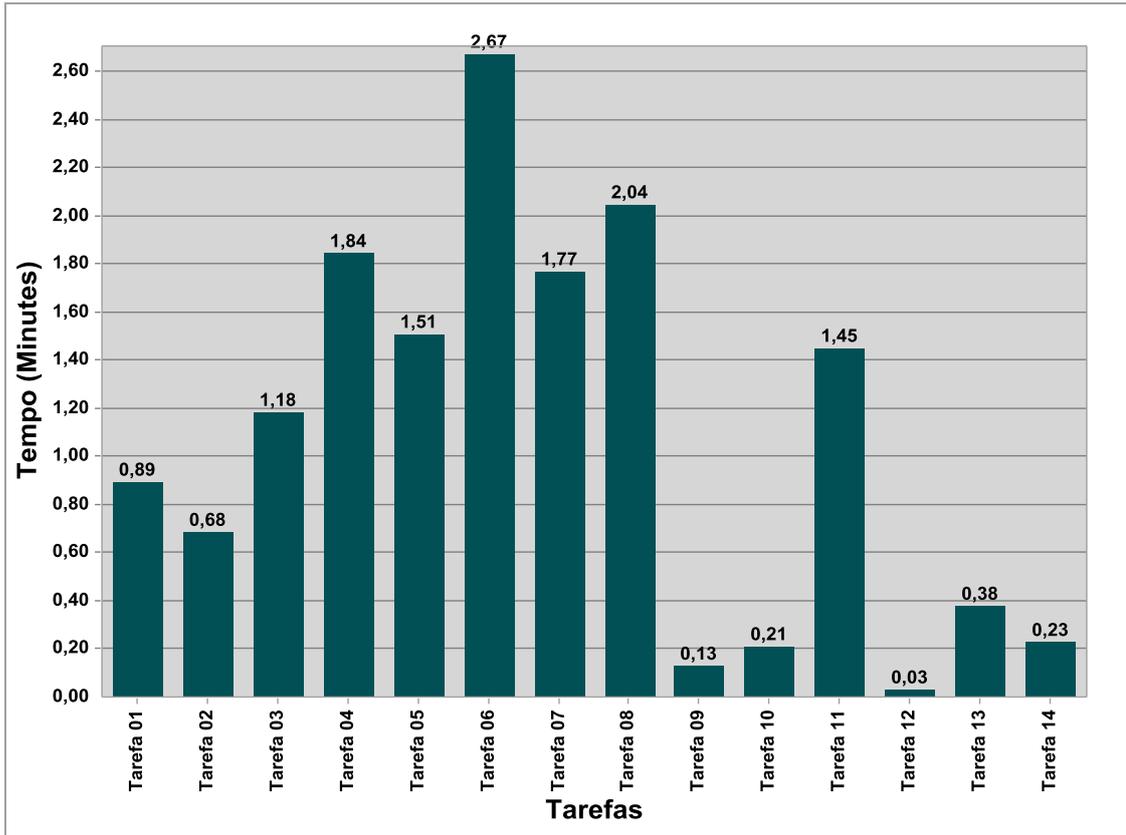


Gráfico 8 - Tempo de execução das tarefas do Participante nº 2 (Iniciante).

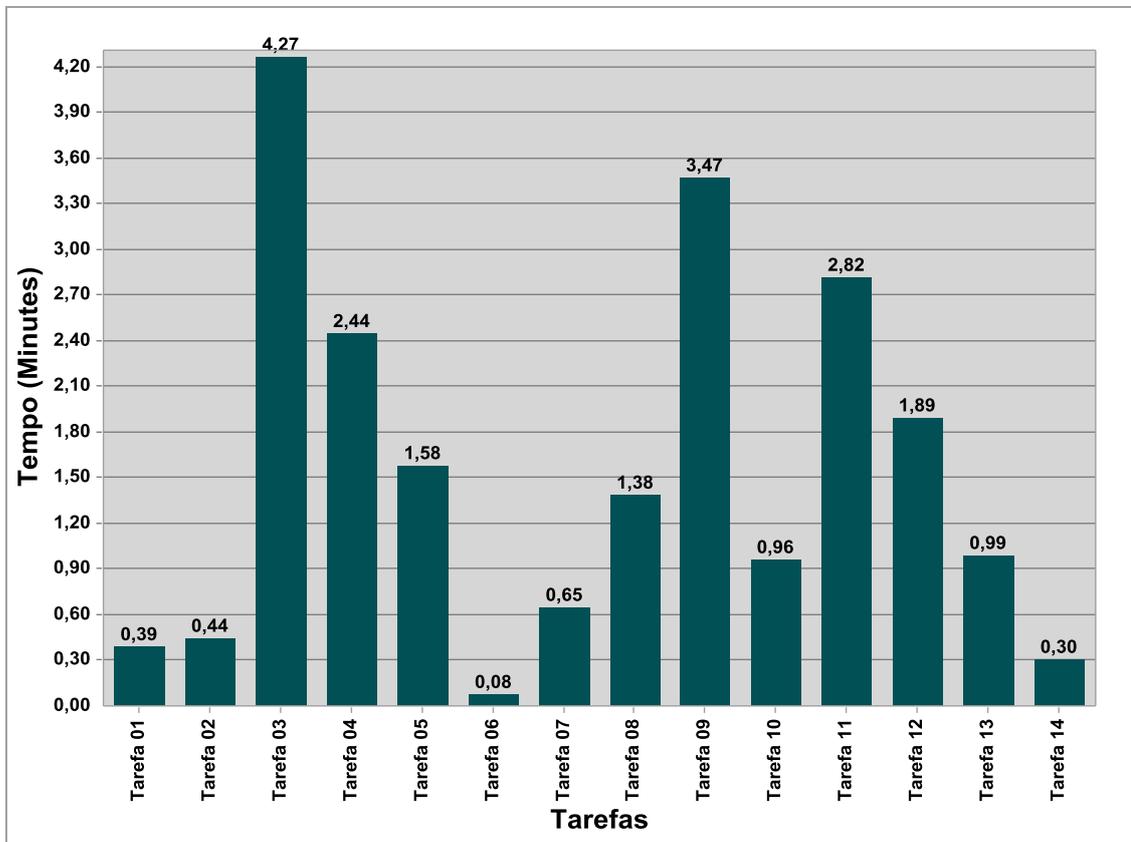


Gráfico 9 - Tempo de execução das tarefas do Participante nº 3 (Gerente de Projetos e/ou de Qualidade).

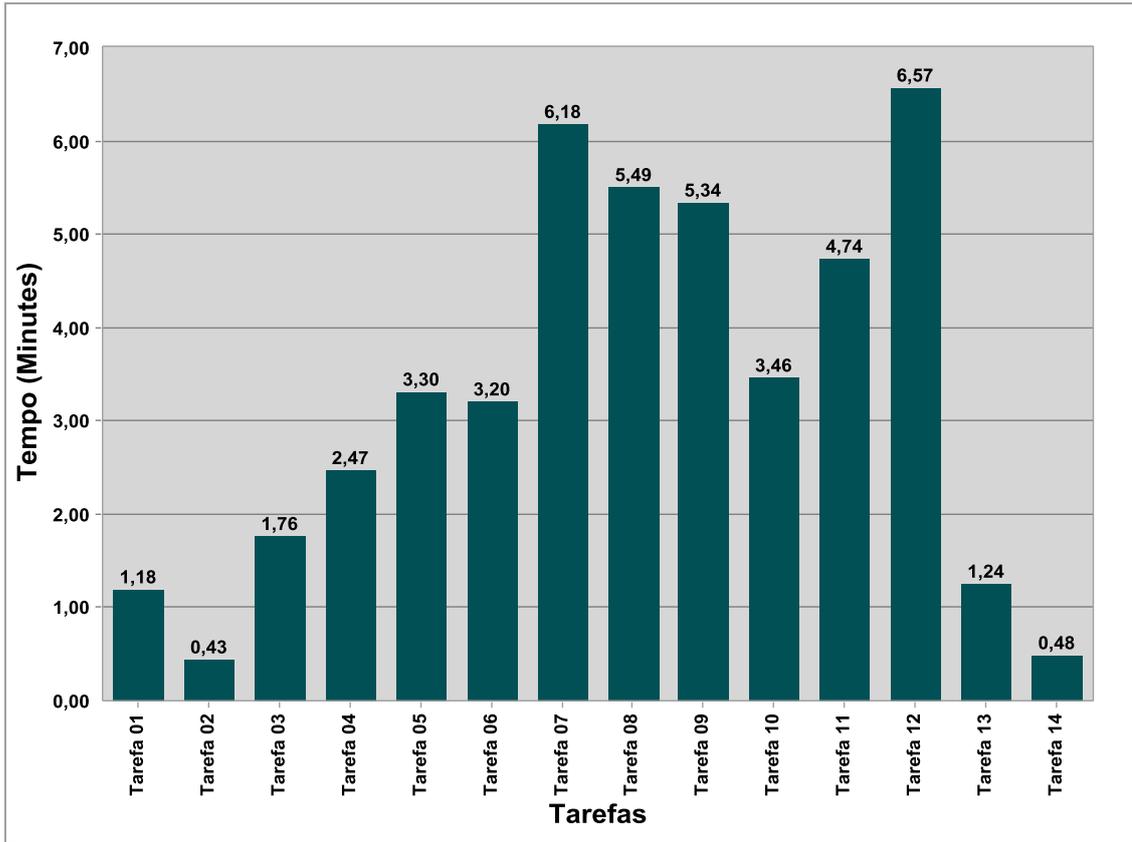


Gráfico 10 - Tempo de execução das tarefas do Participante nº 4 (Implementador e/ou Avaliador).

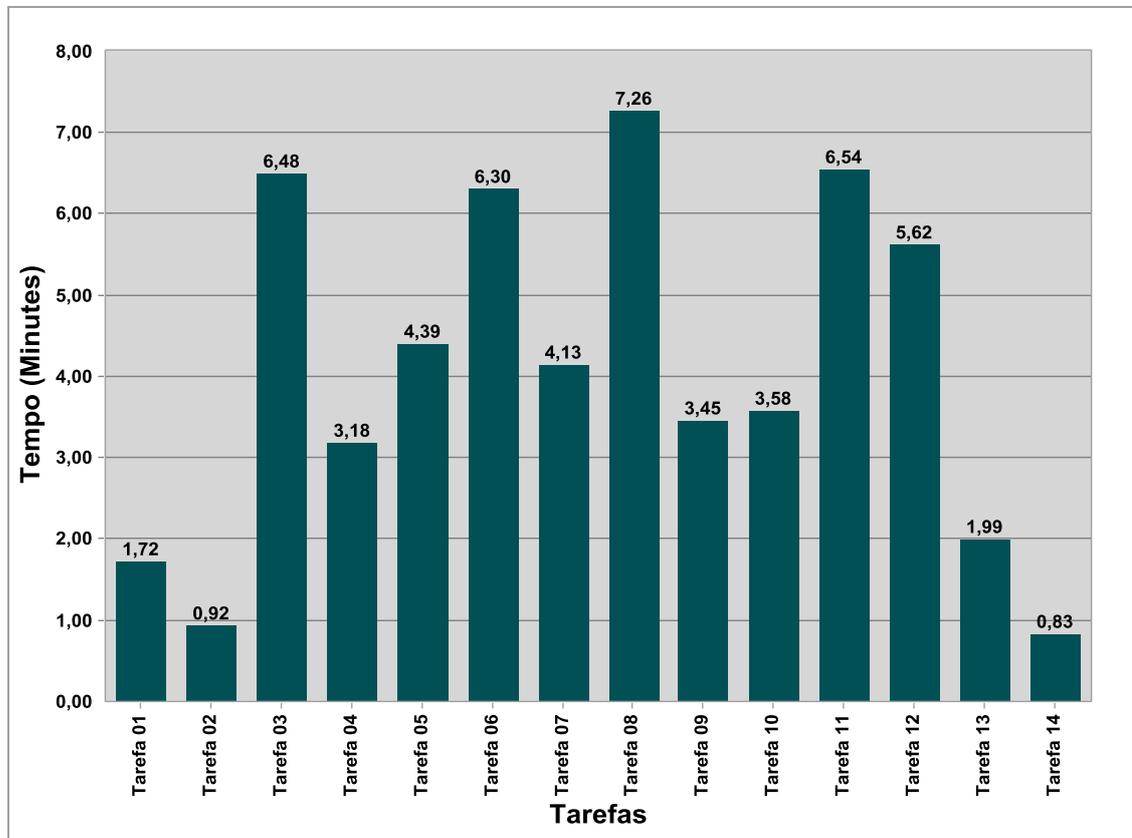


Gráfico 11 - Tempo de execução das tarefas do Participante nº 5 (Gerente de Projetos e/ou de Qualidade).

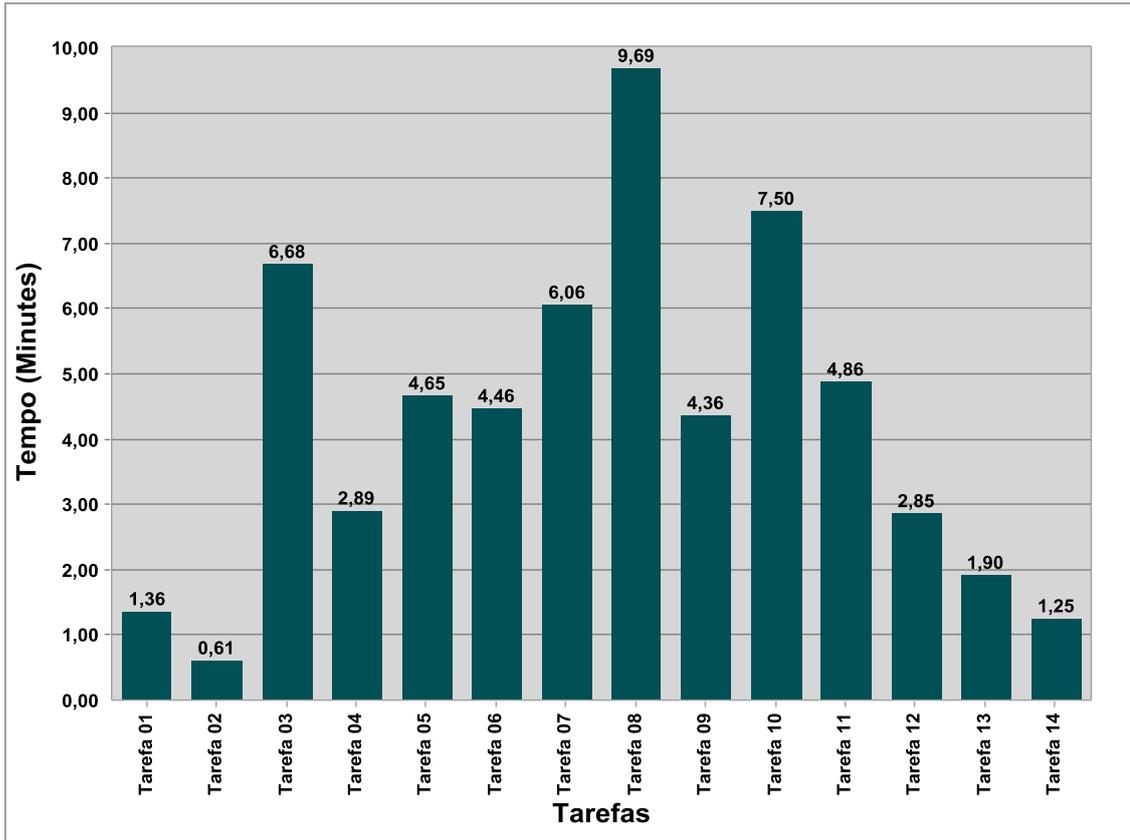


Gráfico 12 - Tempo de execução das tarefas do Participante nº 6 (Iniciante).

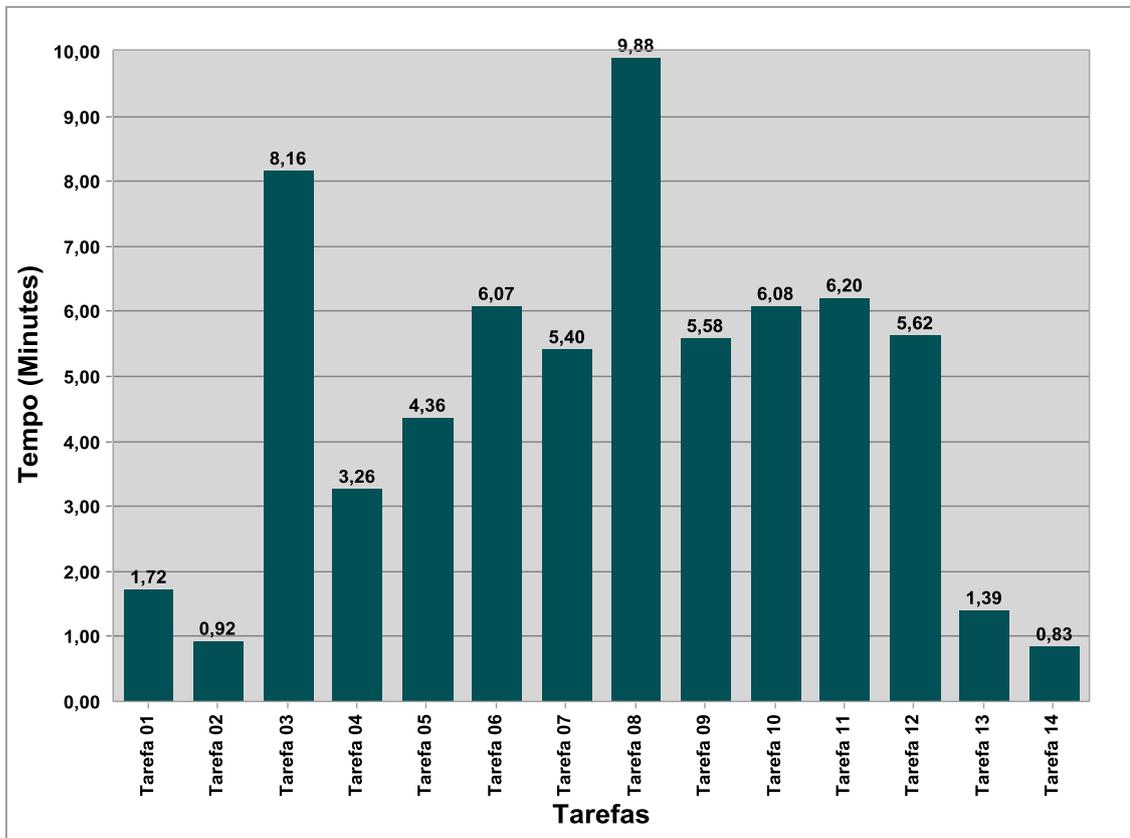


Gráfico 13 - Tempo de execução das tarefas do Participante nº 7 (Iniciante).

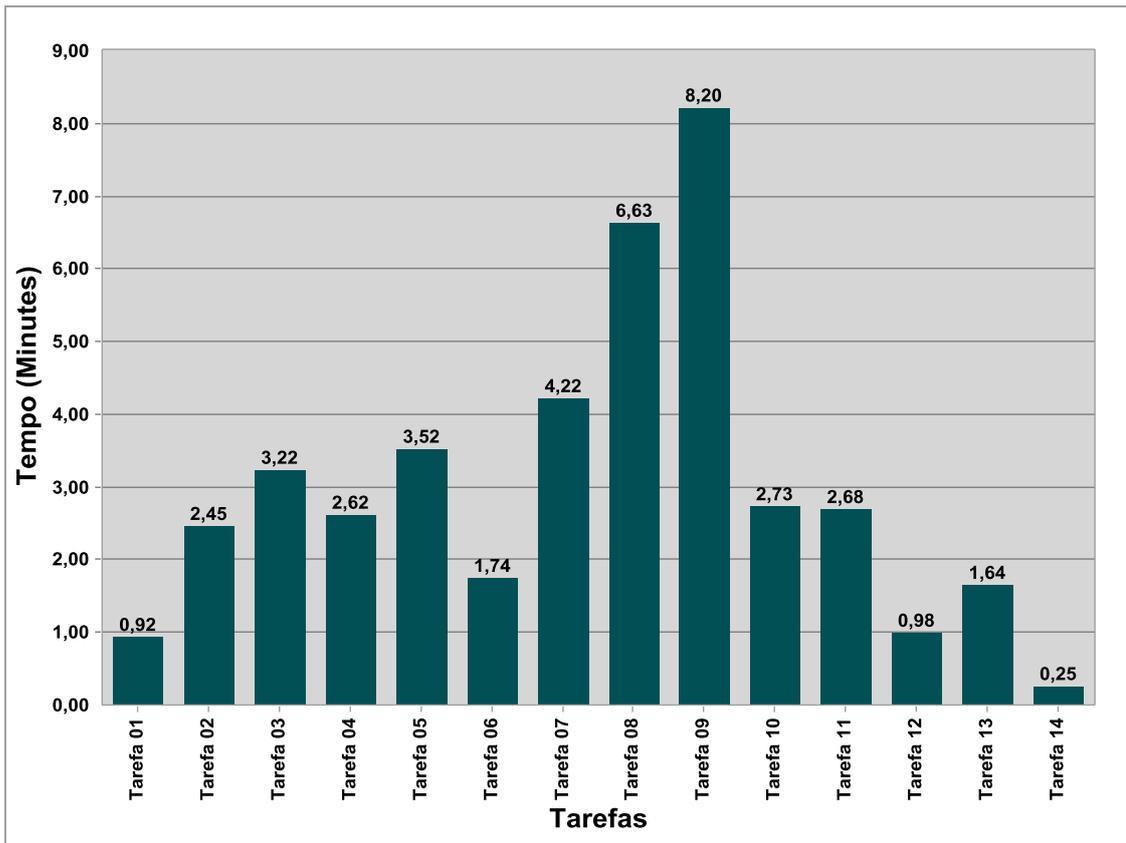


Gráfico 14 - Tempo de execução das tarefas do Participante nº 8 (Iniciante).

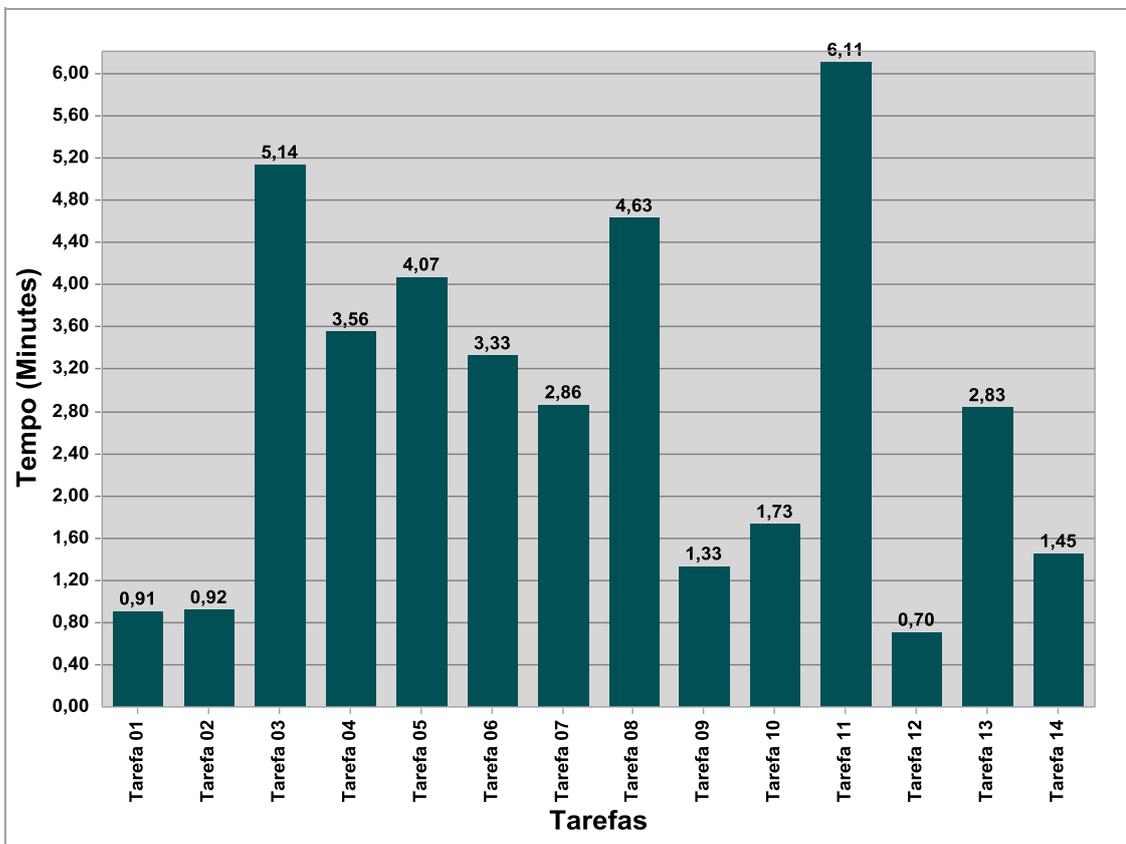


Gráfico 15 - Tempo de execução das tarefas do Participante nº 9 (Implementador e/ou Avaliador).

Autorizo a reprodução xerográfica para fins de pesquisa.

São José do Rio Preto, 18 / 07 / 2013

Assinatura